

*Δομή και λειτουργία  
του ουροποιογεννητικού  
συστήματος*

# Εμβρυολογία και ανάπτυξη του ουροποιητικού

## Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια των 10 πρώτων εβδομάδων της κύησης (πρώιμη εμβρυϊκή περίοδος), τα όργανα του ουρογεννητικού συστήματος αναπτύσσονται από αρχέγονα πρόδρομα κύτταρα του διάμεσου μεσοδέρματος του εμβρυϊκού δίσκου. Η αύξηση του μεγέθους και η εμφάνιση λειτουργικότητας των οργάνων ακολουθεί τις επόμενες 28 εβδομάδες (όψιμη εμβρυϊκή περίοδος).

## Ανάπτυξη της ουροδόχου κύστης και των νεφρών

Έως την 5η εβδομάδα της κύησης, ο εμβρυϊκός δίσκος έχει αναδιπλωθεί και τα πρόδρομα μεσεγγυματικά κύτταρα του ουρογεννητικού συστήματος είναι ορατά. Πάνω από το ουραίο τμήμα του δίσκου, σχηματίζεται μια ενδιάμεση κοιλότητα (αμάρα) από το ουρογεννητικό διάφραγμα κοιλιακά και από το οπίσθιο έντερο ραχιαία. Ο μεσόνεφρος και οι γονάδες αναπτύσσονται εκατέρωθεν της αμάρας, ενώ ο μεσονεφρικός και ο παραμεσονεφρικός πόρος φτάνουν πίσω μέχρι τον πρωτογενή ουρογεννητικό κόλπο. Οι πα-

ραμεσονεφρικοί πόροι (πόροι του Møller) συγχωνεύονται στο κατώτερο τμήμα τους, δημιουργώντας το φύμα του Møller, το οποίο αποτελεί την καταβολή της μήτρας. Πάνω από αυτό, αναπτύσσονται οι ουρητηρικές καταβολές, οι οποίες επεκτείνονται επί τα εκτός των μεσονεφρικών πόρων και συνδέονται με κύτταρα του μεσοδέρματος, ώστε να δημιουργηθεί ο μετάνεφρος (νεφρός). Το ουροορθικό διάφραγμα διαχωρίζει την αμάρα στον ουρογεννητικό κόλπο κοιλιακά και στο ορθό ραχιαία.

Μέχρι την 6η εβδομάδα ο νεφρός έχει σχηματιστεί, οι ουρητηρικές καταβολές διαιρούνται για να σχηματίσουν τους άπω νεφρώνες, ενώ τα μεσεγγυματικά κύτταρα διαφοροποιούνται σε νεφρικά σωληνάκια. Οι άπω μεσονεφρικοί πόροι εκβάλλουν εντός του ουρογεννητικού κόλπου, έτσι ώστε και οι ουρητηρικές καταβολές να εκβάλλουν απευθείας εντός του κόλπου. Το γεννητικό φύμα αρχίζει να αναπτύσσεται κοιλιακά και η αμαρική μεμβράνη αποκτά περισσότερο ουραία κατεύθυνση.

Μέχρι την 8η εβδομάδα της κύησης, το ουροορθικό διάφραγμα έχει ολοκληρωθεί. Οι νεφροί ανέρχονται από την πύελο και στρέφονται εσωτερικά, ώστε η νεφρική πύελος να βλέπει προς τα εντός και πρό-

σω. Τα κατώτερα τμήματα των μεσονεφρικών πόρων και των ουρητήρων ενσωματώνονται στον ουρογεννητικό κόλπο και ο προσανατολισμός τους αλλάζει ώστε να εισέρχονται στην αναπτυσσόμενη κύστη πάνω και πλάγια από τους μεσονεφρικούς πόρους. Ο τριγωνικός χώρος μεταξύ τους γίνεται το τρίγωνο της κύστης.

