

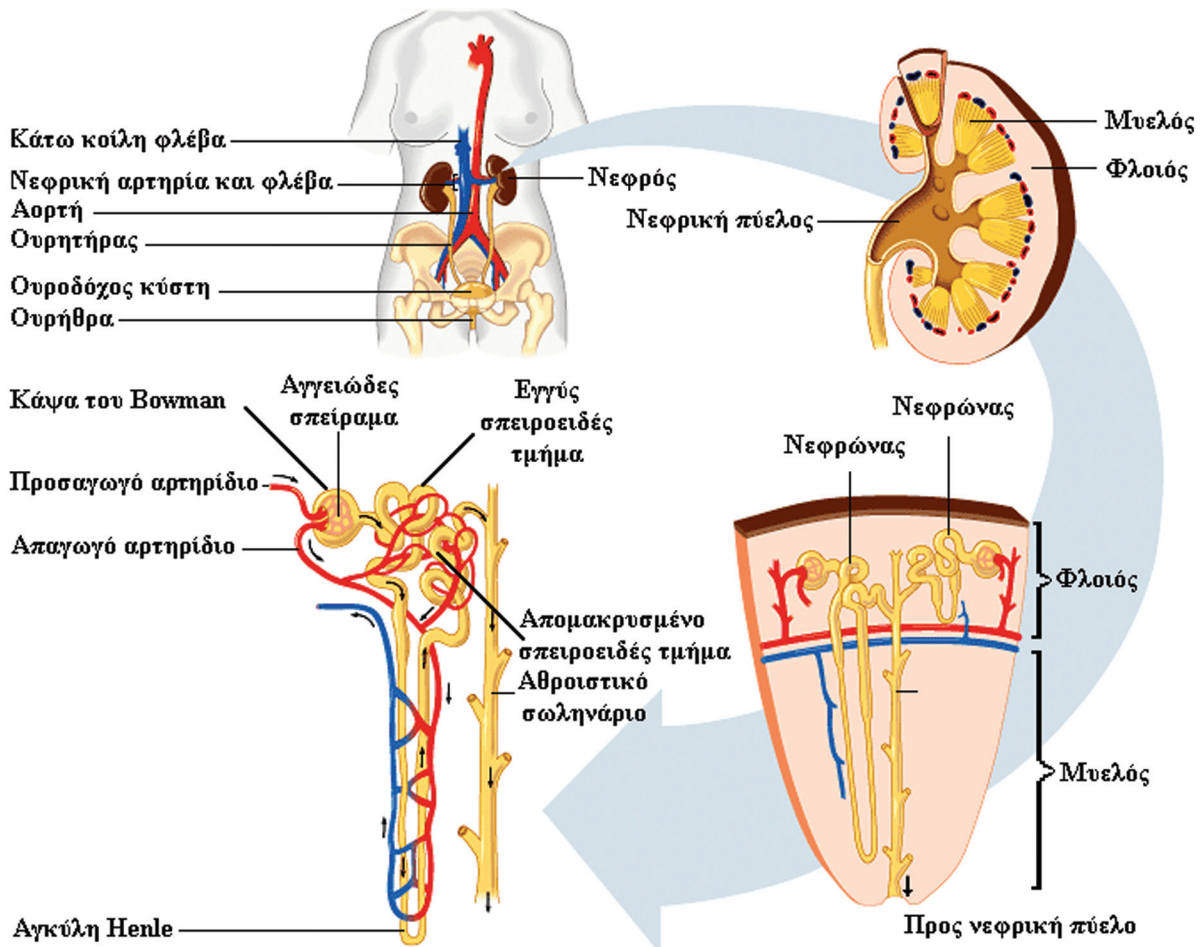
ΕΝΟΤΗΤΑ 10: Ωσμορύθμιση και απέκκριση

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι ομοιόθερμοι οργανισμοί, όπως ο άνθρωπος, μπορούν να αντεπεξέλθουν σε σημαντικές αλλαγές του εξωτερικού περιβάλλοντος με διάφορους προσαρμοστικούς μηχανισμούς στους οποίους συμμετέχουν κυρίως το κυκλοφορικό, το αναπνευστικό και το ουροποιητικό σύστημα, κάτω από το συντονισμό του νευρικού και του ενδοκρινικού συστήματος.

Αυτό το κεφάλαιο επικεντρώνεται στην **ομοιόσταση**, δηλαδή τη διατήρηση σταθερών συνθηκών στο εσωτερικό περιβάλλον του οργανισμού (π.χ. θερμοκρασία, πίεση του αίματος, pH κ.ά.) και εστιάζει την προσοχή του στην:

1. **Ωσμορύθμιση**, δηλαδή τον ομοιοστατικό μηχανισμό με τον οποίο ελέγχονται οι συγκεντρώσεις των συστατικών των υγρών του σώματος, καθώς και το ισοζύγιο ανάμεσα στο εξωκυττάριο και το ενδοκυττάριο υγρό.
2. **Απέκκριση**, δηλαδή την αποβολή των τοξικών ουσιών (κυρίως αζωτούχων) του μεταβολισμού, όπως είναι η ουρία. Ο όρος απέκκριση αναφέρεται αποκλειστικά στην αποβολή άχρηστων, τοξικών ουσιών του μεταβολισμού και, εκτός της ουρίας, περιλαμβάνει ουσίες όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το ουρικό οξύ και η αμμωνία.



Εικόνα 10.1 Το ανθρώπινο απέκκριτικό σύστημα. Από το νεφρό στο νεφρώνα.

