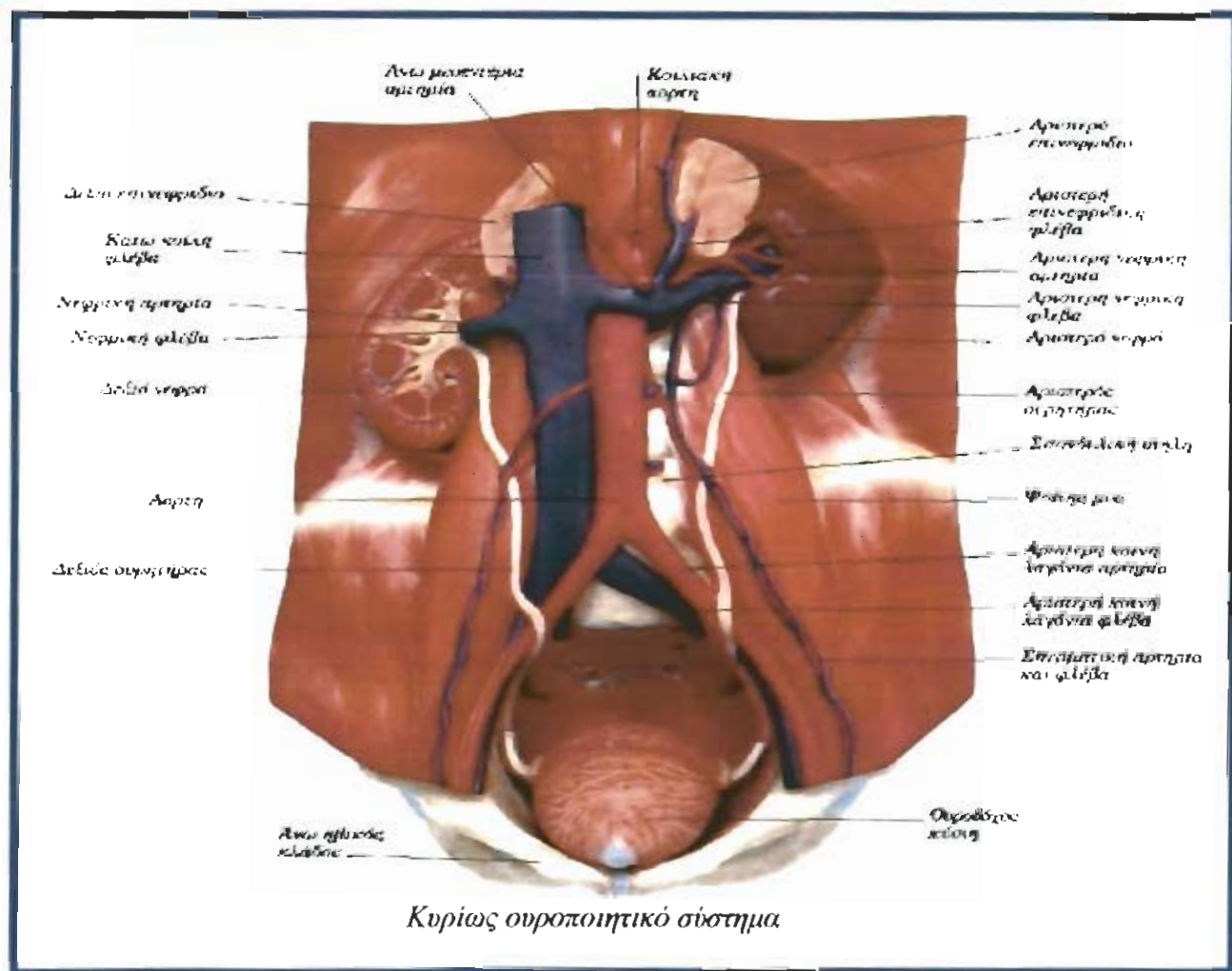




ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΛΙΝΙΚΗ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΗ
ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΟΥΡΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

κ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:

ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ



ΠΑΤΡΑ, 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

i

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΝΑΤΟΜΙΑ

1.1. ΤΟ ΟΥΡΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	1
1.1.1. ΟΙ ΝΕΦΡΩΝΕΣ	7
1.1.2. ΟΥΡΟΔΟΧΟΣ ΚΥΣΤΗ	11
1.1.3. ΟΥΡΗΘΡΑ	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

2.1. ΕΠΙΝΕΦΡΙΔΙΑ	17
2.1.1. ΦΛΟΙΟΣ	17
2.1.2. ΜΥΕΛΟΣ	19
2.2. ΝΕΦΡΟΙ	22
2.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ	25
2.3.1. ΟΥΡΙΑ	25
2.3.2. ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ	26
2.3.3. ΓΛΥΚΟΖΗ	27
2.3.4. ΛΕΥΚΩΜΑΤΑ	29
2.4. ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ	31
2.4.1. ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ	31
2.4.2. ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ ΜΕ ΤΕΧΝΗΤΟ ΝΕΦΡΟ	34

2.1.4. ΝΕΦΡΩΣΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ – ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΣΠΕΙΡΑ- ΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	37
2.1.5. ΝΕΦΡΩΣΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ «ΜΕ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΛΛΟΙΩ- ΣΕΙΣ»	38
2.5. ΟΥΡΗΣΗ	40
2.5.1. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΤΗΣ ΚΥΣΤΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	40
2.5.2. ΝΕΥΡΩΣΗ ΤΗΣ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΗΣ	41
2.5.3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΟΥΡΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΥΡΗΤΗΡΕΣ	42
2.5.4. ΤΟ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟ ΤΗΣ ΟΥΡΗΣΗΣ	43
2.5.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΟΥΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ	44
2.6. ΟΡΜΟΝΙΚΟΙ ΝΕΦΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΑΡΤΗ- ΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. ΑΠΛΕΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΕΣ ΝΕΦΡΩΝ	51
3.1.1. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΝΕΦΡΩΝ	51
3.1.2. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΛΟΞΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΝΕΦΡΩΝ	53
3.1.3. ΠΛΑΓΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΝΕΦΡΩΝ - ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ	54
3.1.4. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ	56
3.1.5. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΛΟΞΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ	58
3.1.6. ΠΛΑΓΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ	60
2.1.4. ΠΡΟΒΟΛΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ ΚΑΤΑ CHAS- SARD- LAPINE	62

3.2. ΑΠΛΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΦΡΩΝ - ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ ΚΥΣΤΗΣ (Ν.Ο.Κ)	64
3.2.1. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΠΛΗ Ν.Ο.Κ.	67
3.3. ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	70
3.3.1. ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	71
3.3.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑΣ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ	74
3.3.3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑΣ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑΣ	77
3.3.4. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑΣ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑΣ	80
3.3.5. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ	84
3.4. ΑΝΙΟΥΣΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ – ΔΙΟΣΦΥΪΚΗ ΠΥΕΛΟ- ΓΡΑΦΙΑ	86
3.4.1. ΑΝΙΟΥΣΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ	86
3.4.2. ΔΙΟΣΦΥΪΚΗ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ	89
3.4.3. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ	91
3.5. ΑΝΙΟΥΣΑ ΚΥΣΤΕΟΓΡΑΦΙΑ – ΚΥΣΤΕΟΥΡΗΘΡΟΓΡΑΦΙΑ	92
3.5.1. ΑΝΙΟΥΣΑ ΚΥΣΤΕΟΓΡΑΦΙΑ	92
3.5.2. ΚΥΣΤΕΟΥΡΗΘΡΟΓΡΑΦΙΑ	93
3.6. ΑΡΤΗΡΙΟΓΡΑΦΙΑ	96
3.6.1. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΡΤΗΡΙΟΓΡΑΦΙΑ	99
3.7. ΦΛΕΒΟΓΡΑΦΙΑ	100
3.8. ΔΙΑΔΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΚΕΝΤΗΣΗ	102
3.9. ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ	104
3.9.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ	105
3.9.2. ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΝΕΦΡΩΝ	107

3.9.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ	111
3.9.4. ΠΑΘΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΥΜΕ ΣΤΑ ΝΕΦΡΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ	113
3.10. ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	118
3.10.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΕΧΝΙΚΗΣ	119
3.10.2. ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ	121
3.10.3. ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΦΡΩΝ (ΜΕ 99MTC-DMSA)	125
3.10.4. Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	126
3.10.5. ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ	131
3.10.6. ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΗ ΚΥΣΤΕΟΓΡΑΦΙΑ	136
3.11. ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	138
3.11.1. ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙ- ΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ (C.T.)	139
3.11.2. ΦΥΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	142
3.11.3. ΠΟΛΥΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΦΡΩΝ	145
3.11.4. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ: ΛΙΘΙΑΣΗ ΝΕΦΡΟΥ	149
3.12. ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	150
3.12.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (M.R.I.)	150
3.12.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝ- ΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΑΣ M.R.I.	157
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	166

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

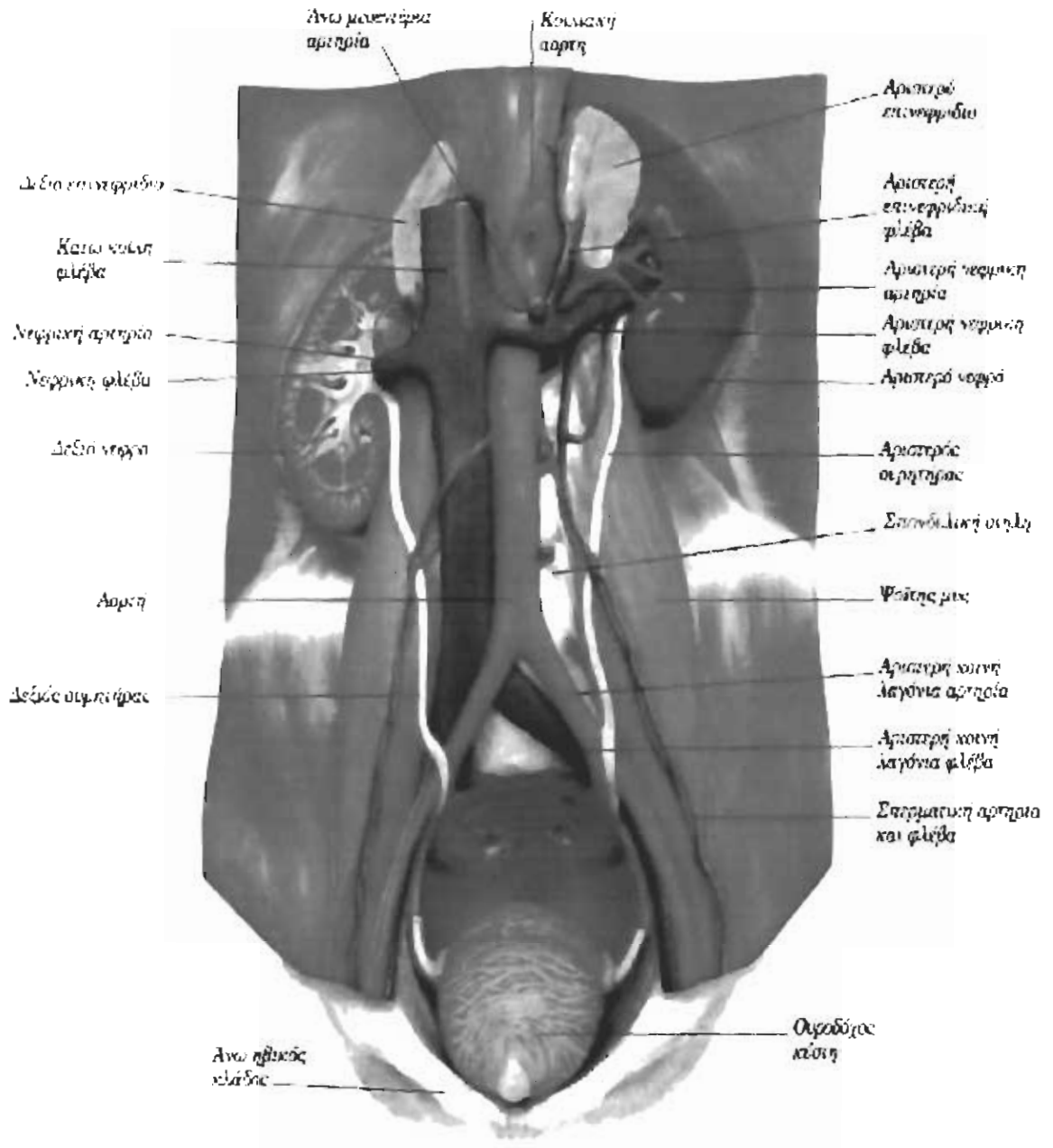
ΑΝΑΤΟΜΙΑ

- ΤΟ ΟΥΡΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΝΑΤΟΜΙΑ

1.1. ΤΟ ΟΥΡΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



Κυρίως ουροποιητικό σύστημα

Το ουροποιητικό σύστημα παράγει και απεκκρίνει από τον οργανισμό τα ούρα και με αυτά, άχρηστες και βλαβερές για τον άνθρωπο ουσίες. Είναι ουσιαστικός παράγοντας στη ρύθμιση των ηλεκτρολυτών του οργανισμού και τη διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας του.

Τα ούρα παράγονται στους νεφρούς και αποχετεύονται από τη νεφρική πύελο, τους νεφρικούς κάλυκες, τον ουρητήρα, τη νεφρική κύστη και την ουρήθρα.

Οι δύο νεφροί (δεξιός και αριστερός) βρίσκονται στα πλάγια της σπονδυλικής στήλης στο ύψος μεταξύ 12^{ου} θωρακικού και 3^{ου} οσφυϊκού σπονδύλου, σ' ένα χώρο που λέγεται οπισθοπεριτοναϊκός. Ο δεξιός νεφρός βρίσκεται λίγο χαμηλότερα του αριστερού.

Στη θέση αυτή ο νεφρός (και το σύστοιχο επινεφρίδιο που «κάθεται» επάνω του) έχει μπροστά του το περίτονο πέταλο του περιτοναίου από το οποίο χωρίζεται με την ινώδη νεφρική περιτονία.

Το περιτόναιο συνάπτεται με το πρόσθιο πέταλο της νεφρικής περιτονίας με συνδετικές δεσμίδες οι οποίες, στην κάτω μοίρα του νεφρού μετατρέπονται σε στερεό συνδετικό πέταλο (Toldt).

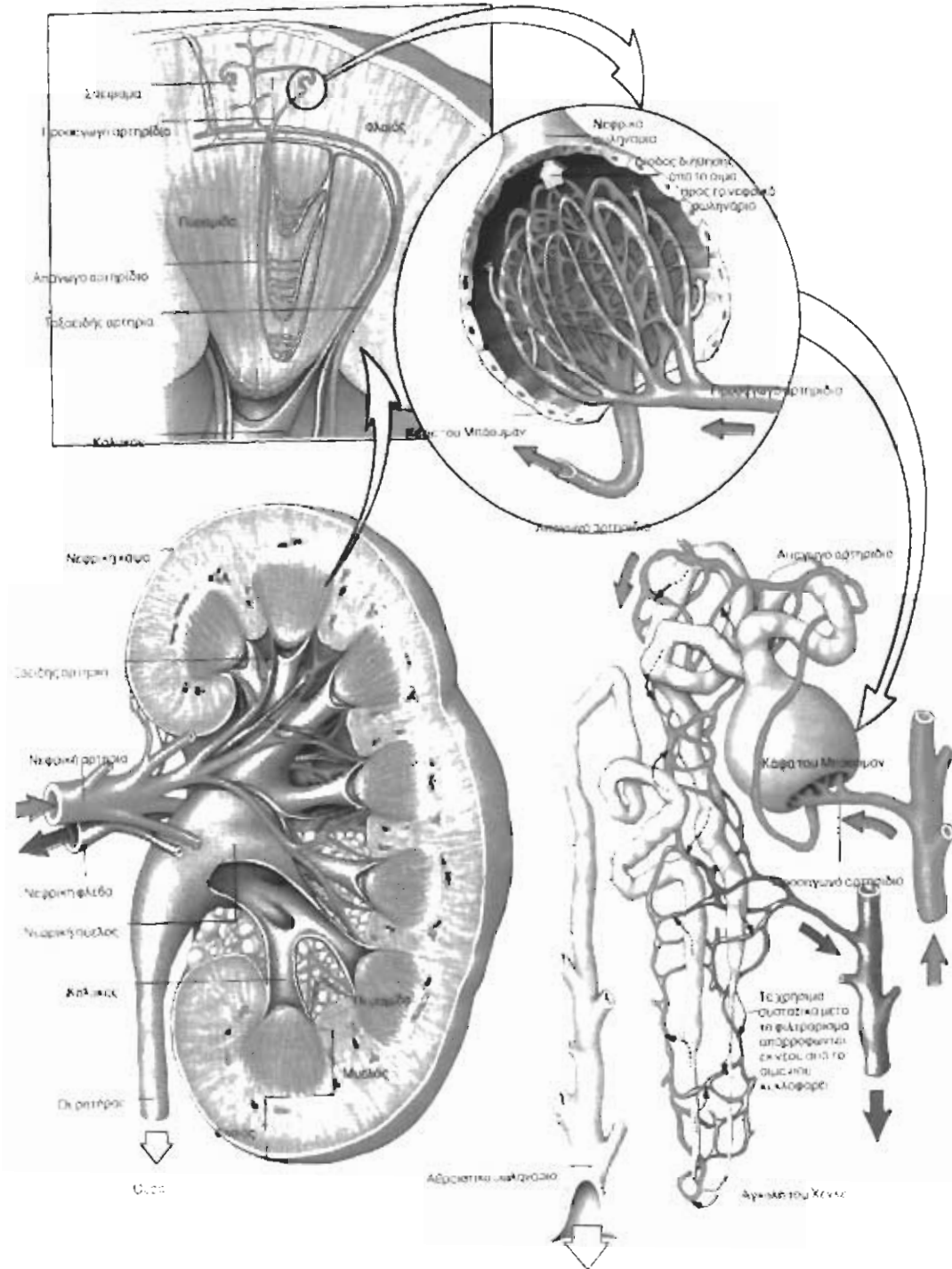
Η νεφρική περιτονία παρουσιάζει δυο πέταλα, το πρόσθιο και το οπίσθιο. Το οπίσθιο πέταλο (Zuckermandl) καλύπτει τον τετράγωνο οσφυϊκό και τον ψοΐτη από τους χωρίζεται με το παρανεφρικό λίπος.

Κάτω από τη νεφρική περιτονία υπάρχει άφθονος λιπώδης ιστός που συνιστά τη λιπώδη κάψα (περινεφρικό λίπος) και, κάτω από αυτή ο ινώδης χιτώνας του νεφρού του οποίου η εσωτερική επιφάνεια συνάπτεται με τη νεφρική ουσία σε όλη την έκταση του νεφρού εκτός των πυλών του.

Οι νεφρικές πύλες βρίσκονται στο έσω χείλος του νεφρού και από αυτές περνούν τα αγγεία του νεφρού (νεφρική αρτηρία και νεφρική φλέβα), τα νεύρα του και ο ουρητήρας.

ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ 127

Το σύστημα φιλτράρισμα των νεφρών



Στη θέση που βρίσκεται ο νεφρός έρχεται επαφή με τα περισσότερα κοιλιακά όργανα (ο δεξιός με το ήπαρ, το 12δάκτυλο και τη δεξιά κοιλική καμπή – ο αριστερός με το σπλήνα, το πάγκρεας και την αριστερή κοιλική καμπή).

Η πίσω επιφάνεια των νεφρών έρχεται σε επαφή με το διάφραγμα, τη 12^η πλευρά και το πίσω μέρος της κοιλιάς.

Σε διατομή του νεφρού διαπιστώνουμε ότι αποτελείται από δύο μοίρες, κεντρικά τη μυελώδη και περιφερειακά τη φλοιώδη.

Η μυελώδης μοίρα δεν είναι ενιαία αλλά διαιρείται σε 8-12 περιοχές που έχουν σχήμα κώνου με τη βάση προς την περιφέρεια (φλοιό). Οι περιοχές αυτές ονομάζονται νεφρικές πυραμίδες (Malpighi). Η κορυφή των πυραμίδων αυτών μπαίνει μέσα στους κάλυκες της νεφρικής πυέλου και λέγεται θηλή. Κάθε θηλή καλύπτεται με μία διάτρητη (20 – 30 τρήματα) επιφάνεια από την οποία περνούν τα ούρα στους κάλυκες.

Η φλοιώδης μοίρα εκπέμπει, μεταξύ των πυραμίδων, τους νεφρικούς (Βερτίνειους) στύλους, ενώ από τη βάση κάθε πυραμίδας εκπέμπονται προς το εσωτερικό της μυελώδης ακτίνες.

Το κύριο στοιχείο του νεφρικού παρεγχύματος είναι τα ουροφόρα σωληνάρια. Κάθε ουροφόρο σωληνάριο ξεκινά από τη φλοιώδη μοίρα του νεφρού και τελειώνει στη θηλή μιας νεφρικής πυραμίδας. Το μήκος του είναι, περίπου, 5,5 εκατοστά.

Κάθε ουροφόρο σωληνάριο έχει δύο άκρα. Το ένα είναι τυφλό και ανευρυσμένο και λέγεται έλυτρο του Bowman (βωμάνειο) και το άλλο είναι ανοιχτό και το στόμιό του εκβάλλει σε κάποιο τμήμα της θηλής (περιοχή της ηθμοειδούς άλω).

Το έλυτρο του Bowman υποδέχεται, στο άνοιγμά του, το αγγειώδες σπείραμα με το οποίο σχηματίζει το νεφρικό σωματίο το οποίο είναι υποστρογγύλο και στο οποίο μπαίνει το προσαγωγό

αρτηρίδιο και βγαίνει το απαγωγό. Η δίοδος των αρτηριδίων στο νεφρικό σωματίο γίνεται στο ύψος του αγγειακού πόλου του. Στο τελείως απέναντι σημείο του νεφρικού σωματίου βρίσκεται ο ουροφόρος πόλος από τον οποίο εκφύεται το 1^ο εσπειραμένο νεφρικό σωληνάριο (εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο ή 1^{ης} τάξεως). Το σωληνάριο αυτό έχει δυο μοίρες, την εσπειραμένη στη φλοιώδη ουσία και την ευθεία στη μυελώδη ουσία.

Η εσπειραμένη μοίρα γύρω από το νεφρικό σωματίο το ουρογόνο σπείραμα από το οποίο ξεκινά η ευθεία μοίρα η οποία μετατρέπεται στη συνέχεια στο αγκυλωτό σωληνάριο.

Το αγκυλωτό σωληνάριο (αγκύλη του Henle) παρουσιάζει τρία τμήματα, το κατιόν (εγγύς), την κορυφή (κεφαλή) και το ανιόν (άπω).

Συνέχεια του αγκυλωτού σωληναρίου αποτελεί το εμβόλιμο σωληνάριο ή 2^ο εσπειραμένο (εσπειραμένο 2^{ης} τάξεως ή άπω εσπειραμένο σωληνάριο) το οποίο καταλήγει στα πρωτογενή αθροιστικά σωληνάρια που, συνενούμενα μεταξύ των, φθάνουν μέχρι τα τεταρτογενή, από τη συνένωση δε αυτών των τελευταίων σχηματίζονται οι θηλαίοι πόροι που εκβάλλουν στην ηθμοειδή άλω της θηλής.

Κάθε νεφρός έχει περίπου ένα εκατομμύριο νεφρικά σωληνάρια.

Το σύνολο νεφρικού σωματίου, εσπειραμένου, εμβολίμου και αγκυλωτού σωληναρίου αποτελούν τη λειτουργική μονάδα του νεφρού που ονομάζεται νεφρώνας.

Η νεφρική αρτηρία είναι κλάδος της κοιλιακής αορτής.

Στην πορεία της, αφού δώσει κλάδους για το επινεφρίδιο και τα περιβλήματα του νεφρού, τριχοτομείται στις πύλες σε πρόσθιο, άνω και οπίσθιο κλάδο.

Ο πρόσθιος κλάδος αγγειώνει το πρόσθιο τμήμα, ο μέσος τον άνω πόλο και ο οπίσθιος το οπίσθιο τμήμα του νεφρού.

Από τους κλάδους αυτούς εκφύονται οι μεσολόβιες (τελικές) αρτηρίες από τις οποίες εκφύονται οι μεσολοβίδες οι οποίες ακολουθούν πορεία μεταξύ δύο μυελωδών ακτίνων.

Από τις μεσολοβίδες αρτηρίες εκφύονται τα προσαγωγά αρτηρίδια που σχηματίζουν το αγγειώδες σπείραμα από το οποίο εκπορεύεται το απαγωγό αρτηρίδιο.

Από το απαγωγό αρτηρίδιο, μετά την έξοδό του από το έλυτρο του Bowman, σχηματίζονται τριχοειδή αγγεία από τα οποία, τελικά, συντίθεται το φλεβώδες τριχοειδικό δίκτυο και από αυτό, οι φλέβες του νεφρού, οι οποίες δεν έχουν βαλβίδες. Κάποιοι κλάδοι της νεφρικής αρτηρίας αναστομώνονται απ' ευθείας με φλέβες χωρίς παρεμβολή τριχοειδών.

Η νεύρωση του νεφρού γίνεται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα.

Οι νεφρικοί κάλυκες (αρχή της αποχετευτικής μοίρας του νεφρού) διακρίνονται σε ελάσσονες (περίπου 9, εφ' όσον κάποιοι από αυτούς υποδέχονται δύο θηλές) και μείζονες που προέρχονται από τη συνένωση των ελασσόνων.

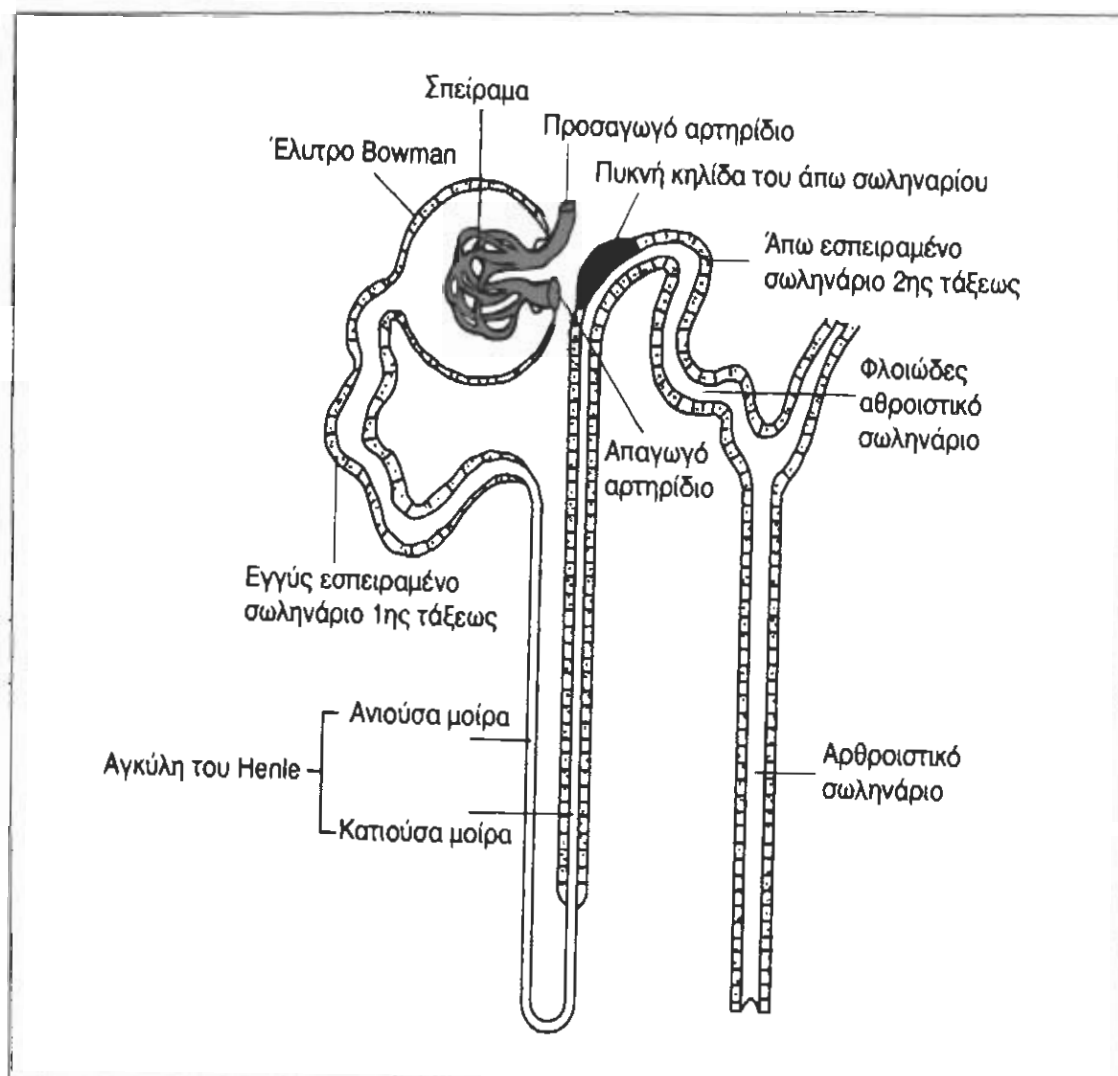
Οι μείζονες κάλυκες είναι δύο (συνήθως) ο άνω και ο κάτω. Σπανιότερα υπάρχει και μέσος μείζων κάλυκας.

Η νεφρική πύελος προέρχεται από την συνένωση των μείζονων καλύκων και από αυτή ξεκινά ο ουρητήρας.

Βρίσκεται, κατά το μεγαλύτερο μέρος της μέσα στη νεφρική κοιλία (ενδονέφριος μοίρα) και, κατά ένα μικρότερο μέρος της, έξω από τη νεφρική κοιλία (εξωνέφριος μοίρα).

Το τοίχωμα των καλύκων και της νεφρικής πύελου αποτελείται από ινομυώδη χιτώνα εξωτερικά και βλεννογόνο εσωτερικά.

1.1.1. ΟΙ ΝΕΦΡΩΝΕΣ



Σχηματική παράσταση του νεφρώνας
και των νεφρικών σωληναρίων

Η μεγαλύτερη λειτουργία των νεφρών εκτελείται από μικροσκοπικές μονάδες που ονομάζονται νεφρώνες. Κάθε νεφρό έχει πάνω από 1.000.000 τέτοιες μονάδες οι οποίες όλες μαζί περιέχουν 140 μίλια φίλτρα και σωληνάρια. Κάθε λεπτό τα νεφρά φιλτράρουν πάνω από 1.000 cc αίματος παράγοντας περίπου 60 cc ούρων την ώρα. Σε μια μέρα ένα άτομο παίρνει 2.500 χιλιάδες cc υγρών και δημιουργεί 300 cc

νερού τα οποία σχηματίζονται από τα κύτταρα στην διαδικασία συνδυασμού οξυγόνου και άλλων υλικών.

Περίπου 1.500 cc αποβάλλονται με τα ούρα κάθε μέρα. Επιπλέον υγρά χάνονται μέσω των κοπράνων και της αναπνοής. Κάποια υγρά επίσης χάνονται μέσω του δέρματος ιδιαίτερα με την εφίδρωση. Παρά το ποσό των υγρών που καταναλώνονται τα νεφρά διατηρούν μια μόνιμη ποσότητα υγρών στους ιστούς του σώματος απεκκρίνοντας το υπερβολικό σαν ούρο. Η περιεκτικότητα των ούρων είναι σε άμεση σχέση με την ποσότητα των υγρών που καταναλώνονται.

Η διαδικασία με την οποία οι νεφρώνες παράγουν το ούρο είναι σύνθετη. Οι νεφρώνες είναι μια σύνθεση με παράξενο σχήμα που μοιάζει με μια μακριά γυριστή ουρά. Η άκρη του είναι κάψα με διπλά τοιχώματα και ονομάζεται κάψα Bowman. Κάθε κάψα περιέχει μια συστάδα περίπου 50 τριχοειδών που ονομάζονται σπείραμα. Η κάψα Bowman και το σπείραμα μαζί είναι γνωστά σαν νεφρικό σωματίο.

Το αίμα μπαίνει από τα σπειράματα μέσω του προσαγωγού αρτηριδίου, ρέει μέσω των σπειραματικών αγγείων και φεύγει από το απαγωγό αρτηρίδιο. Το απαγωγό αρτηρίδιο διακλαδίζεται σε τριχοειδή αγγεία που περιβάλλουν το νεφρικό σωληνάριο. Τα αγγεία επιστρέφουν σε μικροσκοπικά φλεβίδια τα οποία συνδέονται σε μια διακλάδωση της νεφρικής φλέβας.

Πέρα από την κάψα του Bowman, υπάρχει ένα κεκαμμένο τμήμα σωλήνα που ονομάζεται εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο. Η κάψα και αυτό το τμήμα σωληναρίου κατεβαίνουν στο μυελό και ονομάζονται αγκύλη του Henle. Αυτή η αγκύλη έχει ένα ευθύ άκρο ανόδου και καθόδου. Αλλά όταν επιστρέφει στον φλοιό αλλάζει σε ένα άλλο εσπειραμένο τμήμα που ονομάζεται άπω εσπειραμένο σωληνάριο. Αρκετά από αυτά συνδέονται σε έναν ευθύ συλλογικό σωληνάριο που αδειάζει μέσα στον κάλυκα.

Ο ουρητήρας είναι ινομυώδης που ξεκινάει από τη νεφρική πύελο και φθάνει στην ουροδόχο κύστη, συνολικού μήκους 26-30 εκατοστά. Στην πορεία του αυτή ο ουρητήρας διασταυρώνεται με τα σπερματικά αγγεία, τα λαγόνια αγγεία και το σπερματικό πόρο.

Κάθε ουρητήρας παρουσιάζει δύο φυσιολογικά στενώματα:

- τον άνω ισθμό (7 εκ. κάτω από την πύλη) και
- τον κάτω ισθμό (στο όριο μεγάλης και μικρής πυέλου).

Με τα στενώματα αυτά ο ουρητήρας χωρίζεται σε τρία ανευρύσματα, το άνω ή πυλαίο, το μέσο ή οσφυϊκό και το κάτω ή πυελικό.

Παρουσιάζει επίσης ο ουρητήρας στην πορεία του τρεις καμπές:

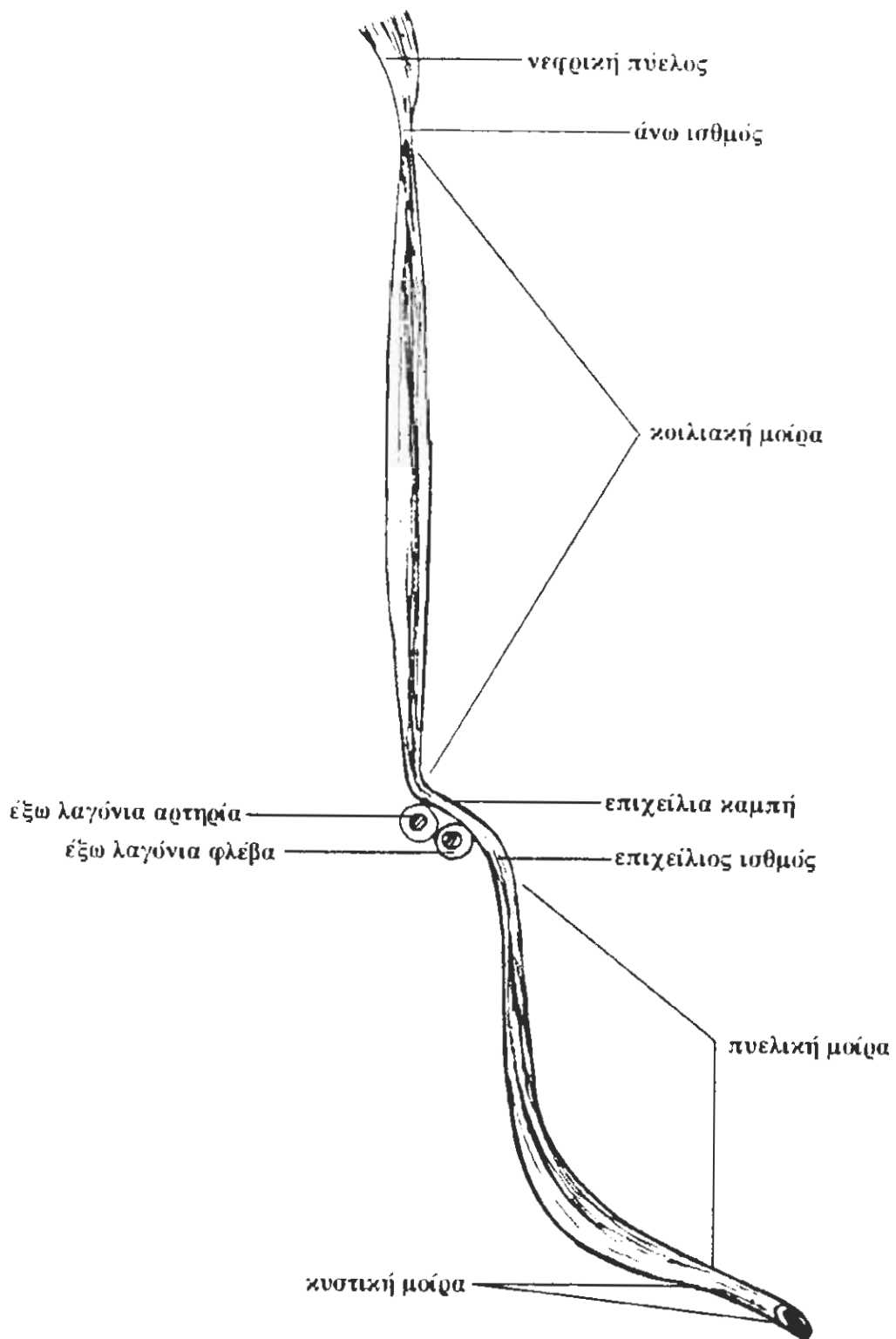
- τη νεφρική (άνω),
- την επιχειλία (άνω χείλος μικρής πυέλου) και
- την πυελική (κάτω).

Τέλος, του ουρητήρα διακρίνουμε τρεις μοίρες:

- την κοιλιακή (οσφυϊκή και λαγόνια),
- την πυελική και
- την κυστική.

Η κοιλιακή μοίρα του ουρητήρα πορεύεται στην πρόσθια επιφάνεια του ψοίτη, πίσω ακριβώς από το περιτόναιο στα πλάγια της κάτω κοίλης φλέβας.

Η πυελική μοίρα χιάζεται με τα θυροειδή αγγεία και νεύρα γι' αυτό και λίθος στη περιοχή αυτή του ουρητήρα προκαλεί πόνο στην έσω επιφάνεια του μηρού.



Ο ουρητήρας (σχηματικά)

Συνοπτικά όλα τα πιο πάνω απεικονίζονται στον πιο κάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΣΤΕΝΩΜΑΤΑ	ΑΝΕΥΡΥΣΜΑΤΑ	ΚΑΜΠΕΣ	ΜΟΙΡΕΣ
Άνω ισθμός	Άνω (πυλαίο)	Άνω (νεφρική)	Κοιλιακή
Κάτω ισθμός	Μέσο (οσφυϊκό)	Μέση (επιχείλια)	Πυελική
	Κάτω (πυελικό)	Κάτω (πυελική)	Κυστική

Η ίδια μοίρα, στη γυναίκα, ακουμπά την ωοθήκη και τον κώδωνα του ωαγωγού γι' αυτό και παθήσεις των οργάνων αυτών προκαλούν ευπάθεια του ουρητήρα.

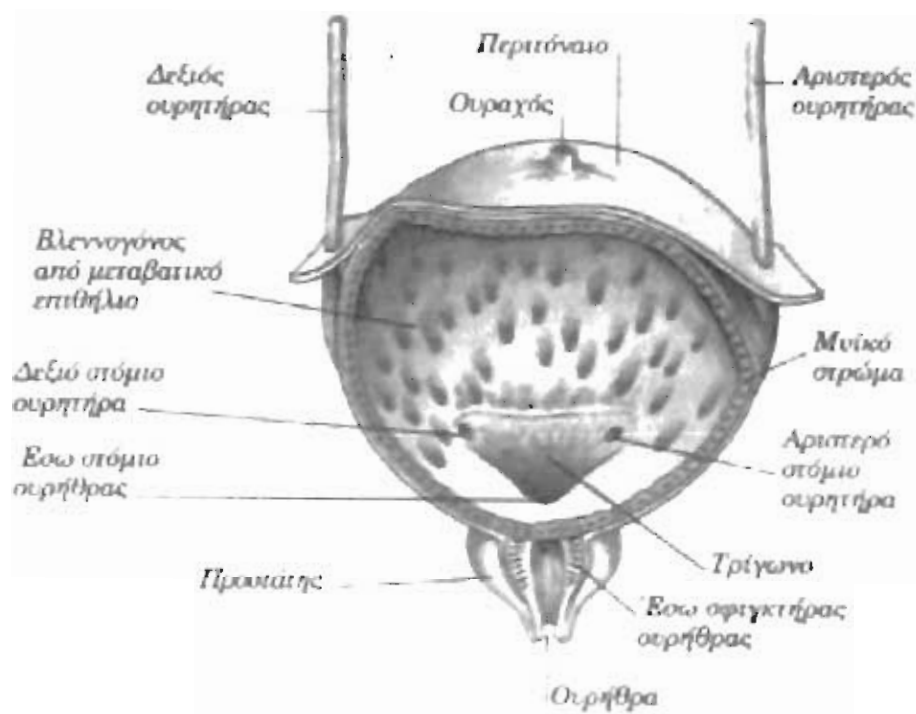
Το τοίχωμα του ουρητήρα αποτελείται, από μέσα προς τα έξω, από βλεννογόνο, μυϊκό χιτώνα και ινώδη (πρόσθετο) χιτώνα.

Στην κυστική μοίρα του ουρητήρα ο μυϊκός χιτώνας δεν συνδέεται με τον αντίστοιχο της ουροδόχου κύστης και γι' αυτό οι συστολές του ουρητήρα είναι ανεξάρτητες των συστολών της κύστης. Ο ουρητήρας αγγειώνεται από τη νεφρική, την έσω σπερματική, τη μέση αιμορροϊδική, την κάτω κυστική και τις λαγόνιες αρτηρίες και νευρώνεται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα.

1.1.2. ΟΥΡΟΔΟΧΟΣ ΚΥΣΤΗ

Η ουροδόχος κύστη είναι ένα κοίλο μυώδες όργανο που χρησιμεύει ως *reservoir* για τη συγκέντρωση των ούρων στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των ουρήσεων. Βρίσκεται μέσα στην ελάσσονα πύελο πίσω από την ηβική σύμφυση, μπροστά από τη μήτρα στη γυναίκα και μπροστά από το ορθό στον άντρα. Χωράει περίπου 1,5-2 kg

ούρα, αλλά συνήθως 350 ml ούρων προκαλούν στον άνθρωπο έπειξη προς ούρηση. Σε ορισμένες όμως παθήσεις της κύστης και σε διάφορες συναισθηματικές καταστάσεις παρατηρείται έπειξη και με μικρότερο ποσό ούρων.



Διατομή ουροδόχου κύστης

Μέχρι τον όγκο των περίπου 700 ml ούρων, υπάρχει η ικανότητα εκούσιας συγκράτησής τους μέσα στην ουροδόχο κύστη. Πέρα από αυτό το όριο και παρά τη βούλησή μας επέρχεται αποβολή των ούρων από την κύστη. Η ημερήσια αποβολή ούρων είναι 1,5 lt περίπου. Κατά τη διάρκεια του 24ώρου έχουμε 4-5 περίπου ουρήσεις. Περισσότερες από 10 ή και 20 ουρήσεις το 24ωρο, αποτελούν τη λεγόμενη συχνουρία, που παρατηρείται συχνότατα σε λοιμώξεις της κύστης (κυστίτιδες).

Οι κυστίτιδες και γενικά οι ουρολοιμώξεις οφείλονται κυρίως στο κολοβακτηρίδιο (βασικό μικρόβιο της χλωρίδας του παχέος εντέρου), το

οποίο από τον πρωκτό εισέρχεται στην ουρήθρα και κατόπιν στην κύστη. Εφόσον έχουμε χαλάρωση του κάτω άκρου του ουρητήρα μπορεί να συμβεί και προσβολή του νεφρού (κυστεοουρητηρική παλινδρόμηση). Οι ουρολοιμώξεις αντιμετωπίζονται με τη χορήγηση αρκετά συχνά σουλφοναμιδών για δύο περίπου εβδομάδες. Σε απλές ουρολοιμώξεις και μία δόση φαρμάκου ίσως να είναι αρκετή.