## Ανάπτυξη των έσω γεννητικών οργάνων

Οι γονάδες σχηματίζονται από αρχέγονα κύτταρα που αλληλεπιδρούν με το ενδιάμεσο μεσόδερμα και εντοπίζονται μπροστά από τον μεσόνεφρο (Εικ. 1). Υπάρχουν ελάχιστες διακριτές διαφορές μεταξύ άρρενος και θήλεως μέχρι την 6η εβδομάδα της κύησης.

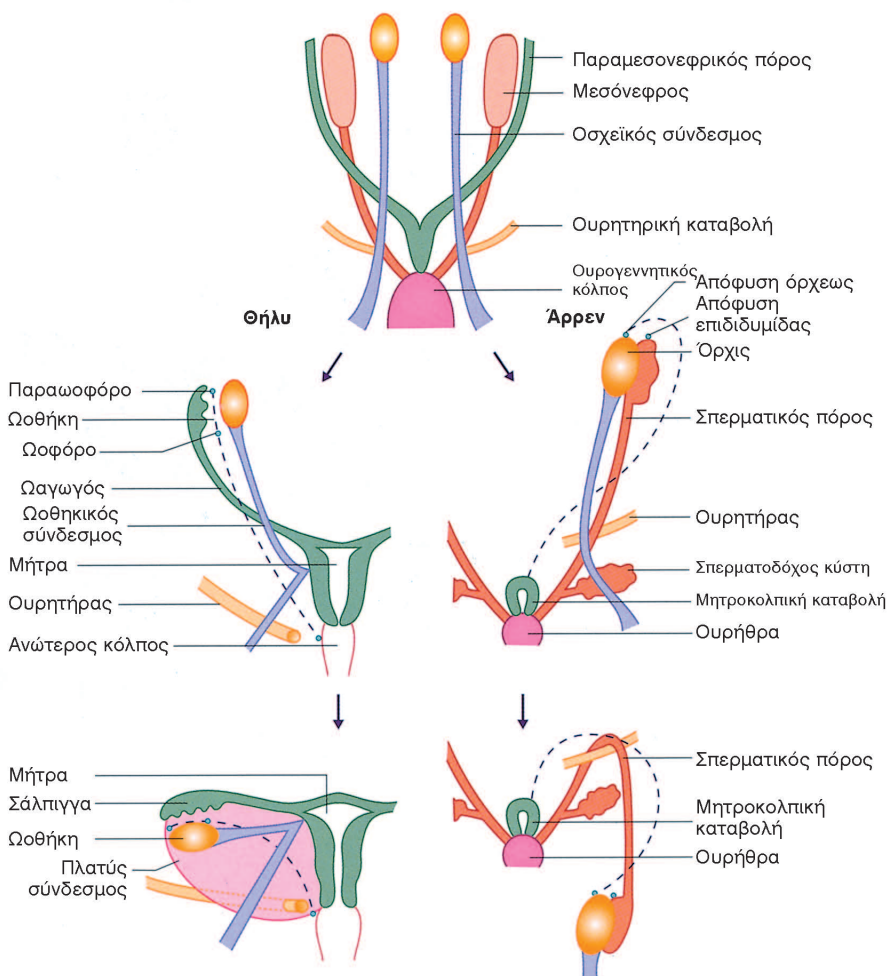
Στις γυναίκες, οι ωθήκες προέρχονται από τον φλοιό των αδιαφοροποίητων γονάδων, ενώ οι σάλπιγγες και το σώμα της μήτρας από τους παραμεσονεφρικούς πόρους (πόρους του Møller). Οι μεσονεφρικοί πόροι (πόροι του Wolff) εκφυλίζονται αφήνοντας υπολειμματικές δομές. Οι ωθήκες κατέρχονται εντός της πύελο, ενώ υπολείμματα του οσχείου συνδέσμου (οιάκας) σχηματίζουν τους στρογγύλους συνδέσμους. Το άνω τμήμα του κόλπου σχηματίζεται από τους παραμεσονεφρικούς πόρους, ενώ το κατώτερο από τον ουρογεννητικό κόλπο.