10.1 ΟΥΡΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ουροποιητικό σύστημα αποτελείται από τα:

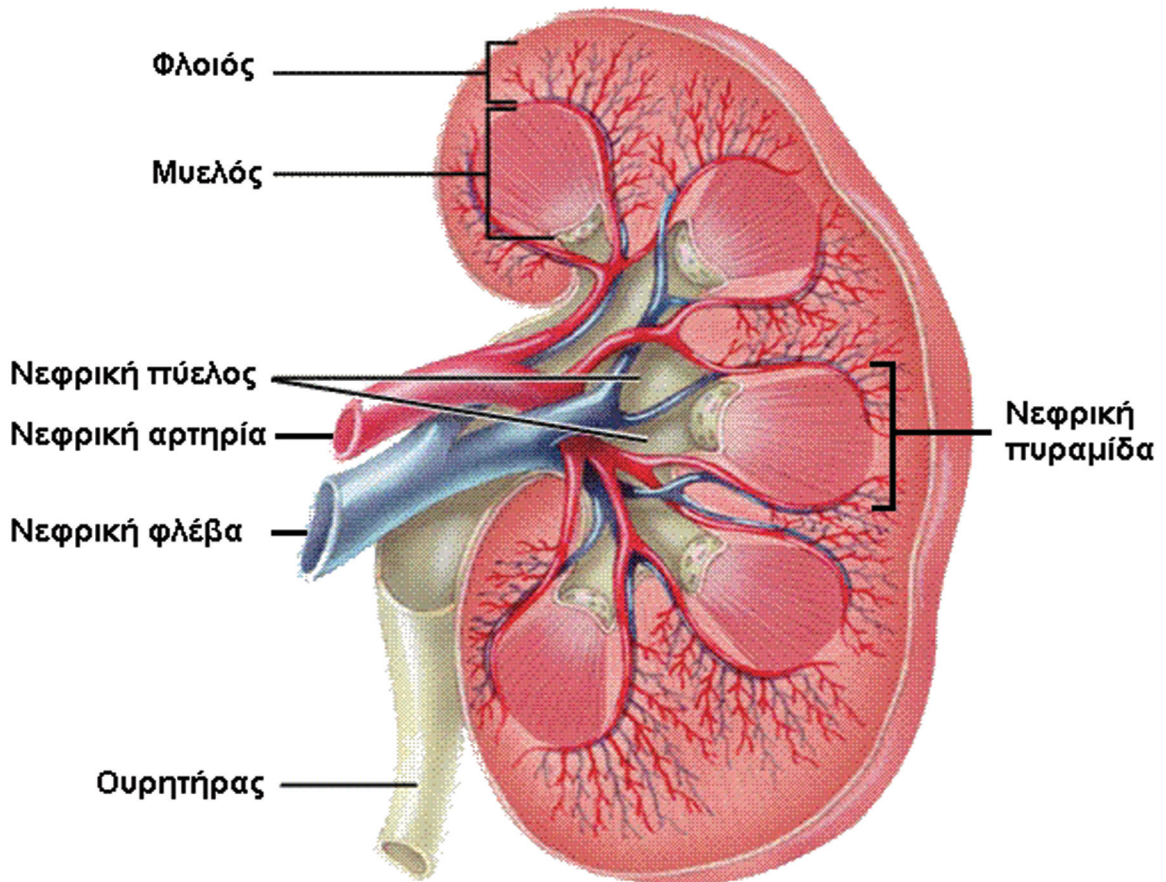
- ουροποιητικά όργανα (οι δυο νεφροί) και τα
- ουροφόρα όργανα (νεφρικοί πύελοι, ουρητήρες, ουροδόχος κύστη και ουρήθρα).

Το ουροποιητικό σύστημα είναι βασικά υπεύθυνο για την απέκκριση, δηλαδή, την αποβολή των τοξικών προϊόντων του μεταβολισμού.

10.2 ΟΙ ΝΕΦΡΟΙ

Ο κάθε νεφρός έχει μήκος 10 περίπου εκατοστόμετρα και βάρος 150 γραμμάρια. Οι νεφροί βρίσκονται μέσα στην κοιλιακή κοιλότητα και ο δεξιός είναι λίγο χαμηλότερα τοποθετημένος από τον αριστερό, λόγω του ότι δέχεται πίεση από το συκώτι που βρίσκεται ακριβώς από πάνω του. Οι λειτουργίες των νεφρών είναι:

1. Η απέκκριση άχρηστων και τοξικών υδατοδιαλυτών προϊόντων του μεταβολισμού
2. Η ρύθμιση του όγκου, της σύστασης, της ωσμωτικής πίεσης και του pH του αίματος και έμμεσα και του εξωκυττάριου υγρού
3. Η παραγωγή ορμονών (ενδοκρινής δράση) που δρουν είτε τοπικά είτε σε άλλα σημεία του σώματος

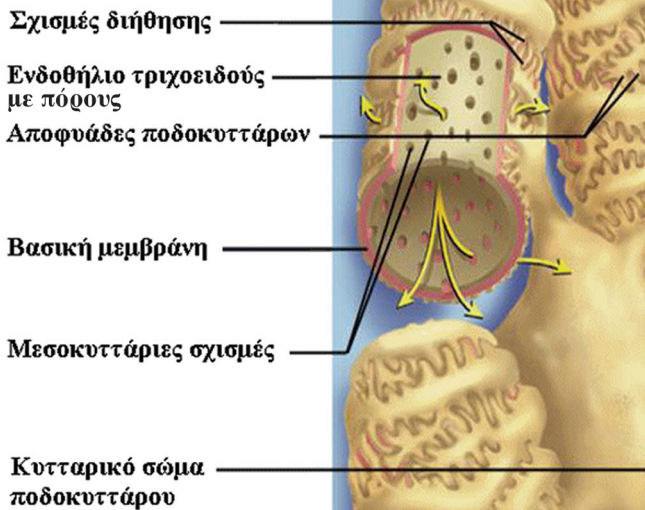
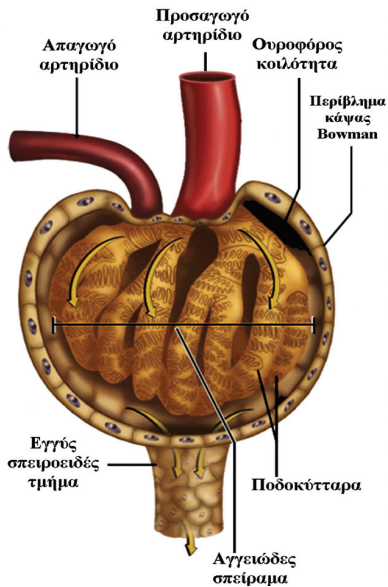