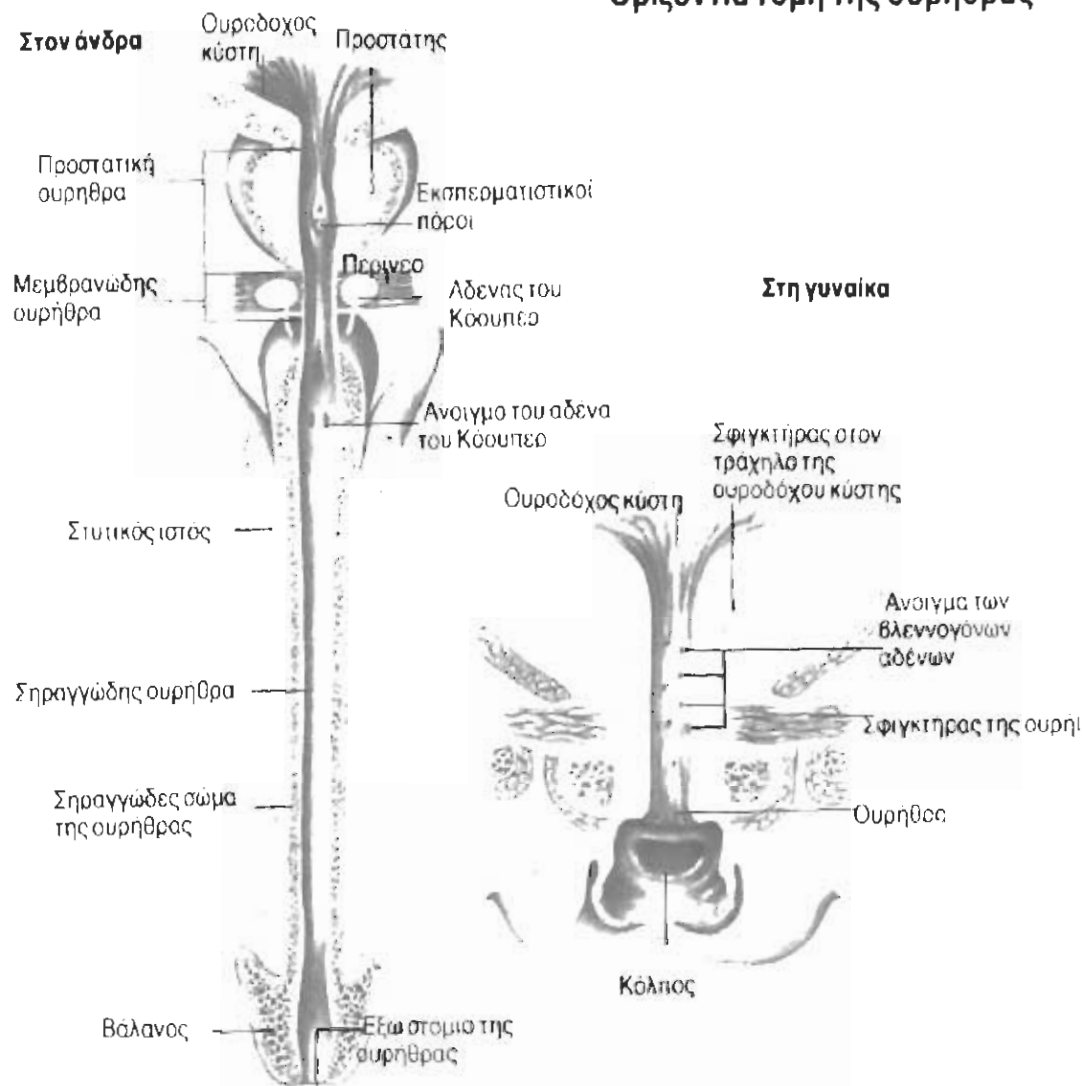
Η ουροδόχος κύστη έχει σχήμα πυραμίδας με τη βάση στραμμένη προς τα πίσω. Όταν εξετάσουμε το εσωτερικό της κύστης θα δούμε ότι εμφανίζει πτυχώσεις, εκτός από μία τριγωνη περιοχή στη βάση, που καλείται κυστικό τρίγωνο και είναι λεία. Στις τρεις γωνίες του κυστικού τριγώνου, του οποίου η κορυφή στρέφεται προς τα κάτω, υπάρχουν ισάριθμες οπές. Οι δύο άνω οπές, δεξιά και αριστερά, είναι τα στόμια των δύο ουρητήρων. Η κάτω οπή είναι το έσω στόμιο της ουρήθρας.

Γύρω από το έσω στόμιο της ουρήθρας βρίσκονται δύο σφιγκτήρες, ο έξω και ο έσω, από τους οποίους ο έξω υπόκειται ενώ ο έσω δεν υπόκειται στη βούλησή μας. Το παρασυμπαθητικό προκαλεί σύσπαση του εξωστήρα μν της κύστης και χαλάρωση του έσω σφιγκτήρα, ενώ το συμπαθητικό προκαλεί σύσπαση του έσω σφιγκτήρα και γενικά αύξηση των ουρηθρικών αντιστάσεων. Γι' αυτό το λόγο σε ακράτεια ούρων, χορηγούμε αντιχολινεργικά σκευάσματα καθώς και α-διεγέρτες.

1.1.3. ΟΥΡΗΘΡΑ

Η ουρήθρα είναι ένας σωλήνας που μεταφέρει τα ούρα από την ουροδόχο κύστη προς τα έξω με την ούρηση. Η ούρηση ελέγχεται από δύο σφιγκτήρες μυς της ουρήθρας.

Οριζόντια τομή της ουρήθρας



Ο ανώτερος βρίσκεται στο έσω στόμιο της ουρήθρας, είναι λείος και δεν υπάγεται στη θέλησή μας. Ο κατώτερος βρίσκεται στο πυελικό έδαφος, είναι γραμμωτός και υπάγεται στη βούλησή μας. Η ουρήθρα στον άνδρα διαφέρει από την ουρήθρα στη γυναίκα.

Η γυναικεία ουρήθρα μήκους περίπου 4 cm είναι αμιγής ουροσωλήνας το έξω στόμιό της εκβάλλει, ανάμεσα στα μικρά χείλη του αιδοίου, πίσω από την κλειτορίδα και μπροστά από το στόμιο του

κόλπου. Εξαιτίας του μικρού μήκους της γυναικείας ουρήθρας, οι ουρολοιμώξεις είναι συχνότερες στις γυναίκες.

Η ανδρική ουρήθρα έχει μήκος περίπου 20 cm και είναι μικτός ουρογεννητικός σωλήνας. Αρχίζει από την ουροδόχο κύστη (έσω στόμιο) και μετά περνάει μέσα από τον προστάτη (προστατική μοίρα) όπου δέχεται την εκβολή των εκσπερματιστικών πόρων. Δηλαδή στη μοίρα αυτή της ουρήθρας εκχέεται το σπέρμα. Στη συνέχεια περνάει από το πυελικό έδαφος (πυελική μοίρα) και μετά εισέρχεται στο πέος (σηραγγώδης μοίρα). Τελικά εκβάλλει με το έξω στόμιο στη βάλανο του πέους.

Μέχρι την εκβολή των εκσπερματιστικών πόρων, η ουρήθρα είναι αμιγής ουροσωλήνας και καλείται οπίσθια ουρήθρα, ενώ μετά από αυτήν είναι μικτός ουρογεννητικός σωλήνας και καλείται πρόσθια ουρήθρα. Η πυελική μοίρα της ουρήθρας μπορεί πολύ εύκολα να τραυματισθεί σε περιπτώσεις κακώσεων του πυελικού εδάφους ή σε καθετηριασμούς της ουροδόχου κύστης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2
Αντιστοιχία γεννητικών οργάνων άρρενος
και θήλεος ατόμου

<i>Εμβρυϊκός σχηματισμός</i>	<i>Άρρενος ενηλίκου γεννητικά όργανα</i>	<i>Θήλεος ενηλίκου γεννητικά όργανα</i>
Μεσонеφρικός πόρος η πόρος του Wolff	Σπερματικός πόρος και σπερματοδόχες κύστεις. Εκσπερματιστικός πόρος. Κύστη της επιδιδυμίδος. Ουρητήρ, πύελος, κάλυκες κλπ. Τρίγωνο	Πόρος της επωσθηκης. Πόρος του Gartner. Κυστικές αποφύσεις περι τον πλατύ σύνδεσμο. Ουρητήρ, πυελος, κάλυκες κλπ. Τρίγωνο.
Πόρος του Müller	Κύστη του Morgagni Προστατικό εκκολπωμα	Μητρα Σαλπγγες Κόλπος, τα άνω 4/5.
Müllerian σγκωμα	Προστατικό λοφίδιο	Παρθενικός υμένας (τμήμα)
Φαλλική μοίρα του ουρογεννητικού σωλήνα	Το κατώτερο τμήμα του προστατικού εκκολπωματος (φυσιολογικά εξαφανίζεται).	Το κατώτερο 1/5 του κόλπου
Ουρογεννητικός σωλήνας (πρόσθιος, οπισθιος, πυελική μοίρα).	Ουροδόχος κύστη, εκτος του τριγώνου, και το άνω τμήμα της προστατικής ουρηθρας.	Ουροδόχος κύστη, εκτος του τριγώνου και η ουρηθρα (ολοκλήρη).
Σημείο ενώσεως μητροκολπικού και ουρογεννητικού σωλήνα.	Φυσιολογικά εξαφανίζεται (υπολειμμα πιθανον οι βαλβιδες της ουρηθρας).	Παρθενικός υμένας
Φαλλική μοίρα	Το κάτω τμήμα της οπισθιας ουρηθρας και η μεμβρανώδης ουρηθρα	Προδρομος του κόλπου
Γεννητικό φύμα	Πέος	Κλειτοριδα
Γεννητικες πτυχές	Πείκη ουρηθρα	Μικρα χειλη
Γεννητικά σγκώματα	Όσχεο	Μεγαλα χειλη
Ινομυώδης ταινία	Ινομυώδης ταινία του ορχεως	Σύνδεσμος ωσθηκης Στρογγυλος σύνδεσμος της μητρας
Γονας	Όρχις	Ωσθήκη
Γεννητικες δοκιδες	Εσπειραμενα σωληνάρια ορχεως	Σωλήνας του Pflüger

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

- ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ
- ΕΠΙΝΕΦΡΙΔΙΑ
- ΝΕΦΡΟΙ
- ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ
ΝΕΦΡΙΚΗΣ
ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ
- ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ
- ΟΥΡΗΣΗ
- ΟΡΜΟΝΙΚΟΙ
ΝΕΦΡΙΚΟΙ
- ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ
ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

2.1. ΕΠΙΝΕΦΡΙΔΙΑ

2.1.1. ΦΛΟΙΟΣ

Ο φλοιός των επινεφριδίων παράγει αρκετές ορμόνες, οι οποίες ονομάζονται κορτικοειδή. Επειδή η βάση της χημικής αυτών σύνθεσης είναι το στεράνιο, οι ορμόνες αυτές ονομάζονται και στεροειδή ή στερινοειδή ή και κορτικοστερινοειδή.

Από λειτουργικής πλευράς τα κορτικοστερινοειδή διακρίνονται:

- 1) Σε γλυκοκορτικοειδή.
- 2) Σε αλατοκορτικοειδή (αλδοστερόνη).
- 3) Σε 17-κετοστεροειδή (ανδρογόνα).
- 4) Σε οιστρογόνα και
- 5) Σε προγεστερινοειδή (προγεστερόνη).

Τα κορτικοειδή μετά τη δράση των στους ιστούς αδρανοποιούνται στο ήπαρ και απεκκρίνονται από τους νεφρούς. Στο ήπαρ αδρανοποιούνται αναγόμενα σε τετραϋδροπαραγωγή και ενώνονται ή με γλυκουρονικό οξύ ή με θειικό οξύ, αποβάλλονται δε δια των ούρων σαν γλυκουρινικές ή θειικές ενώσεις.

Η γνώση των με τα ούρα αποβαλλόμενων ποσών των κορτικοειδών έχει μεγάλη σημασία στον έλεγχο της φυσιολογικής ή μη λειτουργίας των επινεφριδίων. Τα γλυκοκορτικοειδή (κορτιζόνη, κορτιζόλη, 11-δεσοξυκορτιζόλη) αποβάλλονται στα ούρα σαν 17-

υδροξυκορτικοειδή. Υπό φυσιολογικές συνθήκες και εντός 24ώρου αποβάλλονται με τα ούρα επί μεν των αρρένων 6-18 χλσγρ., επί δε των θηλέων 4-16 χλσγρ. δια των 17-κετοστεροειδών των ούρων υπολογίζουμε το παραγόμενο ποσό των ανδρογόνων από το φλοιό των επινεφριδίων, δηλαδή την ανδροστερόνη, την τεστοστερόνη, την ανδροστενεδιόνη, τη δεϋδροεπιανδροστερόνη κ.λπ. Υπό φυσιολογικές συνθήκες αποβάλλονται με τα ούρα στο 24ωρο, επί μεν των ενηλίκων ανδρών 10-20 χλσγρ., επί δε των ενηλίκων γυναικών από 5-13 χλσγρ. Στα παιδιά το ποσόν είναι μικρότερο.

Η έκκριση των γλυκοκορτικοστεροειδών και λιγότερο των 17-κετοστεροειδών ρυθμίζεται από τη φλοιοτρόπο ορμόνη της υπόφυσης (ACTH). Σε υπολειτουργία της υπόφυσης παρατηρείται και υπολειτουργία του φλοιού των επινεφριδίων, ενώ σε αύξηση των ορμονών του φλοιού των επινεφριδίων παρατηρείται ελάττωση των ορμονών (φλοιοτρόπου) της υπόφυσης, λόγω ανταγωνιστικής ενεργείας. Έτσι όταν χορηγήσουμε κορτιζόνη αναστέλλεται η φλοιοτρόπος ορμόνη και προκαλείται ατροφία των επινεφριδίων. Η αλδοστερόνη φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από τη φλοιοτρόπο ορμόνη, αλλά κυρίως από την αγγειοτενσίνη II, την ελάττωση του όγκου του αίματος και την ελάττωση του νατρίου του εξωκυτταρίου υγρού.

Η αλδοστερόνη δρα κυρίως στα άπω εσπειραμένα και αθροιστικά σωληνάκια και προκαλεί κατακράτηση νατρίου. Τα ιόντα νατρίου, όπως γνωρίζουμε, εναλλάσσονται με ιόντα καλίου και υδρογόνου. Η επίδραση της αλδοστερόνης, όσον αφορά στην εναλλαγή των ιόντων νατρίου, επεκτείνεται και στο εντερικό επιθήλιο και στους ιδρωτοποιούς και σιαλογόνους αδένες. Η κατακράτηση του νατρίου και του ύδατος έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του εξωκυτταρίου υγρού και του αίματος και κατ' ακολουθία της αρτηριακής πίεσης. Τα γλυκοκορτικοειδή ασκούν πολλαπλή βιολογική ενέργεια στο μεταβολισμό των

πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των λιπών. Επίσης παρουσιάζουν και σχετική αλατοκορτικοειδική ενέργεια. Η ενέργεια των ορμονών αυτών είναι κυρίως καταβολική, με αποτέλεσμα εξασθένηση των μυών, οστεοπόρωση, υπερλιπιδαιμία λόγω απαμινώσεως των αμινοξέων, υπεργλυκαιμία, εξάντληση της ενδοκρινούς μοίρας του παγκρέατος και εμφάνιση σακχαρώδους διαβήτη.

Τα γλυκοκορτικοειδή προκαλούν επίσης αναζωπύρωση στα παλαιά έλκη του στομάχου και προδιαθέτουν στο σχηματισμό νέων, λόγω υπερέκκρισης υδροχλωρικού οξέος και πεψίνης. Στο μυελό των οστών προκαλούν πολυκυτταραιμία, σε αντίθεση προς το λεμφοποιητικό σύστημα, όπου λόγω καταβολικής ενεργείας στις πρωτεΐνες προκαλούν λεμφοπενία, ελάττωση παραγωγής αντισωμάτων και σαν αποτέλεσμα αυτού ελάττωση της αντίστασης του οργανισμού.

Στους νεφρούς προκαλούν αύξηση της διούρησης, λόγω αύξησης του μαλπιγιοδιηθήματος και ανταγωνιστικής δράσης στην αντιδιουρητική ορμόνη. Εκτός της επίδρασης στο αιμοποιητικό και λεμφοποιητικό σύστημα. Τα γλυκοκορτικοειδή προκαλούν επίσης ελάττωση της φλεγμονώδους αντίδρασης του μεσεγχύματος και παρεμπόδιση της σύνδεσης αντιγόνου-αντισώματος και έτσι εμφανίζουν και αντιαλλεργική ενέργεια. Τα 17-Κετοστεροειδή, σε αντίθεση με τα γλυκοκορτικοειδή, παρουσιάζουν αναβολική ενέργεια. Η δράση τους είναι όμοια προς την της ορμόνης των όρχεων (τεστοστερόνης), κατά τι όμως ασθενέστερη αυτής.

2.1.2. ΜΥΕΛΟΣ

Ο μυελός των επινεφριδίων παράγει δύο ορμόνες (κατεχολαμίνες), την αδρεναλίνη και την νοραδρεναλίνη. Η έκκριση των

ορμονών αυτών δεν έχει σχέση με τις φλοιοτρόπους ορμόνες της υπόφυσης, αλλά με το ποσό και την επίδραση της απελευθερούμενης ακετυλχολίνης από τις νευρικές απολήξεις στα χρωμιόφιλα κύτταρα του μυελού. Σε φυσιολογικές συνθήκες εκκρίνονται 75% αδρεναλίνης και 25% νοραδρεναλίνης.

Οι ορμόνες αυτές αδρανοποιούνται στο ήπαρ, τα δε προϊόντα αυτών αποβάλλονται με τα νεφρά σαν μεταδρεναλίνη και νορμεταδρεναλίνη, κυρίως όμως σαν βανυλμανδελικό οξύ. Σε φυσιολογικές συνθήκες τα αποβαλλόμενα προϊόντα ανέρχονται σε 20-100 γ. μεταδρεναλίνης, σε 50-200 γ. νορμεταδρεναλίνης και σε 2-6 χλστρ. βανυλμανδελικού οξέος.

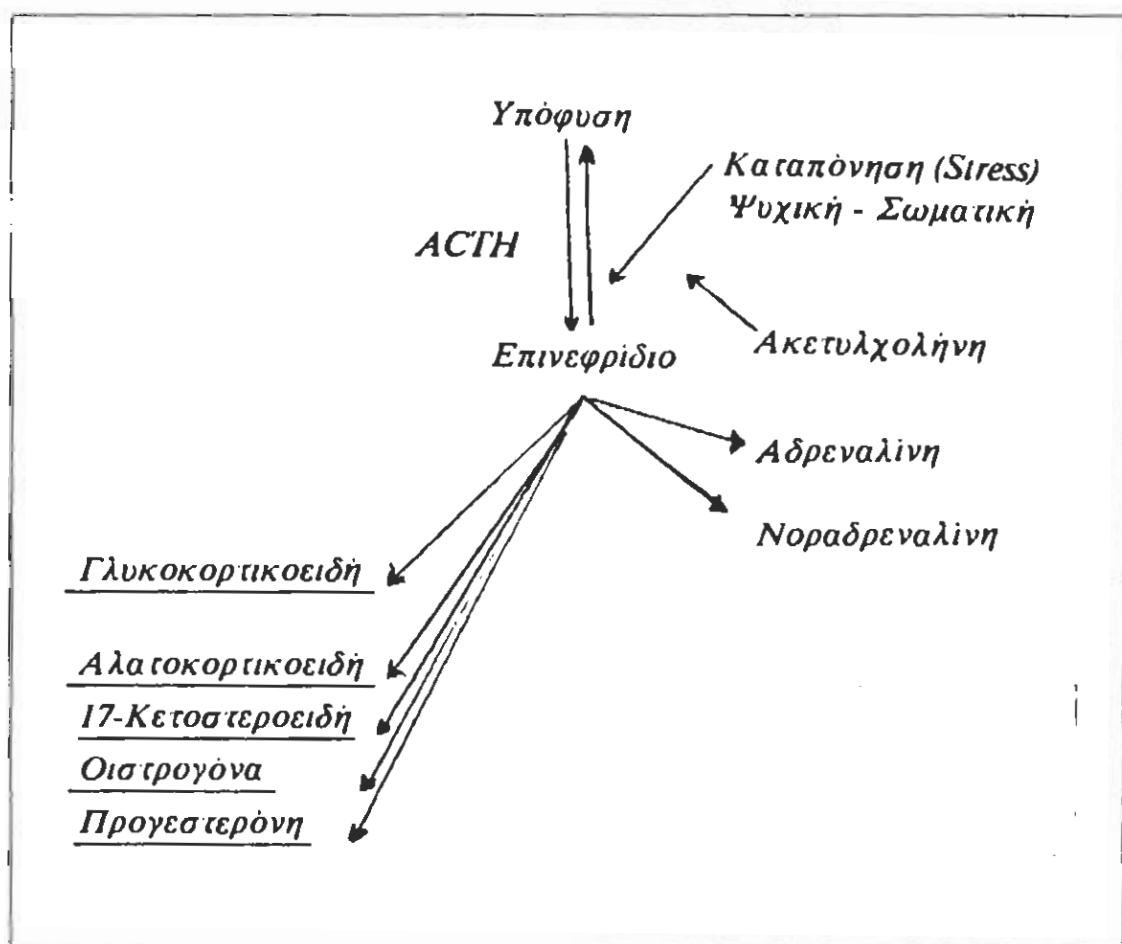
Η έκκριση των ορμονών του μυελού των επινεφριδίων, όπως ήδη προαναφέραμε, τελείται μετά από διέγερση των χρωμοφίλων κυττάρων υπό της ακετυλχολίνης του συμπαθητικού συστήματος. Οποιαδήποτε καταπόνηση του οργανισμού (stress), είτε ψυχική είτε σωματική, διεγείρει τον υποθάλαμο, ο οποίος μέσω του συμπαθητικού διεγείρει τα ανωτέρω κύτταρα προς έκκριση των ορμονών και αντιμετώπιση της κατάστασης. Αναπληρωματικό όργανο του μυελού των επινεφριδίων, ιδιαίτερα στην περίπτωση καταστροφής αυτών, είναι το όργανο του Zuckerkandl (Παραγαγγλιακό σύστημα), δηλαδή ομάδα χρωμοφύλων κυττάρων κατά μήκος της κοιλιακής αορτής.

Η βιολογική δράση των ορμονών αυτών είναι μερικώς διάφορη. Η αδρεναλίνη προκαλεί σύσπαση των αρτηριών του δέρματος και διεύρυνση των αγγείων των μυών και των σπλάγχων. Η ενέργεια αυτή επομένως έχει σαν αποτέλεσμα μικρή μόνο αύξηση της πίεσης του αίματος.

Αντίθετα η νοραδρεναλίνη προκαλεί σύσπαση όλων των αρτηριδίων του οργανισμού και επομένως, σημαντική αύξηση και της συστολικής και της διαστολικής πίεσης του αίματος. Στη λειτουργία των

διάφορων συστημάτων η αδρεναλίνη παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δράση. Κυρίως αυξάνει τη συχνότητα των καρδιακών παλμών και τον όγκο παλμού, αυξάνουσα αντίστοιχα και τον κατά λεπτό όγκο αίματος. Προκαλεί βρογχοδιαστολή και αδράνεια του εντέρου, αύξηση του βασικού μεταβολισμού, αναστολή της έκκρισης ινσουλίνης, ενεργοποίηση των γλυκογονολυτικών ενζύμων, υπεργλυκαιμία κ.λπ.

Στο αίμα προκαλεί λευκοκυττάρωση και ηωσινοπενία, ενώ στο νευρικό σύστημα ευερεθιστότητα και διέγερση του ατόμου. Στα λίπη φαίνεται ότι και οι δύο ορμόνες επιδρούν και προκαλούν λιπολυσία (βλ. Εικ. που ακολουθεί).



Σχηματική παράσταση λειτουργίας του επινεφριδίου

2.2. ΝΕΦΡΟΙ

Η λειτουργία των νεφρών στο σχηματισμό των ούρων αποσκοπεί στη ρύθμιση του εσωτερικού περιβάλλοντος του οργανισμού. Αυτή κατά τις σύγχρονες αντιλήψεις επιτυγχάνεται με τρεις βασικές λειτουργίες των νεφρώνων:

1. Της διήθησης του πλάσματος με τις μέσα σ' αυτό διαλελυμένες ουσίες εκτός από τα λευκώματα.
2. Της εκλεκτικής επαναρρόφησης από τα εσπειραμένα σωληνάρια ορισμένων ουσιών απαραίτητων για τη διατήρηση του εσωτερικού περιβάλλοντος του οργανισμού και
3. Της αποβολής (έκκρισης) επίσης με τα εσπειραμένα σωληνάρια αχρήστων για τον οργανισμό ουσιών.

Στους νεφρούς από ανατομικής και φυσιολογικής απόψεως διακρίνουμε δύο βασικά τμήματα:

- το σπείραμα και
- τα ουροφόρα σωληνάρια.

Στο σπείραμα παράγονται τα ούρα δια υπερδιηθήσεως, ενώ στα σωληνάρια επαναρροφούνται και εκκρίνονται ορισμένες ουσίες. Η παλαιότερη άποψη ότι τα σπειράματα αποτελούν απλώς διηθητικές μεμβράνες, μετά τα τελευταία πειράματα, τείνει να εγκαταλειφθεί, διότι αρκετοί άλλοι υδροδυναμικοί παράγοντες παρεμβαίνουν στο ρυθμό της διηθήσεως.

Η διήθηση του πλάσματος, δια μέσου του τριχοειδικού σπειράματος του μαλπιγιανού σωματίου, είναι αποτέλεσμα της υδροστατικής πίεσης της μεταδιδομένης με την αριστερά κοιλία. Η διήθηση επίσης εξαρτάται και από τη διαβατότητα της μεμβράνης των μαλπιγιανών τριχοειδών και από την επιφάνεια διήθησης. Το τριχοειδικό

σπείραμα είναι εξειδικευμένο, τρόπον τινά, στη διήθηση μεγάλων ποσοτήτων υγρών και διαφόρων ουσιών. Έχει υπολογισθεί ότι 100 γρ. νεφρικού ιστού περιέχουν διπλάσιο αριθμό τριχοειδών από 100 γρ. μυϊκού ιστού.

Η μεταδιδόμενη με την αριστερά κοιλία υδροστατική πίεση μέσα στα τριχοειδή του σπειράματος ανέρχεται συνήθως σε 75 χιλ. στήλης Hg, η ενεργητική όμως πίεση διήθησης ευρίσκεται, εάν από την υδροστατική πίεση αφαιρεθεί η κολλοειδοσμηωτική πίεση των πρωτεϊνών του αίματος, οι οποίες δεν διέρχονται τον ηθμό (25 χιλ. στήλης Hg) και η πίεση των ήδη υπάρχοντων ούρων στην κοιλότητα του Bowman (10 χιλ. στήλης Hg). Έτσι η ενεργητική πίεση διήθησης σε φυσιολογικές συνθήκες ανέρχεται σε 40 χιλ. στήλης Hg. Εάν η πίεση των ούρων στην κοιλότητα του Bowman αυξηθεί όπως σε απολίνωση του ουρητήρος, η διήθηση αναστέλλεται. Η διήθηση επίσης επηρεάζεται και από το εύρος (συστολή ή διαστολή) του προσαγωγού ή απαγωγού αρτηριδίου.

Το ποσόν του μαλπιγιοδιηθήματος στα φυσιολογικά άτομα κυμαίνεται γύρω στα 125 κ.εκ./1' (120-140) και είναι συνήθως σταθερό, επηρεαζόμενο μερικώς από την ηλικία του ατόμου. Το μαλπιγιοδιήθημα έχει την αυτή σύσταση με την του απολευκωματοποιηθέντος πλάσματος, αν και μικρού μοριακού βάρους λευκώματα δυνατόν να διέλθουν τον ηθμό (αιμοσφαιρίνη, μυοσφαιρίνη), τα οποία όμως εκ νέου επαναρροφώνται. Πειραματικά έχει αποδειχθεί ότι ουσίες με μοριακό βάρος 5.0 nm διέρχονται με ευχέρεια τον ηθμό, σε αντίθεση προς τις ουσίες με μοριακό βάρος 6.0 nm, οι οποίες κατακρατούνται (η λευκωματίνη έχει μοριακό βάρος από 3,6 nni έως 15 nm). Τελευταία έχει επίσης αποδειχθεί ότι, η διέλευση δεν εξαρτάται μόνο από το μοριακό βάρος, αλλά και από την ηλεκτρική φόρτιση του λευκώματος. Από αρκετά χρόνια πριν είχε αποδειχθεί ότι η λευκωματίνη (36 A), υπό φυσιολογικές συνθήκες σχεδόν δεν διηθείται, σε αντίθεση προς την

ουδέτερη δεξτράνη του αυτού μεγέθους η οποία διηθείται πλήρως. Η διήθηση αρνητικά φορτισμένων δεξτρανών είναι περισσότερο περιορισμένη από τη διήθηση ουδετέρων ή θετικά φορτισμένων δεξτρανών του αυτού μεγέθους. Φαίνεται ότι υπάρχει σημαντικός ανιοντικός ηλεκτρικός φραγμός στη δίοδο αρνητικά φορτιζομένων μεγαλομοριακών ουσιών. Επίσης το μαλπιγιοδιήθημα στερείται μερικώς και από ορισμένες ουσίες, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με τα λευκώματα. Η ρύθμιση της μαλπιγιανής διήθησης, ώστε αυτή να είναι σταθερή, επιτυγχάνεται αφ' ενός μεν με την ειδική κατασκευή των αγγείων και ειδικότερα του απαγωγού αρτηριδίου, αφ' ετέρου δε με την υπάρχουσα παράπλευρη κυκλοφορία στο νεφρό, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την παράκαμψη της δίοδου του αίματος από ορισμένο αριθμό μαλπιγιανών σωματίων, ανάλογα με τις ανάγκες. Τελευταία έχει πλήρως αποδειχθεί ότι, εκτός του απαγωγού αρτηριδίου, μεταβολές εύρους, υφίσταται και το προσαγωγό αρτηρίδιο από ένα παλίνδρομο σωληνάριο - σπειραματικό μηχανισμό.

Κατά την άποψη αυτή το φορτίο των διαλυτών το οποίο φθάνει στην πυκνή κηλίδα (Macula densa) του παρασπειραματικού σωματίου εκπέμπει ερεθίσματα προς τα προσαγωγά αρτηρίδια του μαλπιγιανού σωματίου, τα οποία συσπώμενα ή μη, αυξάνουν ή ελαττώνουν την αντίσταση ροής του αίματος και κατ' επέκταση και το ρυθμό της σπειραματικής διηθήσεως. Το κύριο ερέθισμα φαίνεται ότι είναι το φορτίο του CL⁻. Έτσι η αύξηση της πυκνότητας των διαλυτών, οι οποίοι φθάνουν στην πυκνή κηλίδα, προκαλεί ελάττωση της σπειραματικής διηθήσεως, ενώ η ελάττωση της πυκνότητας, αύξηση αυτής.

Η διατήρηση σταθερού του εσωτερικού περιβάλλοντος του οργανισμού είναι αποτέλεσμα κυρίως της λειτουργίας του υπολοίπου τμήματος του νεφρώνος, η οποία συνίσταται:

- 1) Στη ρύθμιση του ισοζυγίου του ύδατος.

- 2) Στη ρύθμιση των ηλεκτρολυτών και
- 3) Στη διατήρηση σταθερής της οξεοβασικής ισορροπίας.

Επιπρόσθετα ο νεφρός, με την ενδοκρινή λειτουργία αυτού συμβάλλει στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης (ρενίνη), της αιμοποίησης (ερυθροποιητίνη) και του μεταβολισμού του ασβεστίου.

2.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

2.3.1. ΟΥΡΙΑ

Η ουρία είναι το κύριο τελικό προϊόν του μεταβολισμού των αζωτούχων του οργανισμού. Στο αίμα ευρίσκεται σε πυκνότητα 20-40 mg%, επειδή δε αυτή αποβάλλεται μόνο από τους νεφρούς, η πυκνότητα αυτής στο αίμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης της νεφρικής λειτουργίας.

Βεβαίως, θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι, αύξηση της ουρίας του αίματος μπορεί να είναι το αποτέλεσμα λήψης μεγάλων ποσοτήτων κρέατος, να είναι προνεφρικής αιτιολογίας, ακόμη δε και αποτέλεσμα αιμορραγίας από το πεπτικό. Η ουρία επειδή εμφανίζει υψηλό δείκτη διάχυσης υποβοηθεί το νάτριο στη συμπύκνωση των ούρων.

α. Μαλπιγιανό σωμάτιο

Η ουρία διηθείται με ευχέρεια, διότι δεν ευρίσκεται συνδεδεμένη με λευκώματα και έχει μικρό μοριακό βάρος.

β. Έγγυς εσπειραμένο

Στο σωληνάριο αυτό επαναρροφούνται παθητικά τα 50% περίπου της ουρίας.

γ. *Άπω εσπειραμένο σωληνάριο*

Επαναρρόφηση μέρους της ουρίας επιτυγχάνεται στο σημείο αυτό του νεφρώνας, κατά τη γνώμη των περισσότερων συγγραφέων, αν και δεν είναι γνωστό εάν αυτή γίνεται ενεργητικά ή παθητικά. Στο εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο, η ταχεία επαναρρόφηση του ύδατος, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πυκνότητας της ουρίας, με αποτέλεσμα αυτή παθητικά να μεταφέρεται από τον αυλό του σωληναρίου προς τον περισωληναριακό ιστό. Εάν χορηγήσουμε μία ουσία, η οποία ωσμωτικά κατακρατεί ύδωρ, το αποτέλεσμα θα είναι η κατακράτηση και της ουρίας στον αυλό και η αποβολή της δια των ούρων (ωσμωτική διούρηση - μανιτόλη). Σε αντίθεση προς την ουρία και το ύδωρ, κατόπιν χορήγησης μανιτόλης το νάτριο δεν επηρεάζεται, διότι επαναροφάται ενεργητικά.

2.3.2. ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ

Η φυσιολογική κρεατινίνη του αίματος ανέρχεται σε 0,5-1,0 mg%. Η πυκνότητα αυτή παραμένει σταθερά στο αίμα και μόνο μεγάλη κρεατοφαγία μπορεί να την επηρεάσει. Η κρεατινίνη του αίματος εξακολουθεί να παραμένει σταθερή ακόμη και μετά από έντονες ασκήσεις ή αυξημένο μεταβολισμό αζωτούχων, με την προϋπόθεση ότι ο όγκος της μυϊκής μάζας του σώματος παραμένει σταθερός. Η ολική ποσότητα της αποβαλλομένης δια των ούρων κρεατινίνης ανέρχεται σε 1,4 gr το 24ωρο. Η σταθερή και ανεπηρέαστη πυκνότητα της κρεατινίνης του αίματος μπορεί να χρησιμεύσει και σαν δείκτης της νεφρικής λειτουργίας, περισσότερο αξιόπιστος της ουρίας του αίματος.

α. *Μαλιγιανό σωματίο*

Η κρεατινίνη διηθείται από αυτό με ευχέρεια, διότι δεν είναι

συνδεδεμένη με λευκώματα.

β. Εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο

Στο εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο, εκκρίνεται ποσότητα Κρεατινίνης. Η ποσότητα αυτή, αν και μικρή σχετικά με αυτή που διηθείται, γίνεται αιτία σφαλμάτων στον προσδιορισμό της πλασματοκάθαρσης της κρεατινίνης.

γ. Άπω αθροιστικό σωληνάριο

Στο σημείο αυτό του νεφρώνας ουδεμία έκκριση κρεατινίνης παρατηρείται. Η πυκνότητα αυτής σε επαναρόφηση ύδατος στο αθροιστικό σωληνάριο ανέρχεται σε επίπεδα ανώτερα του αίματος.

2.3.3. ΓΛΥΚΟΖΗ

Η φυσιολογική πυκνότητα του σακχάρου στο αίμα, σε νηστικό άτομο, ανέρχεται σε 90-120 mg%, με ουδεμία ή ελαχίστη αποβολή με τα ούρα. Κατά μέσον όρο διηθούνται περί τα 140 gr γλυκόζης το 24ωρο και το ποσό αυτό επαναροφάται.

α. Μαλπιγιανό σωματίο

Η γλυκόζη διηθείται ελεύθερα δια του μαλπιγιανού σωματίου.

β. Εγγύς εσπειραμένο

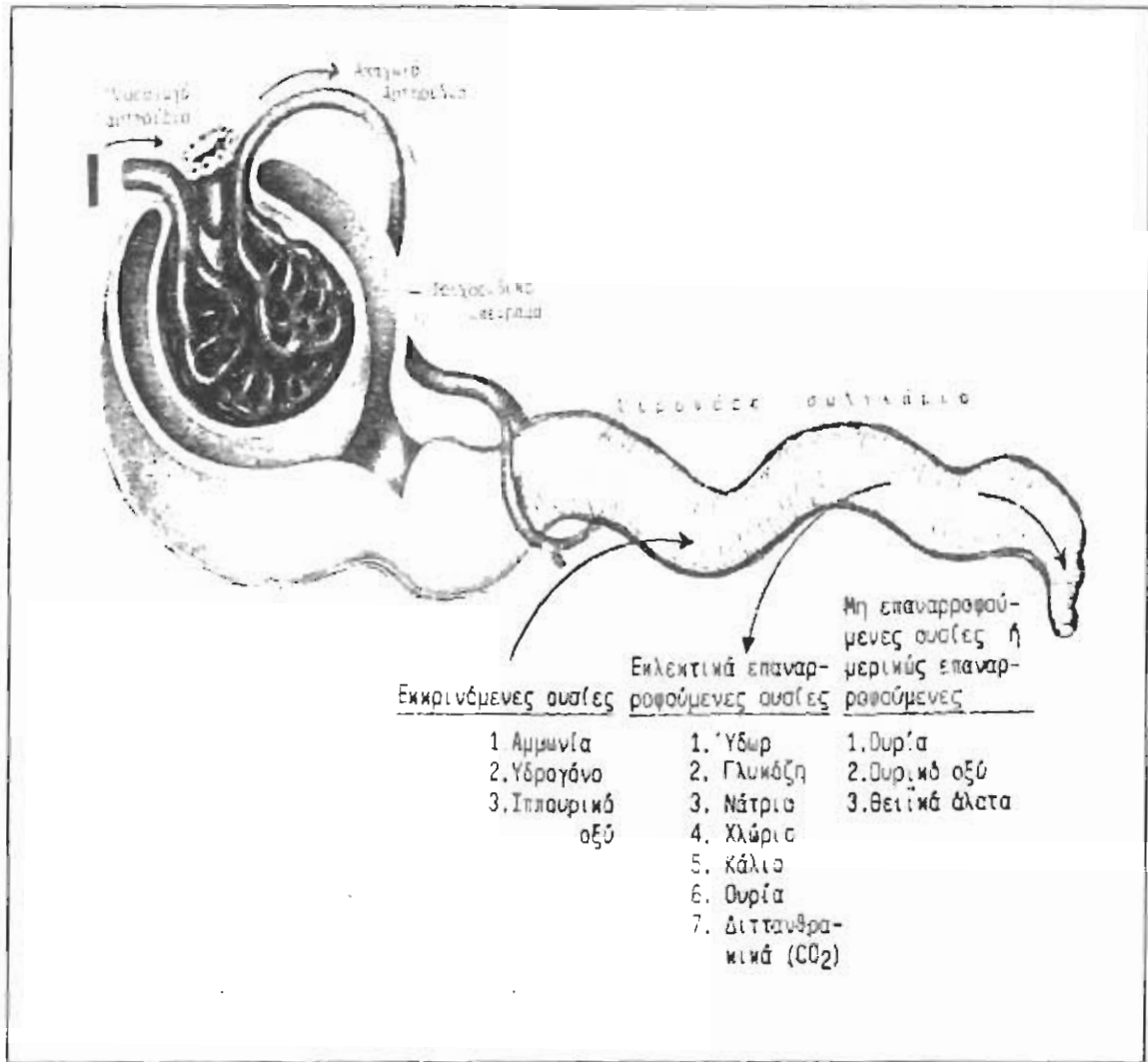
Η γλυκόζη η οποία διηθείται δια του μαλπιγιανού σωματίου επαναροφάται ενεργητικά. Τα εγγύς εσπειραμένα σωληνάρια όμως παρουσιάζουν περιορισμένη ικανότητα επαναρόφησης αυτής. Κατά μέσον όρο η μεγίστη ικανότητα επαναρόφησης του σακχάρου ανέρχεται στα 375 mg/l' στον άνδρα και 303 mg/l' στη γυναίκα με επιφάνεια σώματος 1,73 τ.μ. Αυτό σημαίνει ότι σε φυσιολογικό ρυθμό

μαλπιγιοδιηθήματος η γλυκόζη δεν εμφανίζεται στα ούρα, εκτός εάν η πυκνότητα αυτής στο αίμα ανέλθει άνω των 300 mg%. Σε πυκνότητα άνω των 200 mg% στο αίμα είναι δυνατόν να εμφανισθούν μικρές ποσότητες σακχάρου στα ούρα, παρ' όλον ότι η ικανότητα επαναρρόφησης δεν είναι η μέγιστη. Σε ελαττωμένη ροή του μαλπιγιοδιηθήματος και αυξημένη πυκνότητα σακχάρου στο αίμα σακχαουρία δεν εμφανίζεται, διότι το διηθούμενο, λόγω της βραδείας ροής των ούρων, επαναρροφάται εντελώς. Σε ασθενείς με νεφρική ανεπάρκεια, επομένως, σακχαουρία δεν εμφανίζεται εκτός εάν ο ασθενής είναι διαβητικός.

Σήμερα πιστεύεται ότι η ενεργητική μεταφορά της γλυκόζης επιτυγχάνεται με τη βοήθεια «μεταφορέως». Αυτός ενώνεται με τη γλυκόζη, διέρχεται τη σωληναριακή μεμβράνη και στη συνέχεια απελευθερώνει αυτή στο κύτταρο. Η αύξηση της πυκνότητας της γλυκόζης στο κύτταρο έχει σαν αποτέλεσμα τη διήθηση αυτής προς τον περισωληναριακό ιστό. Παρ' όλον ότι ο μεταφορέας δεν έχει προσδιορισθεί, πιστεύεται ότι πρέπει να είναι ένα είδος ενζύμου ή υποκατάστατο αυτού. Ο μηχανισμός της μεταφοράς μπορεί να επηρεασθεί με την Phloghizin, η οποία χορηγούμενη αναστέλλει την ενεργητική επαναρρόφηση της γλυκόζης και προκαλεί σακχαουρία. Η περιορισμένη ικανότητα επαναρρόφησης πιθανόν να οφείλεται σε περιορισμένη ενέργεια ή σε περιορισμένη ποσότητα ή και τα δύο του μεταφορέα.

γ. Άπω και αθροιστικό σωληνάριο

Στο τμήμα αυτό του νεφρώνας δεν υπάρχει ενεργητικός μηχανισμός επαναρρόφησης του σακχάρου (βλέπε Εικόνα).



Σχηματική παράσταση λειτουργίας του ουροφόρου σωληναρίου

2.3.4. ΛΕΥΚΩΜΑΤΑ

Η φυσιολογική τιμή των λευκωμάτων του αίματος ανέρχεται σε 6-8 gr% με σχέση λευκωματινής σφαιρίνης 2:1. Τα λευκώματα δεν διηθούνται, εκτός από ορισμένα τα οποία παρουσιάζουν μικρό μοριακό βάρος. Επίσης δεν διηθούνται και ορισμένες ουσίες οι οποίες είναι συνδεδεμένες με τα λευκώματα, για παράδειγμα το ασβέστιο.

α. Μαλπιγιανό σωμάτιο

Η ποσότητα των λευκωμάτων του διηθήματος ανέρχεται σε 30 mg στα 100 κ.εκ. διηθήματος, συγκριτικά με τα 6 gr% του πλάσματος. Λόγω πολύ μικρής ποσότητας το διήθημα αυτό θεωρείται ελεύθερο λευκωμάτων.

β. Εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο

Το ποσό του λευκώματος που διηθείται επαναρροφάται στο εγγύς εσπειραμένο, το οποίο όμως εμφανίζει περιορισμένη μέγιστη ικανότητα απορρόφησης για τα λευκώματα. Έτσι μεγαλύτερες του φυσιολογικού ποσότητες λευκωμάτων στο διήθημα αποβάλλονται δια των ούρων (λευκωματουρία). Η επαναρρόφηση γίνεται ενεργητικά, ιδιαίτερα της αιμοσφαιρίνης και λιγότερο της λευκωματίνης, B₂ μικροσφαιρίνης και της ανοσοσφαιρίνης. Λευκώματα μοριακού βάρους από 10.000 έως 50.000 ανευρίσκονται στα ούρα σε μικρές ποσότητες. Από την ελεύθερη αιμοσφαιρίνη ποσοστό 5% περίπου διηθείται δια του μαλπιγιανού σωματίου, το οποίο όμως επαναρροφάται στο εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο.