Στους άνδρες, η παρουσία της τεστοστερόνης διαφοροποιεί την αδιαφοροποίητη γονάδα στο σώμα του όρχεως και τον μεσονεφρικό πόρο σε επιδιδυμίδα, σπερματικό πόρο και σπερματοδόχους κύστεις. Ο όρχις παράγει τον παράγοντα αναστολής σύγκλεισης των πόρων του Møller με αποτέλεσμα να υποπλάσσονται οι πόροι του Møller, αφήνοντας μια υπολειμματική απόφυση στην επιδιδυμίδα και σχηματίζοντας το σπερματικό λοφίδιο στην προστατική ουρήθρα. Ο οιάκας παραμένει ίδιος σε μέγεθος και έλκει τον όρχι προς τα κάτω, κατά την ανάπτυξη του εμβρύου.

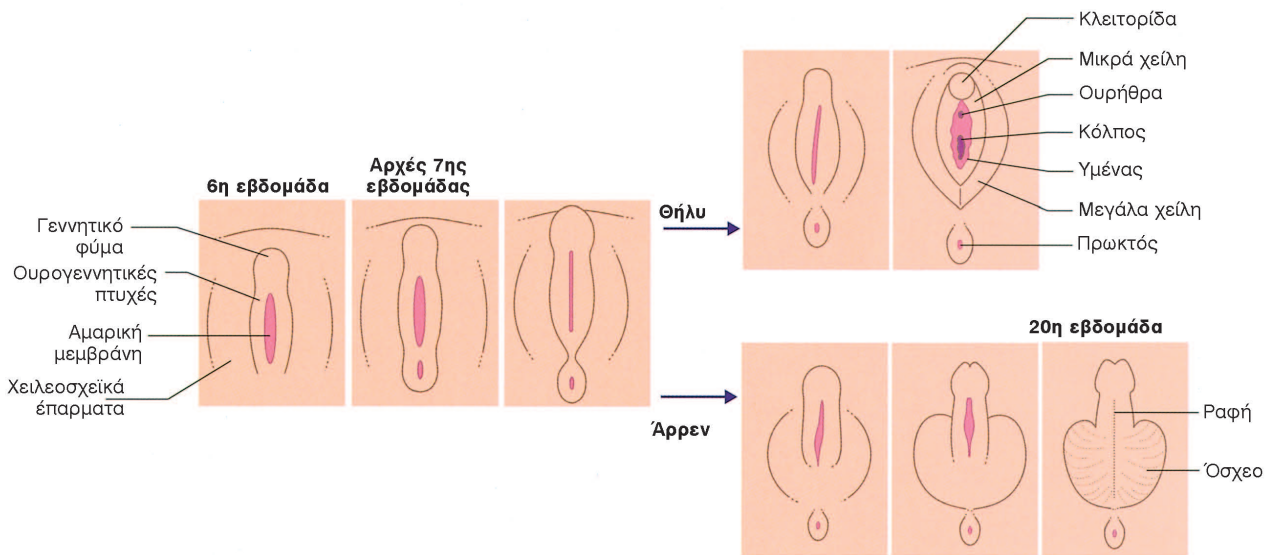
Περίπου τον 6ο μήνα, μια επέκταση της περιτοναϊκής κοιλότητας, ο ελυτροειδής πόρος, περνά μέσα από τους μύς του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος, σχηματίζοντας τους οσχείους σάκους. Ο όρχις κατέρχεται μέσα από τον ελυτροειδή πόρο, ο οποίος χάνει τις συνδέσεις του με την κοιλιακή κοιλότητα. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται έως το τέλος του 8ου μήνα της κύησης.

## Ανάπτυξη των έξω γεννητικών οργάνων

Η ανάπτυξη των έξω γεννητικών οργάνων ξεκινά μεταξύ της 6ης και της 7ης εβδομάδας της κύησης (Εικ. 2).



Εικ. 1 Ανάπτυξη των έσω γεννητικών οργάνων.



Εικ. 2 Ανάπτυξη των έξω γεννητικών οργάνων.

