

ΜΑΘΗΜΑ:

ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΤΟΥ  $K^+$

ΜΩΥΣΗΣ ΕΛΙΣΑΦ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ

ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

# ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ $K^+$

ΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ  $K^+$ : 3.000-4.000mEq (50-55mEq/Kg), ΤΟ  
98% ΣΤΟΝ ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΟ ΧΩΡΟ

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ  $K^+$  ΣΤΟΝ ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΟ ΧΩΡΟ: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ  
ΑΝΤΛΙΑΣ  $K^+-Na^+$

ΤΟ  $K^+$  ΠΑΙΖΕΙ ΣΠΟΥΔΑΙΟ ΡΟΛΟ ΣΤΟΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ  
ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΣΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ  
ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ ΚΑΙ ΓΛΥΚΟΓΟΝΟΥ

ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΑ Ο ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ  $K^+$  ΣΤΑ  
ΚΥΤΤΑΡΑ/ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΟΥ  $K^+$  ΣΤΟΝ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟ ΧΩΡΟ  
ΕΙΝΑΙ Ο ΚΥΡΙΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΕΙ ΤΟ  
ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΗΡΕΜΙΑΣ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

## ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ $K^+$

1. ΔΙΑΝΟΜΗ  $K^+$  ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ
2. ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ  $K^+$

# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ $K^+$ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

(1)

## ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ

### 1. ΑΝΤΛΙΑ $K^+-Na^+$

Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ ΑΠΌ  
ΑΡΚΕΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ (ΘΥΡΟΞΙΝΗ, ΙΝΣΟΥΛΙΝΗ,  
ΚΑΤΕΧΟΛΑΜΙΝΕΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ  $K^+$ )

ΧΡΟΝΙΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ (ΚΑΡΔΙΑΚΗ Ή ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ) →

↓ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ $K^+$ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

(2)

---

## 2. ΚΑΤΕΧΟΛΑΜΙΝΕΣ

ΔΙΕΓΕΡΣΗ  $\beta_2$  ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ  $\rightarrow$  ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ  
ΚΥΤΤΑΡΑ (ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ  $K^+-Na^+$ )

STRESS  $\rightarrow$   $\uparrow$  ΚΑΤΕΧΟΛΑΜΙΝΩΝ  $\rightarrow$  ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ  
ΚΥΤΤΑΡΑ  $\rightarrow$   $\downarrow$   $K^+$  ( $\approx 0.5-0.6 \text{ mmol/L}$ )

## 3. ΙΝΣΟΥΛΙΝΗ



ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ (ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ  $K^+-Na^+$ )

# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ $K^+$ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

(3)

---

## 4. ΕΠΙΠΕΔΑ $K^+$ ΣΤΟΝ ΟΡΟ

→ ↑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ  $K^+$  → ↑  $K^+$  ΟΡΟΥ → ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

## 5. ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

→ ↑ ΑΤΡ → ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΑΤΡ-ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΩΝ ΔΙΑΥΛΩΝ  $K^+$  → ΕΞΟΔΟΣ  $K^+$  ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ → ΑΓΓΕΙΟΔΙΑΣΤΟΛΗ

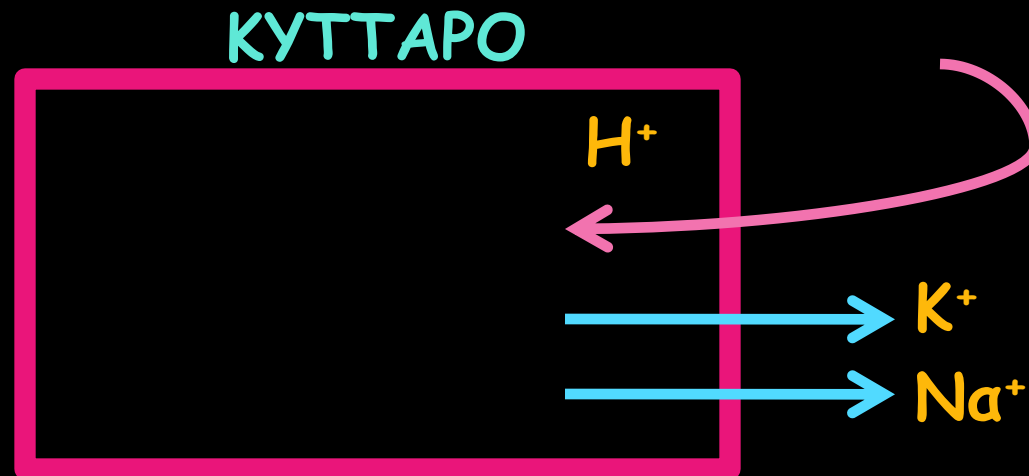
# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ $K^+$ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

(4)

## ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΙ

### 1. ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟ pH

ΟΞΕΩΣΗ → ΕΙΣΟΔΟΣ  $H^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ → ΕΞΟΔΟΣ  $K^+$  ΑΠΟ  
ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ → ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ



# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ $K^+$ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ (5)

---

## 2. ΑΛΚΑΛΩΣΗ

ΕΞΟΔΟΣ  $H^+$  ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΚΑΙ ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ  
→ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