Εικόνα 10.2 Τομή νεφρού

Το αίμα εισέρχεται στους νεφρούς μέσω των νεφρικών αρτηριών και απομακρύνεται μέσω των νεφρικών φλεβών. Τα ούρα φεύγουν από τους νεφρούς μέσω των ουρητήρων και αποθηκεύονται προσωρινά στην ουροδόχο κύστη. Τα ούρα εξέρχονται από την ουροδόχο κύστη μέσω της ουρήθρας. Η αποβολή των ούρων ελέγχεται από σφιγκτήρες μύες στην ουρήθρα και στην ουροδόχο κύστη.

Ο νεφρός διακρίνεται σε δύο ξεκάθαρες περιοχές. Εξωτερικά είναι ο **φλοιός** και εσωτερικά ο **μυελός**. Και οι δύο περιοχές διαθέτουν πολυάριθμα μικροσκοπικά σωληνάκια που ονομάζονται **νεφρώνες**. Ο νεφρώνας αποτελεί τη λειτουργική μονάδα του νεφρού. Σε κάθε νεφρό υπάρχουν περίπου 1,5 εκατομμύριο νεφρώνες.

Ο κάθε νεφρώνας έχει μήκος 2 – 4 cm. Στους νεφρώνες διηθείται το αίμα και σχηματίζονται τα ούρα, τα οποία οδηγούνται στη νεφρική πύελο και από εκεί στην ουροδόχο κύστη μέσω των ουρητήρων. Στο ένα άκρο



του νεφρώνα, που είναι κλειστό, σχηματίζεται η **κάψα (ή έλυτρο) του Bowman** το οποίο περιέχει ένα σύστημα διακλαδιζόμενων τριχοειδών που ονομάζεται **αγγειώδες σπείραμα**. Η κάψα του Bowman μαζί με το αγγειώδες σπείραμα αποτελούν το **Μαλπιγγειανό σωματίο**. Από την κάψα του Bowman ξεκινά το ουροφόρο σωληνάριο το οποίο χωρίζεται σε διάφορα τμήματα, όπως το **εγγύς σπειροειδές τμήμα**, την **αγκύλη του Henle** και το **απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα**. Το σωληνάριο του νεφρώνα καταλήγει σε ένα πιο μεγάλο σωλήνα που ονομάζεται **αθροιστικό σωληνάριο** το οποίο εκβάλλει στη βάση μιας νεφρικής πυραμίδας στη **νεφρική πύελο**.

Εικ. 10.3 Το Μαλπιγγειανό σωματίο και η διήθηση του πλάσματος μέσα από τα ποδοκύτταρα που περιβάλλουν το αγγειώδες σπείραμα στην κάψα του Bowman

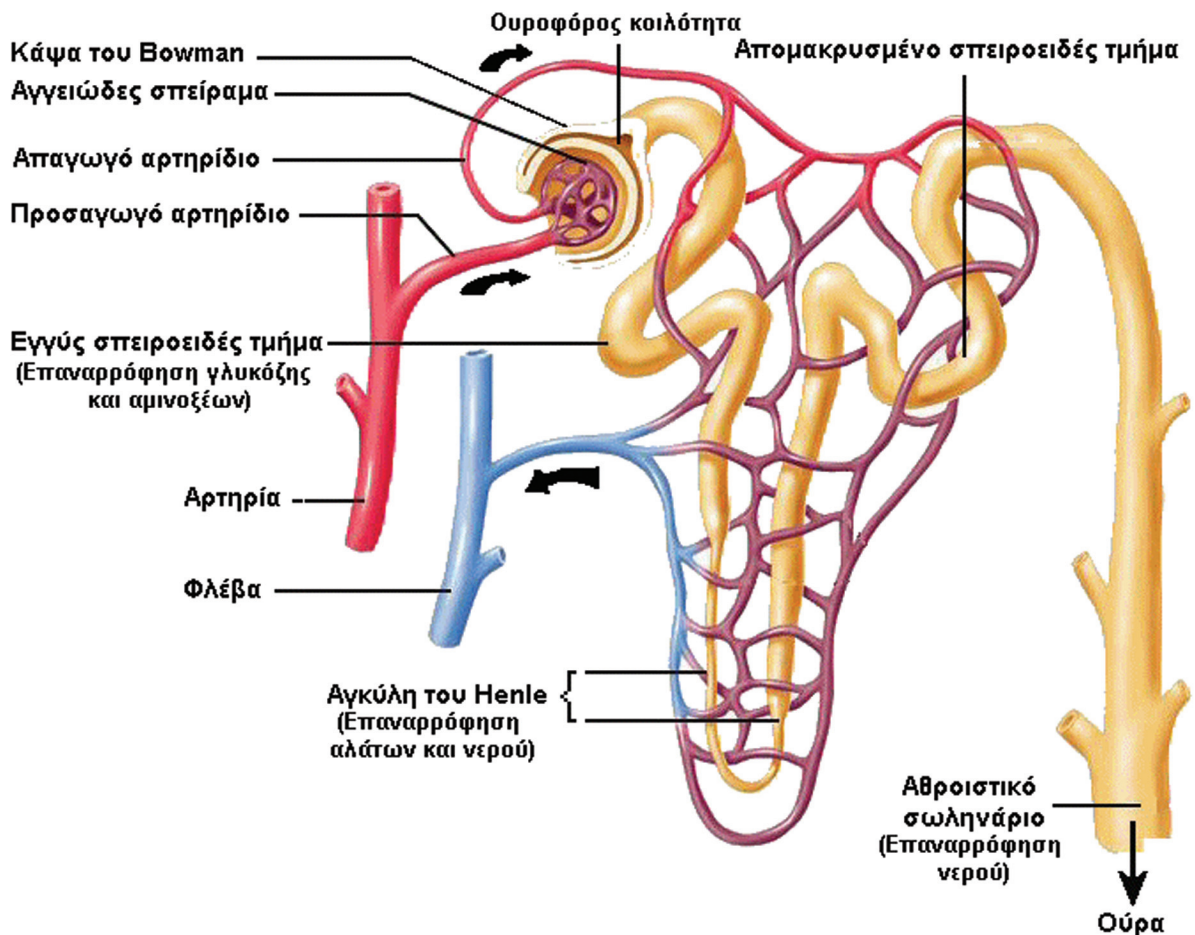
10.3 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝΩΝ

Έχει ήδη λεχθεί ότι ο νεφρώνας είναι η λειτουργική μονάδα του νεφρού. Οι νεφρώνες αφαιρούν από το αίμα τις ανεπιθύμητες ουσίες, όπως είναι η **ουρία**, η **κρεατινίνη**, το **ουρικό οξύ** και τα **ουρικά άλατα**. Όλα αυτά είναι προϊόντα του μεταβολισμού. Επίσης, οι νεφρώνες αφαιρούν από το αίμα το πλεόνασμα των ιόντων νατρίου, καλίου, χλωρίου και υδρογόνου. Το αίμα, μέσω του **προσαγωγού αρτηριδίου**, εισέρχεται στα τριχοειδή του αγγειώδους σπειράματος και φεύγει μέσω του **απαγωγού αρτηριδίου**. Στο αγγειώδες σπείραμα επιτυγχάνεται η **υπερδιήθηση** του αίματος λόγω της υψηλής πίεσης που αναπτύσσεται σ' αυτό. Ως αποτέλεσμα, πλάσμα (χωρίς πρωτεΐνες) από τα τριχοειδή μεταφέρεται στην ουροφόρο κοιλότητα. Η διήθηση του αίματος διευκολύνεται από την παρουσία πόρων στα τριχοειδή και των πολύ εξειδικευμένων κυττάρων της κάψας που ονομάζονται **ποδοκύτταρα**. Τα ποδοκύτταρα της κάψας έχουν αποφυάδες με σχισμές διήθησης που μαζί με τους πόρους των τριχοειδών λειτουργούν ως φίλτρο το οποίο επιτρέπει το πέρασμα του νερού και διαλυμένων ουσιών,

εκτός των ουσιών με μεγάλη μοριακή μάζα όπως είναι οι πρωτεΐνες. Τα έμμορφα συστατικά του αίματος δεν περνούν λόγω, επίσης, του μεγέθους τους. Με λίγα λόγια, η διήθηση δεν είναι επιλεκτική, καθώς όλες οι ουσίες περνούν, φτάνει να έχουν μικρό μέγεθος.

Το νερό με όλα τα διαλυμένα συστατικά που περνούν στον αυλό του νεφρώνα ως αποτέλεσμα της διήθησης, ονομάζεται **πρόουρο** (180 λίτρα ημερησίως) και συγκεντρώνεται στην ουροφόρο κοιλότητα της κάψας του Bowman. Το πρόουρο περιέχει διαλυμένα άλατα, γλυκόζη, βιταμίνες, άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού όπως ουρία και άλλες μικρομοριακές ουσίες. Δηλαδή το πρόουρο είναι ουσιαστικά το ίδιο το πλάσμα του αίματος χωρίς τις πρωτεΐνες του και τα έμμορφα συστατικά.

Καθώς αυξάνεται η ποσότητα του πρόουρου στις ουροφόρες κοιλότητες των νεφρώνων, αυτό προχωρεί προς το αθροιστικό σωληνάριο. Τα χρήσιμα συστατικά του πρόουρου δεν πρέπει να αφεθούν να φτάσουν στο αθροιστικό σωληνάριο, γιατί τότε θα χαθούν.



Ειγ. 10.4 Δομή ενός νεφρώνα

Γι' αυτό, μετά τη διήθηση, ακολουθεί η δεύτερη φάση της λειτουργίας των νεφρώνων, αυτή της **εκλεκτικής επαναρρόφησης**. Ονομάζεται έτσι γιατί απορροφώνται εκλεκτικά πίσω στο αίμα εκείνα τα συστατικά που είναι χρήσιμα και δεν πρέπει να αφεθούν να φύγουν. Από το αγγειώδες σπείραμα κάθε νεφρώνα φεύγουν τα απαγωγά αρτηρίδια τα οποία διακλαδίζονται γύρω από το ουροφόρο σωληνάριο και ειδικά γύρω από το εγγύς και το απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα. Στο εγγύς σπειροειδές τμήμα επαναρροφώνται κυρίως η γλυκόζη και τα αμινοξέα. Στην αγκύλη του Henle γίνεται η βασική επαναρρόφηση αλάτων, καθώς και νερού, ενώ στο απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα και στο αθροιστικό ακόμη σωλη-

νάριο γίνεται επαναρρόφηση του μεγαλύτερου μέρους του νερού. Στο εγγύς και στο απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα ρυθμίζεται το pH του αίματος. Αν το pH του αίματος τείνει να μειωθεί, ιόντα υδρογόνου εξέρχονται από τα δύο σπειροειδή τμήματα και επαναρροφώνται όξινα ανθρακικά ιόντα.

Το αντίθετο συμβαίνει σε περίπτωση που το pH του αίματος τείνει να αυξηθεί. Αποτέλεσμα αυτών των διεργασιών είναι το pH του αίματος να διατηρείται σταθερό και το pH των ούρων να κυμαίνεται από 4,5 μέχρι 8,5.