### Ανάπτυξη της λειτουργίας του ουροποιητικού

Στο μέσο της κύησης, οι νεφροί παράγουν ούρα, η κύστη ήδη πληρούται και κενούται κυκλικά ανά μία ώρα και η χωρητικότητα της κύστης αυξάνεται αναλογικά με την ηλικία του εμβρύου. Μετά τη γέννηση, η κένωση της κύστης ελέγχεται από νωτιαία αντανακλαστικά ανά μία ώρα με σταδιακή ελάττωση στο 1ο έτος της ηλικίας σε 10 φορές ημερησίως. Μετά το 10ο έτος, το παιδί μαθαίνει να αναστέλει αυτό το αντανακλαστικό και τελικά η ούρηση γίνεται εκούσια. Μετά το 3ο-4ο έτος, το παιδί ουρεί όπως ο ενήλικας χάρη στην ανάπτυξη του κατώτερου ουροποιητικού και την προσαρμογή των αντανακλαστικών της ούρησης μέσω ανώτερων εγκεφαλικών κέντρων. Η χωρητικότητα της κύστης αυξάνει προοδευτικά καθόλη τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας.

Πίνακας 1 Εμβρυολογική προέλευση των ανωμαλιών της ουροποιητικής οδού		
Σύστημα	Διαταραχή	Αποτέλεσμα
Νεφροί	Αποτυχία συνένωσης των ουρητηρικών καταβολών με το βλαστικό επιθήλιο Αποτυχία ανόδου Συνένωση των αναπτυσσόμενων νεφρών	Δυσπλαστικοί ή υπολειτουργικοί νεφροί Έκτοπος ή πνευλικός νεφρός Πεταλοειδής νεφρός
Ουρητήρες	Διαταραχή των ουρητηρικών καταβολών Διπλή ουρητηρική καταβολή  Ανώμαλη έκφυση των ουρητηρικών καταβολών	Αγενεσία των νεφρών και του ημιτριγώνου Διπλασιασμός νεφρού και αποχετευτικού συστήματος Έκτοπα ή ανώμαλα εντοπισμένα ουρητηρικά στόμια
Ουροδόχος κύστη	Ρήξη της αμαρικής μεμβράνης Διαταραχή του διαχωρισμού της αμάρας Ρήξη της αμαρικής μεμβράνης και διαταραχή του διαχωρισμού της αμάρας	Εκτροπή κύστης Ανωμαλία της αμάρας  Εκτροπή αμάρας
Έσω γεννητικά όργανα θήλεος	Αποτυχία συνένωσης των πόρων του Müller	Δίδελφος μήτρα και διπλός κόλπος
Έσω γεννητικά όργανα άρρενος	Αποτυχία καθόδου όρχεος	Κρυψορχία
Έξω γεννητικά όργανα θήλεος	Διαταραχή παραγωγής τεστοστερόνης	Διφορούμενα έξω γεννητικά όργανα (συγγενής επινεφριδική υπερπλασία)
Έξω γεννητικά όργανα άρρενος	Ατελής συνένωση Έλλειψη /Μη ανταπόκριση στην τεστοστερόνη	Υποσπαδίας Φαινότυπος θήλεος ή σοβαρός υποσπαδίας

#### Σημεία-κλειδιά

- Η εμβρυολογική ανάπτυξη της ουρογεννητικής οδού χαρακτηρίζεται από μια πολύπλοκη σειρά φαινομένων που συμβαίνουν κυρίως κατά τις πρώτες 8 εβδομάδες της κύησης.
- Τα έσω και έξω γεννητικά όργανα προέρχονται από αδιαφοροποίητες δομές υπό την επίδραση ανασταλτικών και διεγερτικών παραγόντων του φύλου.
- Οι συγγενείς ανωμαλίες της ουρογεννητικής οδού μπορούν να εξηγηθούν μέσα από τη διεξοδική κατανόηση της εμβρυολογικής ανάπτυξης.
- Η ανάπτυξη του κατώτερου ουροποιητικού συνεχίζεται και μετά τη γέννηση.