Όπως ήδη αναφέραμε ανωτέρω, η κρεατινίνη του αίματος και διηθείται και εκκρίνεται από τα ουροφόρα σωληνάρια. Εκτός από την κρεατινίνη και άλλες ουσίες του οργανισμού αποβάλλονται κατ' αυτόν τον τρόπο. Το ουρικό οξύ, π.χ. διηθείται ενεργητικά στο άπω εσπειραμένο σωληνάριο. Η χορήγηση Probenecid εμποδίζει την επαναρρόφηση στο εγγύς εσπειραμένο, με αποτέλεσμα την αύξηση της αποβολής του ουρικού οξέος δια των ούρων.

Η μεταφορά ουσιών από το περισωληναριακό περιβάλλον (αγγεία) στον αυλό του σωληναρίου, η οποία παίζει σπουδαίο ρόλο στην αποβολή ξένων προς τον οργανισμό ουσιών, επιτυγχάνεται ενεργητικά ή παθητικά.

Τα χαρακτηριστικά του ενεργητικού μηχανισμού είναι:

- 1) Η περιορισμένη μέγιστη ικανότητα έκκρισης και
- 2) Ορισμένος απαραίτητος χρόνος επαφής της ουσίας προς το ; ενδοθήλιο των αγγείων.

Για την παθητική μεταφορά δεν απαιτείται ενέργεια σε αντίθεση προς την ενεργητική. Με την πρώτη μορφή έκκρισης αποβάλλονται τα οργανικά οξέα, φαινόλη, πενικιλίνη, P.A.H., διοδράστη, κρεατινίνη, ισχυρές οργανικές βάσεις, ισταμίνη, γουανιδίνη κ.λπ. (Βλ. Εικόνα).

2.4. ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ

Η αναφορά, σε αυτό το σημείο, σε όλες τις νεφρικές παθήσεις δεν είναι δυνατή. Ιδιαίτερη πάντως σημασία έχουν (1) η νεφρική ανεπάρκεια και (2) το νεφρωσικό σύνδρομο.

2.4.1. ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

➤ *Νεφρική ανεπάρκεια από οξεία σπειραματονεφρίτιδα*

Η οξεία σπειραματονεφρίτιδα είναι πάθηση που οφείλεται σε παθολογική ανοσολογική αντίδραση. Στις 95% περίπου των περιπτώσεων, η διαταραχή παρατηρείται μια ως τρεις εβδομάδες μετά από λοίμωξη κάποιας περιοχής του σώματος με ορισμένους τύπους β-αιμολυτικού στρεπτόκοκκου ομάδας Α. Τέτοιες λοιμώξεις είναι η στρεπτοκοκκική φαρυγγίτιδα, η στρεπτοκοκκική αμυγδαλίτιδα, η οστρακιά, ή ακόμα και στρεπτοκοκκικές λοιμώξεις του δέρματος. Η ίδια

η λοίμωξη δεν προκαλεί βλάβη των νεφρών. πιστεύεται όμως ότι, μετά το σχηματισμό αντισωμάτων προς το στρεπτοκοκκικό αντιγόνο, τα αντισώματα και το αντιγόνο αντιδρούν και σχηματίζουν ένα ανοσοσύμπλεγμα που καθιζάνει και παγιδεύεται στη σπειραματική μεμβράνη.

Μετά την εναπόθεση του ανοσοσυμπλέγματος στη σπειραματική μεμβράνη, όλα τα κύτταρα του σπειράματος αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται, κυρίως όμως τα επιθηλιακά και τα μεσαγγειακά κύτταρα που βρίσκονται μεταξύ του ενδοθηλίου και του επιθηλίου. Επιπλέον, στα σπειράματα παγιδεύονται μεγάλοι αριθμοί λευκοκυττάρων. Οι φλεγμονώδεις αυτές αντιδράσεις είναι δυνατόν να προκαλέσουν ολική ή μερική απόφραξη μεγάλου αριθμού νεφρώνων, ενώ η διαπερατότητα της μεμβράνης πολλών από εκείνους που δεν παρουσιάζουν απόφραξη αυξάνει σημαντικά, επιτρέποντας τη διαφυγή μεγάλων ποσοτήτων πρωτεΐνης ή ακόμα και ερυθροκυττάρων στο σπειραματικό διήθημα. Σε βαρύτερες περιπτώσεις παρατηρείται πλήρης ή περίπου πλήρης νεφρική ανεπάρκεια.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η οξεία φλεγμονή των σπειραμάτων υποχωρεί σε δέκα μέρες ως δύο εβδομάδες και οι νεφρόνες μπορούν να ξαναλειτουργήσουν φυσιολογικά. Μερικές φορές, όμως, οι φλεγμονώδεις αντιδράσεις είναι τόσο έντονες που οδηγούν σε πλήρη καταστροφή πολλών σπειραμάτων, με προοδευτική επιδείνωση της νεφρικής λειτουργίας των ασθενών.

➤ *Χρόνια σπειραματονεφρίτιδα*

Οποιαδήποτε από τις διάφορες παθήσεις που προκαλούν βλάβη κυρίως του σπειράματος αλλά συχνά και των σωληναρίων μπορεί να προκαλέσει χρόνια σπειραματονεφρίτιδα. Συνήθως η βασική

σπειραματική βλάβη μοιάζει πολύ με εκείνη που παρατηρείται στην οξεία σπειραματονεφρίτιδα. Συνήθως αρχίζει με την καθίζηση και τη συγκέντρωση συμπλέγματος αντιγόνου-αντισώματος στη σπειραματική μεμβράνη, που ακολουθείται από φλεγμονή των νεφρώνων. Η μεμβράνη του νεφρώνα γίνεται προοδευτικά παχύτερη και τελικά αντικαθίσταται από ινώδη ιστό. Σε μεταγενέστερα στάδια της πάθησης, η σπειραματική διήθηση ελαττώνεται σημαντικά εξαιτίας της ελάττωσης των τριχοειδών των σπειραμάτων που είναι σε θέση να λειτουργούν και της πάχυνσης της σπειραματικής μεμβράνης. Στα τελικά στάδια, πολλά νεφρικά σωμάτια έχουν ολοκληρωτικά αντικατασταθεί από ινώδη ιστό.

➤ Πυελονεφρίτιδα

Η πυελονεφρίτιδα είναι λοιμώδης και φλεγμονώδης εξεργασία που συνήθως αρχίζει στη νεφρική πύελο αλλά προοδευτικά επεκτείνεται στο νεφρικό παρέγχυμα. Η λοίμωξη μπορεί να προκληθεί από διάφορα μικρόβια, ιδιαίτερα όμως από το κολοβακτηρίδιο που προέρχεται από μόλυνση του ουροποιητικού συστήματος με κοπρανώδες υλικό. Η εισβολή των μικροβίων αυτών στους νεφρούς καταλήγει σε προοδευτική καταστροφή των νεφρικών σωληναρίων, του σπειράματος και όλων των ανατομικών μορφωμάτων που θα προσβληθούν, με συνέπεια την καταστροφή μεγάλων τμημάτων νεφρικού ιστού.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της πυελονεφρίτιδας είναι ότι η λοίμωξη συνήθως εγκαθίσταται πρώτα στη μυελώδη και μετά στη φλοιώδη μοίρα του νεφρού. Και επειδή μια από τις κυριότερες λειτουργίες της μυελώδους ουσίας είναι η εξασφάλιση της συμπύκνωσης των ούρων με το μηχανισμό του αντιρεύματος, πολλές φορές οι άρρωστοι με πυελονεφρίτιδα παρουσιάζουν αρκετά ικανοποιητική νεφρική λειτουργία, μόνο που δεν μπορούν να

συμπυκνώνουν τα ούρα τους.

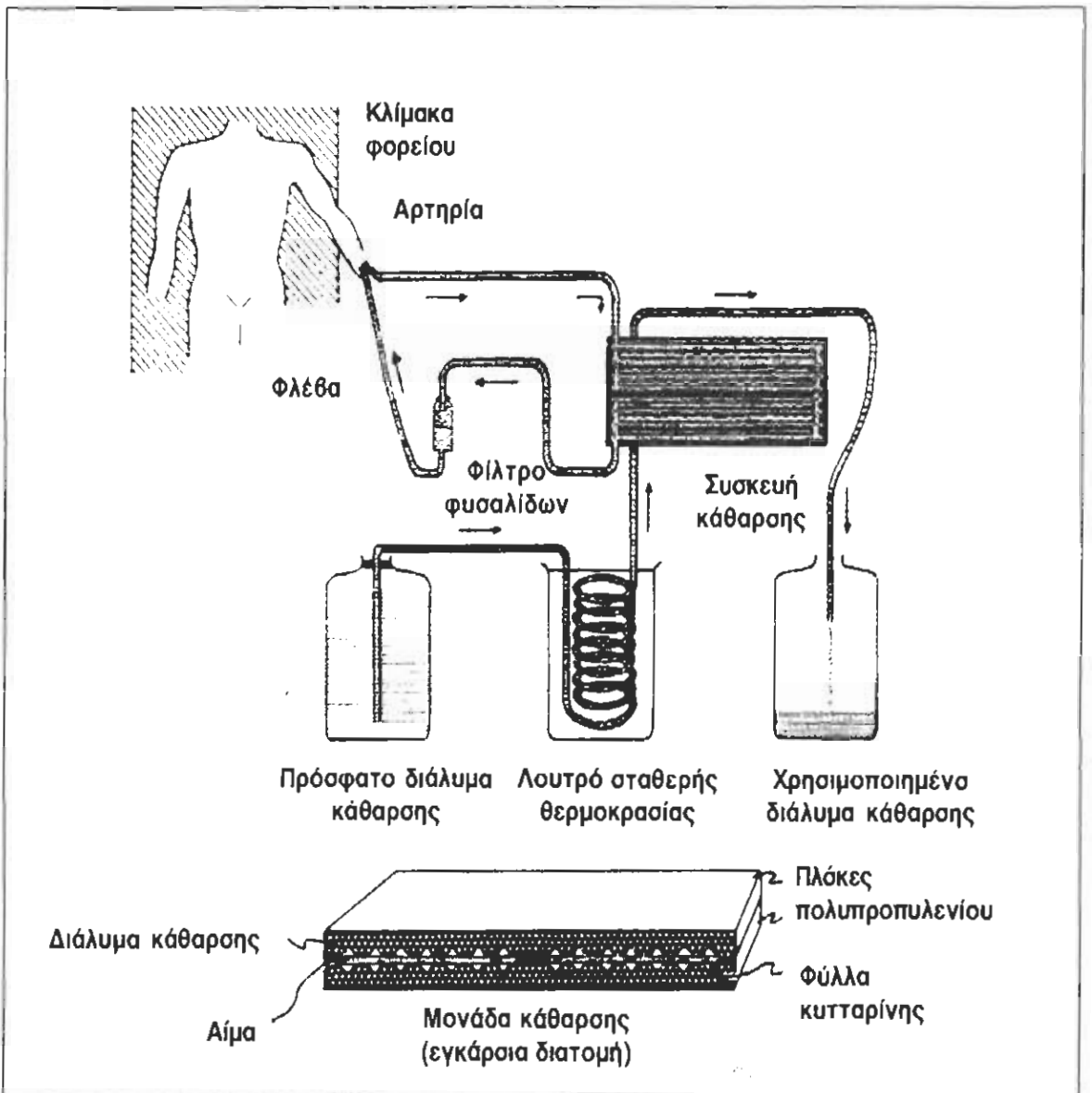
2.4.2. ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ ΜΕ ΤΕΧΝΗΤΟ ΝΕΦΡΟ

Οι τεχνητοί νεφροί χρησιμοποιούνται εδώ και 40 περίπου χρόνια για την υποστήριξη αρρώστων με βαριά νεφρική ανεπάρκεια. Σε ορισμένους τύπους οξείας νεφρικής ανεπάρκειας, π.χ. μετά από δηλητηρίαση των νεφρών με υδράργυρο ή μετά από κυκλοφορική καταπληξία, ο τεχνητός νεφρός χρησιμοποιείται απλώς για να υποστηριχθεί ο ασθενής για λίγες εβδομάδες ώσπου να αποκατασταθεί η νεφρική βλάβη και οι νεφροί να αναλάβουν τη λειτουργία τους. Πάντως, σήμερα οι συσκευές αυτές έχουν εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, που πολλές χιλιάδες ατόμων με μόνιμη νεφρική ανεπάρκεια ή ακόμα και με πλήρη έλλειψη νεφρών συντηρούνται στη ζωή για χρόνια, ενώ η επιβίωσή τους εξαρτάται αποκλειστικά από τον τεχνητό νεφρό.

Βασική αρχή του τεχνητού νεφρού είναι η διέλευση του αίματος για λίγες ώρες, μερικές φορές την εβδομάδα, μέσα από πολύ μικρές διόδους που περιβάλλονται από λεπτές μεμβράνες. Στις άλλες πλευρές των μεμβρανών υπάρχει ένα υγρό κάθαρσης μέσα στο οποίο διαχέονται οι ουσίες του αίματος που θέλουμε να απομακρυνθούν.

Στην Εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται διαγραμματικά ένας τεχνητός νεφρός στον οποίο το αίμα ρέει συνεχώς ανάμεσα σε δύο λεπτά φύλλα κυτταρίνης. Έξω από τα φύλλα υπάρχει το υγρό κάθαρσης. Η κυτταρίνη είναι αρκετά πορώδης και επιτρέπει τη διέλευση όλων των συστατικών του πλάσματος, εκτός από τις πρωτεΐνες, και την ελεύθερη διάχυσή τους προς τις δύο κατευθύνσεις - από το πλάσμα στο υγρό κάθαρσης και από αυτό ξανά στο πλάσμα. Αν η συγκέντρωση μιας ουσίας στο πλάσμα είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωσή της στο υγρό

κάθαρσης, θα υπάρξει καθαρή μεταφορά ουσίας από το πλάσμα στο υγρό κάθαρσης. Η ποσότητα της ουσίας που μεταφέρεται εξαρτάται από (1) το εμβαδόν και τα χαρακτηριστικά διαπερατότητας της μεμβράνης, (2) τη διαφορά συγκεντρώσεων ανάμεσα στις δύο πλευρές της μεμβράνης, (3) το μοριακό βάρος - τα μικρότερα μόρια διαχέονται πιο γρήγορα από τα μεγαλύτερα, και (4) το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το αίμα και το υγρό κάθαρσης μένουν σε επαφή με τη μεμβράνη.



Αρχές του τεχνητού νεφρού

Κατά την κανονική-λειτουργία του τεχνητού νεφρού, το αίμα ρέει συνεχώς από μια αρτηρία προς τον τεχνητό νεφρό και από αυτόν επανέρχεται σε μια φλέβα. Η συνολική ποσότητα αίματος που βρίσκεται κάθε στιγμή στο τεχνητό νεφρό είναι συνήθως μικρότερη από 500 ml. Για να εμποδίζεται η πήξη του αίματος μέσα στον τεχνητό νεφρό γίνεται έγχυση ηπαρίνης καθώς αυτό μπαίνει στο «νεφρό».

ΤΟ ΥΓΡΟ ΚΑΘΑΡΣΗΣ

Στον Πίνακα που ακολουθεί γίνεται σύγκριση των συστατικών ενός τυπικού υγρού κάθαρσης με τα συστατικά του ουραιμικού και του φυσιολογικού πλάσματος. Παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις του νατρίου, του καλίου και του χλωρίου στο υγρό κάθαρσης δεν είναι ίδιες με του πλάσματος υγιούς ατόμου ή ουραιμικού αρρώστου. Αντίθετα, ρυθμίζονται στα επίπεδα που χρειάζονται για να προκαλείται η κατάλληλη μετατόπιση νερού και κάθε διαλυτής ουσίας μέσω της μεμβράνης στη διάρκεια της συνεδρίας της κάθαρσης.

Το υγρό κάθαρσης, εξάλλου, δεν περιέχει φωσφορικά, ουρία, θειικά ή κρεατινίνη. Έτσι, όταν ο ουραιμικός άρρωστος υποβάλλεται σε κάθαρση, οι ουσίες αυτές βγαίνουν στο υγρό κάθαρσης σε μεγάλες ποσότητες και, με αυτό τον τρόπο, απομακρύνονται σε μεγάλη αναλογία από το πλάσμα.

Παρ' όλα αυτά, όμως, η γενική κάθαρση του πλάσματος εξακολουθεί να είναι σημαντικά περιορισμένη όταν οι φυσικοί νεφροί αντικαθίστανται από τον τεχνητό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Σύγκριση του υγρού κάθαρσης με το πλάσμα
φυσιολογικού και ουραιμικού ατόμου

Συστατικό	Φυσιολογικό πλάσμα	Υγρό κάθαρσης	Πλάσμα ουραιμικού
<i>Ηλεκτρολύτες</i>			
(mEq/l)			
Na ⁺	142	33	142
K ⁺	5	1,0	7
Ca ⁺⁺	3	3	2
Mg ⁺⁺	1,5	1,5	1,5
Cl ⁻	107	105	107
HCO ₃ ⁻	27	35,7	14
Γαλακτικά	1,2	1,2	1,2
HPO ₄ ⁻⁻	3	0	9
Ουρικά	0,3	0	2
Θειικά	0,5	0	3
<i>Μη ηλεκτρολύτες</i>			
(mg/100 ml)			
Γλυκόζη	100	125	100
Ουρία	26	0	200
Κρεατινίνη	1	0	6

2.1.4. ΝΕΦΡΩΣΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ – ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΣΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Μεγάλος αριθμός αρρώστων με νεφρικά νοσήματα εκδηλώνουν το λεγόμενο *νεφρωσικό σύνδρομο*, που χαρακτηρίζεται ειδικά από *απώλεια μεγάλων ποσοτήτων πρωτεϊνών του πλάσματος στα ούρα*. Σε μερικές περιπτώσεις, το σύνδρομο παρατηρείται χωρίς άλλες ενδείξεις διαταραχής της νεφρικής λειτουργίας, συχνότερα όμως συνοδεύεται από κάποιου βαθμού νεφρική ανεπάρκεια.

Αίτιο της απώλειας πρωτεϊνών στα ούρα είναι η αύξηση της διαπερατότητας της σπειραματικής μεμβράνης. Έτσι, νεφρωσικό σύνδρομο μπορεί να προκαλέσει κάθε νοσηρή κατάσταση που μπορεί να

αυξήσει τη διαπερατότητα αυτής της μεμβράνης. Τέτοιες παθήσεις είναι: μερικές μορφές *χρόνιας σπειραματονεφρίτιδας* (στην προηγούμενη συζήτηση σημειώνεται ότι η πάθηση αυτή προσβάλλει κυρίως τα σπειράματα και προκαλεί μεγάλη αύξηση της διαπερατότητας της σπειραματικής μεμβράνης). Η *αμυλοείδωση*, που οφείλεται σε εναπόθεση αμυλοειδούς, μιας παθολογικής, πρωτεϊνικής φύσης, ουσίας, στα τοιχώματα των αιμοφόρων αγγείων προκαλεί σοβαρές βλάβες στη βασική μεμβράνη του σπειράματος, και το *νεφρωσικό σύνδρομο με ελάχιστες αλλοιώσεις*, μια πάθηση που απαντάται κυρίως σε μικρά παιδιά.

2.1.5. ΝΕΦΡΩΣΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ «ΜΕ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ»

Στο λεγόμενο νεφρωσικό σύνδρομο με ελάχιστες αλλοιώσεις σπάνια διακρίνεται με το οπτικό μικροσκόπιο κάποια ανωμαλία της σπειραματικής μεμβράνης. Με ειδικές όμως μεθόδους έρευνας έχει βρεθεί ότι το αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο που κανονικά παρουσιάζει η σπειραματική μεμβράνη είναι, ελαττωμένο ή δεν υπάρχει. Επίσης, σε μερικές περιπτώσεις έχουν διαπιστωθεί, με ανοσολογικές μελέτες, παθολογικές άνοσες αντιδράσεις που δείχνουν ότι η απώλεια του αρνητικού φορτίου θα μπορούσε να οφείλεται σε προσβολή της μεμβράνης από αντισώματα.

Η απώλεια του αρνητικού φορτίου επιτρέπει στις πρωτεΐνες, και ιδιαίτερα στη λευκωματίνη, να περνούν ελεύθερα από τη σπειραματική μεμβράνη, δοθέντος ότι στη φυσιολογική κατάσταση το αρνητικό φορτίο της μεμβράνης απωθεί τα αρνητικά φορτισμένα μόρια των πρωτεϊνών του πλάσματος - γεγονός που αποτελεί τον κύριο τρόπο

παρεμπόδισης της διαφυγής πρωτεϊνών στα ούρα.

Το νεφρωσικό σύνδρομο με ελάχιστες αλλοιώσεις παρατηρείται κυρίως σε παιδιά ηλικίας 2-6 ετών αλλά μερικές φορές και σε ενηλίκους.

Η μεγάλη διαπερατότητα της σπειραματικής μεμβράνης μερικές φορές επιτρέπει να χάνονται καθημερινά στα ούρα ακόμα και 40 g πρωτεΐνης, ποσότητα εξαιρετικά μεγάλη για μικρό παιδί - γι' αυτό και συχνά οι πρωτεΐνες του πλάσματος ελαττώνονται σε επίπεδα κάτω των 2 g/dl και η κολλοειδωσμοτική πίεση πέφτει από τα φυσιολογικά επίπεδα των 28 mm Hg μέχρι ακόμα και τα 6 ως 8 mm Hg. Η χαμηλή κολλοειδωσμοτική πίεση επιτρέπει τη διήθηση μεγάλων ποσοτήτων υγρού στους διάμεσους χώρους, προκαλώντας έτσι σοβαρό υποπρωτεϊναιμικό οίδημα. Είναι γνωστό ότι το νεφρωσικό άτομο παρουσιάζει μερικές φορές μέχρι και 10 λίτρα πλεόνασμα εξωκυττάριου υγρού, καθώς και ότι μέχρι και 10 λίτρα αθροίζεται ελεύθερο μέσα στην κοιλιά προκαλώντας ασκίτη. Επίσης οι αρθρώσεις διογκώνονται, ενώ με υγρό γεμίζουν κατά ένα μέρος τους και η υπεζωκοτική και η περικαρδιακή κοιλότητα.

Περίπου τα 90% από αυτά τα παιδιά ανταποκρίνονται πολύ καλά στη χορήγηση γλυκοκορτικοειδών, τα οποία είναι γνωστό ότι επηρεάζουν μερικούς τύπους ανοσολογικών διαταραχών, αν και ο κυτταρικός μηχανισμός της επίδρασής τους, δεν είναι γνωστός.

Σε όλους τους τύπους νέφρωσης στους οποίους η συγκέντρωση της λευκωματίνης στο πλάσμα ελαττώνεται πολύ, εμφανίζονται στο πλάσμα μεγάλες ποσότητες λιποειδών με ιδιαίτερα μεγάλη αύξηση της χοληστερόλης του αίματος. Πιστεύεται ότι το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε άμεση επίδραση της χαμηλής συγκέντρωσης λευκωματίνης του πλάσματος στο ήπαρ, με αποτέλεσμα την αύξηση των λιποπρωτεϊνών του πλάσματος.

2.5. ΟΥΡΗΣΗ

Ούρηση είναι η διαδικασία κένωσης της ουροδόχου κύστης όταν γεμίζει. Βασικά η κύστη (1) γεμίζει προοδευτικά ώσπου η τάση των τοιχωμάτων της να γίνει μεγαλύτερη από τον ουδό, οπότε (2) εκλύεται ένα νευρικό αντανακλαστικό που ονομάζεται «αντανακλαστικό ούρησης» το οποίο προκαλεί είτε ούρηση ή, αν δεν γίνει αυτό, τουλάχιστο συνειδητή επιθυμία για ούρηση.

2.5.1. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΤΗΣ ΚΥΣΤΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

Η ουροδόχος κύστη, που απεικονίζεται στην Εικόνα 23-6, είναι μια κοιλότητα από λείες μυϊκές ίνες που αποτελείται από δύο κύρια μέρη: (1) *το σώμα*, που αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της κύστης, και (2) *τον αυχένα* της κύστης, που ονομάζεται επίσης *οπίσθια ουρήθρα*.

Ο λείος μυς της ουροδόχου είναι γνωστός ως *εξωστήρας μυς*. Οι ίνες του προχωρούν προς όλες τις κατευθύνσεις και, όταν συστέλλονται, μπορούν να αυξάνουν την ενδοκυστική πίεση μερικές φορές και μέχρι 40-60 mm Hg. Το δυναμικό ενέργειας μπορεί να εξαπλωθεί σε ολόκληρη τη μάζα του εξωστήρα μυός, προκαλώντας άμεση συστολή ολόκληρης της κύστης.

Κάθε ουρητήρας μπαίνει στην κύστη από την οπισθοπλάγια επιφάνειά της, οδεύει λοξά μέσα από τον εξωστήρα μυ για ένα ως δύο εκατοστόμετρα, κάτω από το βλεννογόνο της κύστης, και τελικά εκβάλλει στην κύστη.

Ο αυχένας της κύστης ονομάζεται πολλές φορές *έσω σφιγκτήρας* και ο φυσικός του τόνος εμποδίζει την κένωση της κύστης ώσπου η

πίεση στο σώμα της να αυξηθεί πάνω από έναν κρίσιμο ουδό.

Πέρα από τον αυχένα της κύστης, η ουρήθρα περνά μέσα από το *ουρογεννητικό διάφραγμα*, που περιέχει μια στιβάδα μυϊκών ινών που αποτελούν τον *έξω σφιγκτήρα* της κύστης. Ο μυς αυτός είναι εκούσιος σκελετικός μυς σε αντίθεση με το μυϊκό τοίχωμα του σώματος και του αυχένα της κύστης, που αποτελούνται από λείες μόνο μυϊκές ίνες. Αυτός ο έξω σφιγκτήρας ελέγχεται εκούσια από το νευρικό σύστημα και μπορεί να χρησιμεύσει για να εμποδίζει την ούρηση ακόμα και όταν επιχειρείται η κένωση της κύστης με ακούσιους μηχανισμούς ελέγχου.

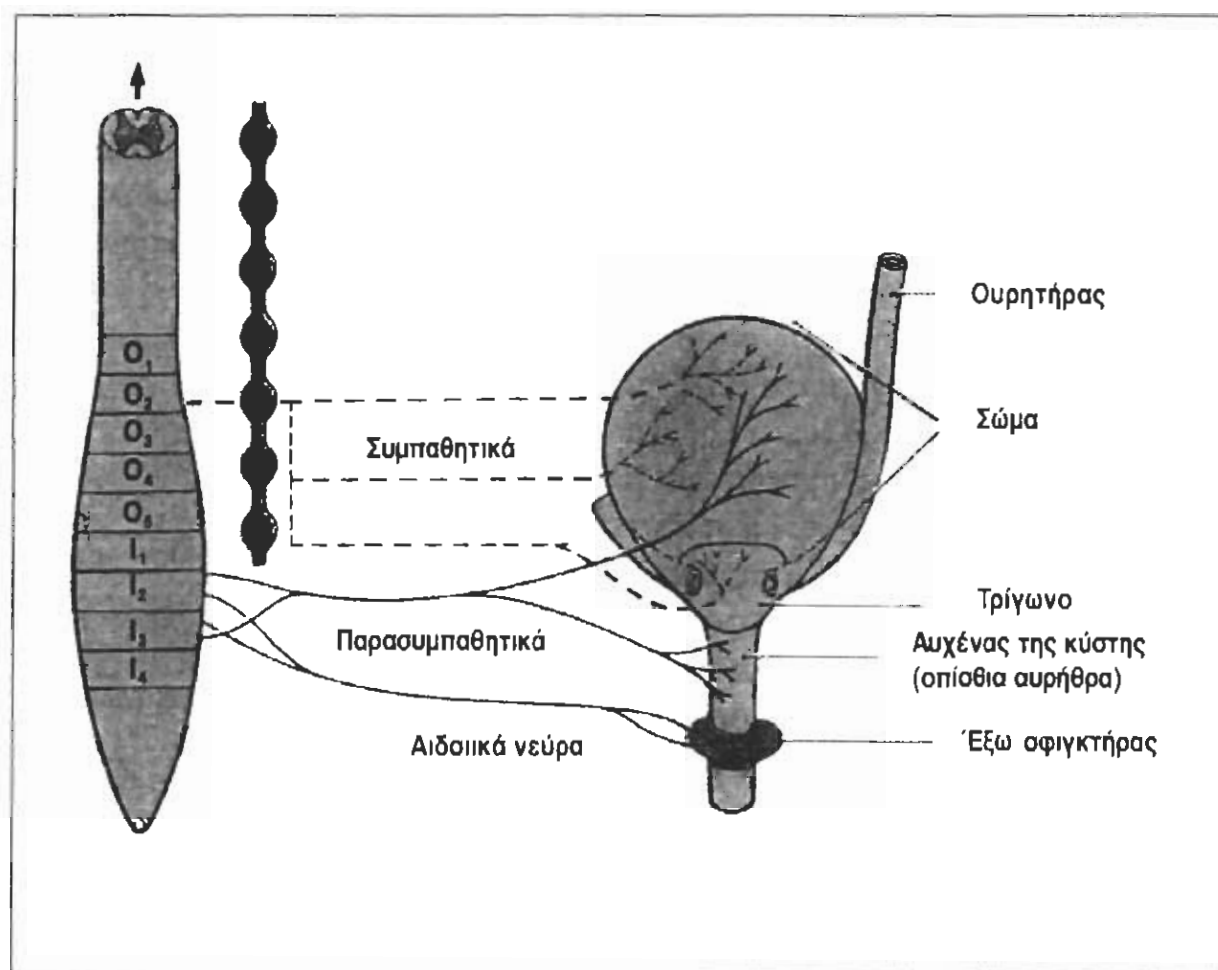
2.5.2. ΝΕΥΡΩΣΗ ΤΗΣ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΗΣ

Η κύρια νεύρωση τη ουροδόχου συντελείται με τα *πυελικά νεύρα*, τα οποία μέσω του ιερού πλέγματος συνδέονται με το νωτιαίο μυελό, κυρίως με τα νευροτόμια I-2 και I-3. Με τα πυελικά νεύρα οδεύουν *αισθητικές και κινητικές νευρικές ίνες*. Οι αισθητικές ευαισθητοποιούνται κυρίως από το βαθμό της διάτασης του κυστικού τοιχώματος. Τα ερεθίσματα διάτασης που προέρχονται από την οπίσθια ουρήθρα είναι ιδιαίτερα έντονα, και κυρίως αυτά ευθύνονται για την κινητοποίηση των αντανακλαστικών που προκαλούν την κένωση της ουροδόχου.

Οι κινητικές ίνες που οδεύουν με τα πυελικά νεύρα είναι *παρασυμπαθητικές ίνες*, οι οποίες καταλήγουν σε γαγγλιακά κύτταρα που βρίσκονται στο κυστικό τοίχωμα. Από αυτά εκπορεύονται μικρού μήκους μεταγαγγλιακές ίνες που νευρώνουν τον *έξωσπύρα μυ*.

Εκτός από τα πυελικά νεύρα, η κύστη νευρώνεται και με σκελετικές μυϊκές ίνες που οδεύουν με το *αιδοϊκό νεύρο* προς τον *έξω σφιγκτήρα της κύστης*. Πρόκειται για *σωματικές νευρικές ίνες* που νευρώνουν και ελέγχουν τις σκελετικές (εκούσιες) μυϊκές ίνες του

σφιγκτήρα.



Η ουροδόχος κύστη και η νεύρωσή της

2.5.3. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΟΥΡΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΥΡΗΤΗΡΕΣ

Οι ουρητήρες είναι μικροί σωλήνες από λείες μυϊκές ίνες που ξεκινούν από τις πυέλους των δύο νεφρών, πορεύονται προς τα κάτω και εισδύουν στην κύστη. Καθώς τα ούρα συλλέγονται μέσα στη νεφρική πύελο, η πίεση σε αυτήν αυξάνει και αρχίζει ένα περισταλτικό κύμα που εκτείνεται προς τα κάτω, κατά μήκος του ουρητήρα, για να υποχρεώσει τα ούρα να κινηθούν προς την κύστη. Το περισταλτικό κύμα μπορεί να

κινήσει τα ούρα ενάντια σε μια απόφραξη με πίεση ως 50-100 mm Hg.

Η μεταβίβαση του περισταλτικού κύματος είναι πιθανόν ότι προκαλείται κυρίως με δυναμικά ενέργειας που περνούν κατά μήκος του λείου μυϊκού συγκυτίου του τοιχώματος του ουρητήρα. Ο παρασυμπαθητικός ερεθισμός μπορεί να αυξήσει και ο συμπαθητικός να μειώσει τη συχνότητα των περισταλτικών κυμάτων και πιθανώς μπορεί να επηρεάσει και την ένταση της συστολής.

Στο κατώτερο άκρο του, ο ουρητήρας διαπερνά λοξά την κύστη, όπως φαίνεται στην Εικόνα που παρουσιάζουμε παραπάνω. Ο ουρητήρας προχωρεί σε μήκος μερικών εκατοστών κάτω από το βλεννογόνο της κύστης, έτσι που η πίεσή της να τον συμπιέζει, εμποδίζοντας με αυτό τον τρόπο την προς τα πίσω ροή των ούρων όταν η πίεση μέσα στην κύστη αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ούρησης.

2.5.4. ΤΟ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟ ΤΗΣ ΟΥΡΗΣΗΣ

Καθώς η κύστη γεμίζει παρατηρούμε ότι αρχίζουν να εμφανίζονται πολλές πρόσθετες συστολές ούρησης. Οι συστολές αυτές οφείλονται σε ένα αντανακλαστικό τάσης που ξεκινά από τα σεοϋποδοχείς του τοιχώματος της κύστης και ιδιαίτερα της οπίσθιας ουρήθρας.

Από τους τα σεοϋποδοχείς αυτούς ξεκινούν *αισθητικά ερεθίσματα* που μεταβιβάζονται στα ιερά νευροτόμια του νωτιαίου μυελού με τα *πυελικά νεύρα* και επιστρέφουν από εκεί στην κύστη με τις *παρασυμπαθητικές ίνες* των ίδιων νεύρων.

Όταν αρχίζει ένα αντανακλαστικό ούρησης, «αυτοαναπαράγεται», δηλαδή η αρχική συστολή της κύστης ενεργοποιεί περισσότερο τους υποδοχείς, προκαλώντας ακόμα μεγαλύτερη αύξηση των κεντρομόλων

ερεθισμάτων από την κύστη και την οπίσθια ουρήθρα η οποία οδηγεί σε παραπέρα αύξηση της αντανakλαστικής συστολής της, και ο κύκλος επαναλαμβάνεται ώσπου η κύστη να φτάσει στο μέγιστο βαθμό συστολής. Μετά, ύστερα από λίγα δευτερόλεπτα ως περισσότερο από ένα λεπτό, το αντανakλαστικό αρχίζει να εξασθενεί και ο αναγεννητικός κύκλος του διακόπτεται, επιτρέποντας τη γρήγορη ελάττωση της συστολής της κύστης. Όταν έχει ενεργοποιηθεί το αντανakλαστικό ούρησης χωρίς να ακολουθήσει κένωση της κύστης, τα νευρικά στοιχεία του αντανakλαστικού συνήθως παραμένουν σε κατάσταση αναστολής για λίγα τουλάχιστον λεπτά μέχρι, μερικές φορές, ως μία ώρα και περισσότερο, πριν ξαναρχίσει άλλο αντανakλαστικό.

Ωστόσο, καθώς η κύστη γεμίζει, τα αντανakλαστικά ούρησης γίνονται όλο και πιο συχνά και ισχυρότερα, ώσπου ένα ακόμα περνά στην ιερή μοίρα του νωτιαίου μυελού και γυρίζει με το αιδοϊκό νεύρο στον έξω σφιγκτήρα, τον οποίο αναστέλλει. Αν η αναστολή αυτή είναι ισχυρότερη από τα εκούσια ερεθίσματα σύσπασης του εγκεφάλου προς το σφιγκτήρα, θα προκληθεί ούρηση. Αν όχι, δεν θα προκληθεί ούρηση ώσπου η κύστη να γεμίσει ακόμα περισσότερο και το αντανakλαστικό της ούρησης να γίνει ακόμα πιο ισχυρό.

2.5.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΟΥΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ

Το ανακλαστικό της ούρησης είναι τελείως αυτόματο νωτιαίο αντανakλαστικό, αλλά είναι δυνατόν να αναστέλλεται ή να εκλύεται από εγκεφαλικά κέντρα. Τέτοια είναι:

- (α) ισχυρά οδωτικά και ανασταλτικά κέντρα του εγκεφαλικού στελέχους, που είναι πιθανόν ότι βρίσκονται στη γέφυρα, και
- (β) διάφορα κέντρα του εγκεφαλικού φλοιού, κυρίως ανασταλτικά,

που μερικές φορές μπορούν να γίνουν και εκλυτικά.

Το αντανακλαστικό της ούρησης αποτελεί το βασικό αίτιο ούρησης, αλλά φυσιολογικά τον τελικό έλεγχο ασκούν τα ανώτερα κέντρα με τους εξής τρόπους:

1. Διατηρούν το αντανακλαστικό της ούρησης σε μόνιμη μερική αναστολή, εκτός αν το άτομο επιθυμεί να ουρήσει.
2. Εμποδίζουν την ούρηση, ακόμα και αν υπάρχει αντανακλαστικό ούρησης, με συνεχή τονική συστολή του έξω σφιγκτήρα μυός της κύστης.
3. Όταν έρθει η ώρα της ούρησης, τα φλοιώδη κέντρα μπορούν:
 - (α) να διεγείρουν τα ιερά κέντρα της ούρησης ώστε να αρχίσουν ένα αντανακλαστικό ούρησης και
 - (β) να αναστείλουν τον έξω σφιγκτήρα της κύστης ώστε να γίνει δυνατή η έναρξη της ούρησης.

Η ΑΤΟΝΗ ΚΥΣΤΗ

Η καταστροφή των αισθητικών νευρικών ινών που οδεύουν από την κύστη στο νωτιαίο μυελό εμποδίζει τη μετάδοση των ερεθισμάτων της διάτασής της και τις αντανακλαστικές συστολές της ούρησης. Έτσι, το άτομο χάνει ολοκληρωτικά τον έλεγχο της κύστης, παρά την ακεραιότητα των απαγωγών ινών από το νωτιαίο μυελό προς την κύστη και την ακεραιότητα των συνδέσεων με τον εγκέφαλο. Αντί να κενώνεται περιοδικά, γεμίζει ώσπου να καλυφθεί ολόκληρη η χωρητικότητά της και, τότε, εκρέουν («υπερεκχειλίζουν») λίγες σταγόνες ούρων κάθε φορά από την ουρήθρα. Είναι η λεγόμενη *ακράτεια εκρσής* ή απλώς *στάγδην υπερεκχείλιση*.

Η ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΚΥΣΤΗ

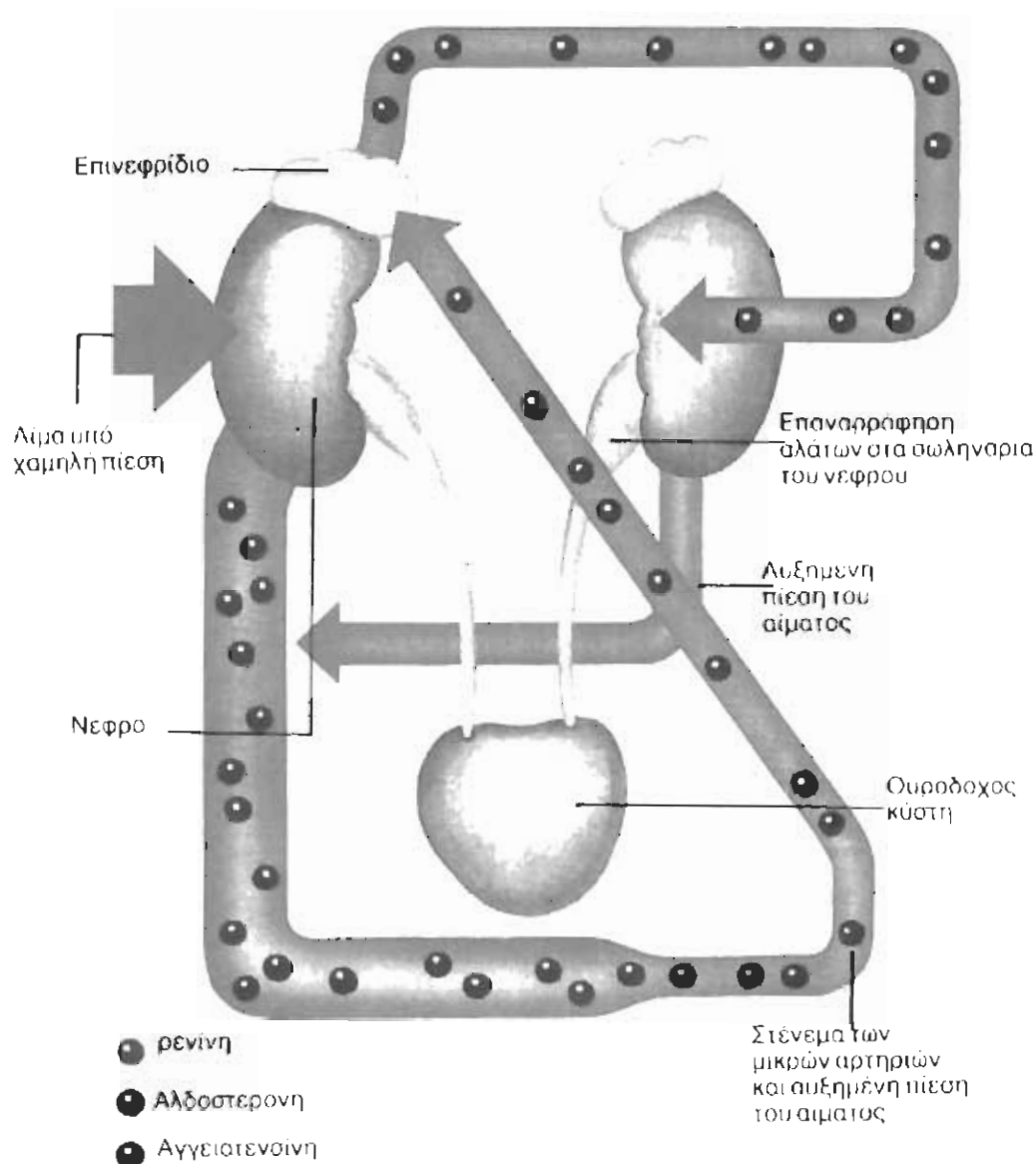
Αν ο νωτιαίος μυελός υποστεί βλάβη σε επίπεδο υψηλότερο από τα ιερά νευροτόμια, τα οποία όμως παραμένουν ακόμα ανέπαφα, εξακολουθούν να υπάρχουν τα τυπικά αντανακλαστικά της ούρησης. Ωστόσο τα αντανακλαστικά δεν μπορούν πια να ελέγχονται από τον εγκέφαλο. Κατά τις πρώτες λίγες ημέρες μέχρι μερικές εβδομάδες μετά τη βλάβη του νωτιαίου μυελού, τα αντανακλαστικά της ούρησης καταστέλλονται τελείως λόγω της «νωτιαίας καταπληξίας» που προκαλεί η αιφνίδια απώλεια των οδωτικών ερεθισμάτων από το εγκεφαλικό στέλεχος και τον εγκέφαλο. Αν, πάντως, η κύστη κενώνεται περιοδικά με καθετηριασμό ώστε να προληφθεί η φυσική βλάβη της, βαθμιαία η διεγερσιμότητα του αντανακλαστικού της ούρησης αυξάνεται, ώσπου τελικά επανέρχονται τα τυπικά αντανακλαστικά της ούρησης.

Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον ότι, στην κατάσταση αυτή, μερικές φορές ο ερεθισμός του δέρματος της γεννητικής χώρας εκλύει αντανακλαστικό της ούρησης, αποτελώντας έναν τρόπο με τον οποίο αυτοί οι ασθενείς μπορούν ακόμα να ελέγχουν την ούρηση.

