

# ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

Μ. ΕΛΙΣΑΦ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ  
ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

# ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΟΥ $K^+$

---

ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

---

Ασυμπτωματικός ασθενής με ιδιοπαθή  
θρομβοκυττάρωση (αιμοπετάλια  $1 \times 10^6/L$ )  
εμφανίζει σε τυχαίο εργαστηριακό έλεγχο  
 $K^+$  6.7mEq/L,  $Na^+$  140mEq/L, κρεατινίνη  
0.8mg/dl. Το ΗΚΓ του ασθενή ήταν  
φυσιολογικό.

# ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (1)

( $K^+$  ορού  $>5.3mEq/L$ )

1) Αυξημένη πρόσληψη  $K^+$ :

μετάγγιση συντηρημένου αίματος

υποκατάστατα άλατος

2) Ψευδοϋπερκαλιαιμία σε ασθενείς με  $\uparrow$  λευκά ή  $\uparrow$

PLT

Διαβητικός ασθενής ηλικίας 48 ετών υπό αγωγή με ατενολόλη (50mg/ημέρα) και διγουανίδια εμφάνισε εμπύρετο από διημέρου και στη συνέχεια βαριά μυϊκή αδυναμία και σύγχυση. Το ΗΚΓ έδειξε οξυκόρυφα T και διεύρυνση των QRS διαστημάτων. Στον εργαστηριακό έλεγχο: γλυκόζη 450mg/dl, κρεατινίνη 2.8mg/dl, ουρία 190mg/dl,  $K^+$  ορού 8.3mEq/L,  $Na^+$  136mEq/L, αρτηριακό pH 7.07,  $HCO_3^-$  14mEq/L

# ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (2)

3) Έξοδος  $K^+$  από τα κύτταρα:

έλλειψη ινσουλίνης και υπεργλυκαιμία

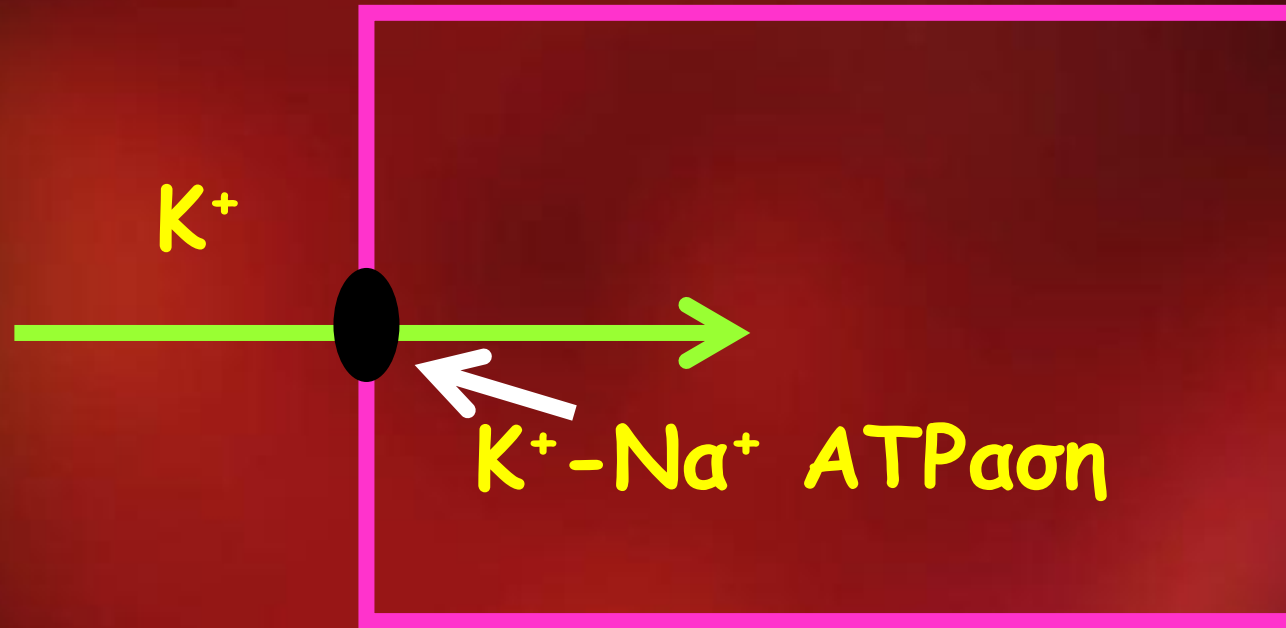
$\beta$ -αποκλειστές ( $<0.5mEq/L$ )

