

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

# ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

### 6.1 Εισαγωγή

Η υπολογιστική ή αξονική τομογραφία (Υ.Τ.-CT<sup>1</sup>) θεωρείται το μεγαλύτερο επίτευγμα στην ακτινολογία, μετά την ανακάλυψη των ακτίνων Χ.

Τα πρώτα κλινικά αποτελέσματα παρουσιάστηκαν το 1967 και εφαρμόστηκαν στην πράξη το 1971. Οι άνθρωποι που εργάστηκαν για την ανακάλυψη αυτής της πολύτιμης διαγνωστικής εξέτασης, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, ήταν ο άγγλος ηλεκτρονικός φυσικός των εργαστηρίων της EMI Godfrey Hounsfield και ο φυσικός Alan Cormack του Πανεπιστημίου της Μασαχουσέτης (βραβείο Νόμπελ 1979).

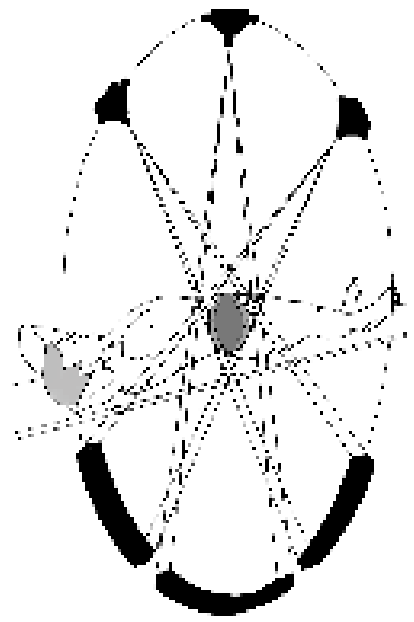
Από την πρώτη παρουσίαση του υπολογιστικού τομογράφου έχουν αναπτυχθεί τέσσερις φιλοσοφίες, ή όπως συνηθίζουμε να λέμε γενιές υπολογιστικών τομογράφων. Οι κυριότερες βελτιώσεις που έγιναν από γενιά σε γενιά αφορούν στη μείωση του χρόνου απόκτησης δεδομένων και στη βελτίωση της ποιότητας της εικόνας.

Η υπολογιστική τομογραφία είναι μια διαγνωστική εξέταση που συνδυάζει τη χρήση των ακτίνων Χ με την τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ουσιαστικά επιτυγχάνεται ο ανασχηματισμός της αρχιτεκτονικής μορφολογίας των οργάνων του σώματος, ύστερα από σύνθεση πολλαπλών προβολών της εξεταζόμενης περιοχής, με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή.



Εικ. 6.1 Υπολογιστικός Τομογράφος.

<sup>1</sup>Computed tomography.



Σχ. 6.1.: Το σύστημα λυχνίας-ανιχνευτών περιστρέφεται γύρω από τον εξεταζόμενο.

Στην αξονική τομογραφία λαμβάνονται κατά βάση εγκάρσιες<sup>1</sup> τομές του ανθρώπινου σώματος. Αυτό γίνεται ως εξής:

Μια ακτινολογική λυχνία περιστρέφεται κατά  $360^\circ$  γύρω από το σώμα του εξεταζομένου, ακτινοβολώντας συνεχώς μια προκαθορισμένη τομή του (Σχ. 6.1). Η ακτινοβολία που εξέρχεται από το σώμα εξασθενημένη, καταγράφεται από ειδικές διατάξεις, τους ανιχνευτές, που παρακολουθούν την κίνηση της λυχνίας.

Έτσι λαμβάνονται πολλές προβολές των ανατομικών δομών που βρίσκονται στη συγκεκριμένη τομή.

Στη συνέχεια ο υπολογιστής, με την επεξεργασία των δεδομένων που προέρχονται απ' όλες τις προβολές, σχηματίζει της εικόνα της τομής. Η διαδικασία αυτή λέγεται **ανασύνθεση** της εικόνας.

## 6.2 Βασικά Τμήματα του Υπολογιστικού Τομογράφου

### 6.2.1 Γεννήτρια



Εικ. 6.2 Gantry και εξεταστική τράπεζα.

Η γεννήτρια μετασχηματίζει το ρεύμα του δικτύου, έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί η λυχνία που παράγει τις ακτίνες X. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι γεννήτριες βρίσκονται μέσα στη μονάδα σάρωσης του υπολογιστικού τομογράφου, μαζί με τη λυχνία.

### 6.2.2 Μονάδα σάρωσης (gantry)

Η μονάδα σάρωσης περιλαμβάνει τη λυχνία, τους κατευθυντήρες,

<sup>1</sup>Εγκάρσιο επίπεδο: είναι κάθετο στον επιμήκη άξονα του ανθρώπινου σώματος και το χωρίζει σε άνω (κεφαλικό) και κάτω (ουραίο) ημιμόριο.

Στεφανιαίο ή μετωπιαίο επίπεδο: χωρίζει το ανθρώπινο σώμα σε πρόσθιο και οπίσθιο ημιμόριο.

Οβελιαίο επίπεδο: χωρίζει το σώμα σε αριστερό και δεξιό ημιμόριο.

τους ανιχνευτές και το σύστημα απόκτησης δεδομένων. Στο κέντρο της μονάδας σάρωσης υπάρχει ένα κυκλικό άνοιγμα, μέσω του οποίου μετακινείται το εξεταστικό τραπέζι. Έχει επίσης κατάλληλη διάταξη δέσμης laser, με την οποία γίνεται η επικέντρωση. Το gantry μπορεί να πάρει κλίση που φτάνει τις 30\_ και προς τις δύο κατευθύνσεις (σχήμα. 6.2)

### 1. Λυχνία ακτίνων Χ

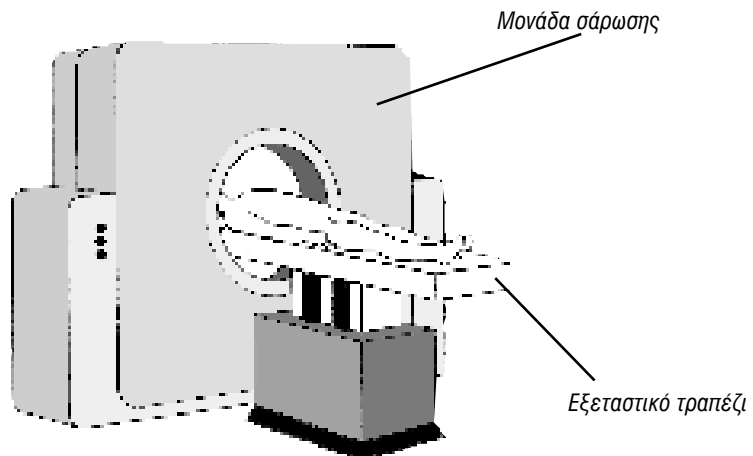
Η λειτουργία της ακτινολογικής λυχνίας μάς είναι ήδη γνωστή από το κεφάλαιο που αναφέρεται στην ακτινογραφία.

### 2. Κατευθυντήρες

Ανάμεσα στη λυχνία και τους ανιχνευτές παρεμβάλλονται οι κατευθυντήρες, οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από μέταλλο υψηλού ατομικού αριθμού, συνήθως μόλυβδο.

Είναι τοποθετημένοι τόσο στην έξοδο της λυχνίας, όσο και στην είσοδο των ανιχνευτών.

Στην πρώτη περίπτωση οι κατευθυντήρες καθορίζουν τις διαστάσεις της δέσμης που εξέρχεται από τη λυχνία και φθάνει στους ανιχνευτές. Κατά συνέπεια, καθορίζουν το πάχος της απεικονιζόμενης τομής, το οποίο κυμαίνεται από 1-15 mm.