2.6. ΟΡΜΟΝΙΚΟΙ ΝΕΦΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ

Φυσιολογικά από τα νεφρά διέρχονται 1.200 κ. εκ. αίματος κατά λεπτό της ώρας, τα οποία αντιστοιχούν προς το 1/5 του κατά λεπτό όγκου αίματος. Τα νεφρικά νεύρα είναι νεύρα απόλυτα αγγειοσυσταλτικά, ενεργοποιούνται δε σε ελάττωση του όγκου παλμού,

με αποτέλεσμα τη διοχέτευση αίματος προς άλλα όργανα βασικότερης σημασίας για την επιβίωση. Έτσι είναι δυνατόν να εξοικονομηθεί και ένα λίτρο αίματος κατά λεπτό της ώρας για την αιμάτωση της καρδιάς και του εγκεφάλου.



Σε λιγότερο επείγουσες περιπτώσεις, η αιμάτωση του νεφρού και η πίεση του αίματος μέσα στο μαλπιγιανό σωμάτιο αυτορρυθμίζεται από τους νεφρούς, με αύξηση ή ελάττωση του τόνου του προσαγωγού και

απαγωγού αρτηριδίου, έτσι ώστε η πίεση μέσα στο μαλπιγιανό σωματίο και κατ' επέκταση και η ενεργητική πίεση διήθησης να παραμένουν σταθερές, παρ' όλη την ελάττωση του όγκου παλμού.

Εκτός από την ελάττωση του όγκου παλμού και σε απλές ακόμη διαταραχές της πίεσης του αίματος, οι νεφροί έχουν την ικανότητα αυτορρύθμισης της πίεσης στο μαλπιγιανό σωματίο.

Σε πτώση της πίεσης του αίματος το παρασπειραματικό σωματίο εκκρίνει ρενίνη στο αίμα. Η ρενίνη είναι ένα προτεολυτικό ένζυμο, το οποίο επιδρά στην α-2 σφαιρίνη και ελευθερώνει αγγειοτενσίνη (δεκαπεπτίδιο) I. Η αγγειοτενσίνη I με την επίδραση ενζύμου του πλάσματος σχηματίζει αγγειοτενσίνη II (οκταπεπτίδιο), το οποίο είναι ισχυρό αγγειοσυσταλτικό (βλ. Εικόνα). Η ρενίνη πιστεύεται σήμερα ότι αποτελεί ένα από τους κυριότερους παράγοντες στην έκκριση αλδοστερόνης από τα επινεφρίδια. Στο μυελό των νεφρών έχει τελευταία ανακαλυφθεί ένα λιποειδές το οποίο ονομάστηκε προσταγλανδίνη και το οποίο προκαλεί περιφερειακή αγγειοδιαστολή και αύξηση της αποβολής νατρίου από τους νεφρούς, επιδρώντας έτσι στην αρτηριακή πίεση.

Έχουμε ήδη αναφέρει τη σχέση παραγωγής αμμωνίας στη ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας, θα πρέπει όμως να ενθυμούμεθα ότι σε ασθενείς με ηπατική ανεπάρκεια δεν πρέπει να χορηγούμε Acetazolamide, διότι αυτή με το να αναστέλλει τη δράση της καρβονικής ανυδράσης έχει σαν αποτέλεσμα η παραγόμενη αμμωνία να μη σχηματίζει αμμωνιακή ρίζα μετά του ιόντος H^+ , αλλά να παραμένει ελεύθερη στον αυλό, να διέρχεται προς τις φλέβες και να προκαλεί επιδείνωση του ηπατικού κώματος.

Οι νεφροί επίσης συμμετέχουν στη ρύθμιση της πίεσης του αίματος και κατ' άλλους τρόπους, όπως για παράδειγμα με την καταστροφή αγγειοσυσταλτικών ουσιών, οι οποίες προέρχονται από άλλα όργανα κ.λπ.

Εκτός από τη ρενίνη ο νεφρός συμμετέχει και στην αιμοποίηση με την έκκριση ερυθροποιητίνης, η οποία δρα στο μυελό των οστών. Αυτή είναι μια γλυκοπρωτεΐδη και φαίνεται ότι επιδρά στα αδιαφοροποίητα κύτταρα του μυελού των οστών, τα οποία μετατρέπει σε ερυθροβλάστες. Έχει ανεβρεθεί επίσης και στα ινομύματα και στα εγκεφαλικά αιμαγγειοβλαστώματα. Σε καταστροφή του νεφρικού παρεγχύματος δεν παράγεται ερυθροποιητίνη και η αναιμία των ουραιμικών οφείλεται, μερικώς, και στη μη παραγωγή αυτής.

Σε αντίθεση, στους πολυκυστικούς νεφρούς, σε ορισμένους όγκους του νεφρού κ.λπ. είναι δυνατή η παραγωγή της ουσίας αυτής σε ποσότητες τέτοιες, ώστε να προκαλείται ακόμη και υπερερυθραιμία. Που ακριβώς παράγεται η ορμόνη αυτή δεν είναι γνωστό. Πιθανολογείται ότι τα κύτταρα του παρασπειραματικού σωματίου έχουν κάποια σχέση με την παραγωγή. Μια άλλη άποψη είναι ότι στο νεφρό παράγεται μια προορμόνη (ερυθρογενίνη), η οποία αντιδρά με άλλο παράγοντα εκτός του νεφρού και σχηματίζεται εκεί η ερυθροποιητίνη.

Ο νεφρός επίσης συμβάλλει στον μεταβολισμό της βιταμίνης D. Το εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο είναι κυρίως το σημείο όπου παράγεται η $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$. Αυτή μετά την απέκκριση από το νεφρό, φέρεται στο έντερο όπου επιδρά στην απορρόφηση του ασβεστίου, στα οστά όπου επιδρά στην κινητοποίηση του ασβεστίου και τέλος σ' αυτόν τον ίδιο το νεφρό όπου επιδρά στην επαναρρόφηση του φωσφόρου. Η βιταμίνη D^3 φαίνεται ότι, με την παραθορμόνη και την καλσιτονίνη ρυθμίζει το μεταβολισμό του ασβεστίου.

Στους ιστούς του οργανισμού και στο νεφρό παράγεται ένζυμο ή Καλικρεΐνη. Αυτή ενεργεί στην A_2 -σφαιρίνη την οποία διαχωρίζει σε πεπτίδες καλούμενες κινίνες. Οι κινίνες είναι τρεις διαφορετικές πεπτίδες, η μία των οποίων ονομάζεται βραδυκίνη. Οι κινίνες είναι ισχυρές αγγειοδιασταλτικές ουσίες. Επειδή οι καλικρεΐνες

αδρανοποιούνται στον πνεύμονα, φαίνεται ότι στους νεφρούς έχουν κάποια τοπική κυκλοφοριακή δράση και πιθανόν να συμβάλλουν και στην αποβολή του νατρίου.

Ο φλοιός των επινεφριδίων επίσης έχει σχέση με τον νεφρό, ιδιαίτερα οι ορμόνες αλδοστερόνη και Cortisol. Η πρώτη, όπως ήδη αναφέραμε, με τη δράση της στο άπω εσπειραμένο κατακρατεί χλωριούχο νάτριο και αποβάλλει κάλιο, ενώ η δεύτερα αυξάνει τη διήθηση, με αποτέλεσμα μεγαλύτερα ποσά χλωριούχου νατρίου να διέρχονται δια του μαλπιγιανού σωματίου. Αυτή επιτρέπει επίσης μεγαλύτερη επαναρρόφηση χλωριούχου νατρίου στο άπω εσπειραμένο, με αποτέλεσμα το σχηματισμό περισσότερο αραιών ούρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

- ΑΠΛΕΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΕΣ ΝΕΦΡΩΝ, ΝΕΦΡΩΝ - ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ
- ΑΠΛΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ (Ν.Ο.Κ.)
- ΝΕΦΡΩΝ - ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ - ΚΥΣΤΕΩΣ
- ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ
- ΑΝΙΟΥΣΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΟΣΦΥΪΚΗ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ
- ΑΝΙΟΥΣΑ ΚΥΣΤΕΟΓΡΑΦΙΑ - ΚΥΣΤΕΟΥΡΗΘΡΟΓΡΑΦΙΑ
- ΑΡΤΗΡΙΟΓΡΑΦΙΑ
- ΦΛΕΒΟΓΡΑΦΙΑ
- ΔΙΑΔΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΚΕΝΤΗΣΗ
- ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ
- ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ
- ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ
- ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. ΑΠΛΕΣ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΕΣ ΝΕΦΡΩΝ

3.1.1. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΝΕΦΡΩΝ

Τοποθέτηση

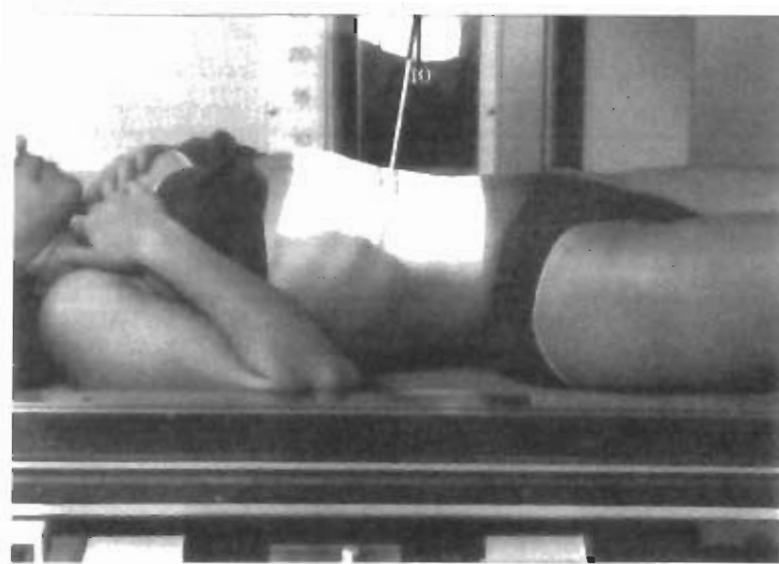
- Θέση ασθενούς: ύπτιος.
- Τα γόνατα κάμπτονται ελαφρά ώστε να μειωθεί η οσφυϊκή λόρδωση.
- Τα άνω άκρα τοποθετούνται ψηλά πάνω από το στήθος ή στα πλάγια του ασθενούς σε μικρή απόσταση από τον κορμό του.
- Οι πρόσθιες άνω λαγόνιες άκανθες ισαπέχουν από το φιλμ.
- Η κασέτα τοποθετείται με το κάτω χείλος στο των λαγονιών ακρολοφιών
- Αναπνευστική φάση: εισπνοή ώστε να ανασηκωθούν ακόμη περισσότερο τα πλευρικά τόξα και να αποφευχθούν συμπροβολές.
- Προστασία γονάδων.

Επικέντρωση

Στο μέσο της κασέτας με την κεντρική ακτίνα 10° κεφαλικά.

Χρησιμότητα

Χρήσιμη ακτινογραφία για την εκλεκτική μελέτη του νεφρικού παρεγχύματος.



Επικέντρωση



1. Μείζον κάλυκας, 2. Νεφρική πέλεκος, 3. Ουρητήρας

Αξιολόγηση

- Η ακτινογραφία περιλαμβάνει όλη την περιοχή από το Θ11 μέχρι τον 05.
- Οι οσφυϊκοί σπόνδυλοι αναδεικνύονται στο μέσο της ακτινογραφίας.
- Η ουρητηρική πίεση έχει ασκηθεί και έχει ως αποτέλεσμα

ικανοποιητική πλήρωση του πυελοκαλυκτικού συστήματος.

3.1.2. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΛΟΞΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΝΕΦΡΩΝ

Τοποθέτηση

Θέση ασθενούς: ύπτιος.

Το σώμα του ασθενούς στρέφεται εναλλάξ δεξιά και αριστερά κατά 30° και υποστηρίζεται κατάλληλα.

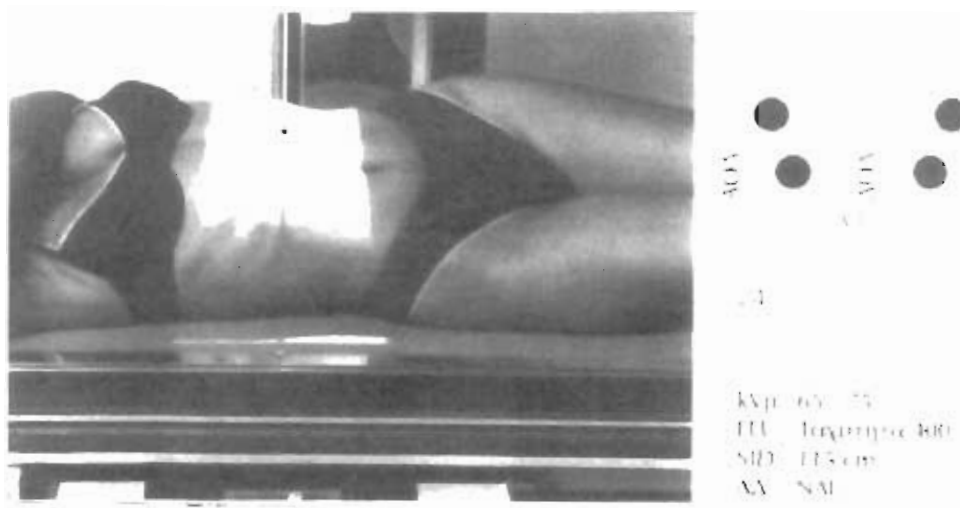
Η κασέτα τοποθετείται με το κάτω χείλος της στο ύψος της λαγόνιας ακρολοφίας.

Αναπνευστική φάση: εκπνοή.

Προστασία γονάδων.

Επικέντρωση

Στο μέσο της κασέτας.

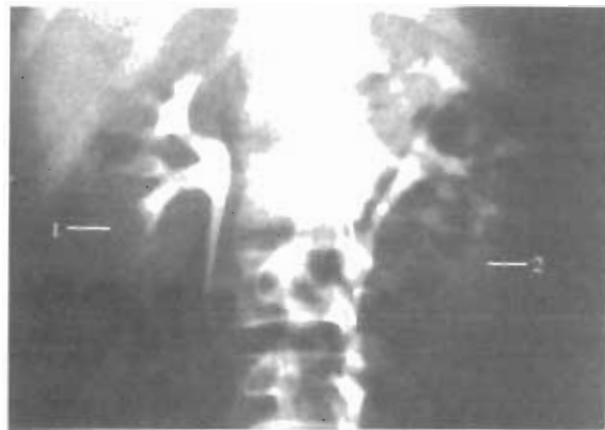


Επικέντρωση

Χρησιμότητα

Χρήσιμη ακτινογραφία για τη μελέτη κυρίως του αφιστάμενου νεφρού,

τη μελέτη του σχήματος της νεφρικής πυέλου, την ανάδειξη ανωμαλιών των νεφρικών θηλών, την αξιολόγηση ελλειμμάτων πληρώσεως, την ανάδειξη της σχέσης παρεγχυματικών ανωμαλιών με τους κάλυκες, την διαφορική διάγνωση αποτιτανώσεων του ουροποιητικού από άλλες αποτιτανώσεις (πλευρικού τόξου, χολόλιθους) και για την αποφυγή ανεπιθύμητων συμφορών.



ΑΟΛ ακτινογραφία νεφρών

1. Δεξιός νεφρός, 2. Αριστερός νεφρός

Αξιολόγηση

- Ο αφιστάμενος νεφρός και ο αφιστάμενος ουρητήρας αναδεικνύονται χωρίς συμφορές με την σπονδυλική στήλη.
- Η σπονδυλική στήλη αναδεικνύεται στο μέσο του φιλμ.

3.1.3. ΠΛΑΓΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΝΕΦΡΩΝ - ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ

Τοποθέτηση

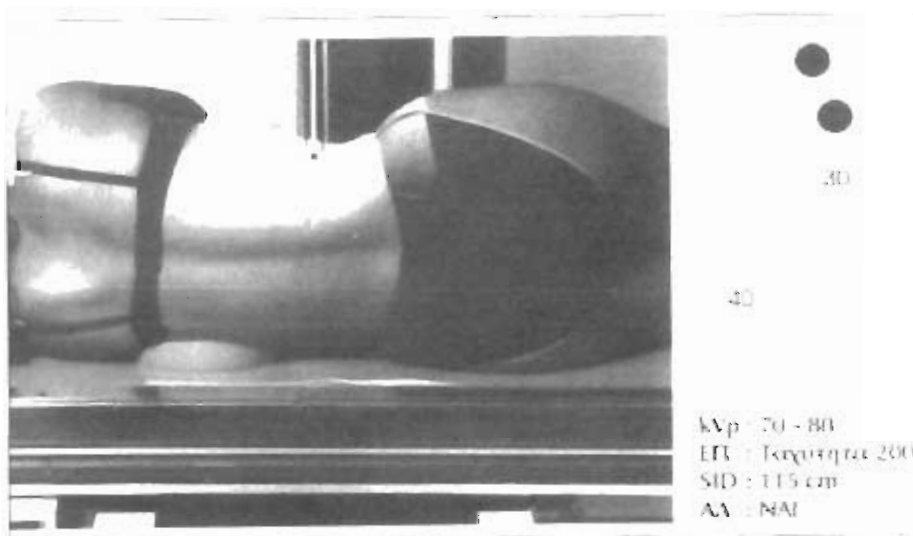
- Θέση ασθενούς: πλάγια κατάκλιση με τον εξεταζόμενο νεφρό να πρόσκειται στο φιλμ.
- Ο ασθενής λυγίζει τα κάτω άκρα και με το αφιστάμενο χέρι

στηρίζεται από το τραπέζι.

- Η ποιότητα της εικόνας μπορεί να βελτιωθεί με την τοποθέτηση μολύβδινης ανασχεσης δίπλα στην πλάτη του ασθενούς.

Επικέντρωση

Στον O_3 .



Επικέντρωση

Χρησιμότητα

Χρήσιμη ακτινογραφία για την μελέτη της ουρητηροπυελικής συμπεροβολής, την μελέτη της θέσης των νεφρών και των ουρητήρων και την τοπογραφική διερεύνηση θετικών σκιών που προβάλλουν στην περιοχή των οργάνων του ουροποιητικού.



Πλάγια ακτινογραφία νεφρών-ουρητήρων

Αξιολόγηση

- Οι σκιαγραφημένοι νεφροί και ουρητήρες αναδεικνύονται ικανοποιητικά.
- Τα μεσοσπονδύλια διαστήματα είναι ανοιχτά και οι άνω και οι κάτω επιφάνειες κάθε σπονδυλικού σώματος προβάλλουν κάθετα. Η οσφυοϊερά άρθρωση αναδεικνύεται ανοικτή.
- Τα μεσοσπονδύλια τμήματα είναι ανοιχτά και οι αυχένες και οι οπίσθιες επιφάνειες κάθε σπονδυλικού σώματος συμπροβάλλονται.

3.1.4. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ

Τοποθέτηση

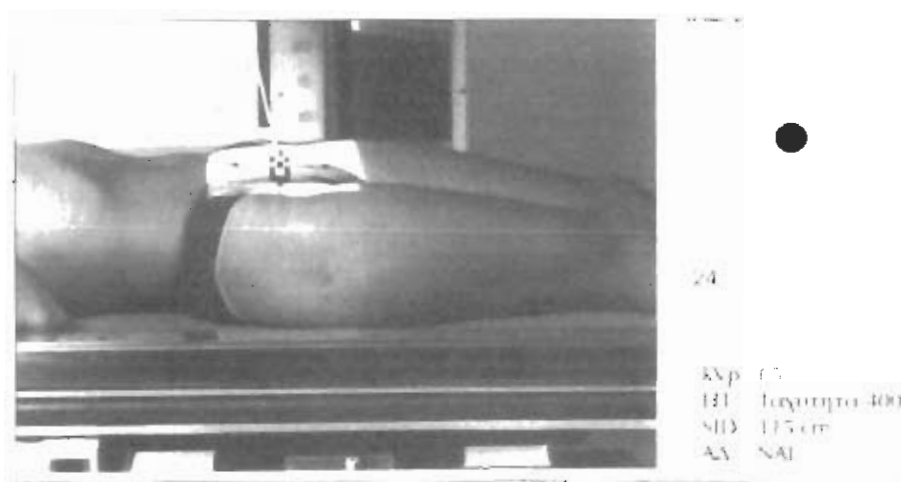
- ◇ Θέση ασθενούς: ύπτιος.
- ◇ Τα γόνατα βρίσκονται σε έκταση ώστε η αυξημένη λόρδωση να

στρέψει την ηβική σύμφυση.

- ◇ Αναπνευστική φάση: Εκπνοή.
- ◇ Προστασία γονάδων στους άνδρες.

Επικέντρωση

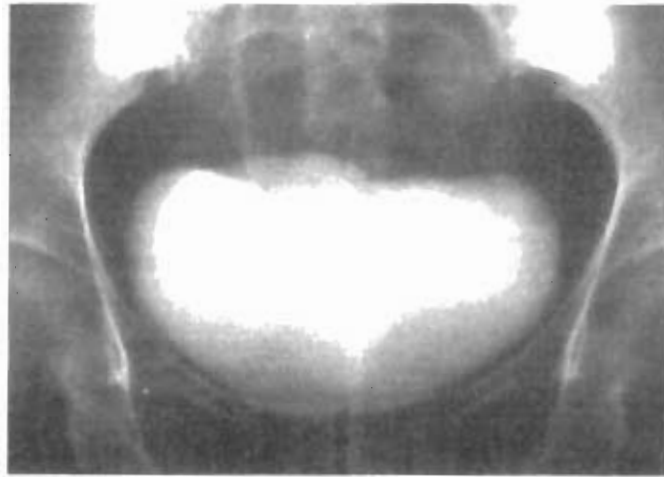
Στο μέσο 5 cm πάνω από την ηβική σύμφυση, με την κεντρική ακτίνα 10° - 15° ουριαία.



Επικέντρωση

Χρησιμότητα

Χρήσιμη ακτινογραφία για την μελέτη της ουροδόχου κύστεως, των κάτω άκρων του ουρητήρα και της οπίσθιας ουρήθρας. Στους άνδρες ικανοποιητικά μελετάται και ο προστάτης που αναδεικνύεται χωρίς συμφορές με την ηβική σύμφυση.



Π-Ο προβολή ουροδόχου κύστεως

Αξιολόγηση

- ◇ Η ουροδόχος κύστη και η ηβική σύμφυση περιλαμβάνονται στην ακτινογραφία.
- ◇ Η ηβική σύμφυση προβάλλει κάτω από τον αυχένα της ουροδόχου κύστεως.
- ◇ Οι ισχιακές άκανθες είναι ευθυγραμμισμένες με τον πυελικό δακτύλιο. Το ιερό και ο κόκκυγας είναι ευθυγραμμισμένα με την ηβική σύμφυση.
- ◇ Οι ενδοτοιχοματικές μοίρες των ουρητήρων αναδεικνύονται ικανοποιητικά μέσα από την συμροβολή τους με την σκιαγραφημένη κύστη.

3.1.5. ΠΡΟΣΘΙΟΠΙΣΘΙΑ ΛΟΞΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ

Τοποθέτηση

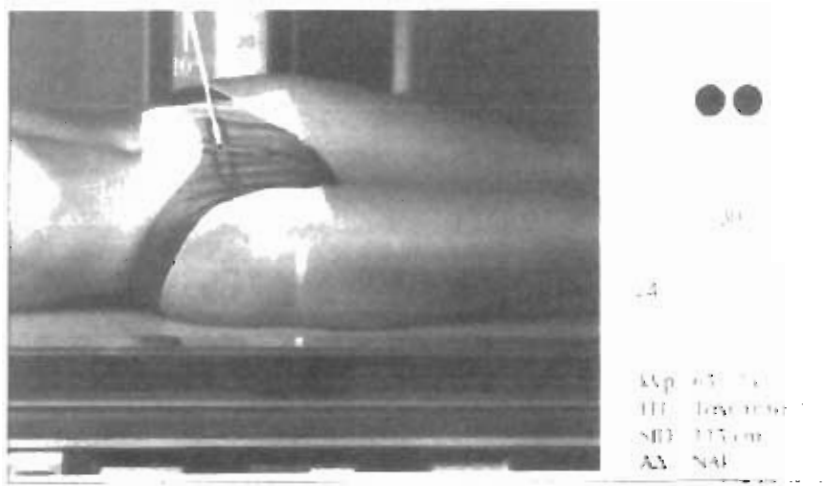
- ◇ Θέση ασθενούς: ύπτιος.
- ◇ Το σώμα του ασθενούς στρέφεται εναλλάξ δεξιά, αριστερά κατά

300 και υποστηρίζεται κατάλληλα.

- ◇ Το αφιστάμενο κάτω άκρο εκτείνεται και απάγεται για να μην συμπεριβάλλεται με την ουροδόχο κύστη, ενώ το προσκείμενο κάτω άκρο κάμπτεται ελαφρά για να βοηθήσει την ακινητοποίηση του ασθενούς.
- ◇ Αναπνευστική φάση: Τέλος εκπνοής.

Επικέντρωση

4cm πάνω από την ηβική σύμφυση με την κεντρική 10^ο ουριαία.



Επικέντρωση

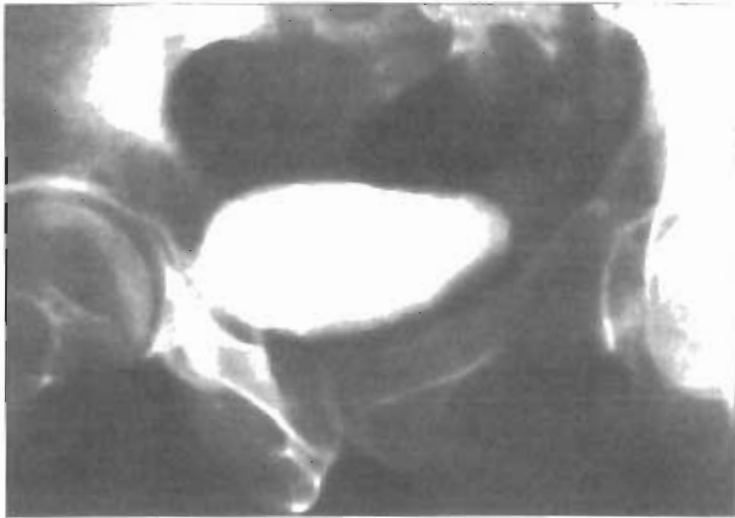
Χρησιμότητα

Χρήσιμη ακτινογραφία για την μελέτη της ουροδόχου κύστεως, του κάτω άκρου των ουρητήρων και τυχόν εντυπώματος του προστάτη.

Αξιολόγηση

- ◇ Η ουροδόχος κύστη και η ηβική σύμφυση περιλαμβάνονται στην ακτινογραφία.
- ◇ Η ηβική σύμφυση προβάλλει κάτω από τον αυχένα της ουροδόχου κύστεως.

- ◇ Η ουροδόχος κύστη συμπεριβάλλεται με την ισχιακή άκανθα.
- ◇ Το αφιστάμενο άκρο δεν συμπεριβάλλεται με την ουροδόχο κύστη.
- ◇ Η διεισδυτικότητα της ακτινοβολίας επιτρέπει την ικανοποιητική μελέτη της γεμάτης με σκιερά ούρα κύστης.



Οπίσθια λοξή προβολή ουροδόχου κύστεως

3.1.6. ΠΛΑΓΙΑ ΠΡΟΒΟΛΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ

Τοποθέτηση

- ◇ Θέση ασθενούς: πλάγια κατάκλιση.
- ◇ Ο ασθενής λυγίζει τα κάτω άκρα και με το αφιστάμενο χέρι στηρίζεται από το τραπέζι.
- ◇ Η ραχιαία επιφάνεια του κορμού ακινητοποιείται ώστε να είναι κάθετη στο τραπέζι.
- ◇ Η ποιότητα της εικόνας μπορεί να βελτιωθεί με την τοποθέτηση μολύβδινης ανασχεσης δίπλα στην πλάτη του ασθενούς.

Επικέντρωση

Στο μέσο μεταξύ της λαγόνιας ακρολοφίας και του μείζονος τροχαντήρα.



Επικέντρωση

Χρησιμότητα

Χρήσιμη ακτινογραφία για την ανάδειξη του προσθίου και του οπισθίου τοιχώματος καθώς και της βάσης της ουροδόχου κύστεως.



Πλάγια προβολή

Αξιολόγηση

- ◇ Η ουροδόχος κύστη και τα κάτω άκρα των ουρητήρων αναδεικνύονται ικανοποιητικά.
- ◇ Τα ισχία και τα μηριαία συμπεριβάλλονται.

3.1.7. ΠΡΟΒΟΛΗ ΟΥΡΟΔΟΧΟΥ ΚΥΣΤΕΩΣ ΚΑΤΑ CHASSARD-LAPINE

Τοποθέτηση

Θέση ασθενούς :καθιστός στο πλάγιο του τραπεζιού.

Ο ασθενής ανοίγει τα πόδια του σε πλήρη συμμετρική απαγωγή και σκύβει προς τα εμπρός ώστε η ηβική του σύμφυση να ακουμπήσει στο τραπέζι.

Επικέντρωση

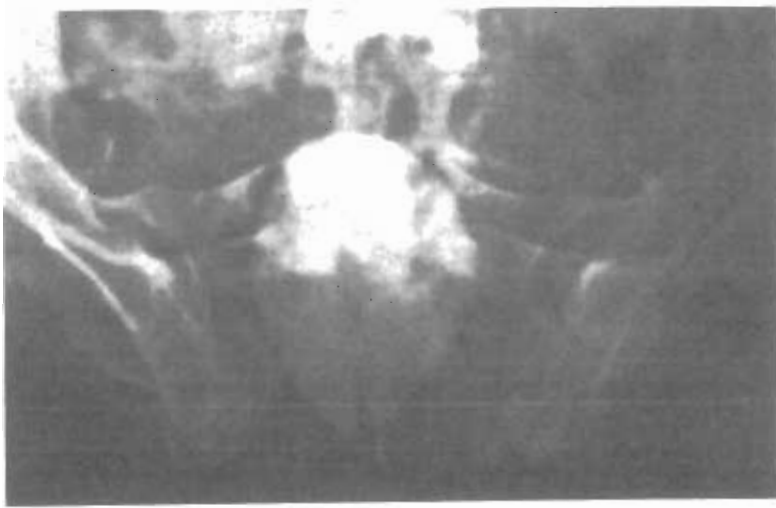
- ◇ Στο μέσο στο ύψος των μείζονων τροχαντήρων.



Επικέντρωση

Χρησιμότητα

- Χρήσιμη ακτινογραφία για την ανάδειξη της οπίσθιας επιφάνειας της ουροδόχου κύστεως και τη μελέτη των κάτω άκρων των ουρητήρων.



Αξιολόγηση

Αξιολόγηση

Η ουροδόχος κύστη αναδεικνύεται ικανοποιητικά στο μέσο του φιλμ.

Τα θυροειδή τρήματα είναι συμμετρικά.

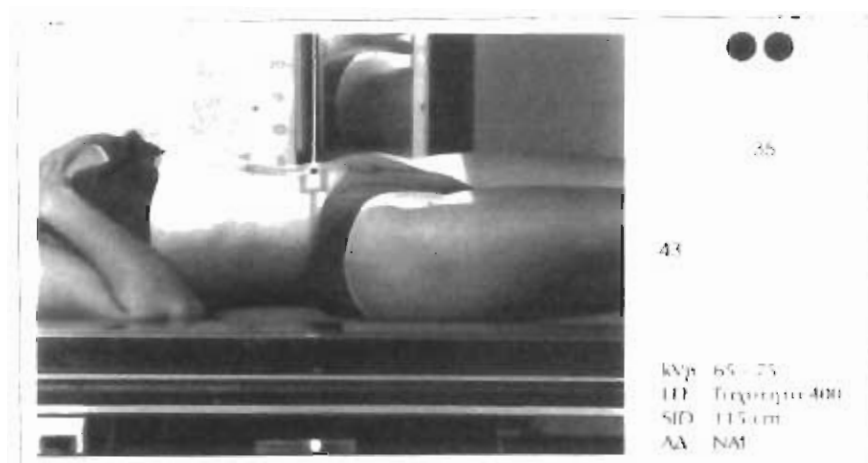
3.2. ΑΠΛΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΦΡΩΝ - ΟΥΡΗΤΗΡΩΝ - ΚΥΣΤΗΣ (Ν.Ο.Κ)

Τοποθέτηση

- ◇ Θέση ασθενούς: ύπτιος.
- ◇ Τα γόνατα κάμπτονται ελαφρά ώστε να μειωθεί η οσφυϊκή λόρδωση.
- ◇ Τα άνω άκρα τοποθετούνται ψηλά πάνω στο στήθος ή στα πλάγια του ασθενούς σε μικρή απόσταση από τον κορμό του.
- ◇ Οι πρόσθιες άνω λαγόνιες άκανθες ισαπέχουν από το φιλμ.
- ◇ Αναπνευστική φάση: τέλος εκπνοής.
- ◇ Προστασία γονάδων στους άνδρες.

Επικέντρωση

Στο μέσο οβελιαίο επίπεδο στο ύψος των λαγόνιων ακρολοφίων για γυναίκα ασθενή και 2.5 cm πάνω από τις λαγόνιες ακρολοφίες για τον άνδρα.



Επικέντρωση

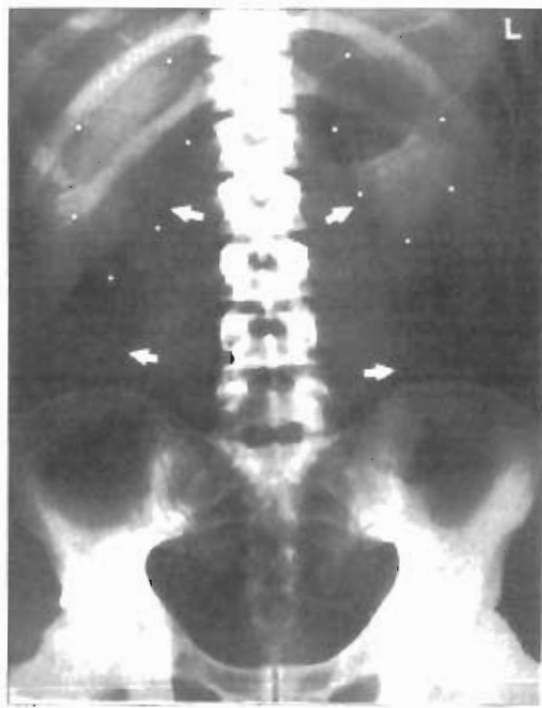
Χρησιμότητα

Χρήσιμη ακτινογραφία που διενεργείται είτε μεμονωμένα είτε σαν προκαταρκτική της ενδοφλέβιας πυελογραφίας.

Αποτελεί δε βασική εξέταση, γιατί παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με:

- α) Τη μελέτη των νεφρών, των ουρητήρων και της ουροδόχου κύστης.
- β) Την προετοιμασία του εντέρου σε περιπτώσεις που θα ακολουθήσει ενδοφλέβια πυελογραφία.
- γ) Την ύπαρξη λιθιασικών σκιάσεων στην περιοχή του ουροποιητικού συστήματος.
- δ) Την παρουσία χωροκατακτητικών εξεργασιών συστάσεως μαλακών μορίων στην περιοχή του ουροποιητικού συστήματος.
- ε) Την ύπαρξη διαυγάσεων, όπως αέρα, εντός του ουροποιητικού συστήματος.
- στ) Την ύπαρξη οστικών αλλοιώσεων στον εικονιζόμενο σκελετό, οι οποίες μπορεί να έχουν σχέση με το ουροποιητικό σύστημα, όπως π.χ οστεολυτικών ή οστεοσκληρυντικών μεταστάσεων από νεοπλάσματα των νεφρών και του προστάτη.

Αξιοσημείωτη είναι και η παρουσία πολλαπλού μυελώματος η οποία χρειάζεται ιδιαίτερη προετοιμασία πριν την έγχυση της σκιεράς ουσίας.



Νεφροί Ουρητήρες Κύστη: Π-Ο προβολή (N.O.K.)

Αξιολόγηση

- Περιλαμβάνεται ολόκληρη η περιοχή από την 11^η πλευρά μέχρι τα θυροειδή τρήματα με τον 0₄ στο μέσο της ακτινογραφίας.
- Οι οσφυϊκοί σπόνδυλοι αναδεικνύονται στο μέσο της ακτινογραφίας.
- Οι νεφροί (τελείες) και οι ψοϊτες μύες (βέλη) αναγνωρίζονται ικανοποιητικά.
- Οι ισχιακές άκανθες είναι ευθυγραμμισμένες με τον πυελικό δακτύλιο, επίσης το ιερό και ο κόκκυγας είναι ευθυγραμμισμένα με την ηβική σύμφυση.
- Στην απλή N.O.K. πριν την χορήγηση του σκιαγραφικού η ουροδόχος κύστη δεν περιέχει ούρα.
- Η ουρητηρική πίεση που έχει ασκηθεί στο ύψος του ακρωτηρίου

των μαευτήρων και έχει σαν αποτέλεσμα ικανοποιητική πλήρωση του πυελοκαλυκτικού συστήματος.

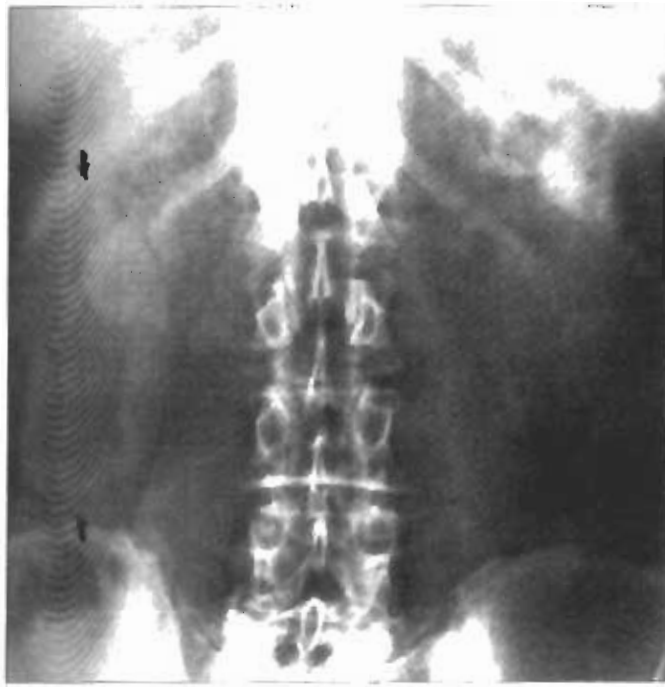
3.2.1. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΠΛΗ Ν.Ο.Κ.

➤ Λιθίαση



Απλή Ν.Ο.Κ. με λιθιασική σκίαση στην πορεία του αριστερού ουρητήρα (Βέλος)

➤ **Κύστη νεφρού**



*Απλή κύστη νεφρού. Απλή ακτινογραφία.
Απεικονίζεται μια μεγάλη κύστη στο κάτω πόλο
του δεξιού νεφρού (Βέλλη)*

➤ **Κακοήθη νεοπλάσματα**



*Αδενοκαρκίνωμα του νεφρού. Απλή ακτινογραφία Ν.Ο.Κ.
Απεικονίζεται μια μάζα στο δεξιό νεφρό μετά παρουσίας
λεπτών αποτιτανώσεων (Βέλη)*

3.3. ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ - ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

◇ Ενδείξεις

Η ενδοφλέβια πυελογραφία (I.V.P.) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση ενός μεγάλου αριθμού ουρολογικών ανωμαλιών συμπεριλαμβανομένων της αιματουρίας, του τραύματος, των συγγενών ανωμαλιών, του νεοπλάσματος, της απόφραξης, της λοίμωξης, των μετεγχειρητικών επιπλοκών και της νευρογενούς κύστης.

◇ Σκιερές ουσίες

Παραδοσιακά, οι σκιερές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την ενδοφλέβια πυελογραφία είναι υδροδιαλυτά παράγωγα του βενζοϊκού οξέος, τα οποία περιέχουν τρία άτομα ιωδίου.

Αυτοί οι παράγοντες ιονίζονται στο διάλυμα σε δύο βασικά μέρη:

- α) Στο βενζοϊκό ανιόν το οποίο μεταφέρει και το ιώδιο, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ακτινοσκιερότητα της ένωσης, και
- β) Στο κατιόν το οποίο είναι συνήθως νάτριο (Na).

Οι σκιερές ουσίες diatrizoate και iothalamate αναφέρονται ως ενώσεις με αναλογία 1:5:1, διότι περιέχουν τρία άτομα ιωδίου ανά δύο μέρη στο διάλυμα. Σε σύγκριση με το πλάσμα έχουν υψηλότερη ωσμωτική πίεση η οποία πιθανώς ευθύνεται για πολλές παρενέργειες οι οποίες συνδέονται μ' αυτά.

Προσφάτως έχουν αναπτυχθεί νεότερες σκιαγραφικές ουσίες οι οποίες έχουν σημαντικά χαμηλότερη ωσμωτική πίεση. Αυτές

αναφέρονται ως παράγοντες με αναλογία 3:1, επειδή περιέχουν 3 άτομα ιωδίου ανά 1 μη ιονιζόμενο μέρος στο διάλυμα. Το *ioxamidoI* και το *iohexol* είναι παράγοντες με αναλογία 3:1. Το *ioxaglate* το οποίο είναι ένα ιονιζόμενο διμερές έχει το ίδιο πλεονέκτημα όσον αφορά την αναλογία επειδή υπάρχουν 6 άτομα ιωδίου ανά 2 μέρη στο διάλυμα. Αυτές οι ουσίες παρόλο που είναι ακριβότερες, φαίνεται ότι αποτελούν μια σημαντική πρόοδο στην ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα.

3.3.1. ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Ο μηχανισμός των αντιδράσεων στις σκιαγραφικές ουσίες είναι άγνωστος. Στους παράγοντες που ενοχοποιούνται περιλαμβάνονται η διέλευση του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, το άγχος, η ενεργοποίηση του συμπληρώματος και των συστημάτων πήξης, η ελευθέρωση ισταμίνης και σεροτονίνης, καθώς και η δημιουργία αντιγόνου αντισώματος. Η απευθείας χημειοτοξικότητα και η υψηλή ωσμωτικότητα της σκιεράς ουσίας φαίνεται ότι προκαλούν φυσιολογικές μεταβολές, οι οποίες επηρεάζουν το καρδιαγγειακό, το αναπνευστικό και το κεντρικό σύστημα.

Οι αντιδράσεις στις σκιερές ουσίες γενικώς κατατάσσονται σε:

- ◇ ήπιες,
 - ◇ ενδιάμεσες και
 - ◇ βαριές.
- Οι ήπιες αντιδράσεις είναι αυτοπεριοριζόμενες και σχετίζονται με τις φυσιολογικές αντιδράσεις. Προκαλούν δε ναυτία, πυρετό, αίσθημα θερμότητας ή κρύου, φάρνισμα, ταχυκαρδία ή

βραδυκαρδία, πόνο στο χέρι και ελαφρά κνίδωση.

- Οι **ενδιάμεσες** αντιδράσεις περιλαμβάνουν εκτεταμένη κνίδωση αγγειονευρωτικό οίδημα, βρογχοσπασμό, λαρυγγοσπασμό και υπόταση. Οι πιο πάνω αντιδράσεις χρήζουν αντιμετώπισης και η απάντηση πρέπει να είναι ταχεία.
- Οι **βαριές** αντιδράσεις οι οποίες απειλούν και τη ζωή του ασθενή εκδηλώνονται με καρδιοπνευμονικό collapsus, πνευμονικό οίδημα ή επίμονο βρογχοσπασμό, λαρυγγοσπασμό και υπόταση. Με τα συμβατικά σκιαγραφικά μέσα παρατηρείται ένας θάνατος σε κάθε 40.000 έως 75.000 περιπτώσεις. Στα χαμηλής ωσμωτικής πίεσης σκευάσματα οι αντιδράσεις είναι 4-6 φορές λιγότερες. Μολαταύτα δεν φαίνεται να υπάρχει διαφορά όσον αφορά την θνησιμότητα.

- **ΙΩΔΙΣΜΟΣ**

Η παρουσία ελεύθερου ιωδίου εντός της σκιερής ουσίας παρεμποδίζει την διενέργεια ραδιοϊσοτοπικών τεστ με ιώδιο στον έλεγχο της λειτουργίας του θυρεοειδούς. Επιπλέον είναι δυνατόν να προκληθεί υπερθυρεοειδισμός και διόγκωση των σιελογόνων αδένων (παρωτίδα από το ιώδιο) αρκετές μέρες μετά την εξέταση.

- **ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

Κύριοι παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι σχετίζονται με τις αντιδράσεις στις σκιαγραφικές ουσίες περιλαμβάνουν:

1. Ακραίες ηλικίες (ασθενείς άνω των 60 ετών και κάτω του 1 έτους).

2. Προηγούμενη αντίδραση στις σκιερές ουσίες.
3. Αλλεργία ή άσθμα.
4. Καρδιαγγειακή νόσος.