μεταβολική οξέωση

σωματική άσκηση

κυτταρικός καταβολισμός: κυτταροτοξικά φάρμακα,  
αιμόλυση

ΙΝΣΟΥΛΙΝΗ



ΚΑΤΕΧΟΛΑΜΙΝΕΣ

# ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (3)

---

3) Έξοδος  $K^+$  από τα κύτταρα:

έλλειψη ινσουλίνης και υπεργλυκαιμία

$\beta$ -αποκλειστές ( $<0.5mEq/L$ )

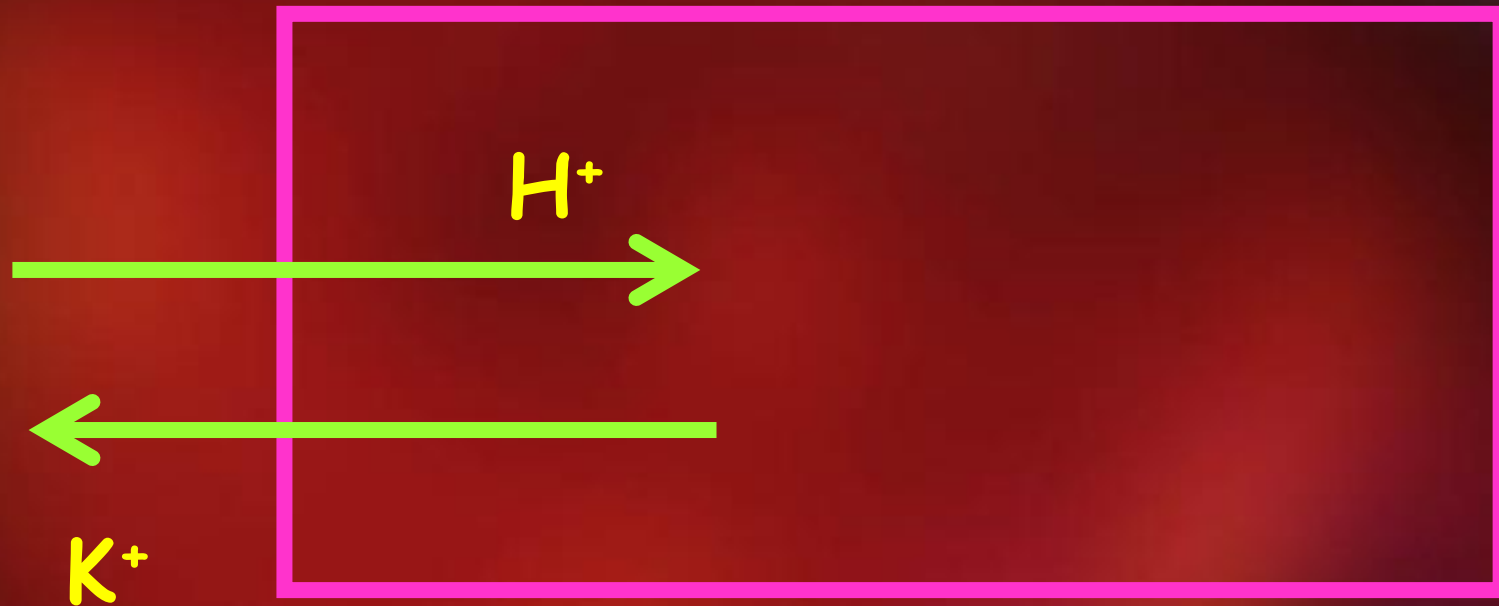
μεταβολική οξέωση

σωματική άσκηση

κυτταρικός καταβολισμός: κυτταροτοξικά φάρμακα,  
αιμόλυση

---

# ΟΞΕΩΣΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ



# ΥΠΕΡΩΣΜΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

↑ γλυκόζη → ↑  $P_{osm}$  → έξοδος  $H_2O$  από  
τα κύτταρα μαζί με  $K^+$  → ↑  $K^+$  ορού

# ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (4)

3) Έξοδος  $K^+$  από τα κύτταρα:

έλλειψη ινσουλίνης και υπεργλυκαιμία (+χορήγηση  
