

Βασικές αρχές της λειτουργίας και δομής του ανθρώπινου οργανισμού
(ομοιόσταση-ωσμωρρύθμιση, κολλοειδή διαλύματα-κολλοειδωσμητική
πίεση)

Βασιλική Βαρτελά, MD, PhD

Καρδιολόγος

ΩΚΚ

15/10/2024

- Μια καλοκαιρινή ζεστή μέρα, ένας μαθητής ένιωσε να ιδρώνει πολύ και να κοκκινίζει το πρόσωπο του.

Τι συμβαίνει?

- Ο οργανισμός μας διαθέτει έναν **ομοιοστατικό μηχανισμό** που ρυθμίζει τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος στους 36,6οC.
- Ο μαθητής βρέθηκε σε υψηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος από εκείνη του σώματος και την αρχική αλλαγή θερμοκρασίας ανίχνευσε το δέρμα μέσω των **θερμοϋποδοχέων**.
- Η έκκριση ιδρώτα ψύχει το δέρμα,
- τα αγγεία που έχουν διασταλεί φέρουν μεγάλες ποσότητες αίματος προς την επιφάνεια του δέρματος με αποτέλεσμα, το αίμα που φτάνει στα αιμοφόρα αγγεία του δέρματος να ψύχεται και επιστρέφοντας με την κυκλοφορία στο εσωτερικό του οργανισμού μας να αποτρέπει την αύξηση της θερμοκρασίας του.



Στους ζωντανούς οργανισμούς συναντάμε μηχανισμούς αυτορρύθμισης, οι οποίοι διατηρούν το **εσωτερικό περιβάλλον** (σύσταση, ποσότητα υγρών, Θ , pH) σχετικά **σταθερό** ανεξάρτητα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο ζουν.

Ομοιόσταση

- **Ομοιόσταση** ονομάζεται η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί σταθερές τις συνθήκες του εσωτερικού του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, συγκεντρώσεις διαφόρων συστατικών κτλ.), παρά τις εξωτερικές μεταβολές. Για να επιτευχθεί χρειάζεται ενέργεια.
- Οι ρυθμιστικοί μηχανισμοί με τους οποίους επιτυγχάνεται η ομοιόσταση ονομάζονται ομοιοστατικοί μηχανισμοί (οι οποίοι συντονίζουν τη λειτουργία των διαφόρων οργάνων και συστημάτων) και ρυθμίζουν:
 - τη θερμοκρασία του σώματος (δέρμα),
 - τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα, των επιπέδων των αλάτων, του νερού
 - η οξύτητα του αίματος (το pH του αίματος 7,35-7,45)
 - τα επίπεδα του O₂ και του CO₂ στο αίμα.
 - η αρτηριακή πίεση (120/80 mmHg)
- ✓ Η διατήρηση ενός σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος είναι **προϋπόθεση** για την ύπαρξη της ζωής τόσο για τους μονοκύτταρους, όσο και για τους πολυκύτταρους οργανισμούς (Claud Bernardt 1865)
- ✓ Ο όρος ομοιόσταση ανήκει στο φυσιολόγο Walter **Cannon** (1929)

Λειτουργία του ομοιοστατικού μηχανισμού στον άνθρωπο



Οι περισσότεροι ομοιοστατικοί μηχανισμοί του ανθρώπινου οργανισμού λειτουργούν με τρόπο παρόμοιο με αυτόν του ηλεκτρικού σιδήρου. Δηλαδή σε διάφορα σημεία του σώματός μας (π.χ. δέρμα) υπάρχουν κάποια όργανα-υποδοχείς που ανιχνεύουν διάφορες μεταβολές (π.χ. της θερμοκρασίας). Οι υποδοχείς στέλνουν μηνύματα σε κατάλληλα κέντρα, όπως αυτά του εγκεφάλου, και τα «ενημερώνουν» σχετικά με τις συγκεκριμένες μεταβολές. Συγκεκριμένο κέντρο δίνει εντολές στα κατάλληλα όργανα με αποτέλεσμα να επανέρχονται οι τιμές στα φυσιολογικά επίπεδα.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ - ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ

Αντιλαμβάνονται τις μεταβολές που συμβαίνουν στο εσωτερικό και στο εξωτερικό περιβάλλον του ανθρώπου.

Κύτταρα υποδοχείς συλλέγουν τις πληροφορίες.



Μεταφορά με τη μορφή νευρικών ώσεων στο ΚΝΣ.



Επεξεργασία και απάντηση

Χημειούποδοχείς



Ανιχνεύουν αλλαγές στη συγκέντρωση χημικών ουσιών.
Παίζουν ρόλο στη δημιουργία της γεύσης και της όσφρησης.
Ανιχνεύουν αλλαγές στη συγκέντρωση της γλυκόζης, CO₂ και άλλων ουσιών.

Θερμούποδοχείς



Ανιχνεύουν αλλαγές στην θερμοκρασία.

Φωτούποδοχείς



Ανιχνεύουν την φωτεινή ακτινοβολία και συμμετέχουν στη δημιουργία της όρασης.

Μηχανούποδοχείς

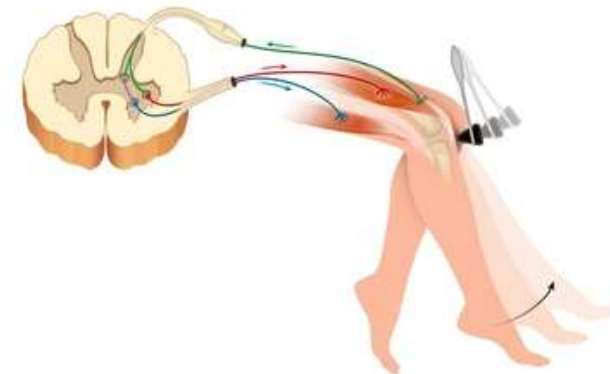


Ανιχνεύουν αλλαγές στην πίεση, στην κίνηση, στην τάση.

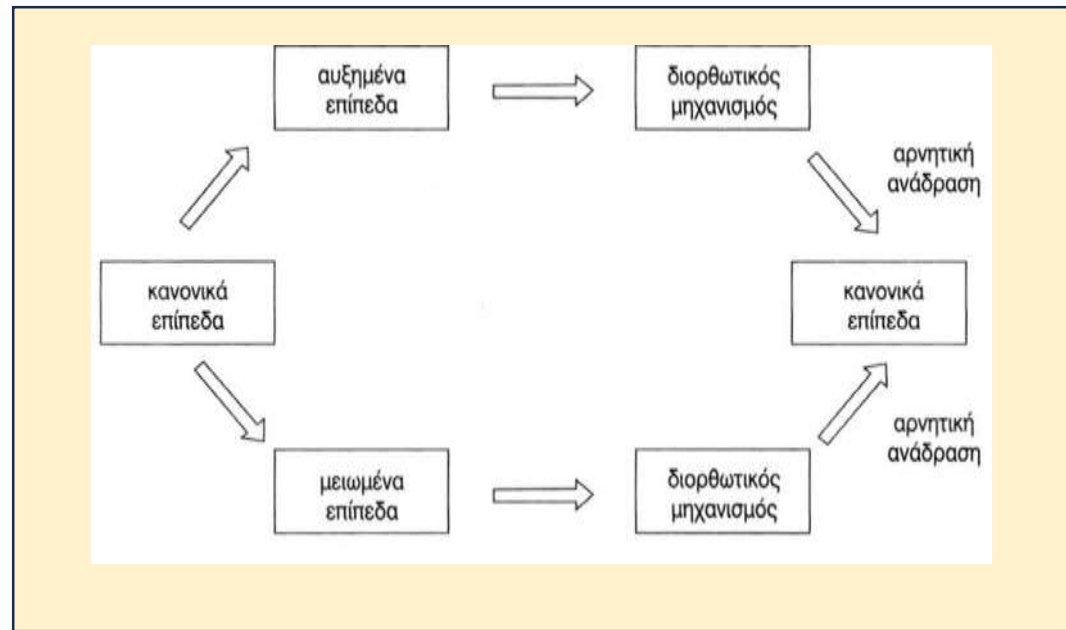
Αντανακλαστικό της επιγονατίδας

- Ερέθισμα στην επιγονατίδα
- Αισθητήριοι υποδοχείς
- Αισθητικός νευρώνας
- νευρώνας νωτιαίου μυελού
- Απαγωγός κινητικός νευρώνας
- Σκελετικός μυς
- Κίνηση

- Το ερέθισμα δραστηριοποιεί κάποιους υποδοχείς του τετρακέφαλου μυ
- Μεταφορά μηνύματος από τον αισθητικό νευρώνα
- Επεξεργασία μηνύματος σε επίπεδο νωτιαίου μυελού
- Δραστηριοποίηση κινητικού νευρώνα
- Απόκριση εκτελεστικού οργάνου (τετρακέφαλου μηριαίου)
- Έκταση κνήμης



Ομοιοστατικός μηχανισμός

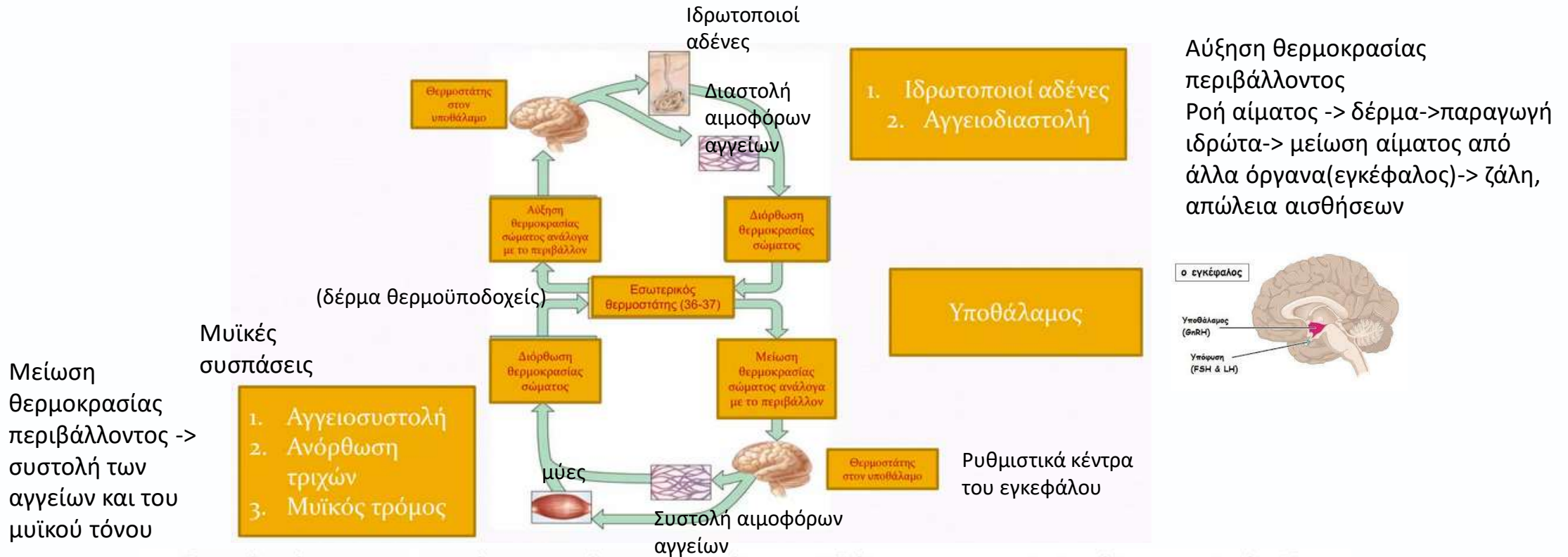


Ρυθμιστικά συστήματα : παρακολούθηση-ανίχνευση μεταβολής (αισθητήρες), αντίληψη/ερμηνεία από τα εγκεφαλικά κέντρα, μηχανισμός δράσης για την επαναφορά των σταθερών συνθηκών λειτουργίας του οργανισμού. Η Θ , οι συγκεντρώσεις Na , K , Ca στο πλάσμα είναι ρυθμιζόμενες μεταβλητές και διατηρούνται σταθερές από τους ομοιοστατικούς μηχανισμούς των οργάνων.

Ανατροφοδοτικοί μηχανισμοί: Εάν μια **ρυθμιζόμενη μεταβλητή** αυξάνεται \rightarrow το σύστημα ανταποκρίνεται μειώνοντάς την. Αν μειωθεί, το σύστημα ανταποκρίνεται αυξάνοντάς την. Τα συστήματα τότε λέγεται ότι λειτουργούν με **αρνητική ανατροφοδότηση**.

Στη **θετική ανατροφοδότηση**, η απόκριση του συστήματος πηγαίνει προς την *ίδια* κατεύθυνση με την αλλαγή που το θέτει σε κίνηση.

Φυσιολογικό ρυθμιστικό σύστημα : αρνητική ανατροφοδότηση



Μείωση θερμοκρασίας περιβάλλοντος -> συστολή των αγγείων και του μυϊκού τόνου

- Μυϊκές συσπάσεις
1. Αγγειοσυστολή
 2. Ανόρθωση τριχών
 3. Μυϊκός τρόμος

Ορισμένα όργανα και συστήματα οργάνων συμμετέχουν σε διάφορους ομοιοστατικούς μηχανισμούς. Για παράδειγμα, το αναπνευστικό σύστημα συμβάλλει στη ρύθμιση της ποσότητας οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα στους ιστούς, το συκώτι και οι νεφροί στη χημική σύσταση του αίματος κτλ. Ο κεντρικός έλεγχος όλων των λειτουργιών του οργανισμού είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας του νευρικού και του ενδοκρινικού συστήματος. Χαρακτηριστικό αποτέλεσμα δράσης ομοιοστατικού μηχανισμού στον άνθρωπο είναι να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία του σώματός του (περίπου 37 °C), ανεξάρτητα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

- ❖ νευρικό: μηνύματα (ταχεία μεταφορά) -> εγκέφαλο
- ❖ ενδοκρινικό : μηνύματα μέσω του κυκλοφορικού συστήματος