# Ανατομία της ουροποιητικής οδού

## Νεφροί

### Μακροσκοπική δομή

Οι νεφροί βρίσκονται στον οπισθοπεριτοναϊκό χώρο, με τον δεξιό να είναι ελαφρώς χαμηλότερα του αριστερού. Η πρόσθια πλευρά τους καλύπτεται από κοιλιακά όργανα (Εικ. 1). Στη μεσότητα των νεφρών σχηματίζεται η νεφρική πύλη, με την νεφρική φλέβα, τη νεφρική αρτηρία και τη νεφρική πύελο κατά σειρά από μπροστά προς τα πίσω. Η νεφρική πύελος χωρίζεται σε 3-4 μειζονες κάλυκες, ο καθένας εκ των οποίων ορίζεται από μία μυελώδη πυραμίδα. Οι νεφροί καλύπτονται από την περιτονία του Gerota, η οποία είναι ανοικτή στο κάτω όριο της. Η αιμάτωση του νεφρού γίνεται αποκλειστικά από την αορτή μέσω της νεφρικής αρτηρίας, χωρίς να είναι ασυνήθης η ύπαρξη επικουρικών αρτηριών. Οι ενδονεφρικές αρτηρίες είναι αυστηρά τμηματικές. Η φλεβική απορροή κατευθύνεται προς την κάτω κοίλη φλέβα, χωρίς να είναι τμηματική. Ο νεφρός νευρώνεται από κλάδους του Θ12, Ο1 (συμπαθητικό) και του πνευμονογαστρικού νεύρου.

### Μικροσκοπική δομή

Η λειτουργική μονάδα του νεφρού είναι ο νεφρώννας (Εικόνα 2). Το νεφρικό σπείραμα βρίσκεται εντός του νεφρικού φλοιού σε μια σχισμοειδή κοιλότητα που ονομάζεται κάψα του Bowman, η οποία υποδέχεται ένα πλέγμα τριχοειδικών αγγείων που πραγματοποιεί την διήθηση του αίματος. Κλάδοι των απαγωγών αρτηριδίων αιματώνουν επίσης και τον νεφρικό μυελό (ευθέα αρτηριδία). Το διήθημα (προούρο) διέρχεται τον νεφρώννα, υποβάλλεται σε σημαντικές αλλαγές και καταλήγει από τα αθροιστικά σωληνάρια σε μεγαλύτερες ουροφόρες κοιλότητες (πόροι του Bellini). Το πεπαχυσμένο σημείο κάθε άπω εσπειραμένου σωληναρίου που συναντά το νεφρικό του σπείραμα ονομάζεται πυκνή θηλή (macula densa), ενώ το τοίχωμα των προσαγωγών αρτηριδίων υπερτρέφεται για να σχηματίσει την παρασπειραματική συσκευή.

### Χειρουργική του νεφρού

Η καλύτερη χειρουργική προσπέλαση για τον νεφρό είναι μεταξύ της 11ης και 12ης θωρακικής πλευράς, αν και μεγάλοι νεφρικοί όγκοι προσεγγίζονται και διαπεριτοναϊκά. Σήμερα, σημαντικός αριθμός νεφρικών επεμβάσεων πραγματοποιούνται λαπαροσκοπικά. Εξαιτίας του ανοίγματος της περιτονίας του Gerota στο κατώτερο σημείο της, αίμα και ούρα μπορεί να συσσωρευθούν περιφερικά του ανώτερου ουρητήρα. Η εκτομή του δεξιού νε-

φρού είναι σχετικά πιο δύσκολη εξαιτίας της βραχύτερης δεξιάς νεφρικής φλέβας, η οποία μπορεί να τραωθεί ευκολότερα διεγχειρητικά.