σωματοστατίνης)

$\beta$ -αποκλειστές ( $<0.5mEq/L$ )

μεταβολική οξέωση

σωματική άσκηση

κυτταρικός καταβολισμός: κυτταροτοξικά φάρμακα,  
αιμόλυση

# ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΟΓΚΩΝ

---

↑  $K^+$

↑  $PO_4^{3-}$

↑ ουρικό οξύ

↑ ουρία

↓  $Ca^{2+}$

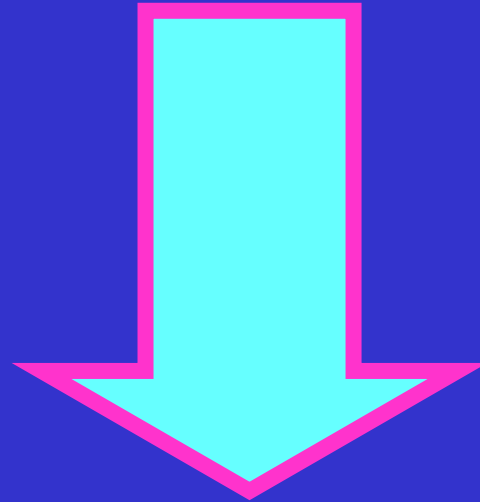
---

# A tumor lysis-like syndrome during therapy of visceral leishmaniasis

Μετά 3 ημέρες θεραπευτικής παρέμβασης

Ουρικό οξύ	9.8mg/dl (από 5.1mg/dl)
K <sup>+</sup>	5.9 mEq/L (από 4.1mEq/L)
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	5.2mg/dl (από 3.1mg/dl)

ΧΡΟΝΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ



ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ  
ΤΗΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

# ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (5)

---

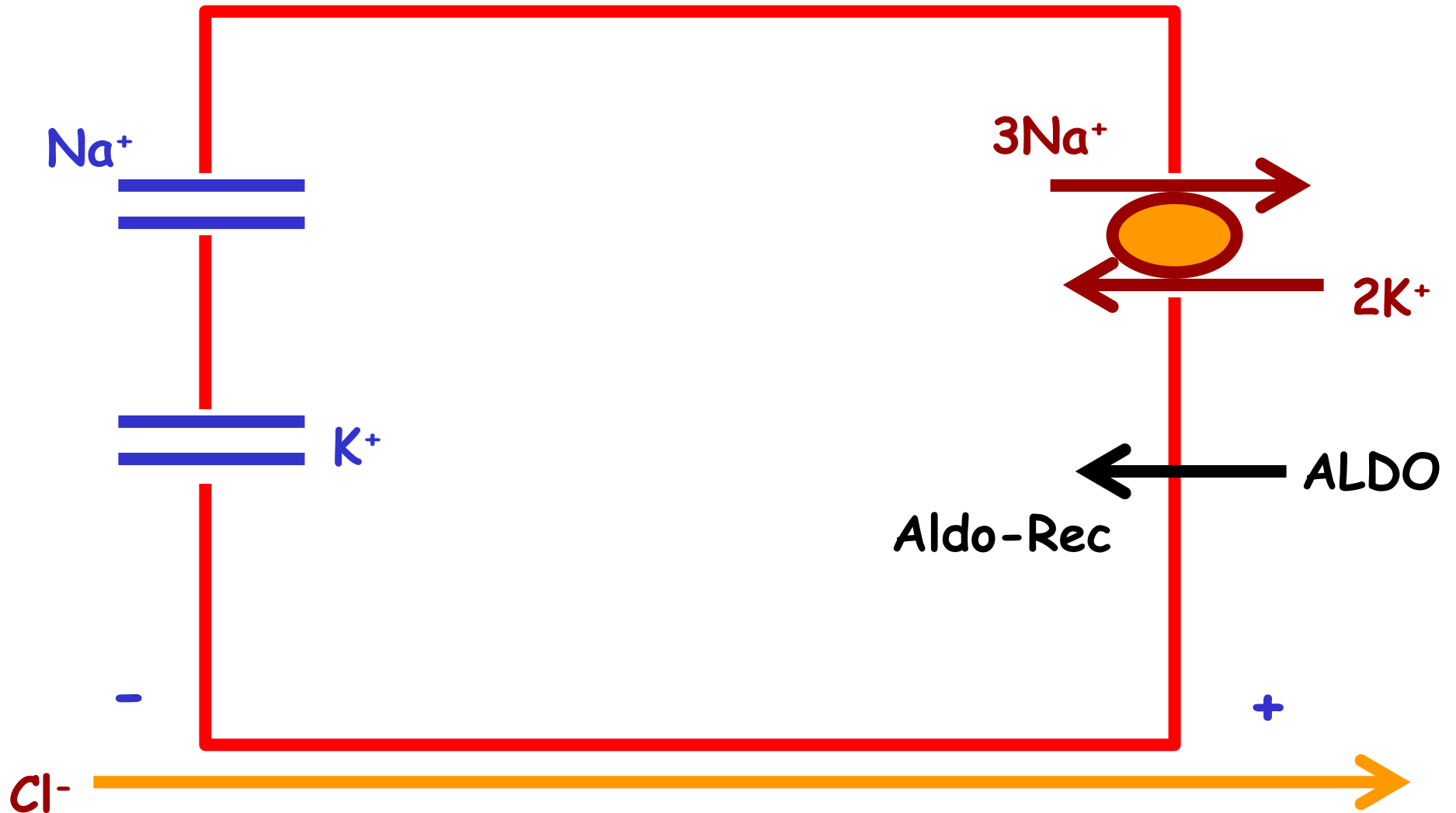
## 4) Μειωμένη νεφρική απέκκριση $K^+$

- νεφρική ανεπάρκεια
  - υποαλδοστερονισμός
  - υποογκαιμία
-

# ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ

Αυλός

Περισωληναριακό  
τριχοειδές



# ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΙΣΜΟΥ

❑ Επινεφριδιακή ανεπάρκεια (νόσος Addison)

❑ Υπορενιναιμικός υποαλδοστερονισμός

❑ Φάρμακα (το πιο συχνό αίτιο υπερκαλιαιμίας στην κλινική πράξη)

# ΥΠΟΡΕΝΙΝΑΙΜΙΚΟΣ ΥΠΟΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΙΣΜΟΣ

- Ήπια ασυμπτωματική υπερκαλιαιμία
- Μικρού βαθμού έκπτωση της νεφρικής λειτουργίας
- Σε έδαφος σακχαρώδη διαβήτη (50% των περιπτώσεων)
- Συνυπάρχει ήπια υπερχλωραιμική μεταβολική οξέωση