## 3. ΥΠΕΡΩΣΜΩΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΥΠΕΡΩΣΜΩΤΙΚΟΤΗΤΑ → ΕΞΟΔΟΣ  $H_2O$  ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ →  
ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΕΞΟΔΟΣ  $K^+$  (↑ ΚΑΤΑ 0.4-0.8mmol/L ΓΙΑ ΚΑΘΕ  
ΚΑΤΑ 10mosmol/Kg ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ  $P_{osm}$ )

## 4. ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ →

ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ  $K^+$  ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ - ΑΝΤΙΘΕΤΑ ↑  
ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ → ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ



# ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$

Ο ΝΕΦΡΟΣ ΕΙΝΑΙ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ  $K^+$  (40-120mEq)

ΤΟ ΔΙΗΘΟΥΜΕΝΟ  $K^+$  ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΑΤΑΙ (90%) ΣΤΑ ΕΓΓΥΣ ΕΣΤΕΙΡΑΜΕΝΑ ΣΩΛΗΝΑΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΓΚΥΛΗ ΤΟΥ ΗΕΝΛΕ

ΠΑΘΗΤΙΚΑ

ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΕΑ  $Na^+ - K^+ - 2Cl^-$

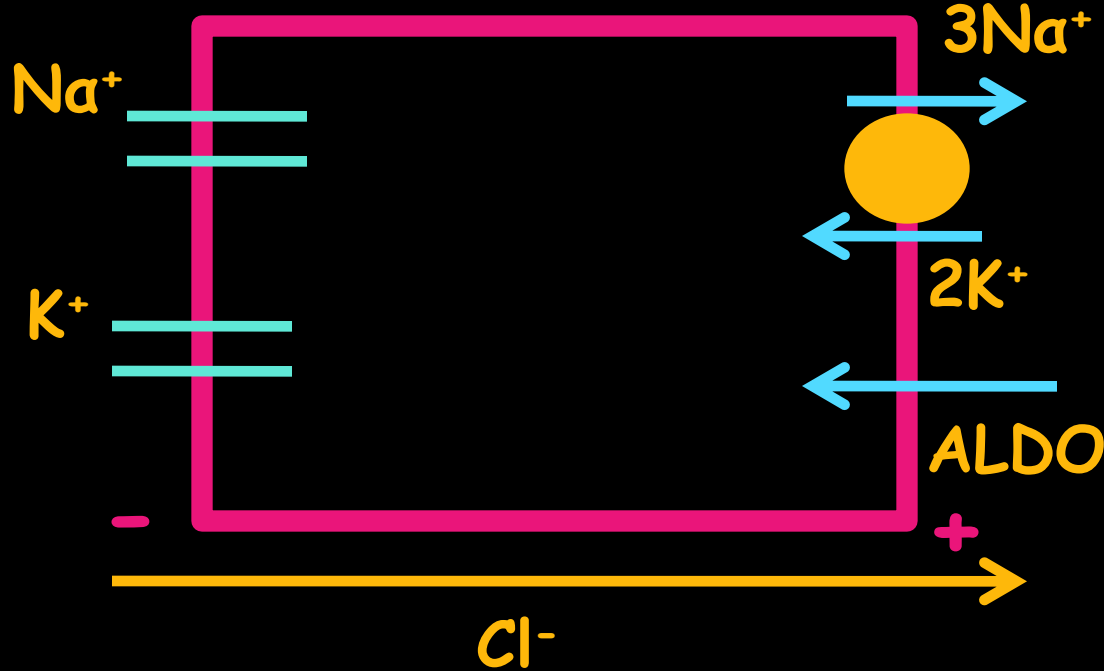
ΕΚΚΡΙΣΗ  $K^+$  ΣΤΟΝ ΑΠΩ ΝΕΦΡΩΝΑ  
(ΚΥΡΙΩΣ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ)

ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ  $K^+$  ΑΠΟ ΤΑ ΕΜΒΟΛΙΜΑ ΜΕΣΩ ΤΗΣ  $H^+ - K^+$ -  
ΑΤΡάσης Η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΟΠΟΙΑΣ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ  
ΟΤΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΡΝΗΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ  $K^+$

# ΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ (1)

ΑΥΛΟΣ

ΠΕΡΙΣΩΛΗΝΑΡΙΑΚΟ  
ΤΡΙΧΟΕΙΔΕΣ



## ΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ (2)

ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ  $K^+-Na^+ \rightarrow$

ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΕΞΟΔΟΣ  $K^+$  ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ  
ΔΙΑΥΛΩΝ  $K^+$

Η ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΕΞΟΔΟΣ ΕΠΗΡΕΑΖΕΤΑΙ:

- ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ ΚΑΙ ΑΥΛΟΥ
- ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ ΚΑΙ ΑΥΛΟΥ
- ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΑΤΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΟ  $K^+$  ΤΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ ΠΟΥ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΔΙΑΥΛΩΝ  $K^+$

# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΤΟΥ $K^+$ (1)