Ομοίσταση



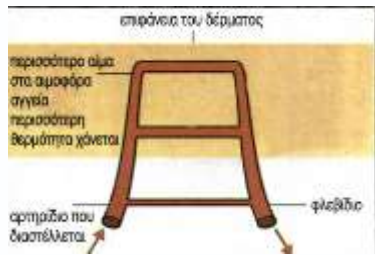
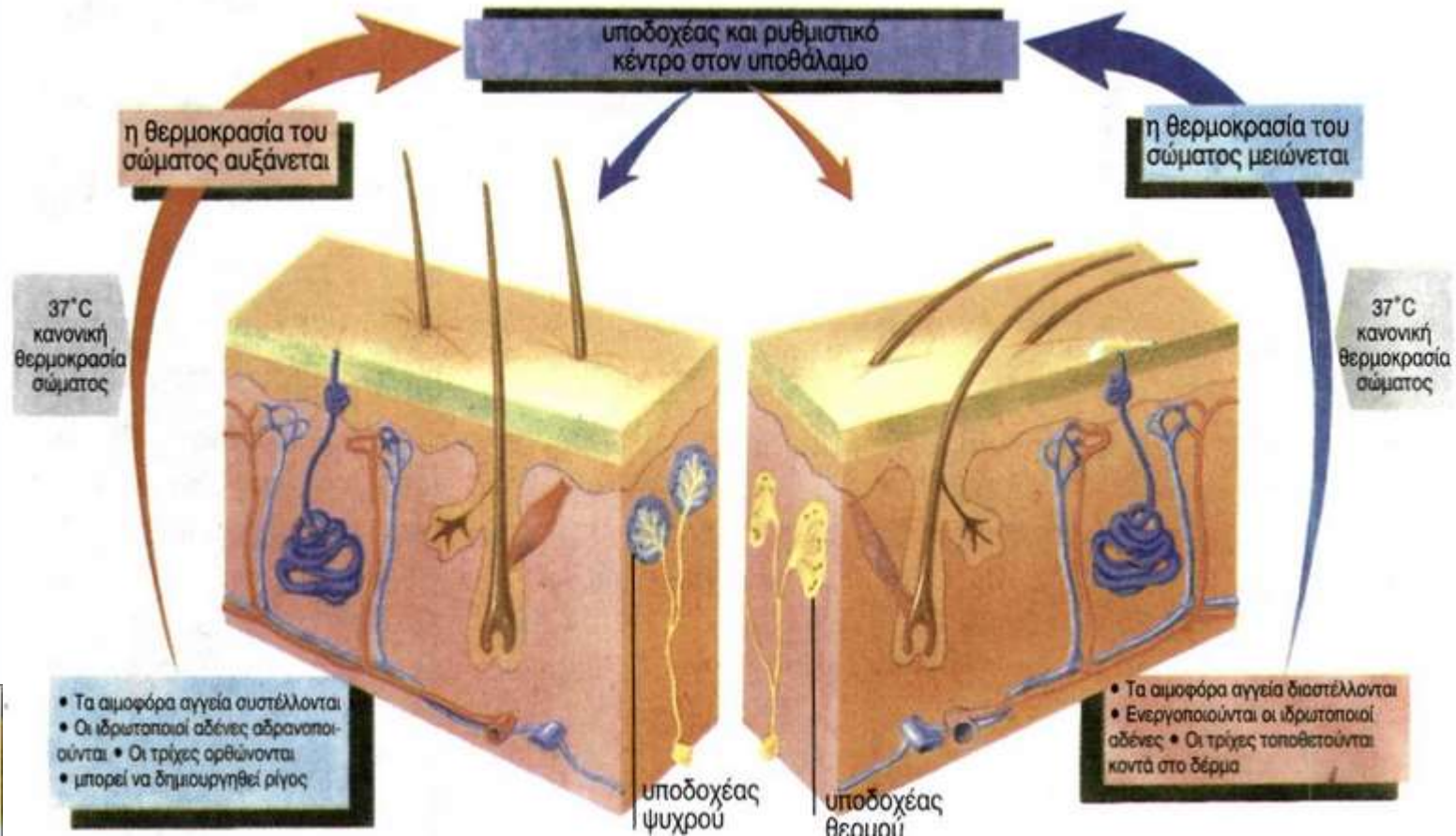
Μηχανισμοί θερμορύθμισης κατά την άσκηση

- **Καρλ Λιούις** : σπουδαίος αθλητής μικρών αποστάσεων (100 μ, 200 μ, 400 μ) του παγκοσμίου στίβου, έχει κερδίσει 10 ολυμπιακά μετάλλια, 10 παγκόσμια μετάλλια... έχει ψηφισθεί «αθλητής του αιώνα»

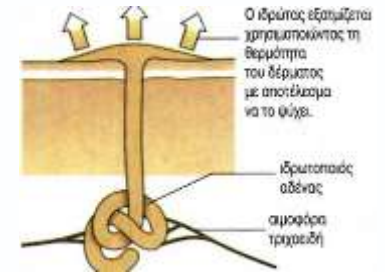


Κατά τη διάρκεια της σωματικής άσκησης οι μύες λειτουργούν έντονα, άρα απαιτούν περισσότερο οξυγόνο και παράγουν περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα. Οι αυξημένες ανάγκες σε οξυγόνο οδηγούν σε αύξηση του ρυθμού λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος (λαχάνιασμα) και της καρδιάς. Ταυτόχρονα, λόγω της έντονης λειτουργίας των μυών παράγονται μεγάλα ποσά θερμότητας, τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν για να μην αυξηθεί η θερμοκρασία του σώματος, άρα πρέπει να λειτουργήσουν οι μηχανισμοί θερμορύθμισης.

Δέρμα



Αγγειοσυστολή για μείωση απώλειας θερμότητας



Εφίδρωση για ψύξη

Ο ρόλος του δέρματος είναι σημαντικός στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος

«κρυώνει..»

Πυρετός!!

Υποθερμία

- Εάν η θερμοκρασία του σώματος μας πέσει κάτω από τους 35 °C, το κέντρο ελέγχου της θερμοκρασίας στον εγκέφαλο αδρανοποιείται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μη ρυθμίζεται η θερμοκρασία του σώματος, ο μεταβολικός ρυθμός ελαττώνεται και η θερμοκρασία του σώματος να μειώνεται συνεχώς. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **υποθερμία**, συχνά οδηγεί σε κώμα, και αν δε ληφθούν μέτρα, οδηγεί στο θάνατο.
- Υποθερμία μπορεί να πάθουν ορειβάτες, δρομείς, βρέφη (καθώς ο ρυθμιστικός μηχανισμός της θερμοκρασίας δεν έχει αναπτυχθεί σ' αυτά) και ηλικιωμένοι, στους οποίους ο μηχανισμός αυτός δεν είναι πλέον αποτελεσματικός.
- Κατά τη διάρκεια των εγχειρήσεων καρδιάς και πνευμόνων προκαλείται υποθερμία, προκειμένου να ελαττωθεί η θερμοκρασία του αίματος και να μειωθούν οι ανάγκες, σε οξυγόνο, της καρδιάς και του εγκεφάλου.



Θερμική εξάντληση και θερμοπληξία

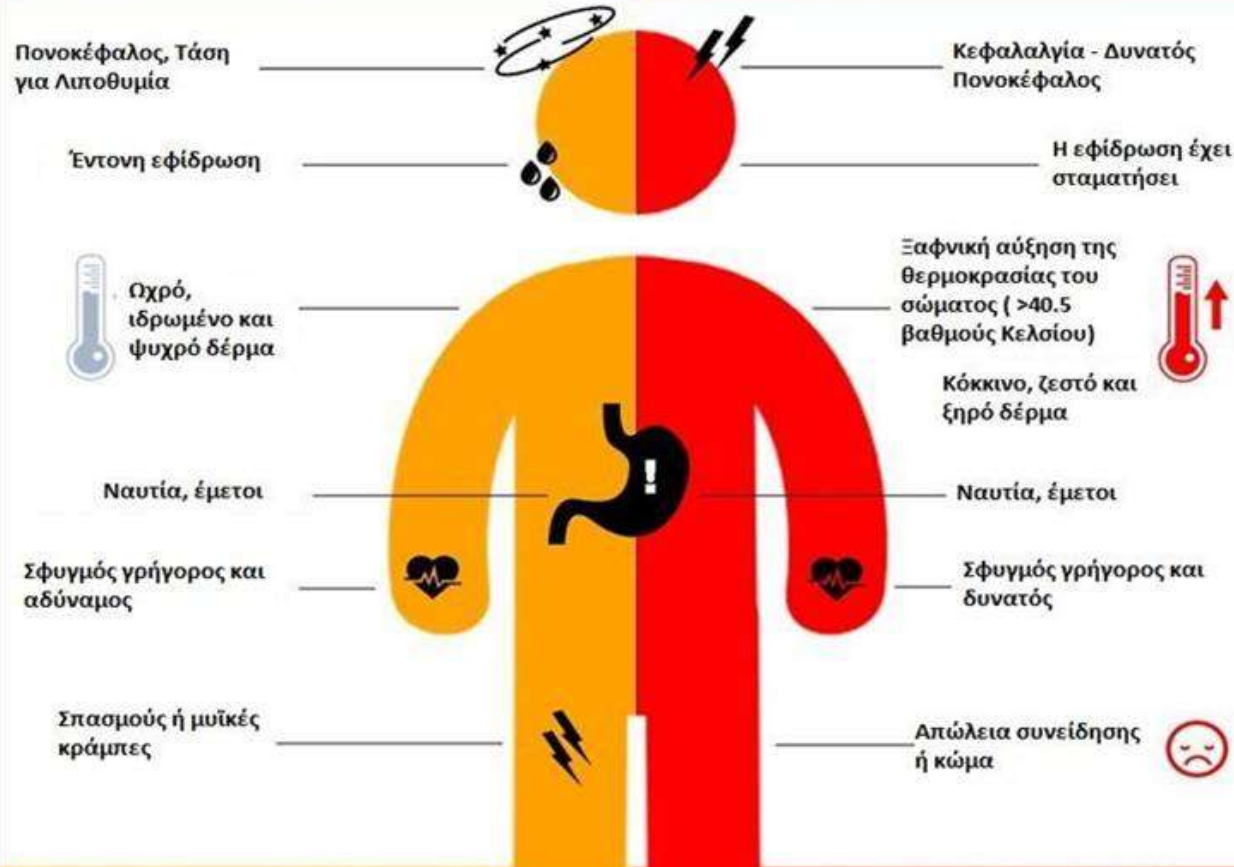
- **Θερμική εξάντληση** είναι συνέπεια της προσπάθειας του σώματος να απαλλαγεί από την υπερβολική θερμότητα. Η μεγάλη αύξηση της ροής αίματος προς το σώμα, μειώνει την παροχή αίματος από άλλα όργανα (εγκέφαλος) με αποτέλεσμα τη ζάλη και την απώλεια συνείδησης. Το δέρμα ερυθρό (λόγω αυξημένης ροής αίματος) και υγρό.
- **Θερμοπληξία:** η κατάσταση στην οποία η θερμοκρασία του σώματος μας αυξάνεται ανεξέλεγκτα, παρά τις ρυθμιστικές προσπάθειες, ο εγκέφαλος αδρανοποιείται, τα ρυθμιστικά κέντρα του αποτυγχάνουν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο εγκέφαλος να σταματά να στέλνει σήματα στους ιδρωτοποιούς αδένες, η παραγωγή ιδρώτα να σταματά, δεν μπορεί το σώμα να απαλλαγεί από την θερμότητα, αλλά αντίθετα εξακολουθεί να αυξάνεται η θερμοκρασία περαιτέρω. Η κατάσταση αυτή οδηγεί σε παραλήρημα και εάν δε ληφθούν άμεσα μέτρα στο θάνατο. Το δέρμα είναι ερυθρό και ξηρό.
- **Θεραπεία :** Βύθιση του σώματος σε παγωμένο νερό, μείωση της θερμοκρασίας εντός του εύρους στο οποίο είναι δυνατή η θερμορύθμιση.



ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΞΑΝΤΛΗΣΗ

'Η

ΘΕΡΜΟΠΛΗΞΙΑ



Μεταφερθείτε σε μέρος δροσερό, ευάερο, σκιερό και κατά προτίμηση κλιματιζόμενο.

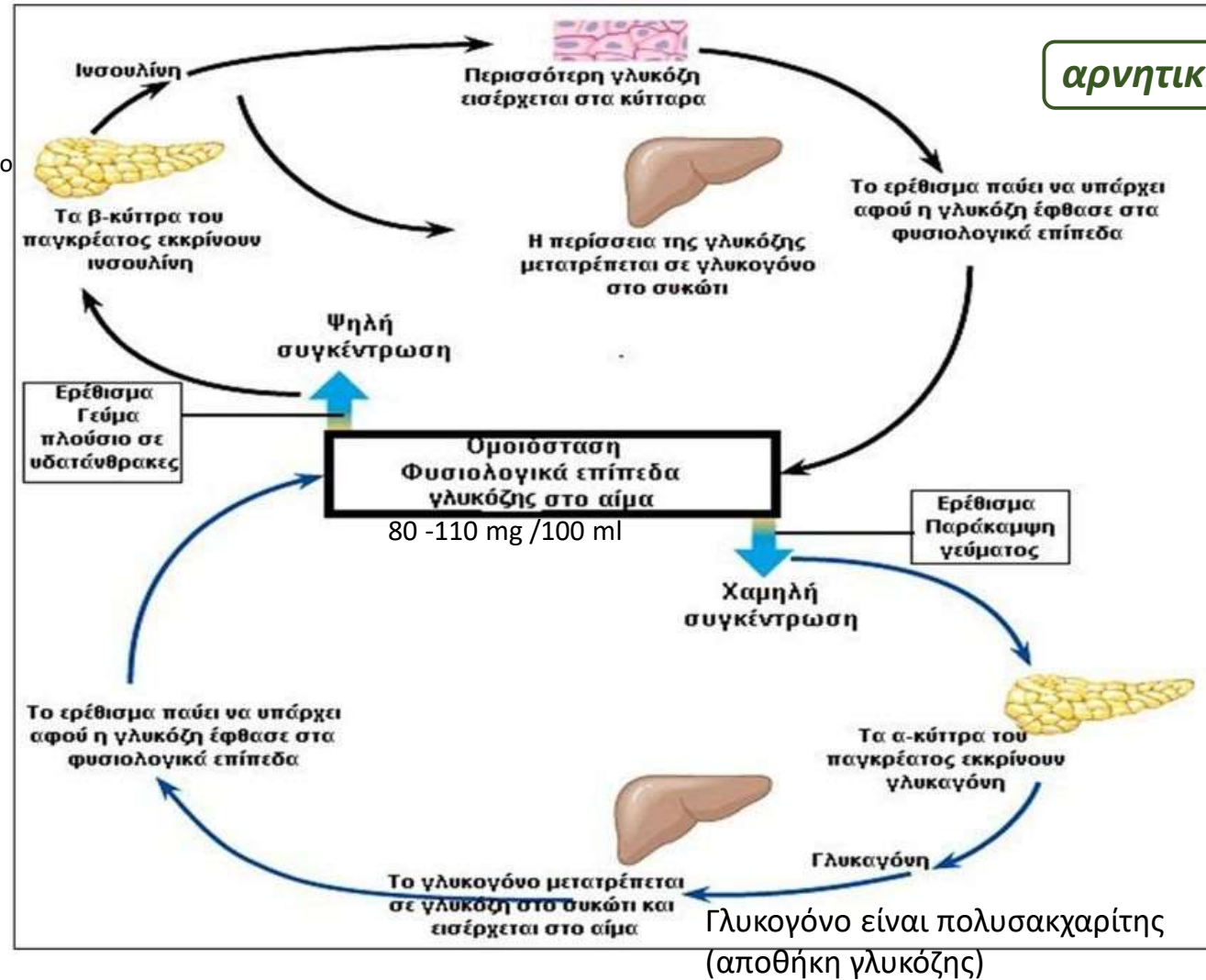
Εάν έχετε πλήρως της αισθήσεις σας πιείτε δροσερά υγρά.

Κάντε δροσερό μπάνιο (ντουζ) ή χρησιμοποιείτε κρύες κομπρέσες.

Καλέστε άμεση βοήθεια (ΕΚΑΒ) : 166
Μέχρι να έρθει εφαρμόζουμε μέτρα ελάττωσης της θερμοκρασίας του σώματος:

Μεταφορά του θερμόπληκτου άμεσα σε μέρος δροσερό, ευάερο, σκιερό κατά προτίμηση κλιματιζόμενο, πλήρης έκθεση από τα ρούχα, τοποθέτηση παγοκύστεων ή κρύων επιθεμάτων στον τράχηλο, τις μασχάλες και τη βουβωνική περιοχή, εμβάπτιση σε μπανιέρα με κρύο νερό ή ντους ή ψεκασμό με κρύο νερό, παραγωγή μικρών γουλιών δροσερών υγρών (νερού ή αραιωμένου χυμού φρούτων, 1 μέρος χυμού σε 4 μέρη νερού) αν μπορεί να καταπιεί κ.λπ.