Οι δευτερεύοντες παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνουν:

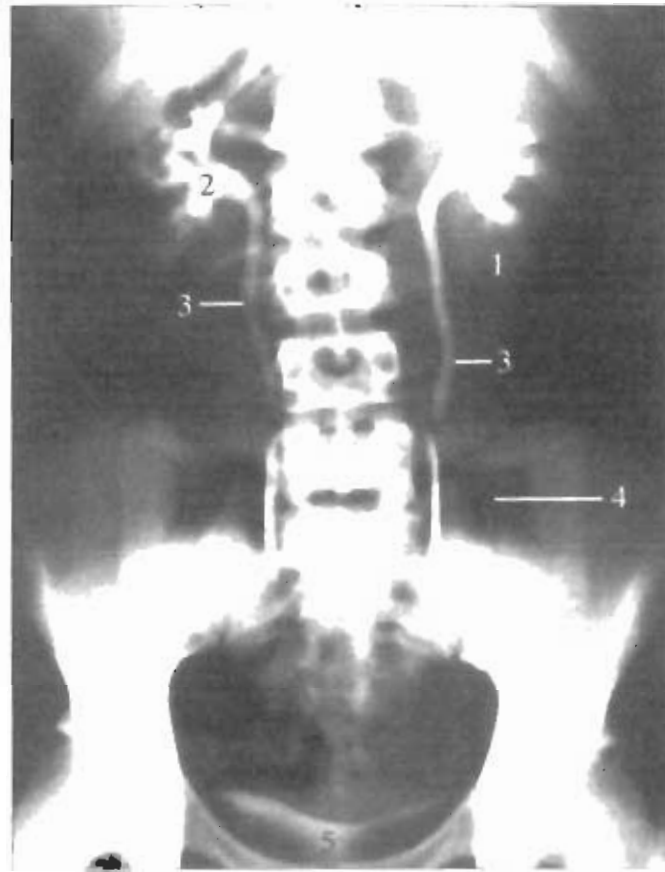
1. Αζωθυμία.
2. Σακχαρώδη διαβήτη.
3. Αφυδάτωση.
4. Αιμοσφαιρινοπάθεια.
5. Δυσπρωτεϊναιμία.
6. Άγχος.

- **ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΚΙΕΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ**

Τα πρώτα σημεία εμφάνισης μιας βαριάς αντίδρασης μπορεί να μην είναι ειδικά. Στα ειδικά περιλαμβάνονται η ναυτία, ο εμετός, η ανησυχία, ο φόβος. Πρέπει να καταγράφονται οι ζωτικές λειτουργίες του αρρώστου. Η υπόταση η οποία συνοδεύει ενδιάμεσου και βαριάς μορφής αντιδράσεις πρέπει να αντιμετωπίζεται με υποστηρικτικά μέτρα, όπως η απελευθέρωση από πιέσεις, η ανύψωση των ποδιών, η ενδοφλέβια χορήγηση υγρών καθώς επίσης και η χορήγηση οξυγόνου. Η ταχυσφυγμία η οποία είναι ενδεικτική υπερτάσεως, αποτελεί μια εκδήλωση αναφυλαξίας, ενώ η βραδυσφυγμία είναι χαρακτηριστικό μιας αντίδρασης παρασυμπαθητικού.

Έχει μεγάλη σημασία γιατί μια αντίδραση του παρασυμπαθητικού αντιμετωπίζεται με ατροπίνη ενώ η αναφυλακτοειδής αντίδραση αντιμετωπίζεται με χορήγηση επινεφρίνης. Τα απαραίτητα φάρμακα ως επίσης και ο μηχανικός εξοπλισμός πρέπει να βρίσκονται μέσα στο

δωμάτιο, γιατί είναι πολύ σημαντική η ταχεία αντιμετώπιση μιας τέτοιας αντίδρασης.



Ενδοφλέβια πυελογραφία:

- 1. Αριστερός νεφρός, 2. Δεξιά νεφρική πέελος, 3. Ουρητήρας,*
- 4. Ουρητηρικό πίεστρο, 5. Ουροδόχος κύστη*

3.3.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑΣ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ενδοφλέβια πυελογραφία αποτελεί ιδιαίτερα με τις νεωτέρου τύπου μη ιονικές σκιαγραφικές ουσίες, μια απλή και σχετικά ακίνδυνη

εξέταση, η οποία παρέχει πολύτιμες πληροφορίες όσον αφορά τη λειτουργία και τη μορφολογία των νεφρών, καθώς επίσης και του υπολοίπου ουροποιητικού συστήματος.

Για την καλύτερη απεικόνιση περιορίζεται η λήψη τροφής 48 ώρες πριν την εξέταση κυρίως αποφεύγονται:

- α) Φρούτα και λαχανικά τα οποία αφήνουν κατάλοιπα.
- β) Γάλα ή προϊόντα αυτού τα οποία δημιουργούν αέρια στο έντερο.

Χρήσιμη είναι η χορήγηση από το στόμα καθαρτικού 12-18 ώρες πριν την εξέταση καθώς επίσης και ο περιορισμός της λήψης υγρών 24 ώρες πριν από αυτήν, προς αποφυγή αραιώσεως της σκιεράς ουσίας. Πρέπει να τονισθεί ότι σε περίπτωση που ο ασθενής πάσχει από πολλαπλούν μυέλωμα και είναι αναγκαία η διενέργεια ενδοφλέβιας πυελογραφίας, αντί να περιορισθεί, αυξάνεται η χορήγηση υγρών προς αποφυγή κατακρημνίσεως παθολογικών λευκωμάτων στα ουροφόρα σωληνάρια και κατ' αυτόν το τρόπο πρόκληση ανουρίας.

Πριν από τη λήψη της απλής Ν.Ο.Κ. και κυρίως την έγχυση της σκιεράς ουσίας, λαμβάνεται ένα λεπτομερές ιστορικό για τον αποκλεισμό καταστάσεων, στις οποίες αντενδείκνυται η διενέργεια πυελογραφίας ή πρέπει να προηγηθεί μια προετοιμασία, όπως στην περίπτωση που ο ασθενής αναφέρει αλλεργικές αντιδράσεις στο παρελθόν. Οι αντενδείξεις στην διενέργεια της πυελογραφίας διακρίνονται σε απόλυτες και σχετικές.

Η μόνη απόλυτη αντένδειξη είναι:

- Η εγκυμοσύνη κατά της πρώτες εβδομάδες της κύσεως.

Στις σχετικές αντιδράσεις περιλαμβάνονται όπως προαναφέρθηκε:

- α) Το πολλαπλούν μυέλωμα.
- β) Οι αλλεργικές αντιδράσεις σε σκιαγραφικές ή άλλες ουσίες.

- γ) Η βαριά νεφρική ανεπάρκεια.
- δ) Ο συνδυασμός νεφρικής, ηπατικής και καρδιακής ανεπάρκειας.

Σε περιπτώσεις που είναι απολύτως απαραίτητη η διενέργεια της ενδοφλέβιας πυελογραφίας γίνεται κατάλληλη προετοιμασία με χορήγηση αντιϊσταμινικών και κορτιζόνης, όταν υπάρχει ιστορικό αλλεργίας ή μειούται η ποσότητα της σκιεράς ουσίας, όταν υπάρχει βαριά νεφρική ή καρδιακή ανεπάρκεια.

Οι σκιαγραφικές ουσίες όπως ήδη προαναφέραμε, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση του ουροποιητικού συστήματος περιέχουν ιώδιο. Η δε σκιαγράφιση οφείλεται στην απορρόφηση της ακτινοβολίας από την παρουσία υψηλών ποσοτήτων ιωδίου στα ούρα, το οποίο απεκκρίνεται στα ούρα.

Προκειμένου να γίνει ανεκτό το ιώδιο δεν χορηγείται αυτούσιο, αλλά ενσωματώνεται σε ένα οργανικό χημικό σκεύασμα. Τη βάση όλων των ιωδιούχων σκευασμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση του ουροποιητικού συστήματος αποτελεί το τριωδιούχο βενζοϊκό οξύ. Οι διάφορες τροποποιήσεις οι οποίες γίνονται, έχουν ως αποτέλεσμα να γίνεται ανεκτή η χορήγηση.

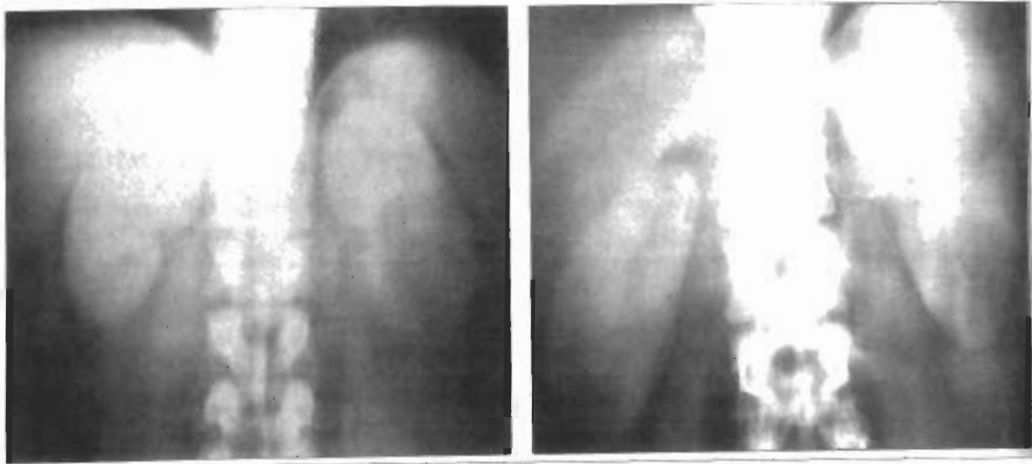
Μετά την ενδοφλέβια χορήγηση της σκιεράς ουσίας, αυτή απεκκρίνεται από τους νεφρούς, ειδικότερα το 15% της σκιεράς ουσίας απεκκρίνεται την πρώτη μισή ώρα, το 50% μετά τρεις ώρες και μετά πάροδο 24ώρων έχει απεκκριθεί περίπου το 90% αυτής.

Για την διενέργεια μιας ικανοποιητικής ενδοφλέβιας πυελογραφίας δέον όπως χορηγηθεί τουλάχιστον 1 ml/kg βάρους σώματος από τα διάφορα εμπορικά σκευάσματα, τα οποία περιέχουν περίπου 300-350 χιλ. ιωδίου σε κάθε 1 ml. Η δόση αυτή μπορεί να διπλασιαστεί ή να τριπλασιασθεί, εάν κριθεί σκόπιμο, κατά τη διάρκεια της εξετάσεως, χωρίς να υπάρξουν ιδιαίτερα προβλήματα.

Τονίζουμε ότι ο αριθμός καθώς και ο χρόνος λήψεως των ακτινογραφιών μετά την έγχυση της σκιεράς ουσίας εξαρτάται από το κλινικό πρόβλημα.

3.3.3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑΣ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. Ο ασθενής αδειάζει τελείως την κύστη του.
2. Λαμβάνεται μια απλή ακτινογραφία νεφρών - ουρητήρων - κύστης (N.O.K.) που θα πρέπει να περιλαμβάνει όλη την ηβική σύμφυση μέχρι τα επινεφρίδια. Εναλλακτικά μπορεί να ληφθούν δύο τοπικές ακτινογραφίες, μια για την περιοχή των νεφρών και των ουρητήρων και μια για την περιοχή της κύστης.
3. Γίνεται ενδοφλέβια χορήγηση του μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης (συνήθως σε φλέβα του αγκώνα ή της ραχιαίας επιφάνειας του καρπού).
4. Μετά το τέλος της έγχυσης εφαρμόζεται ουρητηρική πίεση εφ' όσον δεν υπάρχει υποψία αποφράξεως ή ένδειξη ανευρίσματος αορτής.
5. Σε 20 sec και σε 30 sec μετά την αρχή της έγχυσης λαμβάνονται δύο τομογραφίες με τόξο 25° και βήμα 1 cm (συνήθως τομές στα 8, 9, 10 cm) ώστε ν' αποδειχθεί όλο το πάχος και των δύο νεφρών. Η νεφροτομογραφία κατά τη διάρκεια της πυελογραφίας είναι χρήσιμη για τη μελέτη του νεφρικού παρεγχύματος, την διερεύνηση του νεφρικού περιγράμματος και την ασαφοποίηση των αερίων.



A

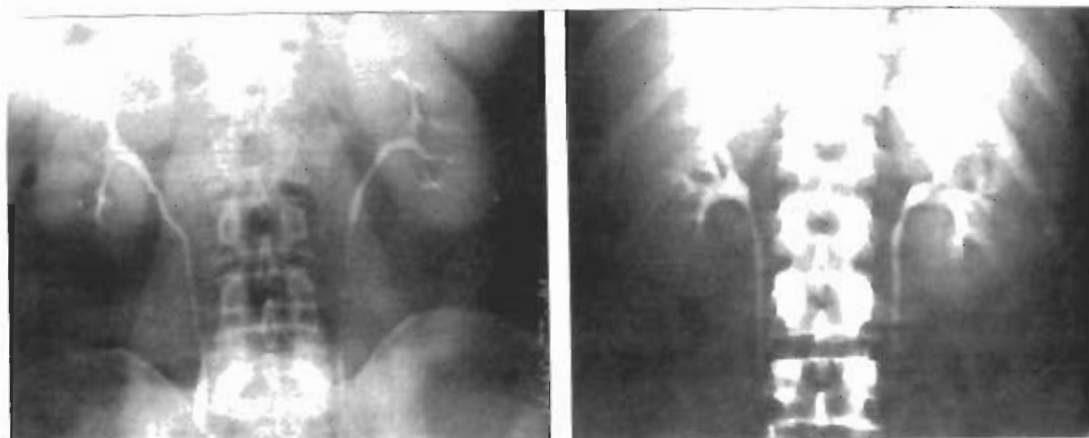
B

Φυσιολογικοί νεφροί (A, B διαφορετικές περιπτώσεις):

Νεφροτομογραφίες σε 20 με 30 sec μετά την έγχυση της σκιεράς ουσίας.

Παρατηρείται αύξηση της σκιάσεως των νεφρών καθώς επίσης του ήπατος και του σπληνός και στις δύο περιπτώσεις

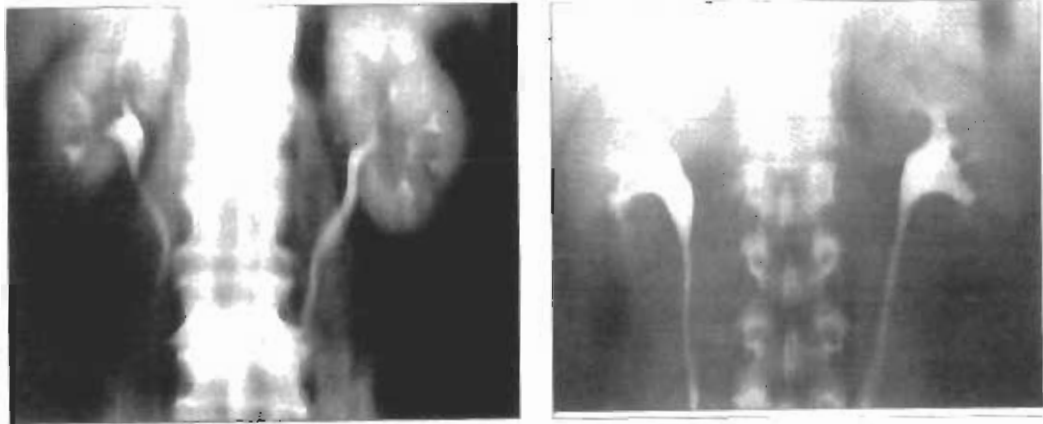
6. Σε 5 min και σε 10 min μετά την έγχυση λαμβάνονται τοπικές λήψεις νεφρών για τη μελέτη του διατεταμένου πυελοκαλυκτικού συστήματος.
7. Μετά λαμβάνουμε 1 με 2 νεφροπυελοτομογραφίες στα 12 min, μετά την έγχυση της σκιεράς ουσίας και ενδεχομένως λήψεις μετά από εφαρμογή πίεσεως στους ουρητήρες.
8. Αμέσως μετά σταματάει προσεκτικά και προοδευτικά η ουρητηρική πίεση και λαμβάνονται λήψεις N.O.K. στα 15 min, στα 20 min και στα 25 min μετά την έγχυση για την ανάδειξη των ουρητήρων και της ουροδόχου κύστεως.

*A**B*

Φυσιολογικοί νεφροί (A, B διαφορετικές περιπτώσεις):

Ενδοφλέβιες πυελογραφίες 5' (A) και 10' (B) μετά την έκχυση της σκιεράς ουσίας. Απεικονίζονται με ευκρίνεια οι νεφροί, το Π-Κ σύστημα και το άνω τμήμα των ουρητήρων

9. Τέλος λαμβάνεται μια τοπική λήψη της ουροδόχου κύστης πριν και μετά την κένωση της. Συμπληρωματικά για τη μελέτη της ουροδόχου κύστεως μπορεί να ληφθούν πλάγιες και λοξές προβολές. Η ακτινογραφία της ουροδόχου κύστεως μετά την ούρηση είναι χρήσιμη για την ανάδειξη μικρών ελλειμμάτων πλήρωσης που καλύπτονται από τη μεγάλη ποσότητα μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης, για τον καθορισμό του ποσού των κατακρατούμενων ούρων και για την ανάδειξη ουρολίθων σφηνομένων στην ενδοκυστική μοίρα του ουρητήρα.
10. Όταν το αποχετευτικό σύστημα δεν αναδεικνύεται ικανοποιητικά όπως σε περιπτώσεις κολικού λόγω παρουσίας λίθου, η λήψη ακτινογραφιών παρατείνεται πολλές φορές και πέραν των 24 ωρών μέχρι να απεικονισθεί το σημείο απόφραξης.

**A****B**

Φυσιολογικοί νεφροί (A, B διαφορετικές περιπτώσεις):

Νεφροπυελοτομογραφίες 12 min. μετά την έγχυση της σκιερής ουσίας. Απεικονίζεται με ευκρίνεια το μέγεθος και το περίγραμμα των νεφρών, το πάχος του νεφρικού παρεγχύματος, καθώς και τα Π-Κ συστήματα

3.3.4. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑΣ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑΣ

Συνοπτικά τα κυριότερα σημεία τα οποία μελετώνται κατά την ανάγνωση μιας ενδοφλέβιας πυελογραφίας είναι:

1. Αριθμός και θέση νεφρών

Σε μια φυσιολογική πυελογραφία απεικονίζονται δύο νεφροί, οι οποίοι εντοπίζονται, εκατέρωθεν των ανωτέρων οσφυϊκών σπονδύλων. Ο αριστερός νεφρός συνήθως βρίσκεται 1-1,5 cm ψηλότερα από το δεξιό, η δε φορά των επιμήκων αξόνων είναι από άνω και έσω προς τα κάτω και έξω.

2. Μέγεθος των νεφρών

Οι νεφροί έχουν συνήθως το αυτό μήκος αλλά μπορεί να παρατηρηθεί διαφορά μεταξύ τους μέχρι και 1,5 cm. Εξαίρεση αποτελεί ο νεφρός ο οποίος παρουσιάζει αναδιπλασιασμό της αποχετευτικής

μοίρας και είναι μεγαλύτερος κατά 2-3 cm, σε σύγκριση με τον αντίθετο.

3. Σήμα και περίγραμμα των νεφρών

Οι νεφροί έχουν συνήθως σχήμα φασολιού. Σε σπάνιες περιπτώσεις παίρνουν ένα σφαιρικό σχήμα, χωρίς αυτό να έχει κλινική σημασία. Το περίγραμμα είναι ομαλό και πρέπει να απεικονίζεται ευκρινώς. Απώλεια του περιγράμματος είναι ενδεικτικό παθολογίας, μπορεί δε να παρομοιασθεί με την σημασία που έχει η απώλεια της σιλουέτας της καρδιάς και των ημιαφραγμάτων.

4. Πάχος των νεφρών

Ως πάχος νεφρών ορίζεται η απόσταση μεταξύ του περιγράμματος των νεφρών και μιας κυρτής προς τα έξω γραμμής, η οποία ενώνει τους ελάχιστους κάλυκες (αυτό ανέρχεται σε 2 cm εκτός από τους πόλους, όπου είναι περίπου 3 cm).

Αύξηση του πάχους των νεφρών σε ένα σημείο είναι ένδειξη χωροκατακτητικής επεξεργασίας, ενώ αντίθετα λέπτυνση συνήθως παρατηρείται επί απώλειας παρεγχύματος, όπως π. χ. σε μια πυελονεφριτική ουλή.

Προσοχή χρειάζεται για να μην εκληφθεί ως παθολογική η επιπέδωση του άνω τμήματος του πλαγίου χείλους του αριστερού νεφρού από την πίεση που εξασκείται από τον σπλήνα, γεγονός που οδηγεί σε μια ομαλή λέπτυνση του φλοιού, ενώ αντίθετα στην μεσότητα της πλάγιας επιφάνειας μπορεί να απεικονιστεί μια προπέτεια, το καλούμενο σπληνικό όγκωμα ή καμπούρα, το οποίο αποτελεί φυσιολογική παραλλαγή.

5. Πυελοκαλυκικά συστήματα

Τα πυελοκαλυκικά συστήματα των δύο νεφρών κατά κανόνα δεν

έχουν το ίδιο σχήμα. Συνήθως απεικονίζονται τρεις κύριοι κάλυκες ο άνω, ο μέσος και ο κάτω, οι οποίοι προέρχονται από τη συνένωση σε ομάδες των ελασσόνων καλύκων, οι οποίοι έχουν κυπελλοειδές σχήμα και περιβάλλουν της θηλής. Οι άνω κάλυκες συνήθως είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος σε σύγκριση με τους υπόλοιπους δύο και χρειάζεται προσοχή, όταν τίθεται το ερώτημα παρουσίας υδρονέφρωσης. Οι νεφρικές πύελοι οι οποίες βρίσκονται επί τα εντός των καλύκων ποικίλλουν σε μέγεθος, ανάλογα με το εάν εντοπίζονται εντός των νεφρών ή ένα τμήμα βρίσκεται εκτός αυτού, στη τελευταία περίπτωση η πύελος είναι συνήθως μεγάλη.



A



B

Φυσιολογικοί νεφροί ουρητήρες και κύστη (A, B διαφορετικές περιπτώσεις): Ενδοφλέβιες πνευλογραφίες 15 min μετά την έγχυση της σκιεράς ουσίας. Απεικονίζονται τα Π-Κ συστήματα και σχεδόν ολόκληρο το μήκος των ουρητήρων. Η ουροδόχος κύστη στις δύο εικόνες δεν έχει πληρωθεί με σκιαγραφηθέντα ούρα

6. Ουρητήρες

Οι ουρητήρες, οι οποίοι εκφύονται από το κατώτερο σημείο των νεφρικών πυέλων, πορεύονται εκατέρωθεν της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης επί των εγκαρσίων αποφύσεων και των ψοΐτων μυών. Η πορεία τους είναι ελαφρά κυματοειδής, λόγω του ότι τα ούρα εκτοξεύονται με ώσεις, η απεικόνιση εξαρτάται από τη στιγμή της λήψεως της ακτινογραφίας. Άξιο προσοχής είναι το γεγονός ότι η απεικόνιση ολόκληρου του μήκους των ουρητήρων σε διαδοχικές ακτινογραφίες είναι ένδειξη στάσεως, εκτός εάν πρόκειται για ένα μικρόσωμο άτομο στο οποίο χρησιμοποιήθηκε πολύ μεγάλη δόση σκιεράς ουσίας.

**A****B**

Φυσιολογική ουροδόχος κύστη (A, B διαφορετικές περιπτώσεις).

Η A παρουσιάζει την ουροδόχο κύστη πριν την ούρηση και η B την ουροδόχο κύστη μετά την ούρηση. Το έδαφος της ουροδόχου κύστης στην B εντοπίζεται μερικά χιλιοστά πάνω από την ηβική σύμφυση.

7. Ουροδόχος κύστη

Η ουροδόχος κύστη, όταν είναι γεμάτη, έχει ομαλό περίγραμμα, πολύ λεπτό τοίχωμα και καταλαμβάνει το κέντρο της πυέλου. Το έδαφος αυτής κείται μερικά χιλιοστά πάνω από την ηβική σύμφυση, στις γυναίκες δε απεικονίζεται στο θόλο ένα εντύπωμα το οποίο προέρχεται από την μήτρα. Σε φυσιολογικό άτομο μετά την κένωση απεικονίζονται μόνο μερικά cm^3 ούρων.

3.3.5. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ

- **Λιθίαση**



*Ενδοφλέβια πυελογραφία.
Παρατηρείται λιθιασική σκίαση εντός του αριστερού ουρητήρα
και προκαλεί εκτός από την υδρονέφρωση και μετρίου βαθμού διάταση
του κεντρικού τμήματος του ουρητήρα (Βέλος)*

- **Κακοήθη νεοπλάσματα**



Κακόηθες νεόπλασμα στην ενδοφλέβια πνευμογραφία

3.4. ΑΝΙΟΥΣΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ – ΔΙΟΣΦΥΪΚΗ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ

Η ανιούσα και η διοσφυϊκή πυελογραφία διενεργούνται σε περιπτώσεις στις οποίες η ενδοφλέβια πυελογραφία, καθώς και οι υπόλοιπες απεικονιστικές μέθοδοι αδυνατούν να απεικονίσουν ικανοποιητικά την αποχετευτική οδό.

3.4.1. ΑΝΙΟΥΣΑ ΠΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ

Κατά την ανιούσα πυελογραφία η σκιαγράφιση του πυελοκαλυκτικού συστήματος γίνεται με την απευθείας έγχυση μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης μέσω καθετήρα που εισάγεται από την ουρήθρα με κυστεοκόπιο.

Η επεμβατική αυτή μέθοδος γίνεται κάτω από αυστηρές συνθήκες ασηψίας με ή χωρίς νάρκωση, συνήθως από ουρολόγο, σε ένα ειδικά εξοπλισμένο κυστεοσκοπικό τραπέζι.

Η ανιούσα πυελογραφία επώδυνη επεμβατική μέθοδος που μπορεί να γίνει αιτία ανιούσας λοίμωξης του ουροποιητικού, με τη μεταφορά μικροβίων από την ουρήθρα στην ουροδόχο κύστη και τους νεφρούς.

Γι' αυτό το λόγο, δεν είναι μέθοδος ρουτίνας αλλά συμπληρωματική μέθοδος και γίνεται όταν οι άλλες διαγνωστικές μέθοδοι δε δίνουν τις απαραίτητες πληροφορίες, όπως π.χ. σε περιπτώσεις μη σκιαγράφισης του πυελοκαλυκτικού συστήματος στην ενδοφλέβια πυελογραφία, για τη λεπτομερή μελέτη ύποπτης περιοχής του πυελοκαλυκτικού συστήματος, για την αποφυγή ανεπιθύμητης αντίδρασης και άλλα.



Φυσιολογική αμφοτερόπλευρη ανιούσα πυελογραφία

▲ Τεχνική ανιούσας πυελογραφίας

1. Ο ασθενής τοποθετείται ύπτιος σε θέση λιθοτομής με τα γόνατα σε ελαφρά κάμψη υποστηριζόμενα από κατάλληλα υποστηρίγματα. Ο καθετηριασμός του ενός ή και των δύο ουρητήρων γίνεται διαμέσου ενός ουρητήρο-κυστοσκοπίου.
2. Μετά τον καθετηριασμό λαμβάνεται μια ακτινογραφία N.O.K. για τον έλεγχο της θέσης των καθετήρων. Αφού ληφθούν δείγματα καθετηριασμένων ούρων για εργαστηριακές εξετάσεις, με την ενδοφλέβια χορήγηση μιας χρωστικής καθορίζεται ο χρόνος εμφάνισης της στα ούρα και έτσι ελέγχεται η λειτουργική ικανότητα

αγγεία, σε περιπτώσεις δε τρώσεως η αιμορραγία είναι μικρή και σταματά από την πίεση η οποία εξασκείται από το πέριξ παρέγχυμα.

Μετά την επιτυχή παρακέντηση του κάλυκα, η οποία φαίνεται από την αναρρόφηση ούρων, εισάγεται αραιωμένο διάλυμα σκιεράς ουσίας και λαμβάνονται ακτινογραφίες. Τέλος, η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διενέργεια ουροδυναμικών μελετών σε περίπτωση συγγενούς στενώσεως της πυελοουρητηρικής συμβολής ή την εισαγωγή του καθετήρα προς αποσυμπίεση του νεφρού.

3.4.3. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

- **Κακοήθη νεοπλάσματα**



*Ανιούσα πτελογραφία καρκινώματα της αποχετευτικής μοίρας
παρουσιάζεται καρκίνωμα στον άνω κάλυκα του νεφρού*

3.5. ΑΝΙΟΥΣΑ ΚΥΣΤΕΟΓΡΑΦΙΑ – ΚΥΣΤΕΟΥΡΗΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

3.5.1. ΑΝΙΟΥΣΑ ΚΥΣΤΕΟΓΡΑΦΙΑ

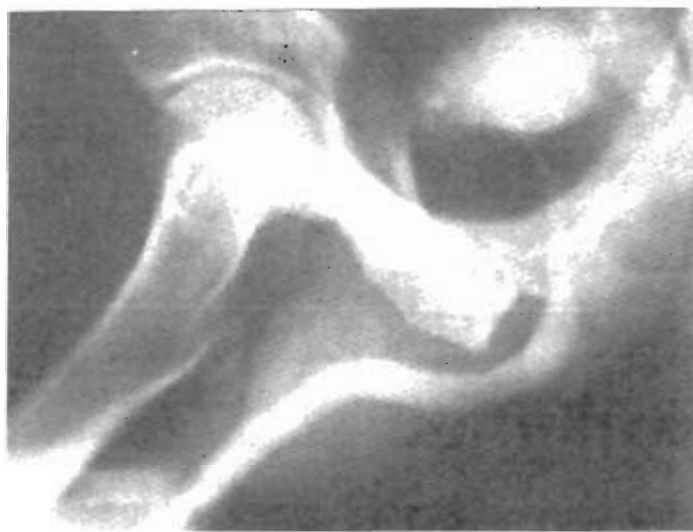
Κατά την ανιούσα κυστεογραφία η ουροδόχος κύστη μελετάται μετά από εισαγωγή μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης με καθετήρα ουρήθρας. Χρησιμοποιούνται τα συνήθη μέσα σκιαγραφικής αντίθεσης που χρησιμοποιούνται και στην ενδοφλέβια πυελογραφία σε μικρότερη όμως συγκέντρωση. Με τον καθετήρα μπορεί να εισαχθεί και αέρας για να γίνει διπλή σκιαγράφιση και καλύτερη ανάδειξη τυχόν αλλοιώσεων του βλεννογόνου.

Συνήθως ακολουθείται η παρακάτω τεχνική:

1. Με συνθήκες ασηψίας εισάγεται στην κύστη διαμέσου της ουρήθρας, μαλακός καθετήρας και συλλέγονται τα υπολειμματικά ούρα.
2. Κατόπιν με ακτινσκοπικό έλεγχο εισάγονται στην ουροδόχο κύστη 150 - 200 ml ενός υδροδιαλύτου ιωδιούχου μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης 10% - 30%.
3. Όταν πληρωθεί η κύστη κλείνεται ο καθετήρας και λαμβάνονται προσθιοπίσθιες, λοξές και πλάγιες ακτινογραφίες.
4. Μετά την απελευθέρωση του στομίου του καθετήρα λαμβάνεται μια ακόμα προσθιοπίσθια ακτινογραφία.

3.5.2. ΚΥΣΤΕΟΥΡΗΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

Η ακτινολογική μελέτη της ουρήθρας μετά από πλήρωσή της με σκιερά ούρα που προέρχονται από την κατιούσα ή ανιούσα κυστεογραφία, ονομάζεται κυστεουρηθρογραφία.



Κυστεουρηθρογραφία. 40° δεξιά οπίσθια λοξή ακτινογραφία

Για την εκτέλεση της κυστεουρηθρογραφίας σε άντρες το μέσο σκιαγραφικής αντίθεσης, εισάγεται συνήθως με καθετήρα Foley. Λαμβάνεται μια δεξιά οπίσθια λοξή προβολή της γεμάτης με σκιαγραφικό ουρήθρας.

Η ουροδόχος κύστη μπορεί κατόπιν να γεμίσει με σκιαγραφικό ώστε να ληφθούν ακτινογραφίες κατά τον χρόνο της ούρησης (κυστουρηθρογραφία κατά την ούρηση).

Στις γυναίκες η κυστεουρηθρογραφία χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο περιστατικών ακράτειας των ούρων υπό τάση.

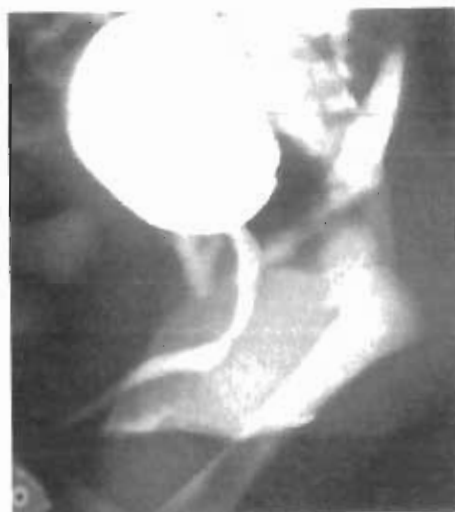
Χρησιμοποιείται μια ειδική αλυσίδα από λεπτές μεταλλικές χάνδρες και λαμβάνονται προσθιοπίσθιες και πλάγιες ακτινογραφίες της κύστης σε φάση ηρεμίας και ακτινογραφίες με την ασθενή να βήχει ή να σφίγγεται.



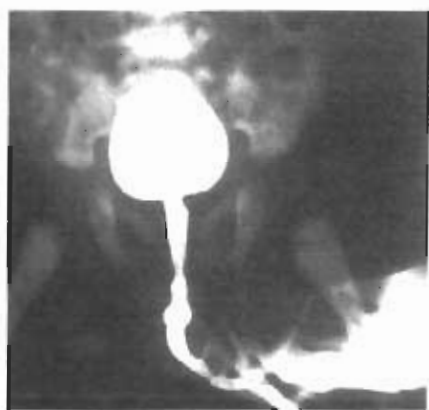
Κυστεοουρηθρογραφία για τον έλεγχο ακράτειας των ούρων σε γυναίκα: πλάγια ακτινογραφία. Διακρίνεται η ειδική αλυσίδα που χρησιμοποιείται (βέλος)



A



B



Γ



Δ

Φυσιολογική ουροδόχος κύστη - ουρήθρα (A - Δ διαφορετικές περιπτώσεις). Κυστεουρηθρογραφίες σε αγόρια κατά την διάρκεια της ουρήσεως μετά από παλίνδρομη πλήρωση της ουροδόχου κύστεως (A - B - Γ) και παλίνδρομη ουρηθρογραφία σε άνδρα μετά από εφαρμογή πίεσης με ειδική λαβίδα στην περιοχή της βαλάνου (Δ). Η μειωμένη διάμετρος της προστατικής μοίρας σε σχέση με την σηραγγώδη μοίρα είναι φυσιολογικό εύρημα

3.6. ΑΡΤΗΡΙΟΓΡΑΦΙΑ

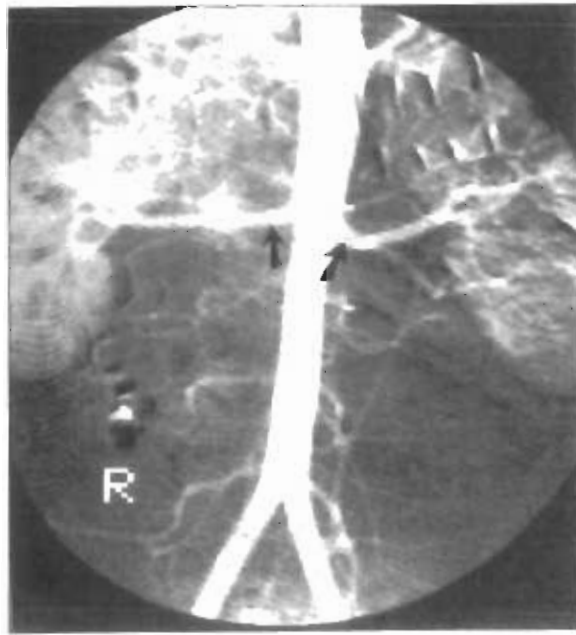
Με την ευρεία διάδοση των νεωτέρων απεικονιστικών μεθόδων έχει περιορισθεί σημαντικά η χρήση της αρτηριογραφίας αλλά εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις, καθώς επίσης και για θεραπευτική αντιμετώπιση διαφόρων καταστάσεων, όπως π. χ. εμβολισμό όγκων, Α - Φ επικοινωνιών κ.λ.π.

Η σκιαγράφιση του αρτηριακού δικτύου των νεφρών είναι δυνατόν να γίνει χωρίς ή μετά από την έγχυση σκιεράς ουσίας. Η πρώτη περίπτωση επιτυγχάνεται με την καλούμενη MR αγγειογραφία, κατά την οποία με ειδικό πρόγραμμα απεικονίζεται η αορτή και οι νεφρικές αρτηρίες ταυτόχρονα. Με τους τελευταίου τύπου μαγνητικούς τομογράφους επιτυγχάνεται λίαν ικανοποιητική απεικόνιση του αρτηριακού δικτύου των νεφρών με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο.

Όταν γίνεται χρήση ιωδιούχου σκιεράς ουσίας, η εισαγωγή αυτής γίνεται είτε ενδοφλεβίως είτε ενδαρτηριακάς.

Στην πρώτη περίπτωση η καταγραφή της κοιλιακής αορτής και των νεφρικών αρτηριών γίνεται επίσης ταυτόχρονα με τον ελικοειδή αξονικό τομογράφο ή τον ψηφιακό αγγειογράφο (ενδοφλέβια ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία).

Στη δεύτερη, τέλος, περίπτωση, η οποία είναι και η πλέον ακριβής, εισάγεται καθετήρας από τη μηριαία ή μασχαλιαία αρτηρία στην κοιλιακή αορτή ή εκλεκτικά σε κάθε νεφρό, όπου γίνεται η έγχυση της σκιεράς ουσίας, η δε καταγραφή γίνεται είτε με τον κλασσικό αγγειογράφο, είτε με τον ψηφιακό αγγειογράφο (ενδαρτηριακή ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία).



*Φυσιολογικές νεφρικές αρτηρίες
Ενδοφλέβια ψηφιακή αφαιρετική
αγγειογραφία κοιλιακής αορτής
και μεγάλων αγγείων. Νεφρικές αρτηρίες (βέλη)*



A



B



Γ

Φυσιολογικές νεφρικές αρτηρίες νεφρά

(A, B ίδια περίπτωση, Γ διαφορετική περίπτωση)

Συμβατική αρτηριογραφία, αρτηριακή φάση (A), νεφρογραφική φάση (B)

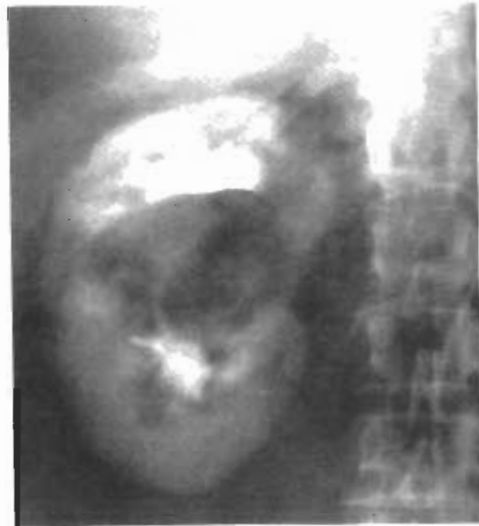
και εκλεκτική του δεξιού νεφρού αρτηριακή φάση (Γ)

3.6.1. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΡΤΗΡΙΟΓΡΑΦΙΑ

➤ Απλή κύστη



Α



Β



Γ

Απλές κύστεις νεφρού (Α, Β ίδια περίπτωση και Γ διαφορετική περίπτωση). Εκλεκτικές αγγειογραφίες του δεξιού νεφρού, αρτηριακή (Α) και παρεγχυματική φάση (Β, Γ). Απεικονίζεται μια απλή κύστη στην παραπνευλική χώρα (Α, Β) και τον κάτω πόλο (Γ) οι οποίες στερούνται αγγειώσεων και αφορίζονται σαφώς από το υγιές παρέγχυμα

3.7. ΦΛΕΒΟΓΡΑΦΙΑ

Η σκιαγράφιση της κάτω κοίλης και των νεφρικών φλεβών γίνεται με παρόμοιο σχεδόν τρόπο, όπως και του αρτηριακού δικτύου.

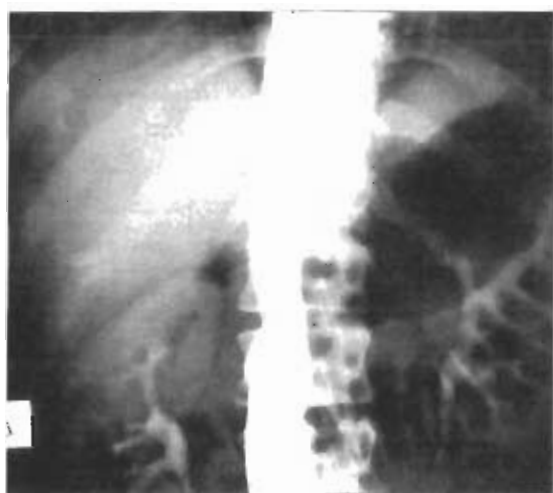
Έτσι, αυτή είναι δυνατόν να επιτευχθεί χωρίς την έγχυση σκιεράς ουσίας (MR φλεβογραφία) ή μετά από έγχυση σκιεράς ουσίας. Η τελευταία μπορεί να γίνει:

- α) στη μηριαία φλέβα και
- β) στην κάτω κοίλη φλέβα μετά από καθετηριασμό αυτής,

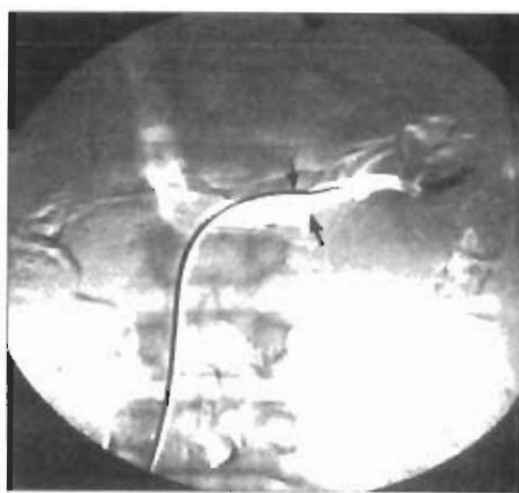
όπου σκιαγραφείται η κάτω κοίλη φλέβα ή εκλεκτικά το φλεβικό δίκτυο των νεφρών.

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται σκιερά ουσία, η λήψη ακτινογραφιών γίνεται με την ελικοειδή αξονική τομογραφία και τον κλασσικό ή τον ψηφιακό αγγειογράφο.

Τέλος, οι νεφρικές φλέβες μπορούν να σκιαγραφηθούν στις καθυστερημένες λήψεις μετά από εκλεκτική αρτηριογραφία των νεφρών.



Α



Β

Φυσιολογική κάτω κοίλη - αριστερή νεφρική φλέβα

(Α, Β διαφορετικές περιπτώσεις)

Φλεβογραφία κάτω κοίλης φλέβας (Α)

μετά από έγχυση της σκιερής ουσίας στις μοιριαίες φλέβες

και εκλεκτική της αριστεράς νεφρικής φλέβας (βέλη Β)

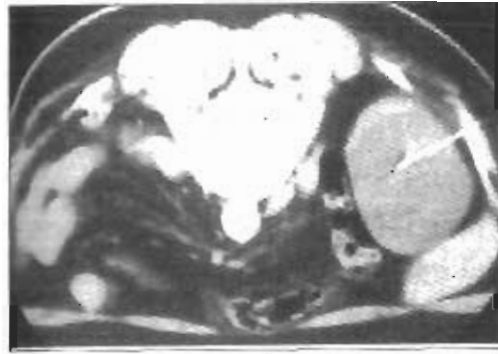
3.8. ΔΙΑΔΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΚΕΝΤΗΣΗ

Η μέθοδος αυτή, η οποία γίνεται με την βοήθεια των υπερήχων, του κλειστού κυκλώματος τηλεοράσεως ή του αξονικού τομογράφου, διενεργείται τόσο για διαγνωστικούς όσο και θεραπευτικούς σκοπούς.