Ασθενής ηλικίας 63 ετών με σακχαρώδη διαβήτη τύπου ΙΙ υπό αγωγή με μετφορμίνη, κιναπρίλη και αμλοδιπίνη εμφάνισε λοίμωξη του ουροποιητικού και έλαβε θεραπεία με κοτριμοξαζόλη (Septrin forte 1X2 ημερησίως). Τρεις ημέρες μετά εμφάνισε έντονη μυϊκή αδυναμία. Ο εργαστηριακός έλεγχος έδειξε: σάκχαρο:160mg/dl, ουρία: 60mg/dl, κρεατινίνη: 1.6mg/dl, K<sup>+</sup>: 7.2mmol/L, Cl<sup>-</sup>: 110mmol/L, Na<sup>+</sup>:134mmol/L, pH: 7.33, PCO<sub>2</sub>: 32mmHg και HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 16mmol/L.

Η υπερκαλιαιμία οφείλεται κυρίως

α) στην υπεργλυκαιμία

β) στην οξέωση

γ) σε μείωση της νεφρικής απέκκρισης  $K^+$

δ) σε αύξηση της διαιτητικής πρόσληψης  $K^+$

ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΥ ΒΑΘΜΟΥ  
ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ  
ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ  
ΟΤΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΜΕΙΩΣΗ  
ΤΗΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ  $K^+$

Η μείωση της νεφρικής απέκκρισης  $K^+$  οφείλεται σε όλα τα κατωτέρω, εκτός από:

- α) στην έκπτωση της νεφρικής λειτουργίας
- β) στη χορήγηση κιναπρίλης
- γ) στη χορήγηση κοτριμοξαζόλης
- δ) στη χορήγηση αμλοδιπίνης

---

Siamopoulos KC, Elisaf M, Katopodis K

Iatrogenic hyperkalemia - points to consider in diagnosis and management

---

Nephrol Dial Transplant 1997;13: 2402-2406

# ΦΑΡΜΑΚΑ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΟΥΝ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ $K^+$

➤ Έξοδος  $K^+$  από τα κύτταρα:  $\beta$ -αποκλειστές

➤ Μείωση της δραστηριότητας του άξονα ρενίνης-αγγειοτενσίνης:

ΑΜΕ

ανταγωνιστές των υποδοχέων της ΑΙΙ

μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη

ηπαρίνη

➤ Αναστολή της απέκκρισης  $K^+$ : σπειρονολακτόνη

αμιλορίδη

τριμεθοπρίμη

# ΑΜΕ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ $K^+$

ΑΜΕ  $\rightarrow$   $\downarrow$  σύνθεσης της αλδοστερόνης  $\rightarrow$   $\uparrow$   $K^+$  ορού

Μικρή αύξηση ( $\approx 0.4 \text{ mmol/L}$ ) σε άτομα με φυσιολογική νεφρική λειτουργία

Σημαντική αύξηση σε άτομα με έκπτωση της νεφρικής λειτουργίας, υπορενιναιμικό υποαλδοστερονισμό, ή όταν χορηγούνται άλλα φάρμακα που επηρεάζουν την ομοιοστασία του  $K^+$

# ΦΑΡΜΑΚΑ ΠΟΥ ΑΥΞΑΝΟΥΝ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ $K^+$

➤ Έξοδος  $K^+$  από τα κύτταρα:  $\beta$ -αποκλειστές

➤ Μείωση της δραστηριότητας του άξονα ρενίνης-αγγειοτενσίνης:

ΑΜΕ

ανταγωνιστές των υποδοχέων της ΑΙΙ

μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη

ηπαρίνη

➤ Αναστολή της απέκκρισης  $K^+$ : σπειρονολακτόνη

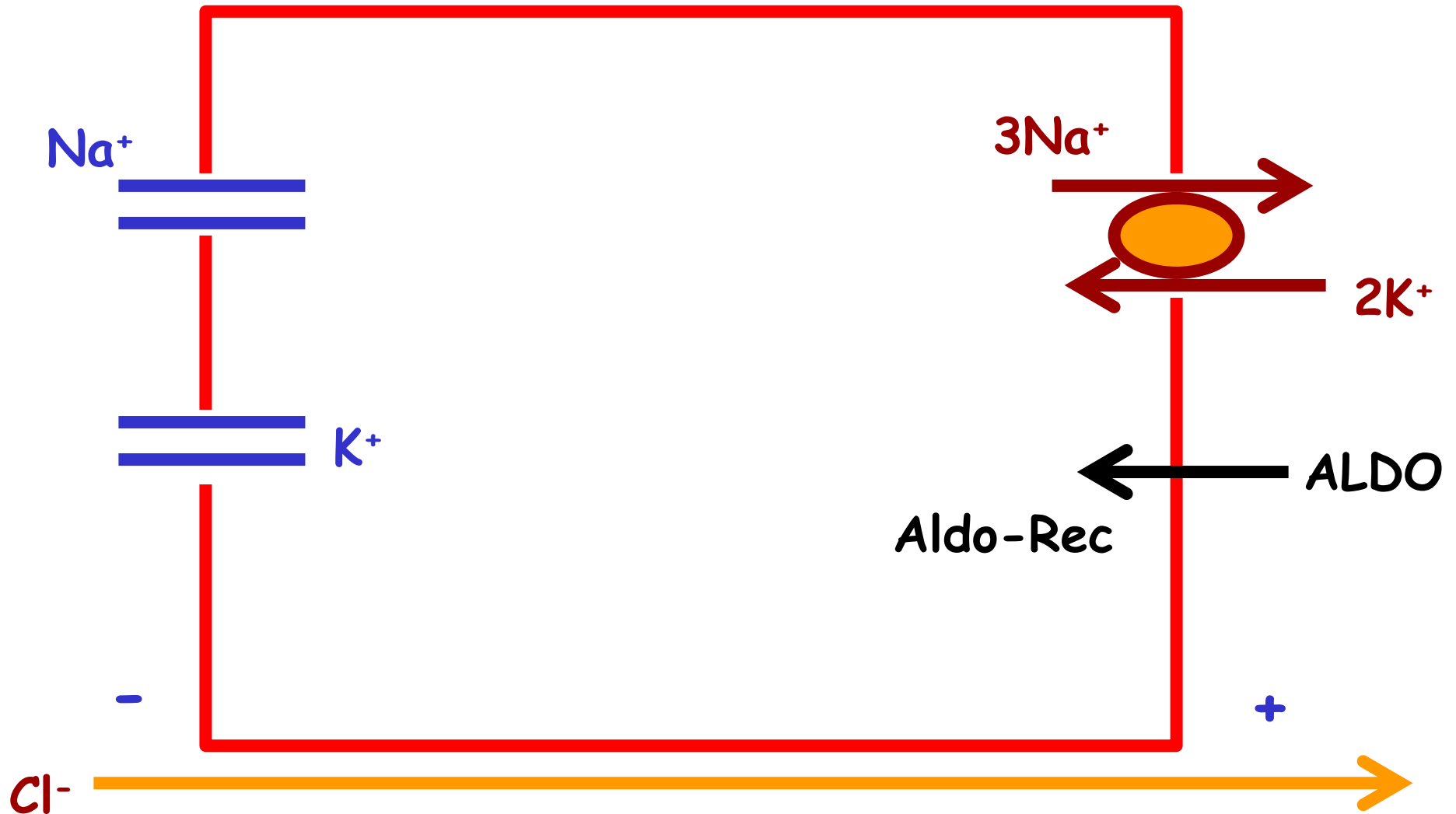
αμιλορίδη

τριμεθοπρίμη

# ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ

Αυλός

Περισωληναριακό  
τριχοειδές



# ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ

Αυλός

Περισωληναριακό  
τριχοειδές



ΣΧΟΛΙΟ: ↓ επαναρρόφησης  $\text{Na}^+$  ⇒ ↓  $\Delta V$  ⇒ ↓ απέκκρισης  $\text{K}^+$