Ρύθμιση συγκέντρωσης γλυκόζης στο αίμα



νησίδια του Langerhans(εκκρίνουν τις ορμόνες γλυκαγόνη και ινσουλίνη)

Η μείωση της γλυκόζης στο αίμα ανιχνεύεται από τα β-κύττρα του παγκρέατος

Ονομάζεται **αρνητική ανατροφοδότηση** επειδή η απόκριση του συστήματος (πτώση της γλυκόζης στο αίμα) είναι αντίθετη ως προς την αλλαγή που το έθεσε σε κίνηση (αύξηση γλυκόζης στο αίμα). Η **αρνητική ανατροφοδότηση** προκαλεί αλλαγές στη ρυθμιζόμενη μεταβλητή μόνο όταν είναι απαραίτητο.

Ανατροφοδοτικοί μηχανισμοί : **θετική ανατροφοδότηση**

➤ **έκκριση οκυτοκίνης**

Κεφαλή του εμβρύου -> πιέζει τον τράχηλο



διεγείρονται οι νευρώνες του τραχήλου



μεταφέρουν το ερέθισμα στον εγκέφαλο
(διεγείρεται η υπόφυση)



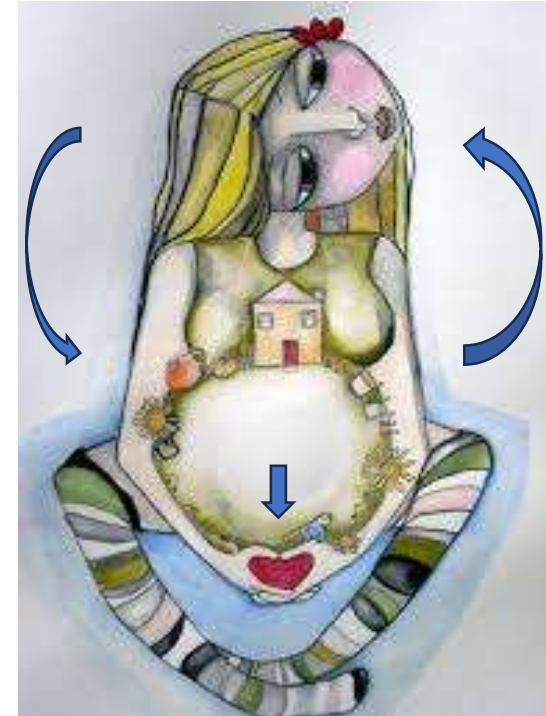
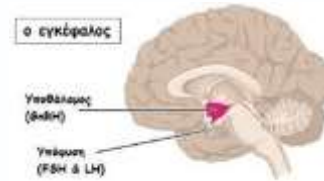
εκκρίνει οκυτοκίνη



διεγείρει τις συσπάσεις τις μήτρας



το έμβρυο σπρώχνεται προς τον τράχηλο



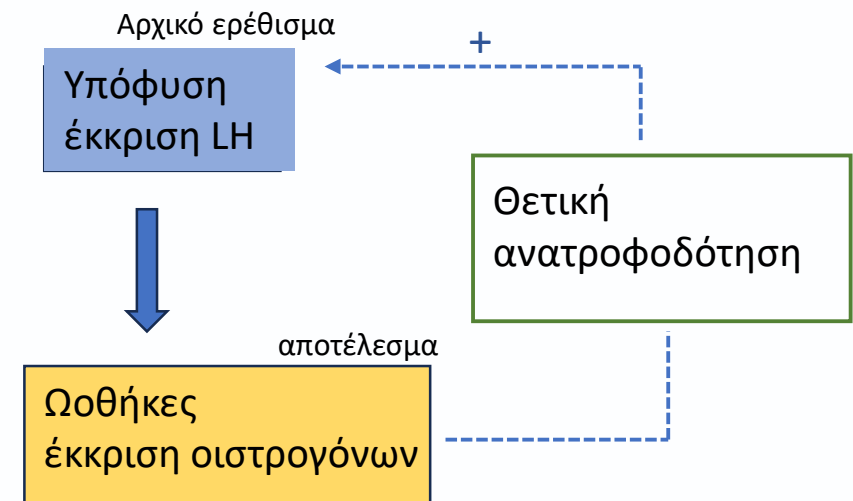
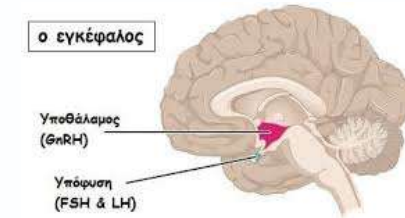
Ανατροφοδοτικοί μηχανισμοί : θετική ανατροφοδότηση

Υπόφυση-> ωχρινότροπος ορμόνη(LH)-> διεγείρει τις ωοθήκες να εκκρίνουν οιστρογόνα (ορμόνες που ρυθμίζουν την αναπαραγωγική λειτουργία).

Υπό ορισμένες συνθήκες μια αύξηση οιστρογόνων στο πλάσμα -> μπορεί να προκαλέσει αύξηση έκκρισης LH -> διεγείρει την έκκριση οιστρογόνων -> ενισχύοντας περαιτέρω την έκκριση LH -> οδηγώντας σε περαιτέρω έκκριση οιστρογόνων. Αποτέλεσμα ταχεία αύξηση LH στο πλάσμα (κύμα LH) η οποία πυροδοτεί την ωορρηξία.

Η θετική ανατροφοδότηση επιτρέπει σ ένα σύστημα να αλλάζει γρήγορα ως απόκριση σ ένα ερέθισμα. Ο μηχανισμός ανατροφοδότησης σταματά όταν δράσει κάποιος παράγοντας που τον τερματίζει είτε αφαιρώντας το αρχικό ερέθισμα, είτε μειώνοντας την ικανότητα του συστήματος να ανταποκρίνεται στο ερέθισμα.

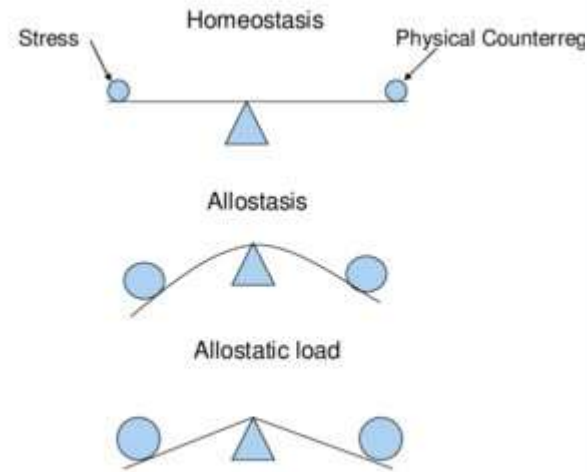
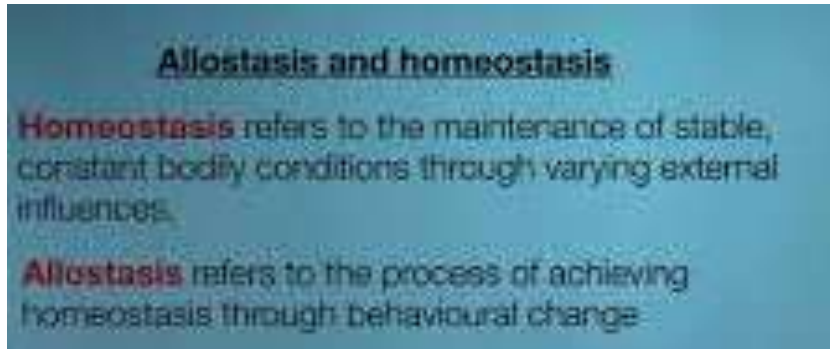
Αύξηση της συγκέντρωσης της LH στο πλάσμα -> προκαλεί ωορρηξία -> αναστέλλεται προσωρινά η ικανότητα των ωοθηκών να εκκρίνουν οιστρογόνα -> οδηγεί σε πτώση των επιπέδων της LH ορμόνης.



Αλλόσταση :

Η διαδικασία επίτευξης σταθερότητας , ή ομοιόστασης , στο σώμα, μέσω φυσιολογικής ή συμπεριφορικής αλλαγής.

Είναι ένας φυσιολογικός μηχανισμός ρύθμισης στον οποίο ένας οργανισμός προβλέπει και προσαρμόζει τη χρήση της ενέργειάς του σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

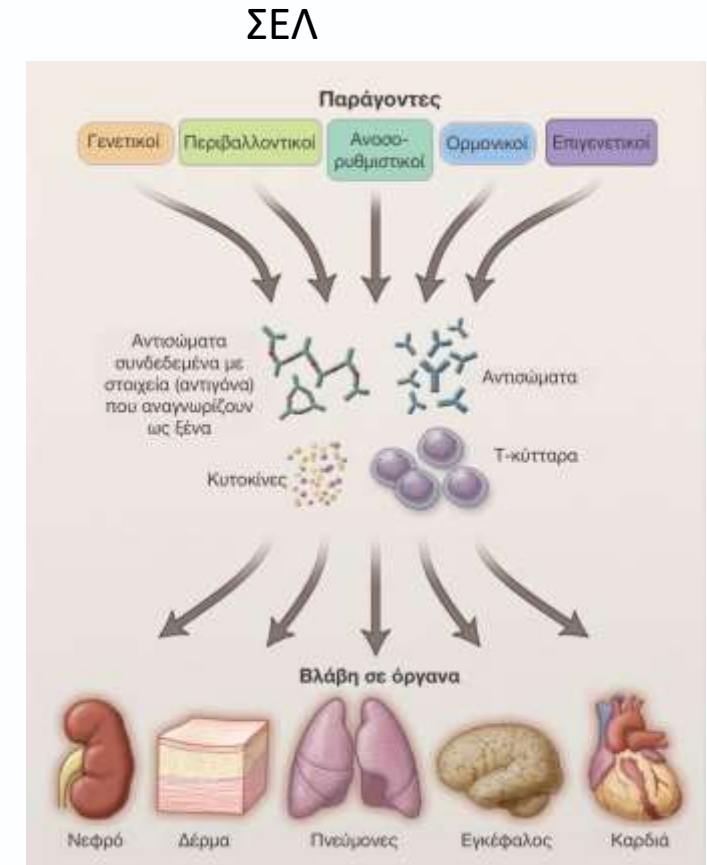


Η **ομοιόσταση** αφορά τη διασφάλιση της επιβίωσης και αναφέρεται σε «φυσιολογικές παραμέτρους όπως το οξυγόνο του αίματος και το pH» που «διατηρούνται σε στενό εύρος».

Η **αλλόσταση**, από την άλλη πλευρά, αφορά την *προσαρμογή*, αλλά οι φυσιολογικές προσαρμογές μπορεί να μην διασφαλίζουν την επιβίωση, επειδή μπορούν να γίνουν επιβλαβείς με την πάροδο του χρόνου και να προκαλέσουν μη αναστρέψιμη βλάβη.

Διαταραχές της ομοιόστασης

- Οι διαταραχές της ομοιόστασης εάν δεν αποκατασταθούν μπορούν να προκαλέσουν την εκδήλωση διαφόρων ασθενειών. Ανεπιτυχής προσαρμογή (ανεπιτυχής αποκατάσταση της ομοιόστασης-αλλόσταση) του οργανισμού στις νέες συνθήκες -> ασθένεια)
- **Αίτια:** παθογόνοι μικροοργανισμοί, ακραίες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών (stress, θερμοκρασία, ακτινοβολίες, διαθεσιμότητα οξυγόνου), συνήθειες του τρόπου ζωής (κάπνισμα, αλκοόλ κτλ.), χειρουργική επέμβαση
- Πχ : Ρευματοειδής αρθρίτιδα, συστηματικός ερυθηματώδης λύκος (ΣΕΛ), καταρράκτης.
- **Μηχανισμός:** το ανοσοβιολογικό μας σύστημα θεωρεί τις πρωτεΐνες αυτές ξένες και στρέφεται μετέπειτα εναντίον όχι μόνο του ιού, αλλά και εναντίον όσων κυττάρων τις φέρουν, δηλαδή των κυττάρων του ίδιου του οργανισμού.



Ωσμωρύθμιση

- είναι η λειτουργία με την οποία ελέγχεται η συγκέντρωση των υγρών του σώματος με τη ρύθμιση της ποσότητας νερού και αλάτων που περιέχονται στο αίμα.

→ Όταν ένα άτομο χάσει νερό (ύστερα από έντονη σωματική άσκηση), θα συμβούν τα εξής:

-> αυξάνει η πυκνότητα του αίματος

-> αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτό από τον υποθάλαμο.

-> ο υποθάλαμος παράγει την **αντιδιουρητική ορμόνη (ADH)**, η οποία απελευθερώνεται στο αίμα μέσω της υπόφυσης.

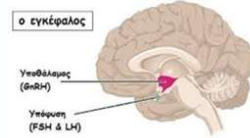
-> η ορμόνη αυτή, μέσω της κυκλοφορίας, φτάνει στους **νεφρούς** και προκαλεί αύξηση της διαπερατότητας των νεφρικών σωληναρίων.

-> περισσότερο **νερό επαναρροφάται** από το διήθημα.

-> παράγονται λιγότερα ούρα.

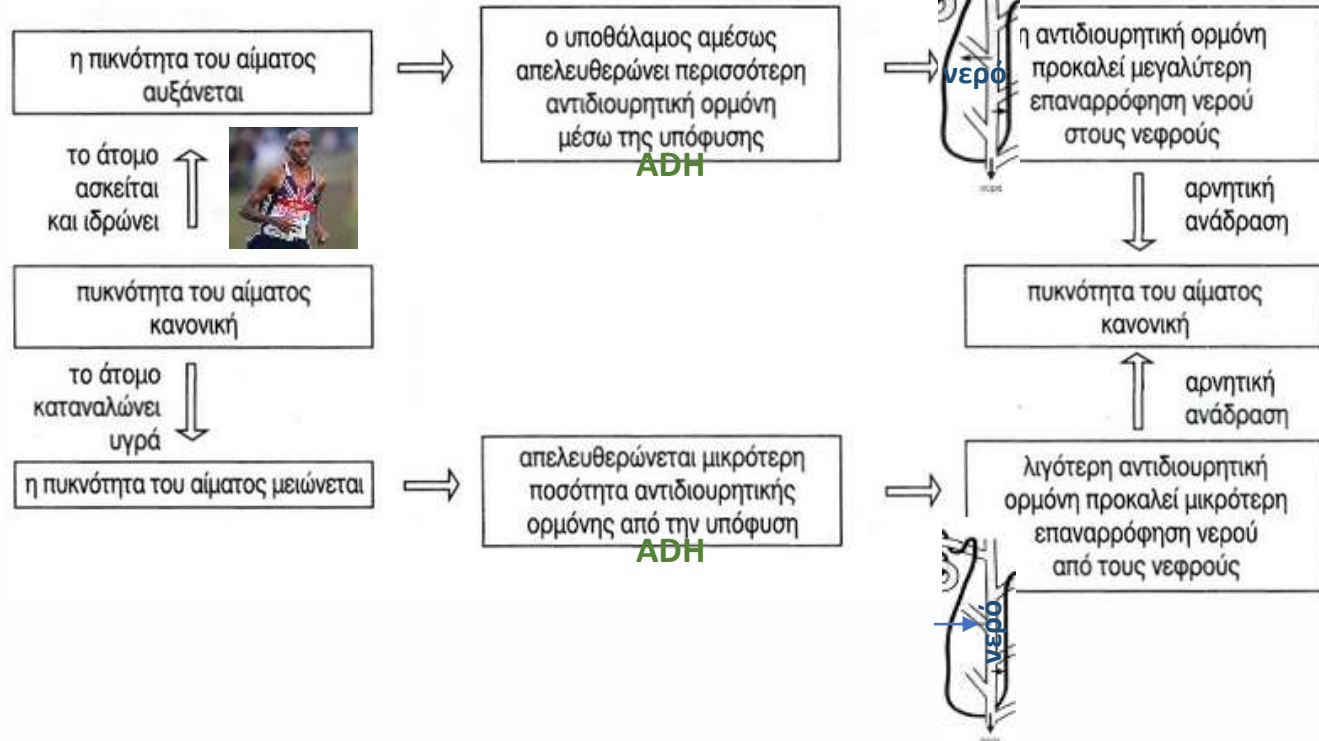
-> το αίμα αραιώνει

→ το αντίστροφο συμβαίνει όταν κάποιος έχει προσλάβει πολλά υγρά.