Σχ. 6.2 Σχηματική παράσταση του Gantry και της εξεταστικής τράπεζας

Ο ρόλος των κατευθυντήρων που βρίσκονται μπροστά από τους ανιχνευτές είναι να αποκόπτουν τη σκεδαζόμενη ακτινοβολία, ώστε να μη φθάσει στους ανιχνευτές. Αξίζει να αναφέρουμε επίσης ότι κάθε ανιχνευτής έχει το δικό του κατευθυντήριο.

### 3. Ανιχνευτές

Οι ανιχνευτές συλλέγουν τα φωτόνια των ακτίνων Χ που περνούν από τους κατευθυντήρες και τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα αναλογικής μορφής. Αυτό σημαίνει ότι το μέγεθος του σήματος είναι ανάλογο με τον αριθμό των φωτονίων που συλλέγονται από τον ανιχνευτή.

### 4. Σύστημα λήψης δεδομένων

Πρόκειται για μια διάταξη που έχει ως κύριο ρόλο να δώσει στα σήματα που συλλέγονται από τους ανιχνευτές αποδεκτή μορφή, ώστε να μπορεί να τα επεξεργαστεί ο υπολογιστής. Συγκεκριμένα:

- ♦ ενισχύει αυτά τα σήματα και
- ♦ μετατρέπει τα αναλογικά σήματα σε ψηφιακά.

#### 6.2.3 Το σύστημα υπολογιστή

Στην υπολογιστική τομογραφία ο υπολογιστής χρησιμοποιείται για την επεξεργασία, την παρουσίαση σε οθόνη και την αποθήκευση των δεδομένων. Είναι στην κυριολεξία η καρδιά όλου του συστήματος.

Πιο συγκεκριμένα, ελέγχει την λειτουργία όλου του μηχανήματος και πραγματοποιεί την ανασύνθεση της εικόνας. Δηλαδή, ελέγχει τις κινήσεις της λυχνίας και της εξεταστικής τράπεζας, το σύστημα λήψης δεδομένων, τις περιφερειακές διατάξεις αποθήκευσης δεδομένων κ.λπ. και ειδοποιεί για τυχόν προβλήματα (π.χ. υπερθέρμανση της λυχνίας).

#### 6.2.4 Η κονσόλα χειρισμού

Η κονσόλα χειρισμού περιλαμβάνει μια οθόνη, ένα πληκτρολόγιο που διαθέτει και κάποια προγραμματισμένα πλήκτρα για διάφορες ενέργειες (π.χ. επιλο-



Εικ. 6.3 Κονσόλα χειρισμού Υ.Τ.

γή εμφάνισης στην οθόνη της προηγούμενης ή της επόμενης τομής), και μια μικρή περιστρεφόμενη σφαίρα (trackball). Ανάλογα με τον κατασκευαστή, μπορεί να διατίθεται ποντίκι ή οθόνη αφής, μέσω των οποίων επιλέγονται τα κατάλληλα προγράμματα για τη λειτουργία του συστήματος (Εικ. 6.3, 6.4).



Εικ. 6.4 Πληκτρολόγιο κονσόλας χειρισμού

### 6.2.5 Το σύστημα απεικόνισης και αποθήκευσης

Στην υπολογιστική τομογραφία οι διάφορες τομές που λαμβάνονται απεικονίζονται στην οθόνη. Στη συνέχεια αυτές αποτυπώνονται σε φιλμ. Αυτό γίνεται με φωτογράφιση των εικόνων με laser camera. Συνήθως η φωτογράφιση γίνεται έτσι, ώστε σε ένα φιλμ να περιέχονται πολλές εικόνες.

Για την αποθήκευση των εξετάσεων και τη δημιουργία αρχείων, χρησιμοποιούνται διάφορα αποθηκευτικά μέσα (π.χ. CD - ROM).

### 6.2.6 Εξεταστική τράπεζα

Στην εξεταστική τράπεζα τοποθετείται κατάλληλα ο εξεταζόμενος, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εξέταση. Στο πάνω μέρος της διαθέτει ειδική υποδοχή για την τοποθέτηση του κεφαλιού, για τις εξετάσεις που γίνονται στο κρανίο.

Η τράπεζα έχει τη δυνατότητα να εκτελεί διάφορες κινήσεις, με τη βοήθεια ειδικών κινητήρων. Συγκεκριμένα, εκτελεί κατακόρυφη κίνηση, ώστε να διευκολύνεται ο ασθενής κατά την άνοδο και την κάθοδό του απ' αυτήν. Επίσης μπορεί να κινείται οριζόντια, ώστε να εισέρχεται ο ασθενής μέσω της οπής της μονάδας σάρωσης και να ακτινοβολείται.

### 6.3. Αρχή Λειτουργίας Υπολογιστικού Τομογράφου

#### 6.3.1 Γενικά

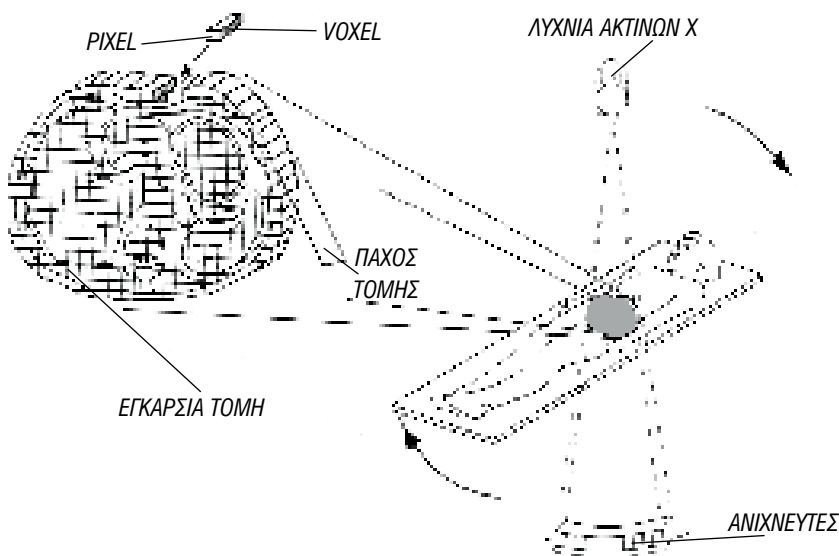
Η βασική λειτουργία ενός υπολογιστικού τομογράφου περιλαμβάνει την ακτινοβολήση του εξεταζομένου από τη λυχνία με μια λεπτή δέσμη ακτίνων Χ (με τη βοήθεια κατευθυντήρων) από διαφορετικές διευθύνσεις και την καταγραφή της εξερχόμενης δέσμης από σύστημα ανιχνευτών.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, λαμβάνονται τομές εγκάρσιες αλλά και στεφανιαίες σε ορισμένες περιοχές. Για τη λήψη κάθε τομής, η ακτινολογική λυχνία διαγράφει περιστροφική κίνηση  $360^\circ$  γύρω από τον επιμήκη άξονα του σώματος του εξεταζομένου. Στην κίνησή της αυτή την ακολουθούν αντιδιαμετρικά οι ανιχνευτές, ώστε να καταγράφουν τη διερχόμενη από το σώμα του εξεταζομένου ακτινοβολία.

#### 6.3.2 Διαδοχικά βήματα της λειτουργίας ενός Υ.Τ.

Μια λεπτή τριγωνική δέσμη ακτινοβολεί τον εξεταζόμενο από διάφορες γωνίες, έτσι ώστε να ακτινοβολείται μία νοητή τομή του σώματός του. Η ακτινοβολία διαπερνά τον εξεταζόμενο και εξασθενεί ανάλογα με τις ήδη γνωστές μας παραμέτρους, δηλαδή το πάχος, την πυκνότητα και τον ατομικό αριθμό του ιστού που παρεμβάλλεται στην πορεία της. Μετά την έξοδό της από το σώμα, καταγράφεται από τους ανιχνευτές.