Τελικά, λίγο νερό που περιέχει τις ανεπιθύμητες ουσίες, σχηματίζει τα ούρα τα οποία καταλήγουν στη νεφρική πύελο και από εκεί μεταφέρονται στην ουροδόχο κύστη μέσω των ουρητήρων. Συνοπτικά, μπορεί να λεχθεί πως οι νεφρώνες λειτουργούν βασικά με **υπερδιήθηση και εκλεκτική επαναρρόφηση**.

10.4 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΟΥΡΩΝ-ΟΥΡΗΣΗ

Οι άχρηστες και επιβλαβείς ουσίες με μια ποσότητα νερού που δεν επαναρροφήθηκαν από το πρόουρο, σχηματίζουν τα **ούρα** που στη συνέχεια μεταφέρονται από το **αθροιστικό σωληνάριο** στη **νεφρική πύελο** και μετά στους **ουρητήρες** και στην **ουροδόχο κύστη**. Η ουροδόχος κύστη είναι κοίλο όργανο το οποίο βρίσκεται μπροστά από τη μήτρα στις γυναίκες και μπροστά από το ορθό στους άνδρες.

Τα ούρα είναι το τελικό προϊόν της λειτουργίας των νεφρών. Με αυτά αποβάλλονται από τον οργανισμό προϊόντα του μεταβολισμού άχρηστα και επιβλαβή. Οι κυριότερες ουσίες που αποβάλλονται με τα ούρα είναι:

- Η ουρία
- Το ουρικό οξύ
- Η κρεατινίνη
- Το γαλακτικό οξύ
- Διάφορα άλατα

Η ούρηση ελέγχεται από ένα αυτόματο νωτιαίο νευρικό αντανακλαστικό το **αντανακλαστικό ούρησης**. Το αντανακλαστικό αυτό προκαλεί συνειδητή επιθυμία για ούρηση και ελέγχεται από εγκεφαλικά κέντρα.

Τα ούρα αποβάλλονται από την **ουρήθρα**. Στις γυναίκες η ουρήθρα είναι αμιγής ουροσωλήνας (διέρχονται μόνο ούρα), ενώ στους άνδρες είναι μικτός ουρογεννητικός σωλήνας (δίοδος ούρων και σπέρματος). Η ποσότητα και η σύσταση των ούρων επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, όπως το διαιτολόγιο, η ποσότητα των προσλαμβανομένων υγρών, καθώς και η εφίδρωση, είτε αυτή οφείλεται στον καιρό, είτε στη σωματική άσκηση ή σε κάποια πάθηση.

10.5 ΩΣΜΩΡΥΘΜΙΣΗ

Ώσμωση είναι η παθητική μεταφορά μορίων νερού από αραιό σε πυκνό διάλυμα, όταν τα δυο διαλύματα χωρίζονται από εκλεκτικά διαπερατή μεμβράνη. Η κυτταρική μεμβράνη χωρίζει το μεσοκυττάριο υγρό από το κυτταρόπλασμα και η διατήρηση της ωσμωτικής ισορροπίας μεταξύ των δυο υγρών είναι ζωτικής σημασίας. Αν, για παράδειγμα, αυξηθεί η ωσμωτική πίεση του κυτταροπλάσματος, το νερό θα μεταφερθεί με ώσμωση από το μεσοκυττάριο υγρό στο κυτταρόπλασμα, με αποτέλεσμα να κινδυνεύσει το κύτταρο να υποστεί ωσμωτική ρήξη. Είναι, λοιπόν, εξαιρετικά σημαντικό να υπάρχει και να διατηρείται σχετική ωσμωτική ισορροπία μεταξύ υγρών που χωρίζονται από εκλεκτικά διαπερατές μεμβράνες.

Ωσμορύθμιση είναι η λειτουργία με την οποία ελέγχονται οι συγκεντρώσεις των συστατικών των υγρών του σώματος, καθώς και το ισοζύγιο ανάμεσα στο εξωκυττάριο και το ενδοκυττάριο υγρό. Η ποσότητα του νερού που περιέχεται στο σώμα καθορίζεται από το ισοζύγιο ανάμεσα στην πρόσληψη και την αποβολή του νερού. Το νερό που χάνεται με την **άδηλη αναπνοή** (από τους πόρους του δέρματος και την εξάτμιση από το αναπνευστικό σύστημα) αναπληρώνεται από την πρόσληψη νερού η οποία γίνεται λόγω της ενεργοποίησης του μηχανισμού της δίψας.

Ο όγκος και η πυκνότητα των υγρών ελέγχονται βασικά με μηχανισμό **αρνητικής ανάδρασης**. Για παράδειγμα, αύξηση του όγκου του αίματος οδηγεί στην αύξηση του όγκου των ούρων και ανάλογη διαφοροποίηση του όγκου του εξωκυττάριου υγρού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δράση ορμονών.

Όταν, για παράδειγμα, μειωθεί η πρόσληψη υγρών, φυσιολογικά μειώνεται ο όγκος του αίματος και αυξάνεται η ωσμωτική του πίεση (η ωσμωτική πίεση του αίματος, αυξάνεται διότι μεγαλώνει η πυκνότητα του αίματος αφού μειώθηκε ο όγκος του χωρίς να διαφοροποιηθεί η ποσότητα των διαλυμένων σ' αυτό ουσιών). Έτσι, διαταράσσεται το ισοζύγιο μεταξύ του εξωκυττάριου και του ενδοκυττάριου υγρού. Σ' αυτή την περίπτωση, ωσμωυποδοχείς στον υποθάλαμο εντοπίζουν τη διαφοροποίηση της ωσμωτικής πίεσης, με αποτέλεσμα ο υποθάλαμος να αρχίσει να εκκρίνει την **αντιδιουρητική ορμόνη** (ADH) η οποία μεταφέρεται στους νεφρώνες μέσω του κυκλοφορικού συστήματος. Η ορμόνη αυτή αυξάνει τη διαπερατότητα των απομακρυσμένων σπειροειδών σωληναρίων, και των αθροιστικών σωληναρίων με αποτέλεσμα να επαναρροφώνται μεγαλύτερες ποσότητες νερού. Παράλληλα, οι ωσμωυποδοχείς στον υποθάλαμο προκαλούν το αίσθημα της δίψας. Αν ακολουθήσει πρόσληψη νερού, θα μειωθεί η ωσμωτική πίεση του αίματος και θα τετρατιστεί η έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης. Μια άλλη ορμόνη που παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της πίεσης του αίματος (υδροστατικής πίεσης) είναι η **αλδοστερόνη**. Η ορμόνη αυτή παράγεται από τη φλοιώδη μούρα των επινεφριδίων και προκαλεί αυξημένη επαναρρόφηση ιόντων νατρίου και νερού από το απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα των νεφρώνων, με αποτέλεσμα να αυξηθεί ο όγκος και, επομένως, η πίεση του αίματος.