Νεφρώνας
νεφρική
φλεβα

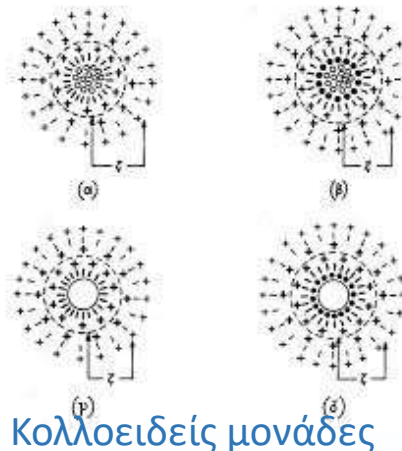
Νεφρός





Κολλοειδή διαλύματα-κολλοειδωσμητική πίεση)

- Κρυσταλλοειδή
- Κολλοειδή
- Χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση του ενδοαγγειακού όγκου
- Τα **κολλοειδή διαλύματα** αποτελούνται από ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους και παραμένουν στον ενδοαγγειακό χώρο εξασκώντας την κολλοειδωσμητική πίεση. Παραμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ενδοαγγειακά σε σχέση με τα κρυσταλλοειδή, η ικανότητα αυτή όμως χάνεται σε περιπτώσεις βλάβης της μεμβράνης του ενδοθηλίου.



Κολλοειδή

➤ Χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- στα **φυσικά** πρωτεϊνικά κολλοειδή όπως είναι η αλβουμίνη και
- στα **συνθετικά** μη πρωτεϊνικά κολλοειδή όπως είναι οι δεξτράνες, οι ζελατίνες και τα διαλύματα αμύλου.
- Το μοριακό βάρος των κολλοειδών διαλυμάτων καθορίζει την ογκωτική πίεση (όσο πιο υψηλή είναι η **ωσμωτικότητα** τόσο πιο μεγάλη είναι η έκπτυξη του ενδοαγγειακού όγκου).
- Σε σχέση με τα κρυσταλλοειδή, τα κολλοειδή προκαλούν μεγαλύτερη διόγκωση στον όγκο του πλάσματος.

Ωσμωτικότητα : η συνολική συγκέντρωση των διαλυτών ουσιών των υγρών στο σώμα μας mOsm/L (290 milliosmoles/L → περίπου 300 milliosmoles/L)

Αλβουμίνη

- Το κυριότερο φυσικό κολλοειδές διάλυμα είναι η αλβουμίνη.
- Περιλαμβάνει 50 με 60% των πρωτεϊνών του πλάσματος και στους υγιείς ενήλικες συνεισφέρει κατά 80% στην ωσμωτική πίεση.
- Συντίθεται στο ήπαρ και έχει χρόνο ημίσειας ζωής περίπου 20 ημέρες, μετά τη σύνθεσή της απελευθερώνεται στο αίμα και σε ποσοστό περίπου 42% παραμένει ενδοαγγειακά.
- Ένα από τα πλεονεκτήματα της αλβουμίνης είναι ο μεγάλος βαθμός έκπτυξης του ενδοκυττάριου όγκου.

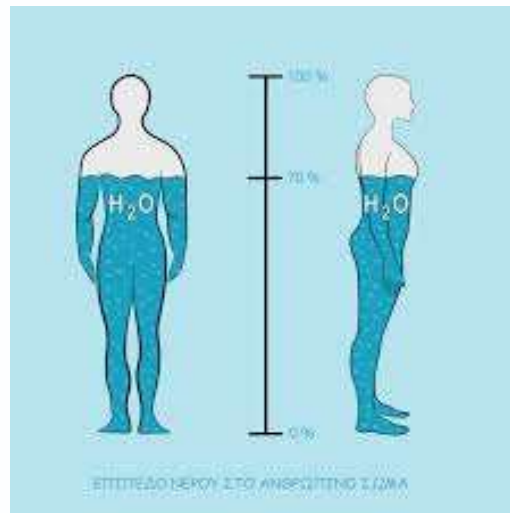
Δεξτράνες

- Οι δεξτράνες είναι πολυσακχαρίτες (πολυμερή της γλυκόζης)
- Υπάρχουν δύο είδη διαλυμάτων δεξτράνης 6% και 10%.
- Η απέκκριση της γίνεται κυρίως από τους νεφρούς.
- Επιτυγχάνουν μεγαλύτερη διόγκωση του πλάσματος σε σχέση με άλλα κολλοειδή.

Νερό και ηλεκτρολύτες

Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από:

- νερό
- στερεά συστατικά - οργανικά (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες) και ανόργανα (K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Cl^- , Mg^{++})
- Το σύνολο των υγρών του σώματος και των διαλυμένων ουσιών σ αυτό διατηρούνται σε σχετική σταθερή κατάσταση.



Το νερό αποτελεί το 55-65% ΣΒ των ενηλίκων

Η συνολική ποσότητα του νερού στον οργανισμό εξαρτάται από :

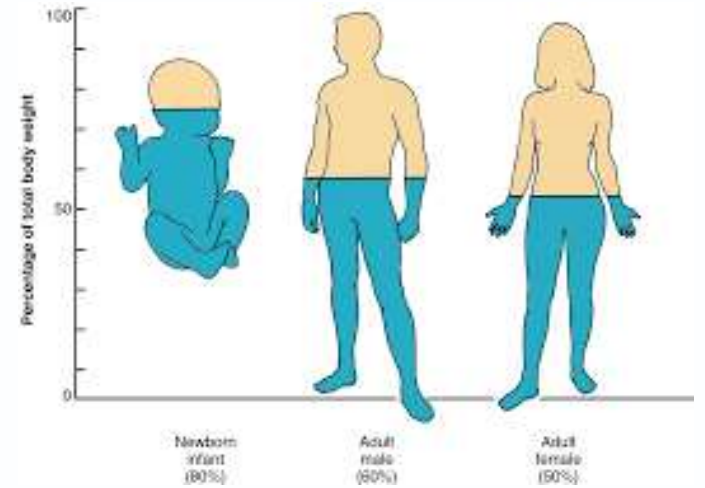
Ηλικία παιδιά : 75-80%,

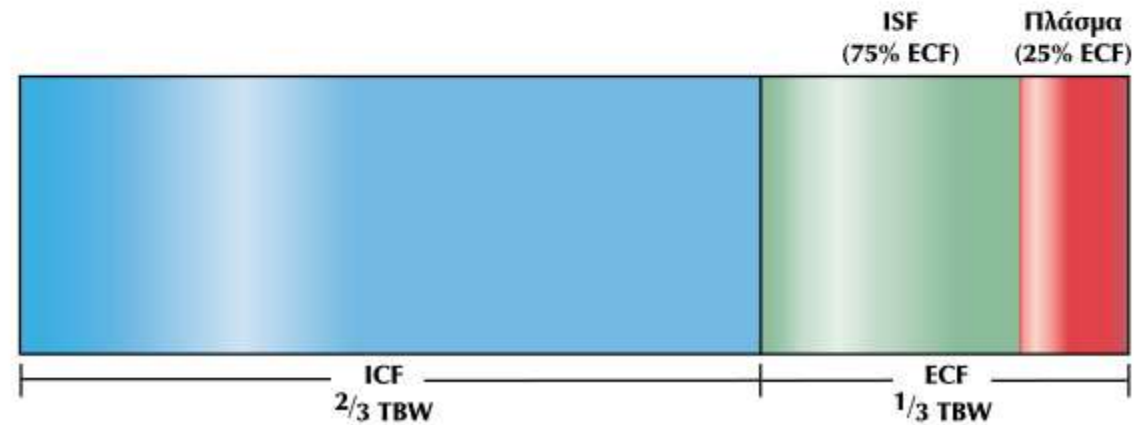
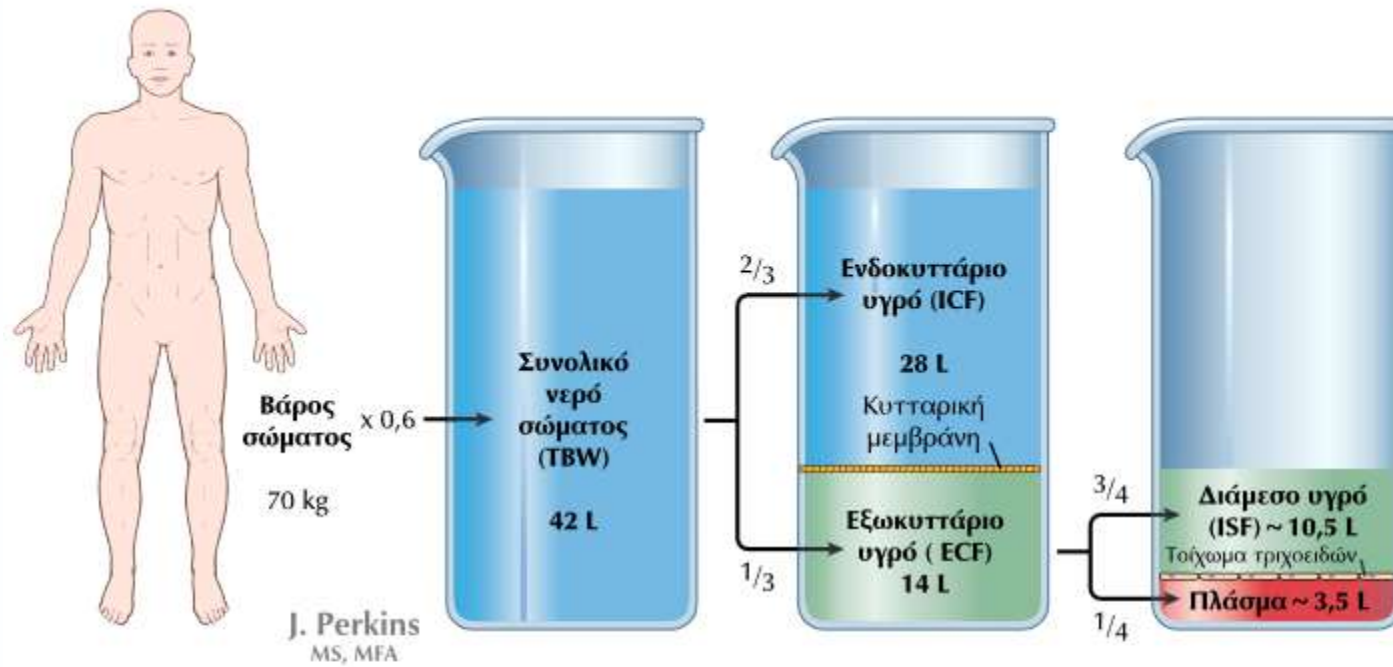
ενήλικες : 60% (40% παχύσαρκοι-70% λιπόσαρκοι),

ηλικιωμένοι >80 ετών : 45-50%.

Φύλο: Οι γυναίκες έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό

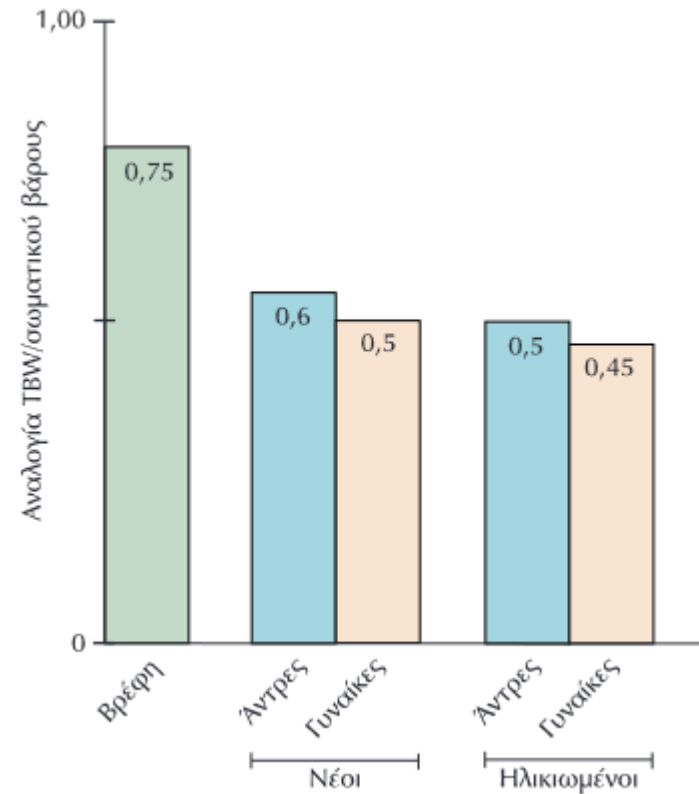
Ποσό του λίπους: (υδρόφοβη ουσία) δεν κατακρατά νερό (μύες 75% νερό, λίπος 30%).





Υπό φυσιολογικές συνθήκες ο συνολικός όγκος νερού στο ανθρώπινο σώμα (TBW) είναι περίπου 60% του βάρους σώματος. Από το TBW η πλειοψηφία ($\frac{2}{3}$) είναι ενδοκυττάριο υγρό (ICF) και $\frac{1}{3}$ είναι εξωκυττάριο υγρό (ECF). Το εξωκυττάριο υγρό αποτελείται από το πλάσμα και το διάμεσο υγρό (ISF).

Υπό φυσιολογικές συνθήκες, το συνολικό νερό του σώματος επηρεάζεται από την ποσότητα του σωματικού λίπους και υπάρχει περισσότερο σωματικό νερό ως ποσοστό σωματικού βάρους στις γυναίκες (λόγω των οιστρογόνων). Η γήρανση ελαττώνει επίσης το νερό του σώματος λόγω της ελάττωσης της μυϊκής μάζας.



Το υγρό του σώματος (60%) κατανέμεται σε δύο χώρους:

Ενδοκυττάριο χώρο 40%

Εξωκυττάριο χώρο 20%

Το εξωκυττάριο υγρό αποτελεί άθροισμα:

- του **μεσοκυττάριου** ή διάμεσου υγρού: διαβρέχει εξωτερικά τα κύτταρα, 15% ΣΒ
- του **ενδαγγειακού** υγρού (πλάσματος), 5% ΣΒ
- του **διακυττάριου** υγρού (υγρό αρθρώσεων, οστών ορογόνων κοιλοτήτων, εκκρίσεις γαστρεντερικού – δε συμμετέχει στην ομοιόσταση)

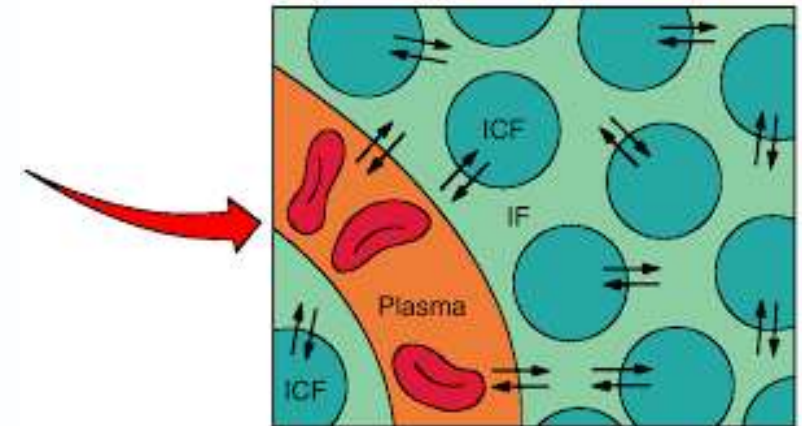
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΥΓΡΩΝ

ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟ ΥΓΡΟ	ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΟ ΥΓΡΟ
Μεγάλη ποσότητα νατρίου (Na)	Μεγάλη ποσότητα καλίου (K)
Χαμηλή ποσότητα καλίου (K)	Χαμηλή ποσότητα νατρίου (Na)
Μεγάλες ποσότητες ιόντων και θρεπτικών συστατικών (O ₂ , γλυκόζη, λιπαρά οξέα, αμινοξέα)	Μικρότερες ποσότητες ιόντων και θρεπτικών συστατικών.