Κάθε ανιχνευτής παράγει ηλεκτρικό σήμα (ηλεκτρικό ρεύμα), του οποίου η ένταση είναι ανάλογη με την ένταση της ακτινοβολίας που μετράει. Το σήμα αυ-



Σχ. 6.3.: Σχηματική παράσταση της αρχής λειτουργίας του Υ.Τ.

τό, αφού ενισχυθεί κατάλληλα και μετατραπεί σε ψηφιακό, διοχετεύεται στον υπολογιστή.

Ο υπολογιστής κατ' αρχήν υποδιαιρεί την τομή που έχει επιλεγεί σε **στοιχειώδεις όγκους (voxel)**. Η επιφάνεια καθενός απ' αυτούς τους στοιχειώδεις όγκους ονομάζεται **στοιχείο εικόνας (pixel)**.

Η απορρόφηση της ακτινοβολίας που γίνεται σε κάθε voxel δεν είναι η ίδια και εξαρτάται από την πυκνότητα του οργάνου ή του ιστού στον οποίο αντιστοιχεί. Ο υπολογιστής, εφαρμόζοντας πολύπλοκες μαθηματικές μεθόδους υπολογίζει το συντελεστή εξασθένησης σε κάθε κύβο και, με τη βοήθεια της κλίμακας του Hounsfield που θα μελετήσουμε παρακάτω, αποδίδει σε κάθε pixel μια απόχρωση του γκρι, ανάλογα με την αριθμητική τιμή του συντελεστή εξασθένησης.

Έτσι λαμβάνεται η εικόνα της τομής στην οθόνη, η οποία αναδεικνύει τους ανατομικούς σχηματισμούς που βρίσκονται στο επίπεδο τομής που επιλέχθηκε.

Συμπερασματικά λοιπόν, υπάρχουν 4 βασικά βήματα στη λειτουργία του Υ.Τ.:

- ◆ η παραγωγή των ακτίνων Χ,
- ◆ η απόκτηση των δεδομένων,
- ◆ η επεξεργασία των δεδομένων και
- ◆ η δημιουργία της εικόνας.



Εικ. 6.5 Το εσωτερικό της μονάδας σάρωσης, κατά τη διάρκεια λήψης μιας τομής

### 6.3.3 Αριθμοί Υπολογιστικής Τομογραφίας

Στην υπολογιστική τομογραφία χρησιμοποιούμε τους λεγόμενους **αριθμούς υπολογιστικής τομογραφίας** (Α.Υ.Τ.) ή **μονάδες Hounsfield**, που καθορίζονται για κάθε υλικό ή ιστό από την εξασθένηση που υφίσταται η δέσμη των ακτίνων Χ, διερχόμενη απ' αυτά.

Στην πράξη, σε κάθε voxel δεν αντιστοιχεί ακριβώς ο γραμμικός συντελεστής εξασθένησης, όπως αναφέραμε παραπάνω, αλλά ένας αριθμός υπολογιστικής τομογραφίας.

Οι αριθμοί αυτοί εκφράζονται με τη βοήθεια της κλίμακας του Hounsfield. Στην κλίμακα αυτή στο νερό αντιστοιχεί η τιμή 0, ενώ στα συμπαγή οστά ο αριθμός υπολογιστικής τομογραφίας μπορεί να φθάσει στην τιμή 1000. Για τον αέρα, η αντίστοιχη τιμή είναι -1000. Οι άλλοι ιστοί έχουν αριθμούς από το -1000 έως το 1000 και απεικονίζονται με ενδιάμεσες αποχρώσεις του γκρι, από το λευκό (οστά) έως το μαύρο (αέρας).

Τύπος ιστού	Μονάδες Hounsfield
Συμπαγή οστά	> 250
Ήπαρ	65 ± 5
Αίμα (φλεβικό)	55 ± 5
Μύες	45 ± 5
Νερό	0 ± 5
Λίπος	90 ± 10
Αέρας	-1000

Πίνακας 6.1 Μονάδες Hounsfield για διάφορους τύπους ιστών.

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα μέτρησης των Α.Υ.Τ., για κάθε δομή, πάνω στην οθόνη. Με τον τρόπο αυτό λαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με την πυκνότητα<sup>1</sup> κάποιας δομής. Έτσι, μπορεί να αξιολογηθεί μια οπτικά παθολογική εστία. Για παράδειγμα, μπορεί να διακριθεί μια συμπαγής μάζα από μια κύστη.

<sup>1</sup>Συγκριτικά με την πυκνότητα των γύρω ιστών, μια δομή μπορεί να χαρακτηριστεί υπέρπυκνη (υψηλότερης πυκνότητας) ή υπόπυκνη (χαμηλότερης πυκνότητας).



### 6.3.4 Εύρος και κέντρο παραθύρου

Οι σύγχρονοι υπολογιστικοί τομογράφοι έχουν την ικανότητα να μετρούν τόσες πυκνότητες, που μπορεί θεωρητικά να αποδοθούν σε 4000 αποχρώσεις του γκρι.

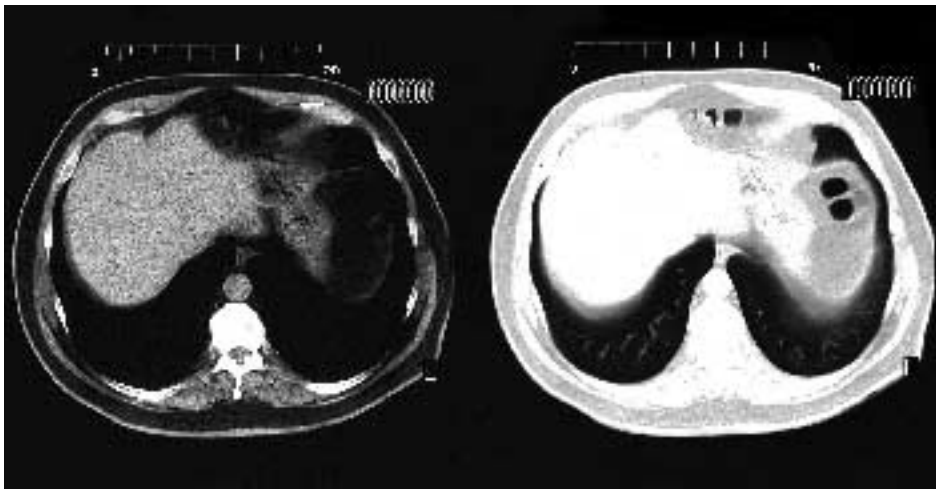
Η οθόνη όμως μπορεί να εμφανίσει μόνο 256 αποχρώσεις του γκρι, ενώ το ανθρώπινο μάτι μπορεί να διακρίνει μόνο 20. Έτσι, αν προσπαθούσαμε να αναδείξουμε σε μια εικόνα όλες τις ανατομικές δομές, στην πραγματικότητα δεν θα βλέπαμε τίποτα.

Για να λυθεί το παραπάνω πρόβλημα, χρησιμοποιούμε το λεγόμενο **παράθυρο**. Ανάλογα δηλαδή με τον ιστό που πρέπει να αναδειχθεί, επιλέγουμε ένα μικρό εύρος Α.Υ.Τ., οι οποίοι διακρίνονται από το ανθρώπινο μάτι.

**Επίπεδο του παραθύρου (window level)** είναι ο αριθμός υπολογιστικής τομογραφίας που βρίσκεται στο κέντρο του. Αυτό επιλέγεται όσο πιο κοντά γίνεται στον αριθμό που αντιστοιχεί στον εξεταζόμενο ιστό.

Το **εύρος του παραθύρου (window width)** καθορίζει την αντίθεση της εικόνας. Όσο πιο στενό είναι, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίθεση.

Οι ρυθμίσεις του παραθύρου γίνονται από την κονσόλα χειρισμού. Τα παράθυρα, ανάλογα με την ανατομική δομή που αναδεικνύουν καλύτερα, ονομάζονται αντίστοιχα πνευμονικό, οστικό, μαλακών μορίων, ηπατικό, κ.λπ.