Η διαφορά στη δράση των δυο ορμονών που έχουν προαναφερθεί είναι εξαιρετικά λεπτή αλλά πολύ σημαντική. Η αντιδιουρητική ορμόνη εκκρίνεται, όταν αυξηθεί η ωσμωτική πίεση του αίματος λόγω μειωμένης πρόσληψης υγρών ή αυξημένης πρόσληψης αλατούχων τροφών. Τι θα συμβεί, όμως, αν υπάρξει υπερβολική απώλεια υγρών και αλάτων λόγω αιμορραγίας ή ακόμα οξείας διάρροιας; Είναι φανερό ότι θα μειωθεί ο όγκος και η πίεση του αίματος χωρίς να υπάρξει αύξηση της ωσμωτικής πίεσης. Η αλδοστερόνη θα προκαλέσει αύξηση του όγκου του αίματος και της πίεσης, γιατί θα αυξήσει την επαναρρόφηση νερού και ιόντων νατρίου στο απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα. Τα ούρα σε αυτή την περίπτωση θα είναι πολύ πυκνά. Η αντιδιουρητική ορμόνη, όταν εκκρίνεται, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του αίματος με την επαναρρόφηση νερού και παράλληλη μείωση της ωσμωτικής πίεσης. Η αλδοστερόνη αυξάνει τον όγκο και την πίεση χωρίς όμως να διαφοροποιεί την ωσμωτική πίεση.

10.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΖΩΤΟΥΧΩΝ ΤΟΞΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΠΟΥ ΕΚΚΡΙΝΟΥΝ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Αναπόφευκτα, ο μεταβολισμός παράγει τοξικά υποπροϊόντα. Τα πιο επικίνδυνα είναι τα αζωτούχα τοξικά υποπροϊόντα του μεταβολισμού των πρωτεϊνών και των νουκλεϊνικών οξέων. Όταν αυτές οι ουσίες διασπαστούν ή μετατραπούν σε υδατάνθρακες ή λίπη, ελευθερώνεται αμμωνία το μόριο της οποίας είναι μικρό και εξαιρετικά τοξικό. Τα περισσότερα ζώα δεν αποβάλλουν απ' ευθείας την αμμωνία, αλλά πρώτα τη μετατρέπουν σε ουρία ή ουρικό οξύ.

Η **αμμωνία** αποβάλλεται από τα περισσότερα υδρόβια ζώα με διάχυση από ολόκληρο το σώμα. Η αμμωνία είναι μια εξαιρετικά ευδιάλυτη στο νερό ουσία.

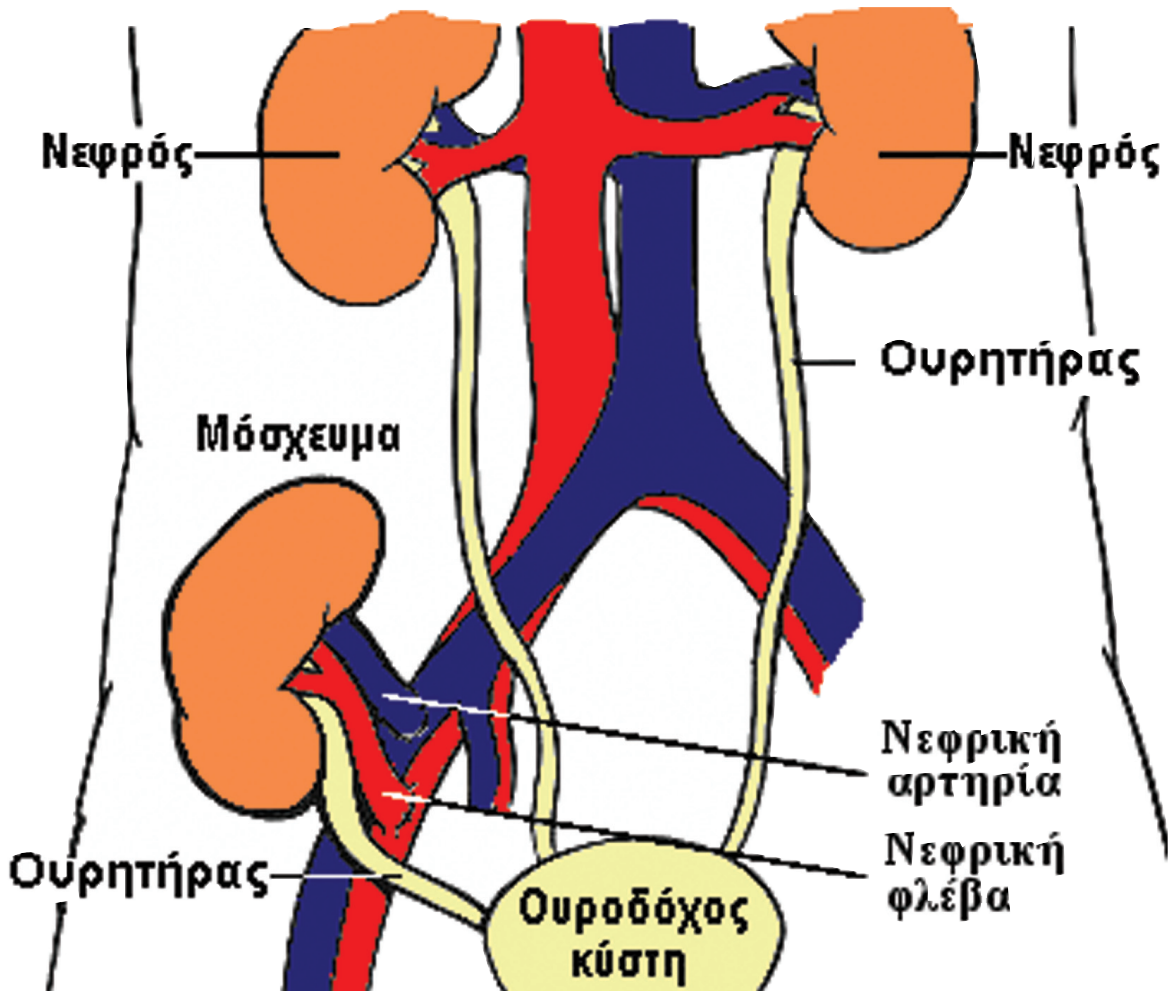
Τα χερσαία ζώα δεν αποβάλλουν αμμωνία, γιατί η αποβολή της δεν μπορεί να γίνει τόσο γρήγορα όσο χρειάζεται να γίνει. Έτσι, στα θηλαστικά και στα περισσότερα αμφίβια, μετατρέπεται πρώτα σε **ουρία** η οποία μπορεί να παραμείνει για μικρό χρονικό διάστημα στο σώμα χωρίς να προκαλέσει πρόβλημα. Είναι, δηλαδή λιγότερο τοξική από την αμμωνία, συγκεκριμένα κατά εκατό χιλιάδες φορές! Η μετατροπή της αμμωνίας σε ουρία γίνεται στο σκώτι με τη βοήθεια του διοξειδίου του άνθρακα. Η απέκκριση ουρίας είναι σημαντική προσαρμογή για τα χερσαία ζώα, γιατί επέτρεψε σ' αυτά να αποβάλλουν αυτό το τοξικό υποπροϊόν χωρίς απώλεια μεγάλων ποσοτήτων νερού. Επίσης, ένα μέρος της ουρίας κατακρατείται από τους νεφρούς και βοηθά στην ωσμωρύθμιση.