Εσωτερικό Ισοζύγιο υγρών (ενδο / εξωκυττάρριου χώρου)

Η **κυτταρική μεμβράνη** αποτελεί το ανατομικό όριο μεταξύ των δύο χώρων.

- Έχουν διαφορετική ποιοτική **σύνθεση**.
- Υπάρχει **δυναμική ισορροπία**: γίνεται διακίνηση νερού και ηλεκτρολυτών, όταν υπάρχει διαφορά ωσμωτικής πίεσης μεταξύ των δύο χώρων.
- Σε κάθε χώρο ισχύει η **αρχή της ουδετερότητας** των ηλεκτρικών φορτίων, όσα θετικά τόσα και αρνητικά φορτία σε κάθε χώρο



Ηλεκτρολύτες

Ανόργανες χημικές, ιονισμένες ενώσεις, θετικά ή αρνητικά φορτισμένες, διαλυμένες σε όλα τα υγρά του σώματος.

Μεταξύ των σημαντικότερων ηλεκτρολυτών στον οργανισμό είναι τα K^+ , Na^+ , το Ca^{++} , Mg^{++} .

Κατανομή ηλεκτρολυτών

Ενδοκυττάριο υγρό

Πλάσμα-Ενδοαγγειακό υγρό

Διάμεσο υγρό

Ηλεκτρολυτική σύσταση

Μεq/L

Ιόντα

Εξωκυττάριο Υγρό

Ενδοκυττάριο Υγρό

Πλάσμα

Μεσοκυττάριο Υγρό

Na⁺

142

144

10

K⁺

4

4

155

Ca⁺⁺

5

3

10

Mg⁺⁺

3

2

25

Σύνολο Κατιόντων

154

153

200

Cl⁻

103

114

3

HCO₃⁻

27

30

10

SO₄⁻⁻

1

1

20

PO₄

2

2

100

Οργανικά Οξέα

5

5

–

Πρωτεΐνες

16

1

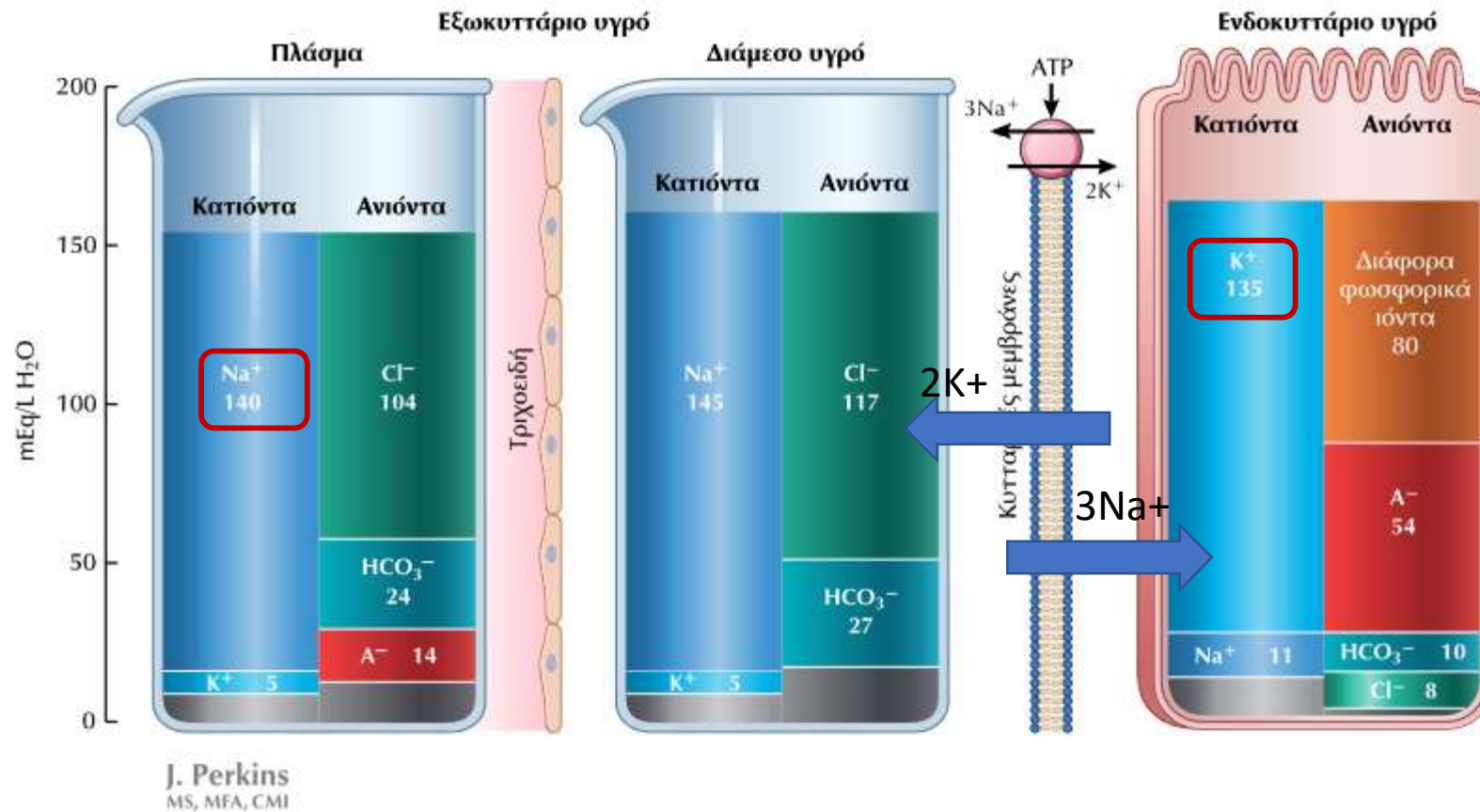
67

Σύνολο Ανιόντων

154

153

200



Συγκέντρωση ηλεκτρολυτών στο εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο υγρό

Το κύριο κατιόν του εξωκυττάριου υγρού (ECF) είναι το νάτριο και το κύριο κατιόν του ενδοκυττάριου υγρού είναι το κάλιο (ICF). Αυτή η διαφορά διατηρείται από τις βασηοπλευρικές ΑΤΡάσεις Na⁺/K⁺, που μεταφέρουν τρία μόρια Na⁺ έξω από το κύτταρο ως ανταλλαγή για δυο μόρια K⁺ που μεταφέρονται στο εσωτερικό του κυττάρου. Μια ισορροπία θετικών και αρνητικών φορτίων διατηρείται σε κάθε τμήμα αλλά από διαφορετικά ιόντα.

Ισοζύγιο ηλεκτρολυτών

- Το κύριο κατιόν:
 - του ενδοκυτταρίου χώρου είναι το K^+ (40πλάσια πυκνότητα από του εξωκυττάρου)
 - του εξωκυτταρίου το Na^+ (90% συνόλου)
- Ρυθμιστής η αντλία Na^+ και K^+ : εισάγει συνεχώς K^+ μέσα στο κύτταρο και εξάγει Na^+ .



Μεταφέρει 3 μόρια Na^+ έξω από το κύτταρο ως ανταλλαγή για 2 μόρια K^+

Ο ρόλος ηλεκτρολυτών στον οργανισμό

- Στη διατήρηση της **ωσμωτικής** ισορροπίας
- Στη διατήρηση της **οξεοβασικής** ισορροπίας
- Η ιοντική ισορροπία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την διεγερσιμότητα των **νεύρων**, των **μυών**, τη διαβατότητα των **τριχοειδών** αγγείων και τη λειτουργία της **καρδιάς**
- Στην ισορροπία του **νερού**, στην ανταλλαγή του στους διάφορους χώρους και στα **ενζυμικά** συστήματα
- Στην **αναπνευστική** λειτουργία (μεταφορά O_2 και CO_2)

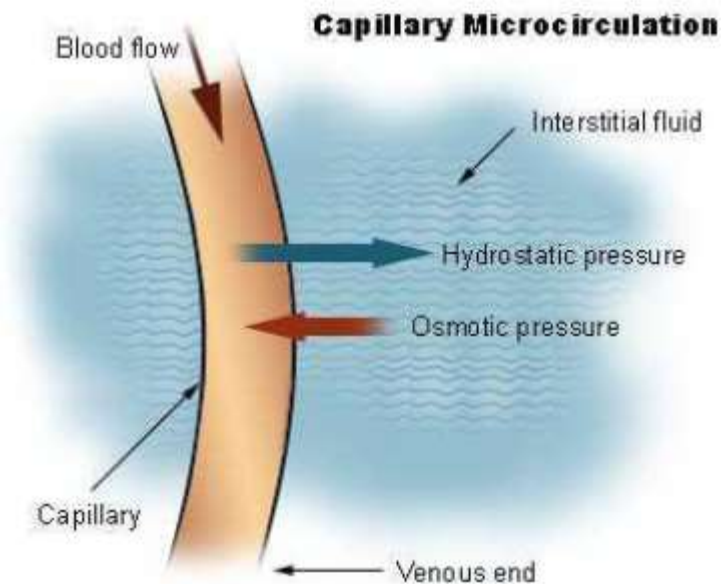
Ο ρόλος του νερού στον οργανισμό

- Είναι το υγρό μέσο για τον **μεταβολισμό** των κυττάρων.
- Δρα ως **διαλύτης** των διαφόρων ουσιών για τη λειτουργία των κυττάρων.
- **Μεταφέρει** θρεπτικές ουσίες, ηλεκτρολύτες και O_2 στα κύτταρα
- Βοηθά στην **αποβολή** των προϊόντων του μεταβολισμού στα απεκκριτικά όργανα.
- Συμβάλλει στη ρύθμιση της **θερμοκρασίας** του σώματος.
- Διατηρεί τη φυσική και χημική σύσταση των ενδοκυττάρων και εξωκυττάρων **υγρών**.
- Διατηρεί τον όγκο του **αίματος**.
- Βοηθά στην **πέψη** των τροφών και στην απορρόφησή τους.



Διακίνηση νερού μεταξύ των δύο διαμερισμάτων του εξωκυττάριου χώρου

- Το ανατομικό διαχωριστικό στοιχείο μεταξύ του διάμεσου και του ενδοαγγειακού χώρου είναι η **τριχοειδική μεμβράνη** (είναι «ημιδιαπερατή»-επιλεκτικά διαπερατή), την οποία δεν περνούν οι πρωτεΐνες του πλάσματος.
- Η διακίνηση του νερού μεταξύ των δύο χώρων ελέγχεται από δύο δυνάμεις αντίθετης φοράς, την **υδροστατική** και την **κολλοειδωσμοτική πίεση**.



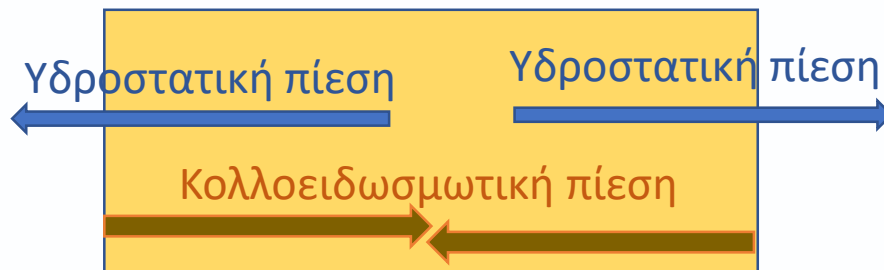
Η ωσμωτικότητα ρυθμίζει την κατανομή του ύδατος μεταξύ ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου χώρου

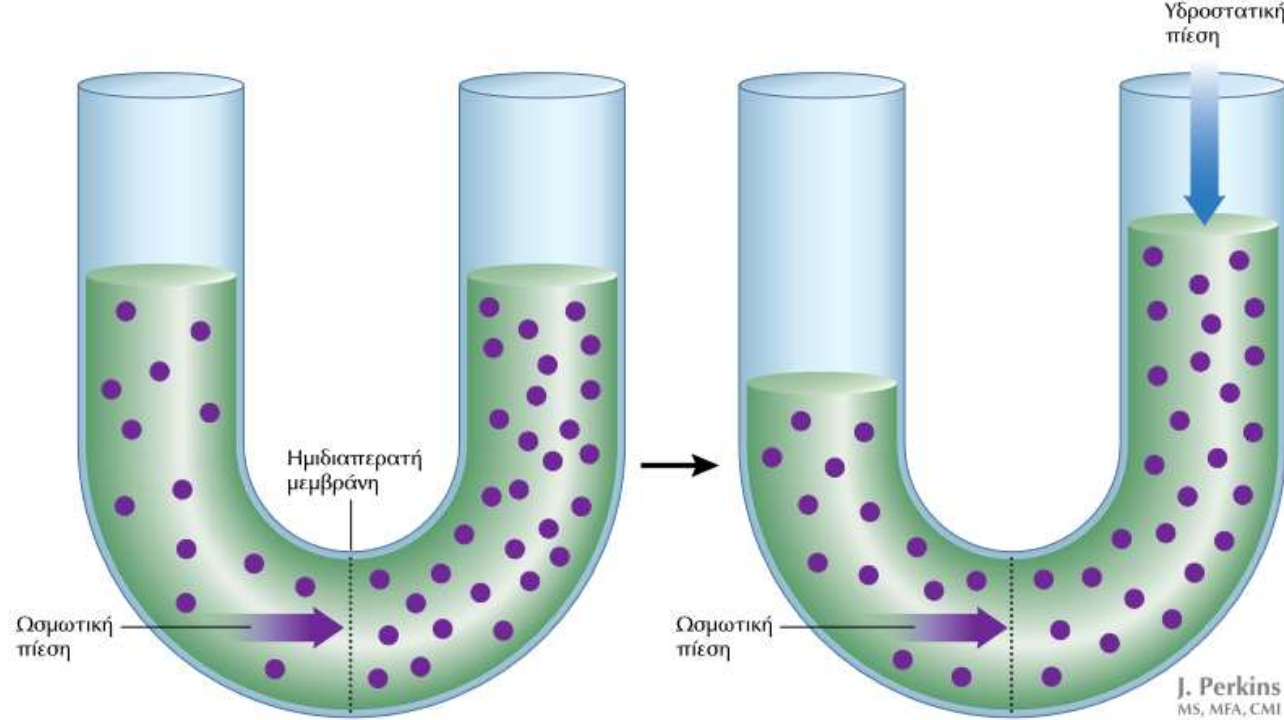


Όσο υψηλή είναι η ωσμωτικότητα, τόσο μικρότερη είναι η συγκέντρωση του ύδατος

Διακίνηση ύδατος μεταξύ των δύο διαμερισμάτων του εξωκυττάρριου χώρου

- Υδροστατική πίεση ωθεί το νερό από τα αγγεία στο διάμεσο χώρο στο επίπεδο των τριχοειδών (στα αγγεία ωθείται από την καρδιά/βαρύτητα). Είναι η δύναμη που ασκείται από ένα υγρό που βρίσκεται σ ένα διαμέρισμα.
- **Κολλοειδωσμητική πίεση**, που οφείλεται στις πρωτεΐνες πλάσματος, συγκρατεί το νερό μέσα στα αγγεία.
- Οι πιέσεις αυτές βρίσκονται σε ισορροπία: **αν αυξηθεί η Υδροστατική έναντι της Κολλοειδωσμητικής ή μειωθεί η Κολλοειδωσμητική έναντι της Υδροστατικής** το νερό **θα εξέλθει** από το αγγείο στο μεσοκυττάρριο χώρο και θα δημιουργηθεί **οίδημα**.
- Υπάρχει μια συνεχής ανακατανομή/μετακίνηση υγρού στον εξωκυττάρριο χώρο (διάμεσο και ενδαγγειακό χώρο-αφορά λέμφος και φλέβικό σύστημα)
- Η **διαφορά μεταξύ τους** επιτρέπει τη **μετακίνηση νερού** από τα τριχοειδή στους διάμεσους ιστούς.