## Ουρητήρες

### Μακροσκοπική δομή

Ο ουρητήρας είναι ένας μυώδης σωλήνας σχεδιασμένος για περιστάλτισμό. Εντοπίζεται στο οπισθοπεριτοναϊκό και κατέρχεται μέχρι το ύψος της ισχιακής άκανθας, όπου και στρέφεται προς τα εμπρός για να εισέλθει στην ουροδόχο κύστη (Εικ. 3), αφού περάσει πάνω από τη σπερματοδόχο κύστη στους άνδρες και κάτω από τη μητριάια αρτηρία και τον πλατύ σύνδεσμο στις γυναίκες. Η είσοδος του ουρητήρα στην κύστη είναι λοξή για τα τελευταία 2 εκατοστά, ώστε να αποφεύγεται η κυστεοουρητηρική παλινδρόμηση. Η αιμάτωση προέρχεται από μεγάλους, τμηματικούς αγγειακούς κλάδους, αλλά η άρδευση στο κατώτερο τριτημόριο είναι πιο αραιή. Η νευρώση γίνεται από τα νεφρικά, τα αορτικά και τα υπογαστρικά πλέγματα.

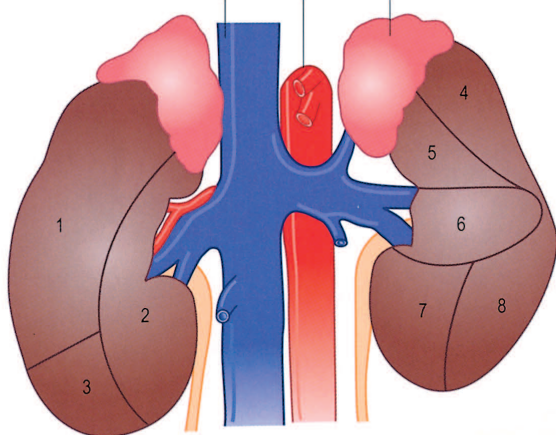
### Μικροσκοπική δομή

Ο ουρητήρας αποτελείται από εξωτερικό περιβλήμα, λείο μυ και ένα στρώμα από μεταβατικό επιθήλιο που ενισχύεται από την βασική μεμβράνη. Στον ανώτερο ουρητήρα, το εξωτερικό μυϊκό στρώμα είναι κυκλωτές, ενώ οι έσω ίνες είναι λοξές. Επιμήκειες ίνες επικρατούν στα κατώτερα τμήματα του ουρητήρα και κυριότερα στην κυστεοουρητηρική συμβολή. Υπάρχει πλούσια νευρώση από το αυτόνομο νευρικό σύστημα, παρά την έλλειψη νευρικών γαγγλίων στο ουρητηρικό τοίχωμα.

### Χειρουργική του ουρητήρα

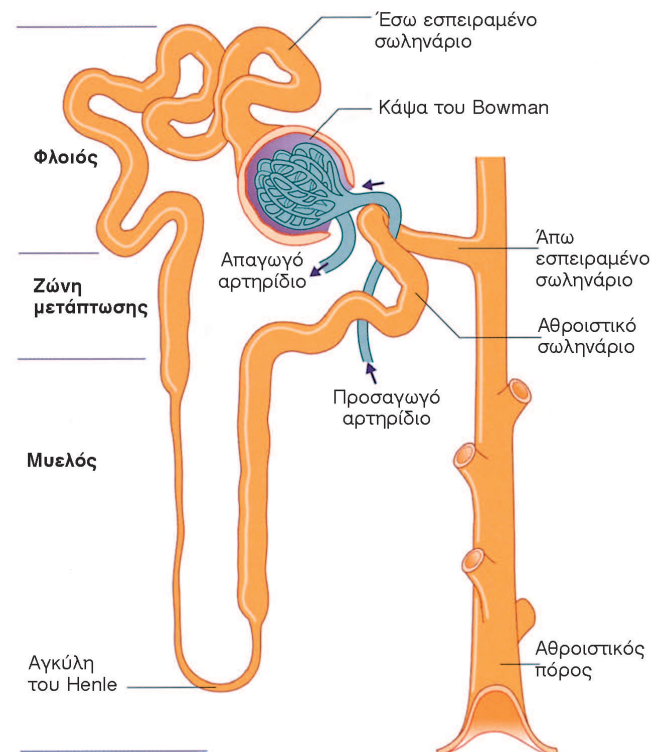
Η συνηθέστερη προσέγγιση του αυλού του ουρητήρα είναι ανάστροφη, με τη χρήση εύκαμπτου ή άκαμπτου ουρητηροσκοπίου. Εφόσον απαιτείται ανοικτή προσπέλαση, το ανώτερο τριτημόριο αποκαλύπτεται όπως στην προσπέλαση του νεφρού, το μέσο με διαπεριτοναϊκή προσπέλαση και το κατώτερο με μια τομή Pfannenstiel ή με μέση υπομφάλια τομή, με παράλληλη