Ουρικό οξύ αποβάλλεται από τα έντομα, τα πτηνά και πολλά ερπετά. Το ουρικό οξύ είναι ελάχιστα διαλυτό στο νερό και έτσι η αποβολή του δε συνεπάγεται απώλεια σημαντικής ποσότητας νερού. Είναι μια εξαιρετικά χρήσιμη προσαρμογή για τα ζώα που ζουν σε συνθήκες έλλειψης νερού. Ιδιαίτερα για τα πτηνά, το ουρικό οξύ είναι σπουδαία προσαρμογή γιατί, καθώς τα έμβρυα των πτηνών αναπτύσσονται σε αυγά, η αποβολή ουρίας ή αμμωνίας θα σκότωνε τα έμβρυα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Το ουρικό οξύ που είναι στερεά ουσία μπορεί να αποβληθεί και να παραμείνει στο αυγό χωρίς κανένα πρόβλημα.

Μια άλλη ουσία που αποβάλλεται από τα ζώα είναι η **κρεατινίνη**. Η ουσία αυτή παράγεται στους μύες και στη συνέχεια μεταφέρεται στους νεφρούς από το κυκλοφορικό σύστημα. Ο ρυθμός με τον οποίο αποβάλλεται η κρεατινίνη αποτελεί ένδειξη της λειτουργίας των νεφρών. Παρουσία μεγάλων ποσοτήτων κρεατινίνης στο αίμα είναι ένδειξη νεφρικής δυσλειτουργίας.

10.7 ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ

Από τα πιο πάνω είναι φανερό πως η σωστή λειτουργία των νεφρών είναι απαραίτητη για την ευεξία και καλή υγεία του ατόμου. Ένα μέρος του νεφρού ή ακόμη ολόκληρος ο νεφρός μπορεί να καταστραφεί με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η ικανότητα απομάκρυνσης των αχρήστων και τοξικών ουσιών του αίματος. Αυτό θα προκαλέσει **νεφρική ανεπάρκεια** η οποία αντιμετωπίζεται με καθαρισμό του αίματος σε μονάδα τεχνητού νεφρού ή με μεταμόσχευση νεφρού. Αν οι νεφροί σταματήσουν να λειτουργούν για περίοδο πέραν των 7-10 ημερών, θα αυξηθούν στο αίμα τα τοξικά προϊόντα του μεταβολισμού των πρωτεϊνών, δηλαδή, η ουρία, το ουρικό οξύ και η κρεατινίνη. Όταν η αύξηση της ουρίας στο αίμα ξεπεράσει ένα σημείο, τότε προκαλείται **ουραιμία** που θα επιφέρει το ουραιμικό κώμα που οδηγεί στο θάνατο.