A. Αρχική κατάσταση χωρίς αντίθετη οσμωτική πίεση

B. Κατάσταση ισορροπίας στην οποία η οσμωτική πίεση που παραμένει αντισταθμίζεται από ίση και αντίθετη υδροστατική πίεση

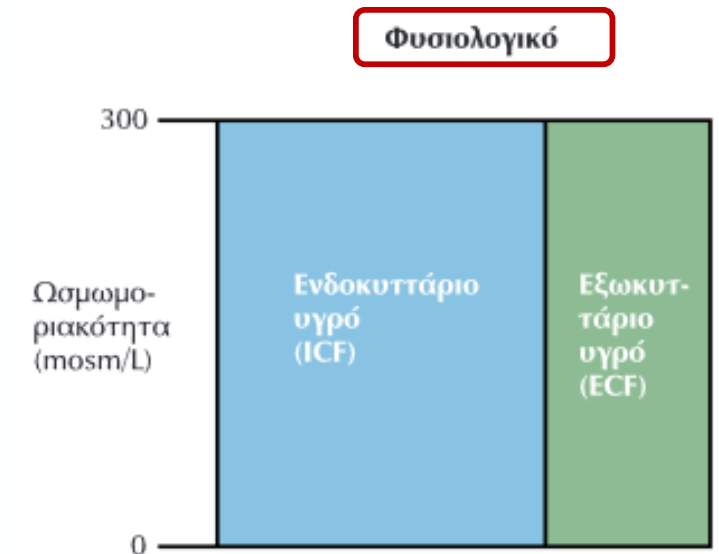
Όσμωση και οσμωτική πίεση

Όταν μια ημιδιαπερατή μεμβράνη χωρίζει δυο διαμερίσματα σε ένα "σωλήνα U", υγρό θα μεταφερθεί μέσω της μεμβράνης προς την υψηλότερη συγκέντρωση της διαλυτής ουσίας (**A**), μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία και η καθαρή οσμωτική πίεση δηλαδή η διαφορά μεταξύ των δύο διαμερισμάτων να είναι αντίθετη με την υδροστατική πίεση μεταξύ των δυο πλευρών του σωλήνα (**B**). Στα αγγεία, η υδροστατική πίεση προκαλείται από τη βαρύτητα και τη λειτουργία της καρδιάς ως αντλίας, και η οσμωτική πίεση υπολογίζεται ως η δύναμη που είναι απαραίτητη για να αντισταθμίσει την υδροστατική πίεση. Η οσμωτική πίεση λειτουργεί για την εξισορρόπηση των συγκεντρώσεων των ουσιών σε κάθε πλευρά της μεμβράνης. Η κολλοειδωσμωτική πίεση (π) είναι η οσμωτική πίεση που παράγεται από αδιαπέραστες πρωτεΐνες και πίεση θεωρείται ότι είναι η αποτελεσματική οσμωτική πίεση των τριχοειδών.

Ωσμωτική πίεση πλάσματος

- Η ωσμωτική πίεση ρυθμίζει τον όγκο υγρών μεταξύ ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου χώρου (χιλιοστωσμόλια ανά λίτρο - mOsm/L).
- Η ωσμωτική πίεση καθορίζεται κατά 90-95% από Na^+ , Cl^- , HCO_3^-
- Συμβάλλουν επίσης η γλυκόζη, η ουρία και η κρεατινίνη, ενώ οι πρωτεΐνες συμβάλλουν μόνο κατά 2 mOsm/L

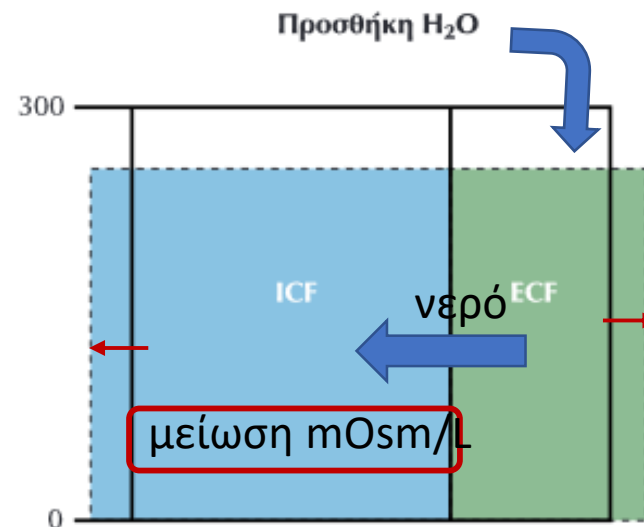
- Ωσμωτική πίεση εξωκυττάριου χώρου: μεταξύ 280-310 mOsm/L
- Τα διαλύματα που έχουν αυτή την τιμή ωσμωτικής πίεσης θεωρούνται **ισότονα**
- <280 mOsm/L λέγονται **υπότονα**
- >310 mOsm/L λέγονται **υπέρτονα**



Υπό φυσιολογικές συνθήκες, το ICF είναι 2/3 και το ECF 1/3 του TBW. Η ωσμωμοριακότητα και των δύο διαμερισμάτων είναι **~ 300 mosm/L**

Ωσμωτική πίεση πλάσματος

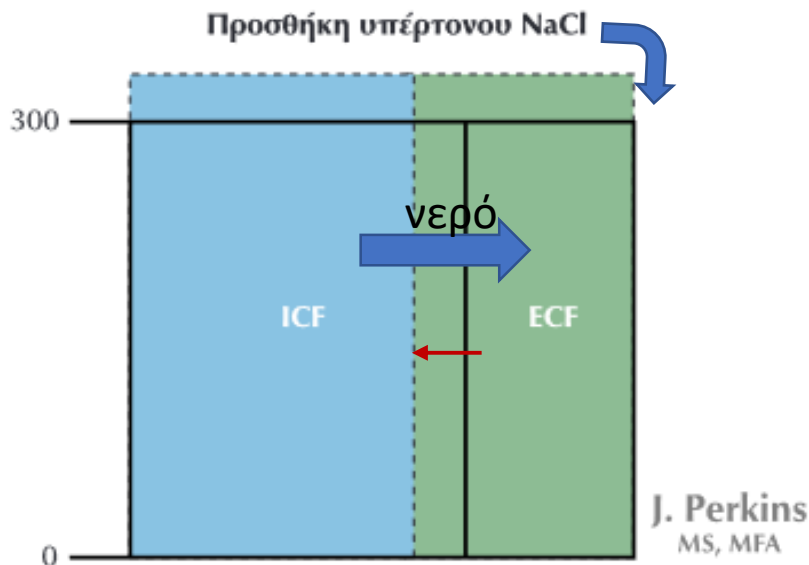
- Σε περίπτωση **χαμηλής** ωσμωτικής πίεσης θα μετακινηθεί **νερό** από τον **εξωκυττάριο στον ενδοκυττάριο** χώρο μέσω της κυτταρικής μεμβράνης ώστε να αυξηθεί η συγκέντρωση των ουσιών (αφού θα μειωθεί η συγκέντρωση του νερού) αυξάνοντας έτσι την ωσμωτική πίεση του εξωκυτταρίου χώρου.
- **Χορήγηση υπότονου διαλύματος** -> **μείωση** της ωσμωτικής πίεσης (χαμηλό κυρίως Na^+)



B. Αν προστεθεί νερό στο πλάσμα (και έτσι, στο ECF) η ωσμωμοριακότητα του ECF θα εξασθενίσει αρχικά (θα γίνει **υπότονο**) σε σχέση με το ICF. Νερό θα πρέπει να εισέλθει στον ICF χώρο (τα κύτταρα θα διογκωθούν) για να εξισορροπήσει την ωσμωμοριακότητα μεταξύ των διαμερισμάτων. Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι η ελάττωση της ωσμωμοριακότητας του ICF και ECF και η διεύρυνση του διαμερίσματος.

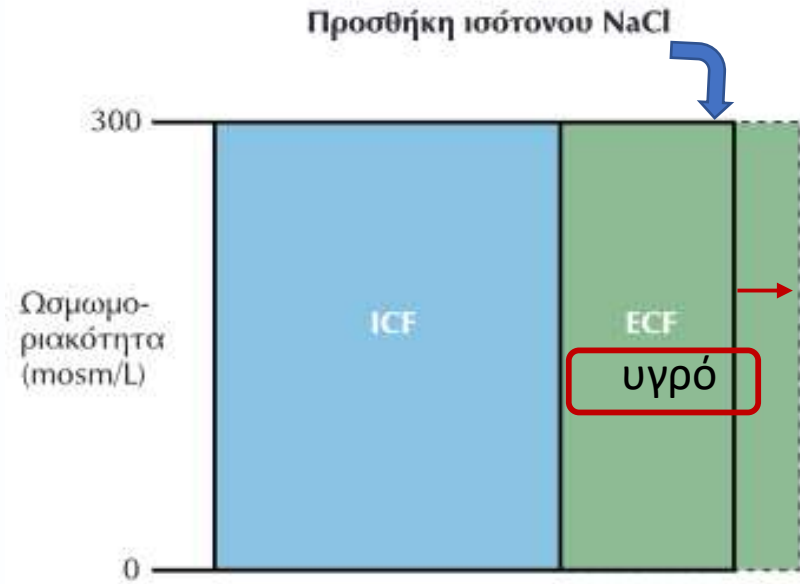
Ωσμωτική πίεση πλάσματος

- Χορήγηση υπέρτονου διαλύματος -> αύξηση ωσμωτικής πίεσης (μεγάλη συγκέντρωση διαλυμένων ουσιών στο εξωκυττάριο υγρό - υψηλό κυρίως Na^+)
- Σε **υψηλή** ωσμωτική πίεση πλάσματος (μεγάλη συγκέντρωση διαλυμένων ουσιών στο εξωκυττάριο υγρό) νερό θα εξέλθει από τον **ενδοκυττάριο στον εξωκυττάριο** (για να μειωθεί η υψηλή συγκέντρωση των ουσιών) μειώνοντας την τιμή της ωσμωτικής πίεσης
Η διακίνηση του νερού συνεχίζεται μέχρι να επέλθει ισορροπία μεταξύ τους (ωσμωτική ισορροπία)



Αν προστεθεί **υπέρτονο NaCl** στο πλάσμα, η ωσμωμοριακότητα του ECF θα αυξηθεί αρχικά και υγρό θα εξελιχθεί από το κύτταρο και θα περάσει στο ECF για να ελαττωθεί η τονικότητα του ECF. Αυτό θα προκαλέσει μείωση του όγκου του ICF διαμερίσματός (τα κύτταρα θα συρρικνωθούν) και θα αυξήσει το ECF διαμέρισμα, ενώ θα αυξηθεί και η γενική ωσμωμοριακότητα.

Ωσμωτική πίεση πλάσματος

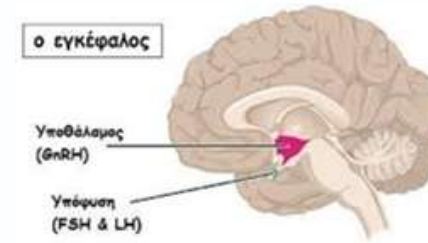


Γ. Αν προστεθεί **ισότονο NaCl** (διάλυμα με συγκέντρωση NaCl ≈ 300 mosm/L) στο πλάσμα (ECF) το υγρό θα μείνει στο ECF διότι είναι ισότονο, διευρύνοντας έτσι το διαμέρισμα.

Εξωτερικό Ισοζύγιο Νερού

- Ισορροπία **πρόσληψης – απέκκρισης** από τον οργανισμό

- Αίσθηση δίψας: το κέντρο εντοπίζεται στον **υποθάλαμο**.



- **Διεγείρεται** από την **αύξηση ωσμωτικής πίεσης** και την **ελάττωση** του όγκου του **ενδαγγειακού χώρου** (ωσμω/ογκοϋποδοχείς στα μεγάλα αγγεία και στους κόλπους της καρδιάς)

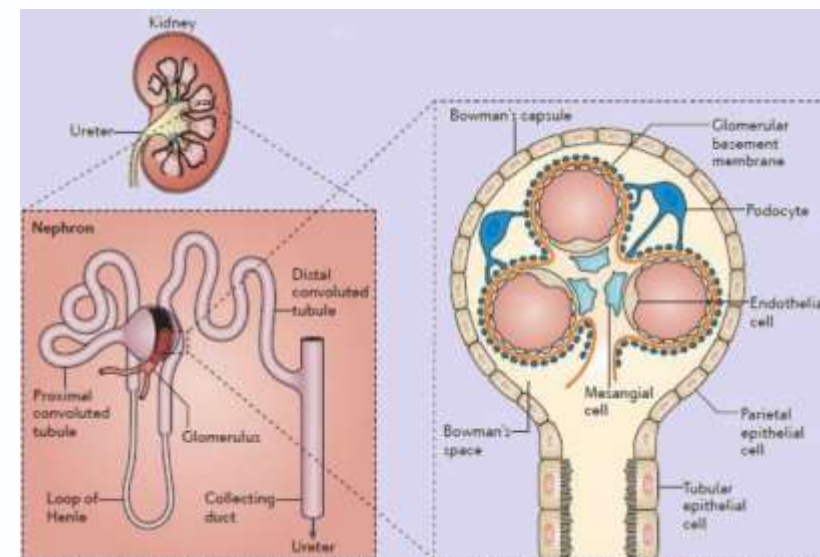
- Οι περισσότεροι άνθρωποι νιώθουν δίψα όταν η ωσμωτική πίεση πλάσματος >295 mOsm/L.

- Μειονέκτημα μηχανισμού δίψας: δε λειτουργεί επί απώλειας συνείδησης (κώμα).