Εικ. 6.6 Στην πρώτη εικόνα βλέπουμε μια εγκάρσια τομή της περιοχής της άνω κοιλίας, σε παράθυρο μαλακών μορίων, ενώ στη δεύτερη εικόνα βλέπουμε την ίδια τομή σε πνευμονικό παράθυρο

### 6.3.5 Τεχνικά σφάλματα (artifacts)

Συχνά παρουσιάζονται στις εικόνες του υπολογιστικού τομογράφου έντονες ευθείες γραμμές ή δακτύλιοι, που προκαλούν ασάφεια. Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται τεχνικά σφάλματα.

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες από τις αιτίες που προκαλούν τεχνικά σφάλματα στην εικόνα. Εκτενέστερη αναφορά σε περισσότερες αιτίες θα ήταν έξω από τους σκοπούς αυτού του βιβλίου.

➤ **Οι κινήσεις του εξεταζόμενου:** Σ' αυτές περιλαμβάνονται και εκείνες που οφείλονται σε αδυναμία συνεργασίας αλλά και εκείνες που φυσιολογικά παρουσιάζουν διάφορα όργανα (π.χ. καρδιακή λειτουργία).

➤ **Το πάχος του εξεταζόμενου** που μειώνει τον αριθμό των φωτονίων που θα φθάσουν στους ανιχνευτές. Αυτό αντιμετωπίζεται με αύξηση των mAs. Μ' αυτόν τον τρόπο όμως αυξάνεται και η δόση της ακτινοβολίας στον ασθενή.



Εικ. 6.7 Τεχνικά σφάλματα από μεταλλικό αντικείμενο στο εσωτερικό του σώματός του εξεταζόμενου

➤ **Τα σκιαγραφικά μέσα:** Όταν συσσωρεύεται μεγάλη ποσότητα σ' ένα σημείο, π.χ. στο στομάχο, δημιουργούνται γραμμώσεις που προκαλούν ασάφεια στην εικόνα.

➤ **Τα μεταλλικά αντικείμενα:** Συχνά μέσα στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν μεταλλικά αντικείμενα (π.χ. μεταλλικά δόντια, αρθροπλαστικές κ.λπ.). Αυτά προκαλούν έντονη ασάφεια στην εικόνα, σε σημείο που πολλές φορές να μην είναι δυνατή η διάγνωση (εικ.6.7). Για την αποφυγή αυτών των σφαλμάτων, είναι απαραίτητο να αφαιρείται από την εξεταζόμενη περιοχή ο,τιδήποτε μεταλλικό, όταν βέβαια αυτό είναι δυνατόν.

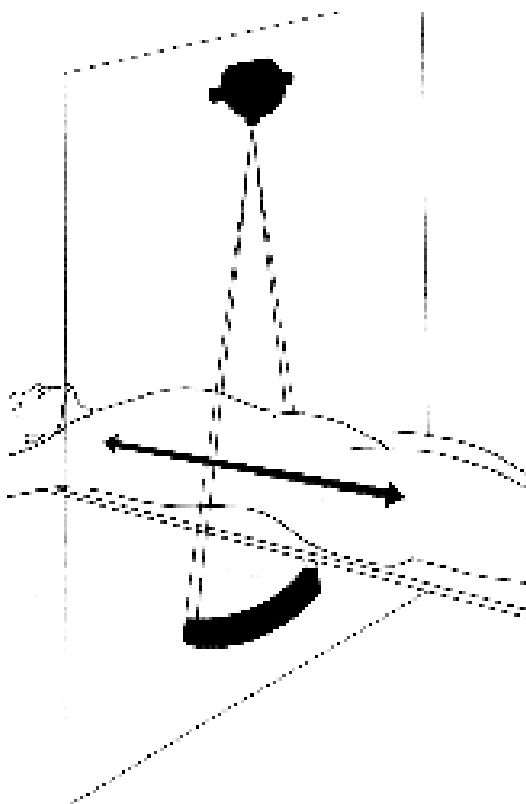
➤ **Η κακή λειτουργία του μηχανήματος** μπορεί να προκαλέσει τεχνικά σφάλματα στην εικόνα.

## 6.4 Τεχνικές Παράμετροι στην Υπολογιστική Τομογραφία

Θα αναφέρουμε παρακάτω τις κυριότερες παραμέτρους που ρυθμίζουμε σε μια εξέταση Υ.Τ. Το πρόβλημα που ανακύπτει εδώ είναι ότι οι κατασκευαστές δεν χρησιμοποιούν συνήθως την ίδια ορολογία γι' αυτές. Έγινε λοιπόν προσπάθεια να αναφερθούν οι περισσότεροι όροι με τους οποίους είναι γνωστή κάθε παράμετρος, ανάλογα με τον κατασκευαστή του μηχανήματος

### 6.4.1 Τοπογράφημα (topogram, scanogram, pilot)

Το τοπογράφημα είναι μια ψηφιακή εικόνα ολόκληρης της εξεταζόμενης περιοχής, που μοιάζει με ακτινογραφία. Η εικόνα αυτή λαμβάνεται ως εξής:



Σχ. 6.4.: Λήψη προσθιοπίσθιου τοπογραφήματος

Η λυχνία παραμένει ακίνητη και ακτινοβολεί καθώς ο εξεταζόμενος, με τη βοήθεια του τραπέζιού, κινείται ομαλά μέσα στο άνοιγμα της μονάδας σάρωσης, διανύοντας μια προκαθορισμένη απόσταση (σχ. 6.4).

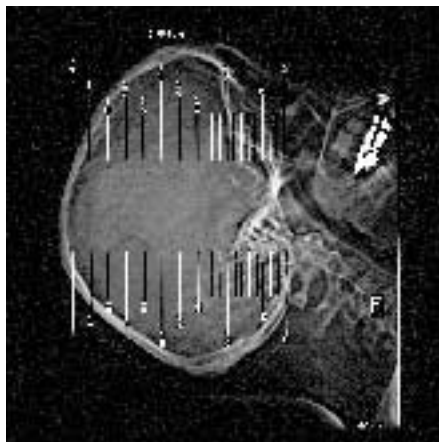
Ο ρόλος του τοπογραφήματος είναι σημαντικός στον καθορισμό των απαιτούμενων τομών, καθώς και της κλίσης που ενδεχομένως θα πρέπει να δοθεί στη μονάδα σάρωσης, ανάλογα με την εξέταση. Έτσι αποφεύγονται οι άσκοπες τομές που θα επιβάρυναν τον εξεταζόμενο με περισσότερη δόση.

Επίσης, το τοπογράφημα βοηθά στην αναζήτηση βαρίου στο έντερο ή μεταλλικών αντικειμένων, που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν τεχνικά σφάλματα.

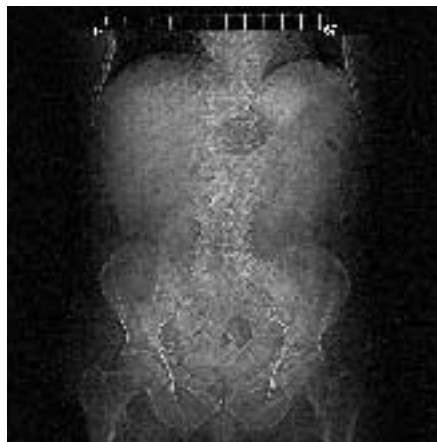
Οι κύριες παράμετροι που επιλέγονται από την κονσόλα χειρισμού κατά τη λήψη του τοπογραφήματος είναι:

► **Μήκος τοπογραφήματος:** Αφορά στην απόσταση που θα διανύσει το τραπέζι από την αρχική του θέση, κατά τη λήψη του τοπογραφήματος.

► **Γωνία τοπογραφήματος:** Δείχνει τη γωνία της λυχνίας, σε σχέση με την κατακόρυφο. Όταν η γωνία είναι  $0^\circ$ , λαμβάνεται τοπογράφημα σε προσθιοπίσθια προβολή, ενώ στις  $90^\circ$ , η προβολή είναι πλάγια.