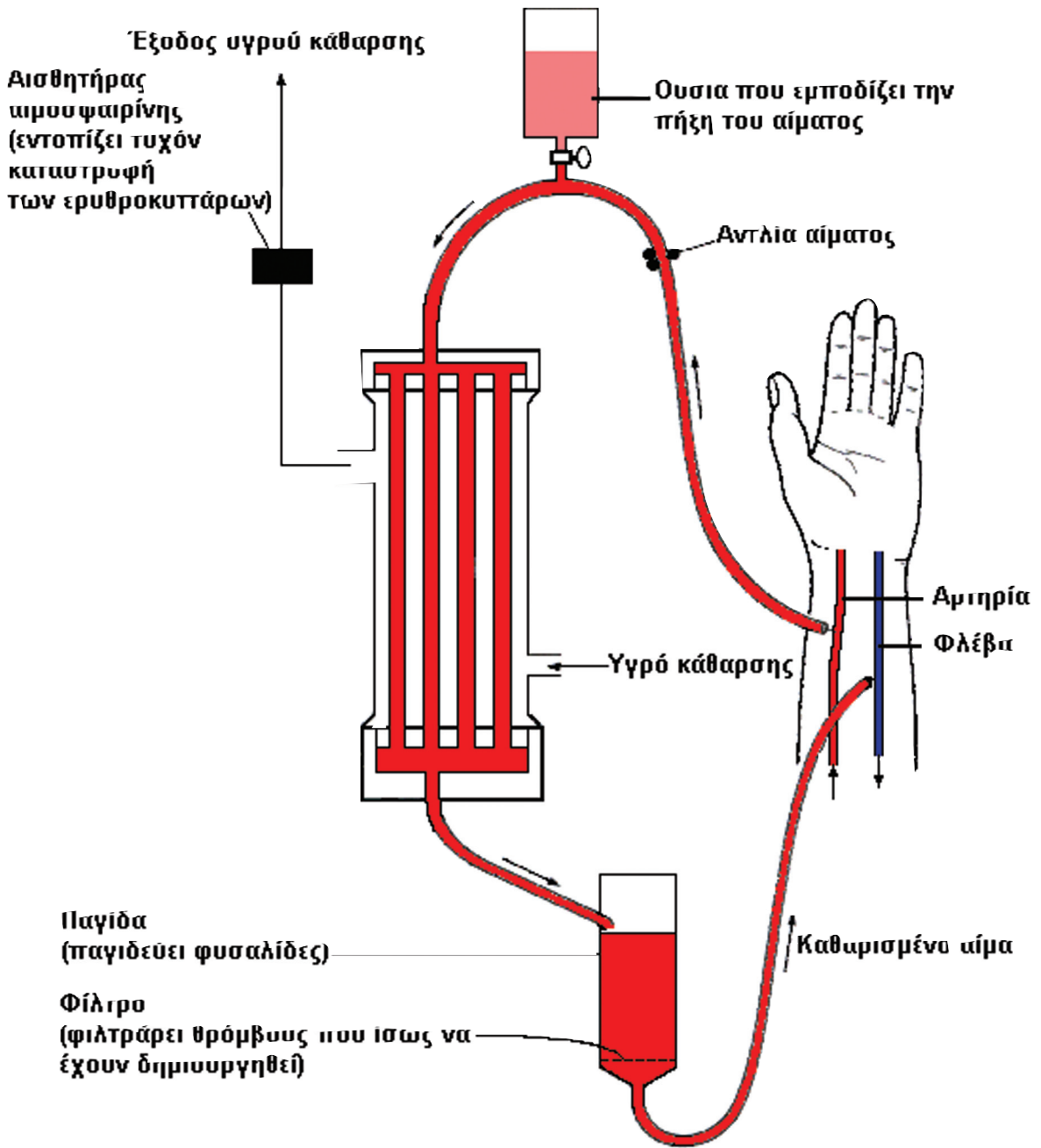


Εικ. 10.5 Μεταμόσχευση νεφρού

Στο σχεδιάγραμμα φαίνεται η θέση που τοποθετείται ο μεταμοσχευμένος νεφρός. Οι δύο νεφροί που δε λειτουργούν δεν αφαιρούνται.

Η ουραιμία αντιμετωπίζεται ριζικά με τη μεταμόσχευση νεφρού. Αλλά αυτή η διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί μόνο και όταν εξασφαλιστεί ιστοσυμβατός νεφρός. Μέχρι να γίνει κατορθωτή η εξασφάλιση νεφρού, η ουραιμία αντιμετωπίζεται πρόσκαιρα με **αιμοκάθαρση**. Τα άτομα με νεφρική ανεπάρκεια συνδέονται με τεχνητό νεφρό ο οποίος περίπου λειτουργεί όπως και ο φυσιολογικός νεφρός. Το αίμα του ασθενούς περνά μέσα από πολύ μικρές διόδους οι οποίες περιβάλλονται από λεπτές μεμβράνες. Οι μεμβράνες αυτές περιβάλλονται από ένα ρυθμιστικό διάλυμα που ονομάζεται **υγρό κάθαρσης**. Σε αυτό το υγρό περνούν με διάχυση όλες οι άχρηστες ουσίες του αίματος, μαζί και η ουρία. Αντίστροφη διάχυση ουσιών γίνεται, αν είναι επιθυμητό, από το υγρό κάθαρσης στο αίμα.

Η **νεφρολιθίαση** είναι ο σχηματισμός λίθων μέσα στο νεφρό ή στα ανώτερα ουροφόρα όργανα, δηλαδή τους νεφρώνες και τη νεφρική πύελο. Αυτή η πάθηση ξεκινά από την υπερπαραγωγή κατά το μεταβολισμό, μιας λιθογόνου ουσίας (πέτρας), π.χ. οξαλοξικού ασβεστίου ή φωσφορικού ασβεστίου και ουρικού οξέος. Η νεφρολιθίαση μπορεί να προκαλέσει απόφραξη σε διάφορα μέρη του νεφρού όπως στην πύελο και στους ουρητήρες. Τότε η μόνη δυνατή θεραπεία είναι η χειρουργική αφαίρεση του λίθου. Η καλύτερη πρόληψη είναι η τακτική λήψη άφθονων υγρών και ιδίως νερού.



Εικόνα 10.6: Σύσκευή τεχνητού νεφρού και αιμοκάθαρση

Άλλα απεκκριτικά όργανα

Οι νεφροί δεν είναι τα μοναδικά απεκκριτικά όργανα. Οι πνεύμονες είναι και απεκκριτικά όργανα γιατί, μεταξύ άλλων, αποβάλλουν το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται κατά την αερόβια αναπνοή. Το δέρμα είναι, επίσης, και απεκκριτικό όργανο γιατί βοηθά στην αποβολή ουρίας και ουρικού οξέος, ιδιαίτερα κατά την εφίδρωση.