Εξωτερικό Ισοζύγιο Νερού

- **Απέκκριση:** κυρίως από τους **νεφρούς**
- Φυσιολογική σπειραματική διήθηση: 160-180 L/24ωρο – το 99% αυτού επαναρροφάται στα εγγύς, άπω εσπειραμένα και αθροιστικά σωληνάρια νεφρού (άνδρες 120ml/min, λιγότερο οι γυναίκες)
- Τελικά αποβάλλονται **1-1,5 L** ούρων /24ωρο
- Η ποσότητα αποβαλλόμενων ούρων παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα ανάλογα με τις ανάγκες: ελάχιστος όγκος ούρων (συμπύκνωση επί απουσίας λήψης νερού) 670ml, ο μέγιστος μπορεί να φθάσει τα 16 L

- Μέσος ενήλικας: χρειάζεται τουλάχιστον **800-1300ml νερού /24ωρο** για να καλύψει τις αναγκαστικές απώλειες (απέκκριση διαλυτών ουσιών)
- 2500ml νερού /24ωρο:
 - Πρόσληψη : 2200 λόγω δίψας, 300 από τροφές,
 - Απέκκριση : 1500 ούρα, 400 αναπνοή, 500 δέρμα, 100 κόπρανα



Εξωτερικό Ισοζύγιο Νερού

❖ **Ρόλος ορμονών:** επιδρούν κυρίως στη νεφρική λειτουργία με την μεταβολή ρυθμού σπειραματικής διήθησης ή επαναρρόφησης νερού

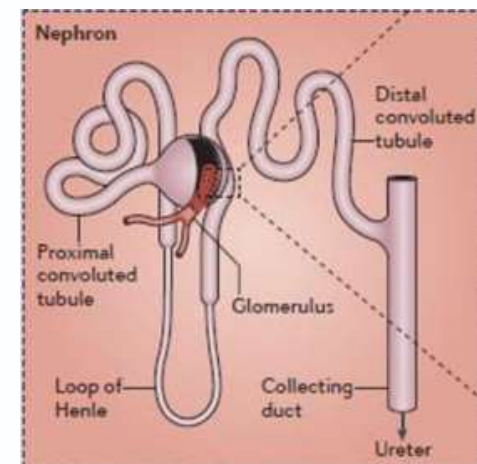
▪ **Αντιδιουρητική ορμόνη (ADH):** ρυθμίζεται από τον όγκο εξωκυττάριου υγρού και πλάσματος

Προκαλεί αύξηση διαπερατότητας του τοιχώματος των νεφρικών σωληναρίων για το νερό, ευνοεί την επαναρρόφηση του νερού και κατά συνέπεια τη μείωση της διούρησης.

▪ **Αλδοστερόνη:** διεγείρεται από τη μείωση του Na πλάσματος (έμετοι, διουρητικά) και τη μείωση του όγκου πλάσματος (αιμορραγία)

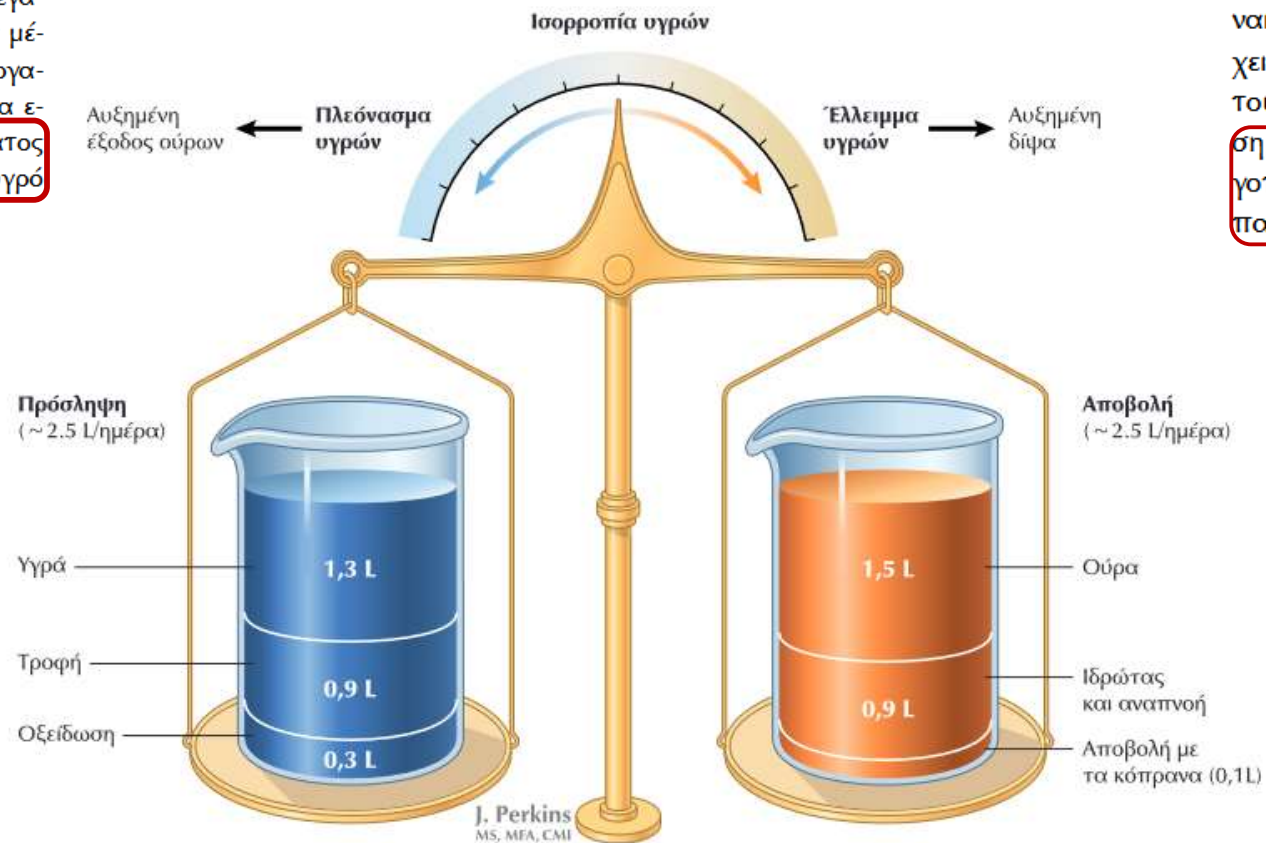
Ρενίνη → αγγειοτενσίνη → αλδοστερόνη

Δρα στα ουροφόρα σωληνάκια, ευνοεί την επαναρρόφηση νερού και Na.



νεφρώνας

Αν η πρόσληψη νερού (μέσω τροφής και υγρών) είναι μεγαλύτερη από την αποβολή (ούρα και απώλειες μέσω εφίδρωσης, αναπνοής και κοπράνων), ο οργανισμός έχει ένα πλεόνασμα υγρού, το οποίο θα ελαττώσει την ωσμωμοριακότητα του πλάσματος και οι νεφροί θα εκκρίνουν το πλεονάζων υγρό



Αντίστροφα, αν η πρόσληψη είναι λιγότερη από την εξώθηση, ο οργανισμός θα έχει ένα έλλειμμα υγρών, και η ωσμωμοριακότητα του πλάσματος θα αυξηθεί. Σε αυτή την κατάσταση, η ανταπόκριση όσον αφορά στη δίψα θα ενεργοποιηθεί και οι νεφροί θα κατακρατήσουν νερό, παράγοντας λιγότερα ούρα.

Καθαρή ισορροπία υγρών

Για την διατήρηση της ισορροπίας των υγρών, η προσθήκη υγρών πρέπει να συμβαδίζει με την αποβολή τους. Αν η πρόσληψη (από τροφές και υγρά) υπερβεί την αποβολή (ούρα, υγρά στα κόπρανα, άδηλες απώλειες) ο οργανισμός βρίσκεται σε θετική ισορροπία και ο όγκος των ούρων θα αυξηθεί για να εξαλείψει το υπερβολικό υγρό. Αρνητική ισορροπία υγρών εμφανίζεται όταν η πρόσληψη είναι λιγότερη από την αποβολή. Σε αυτή την περίπτωση, ενδογενείς αντιδράσεις θα αυξήσουν τη δίψα και θα ελαττώσουν τις απώλειες υγρών, μέχρι να αποκατασταθεί η ομοιόσταση.

➔ **Αποκατάσταση της ομοιόστασης**

Αφυδάτωση - Υποογκαιμία

Αίτια:

- Μειωμένη πρόσληψη ύδατος.
- Αυξημένη αποβολή νερού (έμετοι, διάρροια, αιμορραγία, εγκαύματα κλπ.)
- Υψηλός πυρετός (εφίδρωση).
- Άποιος διαβήτης (μεγάλη απώλεια ύδατος - απουσία έκκρισης αντιδιουρητικής ορμόνης από την υπόφυση).
- Χορήγηση διουρητικών.



Αφυδάτωση - Υποογκαιμία

Κλινική εικόνα-εκδηλώσεις

- Δίψα (αύξηση ωσμωτικής πίεσης).
- Ξηρότητα βλεννογόνων, γλώσσας, δέρματος, βολβικού επιπεφυκότα (μαύροι κύκλοι κάτω από τα μάτια).
- Εξαφάνιση σπαργής δέρματος (ρυτίδωση).
- Υπόταση (ορθοστατική), ταχυκαρδία-ταχυσφυγμία-ατονία.
- Σύγχυση - λήθαργος (αφυδάτωση εγκεφαλικών κυττάρων).



Υπερφόρτωση υγρών - Υπερογκαιμία

- Μείωση συγκέντρωσης ηλεκτρολυτών / πρωτεϊνών πλάσματος
- Μηχανισμός: αρχικά μειώνεται η ωσμωτική πίεση του πλάσματος, μετά του μεσοκυττάριου χώρου και τέλος το νερό εισέρχεται στα κύτταρα.

Αίτια:

- Υπερβολική χορήγηση υγρών (χορήγηση ΕΦ, ψυχογενής πολυδιψία)
- Βαριά υποπρωτεϊναιμία (διαταραχές θρέψης ή γαστρεντερικές απώλειες – εντεροπάθεια)
- Νεφρωσικό σύνδρομο (μεγάλη απώλεια πρωτεϊνών στα ούρα, πτώση κολλοειδωσμωτικής πίεσης πλάσματος, μετακίνηση υγρών από τον ενδαγγειακό στον εξωκυττάριο χώρο)
- Σύνδρομο απρόσφορης έκκρισης αντιδιουρητικής ορμόνης (υπερπαραγωγή λόγω όγκων, τραυματισμών εγκεφάλου, εγκεφαλικής ή υπαραχνοειδούς αιμορραγίας, πνευμονικών νόσων)
- Λήψη φαρμάκων: (υπογλυκαιμικά, αντινεοπλασματικά, αντιψυχωσικά, οπιοειδή κλπ.)
- Υποθυρεοειδισμός (μειωμένη έκκριση TSH, συσσώρευση πολυσακχαριτών, κατακράτηση νερού)

Υπερφόρτωση υγρών - Υπερογκαιμία

Αίτια (συνέχεια):

- Μακροχρόνια χορήγηση κορτιζόνης (κατακράτηση Na^+ άρα και νερού)
- Καρδιακή ανεπάρκεια (μείωση καρδιακής παροχής, προσπάθεια αύξησης ενδαγγειακού όγκου, αύξηση έκκρισης αλδοστερόνης)
- Νεφρική ανεπάρκεια (μείωση σπειραματικής διήθησης, αδυναμία αποβολής υγρών, κατακράτηση Na & νερού)
- Κίρρωση ήπατος (ογκοϋποδοχείς ηπατικής κυκλοφορίας, ηπατονεφρικά αντανακλαστικά)
- Υπεραλδοστερονισμός: (νεοπλασίες επινεφριδίων / νεφρών, υπερέκκριση ρενίνης)
- Ανεπάρκεια φλοιού επινεφριδίων (νόσος Addison)

Υπερφόρτωση υγρών - Υπερογκαιμία

➤ Κλινική εικόνα-εκδηλώσεις

- Γενικευμένο οίδημα (ανά σάρκα), κυρίως σε καρδιακή ή νεφρική ανεπάρκεια, λόγω αύξησης υδροστατικής πίεσης
- Αύξηση βάρους σώματος λόγω οιδημάτων
- Αύξηση αρτηριακής πίεσης και κεντρικής φλεβικής πίεσης.
- Οξύ πνευμονικό οίδημα (εξαγγείωση υγρού στις κυψελίδες των πνευμόνων)
- Εκδηλώσεις από το ΚΝΣ: εγκεφαλικό οίδημα, ναυτία, έμετοι, σπασμοί, κώμα
- Πολυουρία: ο οργανισμός για να μειώσει την περίσσεια νερού αυξάνει τη διούρηση (Φ.Τ. ούρων: 50ml/ώρα)
- Ταχεία και εργώδης αναπνοή
- Αρρυθμίες, μυϊκές κράμπες

Υπερφόρτωση υγρών - Υπερογκαιμία

- Οιδήματα – ασκίτης: αύξηση εξωκυττάριου όγκου νερού στις ορογόνιες κοιλότητες
 - Υψηλή υδροστατική ή χαμηλή κολλοειδωσμοτική πίεση
 - Μπορεί να προηγηθεί σημαντική κατακράτηση (ως 7 L) χωρίς να γίνει κλινικά αντιληπτή (ενώ δεν κινδυνεύει άμεσα ο ασθενής η αντιμετώπιση μπορεί να είναι δύσκολη)
 - Υποδόριος ιστός: χαρακτηριστικό εντύπωμα μετά από πίεση με το δάκτυλο
 - Υδροθώρακας (συλλογή στην υπεζοκωτική) και ασκίτης (συλλογή στην περιτοναϊκή κοιλότητα)
 - Οίδημα καρδιακής ανεπάρκειας: με τη βαρύτητα (σφυρά, ή οσφυϊκή περιοχή στους κατακεκλιμένους)
 - Οίδημα υποπρωτεϊναιμίας, υποθυρεοειδισμού: συνηθέστερο στα άνω άκρα, τράχηλο, πρόσωπο (βλέφαρα)



Οίδημα προσώπου



Ασκίτης



Πλευριτική συλλογή



Οίδημα κάτω άκρων

Οι μεμβράνες είναι **επιλεκτικά διαπερατές (ημι-διαπερατές)**, δηλαδή επιτρέπουν σε μερικά, αλλά όχι σε όλα, τα μόρια να περάσουν μέσα από αυτές. Οι μεμβράνες των ιστών διαφέρουν ως προς τη διαπερατότητά τους προς συγκεκριμένες ουσίες.

Στην κάθε πλευρά της μεμβράνης, υπάρχουν παράγοντες που είτε εμποδίζουν, είτε διευκολύνουν την μετακίνηση νερού και διαλυτών ουσιών έξω από τα διαμερίσματα. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν:

- Τη συγκέντρωση ειδικών διαλυτών ουσιών. Υψηλότερη συγκέντρωση μιας ουσίας στη μια πλευρά της μεμβράνης μπορεί να ευνοήσει την μετακίνηση αυτής της ουσίας προς την άλλη μέσω διάχυσης.
- Τη συνολική συγκέντρωση ουσιών. Υψηλότερη ωσμωμοριακότητα σε μια πλευρά παρέχει ωσμωτική πίεση έλκοντας έτσι το νερό σε αυτόν το χώρο (διάχυση νερού).
- Τη συγκέντρωση πρωτεϊνών. Επειδή η μεμβράνη είναι ημιδιαπερατή προς τις πρωτεΐνες, η συγκέντρωση πρωτεϊνών καθιερώνει μια κολλοειδωσμητική πίεση έλκοντας νερό στον χώρο με την υψηλότερη συγκέντρωση.
- Την υδροστατική πίεση, η οποία είναι η δύναμη που ωθεί το νερό έξω από τον χώρο, για παράδειγμα, από τα τριχοειδή προς το ISF (όταν η υδροστατική πίεση των τριχοειδών υπερβεί την υδροστατική πίεση του ISF).

Η μεμβράνη είναι διαπερατή προς μια διαλυτή ουσία, η **διάχυση** της ουσίας θα εμφανιστεί προς την πλευρά με την χαμηλότερη συγκέντρωση.

Αν η μεμβράνη δεν είναι διαπερατή προς μια ουσία ο διαλύτης (σε αυτή την περίπτωση το νερό) θα μετακινηθεί δια μέσω της μεμβράνης προς το διαμέρισμα με την υψηλότερη συγκέντρωση της ουσίας, μέχρι η συγκέντρωση να φτάσει σε ισορροπία μεταξύ των δύο πλευρών της μεμβράνης. Η μετακίνηση του νερού μέσα από τη μεμβράνη μέσω διάχυσης ορίζεται ως **ώσμωση** και η διαπερατότητα της μεμβράνης καθορίζει αν θα εμφανιστεί η διάχυση της ουσίας ή η ώσμωσή της (μετακίνηση νερού). Η συγκέντρωση των αδιαπέρατων διαλυτών ουσιών θα καθορίσει την ποσότητα του νερού που θα μετακινηθεί μέσω της μεμβράνης για να επιτευχθεί **ωσμωτική ισορροπία** μεταξύ ECF και ICF.