Κατώτερη κάτω κοίλη φλέβα    Αορτή    Επινεφρίδιο

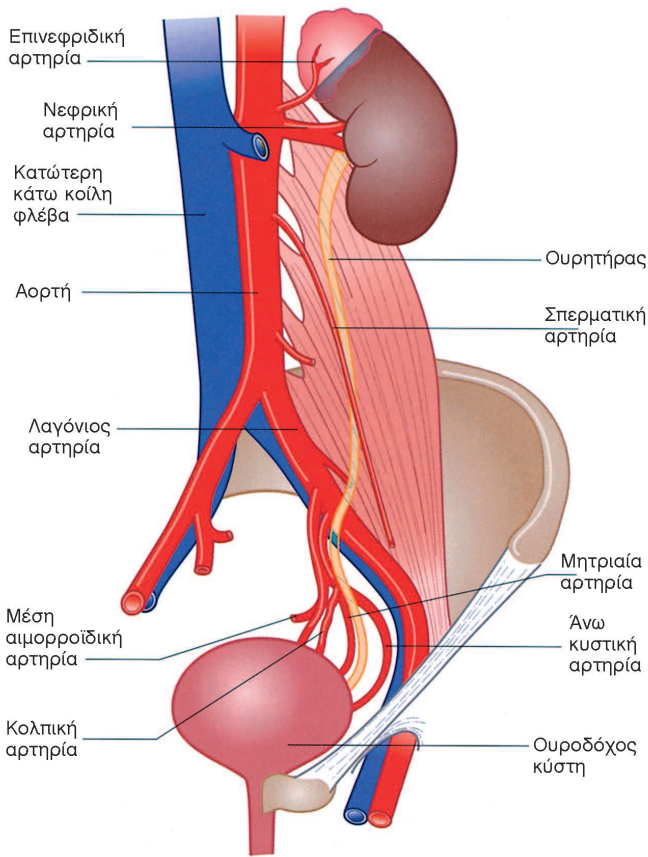


- |                                    |                       |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1 Ήπαρ                             | 5 Στόμαχος            |
| 2 Δεύτερο τμήμα του δωδεκαδακτύλου | 6 Πάγκρεας            |
| 3 Ηπατικός σύνδεσμος               | 7 Λεπτό έντερο        |
| 4 Σπλήνας                          | 8 Σπληνικός σύνδεσμος |

Εικ. 1 Εμπρόσθιες ανατομικές σχέσεις των νεφρών.



Εικ. 2 Οπισθοπεριτοναϊκή πορεία του ουρητήρα.



Εικ. 2 Οπισθοπεριτοναϊκή πορεία του ουρητήρα.

απολίνωση των ανώτερων κυστικών αγγειακών σκελών για τη βελτίωση του χειρουργικού πεδίου. Ο ουρητήρας αναγνωρίζεται από τον σκληροειδή περισταλτισμό του κατά τον μηχανικό ερεθισμό (*vermiculation*). Το στενότερο σημείο του ουρητήρα είναι η κυστεοουρητηρική συμβολή, όπου και ενσφηνώνονται λίθοι συχνότερα. Ο ουρητήρας στις γυναίκες κακοποιείται συχνά κατά την απολίνωση της μητρίαίας αρτηρίας, κάτωθεν του πλατέος συνδέσμου. Στο ίδιο σημείο είναι δυνατόν να ψηλαφηθεί ένας ουρητηρικός λίθος κατά την γυναικολογική εξέταση του κόλπου.