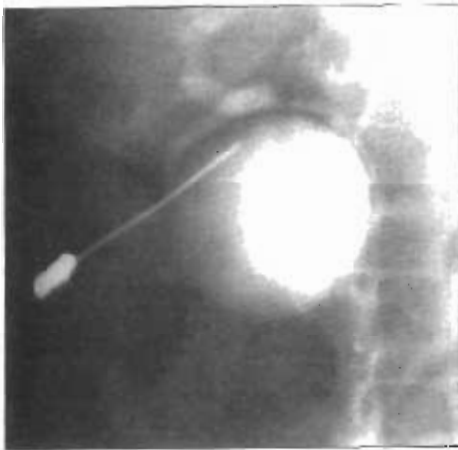
Όσον αφορά το διαγνωστικό σκέλος οι κυριότερες ενδείξεις είναι:

- α) Η λήψη βιοψίας προκειμένου να τεθεί η ιστολογική διάγνωση μιας παρεγχυματικής νόσου των νεφρών και
- β) Η παρακέντηση μορφωμάτων για να διευκρινισθεί εάν πρόκειται για συμπαγή ή κυστικά, η οποία εκτός από την αναρρόφηση ή λήψη τεμαχίου για βιοψία υποβοηθείται και από την έγχυση σκιεράς ουσίας.

Όσον αφορά το θεραπευτικό σκέλος, εκτός από την παροχέτευση διαφόρων κυστικών μορφωμάτων, οι περισσότερες παρεμβατικές πράξεις έχουν ως στόχο την παρακέντηση του Π-Κ συστήματος η οποία αποτελεί τη βάση για τη διενέργεια των περισσότερων εξ αυτών, όπως π.χ. παροδική εξωτερική ή μόνιμη εξωτερική αποσυμφόρηση μιας αποφράξεως της αποχετευτικής οδού, αφαίρεση λίθων, διενέργεια διαστολής με καθετήρες με μπαλόνι ή τοποθέτηση STENTS στους ουρητήρες, κ.λ.π.



Α



Β



Γ

Παρακέντηση κύστεων νεφρού - καρκίνου Α-Γ' διαφορετικές περιπτώσεις.

Διαδερμικές διοσφυϊκές παρακεντήσεις κύστεως νεφρού με την καθοδήγηση του αξονικού τομογράφου σε πρινή θέση (Α) και απλής κύστεως (Β) και καρκίνου του νεφρού (Γ) με την βοήθεια κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης.

Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις έχει γίνει και έγχυση ουσίας η οποία απεικόνισε το ομαλό τοίχωμα της κύστεως στην περίπτωση (Β) καθώς και την παθολογική αγγείωση στην περίπτωση (Γ)

3.9. ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ

Η αλματώδης εξέλιξης της τεχνολογίας ποτέ δεν συνδέθηκε τόσο στενά με τον κλάδο της ιατρικής όσο σήμερα με την ακτινοδιάγνωση ακτινολογία. Από τότε που ο Roentgen έβγαλε την πρώτη ακτινογραφία, μετά την ακτινοσκοπήσει των οστών της άκρας χειρός της γυναίκας του, ακολούθησε μια συνεχή εξέλιξη με την τελειοποίηση της ακτινογραφίας που τώρα με την χρήση computer, επεξεργάζεται ψηφιακά, με διαφορετικά χρωματικά παράθυρα την εικόνα.

Τελικώς φτάσαμε στην τελειοποίηση των κλασικών ακτινολογικών τραπεζιών και τον ενισχυτή εικόνας, προχωρήσαμε στην ηλεκτρονική απλή και σπειροειδή αξονική τομογραφία, που σήμερα έχει επιδείξει μηχανήματα τετάρτης και πέμπτης γενιάς, στην ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία για να φτάσει στον μαγνητικό συντονισμό και στον μαγνητικό τομογράφο.

Οι υπέρηχοι ακολούθησαν και αυτοί εξελικτική πορεία τα τελευταία δέκα χρόνια, ώστε σήμερα να έχουμε υψηλής ευκρίνειας ασπρόμαυρες και έγχρωμες εικόνες με την βοήθεια των computers και της τεχνικής υψηλής ευκρίνειας. Η χρήση τους όμως απαιτεί υψηλή γνώση και εξειδίκευση και είναι ίσως η μόνη εξέταση που είναι τόσο υποκειμενική στην απεικόνιση αλλά και στην διάγνωση.

Οι υπέρηχοι λοιπόν είναι ακουστικά σήματα με συχνότητες μεγαλύτερες από τις ακουστές. Οι ακουστές συχνότητες είναι από 15.000 - 20.000 Hz (το ανθρώπινο αυτί ακούει μέχρι 15.000 Hz το πολύ). Αν και κάποιοι φιλόμουσοι μπορεί να συλλάβουν ήχους άνω των 15.000 Hz ή και κάτω των 1.000 Hz. Μέσω αυτών των υπερηχητικών κυμάτων μεταφέρεται ενέργεια.

3.9.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Οι υπέρηχοι αποτελούνται από ένα σύστημα ενισχυτή εικόνας (τηλεόραση) και τον ηχοβολέα που έρχεται σε επαφή με το σώμα του ασθενούς. Η κεφαλή του ηχοβολέα αποτελείται από έξω προς τα μέσα από:

- ▲ Κατάλληλο μεταβιβαστικό υγρό.
- ▲ Έναν ακουστικό φακό, ο οποίος βρίσκεται μπροστά από τον κρύσταλλο που συμβάλλει στην καλύτερη σύγκλιση των ακουστικών κυμάτων.
- ▲ Έναν κρύσταλλο ζirkονιούχο μολυβδούχου τιτανίου (P.Z.T.) ο οποίος αποτελείται από διατεταγμένα δίπολα. Όταν ο κρύσταλλος υποβληθεί σε εναλλασσόμενη ηλεκτρική τάση, η διάταξη των διπόλων μεταβάλλεται, δηλαδή ο κρύσταλλος ταλαντώνεται και παράγονται έτσι τα υπερηχητικά κύματα (λειτουργεί ως πομπός υπερηχητικών κυμάτων). Αντίθετα όταν η κεφαλή λειτουργεί ως δεκτής τότε τα υπερηχητικά κύματα τα οποία επιστρέφουν στον κρύσταλλο μετατρέπονται, λόγω της αλλαγής διατάξεως των διπόλων που προκαλούν, σε μετρήσιμες διαφορές δυναμικού. Κάθε κρύσταλλος συνδέεται με δυο καλώδια το ένα από τα οποία φέρει το ηλεκτρικό ρεύμα για την παραγωγή των υπερηχητικών κυμάτων κι το άλλο άγει τις διαφορές δυναμικού που δημιουργούνται από τα ανακλώμενα κύματα προκειμένου να επεξεργαστούν και να μετατραπούν σε εικόνα.

Η ποιότητα κάθε κρυστάλλου καθορίζεται από τον **παράγοντα ποιότητας (Q Factor)** ο οποίος αναφέρεται στην ικανότητα του κρυστάλλου να ταλαντώνεται στιγμιαία και να επανέρχεται γρήγορα σε κατάσταση ηρεμίας για να είναι έτοιμος να δεχθεί ανακλάσεις. Αυτό

είναι πολύ σημαντικό αν σκεφτούμε ότι κάθε κρύσταλλος λειτουργεί ως πομπός υπερηχητικών κυμάτων μόνο κατά το 1% της λειτουργίας του, ενώ ως δέκτης κατά το 99%.

- ▲ Σύστημα περιστροφής του κρυστάλλου το οποίο υπάρχει μόνο στις sector κεφαλές και τροφοδοτείται ηλεκτρικά από δύο καλώδια.

Η δημιουργία και η αξιολόγηση της εικόνας στηρίζεται σε πέντε βασικά φαινόμενα φυσικής και αυτά είναι:

- 1ο. Ανάκλαση
- 2ο. Διάθλαση
- 3ο. Ακουστική σκιά
- 4ο. Ενίσχυση δεύτερου τοιχώματος
- 5ο. Συνήχιση

1. Αναλυτικότερα το φαινόμενο της **ανάκλασης** αποτελεί το κυριότερο μέσο δημιουργίας της εικόνας. Κατά την ανάκλαση τα ηχητικά κύματα τα οποία παράγονται απ' τον ηχοβολέα και προσπίπτουν κάθετα ή με μικρή γωνία πάνω σε έναν ιστό, ανακλώνται με την ίδια γωνία και προσπίπτουν στον ηχοβολέα όπου καταμετρούνται και μετά από ηλεκτρονική επεξεργασία καταγράφονται ως φωτεινές κηλίδες στην οθόνη.
2. Το φαινόμενο της **διάθλασης** συμβαίνει όταν τα ηχητικά κύματα κατά την πορεία τους διέλθουν από υλικά (ιστούς), διαφορετικών πυκνοτήτων. Συγκεκριμένα όταν ένα κύμα διέλθει από έναν ιστό μεγαλύτερης πυκνότητας σε έναν ιστό μικρότερης πυκνότητας τότε αυτό αποκλίνει από την αρχική της πορείας (απόκλιση). Αντίθετα όταν διέλθει από έναν αραιότερο ιστό σε έναν

πυκνότερο τότε συγκλίνει της αρχικής του πορείας (σύγκλιση). Η πρακτική αξία αυτού του φαινομένου είναι η απεικόνιση του στην οθόνη μας ανατομικών στοιχείων τα οποία βρίσκονται εκτός του εύρους της περιοχής που σαρώνει η δέσμη των ηχητικών κυμάτων και τα οποία εάν συνέβαινε μόνο το φαινόμενο της ανάκλασης δεν θα απεικονιζότανε (π.χ. απεικόνιση της κάτω κοίλης φλέβας κατά την εξέταση του δεξιού νεφρού).

3. Η **ακουστική σκιά** αναγνωρίζεται ως μια άνηχη γραμμοειδής ή ταινιοειδής περιοχή η οποία παρατηρείται πίσω από έναν υπερηχοανακλαστικό σχηματισμό και προεκτεινόμενη καταλήγει πάντοτε στον ηχοβολέα. Η ύπαρξη ακουστικής σκιάς καθορίζει την ταυτότητα του υπερηχοανακλαστικού σχηματισμού καθώς συνοδεύει μόνο τους λίθους, άρα ο εντοπισμός ακουστικής σκιάς σημαίνει ύπαρξη λίθους. Το φαινόμενο αυτού συμβαίνει λόγω πλήρους ανάκλασης της δέσμης πάνω στον λίθο με αποτέλεσμα η περιοχή κάτωθεν αυτού να μην απεικονίζεται, αφού δεν φτάνουν σε αυτήν υπερηχητικά κύματα (απεικονίζεται ως μαύρη ζώνη διαστάσεων ανάλογων αυτών του λίθου).
4. Κατά το φαινόμενο της **ενίσχυσης του δεύτερου τοιχώματος**, το τοίχωμα ενός ανατομικού σχηματισμού ο οποίος περιέχει υγρό, όπως για παράδειγμα της ουροδόχου κύστεως, της χοληδόχου κύστεως ή ενός αγγείου παρουσιάζεται υπερηχοανακλαστικότερο του πρώτου. Η ηχητική δέσμη μέχρι να φτάσει το πρόσθιο τοίχωμα του εξεταζόμενου οργάνου, λόγω των ανακλάσεων που υφίσταται στους υπερκείμενους ιστούς εξασθενεί, έτσι λοιπόν θα περιμέναμε το δεύτερο τοίχωμα να καταγραφεί υποηχοανακλαστικότερο του πρώτου αφού η δέσμη εξασθενεί ακόμη περισσότερο μέχρι να φτάσει σε αυτό καθώς διέρχεται μέσα από το υγρό περιεχόμενο του

κοίλου οργάνου που εξετάζουμε. Στην πραγματικότητα όμως συμβαίνει το αντίθετο γιατί η δέσμη διερχόμενη από υλικό χαμηλού ειδικού βάρους και υψηλής ομοιογένειας (όπως είναι τα ούρα, το αίμα) ενισχύεται με αποτέλεσμα να καταγράφεται εντονότερα το δεύτερο τοίχωμα στο οποίο προσπίπτει η δέσμη αυτή.

5. Το φαινόμενο της **συνήχισης** εκδηλώνεται με την ύπαρξη υπερηχοανακλαστικότερων περιοχών με την μορφή ομόκεντρων κύκλων εντός κοιλοτήτων με άνηχο περιεχόμενο πως η ουροδόχος κύστη.



Μηχάνημα υπερηχογραφίας

3.9.2. ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΝΕΦΡΩΝ

Το υπερηχογράφημα των νεφρών αποτελεί σήμερα μια εξέταση ρουτίνας, γιατί είναι απλό, ασφαλές έχει υψηλή διαγνωστική ακρίβεια και δεν εξαρτάται από την νεφρική λειτουργία για την παραγωγή

εικόνας. Επιπλέον είναι δυνατόν να διενεργηθεί επί της κλίνης του ασθενούς, όταν αυτός δεν δύναται να μετακινηθεί.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

1. Καθορισμός του μεγέθους, της θέσης και την μορφολογία των φυσιολογικών νεφρών.
2. Αναγνώριση ανωμαλιών της θέσης και της μορφολογίας, καθώς και των συγγενών ανωμαλιών των νεφρών.
3. Αναγνώριση και διαφορική διάγνωση οξέων, διάχυτων ετερόπλευρων ή αμφοτερόπλευρων βλαβών του νεφρικού παρεγχύματος (οξεία σπειραματονεφρίτης οξεία πυελονεφρίτης, ανεπάρκεια).
4. Διαφοροδιαγνωστική διευκρίνηση ή διαχωρισμός της νεφρικής ανεπάρκειας καθώς και της ακτινολογικής σιγής του νεφρού (απλασία, ρίκνωση, όγκος).
5. Διευκρίνηση του ετερόπλευρου ή αμφοτερόπλευρου νεφρικού άλγους (πυελονεφρίτης, νεφρολιθίαση).
6. Ανεύρεση της αιτίας σε περίπτωση αιματουρίας.
7. Αναγνώριση χρονίων αλλοιώσεων των νεφρών (ουλές, νεφροί ηλικιωμένοι).
8. Αναγνώριση και διαφορική διάγνωση εστιακών νεφρικών βλαβών (κύστεις, όγκοι, αποστήματα, λίθοι).
9. Εξέταση των νεφρών σε περιπτώσεις αλλεργικής προδιάθεσης και εγκυμοσύνης.
10. Παρακέντηση των νεφρών κατευθυνόμενη με υπέρηχους για λήψη

υλικού προς ιστολογική και κυτταρολογική εξέταση.

11. Παρακολούθηση μεταμοσχευμένων νεφρών.

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Συσκευές με κεφαλές 3,5 MHz και τουλάχιστον 10 cm εύρος εικόνας σε βάθος απεικονίσεις, κεφαλές 5 MHz για την εκτίμηση της αρχιτεκτονικής των νεφρών.

ΑΚΡΙΒΕΙΑ

Οι φυσιολογικοί νεφροί απεικονίζονται σε 100% των περιπτώσεων. Οι διαστάσεις που μετρώνται με τους υπέρηχους αντιστοιχούν στις αληθινές. Στην διαγνωστική με τους υπέρηχους δεν υπάρχουν λάθη προβολής.

Διάχυτες νεφρικές βλάβες αναγνωρίζονται σωστά σε 80 - 95 % των περιπτώσεων. Η αιτία πρέπει να συσχετίζεται και με την κλινική εικόνα.

Περιγεγραμμένες (εστιακές) νεφρικές βλάβες αναγνωρίζονται από το μέγεθος 0,5-1 cm. Κύστεις και όγκοι διαχωρίζονται από μεγέθους 1 cm. Σε αμφίβολες περιπτώσεις μπορεί να διευκρινιστούν με παρακέντηση κατευθυνόμενοι με υπέρηχους (ευαισθησία 97%). Νεφρικοί λίθοι αναγνωρίζονται από μεγέθους 3-5 mm.

ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ

Η διαφορική διάγνωση των διάχυτων νεφροπαθειών δεν είναι πάντα δυνατή. Με τους υπέρηχους δεν είναι επίσης δυνατή η εκτίμηση για την ιστολογική υφή τους. Ο διαχωρισμός μεταξύ καλοηθών και κακοηθών όγκων καθώς και μεταξύ νεφρικών κύστεων με αιμορραγία

και αιματωμάτων ή αποστημάτων, είναι δύσκολη ως αδύνατη. Η αναγνώριση καρκίνων της νεφρικής πυέλου είναι δυνατή μόνο σε προχωρημένα στάδια. Η ανάδειξη έκτοπων νεφρών μπορεί να δυσχεραίνεται από επιπροβολές αέριων και στροφή των νεφρών περί τον επιμήκη άξονα τους. Το ίδιο ισχύει και για τις συγγενείς ανωμαλίες των νεφρών.

Σε καχεκτικούς ασθενείς και σε έντονο μετεωρισμό είναι δύσκολη η εξέταση του αριστερού νεφρού. Διαφοροδιαγνωστικά προβλήματα δημιουργούνται επίσης κατά τον διαχωρισμό της υπερπλασίας των στηλών του Bertini και της ονομαζόμενης παρεγχυματικής λόβωσης από όγκους.

3.9.3. ΤΡΟΠΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

A. ΔΕΞΙΟΥ ΝΕΦΡΟΥ

Είναι πιο εύκολο στην απεικόνιση γιατί περιβάλλεται από το ήπαρ και από λιγότερες εντερικές έλικες.

Χρησιμοποιούμε για ακουστικό παράθυρο το ήπαρ δηλαδή λέμε στον ασθενή να στραφεί 45 μοίρες αριστερά του και να πάρει αν χρειαστεί βαθιά αναπνοή. Στην περίπτωση αυτή η δέσμη του ήχου διέρχεται από τον ηπατικό ιστό, δεν συναντά ανακλαστικές επιφάνειες και αποφεύγουμε τα εντερικά αέρια. Η τομή που λαμβάνεται είναι επιμήκης και είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό του σωστού μήκους του νεφρού.

Σε περίπτωση που ο νεφρός έχει διαφορετική θέση (συγγενής ανωμαλία) παίρνουμε λοξές τομές ώστε να έχουμε πάντα το μέγιστο μήκος του νεφρού.

Συνεχίζουμε με πολλές άλλες τομές (εγκάρσιες - λοξές) ώστε να

απεικονίσουμε πλήρως όλα τα ανατομικά στοιχεία του νεφρού, δηλαδή τον φλοιό, την πυέλο, τους κάλυκες, την νεφρική αρτηρία και την νεφρική κάψα.

Β. ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΝΕΦΡΟΥ

Ακολουθείται και εδώ η ίδια διαδικασία στροφής αλλά δεξιά. Εδώ χρησιμοποιείται σαν ακουστικό παράθυρο ο σπλήνας, επειδή όμως κατά το ήμισυ βρίσκεται υπό τα πλευρά, είναι πιο δύσκολη η χρήση του σαν ακουστικό παράθυρο. Επειδή επιπλέον στην περιοχή υπάρχει το σιγμοειδές που πάντα έχει αέρια, για να ολοκληρώσουμε την εξέταση πρέπει να πάρουμε και τομές από την πλάτη (ειδικά όταν αναζητείται λίθος).



ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΝΕΦΡΟΣ



ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΝΕΦΡΟΣ

Ο φυσιολογικός νεφρός έχει μήκος 10-12 cm, ο αριστερός είναι συνήθως λίγο μεγαλύτερος από τον δεξιό, πλάτος 5-6 cm και πάχος 3-5 cm. Ο όγκος αμφοτέρων των νεφρών είναι 4,3-6,2 ml/kg βάρους του σώματος. Το παρεγχύμα έχει πάχος 1,3-2 cm. Η σχέση παρεγχύματος - πυέλου είναι σε άτομα μέχρι 40 ετών 1,8:1, από 40-60 ετών 1,7:1. Σε άτομα μεγαλύτερα των 60 ετών 1,1:1 (νεφροί του γήρατος). Η ηχοδομή του παρεγχύματος είναι πιο ελαττωμένη από αυτήν του ήπατος. Οι πυραμίδες αναγνωρίζονται σε 50-60% των περιπτώσεων. Κάθε νεφρός

έχει 8-18 πυραμίδες με διάμετρο 6-10 mm. Η πύελος είναι υπερηχογενής και περιβάλλεται από το παρέγχυμα. Αποτελείται από λιπώδη και συνδετικό ιστό, αγγεία, και τμήματα του πυελοκαλυκτικού συστήματος. Η διαφορά μεγέθους μεταξύ δεξιού και αριστερού νεφρού είναι το πολύ 1,5 cm. Η κινητικότητα των νεφρών κατά την αναπνοή και λόγω αλλαγής θέσης φτάνει από 3-5 cm. Το εύρος του πυελοκαλυκτικού συστήματος είναι σε φυσιολογικές συνθήκες 5-12 mm, μετά την λήψη υγρών ως 20 mm. Από την 13^η εβδομάδα της εγκυμοσύνης αυξάνεται το εύρος της πύελου συνεχώς, περισσότερο δεξιά από ότι αριστερά. Η δεξιά νεφρική φλέβα έχει εύρος 3-5 mm, η αριστερή 5-10 mm και οι νεφρικές αρτηρίες 3 mm.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ

Μόνο ο πλήρως απεικονισθείς νεφρός μπορεί να εκτιμηθεί. Ο κάτω πόλος του νεφρού μπορεί να δημιουργήσει διαφοροδιαγνωστικά προβλήματα, για αυτό απαιτεί υπομονή κατά την εξέταση. Η εκτίμηση του αριστερού νεφρού με τους υπέρηχους διευκολύνεται λόγω της κινητικότητας του κατά τις αναπνευστικές κινήσεις. Σε αμφίβολες περιπτώσεις συνιστώνται επανέλεγχοι μετά την απομάκρυνση του αέρα από το έντερο.

3.9.4. ΠΑΘΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΥΜΕ ΣΤΑ ΝΕΦΡΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

I. ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΤΗΣ ΗΧΟΓΕΝΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΦΛΟΙΟ

▲ Αύξηση ηχογένειας

Σε χρόνια πυελονεφρίτιδα αλλά κυρίως σε χρόνια σπειραματονεφρίτιδα. Τα αίτια είναι στρεπτόκοκκος από αμυγδαλίτιδα, νόσοι

του κολλαγόνου, σκλήρυνση νεφρικών αρτηριών, καταστροφή από φάρμακα ή τοξικές ουσίες.

Λ Μείωση της ηχογένειας

Σε οξεία σπειραματονεφρίτιδα που συνήθως συνοδεύεται από αύξηση του όγκου των νεφρών. Το τελευταίο συμβαίνει κυρίως σε απόφραξη της νεφρικής φλέβας. Το οίδημα στον νεφρικό ιστό πιέζει και κλείνει την νεφρική φλέβα σε σημαντικό βαθμό.

2. ΔΙΑΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΥΕΛΟΚΑΛΙΚΙΚΟΥ

Απεικονίζεται σαν άνηχα σφαιρικά πολλαπλά σημεία που αναπαριστούν απλά το ανατομικό εκμαγείο των γεμάτων ούρων, καλύκων και πυέλου. Σε διάταση του ουρητήρα απεικονίζεται ο ουρητήρας σαν άηχος σφαιρικός σωλήνας.

Αυτή μπορεί να οφείλεται σε λίθο ή σε πίεση του ουρητήρα από εξωτερικά αίτια ή σε όγκο - διήθηση του ουρητήρα.



Υπερηχογράφημα νεφρολιθίασης

3. ΛΙΘΟΙ

Απεικονίζονται πάντα σαν υπερηχογενή στοιχεία εντός του νεφρού σχεδόν πάντα με ακουστική σκιά. Η ακουστική σκιά πρέπει πάντα να αναζητείται για να επιβεβαιώσει τον λίθο. Επίσης με τους υπέρηχους παίρνουμε πληροφορίες για την θέση των νεφρών (ελέγχουμε πιθανή πτώση ή πιθανή έξω ή έσω στροφή).

4. ΟΓΚΟΙ

Απεικονίζεται κυρίως με αυξημένη ηχογένειας αλλά πολλές φορές με μεικτή, λόγω εσωτερικών άηχων περιοχών, γεγονός που ενισχύει την κακοήθεια τους. Οι καλοήθεις όγκοι έχουν συνήθως ομαλή ηχογένεια χωρίς όμως να αποκλείει την πιθανή κακοήθεια. Οι όγκοι των νεφρών γενικώς απεικονίζονται με πολύ καλό τρόπο κι σπάνια ξεφεύγουν στις διαγνώσεις.

Σφαιρικές άνηχες περιοχές αποτελούν τις απλές καλοήθεις κύστεις που εντοπίζονται είτε στον φλοιό του νεφρού (φλοιώδης κύστη) είτε παραπυελικά. Οι κύστεις αυτές έχουν ομαλό λείο τοίχωμα και ομαλά άνηχο περιεχόμενο. Το περιεχόμενο αυτό είναι συνήθως νερό ή πρόουρο ή στοιχεία αίματος.

Επίσης με τους υπέρηχους παίρνουμε πληροφορίες για την θέση των νεφρών (ελέγχουμε πιθανή πτώση ή πιθανή έξω ή έσω στροφή). Επίσης ανακαλύπτουμε συγγενείς ανωμαλίες περί την διάπλαση, που δυστυχώς είναι αρκετές και συχνές.

Εδώ θα αναφέρουμε τρεις συγγενείς ανωμαλίες που είναι οι συχνότερες αλλά και οι πλέον εύκολες να αναγνωριστούν από κάποιον που δεν έχει πείρα και ιδιαίτερες γνώσεις. Θα πρέπει μόνο να έχει συνηθίσει το μάτι του στην φυσιολογική θέση του νεφρού και το φυσιολογικό σχήμα της πυέλου.

Αυτές είναι:

- A)** *Διπλασιασμός του πυελοκαλικικού συστήματος ή δισχιδής πύελος (ατελής διπλασιασμός)* που απεικονίζεται σαν δυο ανεξάρτητες ηχογένεια σφαίρες στο κέντρο του νεφρού. Αυτή η ανωμαλία δεν έχει συνήθως επιπτώσεις στην λειτουργία των νεφρών αλλά εάν υπάρχουν άλατα ευνοείται ο σχηματισμός λίθων.
- B)** *Έσω ή έξω στροφή του νεφρού (Molrotation).* Στην περίπτωση αυτή απεικονίζουμε δυσκολότερα τον νεφρό γιατί τον βλέπουμε από πλάγια θέση. Είναι δυνατόν να έχουμε δυσκολία στην αποχέτευση γιατί συχνά πιέζεται ο ουρητήρας λόγω της στροφής που παίρνει ακολουθώντας τον νεφρό, συνήθως όμως πιέζεται ο ουρητήρας από τα αγγεία του νεφρού προς της εισόδου στον νεφρό (αναδίπλωση ουρητήρα).
- Γ)** *Πολυκυστικοί νεφροί* απεικονίζονται πολλές μικρές ή μεσαίες κύστες, οι οποίες καταλαμβάνουν τον φλοιό του νεφρού και την πύελο. Επειδή ο φλοιός αποτελεί και το λειτουργικό διηθητικό τμήμα του νεφρού είναι δυνατόν να αναπτυχθεί βαριά νεφρική ανεπάρκεια. Μικρές (χιλιοστών) κύστες φλοιού πυέλου παρουσιάζει ο σπογγώδεις νεφρός καθώς και η νόσος των πολλαπλών κύστεων. Οι καταστάσεις αυτές θέλουν επιβεβαίωση και με την ενδοφλέβια πυελογραφία αλλά γενικά είναι λιγότερο από τους πολυκυστικούς νεφρούς.



Πολυκυστικός νεφρός

Οι ουρητήρες απεικονίζονται μόνο όταν είναι παθολογικοί όπως συμβαίνει στον συγγενής μεγαλοουρητήρα, σε συγγενής πίεση του ουρητήρα από τα λαγόνια αγγεία και στα παιδιά με σοβαρή κυστεουρητιρική παλινδρόμηση 2^{ου} και 3^{ου} βαθμού, που είναι συγγενείς και οφείλεται σε ανωριμότητα του κάτω σφικτήρα του ουρητήρα.

Η ουροδόχος κύστη, εκτός από αυτά που αναφέρονται στην εξέταση της κάτω κοιλιάς, διαταράσσει το σχήμα σε περίπτωση διαταραχής της νεύρωσης όπως συμβαίνει στα εγκεφαλικά επεισόδια σε βλάβη του νωτιαίου μυελού ή σε σακχαρώδη διαβήτη όποτε το σχήμα της γίνεται ωοειδές ή σαν χριστουγεννιάτικο δέντρο (τριγωνικό).

Αυτό το σχήμα το παίρνουμε και σε περίπτωση υπερτροφίας του πρόσφατου, λόγω μυϊκών κυκλοτερών συσπάσεων που κάνει η κύστη για να υπερνικήσει το κόλλημα του διογκωμένου πρόσφατου ο οποίος πιέζει την ουρήθρα στην έξοδο της κύστεως (υμενώδης τμήμα της ουρήθρας).

3.10. ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Η μελέτη της λειτουργίας των νεφρών και των νοσημάτων του ουροποιητικού συστήματος γενικότερα, προσήλκυσε το ενδιαφέρον της Πυρηνικής Ιατρικής περισσότερο από κάθε άλλο όργανο του ανθρώπου. Αυτό βέβαια οφείλεται και στην ικανότητα της να μελετά κυρίως λειτουργία και λιγότερο δομή του οργάνου του ουροποιητικού συστήματος.

Οι μέχρι σήμερα ευρέως χρησιμοποιούμενες εργαστηριακές διαγνωστικές μέθοδοι - ενδοφλέβια πυελογραφία και υπέρηχοι - εκτιμήσεως της νεφρικής δομής και των ανωμαλιών του νεφρού και της νεφρικής πύελου δεν δίνουν εξολοκλήρου ικανοποιητικές πληροφορίες περί της λειτουργίας του νεφρικού παρεγχύματος. Το μειονέκτημα αυτό παρακάμπτεται με τις χρησιμοποιούμενες σήμερα διαγνωστικές ραδιοϊσοτοπικές μεθόδους.

Οι μέθοδοι αυτοί χωρίζονται σε τρεις ομάδες:

- ▲ Η πρώτη συνίσταται από τις τεχνικές μετρήσεως της ολικής νεφρικής λειτουργίας.
- ▲ Η δεύτερη περιλαμβάνει καταγραφικές ισοτοπικές τεχνικές, δηλαδή μέτρησης των κρούσεων που λαμβάνονται απ' την επιφάνια των νεφρών μετά την χορήγηση γνωστής δόσεως ραδιοϊσοτόπου, με την βοήθεια ειδικού ραδιοανιχνευτού. Η ομάδα αυτή έχει σήμερα αντικατασταθεί από την εφαρμογή των τεχνικών μεθόδων της τρίτης ομάδας, οι οποίες απαιτούν συνεργασίας γ-κάμερας και computers, για να δώσουν αξιόπιστες πληροφορίες για κάθε ένα νεφρό.
- ▲ Η τελευταία αυτή ομάδα υποδιαιρείται πάλι σε δυο μεθόδους:

την στατική και
την δυναμική μελέτη των νεφρών.

Επειδή οι ενδείξεις για την στατική ή δυναμική μελέτη της νεφρικής λειτουργίας δεν είναι απόλυτα διαχωρισμένες, επιβάλλεται, πριν από όλα, η πλήρης γνώση κάθε μιας από αυτές, ώστε ο γιατρός να είναι ικανός να επιλέγει την μέθοδο εκείνη που θα δώσει απάντηση στο κλινικό ερώτημα.

3.10.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

1. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΟΛΙΚΗΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η νεφρική λειτουργία, κατά τον Stnith (1951), συνίσταται από δυο απεκκριτικά συστήματα:

- ▲ την πειραματική διήθηση και
- ▲ την σωληναριακή απέκκριση, που υπολογίζεται με την μέτρηση της clearance του αίματος από ουσίες που απεκκρίνονται και από τα δυο συστήματα του νεφρού.

Η μέτρηση όμως αυτών δεν είναι και τόσο εύκολη διαδικασία. Στην πραγματικότητα η μοναδική κλινική μέθοδος υπολογισμού της πειραματικής διήθησεως είναι η clearance κρεατινίνης (που παράγεται ενδογενώς) αλλά προσκρούει στο μειονέκτημα για ακριβή συλλογή ούρων 24ωρου και το σχετικό μεγάλο διάστημα που απαιτεί. Τα δε αποτελέσματα είναι συχνά αμφίβολα ιδίως σε σοβαρού βαθμού

νεφρικής ανεπάρκειας.

Ακριβέστερα αποτελέσματα λαμβάνονται με την χρησιμοποίηση ουσιών, που απεκκρίνονται από το αγγειώδες σπείραμα, μετά την σήμανσή τους με ισότοπο. Τα συνηθέστερα από αυτά καταγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 4 και ταξινομούνται σε δυο ομάδες που είναι: τις χημικές ενώσεις ή μεταλλικά ισότοπα και τα ακτινοσκιαγραφικά μέσα σεσημασμένα με ισότοπο ιωδίου.

Σύμφωνα με την μέθοδο ύστερα από την ενδοφλέβια χορήγηση γνωστής δόσεως ραδιενεργού ουσίας λαμβάνεται σειρά δειγμάτων αίματος 2,3 και 4 ώρες μετά την χορήγησή τους.

Σε σοβαρές νεφρικές ανεπάρκειες λαμβάνονται και περισσότερα δείγματα αίματος. Η clearance υπολογίζεται ακριβώς από τα παραπάνω δείγματα, αφού ξέρουμε την δόση ραδιενέργειας.

Η τεχνική αυτή δύναται να εφαρμοστεί σε κάθε Τμήμα Ραδιοϊσοτόπων. Κατά τον ίδιο τρόπο γίνεται και η διαδικασία καθάρσεως του ^{131}I -ορθοϊώδιο - ιππουρικού οξέως (ΟΙΗ ιππουράνη) που απεκκρίνεται ταχύτατα από το νεφρό όπως το ΡΑΗ.

Η μέθοδος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της δραστηκής πλασματικής ροής (ERPF) του νεφρού μετά την λήψη σειράς δειγμάτων αίματος, μια ώρα πριν την ενδοφλέβια χορήγηση γνωστής δόσης ραδιοϊσοτόπου. Η διαδικασία όμως αυτή, σπανίως αποτελεί μέθοδο διερευνήσεως την νεφρικής λειτουργίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Ουσίες χρησιμοποιούμενες για υπολογισμό
σπειραματικής διήθησης

Χημικές ενώσεις μεταλλικών	$^{51}\text{Cr} - \text{EDTA}$
ισοτόπων	$^{99}\text{Tcm} - \text{DTPA}$
	$^{169}\text{Yb} - \text{DTPA}$
Ακτινοσκιερές ουσίες	$^{125}\text{I} - \text{Iothalamate}$
	$^{125}\text{I} - \text{Diatrizoate}$

3.10.2. ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ**▲ Οργανολογία**

Τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά για την απεικόνιση των νεφρών, είναι εντελώς απαραίτητη η χρήση γ-κάμερας εφοδιασμένη με high resolution Collimator, και κατάλληλο ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y) που φέρει ειδικό πρόγραμμα καταγραφής με αυξημένο αριθμό κρούσεων και επεξεργασία των πληροφοριών. Ο ασθενής δεν θα πρέπει να κινείται κατά την διάρκεια της εξέτασης, εξ αιτίας του μικρού μεγέθους και την πληθώρα των εστιακών ανωμαλιών των νεφρών.

Ο ρόλος της τομογραφικής λήψης (Spect) είναι υπό σκέψη για την καθημερινή πράξη. Η χρήση High Resolution 3 κεφάλων γ-κάμερας με τομογραφίες εικόνες τριών προβολών, βελτιώνει την διακριτική ικανότητα των εικόνων του φλοιού και αυξάνει την οπτική εκτίμηση για ύπαρξη είτε ακέραιου είτε κατεστραμμένου παρεγχύματος, κυρίως για απεικόνιση με στατικό σπινθηρογράφημα με Tc-99m DMSA.

▲ **Ραδιοφάρμακα**

Τα ραδιοφάρμακα που χρησιμοποιούμε σε καθημερινή χρήση είναι ενώσεις Τεχνιτίου (Tc-99m) και χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- α) σε καθαρούς πειραματικούς ιχνηθέτες (π.χ. DTPA)
- β) σε πειραματικούς ιχνηθέτες με σωληναριακής καθήλωση (π.χ. DMSA- GH)
- γ) σε σωληναριακής απέκκρισης ιχνηθέτες (MAG 3)

Το Ιώδιο (I-131 και I-123) σεσημασμένο ο-iodohippurate-Na (HIP) χρησιμοποιήθηκε τις προηγούμενες δεκαετίες για ανίχνευση σωληναριακής λειτουργίας και απέκκρισης των νεφρών.

Πρόσφατα μια ένωση Tc-99m το Tc-99m MAG 3 που προσλαμβάνεται από τα σωληνάρια εισήλθε στην καθημερινή κλινική πράξη προσπαθώντας να αντικαταστήσει το I-131HIP. Εξ αιτίας των ευνοϊκών χαρακτηριστικών του, το MAG 3, μπορεί να εξελιχθεί στον «ιχνηθέτη επιλογής» για τους νεφρούς, εκτός μερικών ειδικών περιπτώσεων που αφορούν μικρές βλάβες του νεφρού (π.χ. πυελονεφρίτις, όπου η ένωση επιλογής είναι το Tc- 99m DMSA), ή σε διάχυτη βλάβη φλοιού (Tc-99m DMSA).

Κάθε φάρμακο από τις παραπάνω κατηγορίες έχει ειδικά χαρακτηριστικά και κλινικές ενδείξεις. Ο συνδυασμός δυο ραδιοφαρμάκων (MAG 3 με DMSA, και DTPA ή GH με HIP ή MAG 3, και τέλος DTPA με DMSA), μπορεί να είναι απαραίτητος ή συμπληρωματικός σε μερικές περιπτώσεις για την εν τω βάθει διερεύνηση και ακριβή διάγνωση.

1. Tc-99m DTPA παρουσιάζει συμπεριφορά ανάλογο της

ινσουλίνης. Έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί ως δείκτης σπειραματικής διήθησης (GFR) και για σπινθηρογραφική ημιοσοτική μελέτη νεφρικής αιματικής ροής, της σπειραματικής λειτουργίας και της απέκκρισης των νεφρών.

2. Tc-99m DMSA. Είναι εξαιρετικός ιχνηθέτης φλοιού γιατί το 40% της δόσης δεσμεύεται στα σωληνάρια για 6h. Στο γεγονός αυτό αποδίδεται η καλή απεικόνιση του φλοιού μετά την μείωση της ακτινοβολίας υποστρώματος -BKGr- (δηλαδή 2-20h μετά τη Ε.Φ. χορήγηση). Το DMSA μερικώς καθαίρεται με σπειραματική διήθηση.
3. Tc-99m GH. Έχει κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί στην κλινική πράξη λειτουργίας και της απέκκρισης. Το 10% της χορηγούμενης δόσης προσλαμβάνεται από τα σωληνάρια σε 6h (όπως και το DMSA), γεγονός που επιτρέπει την καθυστερημένη απεικονίσει του φλοιού.(3-6 h μετά την Ε.Φ. χορήγηση).
4. I-131 ή I-123o-iodohippurate (I-123 ή I-131) είναι πολύ αποτελεσματικός ιχνηθέτης της λειτουργικότητας των νεφρών και του status των σωληναρίων. Το 60% καθ αίρεται από τα σωληνάρια και 20% από το σπείραμα. Το Hippuran θεωρείται ένας αποτελεσματικός ιχνηθέτης της νεφρικής αιματικής ροής.
5. Tc-99m MAG 3. Είναι ένας ιχνηθέτης σωληναριακής απέκκρισης. Αν και αρχικά είχε χαρακτηριστεί σαν ένας καθαρός σωληναριακός ιχνηθέτης, σήμερα πιστεύεται ότι σε κάθε «δίοδο» 5-10% του ραδιοφαρμάκου φιλτράρεται από το σπείραμα και το μεγαλύτερο μέρος αποβάλλεται από τα σωληνάρια (50-60%). Το

MAG 3 αποβάλλεται από τους νεφρούς με το ίδιο περίπου ποσοστό όπως το HIP (70% της χορηγούμενης δόσης σε 30 min). Ο ιχνηθέτης αυτός συνδυάζει τις βιολογικές ιδιότητες του HIP με τις απεικονιστικές ιδιότητες του Tc-99m. Έτσι πολλοί παραδέχονται, ότι είναι ίσως καλύτερη ένωση από το HIP γιατί παράγονται καλύτερες εικόνες και οι μετρήσεις παρουσιάζουν καλύτερη στατιστική.

Το MAG 3 δεν προσλαμβάνεται από τον φλοιό (σε αντίθεση με το Gh και το DMSA), και για αυτό σε υποψία μικρών βλαβών του φλοιού προτιμώνται λήψεις πολλαπλών προβολών ή spect με χρήση DMSA. Τέλος σε ειδικές περιπτώσεις διάχυτου βλάβης συνίσταται συνδυασμός δυο ιχνηθετών, DTPA και MAG3.

▲ Προετοιμασία ασθενούς

Για την εκτέλεση του σπινθηρογραφήματος ο ασθενής τοποθετείται σε ύπτια ή καθιστή θέση.

Συνίσταται ενυδάτωση, μια ώρα πριν την έναρξη της εξέτασης, είτε per os (να έχει πιει 1 kg νερό) είτε Ε.Φ. με φυσιολογικό ορό ή dextrose. Και εν συνεχεία εκκένωση της ουροδόχου κύστης λίγο πριν αρχίσει η εξέταση.

Τοποθετείται φλεβοκαθετήρας σε περιφερική φλέβα και ελέγχεται η διόδος με φυσιολογικό ορό.

▲ Δοσολογία ασθενούς

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Οι δοσολογίες των ραδιοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται για τις σπινθηρογραφικές μελέτες των νεφρών

Ραδιοφάρμακο	Δοσολογία (mCi)
Tc ^{99m} -DTPA	5-15 mCi
Tc ^{99m} -DMSA	1-5 mCi
Tc ^{99m} -Glucosheptonate	10 mCi
Tc ^{99m} -MAG3	3-10 mCi
I ¹³¹ -OIH	50-300 μCi
I ¹²³ -OIH	100 μCi - 1 mCi

3.10.3. ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΦΡΩΝ (ΜΕ ^{99m}Tc-DMSA)

Η μελέτη αυτή παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την μορφολογία, το μέγεθος και την συμμετοχή του κάθε νεφρού στην συνολική υπάρχουσα νεφρική λειτουργία. Είναι επίσης χρήσιμη για τον καθορισμό του αριθμού και τις εντοπίσεις των νεφρών.

▲ Ενδείξεις

Η κυριότερη ένδειξη της μελέτης αυτής είναι για την πιστοποίηση της οξείας πυελονεφρίτιδας. Το στατικό σπινθηρογράφημα των νεφρών με Tc^{99m}-DMSA θεωρείται πιο ευαίσθητη μέθοδος από την ενδοφλέβια πυελογραφία ή την μελέτη των νεφρών με υπέρηχους.

Άλλες ενδείξεις της μελέτης είναι:

- ◇ η εντόπιση και απεικόνιση πυελονεφριτιδικών αλλοιώσεων («ουλές»),
- ◇ η εντόπιση εστιών φλεγμονής ή αποστημάτων στους νεφρούς,
- ◇ η εντόπιση τραυματικών βλαβών όπως ρήξεις ή θλάσεις των νεφρών,
- ◇ σε συνδυασμό με άλλα ραδιοφάρμακα για την διαφορική διάγνωση όγκων από κυστικά ή άλλα μορφώματα των νεφρών.

3.10.4. Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

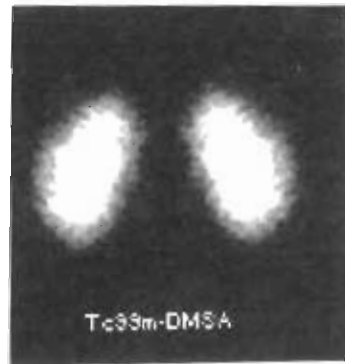
Η τεχνική της μελέτης είναι απλή. Γίνεται η ΕΦ χορήγηση 3-5 mCi του ραδιοφαρμάκου Tc^{99m} -DMSA και μετά από 3 περίπου ώρες γίνεται η απεικόνιση. Λαμβάνονται οπισθοπρόσθιες αλλά και άλλες λήψεις (οπισθοπλάγιες 45°, προσθοπλάγιες 45°, κ.τ.λ.). Εφόσον υπάρχει ένδειξη, μπορεί να γίνει και τομογραφική μελέτη (SPECT), κυρίως σε παιδιά.