Εικ. 6.8.: Πλάγιο τοπογράφημα κρανίου



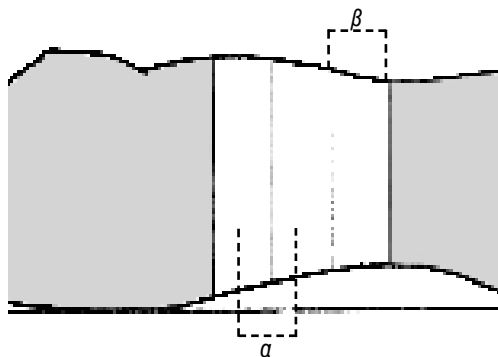
Εικ. 6.9.: Προσθιοπίσθιο τοπογράφημα κοιλίας

#### 6.4.2 Πάχος τομής (thickness)

Το πάχος τομής κυμαίνεται από 1-15 mm. Καθορίζεται ανάλογα με το εξεταζόμενο όργανο και τις απαιτήσεις της εξέτασης. Οι λεπτές τομές αυξάνουν τη διακριτική ικανότητα της εικόνας. Από την άλλη μεριά όμως αυξάνουν το σύνολο των λαμβανόμενων τομών, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται με περισσότερη δόση ο ασθενής.

#### 6.4.3 Βήμα τραπεζιού (index, interval)

Το βήμα τραπεζιού αφορά στην προκαθορισμένη απόσταση που διανύει το τραπέζι μετά από τη λήψη κάθε τομής, ώστε να ληφθεί η επόμενη. Η επιλογή αυτής της παραμέτρου καθορίζει αν οι τομές θα είναι συνεχόμενες (βήμα τραπεζιού = πάχος τομής) (σχ. 6.5), επικαλυπτόμενες ή θα απέχουν μεταξύ τους.



Σχ. 6.5.: Για να είναι συνεχόμενες οι τομές, πρέπει:

$$a=b$$

$a$ =βήμα τραπεζιού

$b$ =πάχος τομής

#### 6.4.4 Χρόνος απόκτησης δεδομένων (scan time)

Μικρός χρόνος απόκτησης δεδομένων επιλέγεται σε εξετάσεις όπου οι ακούσιες κινήσεις του ασθενούς είναι δυνατόν να υποβαθμίσουν την ποιότητα της εικόνας (π.χ. εξετάσεις θώρακος, κοιλίας κ.λπ.).

Ο μεγάλος χρόνος συνεπάγεται και μείωση των mA, με αποτέλεσμα η διάρκεια ζωής της λυχνίας να αυξάνεται. Μ' αυτόν τον τρόπο όμως αυξάνεται και η δόση.

### 6.4.5 Επιλογή kV

Στην υπολογιστική τομογραφία δεν υπάρχει δυνατότητα μεγάλης διακύμανσης των kV. Συνήθως χρησιμοποιούνται 100-130 kV.

### 6.4.6 Επιλογή mA

Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής από 60 έως 250 mA, ανάλογα με την εξεταζόμενη περιοχή. Τα μειονεκτήματα της χρήσης πολλών mA είναι η αύξηση της δόσης στον ασθενή, η συχνή υπερθέρμανση της λυχνίας και ο περιορισμός της διάρκειας ζωής της.

### 6.4.7 Πεδίο απεικόνισης (field of view, image size)

Το πεδίο απεικόνισης αφορά στο μέγεθος της απεικονιζόμενης ανατομικής περιοχής. Συνήθως η τιμή του επιλέγεται ανάλογα με τη διάμετρο της περιοχής που εξετάζεται. Για παράδειγμα, μικρό πεδίο απεικόνισης απαιτείται στις μικρές δομές, όπως η υπόφυση, οι κροταφογναθικές αρθρώσεις κ.λπ. Αντίθετα, μεγάλο πεδίο απεικόνισης επιλέγεται σε εξετάσεις κοιλίας, θώρακα κ.λπ, ανάλογα και με τις διαστάσεις του ασθενή.

Η μείωση του πεδίου απεικόνισης αυξάνει τη διακριτική ικανότητα της εικόνας.

### 6.4.8. Αλγόριθμος

Ο αλγόριθμος στα μαθηματικά είναι μια σειρά από οδηγίες, με τη βοήθεια των οποίων εκτελούνται κάποιες μαθηματικές πράξεις.

Στην αξονική τομογραφία ο αλγόριθμος αφορά στις μαθηματικές πράξεις που



Εικ. 6.10 Εγκάρσια τομή παραρρινίων κόλπων με βασικό αλγόριθμο



Εικ. 6.11 Εγκάρσια τομή παραρρινίων κόλπων με οστικό αλγόριθμο

γίνονται κατά την ανασύνθεση της εικόνας. Ουσιαστικά εφαρμόζονται μαθηματικά φίλτρα στα σήματα, που έχουν ως σκοπό τη μεταβολή της μορφής τους.

Στους σύγχρονους υπολογιστικούς τομογράφους υπάρχει η δυνατότητα επιλογής διαφορετικών αλγόριθμων, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εξέτασης, οι οποίοι μπορεί να απεικονίζουν τα όρια μιας ανατομικής δομής σαφέστερα ή να εξομαλύνουν τις διαφορές μεταξύ γειτονικών περιοχών της εικόνας κ.λπ.

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται συνήθως στην υπολογιστική τομογραφία είναι ο βασικός (Εικ. 6.10), ο αλγόριθμος μαλακών μορίων και ο οστικός, με τον οποίο αναδεικνύεται η οστική δοκίδωση των οστών (Εικ. 6.11).

## 6.5 Βασικά Βήματα Πραγματοποίησης της Υ. Τ.

Τα βασικά βήματα που πρέπει να γίνουν, προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια αξονική τομογραφία, είναι τα εξής:

- Ελέγχεται το παραπεμπτικό του εξεταζομένου. Αν το άτομο που εξετάζεται είναι γυναίκα, γίνονται οι ανάλογες ερωτήσεις, ώστε να αποκλεισθεί η πιθανότητα εγκυμοσύνης.

- Παραλαμβάνονται προηγούμενες εξετάσεις που τυχόν έχουν γίνει και γίνεται λήψη ιστορικού. Σ' αυτήν τη φάση διερευνάται και το ενδεχόμενο να παρουσιάζει ο ασθενής ιστορικό αλλεργιών.

- Αν η εξέταση το απαιτεί, δίνεται στον εξεταζόμενο να πιει το κατάλληλο σκιαγραφικό. Οι εξετάσεις που απαιτούν τη λήψη σκιαγραφικού από το στόμα είναι αυτές της άνω και κάτω κοιλίας.

- Δίνονται σύντομες και κατανοητές οδηγίες στον εξεταζόμενο, αναφορικά με το τι θα πρέπει να κάνει κατά την διάρκεια της εξέτασης. Η επεξήγηση βοηθά, αφού ο εξεταζόμενος μπορεί να συμβάλει, στο βαθμό που του αναλογεί, στην επιτυχία της εξέτασης. Η εξήγηση μπορεί να αφορά και την αναπνευστική φάση που μπορεί, ανάλογα με την εξέταση, να είναι ήρεμη ή ελεγχόμενη.

- Ο εξεταζόμενος τοποθετείται κατάλληλα, αφού πρώτα αφαιρέσει τα μεταλλικά αντικείμενα που υπάρχουν στην εξεταζόμενη περιοχή. Η θέση καθορίζεται ανάλογα με το είδος της εξέτασης και μπορεί να είναι ύπτια, πρηνής ή πλάγια.

- Επιλέγεται το κατάλληλο πρωτόκολλο εξέτασης, ανάλογα με την εξεταζόμενη περιοχή.

- Τα στοιχεία του εξεταζομένου εισάγονται στον υπολογιστή και λαμβάνεται αρχικά το τοπογράφημα.