Ώσμωση εμφανίζεται όταν είναι παρούσα η **ωσμωτική πίεση**. Αυτό είναι αντίστοιχο προς την υδροστατική πίεση που είναι απαραίτητη για την πρόληψη της μετακίνησης υγρού μέσω μια ημιδιαπερατής μεμβράνης με ώσμωση. Η ιδέα μπορεί να παρουσιαστεί χρησιμοποιώντας έναν σωλήνα με μορφή U με διαφορετικές συγκεντρώσεις διαλυτών ουσιών σε κάθε πλευρά μιας **ιδανικής ημιδιαπερατής μεμβράνης** (όπου η μεμβράνη είναι διαπερατή στο νερό αλλά αδιαπέραστη στην ουσία)

Ώσμωση και ομοιόσταση των υγρών

Λόγω των άνισων συγκεντρώσεων των διαλυτών ουσιών, υγρό θα μετακινηθεί στην πλευρά με την υψηλότερη συγκέντρωση διαλυτών ουσιών (δεξιά πλευρά του σωλήνα), έναντι της δύναμης της βαρύτητας (υδροστατική πίεση) που την εμποδίζει, μέχρι που η **υδροστατική πίεση** που δημιουργείται να είναι ίση με την **ωσμωτική πίεση**. Στο παράδειγμα, κατά την ισορροπία, η συγκέντρωση των ουσιών είναι σχεδόν ίση και το επίπεδο του νερού είναι άνισο, ενώ η εκτόπιση του νερού οφείλεται στην ωσμωτική πίεση.

Στο πλάσμα, η παρουσία πρωτεϊνών παράγει μια σημαντική **κolloειδωσμητική πίεση**, η οποία είναι αντίθετη με την υδροστατική πίεση (διήθηση έξω από το διαμέρισμα) και θεωρείται η αποτελεσματική **ωσμωτική πίεση των τριχοειδών**.

Ωσμωμοριακότητα (ώσμωση) και ομοιόσταση των υγρών

Στους πολυκυτταρικούς οργανισμούς, η ισορροπία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος είναι κρίσιμη, και η ικανότητα διατήρησης μιας σταθερής εσωτερικής λειτουργίας κατά τη διάρκεια των μεταβολών στο εξωτερικό περιβάλλον ονομάζεται **ομοιόσταση**. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ενσωματωμένης ρύθμισης του εσωτερικού περιβάλλοντος από πολλαπλά οργανικά συστήματα

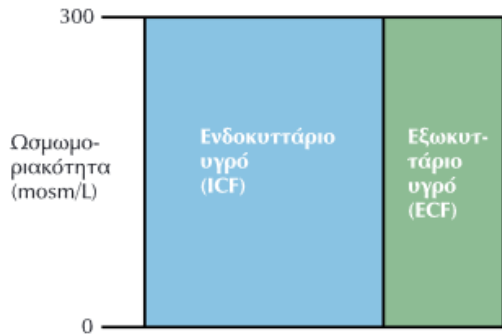


Στο κυτταρικό επίπεδο, η ομοιόσταση είναι δυνατό να οφείλεται σε διευρυνόμενες **ημιδιαπερατές μεμβράνες**, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει μικρές μεταβολές στην ωσμωμοριακότητα μέσω της ώσμωσης. Ωστόσο, για να είναι σωστή και η ωσμωμοριακότητα, κυτταρική λειτουργία, το ενδοκυττάριο υγρό, πρέπει να βρίσκεται υπό στενό έλεγχο.



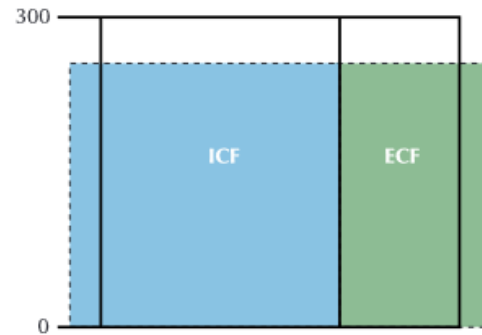
Το πλάσμα είναι η επιφάνεια επαφής μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Γι αυτό, η διατήρηση της ωσμωμοριακότητας του πλάσματος είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την κυτταρική ομοιόσταση. Λόγω αυτού, **πολλά συστήματα παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της ωσμωμοριακότητας του πλάσματος.**

Φυσιολογικό



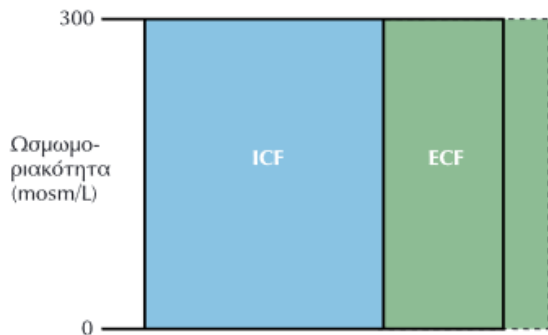
A. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, το ICF είναι 2/3 και το ECF 1/3 του TBW. Η ωσμωμοριακότητα και των δύο διαμερισμάτων είναι ~ 300 mosm/L

Προσθήκη H₂O



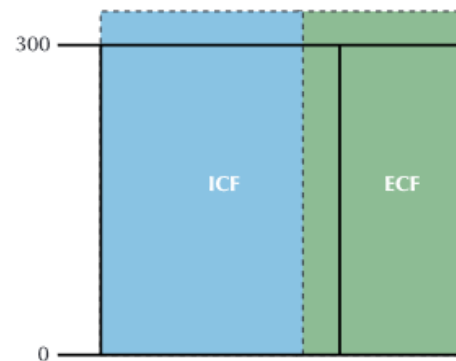
B. Αν προστεθεί νερό στο πλάσμα (και έτσι, στο ECF) η ωσμωμοριακότητα του ECF θα εξασθενίσει αρχικά (θα γίνει **υπότονο**) σε σχέση με το ICF. Νερό θα πρέπει να εισέλθει στον ICF χώρο (τα κύτταρα θα διογκωθούν) για να εξισορροπήσει την ωσμωμοριακότητα μεταξύ των διαμερισμάτων. Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι η ελάττωση της ωσμωμοριακότητας του ICF και ECF και η διεύρυνση του διαμερίσματος.

Προσθήκη ισότονου NaCl



Γ. Αν προστεθεί **ισότονο NaCl** (διάλυμα με συγκέντρωση NaCl ~ 300 mosm/L) στο πλάσμα (ECF) το υγρό θα μείνει στο ECF διότι είναι ισότονο, διευρύνοντας έτσι το διαμέρισμα.

Προσθήκη υπέρτονου NaCl



Δ. Αν προστεθεί **υπέρτονο NaCl** στο πλάσμα, η ωσμωμοριακότητα του ECF θα αυξηθεί αρχικά και υγρό θα εξελιχθεί από το κύτταρο και θα περάσει στο ECF για να ελαττωθεί η τονικότητα του ECF. Αυτό θα προκαλέσει μείωση του όγκου του ICF διαμερίσματος (τα κύτταρα θα συρρικνωθούν) και θα αυξήσει το ECF διαμέρισμα, ενώ θα αυξηθεί και η γενική ωσμωμοριακότητα.

J. Perkins
MS, MFA

Επίδραση επιπλέον διαλυτών ουσιών στο μέγεθος του διαμερίσματος του εξωκυττάριου υγρού

Αν δεν υπήρχαν αντισταθμιστικοί μηχανισμοί για την αντίληψη και την ρύθμιση του όγκου του πλάσματος και της ωσμωμοριακότητας, η προσθήκη νερού και υπέρτονων διαλυμάτων θα έχει έντονη επίδραση στον όγκο του ICF και της τονικότητας. Στο **A** απεικονίζεται το μέγεθος του διαμερίσματος του ενδοκυττάριου (ICF) και εξωκυττάριου υγρού (ECF) υπό φυσιολογικές ωσμωτικές συνθήκες (300 mosm/L). Στο **B** προς **Δ** απεικονίζεται η επίδραση της μεταβολής της τονικότητας (η ωσμωμοριακότητα σε σχέση με το πλάσμα) του εξωκυττάριου υγρού στα κύτταρα. Στο **B** προστίθεται καθαρό νερό στο ECF που θα αυξήσει τον όγκο ECF και ICF, και θα ελαττώσει την συνολική ωσμωμοριακότητα. Στο **Γ** η προσθήκη ισότονου (ίδια ωσμωμοριακότητα με το πλάσμα) NaCl στο ECF θα προκαλέσει αύξηση μόνο στο μέγεθος του διαμερίσματος του ECF, επειδή το NaCl είναι κυρίως ηλεκτρολύτης του ECF. Στο **Δ** η προσθήκη καθαρού NaCl θα αυξήσει την συνολική ωσμωμοριακότητα και των δυο διαμερισμάτων σε νέο επίπεδο. Το ICF θα ελαττωθεί, καθώς το νερό εισέρχεται στο ECF προς την υψηλότερη ωσμωμοριακή συγκέντρωση και ο όγκος του ECF θα αυξηθεί με την προσθήκη του ICF υγρού.

Ας εξασκηθούμε...

Αντιστοιχείστε.....

1. Ομοιόσταση

α. Πρωτεΐνες

2. Κολλοειδωσμητική πίεση

β. Υπότονο

3. Ωσμωτικότητα <290 mOsm/l

γ. Σταθερό εσωτερικό περιβάλλον

4. Ωσμωτικότητα >310 mOsm/l

δ. Συγκρατεί τα υγρά στον ενδοκυττάριο χώρο

5. Υδροστατική πίεση

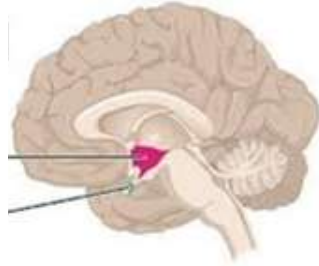
ε. Υπέρτονο

6. Κολλοειδοσμητική πίεση

στ. Ωθεί τα υγρά στον εξωκυττάριο χώρο

Ας εξασκηθούμε...

- Που βρίσκεται το κέντρο ρύθμισης της θερμοκρασίας ?



- Υψηλή θερμοκρασία. Ποιοί μηχανισμοί ενεργοποιούνται ?
- Χαμηλή θερμοκρασία. Ποιοί μηχανισμοί ενεργοποιούνται ?

Ας εξασκηθούμε...

- Πότε παράγεται ινσουλίνη ?
- Πότε παράγεται γλυκαγόνη ?

→ υψηλή γλυκόζη αίματος

→ χαμηλή γλυκόζη αίματος

- Που παράγονται ?

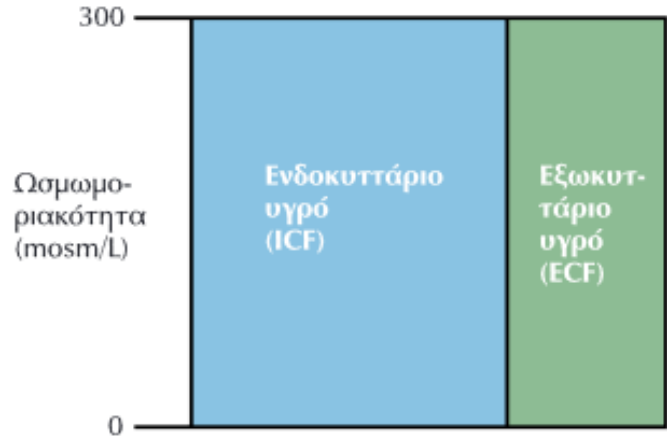
Ας εξασκηθούμε...

- Ποια συστήματα εμπλέκονται στην ρύθμιση του ισοζυγίου του νερού ? → Ν.... Ο..... Ε..... ???
- Τι συμβαίνει όταν διψάω ?
- Τι συμβαίνει αν καταναλώσω μεγάλη ποσότητα νερού ?

Ας εξασκηθούμε...

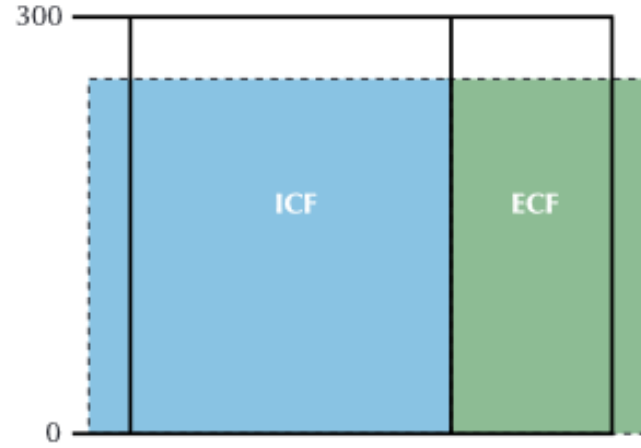
- Το λίπος εμπλέκεται στο μηχανισμό της θερμορύθμισης ?
- Τι είναι ομοιόσταση ?
- Ποια συστήματα εμπλέκονται στους ομοιοστατικούς μηχανισμούς ? N.....
E.....
- Ποιες μπορεί να είναι οι αιτίες που διαταράσσουν την ομοιόσταση ?
- Οι νεκροί οργανισμοί έχουν ομοιόσταση ?

Φυσιολογικό

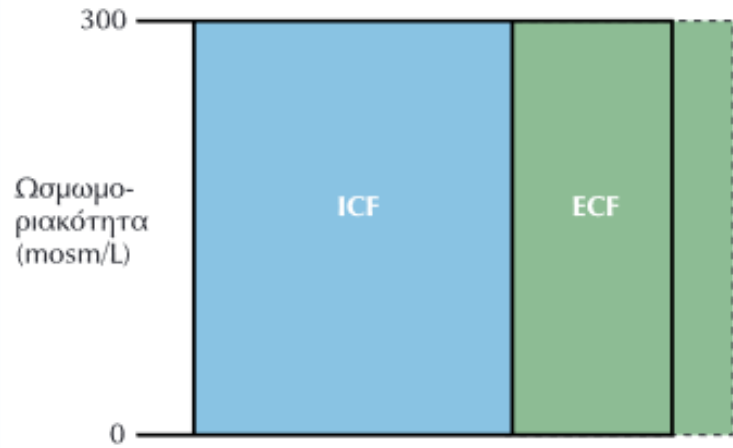


?

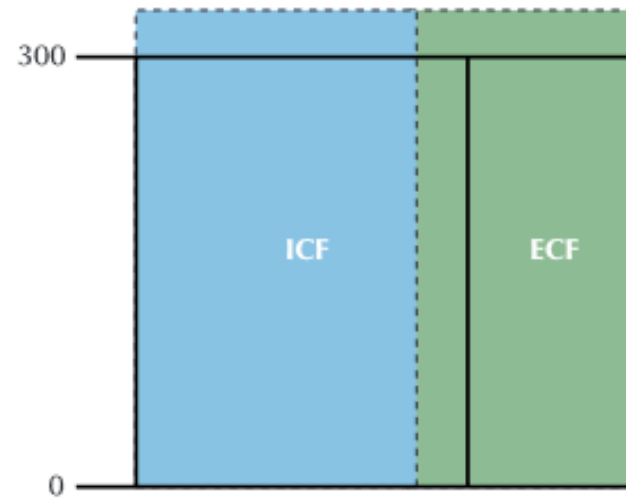
Προσθήκη H₂O



Προσθήκη ισότονου NaCl



Προσθήκη υπέρτονου NaCl





Σας ευχαριστώ