## 1. ΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΗ

↑ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ  $K^+$  → ↑  $K^+$  ΟΡΟΥ → ↑ ALDO

↑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ  
ΑΝΟΙΚΤΩΝ  
ΔΙΑΥΛΩΝ  $K^+$

↑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ  
 $K^+$ - $Na^+$ -ΑΤΡάσης

↑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ  
ΑΝΟΙΚΤΩΝ  
ΔΙΑΥΛΩΝ  $Na^+$

↑  $Na^+$  ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

↑ ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΤΟΥ  $Na^+$  →  
↑  $\Delta V$  → ↑ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

↑ ΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ  $Na^+$  ΜΕΣΩ ΤΗΣ  $K^+$ -  
 $Na^+$  ΑΤΡάσης ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ  $K^+$   
ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΤΟΥ $K^+$ (2)

## 2. $K^+$ ΟΡΟΥ

↑  $K^+$  → ↑ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$  ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΤΗΣ  
ΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΗΣ

## 3. ΑΠΩ ΣΩΛΗΝΑΡΙΑΚΗ ΡΟΗ

↑ ΑΠΩ ΡΟΗΣ → ↓ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ  $K^+$  ΣΤΟ ΣΩΛΗΝΑΡΙΑΚΟ  
ΥΓΡΟ → ↑ Δ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ → ↑ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΤΟΥ $K^+$ (3)

### 4. ΔΙΕΠΤΙΘΗΛΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ( $\Delta V$ )

Η  $\Delta V$  ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΕΡΗ ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ  
ΤΟΥ  $Na^+$  ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ  $Cl^-$

Η  $\uparrow \Delta V$  (ΜΕ ΤΟΝ ΑΥΛΟ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΟ ΑΡΝΗΤΙΚΑ)  $\rightarrow$

$\uparrow$  ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΔΙΑΥΛΩΝ  $Na^+$  (ΠΧ. ΜΕ ΑΜΙΛΟΡΙΔΗ)  $\rightarrow \downarrow$

ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ  $Na^+$  ΚΑΙ  $\downarrow$  ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΤΟΥ  $K^+$  (4)

#### 4. ΔΙΕΠΙΘΗΛΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ( $\Delta V$ )

ΠΑΡΟΥΣΙΑ  $Na^+$  ΜΕ ΕΝΑ ΑΝΙΟΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΑΤΑΙ  
(πχ. ΜΕ  $HCO_3^-$ )

ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ  $Na^+$  ΧΩΡΙΣ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ  $Cl^-$   
 $\rightarrow \uparrow \Delta V \rightarrow \uparrow$  ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

## ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ (1)

Κ<sup>+</sup> ΟΡΟΥ < 3.5mmol/L

### ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

A) ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ Κ<sup>+</sup>

B) ΕΙΣΟΔΟΣ Κ<sup>+</sup> ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ:

ΑΛΚΑΛΩΣΗ

ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΙΝΣΟΥΛΙΝΗΣ

β- ΑΔΡΕΝΕΡΓΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ (↑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΝΣ)

↑ ΑΝΑΒΟΛΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ



## ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ (2)

---

$K^+$  ΟΡΟΥ  $< 3.5 \text{ mmol/L}$

### ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

Γ) ΓΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ  $K^+$

Δ) ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ  $K^+$ : ↑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΑΛΑΤΟΚΟΡΤΙΚΟΕΙΔΩΝ

↑ ΑΠΩ ΡΟΗ (πχ. ΔΙΟΥΡΗΤΙΚΑ)

↑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ ΚΑΙ ΑΥΛΟΥ

ΥΠΟΜΑΓΝΗΣΙΑΙΜΙΑ → ΚΑΛΙΟΥΡΙΑ

# ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

---

$K^+$  ΟΡΟΥ  $>5\text{mmol/L}$

## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

A) ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ  $K^+$

B) ΕΞΟΔΟΣ  $K^+$  ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ: ΟΞΕΩΣΗ

ΕΛΛΕΙΨΗ ΙΝΣΟΥΛΙΝΗΣ

$\beta$ -ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΕΣ

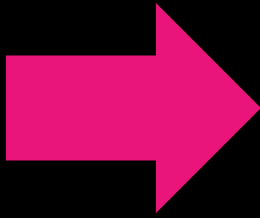
↑ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Γ) ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ  $K^+$ : ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

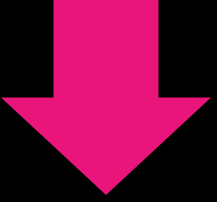
↓ ΑΠΩ ΡΟΗΣ

ΥΠΟΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΙΣΜΟΣ

ΕΛΛΕΙΨΗ  $K^+$



↑ ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ  $K^+$



↓ ΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΗΣ



↓ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

↓  $K^+$  ΣΩΛΗΝΑΡΙΑΚΩΝ  
ΚΥΤΤΑΡΩΝ

# ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΕΝΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ $K^+$

↑ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

ΕΙΣΟΔΟΣ  $K^+$  ΣΤΑ  
ΚΥΤΤΑΡΑ

↑  $K^+$  - $Na^+$  ΑΤΡάσης