- Με τη βοήθεια του τοπογραφήματος επιλέγονται οι απαιτούμενες τομές και εισάγονται οι κατάλληλες παράμετροι (kV, mA, πάχος τομής, βήμα τραπεζιού κ.λπ.), ανάλογα με την εξέταση.

- Αν χρειάζεται, ο γιατρός προβαίνει στην ενδοφλέβια χορήγηση σκιαγραφικού μέσου. Σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνονται τομές στην περιοχή ενδιαφέροντος, ενδεχομένως μικρότερου πάχους από τις πρώτες.

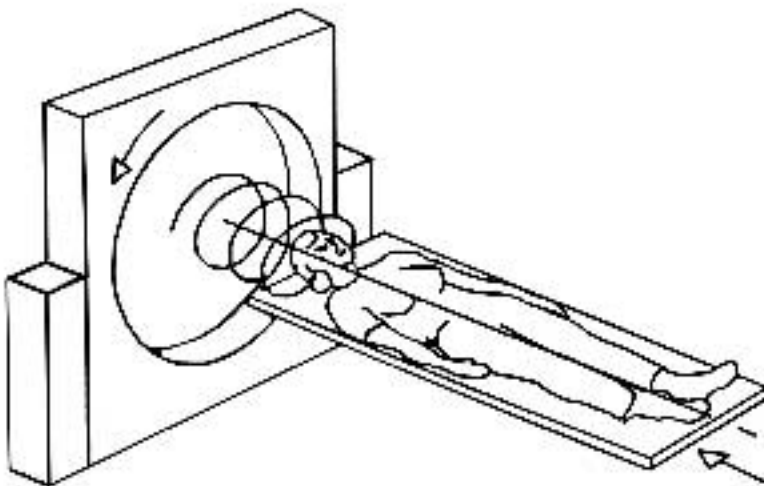
► Τέλος, οι τομές που έχουν ληφθεί φωτογραφίζονται σε φιλμ, με το κατάλληλο παράθυρο και η εξέταση αποθηκεύεται στο αποθηκευτικό μέσο που διατίθεται στο τμήμα.

## 6.6 Νεότερες Εξελίξεις στην Υπολογιστική Τομογραφία

### 6.6.1 Σπειροειδής υπολογιστική τομογραφία

Η σπειροειδής υπολογιστική τομογραφία (spiral CT) είναι η τελευταία εξέλιξη στην Υ.Τ. και πραγματοποιείται με σύγχρονους αξονικούς τομογράφους.

Οι τομές στη σπειροειδή Υ.Τ. λαμβάνονται καθώς ο εξεταζόμενος κινείται μέσα στο πεδίο μιας περιστρεφόμενης ακτινολογικής λυχνίας. Η κίνηση της λυ-



Σχ. 6.6.: Σχηματική παράσταση της σπειροειδούς Υ.Τ.

χνίας μπορεί να αποδοθεί σχηματικά ως ελατήριο (σπείρες), γι' αυτό και η τεχνική ονομάζεται σπειροειδής (Σχ 6.6).

Η σάρωση λοιπόν της εξεταζόμενης περιοχής πραγματοποιείται με συνεχή περιστροφή της λυχνίας και ταυτόχρονη μετακίνηση της εξεταστικής τράπεζας.

Συγκριτικά με τη συμβατική Υ.Τ., η σπειροειδής έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- ◆ Η εξέταση γίνεται ταχύτερα και ευκολότερα για τον εξεταζόμενο. Ειδικότερα, σε εξετάσεις του θώρακα και της κοιλίας, το σύνολο των τομών μπορεί να ληφθεί σε μια έως δύο αναπνευστικές φάσεις.
- ◆ Εξαφανίζονται τα τεχνικά σφάλματα που οφείλονται στην αναπνοή.
- ◆ Ελαττώνονται τα τεχνικά σφάλματα που οφείλονται στην κίνηση (π.χ. περισταλτισμός του εντέρου, αδυναμία συνεργασίας).



### 6.6.2 Αγγειογραφία με υπολογιστικό τομογράφο

Η εξέλιξη της σπειροειδούς υπολογιστικής τομογραφίας επέτρεψε την ανάπτυξη της αγγειογραφίας με αξονικό τομογράφο (Εικ. 6.12).



Εικ. 6.12 Αγγειογραφία κοιλιακής αορτής

Η εξέταση αυτή είναι μια μέθοδος απεικόνισης του αγγειακού συστήματος. Συγκεκριμένα, λαμβάνονται εγκάρσιες τομές στην εξεταζόμενη περιοχή μετά από ενδοφλέβια έγχυση σκιαγραφικής ουσίας. Στη συνέχεια γίνεται ανασύνθεση των εγκάρσιων τομών μέσω ειδικών προγραμμάτων του υπολογιστή και απομονώνονται τα εξεταζόμενα αγγεία, τα οποία και απεικονίζονται σε διάφορα επίπεδα. Μπορούμε επίσης να πάρουμε τρισδιάστατες εικόνες τους.

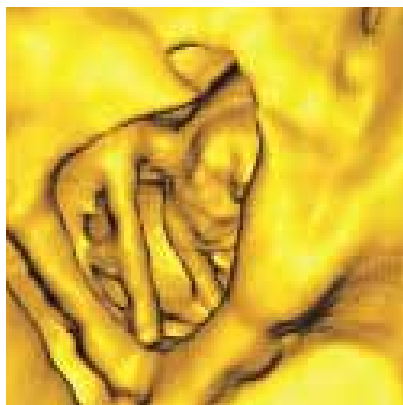
Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις παθήσεις των καρωτίδων, των λαγονομηριαίων αρτηριών, της αορτής, των νεφρικών αρτηριών κ.λπ.

### 6.6.3 Εικονική ενδοσκόπηση

Η εικονική ενδοσκόπηση έγινε πραγματικότητα, χάρη στις δυνατότητες που παρέχει η σπειροειδής τεχνική, καθώς επίσης και στην αλματώδη εξέλιξη στο λογισμικό των υπολογιστών.

Κατά τη μέθοδο αυτή παρέχεται η δυνατότητα απεικόνισης του αυλού αγγείων, βρόγχων, κ.λπ., που δίνει την εντύπωση μιας πορείας μέσα απ' αυτόν, όπως στην πραγματική ενδοσκόπηση.

Έτσι μπορεί να εξεταστεί το τρα-



Εικ. 6.13 Εικονική ενδοσκόπηση παχέος εντέρου



χειοβρογχικό δέντρο, το παχύ έντερο (Εικ. 6.13), η ουροδόχος κύστη κ.λπ.

Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται ευρέως, γιατί βρίσκεται ακόμα υπό διερεύνηση και επιδέχεται περαιτέρω βελτιώσεις.

## 6.7 Εφαρμογές της Υπολογιστικής Τομογραφίας

Έχει ήδη αναφερθεί ότι στην υπολογιστική τομογραφία λαμβάνονται εγκάρσιες τομές του ανθρώπινου σώματος (εικ. 6.14). Είναι δυνατόν να ληφθούν και στεφανιαίες τομές σε ορισμένες περιοχές του σώματος (π.χ. κρανίο) (εικ. 6.15.).

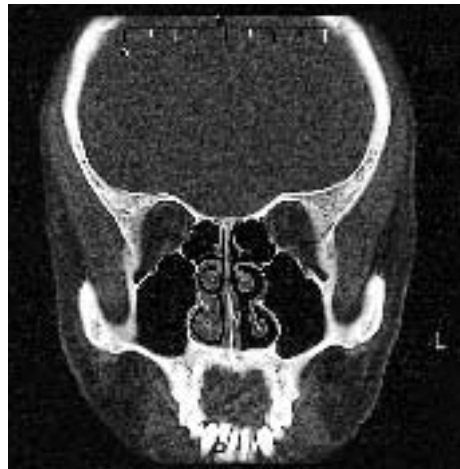
Υπάρχει ακόμα η δυνατότητα ανασύνθεσης των τομών σε διαφορετικά επίπεδα (οβελιαίο, στεφανιαίο), χωρίς επιπλέον ακτινοβολήση του ασθενούς, καθώς επίσης και τρισδιάστατης ανασύνθεσης.