Όλα τα παρακάτω φάρμακα δεν πρέπει να χορηγηθούν στον ασθενή, εκτός από:

α) σπειρονολακτόνη

β) ηπαρίνη

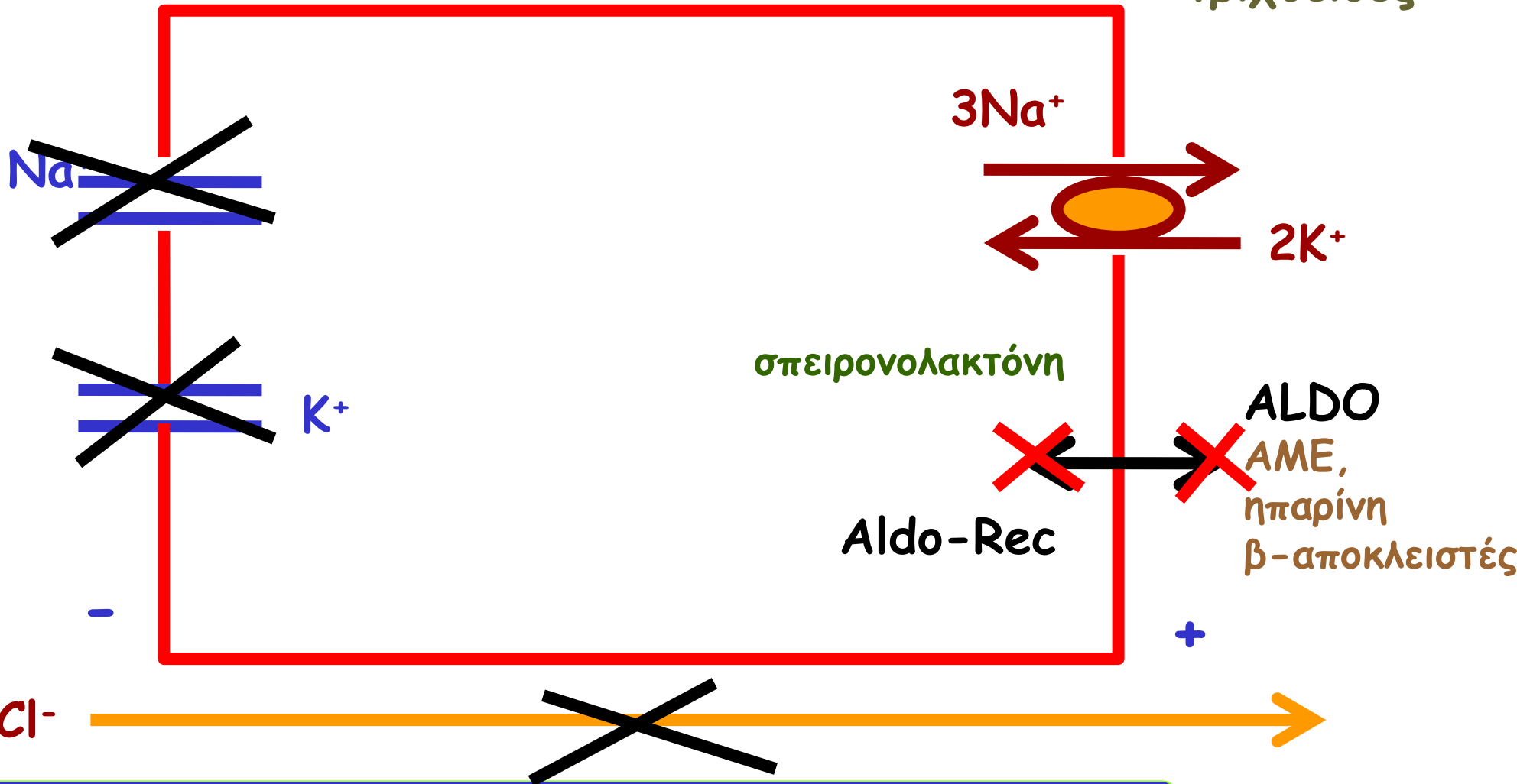
γ) φουροσεμίδη

δ) β-αποκλειστές

# ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ

Αυλός

Περिसωληναριακό  
τριχοειδές



**ΣΧΟΛΙΟ:** ↓ αλδοστερόνης → ↓ απέκκρισης  $\text{K}^+$

# ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

➤ Σπειρονολακτόνη + ΑΜΕ (καρδιακή ανεπάρκεια)

➤ Αμιλορίδη + ΑΜΕ (υπέρταση)

➤ β-αποκλειστές + ΑΜΕ σε διαβητικούς ασθενείς  
(υπορενιναιμικός υποαλδοστερονισμός)

➤ ΑΜΕ + ηπαρίνη (καρδιακή ανεπάρκεια)

➤ Τριμεθοπρίμη + ΑΜΕ (ουρολοίμωξη σε  
διαβητικούς ασθενείς)

Διαταραχές των ηλεκτρολυτών σε ασθενείς με  
καρδιακή ανεπάρκεια: Καρδιακή ανεπάρκεια  
2004;4: 167-176

ΙΔΙΑΤΕΡΗ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ  
ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ: β-αποκλειστές

+

ΑΜΕ

+

Σπειρονολακτόνη

Hyperkalemia ( $K^+ > 5.3 \text{mEq/L}$ ) in 9.3% of CHF patients

---

Μετά τη διακοπή της κιναπρίλης και της τριμεθοπρίμης ο εργαστηριακός έλεγχος έδειξε:

κρεατινίνη: 1.5mg/dl, K<sup>+</sup>: 5.7mmol/L,  
Cl<sup>-</sup>: 109mmol/L, Na<sup>+</sup>: 134mmol/L και  
pH: 7.34

---