Μετά την ολοκλήρωση των σπινθηρογραφικών λήψεων γίνεται επεξεργασία των δεδομένων με την χρήση ειδικών προγραμμάτων σε H/Y. Σχεδιάζοντας τις περιοχές ενδιαφέροντος (regions of interest ή ROIs) μπορούμε να ποσοτικοποιήσουμε τα δεδομένα και να λάβουμε πληροφορίες για την θέση, το σχήμα, τις διαστάσεις και την γενική κατάσταση του κάθε νεφρού, την συμμετοχή του στην υπάρχουσα συνολική νεφρική λειτουργία.

▲ Φυσιολογικό στατικό σπινθηρογράφημα νεφρών

Σε ένα φυσιολογικό στατικό σπινθηρογράφημα, αναμένεται η απεικόνιση των νεφρών με ομοιογενή κατανομή του Tc^{99m} -DMSA στον

φλοιό χωρίς ανωμαλίες του περιγράμματος ή περιοχές ελαττωμένης καθήλωσης.



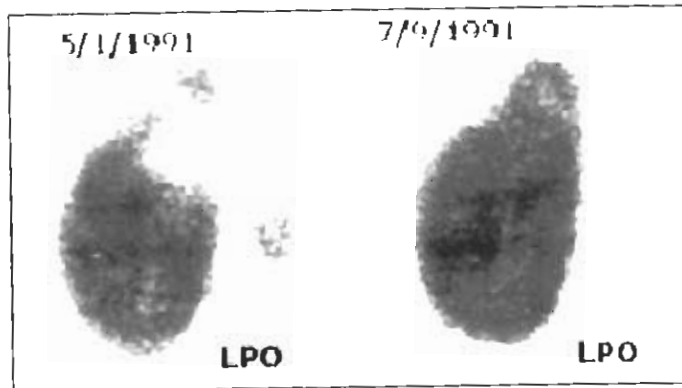
Φυσιολογικό στατικό σπινθηρογράφημα με Tc^{99m} -DMSA.

*Απεικόνιση των νεφρών με ομοιογενή κατανομή
του ραδιοφαρμάκου*

▲ Παθολογικό στατικό σπινθηρογράφημα νεφρών

Σε παθολογικές καταστάσεις, η κατανομή του Tc^{99m} -DMSA ποικίλλει ανάλογα με την υποκείμενη παθολογία. Έτσι μπορούν να παρατηρηθούν διάφορα ευρήματα όπως:

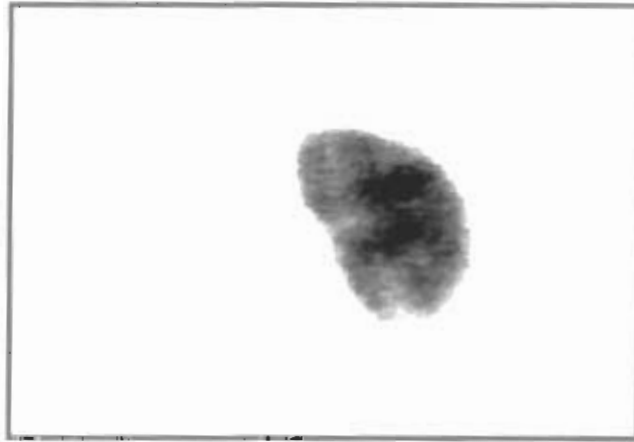
1. «Ψυχρές» περιοχές (ελλειμματικής καθήλωσης) σε κύστεις, όγκους, έμφρακτα, αποστήματα και άλλα.
2. Συνολικά διάχυτα μειωμένη και ανομοιογενή καθήλωση και στους δύο νεφρούς όπως σε περιπτώσεις νεφρικής ανεπάρκειας.



Σπινθηρογραφική εικόνα (AP πλάγια λοξή λήψη) με $^{99m}\text{Tc-DMSA}$.
Οξεία σπερματονεφρίτιδα ή οποία έχει εξελιχθεί σε χρόνια μορφή
μετά από 8 μήνες

3. Μονόπλευρη μείωση των διαστάσεων και μείωση της καθήλωσης του ραδιοφαρμάκου του πάσχοντος νεφρού σε στένωση της νεφρικής αρτηρίας.
4. Απεικόνιση συγγενών ανωμαλιών όπως πεταλοειδής νεφρός, μονήρης νεφρός ασθενείς χωρίς ιστορικό νεφρεκτομής), νεφρός σε έκτοπη θέση και άλλες καταστάσεις.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρατηρούνται μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα παθολογικών καταστάσεων όπως αυτές απεικονίζονται με την στατική (μορφολογική) μελέτη των νεφρών.



*Μονήρης δεξιός νεφρός σε νεογνό 12 ημερών
Συγγενής αγενεσία του ΑΡ νεφρού*



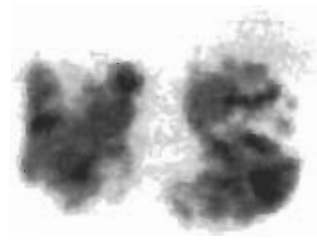
*Απεικόνιση πεταλοειδούς νεφρού σε κορίτσι 2 ετών.
Η έντονη απεικόνιση του ισθμού είναι ενδεικτικό ύπαρξης
λειτουργικού νεφρικού παρεγχύματος*



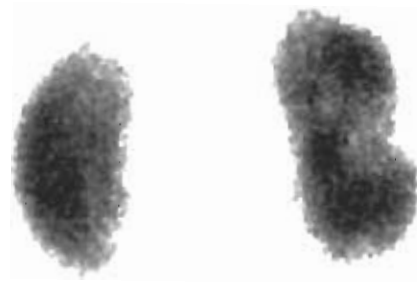
*Έκτοπος ΔΕ νεφρός (πυελικός).
Έδρημα σε άνδρα 32 ετών*

Εικόνα 1

Πολυκυστικοί νεφροί. Στατική μελέτη με ^{99m}Tc -DMSA απεικονίζεται η έντονα ανομοιογενής καθήλωση του ραδιοφαρμάκου στο λειτουργικό νεφρικό παρέγχυμα ενώ οι περιοχές με τις κυστικές αλλοιώσεις απεικονίζονται «ψυχρές»

**Εικόνα 2**

Έμφρακτο στον ΔΕ νεφρό. Η ισχαιμική περιοχή απεικονίζεται με την χαρακτηριστική σφηνοειδή περιοχή ελλειμματικής καθήλωσης του ραδιοφαρμάκου (^{99m}Tc -DMSA)



POST

Εικόνα 3

Υπερνέφρωμα στον κάτω πόλο του αριστερού νεφρού (^{99m}Tc -DMSA). Η βλάβη απεικονίζεται ως «ψυχρή» περιοχή

**Εικόνα 4**

Τραυματική ρήξη στην μεσότητα του ΔΕ νεφρού. Αναγράφονται και τα εκατοστιαία ποσοστά της συμμετοχής του κάθε νεφρού στην υπάρχουσα νεφρική λειτουργία. Οι σχεδιασμένες περιοχές ενδιαφέροντος (regions of interest, ROIs) είναι οι τοπικές περιμετρικά του κάθε νεφρού και με τις αντίστοιχες περιοχές για την ραδιενέργεια υποστρώματος (background radioactivity)



POST

DMSA UPTAKE (% of dose)

R. KIDNEY = 41.9 %
L. KIDNEY = 58.1 %

3.10.5. ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ

Με την δυναμική μελέτη των νεφρών, το λεγόμενο ραδιενεργό νεφρόγραμμα, μελετάμε την λειτουργικότητα του κάθε νεφρού σε συνάρτηση με τον χρόνο. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η απόκτηση σημαντικών πληροφοριών που αφορούν την αιμάτωση, την διηθητική ικανότητα και την απεκκριτική λειτουργία του κάθε νεφρού.

★ Τεχνική της μελέτης

Για την πραγματοποίηση των δυναμικών μελετών χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα ραδιοφάρμακα (Tc^{99m} -DTPA, Tc^{99m} -MAG3 ή I^{131} -OIH) τα οποία χορηγούνται ΕΦ σε μικρό όγκο (<1.0 ml) και των οποίων η χορήγηση γίνεται ταχέως ("bolus" χορήγηση). Λαμβάνονται στη συνέχεια λήψεις ανά προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα.

Η μελέτη διακρίνεται από τρεις φάσεις, οι χρόνοι και η κλινική σημασία των οποίων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Βλ. Πίνακα).

Μετά την ολοκλήρωση των σπινθηρογραφικών λήψεων γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων με την χρήση ειδικών προγραμμάτων σε Η/Υ. Όπως και με τις στατικές μελέτες, σχεδιάζοντας τις περιοχές ενδιαφέροντος (ROIs) μπορούμε να ποσοτικοποιήσουμε τα δεδομένα και να λάβουμε τις ζητούμενες πληροφορίες για την γενική κατάσταση του κάθε νεφρού και την υπάρχουσα νεφρική λειτουργία.

Τα δεδομένα που προκύπτουν από την παρακάτω δυναμική μελέτη και την επεξεργασία στον Η/Υ δημιουργούν τις καμπύλες του νεφρογράμματος όπου έχουμε την γραφική παράσταση της λειτουργίας του κάθε νεφρού σε συνάρτηση με τον χρόνο. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να μελετήσουμε την λειτουργικότητα του κάθε νεφρού και να προσδιορίσουμε τα χαρακτηριστικά του προβλήματος λαμβάνοντας έτσι

πληροφορίες ιδιαίτερα σημαντικές για την περαιτέρω θεραπευτική αντιμετώπιση του υποκείμενου προβλήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Οι φάσεις του ραδιενεργού νεφρογράμματος,
οι χρόνοι και η κλινική τους σημασία

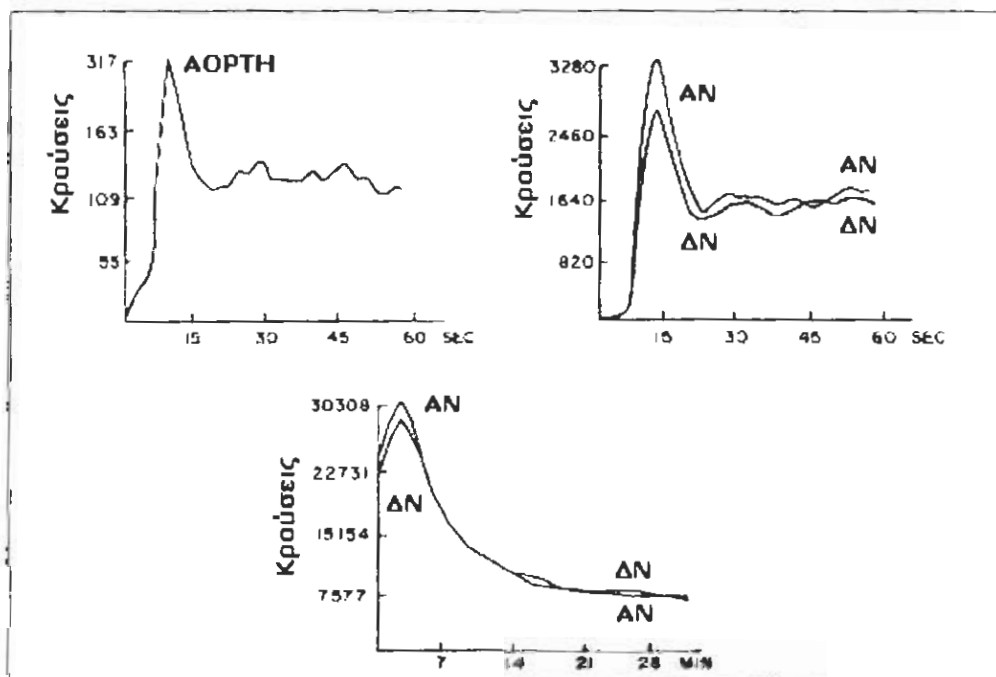
Φάση της μελέτης	Χρόνοι	Κλινική Σημασία
Φάση Α: Αιμάτωσης	Το 1 ^ο λεπτό της μελέτης (0-60 sec). Λαμβάνονται σειριακές εικόνες ανά 1-2 sec	Εκτίμηση της αιμάτωσης του κάθε νεφρού
Φάση Β: Διήθησης	Τα επόμενα 3-5 λεπτά της μελέτης. Σειριακές εικόνες ανά 0,5-1 min.	Εκτίμηση της διηθητικής λειτουργίας του κάθε νεφρού
Φάση Γ: Απέκκρισης	Τα επόμενα 30 λεπτά της μελέτης. Σειριακές εικόνες ανά 0,5-1 min.	Εκτίμηση της απέκκριτικής λειτουργίας του κάθε νεφρού

▲ Οι φάσεις του νεφρογράμματος

Οι καμπύλες του νεφρογράμματος διακρίνονται στις τρεις φάσεις που έχουν αναφερθεί παραπάνω:

Κατά την 1^η Φάση λαμβάνονται πληροφορίες για τον χρόνο άφιξης του ραδιοφαρμάκου σε κάθε νεφρό. Ο χρόνος αυτός παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την κατάσταση της αιμάτωσης του νεφρού αφού η καθυστερημένη άφιξη αυτού σε ένα (ή και τους δυο) από τους νεφρούς είναι ένδειξη μειωμένης αιμάτωσης (π.χ. από στένωση της

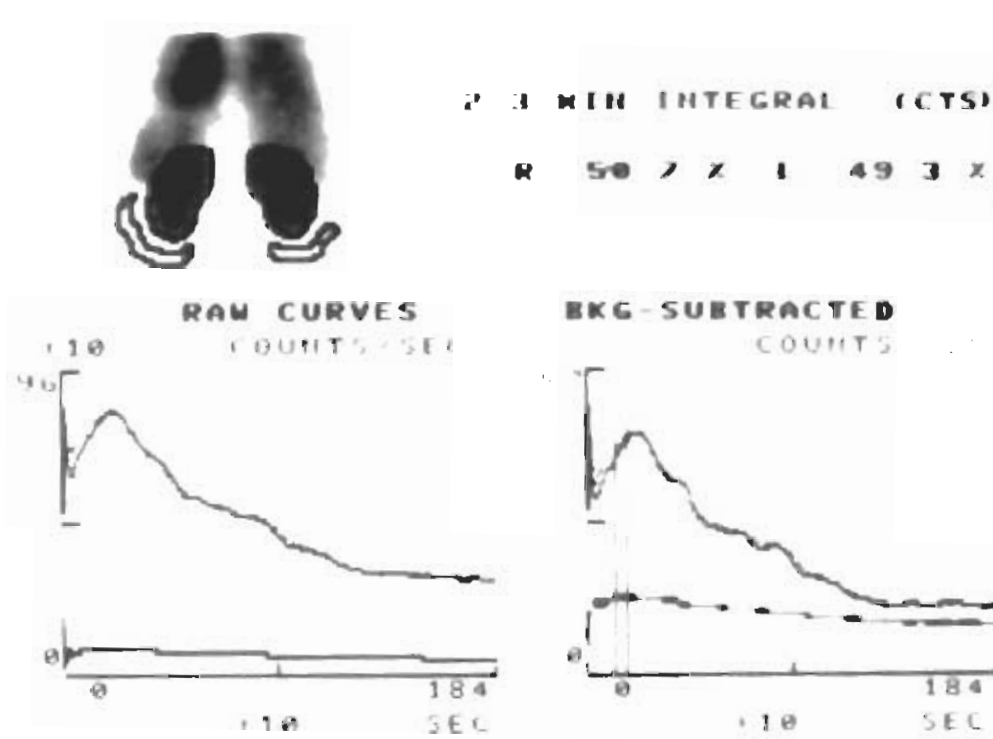
σύστοιχης νεφρικής αρτηρίας). Για την εκτίμηση των παραμέτρων αυτών γίνεται συνυπολογισμός της αγγείωσης τόσο της κοιλιακής αορτής όσο των νεφρικών αγγείων και των ίδιων των νεφρών.



Φυσιολογική δυναμική μελέτη (ραδιενεργό νεφρόγραμμα) με $99mTc-DTPA$. Παρατηρείται συμμετρική συμμετοχή των νεφρών στην υπάρχουσα νεφρική λειτουργία τόσο στην φάση της αιμάτωσης και της διήθησης όσο και στην φάση της απέκκρισης

Στην 2^η Φάση, την φάση της διήθησης, οι πληροφορίες αφορούν την κατάσταση των σωληναρίων ή των σπειραμάτων ανάλογα με το ραδιοφάρμακο που έχει χορηγηθεί και τον τρόπο με τον οποίο αυτό απεκκρίνεται. Το τμήμα αυτό έχει σαφώς μικρότερη κλίση από την προηγούμενη φάση και το μέγιστο ύψος της καμπύλης σχετίζεται με την εκτίμηση της νεφρικής λειτουργίας όπου το χαμηλό ύψος είναι ενδεικτικό έκπτωσης της λειτουργικότητας.

Τέλος, στην 3^η Φάση, η καμπύλη παριστά την απομάκρυνση του ραδιοφαρμάκου από το πυελοκαλυκικό σύστημα των νεφρών και φτάνει στο μέγιστο ύψος της στα 4 περίπου λεπτά μετά την χορήγηση. Φυσιολογικά η καμπύλη αυτή εμφανίζει μια συνεχή ελάττωση με την πάροδο του χρόνου καθώς απομακρύνεται το ραδιοφάρμακο.



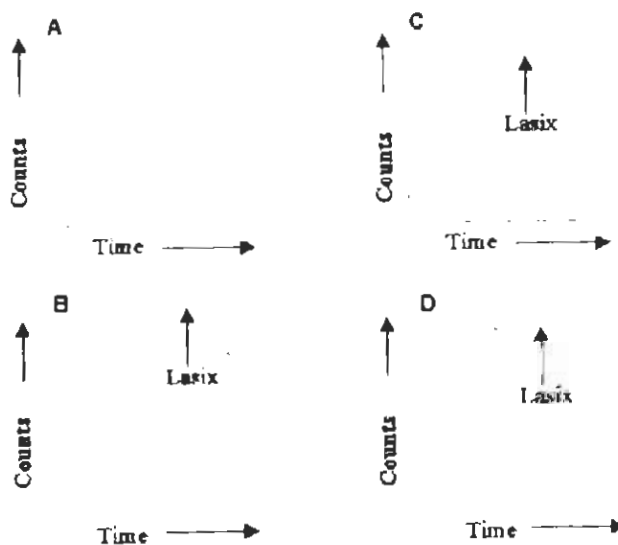
Δυναμική μελέτη με $^{99m}\text{Tc-DTP A}$. Παρατηρείται συμμετρική συμμετοχή των νεφρών στην υπάρχουσα νεφρική λειτουργία αλλά το χαμηλό ύψος και η παρατεταμένη παραμονή του ραδιοφαρμάκου στο υπόστρωμα (background radioactivity) είναι ενδεικτικό έκπτωσης της νεφρικής

Κατά την διάρκεια της μελέτης και συγκεκριμένα κατά την 3η φάση αυτής μπορεί να παρατηρηθεί στάση του ραδιοφαρμάκου στο πυελοκαλυκικό σύστημα των νεφρών ή τους ουρητήρες (μονόπλευρα ή και αμφοτερόπλευρα). Τέτοια ευρήματα δηλώνουν προβλήματα στο απεκκριτικό τμήμα τα οποία μπορεί να είναι μόνιμα ή παροδικά

κωλύματα ή να οφείλονται σε οργανικό (μηχανικό) κώλυμα.

Για την διερεύνηση της φύσης του προβλήματος αυτού χορηγείται κατά την διάρκεια της μελέτης (χωρίς να αλλάξει θέση ο ασθενής) κάποιο διουρητικό και κατά κανόνα φουροσεμίδη (Lasix). Η χορήγηση γίνεται ΕΦ και η δοσολογία είναι 0.5mg/kg σε ενήλικες και 1mg/kg σε βρέφη και παιδιά. Κατά την εκτίμηση των καμπυλών του νεφρογράμματος γίνεται εκτίμηση της ανταπόκρισης στην χορήγηση του διουρητικού. Η ανταπόκριση αυτή δίνει χαρακτηριστικές μορφές στην καμπύλη επιτρέποντας έτσι τον προσδιορισμό της αιτίας

Στο Error! Reference source not found, βλέπουμε τις πιθανές μορφές της καμπύλης ανταπόκρισης στην χορήγηση του διουρητικού σε σχέση με το αίτιο της στάσης.



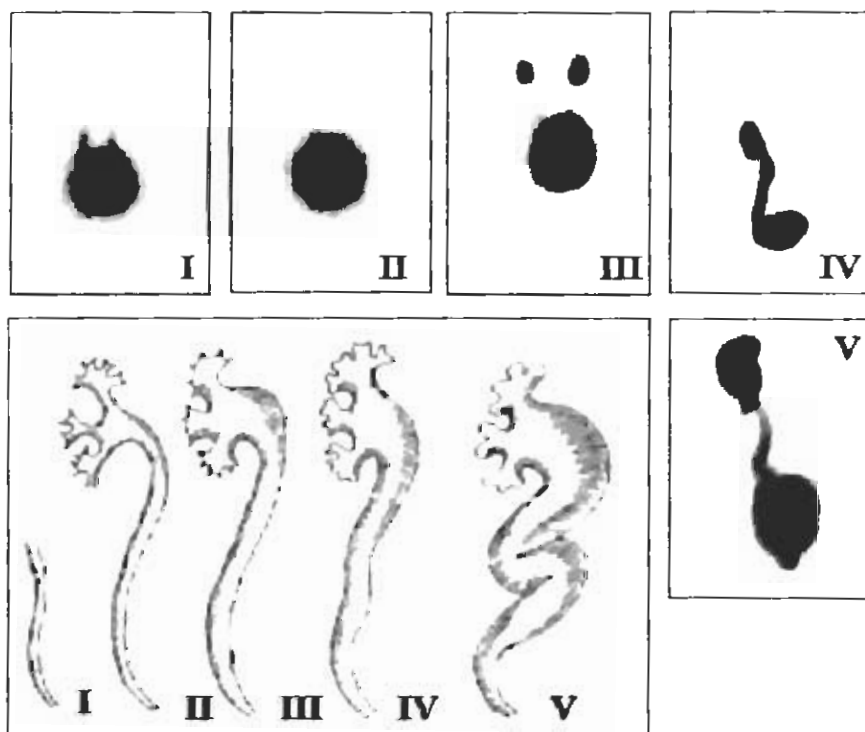
Οι πιθανές μορφές της καμπύλης ανταπόκρισης μετά από χορήγηση διουρητικού. (A) - Φυσιολογική καμπύλη νεφρογράμματος. (B) - Ανταπόκριση μετά από την χορήγηση διουρητικού. (C) - Απόφραξη με μερική μόνο ανταπόκριση στη χορήγηση διουρητικού. (D) - Καμπύλη με απόφραξη χωρίς ανταπόκριση στην χορήγηση διουρητικού

3.10.6. ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΗ ΚΥΣΤΕΟΓΡΑΦΙΑ

Α Ενδείξεις

Η κύρια ένδειξη της ραδιοϊσοτοπικής κυστεογραφίας είναι η διερεύνηση της κυστεοουρηθρικής παλινδρόμησης.

Η χορήγηση μικρής μόνο δόσης ραδιοφαρμάκου, περίπου 1 mCi Tc99m-DTPA, παρέχει την δυνατότητα πολύ ικανοποιητικής απεικόνισης (Εικόνα) χωρίς ιδιαίτερη επιβάρυνση από την χορηγούμενη ραδιενέργεια.



Ραδιοϊσοτοπική κυστεογραφία

Απεικονίζονται οι διάφορες διαβαθμίσεις της βαρύτητας (βαθμοί) της κυστεοουρηθρικής παλινδρόμησης και οι αντίστοιχες σπινθηρογραφικές εικόνες

▲ Τεχνική της μεθόδου

Το ραδιοφάρμακο χορηγείται από ήδη τοποθετημένο ουροκαθετήρα με τον οποίο είναι συνδεδεμένη μια συσκευή χορήγησης φυσιολογικού ορού. Η περιοχή σπινθηρογράφισης περιλαμβάνει την ουροδόχο κύστη, τους ουρητήρες και τους νεφρούς. Οι σπινθηρογραφική μελέτη αρχίζει αμέσως μετά την χορήγηση του ραδιοφαρμάκου και λαμβάνονται σειριακές εικόνες καθ' όλη την διάρκεια αυτής.

Η μελέτη διακρίνεται σε δύο βασικά στάδια. Το 1^ο στάδιο είναι το στάδιο της πληρώσεως και το 2^ο είναι το στάδιο της ούρησης. Και στις δύο περιπτώσεις ο σκοπός είναι η ανίχνευση τυχόν παλινδρόμησης, λόγω της πλήρωσης στην πρώτη περίπτωση και κατά την σύσπαση της ουροδόχου κατά την ούρηση.

3.11. ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Η ηλεκτρονική υπολογιστική τομογραφία, είναι μια νέα ακτινοδιαγνωστική τεχνική που διαφέρει από την κλασική στο ότι η απεικόνιση του οργάνου ή μιας περιοχής του σώματος γίνεται όχι με την χρησιμοποίηση του γνωστού ακτινογραφικού φιλμ αλλά με την βοήθεια ανιχνευτών σπιθιριστών ή ανιχνευτών GEIGER-MULLER. Οι ανιχνευτές αυτοί (Detectors) σημειώνουν τους βαθμούς εξασθένησης της δέσμης της ακτινοβολίας όταν αυτή περνά μέσα από τα διάφορα σημεία της εξεταζόμενης περιοχής του σώματος που χωρίζεται κατά παράλληλες εγκάρσιες τομές πάχους 8-13 χιλ. με την βοήθεια ειδικών κατευθυντήρων (COLLIMATORS).

Το ποσοστό της δέσμης που εξασθενείται όταν διέρχεται μέσα από κάθε σημείο της τομής μετατρέπεται με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (Υ.Π.) σε αντίστοιχες αριθμητικές τιμές συντελεστών εξασθενήσεως, στη συνέχεια μετατρέπονται σε αναλογικά ασπρόμαυρα σημεία από τα οποία και γίνεται τελικά ο ανασχηματισμός εικόνας.

Με την μέθοδο αυτήν οι διαγνωστικές πληροφορίες είναι πολύ περισσότερες από εκείνες που προσφέρει η κλασική τομογραφία και αυτό γιατί μπορούμε να ξεχωρίσουμε τους μαλακούς ιστούς με μικρές μεταξύ τους διαφορές εξασθενήσεως που φτάνουν το 0,5%, ενώ οι ίδιοι ιστοί για να φανούν στην συνηθισμένη τομογραφία πρέπει να έχουν μεταξύ τους διαφορές στην εξασθένηση πάνω από 20%.

Ο προσδιορισμός των συντελεστών εξασθένησης και η αριθμητική τους κατανομή σε επίπεδη διάταξη που αντιστοιχεί προς τα σημεία της τομής του οργάνου που ελέγχονται, γίνεται με την βοήθεια Υ.Π. που παίρνει τις πληροφορίες αυτές αυτόματα με ένα συνδυασμένο σύστημα ακτινολογικής λυχνίας-ανιχνευτού ή ανιχνευτών σπιθιριστών

από διαφορετική κάθε φορά γωνία προβολής και τις μετατρέπει σε αριθμητικές τιμές.

Από τις τιμές αυτές των συντελεστών εξασθενήσεως ο υπολογιστής ανασυνθέτει την εικόνα της τομής όταν ολοκληρωθεί το τόξο περιστροφής λυχνίας - ανιχνευτού γύρω από την εξεταζόμενη τομή.

Η ανασύνθεση της εικόνας γίνεται με την μετατροπή των αριθμητικών τιμών σε αναλογικά σήματα που προβάλλονται στην οθόνη της τηλεοράσεως σαν πολύ μικρά τετραγωνίδια μεγέθους κεφαλής καρφίτσας και με βαθμό αμαυρώσεως αντιστρόφως ανάλογο προς την αριθμητική τιμή των συντελεστών εξασθενήσεως που παρουσίασε η ακτινοβολία όταν περνούσε μέσα από τους διάφορους ιστούς της τομής.

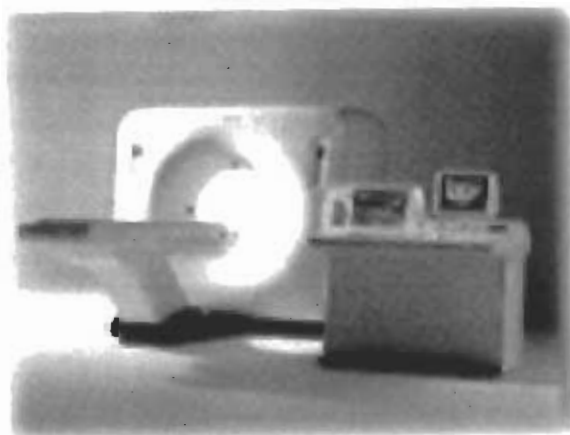
Είναι φανερό ότι με την λήψη (6-10) τέτοιων εγκάρσιων τόμων πάχους 8-13 χιλ. μπορούμε να έχουμε γενική εικόνα του οργάνου στον χώρο τριών διαστάσεων, όταν προσθέσουμε τις τομές αυτές διαδοχικά με την σειρά λήψεως όπως θα περιγράψουμε πιο κάτω.

3.11.1. ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ (C.T.)

Ένα συγκρότημα υπολογιστικής τομογραφίας αποτελείται από:

1. Το ειδικό κρεβάτι για την εξέταση του άρρωστου.
2. Το σύστημα παραγωγής των ακτινών- X (γεννήτρια) και την μονάδα χειρισμού και ελέγχου.
3. Την μονάδα σαρώσεως (GANTRY) που περιλαμβάνει το σύστημα λυχνίας – ανιχνευτών.
4. Την μονάδα επεξεργασίας με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και τον τερματικό δοτή για τον διάλογο με τον υπολογιστή, και

- τέλος,
5. Το σύστημα προβολής των εικόνων σε ασπρόμαυρη ή έγχρωμη οθόνη τηλεοράσεως.



Αξονικός τομογράφος (c.t.)

Η γεννήτρια των ακτινών X ελέγχεται όπως και όλα τα άλλα μέρη του συγκροτήματος από τον υπολογιστή. Η τάση και η ένταση του ρεύματος στην λυχνία ελέγχονται διαρκώς και διατηρούνται σταθερές με σύστημα ηλεκτρονικού σταθεροποιητού για την αποφυγή λαθών που μπορεί να συμβούν κατά τον προσδιορισμό των συντελεστών μ σε περιπτώσεις αλλαγής του ενεργειακού φάσματος της λυχνίας.

Η ακτινολογική λυχνία, τα διαφράγματα, τα φίλτρα απορροφήσεως των μαλακών μερών της ακτινοβολίας X, καθώς και οι ανιχνευτές είναι ενσωματωμένοι μέσα στο μηχανικό σύστημα GANTRY.

Από ορισμένους κατασκευαστές για την ομοιογενή απορρόφηση της ακτινοβολίας στην εξέταση κυρίως του εγκεφάλου χρησιμοποιούμε ειδικά ελαστικά περιβλήματα της κεφαλής που περιέχουν νερό, ενώ το πάχος κάθε τομής μπορεί να επιλέγει από 5-15 MM.

Η μονάδα σαρώσεως (GANTRY) έχει στην μέση κυκλικό άνοιγμα (διάυλο), διαμέτρου 50-70 cm, μέσα στον οποίο προωθείται ανάλογα με την εξέταση, ο άρρωστος που βρίσκεται πάνω στην ειδική και αυτόματη κινούμενη επιφάνεια του ειδικού κρεβατιού. Με την τοποθέτηση του αρρώστου αρχίζει η σάρωση της πρώτης εγκάρσιας τομής από διαφορετικές γωνίες (όπως αναφέραμε).

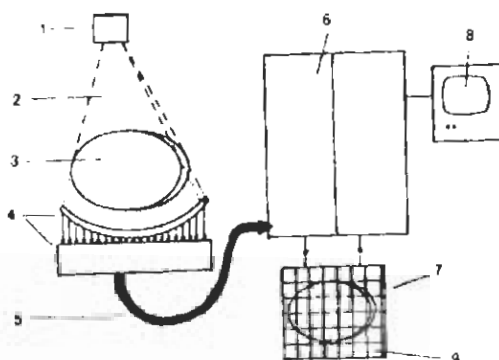
Η μονάδα που τα επεξεργάζεται τα αριθμητικά δεδομένα αποτελείται από έναν υπολογιστή με κεντρική μνήμη από μαγνητικούς πυρήνες (μαγνητικοί δακτύλιοι) που διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό θέσεων στις οποίες αποθηκεύονται τα διάφορα δεδομένα προσωρινά και μέχρι ότου αποσταλούν για μαθηματική επεξεργασία στις διάφορες ειδικές μονάδες του υπολογιστή. Το μέγεθος της μήτρας μπορεί να είναι 160X160 ή 256X256 ή 320X320 κυψέλες ή και περισσότερες.

Εκτός από την κεντρική μνήμη υπάρχουν και περιφερικές μονάδες μνήμης. Τέτοιες είναι δυο μονάδες μαγνητικών δίσκων και μια μονάδα μαγνητικής ταινίας και πράξεων, που πρέπει να εκτελούνται από τις περιφερικές μονάδες του συγκροτήματος π.χ από τον σαρωτή, το κρεβάτι πάνω στο οποίο βρίσκεται ο άρρωστος, η λυχνία κ.λπ., ενώ ο άλλος μαγνητικός δίσκος χρησιμοποιείται μαζί με την μαγνήτη ταινία, για την αποθήκευση των εικόνων.

Σε κάθε δίσκο οι πληροφορίες εγγράφονται σε ομόκεντρες και ομοιόθετες κυκλικές περιφέρειες. Οι μαγνητικοί δίσκοι είναι εναλλάξιμοι. Επειδή τα ηλεκτρικά σήματα που έρχονται από τους ανιχνευτές είναι αναλογικά, για να τα επεξεργαστεί ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, μετατρέπονται προηγουμένως με ειδικό ηλεκτρονικό μετατροπέα σε ψηφιακά και στην συνέχεια στέλνονται στον υπολογιστή που τα επεξεργάζεται. Τα δεδομένα φτάνουν από την μονάδα επεξεργασίας καταχωρούνται σε κεντρική μνήμη και απ' εκεί, αφού υποστούν ορισμένες διορθώσεις αποθηκεύονται στον μαγνητικό δίσκο.

Από τον δίσκο αυτόν, τα δεδομένα τροφοδοτούνται στην οθόνη της τηλεοράσεως και προβάλλονται σε αντίστοιχες βαθμίδες αμαυρώσεις (ανασχηματισμός εικόνας) αφού και πάλι μετατραπούν σε αναλογικά ηλεκτρικά σήματα.

1. ΔΥΣΚΗ
2. ΜΕΣΗ
3. ΝΟΠΗ ΦΕΤΑ (ΑΣΘΕΝΗΣ)
4. ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ
5. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΗΜΑΤΩΝ (ΠΕΛΟΜΕΝΑ)
6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ
7. ΜΗΤΡΑ
8. ΟΘΟΝΗ
9. PIXELS

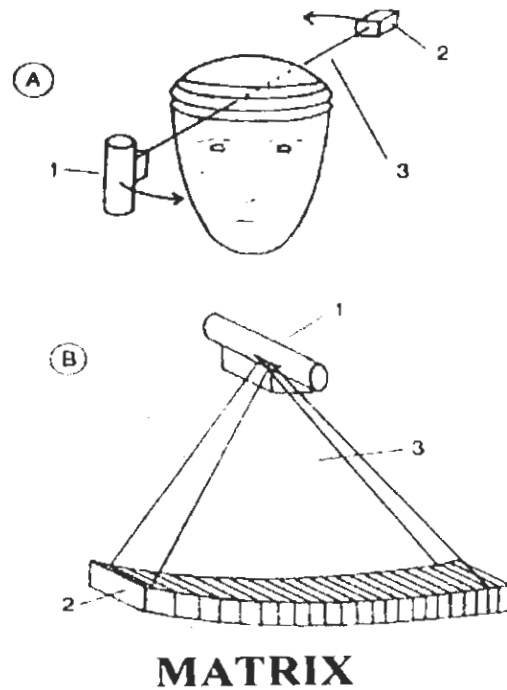


3.11.2. ΦΥΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Κάθε τομή μπορούμε να την χωρίσουμε θεωρητικά σε πολύ μικρά τετραγωνίδια, διαστάσεων 2Χ2 ΜΜ και να θεωρήσουμε ότι το κάθε ένα από αυτά σαν μια μικρή στοιχειώδη μονάδα - κυψέλη (PIXEL) με ένα ορισμένο στοιχειώδη όγκο.

Ο όγκος κάθε τέτοιας στοιχειώδους κυψέλης είναι η επιφάνεια του τετραγωνιδίου επί το πάχος της τομής που, στην περίπτωση αυτήν, είναι περίπου τα 10 ΜΜ. Έτσι ο όγκος κάθε μονάδας-κυψέλης θα είναι 2Χ2Χ10=40 κυβικά ΜΜ.

Είναι φανερό ότι κάθε τομή θα πρέπει να αποτελείται από πολλές δεκάδες χιλιάδες τέτοιων στοιχειωδών τετραγωνιδίων, που όλα μαζί σχηματίζουν τελικά ένα πυκνό πλέγμα που μοιάζει με σκακιέρα και λέγεται μήτρα (MATRIX).



Για κάθε στοιχειώδες τετραγωνίδιο - κυψέλη της μήτρας της τομής υπολογίζεται ο αντίστοιχος συντελεστής εξασθένησης με διαδοχικές αριθμητικές προσεγγίσεις και σε συνδυασμό, κάθε φορά με διαδοχικές προκύπτει υπολογιστικά και η χωριστή τιμή για κάθε κυψέλη.

Οι τιμές αποθηκεύονται σε μια αντίστοιχη μήτρα της μνήμης του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Όταν συγκεντρωθούν όλες οι τιμές των συντελεστών εξασθένησεως από κάθε τετραγωνίδιο της τομής ο υπολογιστής ανασυνθέτει την εικόνα της τομής μέσα σε ένα χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από 2" ή και λιγότερο μέχρι 120".

Ο βαθμός εξασθένησεως της ακτινοβολίας για κάθε τετραγωνίδιο κυψέλη ακολουθεί τον φυσικό νόμο της εκθετικής απορροφήσεως μονοεργειακής ακτινοβολίας που περνά μέσα από ομοιογενές υλικό και δίνεται με την γνωστή εξίσωση:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

Όπου:

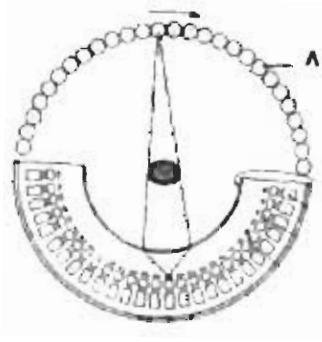
- I_0 : η αρχική ένταση της ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στην κυψέλη
- I : η ένταση της ακτινοβολίας όταν βγαίνει εξασθενημένη από αυτήν (την κυψέλη)
- x : το μήκος της διαδρομής της ακτινοβολίας μέσα στην κυψέλη,
- e : η βάση των φυσικών λογάριθμων και
- μ : ο ζητούμενος βαθμός εξασθενήσεως του στοιχειώδους τετραγωνιδίου - κυψέλης.

Απ' τις μετρήσεις των δυο μεγεθών I_0 και I και επειδή τα υπόλοιπα μεγέθη είναι γνωστά, είναι δυνατόν να υπολογίσουμε τον συντελεστή εξασθενήσεως μ για κάθε τέτοια ομοιογενής στοιχειώδη κυψέλη.

Τέλος για να πάρουμε πολλές εξισώσεις η τομή σαρώνεται από πολλές διευθύνσεις. Όταν θα τελειώσει η πρώτη σάρωση (γραμμική) θα έχουμε τόσες εξισώσεις όσες οι στήλες της μήτρας ενώ οι άγνωστοι είναι πολύ περισσότεροι.

Στρέφουμε την λεπτή δέσμη κατά 1° μόνο και επαναλαμβάνουμε την σάρωση, όποτε δημιουργούμε πάλι πολλές εξισώσεις, οι οποίες όμως έχουν τους ίδιους ανωτέρω άγνωστους (δεν εισάγονται νέοι άγνωστοι).

Συνεχίζουμε τις σαρώσεις αλλάζοντας την δέσμη της κατεύθυνσης κάθε φορά κατά 1° .



GANTRY

Για να προσδιοριστούν μονοσήμαντα οι ζητούμενες τιμές των μ χρειαζόμαστε τουλάχιστον τόσες εξισώσεις, όσοι οι άγνωστοι, δηλαδή όσες είναι οι κυψέλες.

Η διαδικασία αυτή μπορεί να συνεχιστεί για να πάρουμε περισσότερες πληροφορίες μέχρι να συμπληρωθεί η γωνία των 180° δηλαδή 180 σαρώσεις.

Αυτές οι εξισώσεις λύνονται από τον υπολογιστή και έτσι προσδιορίζονται οι συντελεστές εξασθενήσεως όλων των στοιχειωδών κυψελών.

3.11.3. ΠΟΛΥΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΦΡΩΝ

Η πολυαξονική τομογραφία όπως αναφέραμε έχει την δυνατότητα να ξεχωρίζει μικρής διαφοράς πυκνότητα των ιστών. Επομένως και στις παθήσεις των νεφρών θα βοηθήσει πολύ και στην αποκάλυψη των επεξεργασιών των ενσωματωμένων μέσα σ' αυτούς αλλά και εκτός στον οπισθοπεριτοναϊκό χώρο.

▲ Τεχνική

α. Νεφροί

Η αξονική τομογραφία και το υπερηχογράφημα αποτελούν σήμερα τις πλέον εν χρήσει μεθόδους για την μελέτη των νεφρών. Για την καλύτερη απεικόνιση των νεφρών αποφεύγεται η λήψη τροφής για ένα βωρο. Ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα είναι δυνατόν να χορηγηθεί από το στόμα αραιό διάλυμα γαστροραφίνης.

Η εξέταση διενεργείται με τον ασθενή σε ύπτια θέση, ολόκληρη δε η νεφρική χώρα καλύπτεται με 12-15 τομές πάχους 10 χιλ. Σε ειδικές περιπτώσεις λαμβάνονται τομές με τον ασθενή σε πρινή ή λοξή θέση.

Η εξέταση διενεργείται αρχικά χωρίς την χορήγηση σκιεράς ουσίας ενδοφλεβίως, ενώ επαναλαμβάνεται εάν υπάρχει ένδειξη μετά την χορήγηση σκιεράς ουσίας.

Για την καλύτερη σκιαγράφιση των νεφρών προτιμάται η διενέργεια της εξέτασεως στον ελικοειδή αξονικό τομογράφο, η δε έκχυση σκιεράς ουσίας να γίνεται κατά προτίμηση με αυτόματο εγχυτή για να καλυφτούν όλες οι φάσεις απεκκρίσεως της.

Στη αξονική τομογραφία πριν την ενδοφλέβια χορήγηση σκιεράς ουσίας, το παρέγχυμα των νεφρών είναι ομοιογενές και απεικονίζεται με ευκρίνεια, γιατί περιέχεται μεταξύ του περινεφρικό λίπους στον νεφρικό κόλπο, το οποίο έχει αρνητική πυκνότητα.

Η πυκνότητα του φυσιολογικού παρεγχύματος κυμαίνεται μεταξύ 30 και 60 μονάδες Hounsfield.

Μετά την έγχυση της σκιεράς ουσίας μπορεί να καταγράψει σε μια σειρά τόμων, η διέλευση της σκιεράς ουσίας από την αορτή και τις νεφρικές αρτηρίες στην φλοιώδη και μυελώδη μοίρα και εν συνεχεία στο πυελικάλικικο σύστημα. Ειδικότερα στις τομές οι οποίες λαμβάνονται

30-90 sec.

Από την έναρξη της εγχύσεως (πρώιμος νεφρογραφική φάση) απεικονίζεται ο φλοιός του νεφρού, η πυκνότητα του οποίου κυμαίνεται μεταξύ 80-120 μονάδων Hounsfield, με την παρυφή του νεφρού να απεικονίζεται ευκρινώς και να μην διακόπτεται, εκτός από την περιοχή της πύλης. Επίσης υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ της φλοιώδους και μυελώδους μοίρας.

Πρέπει όμως να τονιστεί ότι σε αυτή την φάση μικρές εστιακές βλάβες οι οποίες εντοπίζονται στην μυελώδη μοίρα, μπορεί να διαφύγουν γιατί έχουν την ίδια πυκνότητα με αυτή της μυελώδους.

Μετά την πάροδο 2-4 λεπτών από την έναρξη της εκχύσεως (όψιμη νεφρογραφική φάση) η σκιερή ουσία εισέρχεται εντός της μυελώδους μοίρας και κατά αυτό τον τρόπο εξισώνεται η πυκνότητα μεταξύ μυελώδους και φλοιώδους μοίρας.