Γίνεται σαφές λοιπόν, ότι το πρόβλημα της συμπίεσης των ανατομικών δομών που γνωρίζουμε από την απλή ακτινογραφία, παύει εδώ να υφίσταται. Τα όργανα μιας εξεταζόμενης περιοχής (π.χ. θώρακας) αναδεικνύονται σε τομές, χωρίς να συμπεριβάλλονται με υπερκείμενα ή υποκείμενα όργανα.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της Υ.Τ. είναι ότι με την εξέταση αυτή μπορεί να ξε-



Εικ. 6.14.: Εγκάρσια τομή εγκεφάλου



Εικ. 6.15.: Στεφανιαία τομή παραρρινίων κόλπων

χωρίσουν μαλακοί ιστοί με μικρές μεταξύ τους διαφορές στο συντελεστή εξασθένησης που φθάνουν το 0,5%, ενώ στην ακτινογραφία, για να φανούν οι ίδιοι ιστοί, πρέπει να έχουν δεκαπλάσια διαφορά στο συντελεστή εξασθένησης. Επομένως, οι λαμβανόμενες εικόνες έχουν υψηλή σκιαγραφική αντίθεση.

Έτσι, για παράδειγμα σε μια εξέταση κοιλίας, όργανα με παραπλήσιο συντελεστή εξασθένησης, όπως είναι το ήπαρ, το πάγκρεας, ο σπλήνας, οι νεφροί κ.λπ. διαχωρίζονται ικανοποιητικά, ώστε να μπορούν να μελετηθούν (Εικ. 6.16).



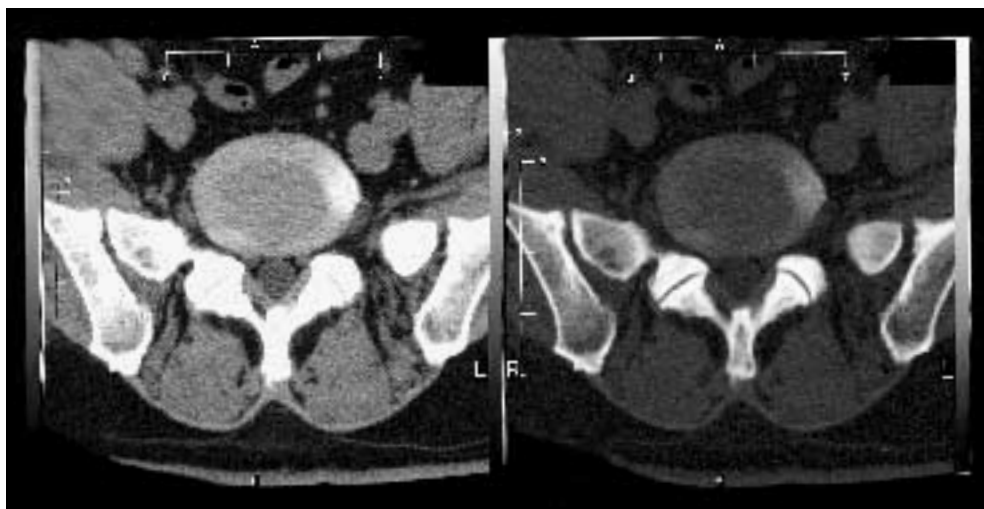
Εικ. 6.16.: Εγκάρσια τομή άνω κοιλίας.

Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι η υπολογιστική τομογραφία είναι μια πολύτιμη διαγνωστική μέθοδος με πάρα πολλές εφαρμογές.

Κυρίαρχο ρόλο έχει στην ανάδειξη παθολογικών καταστάσεων του εγκεφάλου (αιματωμάτων, όγκων, αγγειακών επεισοδίων κ.λπ.), αλλά και στον εντοπισμό όγκων και αποστημάτων σε οποιοδήποτε σημείο της κοιλιακής χώρας, του μεσοθωρακίου κ.α. Η ανάδειξη των μαλακών μορίων (σύνδεσμοι, μύες, κ.λπ.) είναι ικανοποιητική και παρέχονται αξιόλογες πληροφορίες.



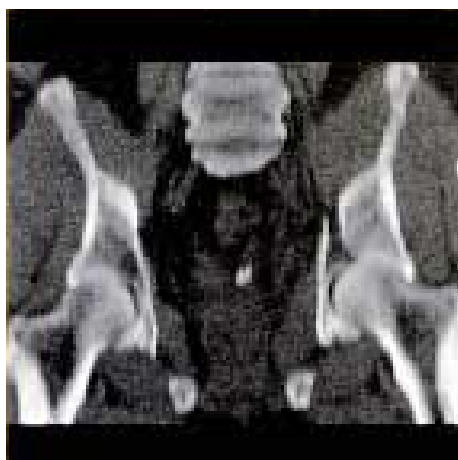
Εικ. 6.17.: Εγκάρσια τομή θώρακος (πνευμονικό παράθυρο)



Εικ. 6.18.: Εγκάρσια τομή στην περιοχή της Ο.Μ.Σ.Σ. (παράθυρο μαλακών μορίων).

Εικ. 6.19.: Η ίδια τομή με αυτή της εικ. 6.18. σε οστικό παραθυρο.

Σημαντική βοήθεια επίσης προσφέρει η υπολογιστική τομογραφία στο σχεδιασμό της ακτινοθεραπείας, αφού, γνωρίζοντας ακριβώς τις διαστάσεις και τις σχέσεις ενός όγκου με τους παρακείμενους υγιείς ιστούς, μπορεί ο ακτινοθεραπευτής να καθορίσει ακριβώς τα πεδία της ακτινοβολίας και να εκτιμήσει το θεραπευτικό αποτέλεσμα με επανάληψη της εξέτασης και συγκριτική μελέτη.



Εικ. 6.20.: Απεικόνιση των αρθρώσεων των ισχίων σε στεφανιαίο επίπεδο, μετά από ανασύνθεση των εγκάρσιων τομών που ελήφθησαν στην περιοχή με Υ.Τ.



Εικ. 6.21.: Τρισδιάστατη απεικόνιση κρανίου. Η εικόνα έχει προκύψει ύστερα από ανασύνθεση εγκάρσιων τομών που ελήφθησαν στην περιοχή

Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η κατευθυνόμενη διαδερμική παρακέντηση εξεργασιών με την βοήθεια του Υ.Τ., παρέχει το υλικό για την κυτταρολογική ή ιστολογική διερεύνηση.

Στα μειονεκτήματα της μεθόδου αναφέρονται το υψηλό κόστος και ο μεγαλύτερος χρόνος εξέτασης, σε σχέση με την απλή ακτινογραφία. Συγκριτικά βέβαια με τη μαγνητική τομογραφία και την ψηφιακή αγγειογραφία, το κόστος της είναι πιο χαμηλό.

Το κυριότερο μειονέκτημα της αξονικής τομογραφίας, σε σύγκριση με την απλή ακτινογραφία, είναι η υπερβολικά υψηλή δόση που λαμβάνει ο εξεταζόμενος.

Είναι πρωταρχικής σημασίας λοιπόν, όπως και σε κάθε μέθοδο απεικόνισης όπου γίνεται χρήση ιοντίζουσας ακτινοβολίας, να εφαρμόζονται αυστηρά οι αρχές της αιτιολόγησης και της βελτιστοποίησης που θέτει ο κανονισμός ακτινοπροστασίας.