### Ουροδόχος κύστη

#### Μακροσκοπική δομή

Η ουροδόχος κύστη βρίσκεται στο πρόσθιο τμήμα της ελάσσονος πυέλου, οπισθίως της ηβικής σύμφυσης. Ο θόλος της καλύπτεται από περιτόναιο, αφήνοντας έναν οπισθοηβικό χώρο (χώρος του Retzius). Η αιμάτωση προέρχεται από τον άνω κλάδο της έσω λαγονίου αρτηρίας μέσω των ανώτερων και των κατώτερων κυστικών αρτηριών. Η νεύρωση γίνεται από το πυελικό παρασυμπαθητικό πλέγμα (12-14) και από το συμπαθητικό υπογάστριο πλέγμα.

#### Μικροσκοπική δομή

Η κύστη αποτελείται από ένα δίκτυο λείων μυϊκών ινών (*εξωστήρας μυς*), το οποίο καλύπτεται από μεταβατικό επιθήλιο. Στη βάση της κύστης υπάρχει το τρίγωνο, το οποίο ορίζεται από το έσω ουρηθρικό στόμιο και τα δύο ουρητηρικά στόμια. Στους άνδρες ο κυστικός αυχένας σχηματίζει έναν διακριτό σφιγκτήρα, δομή που απουσιάζει στις γυναίκες.

#### Χειρουργική της κύστης

Οι χειρουργικές επεμβάσεις της κύστης γίνονται συνήθως διουρηθρικά. Η εξωπεριτοναϊκή θέση της επιτρέπει την ανοικτή προσπέλαση ή τον υπερηβικό καθετηριασμό μέσω μιας υπομφάλιας τομής, χωρίς να απαιτείται η διάνοιξη του περιτοναίου. Τα τραύματα της κύστεως είναι εξωπεριτοναϊκά κατά κανόνα, αλλά ρήξη αυτής μπορεί να γίνει και ενδοπεριτοναϊκά.

### Ουρήθρα

#### Μακροσκοπική δομή

Η ανδρική ουρήθρα διακρίνεται στην προστατική, την υμενώδη, την βολβική και την σπογγιώδη ουρήθρα καταλήγοντας στον σκαφοειδή βόθρο στη βάλανο του πέους. Η σπογγιώδης ουρήθρα περιβάλλεται από το σπυραγγώδες σώμα. Το προστατικό λοφίδιο και οι εκσπερματιστικοί πόροι εντοπίζονται στο έδαφος της προστατικής ουρήθρας και η υμενώδης ουρήθρα αποτελεί το σημείο του έξω σφιγκτήρα. Ο σφιγκτήρας διατηρεί τη φυσιολογική εγκράτεια και δομείται από λείο και γραμμωτό μυ (ραβδοσφιγκτήρας).

#### Μικροσκοπική δομή

Η ουρήθρα καλύπτεται από μεταβατικό επιθήλιο μέχρι το ύψος του σκαφοειδούς βόθρου, όπου υπάρχει πλακώδες επιθήλιο. Αρκετοί βλεννοπαραγωγοί αδένες εκβάλλουν στην γυναικεία ουρήθρα και το ανδρικό σπογγιώδες σώμα.

#### Χειρουργική της ουρήθρας

Η ουρήθρα προσεγγίζεται ενδοσκοπικά, αλλά και ανοικτά μέσω περινεϊκής τομής στους άνδρες, διατέμνοντας τον βομβοσπυραγγώδη μυ, ή μέσω του πρόσθιου κολπικού τοιχώματος στις γυναίκες. Η ανδρική ουρήθρα μπορεί να τραυματιστεί στο περίνεο δημιουργώντας αιμάτωμα δίκην πεταλούδας (*butterfly hematoma*).

#### Σημεία-κλειδιά

- Οι ανατομικές σχέσεις των οργάνων του ουροποιητικού καθορίζουν τόσο τη χειρουργική προσπέλαση όσο και τα αποτελέσματα των εξωτερικών τραυμάτων σε αυτά.
- Οι νεφροί, οι ουρητήρες και η κύστη προσεγγίζονται λαπαροσκοπικά αλλά και ανοικτά ή ενδοσκοπικά μέσω του αυλού τους.