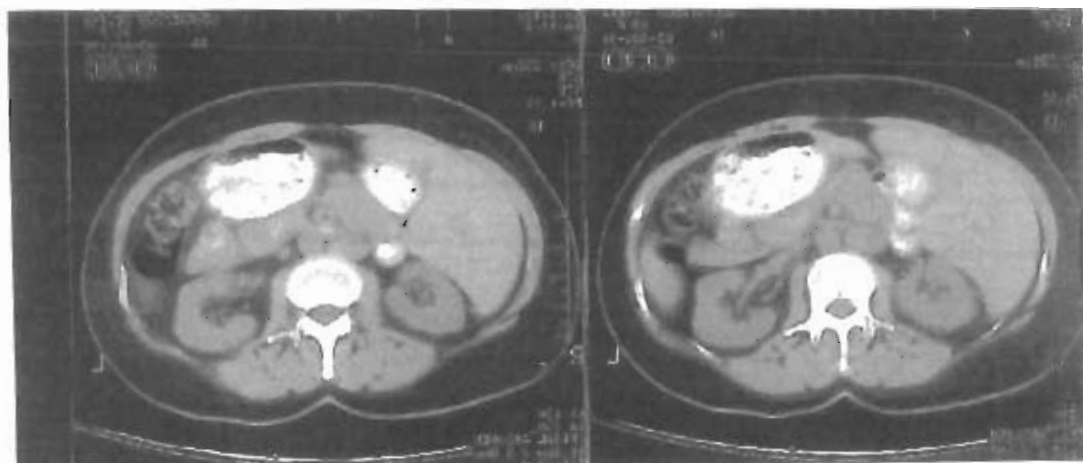
Προς το τέλος της όψιμης νεφρογραφική φάσεως αρχίζει να φαίνεται στο πυελοκαλυκικό σύστημα.

β. Ουρητήρες

Η εξέταση των ουρητήρων γίνεται σε συνδυασμό με την εξέταση των νεφρών ή ολόκληρου του ουροποιητικού συστήματος και μάλιστα μετά από ενδοφλέβια έγχυση σκιεράς ουσίας.

Οι φυσιολογικοί ουρητήρες είναι δύσκολο να αναγνωριστούν στην απλή αξονική τομογραφία, ενώ μετά την πάροδο περίπου 10 λεπτών από την έγχυση της σκιεράς ουσίας απεικονίζεται σε όλο το μήκος, καθώς φέρονται επί των ψοϊτών μυών στη κοιλιακή χώρα και εν συνεχεία στο οπισθοπλάγιο τοίχωμα της πυέλου μέχρι των ισχιακών ακανθών, από πού φέρονται προς τα εμπρός και προς τη μέση γραμμή για να καταλήξουν στις άνω γωνίες του τριγώνου της βάσεως της

ουροδόχου κύστεως.



Φυσιολογική αξονική τομογραφία νεφρών

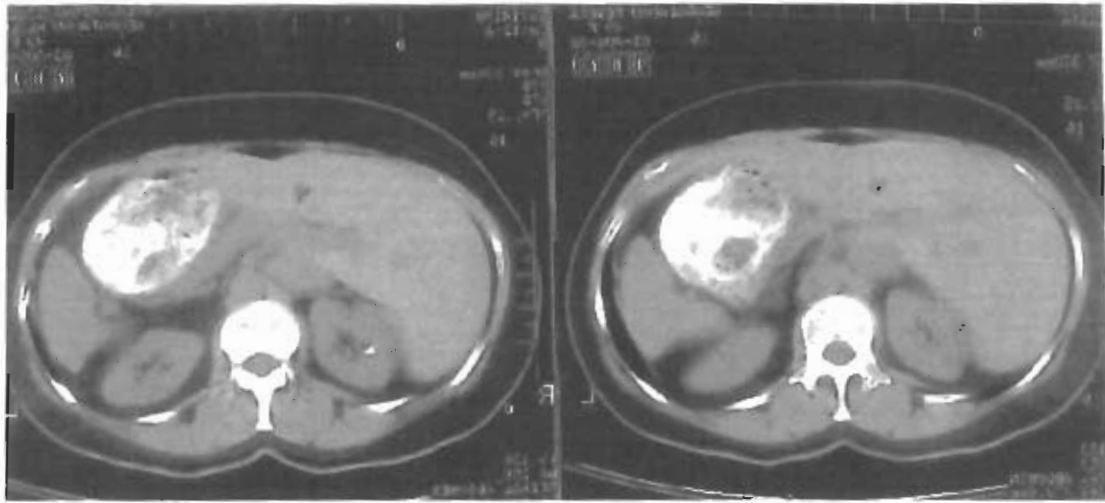
γ. Ουροδόχος κύστη

Η ουροδόχος κύστη απεικονίζεται ικανοποιητικά στην απλή αξονική τομογραφία υπό την προϋπόθεση ότι είναι γεμάτη με ούρα. Ωστόσο η απεικόνιση είναι πολύ καλύτερη μετά από ενδοφλέβια χορήγηση σκιεράς ουσίας, πολλές φορές ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα, η εξέταση συμπληρώνεται και με χορήγηση 500 - 600 ml αραιού διαλύματος γαστρογραφίνης από το στόμα, περίπου 2-2,5 ώρες πριν από την εξέταση.

Στην απλή αξονική τομογραφία, όταν η ουροδόχος κύστη είναι γεμάτη με ούρα, το τοίχωμα απεικονίζεται με ευκρίνεια, διότι αφορίζεται προς τα έσω από τα ούρα και προς τα έξω από το περικυστικό λίπος.

Το τοίχωμα φαίνεται πολύ καλύτερα μετά από τη σκιαγράφιση των ούρων με σκιερά ουσία.

3.11.4. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ: ΛΙΘΙΑΣΗ ΝΕΦΡΟΥ



Παθολογική αξονική τομογραφία νεφρών

3.12. ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

3.12.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (M.R.I.)

▲ Τι είναι ο πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός

Ο πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (Nuclear Magnetic Resonance-N.M.R.) είναι ο συντονισμός των πυρήνων των ατόμων ενός υλικού, οι οποίοι συντονίζονται κάτω από την παρουσία ενός μαγνητικού πεδίου. Έτσι και η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (Magnetic Resonance Imaging- M.R.I.) είναι η απεικόνιση, που προκύπτει από την ηλεκτρομαγνητική διέγερση τους με μαγνητικό συντονισμό πυρήνων ενός υλικού, οι οποίοι βρίσκονται κάτω από την επίδραση ενός σταθερού μαγνητικού πεδίου.

▲ *Κβαντική μηχανική περιγραφή του φαινομένου του πυρηνικού συντονισμού*

Σύμφωνα με την κβαντομηχανική, κάθε πυρήνας έχει στροφορμή και εκφράζεται με μια ποσότητα που ονομάζεται spin. Αυτό το spin είναι κβαντισμένο, με συγκεκριμένες τιμές, οι οποίες ονομάζονται κβαντικός αριθμός spin και εκφράζεται με ακριβείς επιτρεπόμενες τιμές spin 0,1/2,1,3/2 κ.τ.λ. Κάθε πυρήνας έχει το δικό του κβαντικό αριθμό spin π.χ. άτομα H₂ έχουν κβαντικό αριθμό spin 1/2 ενώ C₁₂ έχουν κβαντικό αριθμό spin 0. Αυτές οι κβαντισμένες τιμές του πυρηνικού spin έχουν ως αποτέλεσμα να υπάρχει ένας περιορισμένος αριθμός τρόπων με τους οποίους ο πυρήνας μπορεί να περιστραφεί. Κάθε ένας από αυτούς τους τρόπους περιστροφής είναι μια επιτρεπτή συγκεκριμένη κατάσταση spin

του συγκεκριμένου πυρήνα. Για ένα spin πυρήνα ίσο με $1/2$, επιτρέπονται μόνο δύο καταστάσεις spin: $+1/2$ και $-1/2$.

Σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell, μια κινούμενη ποσότητα φορτίου, (όπως αυτή του πρωτονίου), επάγει την δημιουργία ενός μαγνητικού πεδίου κάθετο προς την διεύθυνση κίνησης του. Αυτό το πεδίο είναι γνωστό ως πυρηνική μαγνητική ποσότητα (μ) και η ένταση της είναι συνδεδεμένη ως προς τη μάζα, το φορτίο και το ρυθμό περιστροφής του πυρήνα.

Όπως στα περισσότερα συστήματα στη φυσική, ένας πυρήνας προτιμά να βρίσκεται σε χαμηλότερη παρά σε υψηλότερη ενεργειακή κατάσταση, κάτω απ' την παρουσία ενός εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Δηλαδή υπό την επίδραση εξωτερικού μαγνητικού πεδίου το άνυσμα του spin του πυρήνα του ατόμου ενός υλικού προτιμά να είναι παράλληλο προς την διεύθυνση του ανύσματος της έντασης (B_0) του μαγνητικού πεδίου. Εντούτοις, την χαμηλής ενέργειας κατάσταση έχουν οι περισσότεροι πυρήνες ενός υλικού, το οποίο βρίσκεται μέσα σε κάποιο εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Ένα τέτοιο σύστημα πυρηνικών spin μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται σε ισορροπία με το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο.

Με την εφαρμογή εξωτερικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ενέργειας σχεδόν ίσης μεταξύ δύο ενεργειακών καταστάσεων - του παράλληλου και αντιπαράλληλου πυρηνικού spin - μπορούν να διεγερθούν κάποιοι πυρήνες χαμηλής ενέργειας (παράλληλο spin) οι οποίοι απορροφούν αυτήν την ενέργεια και μεταβαίνουν σε υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο. Το σύστημα των διεγερμένων πυρηνικών spin επιστρέφει σιγά - σιγά στη θέση ισορροπίας τους, ενώ ταυτόχρονα εκπέμπουν ένα ηλεκτρικό σήμα, το οποίο μπορεί να μετρηθεί από διάφορες ηλεκτρονικές διατάξεις, ως ανάλογο σήμα φωτεινότητας σε συνάρτηση με το χρόνο. Αυτό είναι το σήμα του μαγνητικού

συντονισμού (M.R.I signal).

▲ *Κλασική μηχανική περιγραφή του φαινομένου του Μαγνητικού
Σύντονισμού*

Η πυρηνική μαγνητική ποσότητα που περιγράφηκε, σύμφωνα με την κβαντομηχανική θεώρηση του φαινομένου, προσανατολίζει τον άξονα της στροφορμής της τυχαία και προς οποιαδήποτε επιτρεπόμενη κατεύθυνση. Όταν μια πυρηνική μαγνητική ποσότητα τοποθετείται κάτω από την επίδραση ενός σταθερού μαγνητικού πεδίου, τότε ο άξονας περιστροφής της «μεταπίπτει» γύρω από τον άξονα του B_0 με μια συγκεκριμένη συχνότητα ανάλογη του είδους του πυρήνα του ατόμου. Δηλαδή περιστρέφεται παράλληλα ή αντιπαράλληλα, με πολύ μικρή γωνιά απόκλισης ως προς την B_0 του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου με πολύ μικρή γωνιά απόκλισης. Το φαινόμενο αυτό καλείται μετάπτωση, ενώ η συχνότητα της μετάπτωσης, (ω), υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση Larmor, ως εξής:

$$\omega = \gamma \cdot B_0$$

όπου:

ω είναι η συχνότητα σε MHz,

γ είναι ο γυρομαγνητικός λόγος σε MHz/Tesla και

B_0 η ένταση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου σε Tesla.

Η συχνότητα της μετάπτωσης εξαρτάται κυρίως, όχι τόσο από το μέγεθος της B_0 όσο απ' την επίδραση των πυρήνων του περιβάλλοντος του και τη θερμοκρασία του. Όσον αφορά το περιβάλλον, συμπεριλαμβάνεται και η συμβολή των μαγνητικών πεδίων των περιβάλλοντων πυρήνων, που δημιουργούνται από την κίνηση των

δεσμικών ηλεκτρονίων, τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα τη χημική μετατόπιση της γωνιακής συχνότητας αυτών.

Ωστόσο, η μέτρηση της μαγνητικής ποσότητας, (M), που μετράται, είναι το σύνολο των επί μέρους ποσοτήτων μ των πυρήνων του υλικού, που βρίσκεται μέσα στο εξωτερικό σταθερό μαγνητικό και είναι ίσο με:

$$M = \sum \mu$$

▲ Πώς δημιουργείται το σήμα M.R.I.

Ας θεωρήσουμε ένα τρισδιάστατο σύστημα αξόνων x,y,z. Το άνυσμα της έντασης του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου B_0 είναι παράλληλο και της ίδιας διεύθυνσης με τον άξονα z. Η συνολική μαγνητική ποσότητα των πυρήνων που βρίσκονται κάτω από την επίδραση του μαγνητικού αυτού πεδίου ονομάζεται μαγνήτιση και η θέση ισορροπίας συμβολίζεται ως M_0 . Έτσι, το άνυσμα της M_0 έχει διεύθυνση ίδια με τη διεύθυνση του άξονα z. Κατά την επίδραση ενός διαφορετικού εξωτερικού μαγνητικού πεδίου εντάσεως B_1 προς μία διεύθυνση, είτε ως προς τον άξονα y είτε προς τον z άξονα, η μαγνήτιση M_0 μεταπίπτει κατά μία γωνία α (γωνία μετάπτωσης ίση με 90° ή 180° ή μικρότερη και μεγαλύτερη της γωνίας απόκλισης στην κατάσταση ισορροπίας αντιστοίχως). Αυτή η μεγάλη μετάπτωση της M_0 σημαίνει την διέγερση των πυρήνων χαμηλής ενέργειας προς μια υψηλότερου επίπεδου ενέργειας.

▲ Κατά την αποδιέγερση της M_0 προς την κατάσταση ισορροπίας της δημιουργείται ένα επαγόμενο ηλεκτρικό σήμα το οποίο χαρακτηρίζεται από μία σταδιακή απόσβεση. Αυτό το σήμα είναι γνωστό ως επαγωγή ελεύθερης απόσβεσης (Free Induction Decay-

FID).

Το FID είναι που δημιουργεί το σήμα M.R.I.

Η γωνία μετάπτωσης της Mo ρυθμίζεται από δύο παράγοντες:

1. Η ταχύτητα με την οποία η Mo μεταπίπτει, ρυθμίζεται από την ένταση του παλμού που ασκείται εξωτερικά και ο οποίος αντιστοιχεί σε συχνότητες ραδιοφωνικών κυμάτων, αυτός είναι ο λόγος που οι παλμοί αυτοί είναι γνωστοί ως παλμοί R.F. Ένας δυνατός R.F. παλμός προκαλεί γρήγορη μετάπτωση της Mo, ενώ ένας αδύναμος R.F. παλμός προκαλεί αδύναμη μετάπτωση.
2. Η τελική γωνία μετάπτωσης ρυθμίζεται από την διάρκεια του R.F. παλμού. Στην ουσία το προϊόν αυτών των δύο παραγόντων - της έντασης και της διάρκειας του R.F. παλμού είναι αυτό που καθορίζει την τελική γωνία μετάπτωσης. Δηλαδή πολλοί δυνατοί μικροί R.F. παλμοί θεωρούνται ως σκληροί παλμοί και προκαλούν μικρή γωνία μετάπτωσης της Mo, ενώ μεγάλοι και αδύναμοι R.F. παλμοί προκαλούν μεγάλη γωνία μετάπτωσης της Mo και θεωρούνται ως μαλακοί παλμοί R.F.

▲ **Είδη παλμών**

Έχοντας υπόψη τότε ένας R.F. παλμός είναι «σκληρός ή μαλακός», αυτό που είναι σημαντικό είναι το μέγεθος της γωνίας μετάπτωσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται R.F. παλμοί 900 ή 1800 στην απεικόνιση με μαγνητικό συντονισμό. Αυτοί οι παλμοί, όταν σταματήσουν να ενεργούν, η Mo αρχίζει να μετατοπίζεται προς χαμηλότερο επίπεδο ενέργειας και προς την αρχική κατάσταση ισορροπίας της. Όμως κατά την αποδιέγερσή της ως προς τους άξονες x, y και z δημιουργούνται δύο συνιστώσες:

1. M_z , γνωστή ως επιμήκης μαγνήτιση (συνιστώσα της M_0 κατά τον άξονα Z) και
2. M_{xy} , γνωστή ως εγκάρσια μαγνήτιση (συνιστώσα της M_0 κατά τον άξονα XY).

Κάθε μία απ' αυτές τις συνιστώσες μετακινείται με διαφορετική χρονική σταθερά, T_1 και T_2 αντίστοιχα, ως προς την αρχική κατάσταση ισορροπίας της M_0 . Η χρονική σταθερά T_1 περιγράφει τον ρυθμό, με τον οποίο η επιμήκης συνιστώσα M_z επιστρέφει στην κατάσταση ισορροπίας και γίνεται ίση με M_0 . Γενικά η χρονική σταθερά T_1 του παθολογικού και κατεστραμμένου ιστού είναι μεγαλύτερη απ' αυτήν του αντίστοιχου υγιούς ιστού. Η χρονική σταθερά T_1 ονομάζεται ως επιμήκης χρόνος αποκατάστασης (ή χαλάρωσης) ή χρόνος αποκατάστασης spin -πλέγματος.

Ο T_2 χρόνος αφορά την απώλεια της ενέργειας από τους πυρήνες σε αντίθεση με τον χρόνο T_1 που αφορά την απορρόφηση της ενέργειας που ανακτούν οι πυρήνες των ατόμων προς την δημιουργία του αρχικού πλέγματος του υλικού στην κατάσταση ισορροπίας. Η χρονική σταθερά T_2 ονομάζεται εγκάρσιος χρόνος αποκατάστασης (ή χαλάρωσης) ή χρόνος αποκατάστασης spin-spin και εκφράζει τον χρόνο με τον οποίο μειώνεται η M_{xz} , καθώς η μαγνήτιση επιστρέφει στην κατάσταση ισορροπίας της.

4. Αλληλουχίες παλμών και μέτρηση των χρόνων T_1 και T_2

Για τη μέτρηση T_1 και T_2 , αρκεί να εκφράσουμε, όχι μόνο ένα παλμό RF. Συγκεκριμένα, εφαρμόζοντας αρχικά ένα RF παλμό 900 που ακολουθείται από RF παλμούς 180° , μετράμε ένα χρόνο T_2 . Αυτή η αλληλουχία RF παλμών είναι γνωστή ως αλληλουχία παλμών Spin-

ήχους (Spin-Echo). Το σήμα ήχους (Echo signal) δημιουργείται από το F.I.D. το αντίστροφο σήμα αυτού που δημιουργείται από τον παλμό 180° .

Εάν εφαρμόσουμε αρχικά έναν RF, παλμό 180° που ακολουθείται από αμέσως από ένα RF παλμό 90° , τότε παράγεται ένα F.I.D. με πλάτος ίσο με M_0 . Αυτή η αλληλουχία RF παλμών είναι γνωστή ως ανάκτηση αναστροφής αλληλουχίας παλμών (Inversion Recovery Pulse Sequence). Εάν υπάρχει μία καθυστέρηση μεταξύ του RF παλμού 180° και του RF παλμού 90° , τότε τα πλάτη των F.I.D. τους θα είναι μικρότερα. Δηλαδή όσο πιο μεγάλο χρόνο καθυστέρησης T_1 έχουμε τόσο χαμηλότερης έντασης σήμα θα έχουμε.

Επίσης, σημασία έχει και ο χρόνος επανάληψης των αλληλουχικών παλμών που εφαρμόζουμε. Έτσι ο χρόνος επανάληψης μεταξύ των αλληλουχιών ανάκτησης αναστροφής θα πρέπει να είναι ίσος τουλάχιστον τέσσερις με πέντε φορές τον χρόνο T_1 , ώστε η μαγνήτιση να επιστρέψει στην κατάσταση ισορροπίας μεταξύ αυτών. Οι περισσότεροι ιστοί έχουν χρόνους T_1 των μερικών εκατοντάδων msec. Επίσης, κάθε επανάληψη απαιτεί μία καθυστέρηση των 4 με $5T_1$. Ενώ τον χρόνο T_1 τον μετράμε με την inversion recovery αλληλουχία παλμών, για να πάρουμε μία μέτρηση του χρόνου T_2 ενός υλικού χρησιμοποιούμε μία αλληλουχία παλμών spin echo. Έτσι, οι μετρήσεις του T_1 χρόνου χρειάζονται περισσότερο χρόνο απ' ότι του T_2 .

^ Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ένταση του σήματος M.R.I.

1. Τη γωνία μετάπτωσης α .
2. Την πυκνότητα των πρωτονίων των πυρήνων του υλικού (spin density).

3. Από την εφαρμοζόμενη αλληλουχία παλμών (RF παλμών).
4. Από τον διαμήκη χρόνο χαλάρωσης T_1 .
5. Από τον εγκάρσιο χρόνο χαλάρωσης T_2 .
6. Από τον χρόνο ήχους $T_{E_}$ (Time Echo). Από τον χρόνο επανάληψης T_R (Repetition time).
7. Από τον χρόνο αναστροφής T_1 (Inversion Recovery Time).
8. Από την ροή του αίματος και των διαφόρων ουσιών σε αυτό (Flow phenomena).
9. Από την χρήση σκιαγραφικών μέσων που είναι παραμαγνητικές ουσίες (paramagnetic contrast agents).

3.12.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΑΣ M.R.I.

▲ *Από τι αποτελείται ένα σύστημα απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού*

Η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού, απαιτεί ομοιογενές στατικό μαγνητικό πεδίο (B_0), ώστε να δημιουργηθεί ένα σήμα M.R.I. Το κόστος μίας απεικονιστικής μονάδας μαγνητικού συντονισμού είναι υψηλό.

Επίσης απαιτείται ειδική θωράκιση και η εγκατάσταση της σε κάποιο συγκεκριμένο χώρο διέπεται από νομικές διατάξεις και περιβαλλοντικές απαιτήσεις, ώστε να μην δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα από τα ισχυρά μαγνητικά πεδία που αναπτύσσονται σ' αυτή.

Ένα σύστημα M.R.I. θα πρέπει να αποτελείται απ' τα εξής:

1. Μονάδα σάρωσης (Gantry): περιέχει τον στατικό μαγνήτη ο οποίος

παρέχει το ομοιογενές σταθερό μαγνητικό πεδίο (B_0) και κάποια μικροηλεκτρονικά κυκλώματα επικέντρωσης και κίνησης του κρεβατιού εξέτασης. Η ισχύς των μαγνητών που χρησιμοποιούνται συνήθως στο M.R.I. και M.R.A. είναι από 0,5 T- 1,5 T. Επίσης περιέχει και τα εξής πηνία:

- ▲ Πηνία βαθμίδωσης (gradient coils).
 - ▲ Πηνία ομοιογένειας στατικού μαγνητικού πεδίου (homogeneity coils or shim coils).
2. Πηνία RF (RFcoils): Τα πηνία αυτά βρίσκονται εκτός του Gantry. Είναι απαραίτητα για την εκπομπή του παλμού ο οποίος θα διεγείρει τα πρωτόνια. Μερικά απ' αυτά μπορούν να λειτουργήσουν ταυτόχρονα και ως δείκτες του σήματος MR.
 3. Το εξεταστικό κρεβάτι (examination's couch).
 4. Γεννήτρια υψηλής τάσης (high voltage generation): Παρέχει την απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ για τη λειτουργία του συστήματος M.R.I.
 5. Τράπεζα χειρισμού (operation console): Αποτελείται από ένα Η/Υ με υψηλή χωρητικότητα μνήμης με δύο τερματικά συνήθως.
 6. Μία κάμερα φωτογράφισης (camera): Μπορεί να είναι multiforinat camera ή μία laser camera.

▲ Τύποι στατικών μαγνητών

Ο πρώτος τύπος μαγνήτη στατικού μαγνητικού πεδίου (B_0) ήταν ένας σιδηρομαγνήτης.

Σήμερα χρησιμοποιούνται δύο κυρίως τύποι μαγνητών:

A. Ηλεκτρομαγνήτες αντίστασης

Είναι συνήθως σωληνοειδούς σχήματος μαγνήτης, ο οποίος καθώς διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα παράγει ένα μαγνητικό πεδίο κάθετο στη διεύθυνση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρομαγνητών αντίστασης είναι:

- ▲ Κοστίζουν λιγότερο από τους ηλεκτρομαγνήτες υπεραγωγιμότητας.
- ▲ Λειτουργούν σε χαμηλότερης έντασης πεδία με αποτέλεσμα να μην έχουν την ακρίβεια και την ομοιογένεια που απαιτούν οι ηλεκτρομαγνήτες υπεραγωγιμότητας.
- ▲ Το βάρος καθώς και ο όγκος τους είναι σαφώς μικρότερα από τα αντίστοιχα των ηλεκτρομαγνητών υπεραγωγιμότητας.

Κύριο μειονέκτημά τους είναι η μεγάλη ηλεκτρική ισχύς που πρέπει να διατεθεί για τη λειτουργία τους, καθώς και ότι δεν μπορούν να διατεθούν υψηλές Bo.

B. Ηλεκτρομαγνήτες υπεραγωγιμότητας

Υπεραγωγιμότητα είναι η ιδιότητα μερικών υλικών, κυρίως μετάλλων στα οποία παρατηρείται ικανοποιητική αγωγιμότητα (ροή ρεύματος), κάτω από κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία T_c . Στο φαινόμενο αυτό στηρίζεται και η λειτουργία των ηλεκτρομαγνητών υπεραγωγιμότητας. Τα περισσότερα κλινικά συστήματα M.R.I. κατασκευάζονται από ηλεκτρομαγνήτες υπεραγωγιμότητας, που αποτελούνται από κράμα Νιοβίου - Τιτανίου (Nb - Ti), που έχει μια κρίσιμη θερμοκρασία περίπου 9K. Αυτή η χαμηλή θερμοκρασία επιτυγχάνεται με την εμβάπτιση του αγωγού σε υγρό ήλιο. Ο ηλεκτρομαγνήτης και το ήλιο βρίσκονται μαζί μέσα στο ίδιο μέσα σε ένα κοντέινερ που περιέχει υγρό άζωτο. Το ήλιο και το άζωτο

λειτουργούν ως κρυογενείς ουσίες του υπεραγωγού.

Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρομαγνητών υπεραγωγιμότητας είναι:

- ▲ Η επίτευξη υψηλότερων Βο.
- ▲ Η επίτευξη μεγαλύτερου λόγου σήματος προς θόρυβο.
- ▲ Η επίτευξη περισσοτέρου ομοιογενούς στατικού μαγνητικού πεδίου.

Οι ηλεκτρομαγνήτες υπεραγωγιμότητας όταν συνδεθούν με ηλεκτρικό ρεύμα, δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο εντάσεως Βο. Όταν όμως υπερθερμανθεί ο μαγνήτης πάνω από την κρίσιμη θερμοκρασία, έχει απώλεια της υπεραγωγιμότητας του, ενώ αυξάνεται η αντίσταση του στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος. Η κατάσταση αυτή είναι γνωστή ως Quench. Η υπερθέρμανση αυτή προκαλεί άμεσο βρασμό των κρυογενών υλικών, με αποτέλεσμα να προστατεύεται ο μαγνήτης από τυχόν καταστροφή του.

Τα μειονεκτήματα των ηλεκτρομαγνητών υπεραγωγιμότητας είναι:

- Το υψηλό κόστος τους.
- ▲ Η προϋπόθεση ύπαρξης μεγάλου χώρου για την εγκατάστασή τους.
- ▲ Πηνία ομοιογενοποίησης: του στατικού μαγνητικού πεδίου (Shim Coils)

Είναι πηνία με τα οποία βελτιώνουμε την ομοιογένεια του στατικού μαγνητικού πεδίου. Είναι πηνία κυλινδρικού σχήματος που βρίσκονται μέσα στο Gantry, τα οποία μπορούν να βελτιώσουν την ομοιογένεια του στατικού μαγνητικού κατά +1 Oppm σε 50 cm απεικονιζόμενου όγκου. Η διαδικασία της ομοιογενοποίησης του στατικού μαγνητικού πεδίου σήμερα γίνεται αυτόματα ή μέσω του

software του συστήματος M.R.I., το οποίο μπορεί να είναι προσιτό προς χρήση και στον Τεχνολόγο Ακτινολόγο.

▲ Πηνία Βαθμίδωσης: (Gradient Coils)

Είναι κυκλικά πηνία, τα οποία βρίσκονται στο εσωτερικό του στατικού μαγνήτη και τα οποία καθορίζουν την διεύθυνση προς την οποία εφαρμόζεται ο RF παλμός, σ' ένα όγκο ιστού. Είναι τρία ζεύγη πηνίων, τοποθετημένα ανάλογα με το τρισδιάστατο σύστημα αξόνων xyz και κάθε ζεύγος πηνίων αντιστοιχεί ως προς έναν απ' τους άξονες x ή y ή z. Έτσι για παράδειγμα, τα z πηνία βαθμίδωσης χρησιμοποιούνται για εγκάρσιες τομές, τα y πηνία βαθμίδωσης για οβελιαίες τομές και τα x πηνία βαθμίδωσης για μετωπιαίες τομές.

▲ RF Πηνία (Radiofrequency Coils- RF Coils)

Τα RF πηνία μπορούν να λειτουργήσουν είτε μόνο ως πομποί είτε μόνο ως δέκτες ή και τα δύο ταυτόχρονα. Ανομοιογενή RF πηνία είναι τα πηνία επιφανείας (surface coils). Αυτά είναι κυρίως πηνία με υψηλό (SNR) και τοποθετούνται στην επιφάνεια του σώματος του εξεταζόμενου τμήματος. Λόγω της ανομοιογένειας του μαγνητικού πεδίου τους, λειτουργούν μόνο ως δείκτες FID. Επίσης τα πηνία επιφανείας εμφανίζουν καλύτερη χωρική διακριτική ικανότητα λόγω του υψηλού SNR, κατά την απεικόνιση.

▲ Μεταφορά και διαμόρφωση σήματος FID

Καθώς δημιουργείται ένα σήμα MR, αυτό μεταφέρεται μέσω των διαφόρων καλωδίων προς το ηλεκτρονικό σύστημα του συστήματος

M.R.I. Κατά τη μεταφορά του αυτή υφίσταται κάποιο ποσοστό παραμόρφωσης, μ' αποτέλεσμα τη μείωση του SNR. Ένα σήμα spin echo αποτελείται απ' το δημιουργούμενο σήμα FID και την απόσβεση αυτού το οποίο μοιάζει να είναι σαν το ομοίωμα του σήματος αυτού στον καθρέπτη. Δηλαδή αρχικά η ένταση του σήματος αυξάνεται έως τη μέγιστη τιμή του και μετά φθίνει ως το μηδέν.

Το μεταφερόμενο σήμα επεξεργάζεται στη συνέχεια με την επίδραση κάποιων αλγορίθμων πάνω σ' αυτό. Οι αλγόριθμοι (μαθηματικές συναρτήσεις) βασίζονται κυρίως στη συνάρτηση Fourier. Σύμφωνα με την θεωρία Fourier, μία αρμονική ταλάντωση μπορεί να αναλυθεί στις συνιστώσες της, που είναι απλές ημιτονοειδής αρμονικές ταλαντώσεις. Επίσης, μπορεί να γίνει και το αντίστροφο. Το σήμα spin echo είναι μία αρμονική ταλάντωση, η οποία μπορεί να αναλυθεί με το σχηματισμό Fourier.

Το σήμα M.R.I. είναι μία σχέση μεταξύ της έντασης του ηλεκτρικού σήματος και του χρόνου. Με τον μετασχηματισμό Fourier το σήμα M.R.I. μετασχηματίζεται σε μια σχέση της έντασης σε συνάρτηση με την συχνότητα (ψηφιακό σήμα). Επίσης με τον μετασχηματισμό Fourier γίνεται και το αντίστροφο (αναλογικό σήμα).

Εάν συλλεχθούν γρήγορα κάποια σημεία δεδομένων από ένα όγκο ιστού της εξεταζόμενης δομής, τότε αυτά κατανέμονται πάρα πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Αυτό αντιπροσωπεύει μια καλή αντιπροσώπευση του σήματος M.R.I. (αναλογικό σήμα). Όταν ένα σήμα MRI μετασχηματίζεται κατά Fourier μόνο μια συγκεκριμένη κλίμακα συχνοτήτων χρειάζεται για να αντιπροσωπεύει το σήμα αυτό, από $-F_{max}$ έως $+F_{max}$ (όπου F η συχνότητα). Το δε εύρος συχνοτήτων είναι $2F_{max}$. Ωστόσο, για να γίνει μία δειγματοληψία δύο σημάτων από δύο γειτονικές μεταξύ τους περιοχές, θα πρέπει η απόσταση δειγματοληψίας μεταξύ των δύο περιοχών να είναι ίση ή μεγαλύτερη από $2F_{max}$ ώστε να

διαχωριστούν αυτές οι περιοχές μεταξύ τους, εάν έχουν την ίδια τιμή έντασης σήματος.

λ Ανακατασκευή εικόνας M.R.I.

Για τη δημιουργία του σήματος M.R.I. θα πρέπει να εφαρμοσθούν δύο μαγνητικά πεδία βαθμίδωσης ταυτόχρονα και ορθογωνικά μεταξύ τους.

Επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία κατά μικρά χρονικά διαστήματα με μικρές διαφορές γωνίας των μαγνητικών πεδίων βαθμίδωσης ως προς τα αρχικά, λαμβάνουμε συνολικά ένα αναλογικό σήμα M.R.I., όλης της περιοχής, το οποίο με τη βοήθεια του μετασχηματισμού Fourier το κάνουμε ψηφιακό (σε μορφή συχνότητας με διακριτές τιμές) δισδιάστατο σήμα M.R.I. Το ψηφιακό αυτό σήμα συλλέγεται και αποθηκεύεται στη μνήμη του H/Y.

λ Παρουσίαση της εικόνας M.R.I.

Όπως ξέρουμε κατά την ψηφιακή απεικόνιση η οθόνη χωρίζεται σε τετράγωνα κυψελίδες (pixels). Τα pixels διατάσσονται σε στήλες και σειρές συγκροτώντας την μήτρα (matrix) της εικόνας. Για να απεικονισθούν οι δύο γειτονικές περιοχές με την ίδια ένταση σήματος ή συχνότητας, θα πρέπει το μέγεθος του pixel να είναι ίσο ή μικρότερο από την απόσταση μεταξύ τους. Οι εντάσεις σήματος κατά την απεικόνιση τους στην οθόνη, εκφράζονται σε εντάσεις φωτεινού σήματος.

Το ψηφιακό σήμα αποθηκεύθηκε με την μορφή γραμμών και σηλών συχνότητας σε μια περιοχή γνωστή ως K περιοχή. Η ανακατασκευή της εικόνας M.R.I. προκύπτει με οπισθοπροβολή των

τιμών αυτών. Ως οπισθοπροβολή θεωρούμε τη διαδικασία εκείνη κατά την οποία γίνεται προβολή των τιμών αυτών του σήματος F.I.D. προς τα πίσω και την επαναπροβολή αυτών προς άλλη διεύθυνση (στο ίδιο επίπεδο), με μικρή διαφορά γωνίας ως προς την αρχική. Έτσι αυξάνεται ο λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR).

Η ανάγνωση αυτών των τιμών συχνότητας στην K περιοχή και η αντιστοιχία αυτών σε τιμές έντασης φωτός στην οθόνη του H/Y μετέπειτα, μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους.

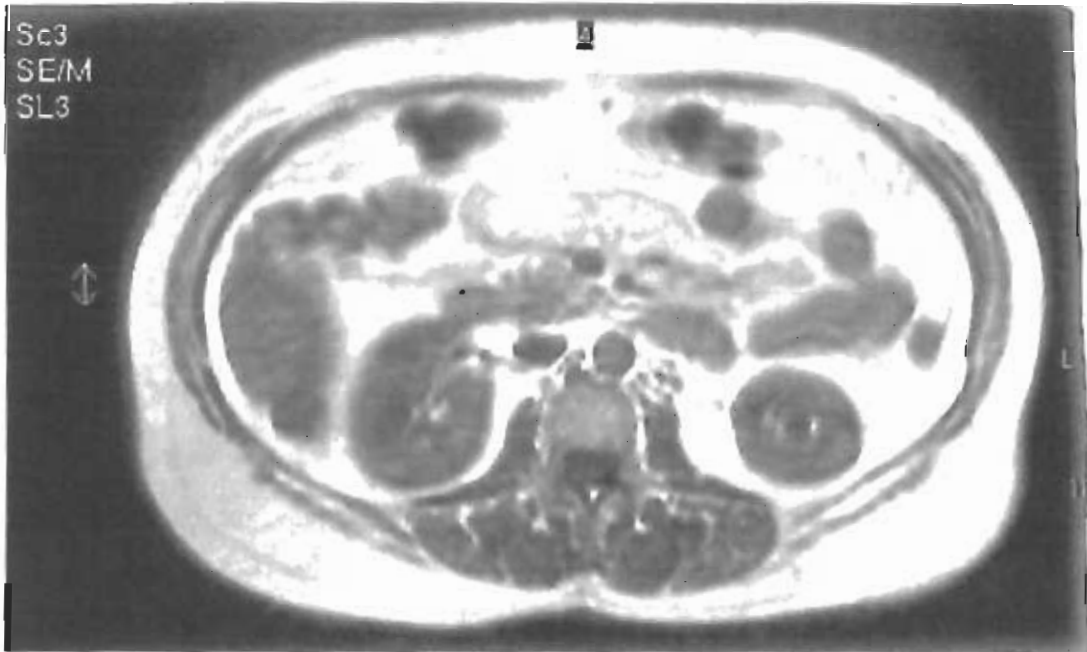
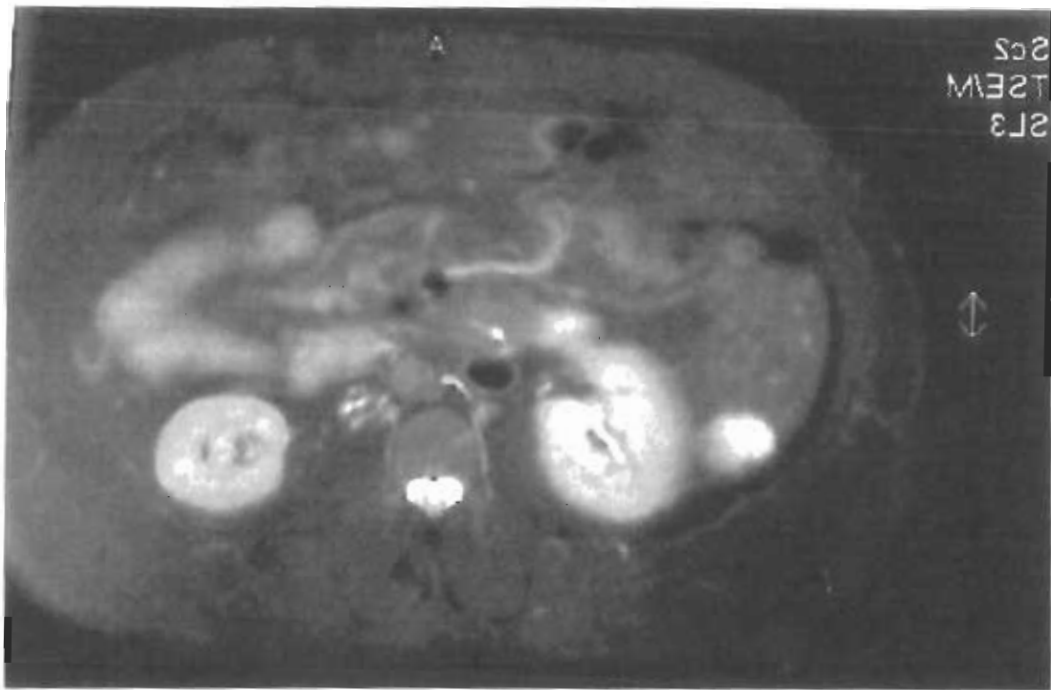
▲ Τεχνική μαγνητικού συντονισμού

Η χρησιμοποίηση της τεχνικής αυτής και οι ενδείξεις της εξακολουθούν να αυξάνονται. Αναφέρουμε απλώς ότι από τις πολλαπλές παραλλαγές τεχνικής στην παλμική συνέχεια T-1 ο φλοιός του νεφρού φυσιολογικά δίνει εντονότερο σήμα σε σχέση με τη μυελώδη ουσία του νεφρού, που δίνει λιγότερο έντονο σήμα. Ο νεφρός γενικά δίνει πολύ ασθενές σήμα σε σχέση με το περινεφρικό λίπος.

Στην παλμική συνέχεια T-2 ο νεφρός δίνει εντονότερο σήμα σε σχέση με το σήμα της παλμικής συνέχειας T-1 και η μεγάλη διαφορά σήματος, που υπάρχει στην τεχνική T-1 σε σχέση με το περινεφρικό λίπος, ελαττώνεται στην παλμική ακολουθία T-2.

Η διαφορά της τεχνικής T-1 και T-2 φαίνεται ακόμη πιο εύκολα όταν συγκρίνουμε το εγκεφαλονωτιαίο υγρό στο σπονδυλικό σωλήνα, που απεικονίζεται στις τομές των νεφρών, όπου δίνει πολύ ασθενές σήμα στην τεχνική T-1 και πολύ έντονο στην τεχνική T-2.

Η χρησιμοποίηση των επιφανειακών πηνίων στο ουροποιητικό σύστημα είναι χρήσιμη ιδιαίτερα για την καλύτερη απεικόνιση των όρχεων και του προστάτη. Απεικόνιση του προστάτη μπορεί να γίνει και με την εισαγωγή του επιφανειακού πηνίου στο ορθό.



Μαγνητικές τομογραφίες νεφρών

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Βλάχος Λάμπρος.** «Κλινική Ακτινολογία».
2. **Βλάχος Λάμπρος.** «Σύγχρονη Διαγνωστική Απεικόνιση».
3. **Γεράκης, Ν.** «Συμβολή εις την μελέτην των μεταξύ λειτουργίας των Επινεφριδίων και Αιμοποιητικού Συστήματος υφισταμένων σχέσεων», Διατριβή επί Διδακτορία, Αθήναι, 1957.
4. **Γώγου Λήδα.** «Μαθήματα Πυρηνικής Ιατρικής».
5. **Κακλαμάνη Ν. - Καμμά Α.** «Η ανατομική του ανθρώπου», Αθήνα, 1998.
6. **Κακλαμάνης Νικήτας – Καμμάς Αντώνης,** «Ανατομική του ανθρώπου».
7. **Κανδαράκης Ιωάννης.** «Φυσικές και Τεχνολογικές Αρχές Ακτινοδιαγνωστικής».
8. **Κατρίτσης Ε. - Κελέκης Δ.** «Ανατομία», Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα, 1993.
9. **Κουμαριανός Δημήτριος.** Άτλας Ακτινολογικών Προβολών (τόμος 2: Ειδικές προβολές και εξετάσεις).
10. **Λάζος Α. – Παρασκευάς Γ.** «Στοιχεία Ανατομικής του ανθρώπου», Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών, Θεσσαλονίκη, 1996.
11. **Λαμπίρης Ε.** «Εισαγωγή στους Υπερήχους».
12. **Νικητοπούλου – Μαράτου Γεωργία.** «Βασική Φυσιολογία».
13. **Παπαδόπουλος Λεωνίδας.** «Μαθήματα Ακτινολογίας».
14. **Παπανικολάου Ν.** «Μεταβολαί Νεφρικών Λειτουργιών συναρτήσσει της ηλικίας». Διατριβή επί Διδακτορία, Αθήναι, 1963.
15. **Πολίτης Δημάκης.** «Τεχνολογία Ακτινοδιαγνωστικών

μηχανημάτων».

16. **Σακκάς Ιωάννης**, Αμσ. Επίκουρος Καθηγητής Ουρολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών, «Διαγνωστική και Θεραπευτική Ουρολογία – Νεφρολογία», Εγχειρητική Ουρολογίας, Τόμος πρώτος, Έκδοση Β', Επιστημονικές Εκδόσεις Γρηγόριος Παρισσιανός, Διάδοχος: Μαρία Γρ. Παρισσιανού, Αθήνα 1993.
17. **Χατζηχρήστος Γ.** «Ουρολογία», Εκδόσεις Μ. Τριανταφύλλου, Θεσσαλονίκη, 1989.
18. **Χριστοφορίδης Άνθιμος - Παπαδόπουλος Λεωνίδας.** «Διαγνωστική Ακτινολογία 3».
19. **Burke, Shirley R. – Human.** «Anatomy and Physiology for the Health Sciences», 3rd-ed Albany: Delmar, 1992.
20. **Lithotripsy, Columbus.** «Ohio Kidney» Stone Center, 1991.
21. **Moore K.** «Anatomy», Williams – Wilkings, Toronto, 1992.
22. **Shell R.** «Κλινική Ανατομική», Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα 1992.