Ανακεφαλαιώνοντας, είναι ανάγκη να τονιστεί η συμβολή της Υ.Τ. στη διάγνωση διαφόρων παθήσεων, συχνά σε συνδυασμό και με άλλες μεθόδους. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι τα περισσότερα νοσοκομεία διαθέτουν σήμερα τμήμα Υ.Τ. Στα τμήματα αυτά πρέπει να απασχολείται άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό, ώστε να αξιοποιούνται στο έπακρο οι δυνατότητες που δίνει η μέθοδος.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Υ.Τ. είναι μια πολύτιμη διαγνωστική μέθοδος, η οποία δίνει σημαντικές πληροφορίες στη μελέτη παθήσεων του εγκεφάλου, των πνευμόνων, του μεσοθωρακίου, της κοιλίας κ.λπ.

Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στην ακτινοβολήση μιας συγκεκριμένης τομής του σώματος του εξεταζομένου, κατά την περιστροφή ενός συστήματος λυχνίας-ανιχνευτών γύρω απ' αυτόν.

Οι παράμετροι που επιλέγονται και τροποποιούνται από την κονσόλα χειρισμού, κατά την πραγματοποίηση μιας αξονικής τομογραφίας, είναι πολλές και επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο τη σκιαγραφική αντίθεση και τη διακριτική ικανότητα της εικόνας.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της Υ.Τ. είναι η απεικόνιση των ανατομικών δομών του ανθρώπινου σώματος σε εγκάρσιες τομές, η υψηλή σκιαγραφική αντίθεση των λαμβανόμενων εικόνων και η δυνατότητα ανασύνθεσής τους.

Στα μειονεκτήματα αναφέρονται το κόστος της εξέτασης, καθώς και η δόση ακτινοβολίας που δέχεται ο εξεταζόμενος.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

### A. Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Περιγράψτε με λίγα λόγια τη λειτουργία του υπολογιστικού τομογράφου.
2. Ποια τα βασικά τμήματα ενός συστήματος Υ.Τ.;
3. Περιγράψτε τη μονάδα σάρωσης. Τι περιλαμβάνεται σ' αυτήν;
4. Ποιος ο ρόλος των κατευθυντήρων; Με ποια μέρη ενός ακτινολογικού συγκροτήματος θα αντιστοιχίζατε καθέναν απ' αυτούς;
5. Ποιος ο ρόλος του συστήματος λήψης δεδομένων;
6. Περιγράψτε την κονσόλα χειρισμού ενός Υ.Τ.
7. Ποια τα διαδοχικά βήματα λειτουργίας ενός Υ.Τ.;
8. Τι είναι τα τεχνικά σφάλματα; Ποιες οι κυριότερες αιτίες τους;
9. Ποια τα πλεονεκτήματα της σπειροειδούς Υ.Τ.;
10. Τι είναι το τοπογράφημα και ποια η χρησιμότητά του;

11. Ποια τα βασικά βήματα πραγματοποίησης μιας αξονικής τομογραφίας;
12. Ποια τα πλεονεκτήματα της Υ.Τ.;
13. Ποια τα μειονεκτήματα της Υ.Τ.;
14. Σε ποιες ανατομικές περιοχές δίνει η Υ.Τ. πολύτιμες πληροφορίες; Να αναφέρετε παραδείγματα.

**B. Επιλέξτε τη σωστή απάντηση:**

1. Η μονάδα σάρωσης του υπολογιστικού τομογράφου:  
Α. είναι σταθερή  
Β. μπορεί να περιστρέφεται  
Γ. μπορεί να πάρει κλίση από  $-30^\circ$  έως  $+30^\circ$
2. Ο ρόλος των κατευθυντήρων που είναι τοποθετημένοι στην είσοδο των ανιχνευτών είναι να:  
Α. καθορίζουν τις διαστάσεις της δέσμης  
Β. αποκόπτουν τη σκεδαζόμενη ακτινοβολία  
Γ. προστατεύουν τους ανιχνευτές από μηχανικές κακώσεις
3. Οι διάφορες τομές που λαμβάνονται στην Υ.Τ.:  
Α. απεικονίζονται στην οθόνη και στη συνέχεια αποτυπώνονται σε φιλμ  
Β. αποτυπώνονται κατευθείαν σε φιλμ  
Γ. απεικονίζονται στην οθόνη και δεν χρειάζεται να αποτυπωθούν σε φιλμ
4. Στην Υ.Τ. λαμβάνονται:  
Α. εγκάρσιες και στεφανιαίες τομές σε όλες τις περιοχές του σώματος  
Β. κατά βάση εγκάρσιες τομές αλλά και στεφανιαίες σε ορισμένες περιοχές του σώματος  
Γ. μόνο εγκάρσιες τομές
5. Σύμφωνα με την κλίμακα του Hounsfield, ο ΑΥΤ για τον αέρα έχει την τιμή  
Α. 0  
Β. + 1000  
Γ. - 1000
6. Το επίπεδο του παραθύρου στην Υ.Τ. επιλέγεται να είναι:  
Α. όσο πιο κοντά γίνεται στον ΑΥΤ που αντιστοιχεί στον εξεταζόμενο ιστό  
Β. όσο πιο κοντά γίνεται στον ΑΥΤ που αντιστοιχεί στο νερό  
Γ. όσο πιο κοντά γίνεται στον ΑΥΤ που αντιστοιχεί στα οστά
7. Το πρόβλημα που υπάρχει με τα μεταλλικά αντικείμενα στην Υ.Τ. είναι ότι:  
Α. μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς στους εξεταζομένους  
Β. προκαλούν τεχνικά σφάλματα στην εικόνα  
Γ. είναι δυνατόν να συμπεροβληθούν με ανατομικές περιοχές και να αποκρύψουν πολύτιμες πληροφορίες
8. Κατά τη λήψη του τοπογραφήματος συμβαίνουν τα εξής:

- A.** Η λυχνία περιστρέφεται κατά  $360^\circ$ , ενώ το εξεταστικό τραπέζι παραμένει σταθερό
- B.** Η λυχνία και το εξεταστικό τραπέζι παραμένουν σε σταθερή θέση
- Γ.** Η λυχνία παραμένει σταθερή και το εξεταστικό τραπέζι μετακινείται κατά προκαθορισμένη απόσταση
- 9.** Για να ληφθεί τοπογράφημα σε προσθιοπίσθια προβολή πρέπει η γωνία τοπογραφηματος να έχει την τιμή:
- A.**  $90^\circ$
- B.**  $0^\circ$
- Γ.**  $180^\circ$
- 10.** Οι λεπτές τομές στην Υ.Τ.:
- A.** αυξάνουν τη διακριτική ικανότητα της εικόνας, καθώς και τη δόση στον ασθενή
- B.** μειώνουν τη διακριτική ικανότητα της εικόνας και αυξάνουν τη δόση στον ασθενή
- Γ.** αυξάνουν τη διακριτική ικανότητα της εικόνας και μειώνουν τη δόση στον ασθενή
- 11.** Αν σε μια εξέταση το πάχος τομής είναι 10mm, τι τιμή πρέπει επιλέξουμε για το βήμα του τραπεζιού, ώστε οι τομές που θα ληφθούν να είναι επικαλυπτόμενες;
- A.** 10 mm
- B.**  $> 10$  mm
- Γ.**  $< 10$  mm
- 12.** Το πεδίο απεικόνισης (FOV) που επιλέγεται κατά την Υ.Τ. υπόφυσης είναι, σε σχέση με αυτό που επιλέγεται κατά την Υ.Τ. κοιλίας:
- A.** μεγαλύτερο
- B.** μικρότερο
- Γ.** ίδιο
- 13.** Κατά τη σπειροειδή Υ.Τ. η σάρωση της εξεταζόμενης περιοχής γίνεται:
- A.** με συνεχή περιστροφή της λυχνίας και ταυτόχρονη μετακίνηση του εξεταστικού τραπεζιού
- B.** με συνεχή περιστροφή της λυχνίας, ενώ το εξεταστικό τραπέζι παραμένει ακίνητο
- Γ.** με τη λυχνία να ακτινοβολεί, παραμένοντας σταθερή, καθώς το εξεταστικό τραπέζι μετακινείται.