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΡΕΝΙΝΑΙΜΙΚΟΥ ΥΠΟΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΙΣΜΟΥ

---

✓ Δίαιτα χαμηλή σε  $K^+$

+

Φουροσεμίδη

✓ Φθοριοϋδροκορτιζόνη (0.2-1mg/ημέρα)

---

# ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ

---

- ❑ Μυϊκή αδυναμία
  - ❑ Καρδιακές αρρυθμίες-ΗΚΓ ευρήματα
-

# ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (1)

✓ Σταθεροποίηση των κυτταρικών μεμβρανών

Χορήγηση γλυκονικού  $\text{Ca}^{2+}$  (10ml διαλύματος 10% σε 2' -3' )

ΟΧΙ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΠΟΥ ΠΑΙΡΝΟΥΝ  
ΔΑΚΤΥΛΙΤΙΔΑ

# ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (2)

Είσοδος του  $K^+$  στα κύτταρα:

α) 1L ορού δεξτρόζης + 15-20 μονάδες κρυσταλλικής ινσουλίνης  $\rightarrow$   $\downarrow$   $K^+$  κατά 0.5-1.5mEq/L, έναρξη σε 1h

β) Χορήγηση  $NaHCO_3$  (44-50mEq)

γ) χορήγηση  $\beta$ -διεγερτών

# ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΕΡΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (3)

Απομάκρυνση του  $K^+$  από τον οργανισμό:

- ✓ Διουρητικά
- ✓ Ρητίνες ανταλλαγής ιόντων
- ✓ Εξωνεφρική κάθαρση

# ΥΠΟΚΑΛΙΣΤΑΙΜΙΑ ( $K^+$ ορού $< 3.5 mEq/L$ ) (1)

- Μειωμένη πρόσληψη  $K^+$
- Αναδιανομή του  $K^+$

## Αλκάλωση

### Ινσουλίνη

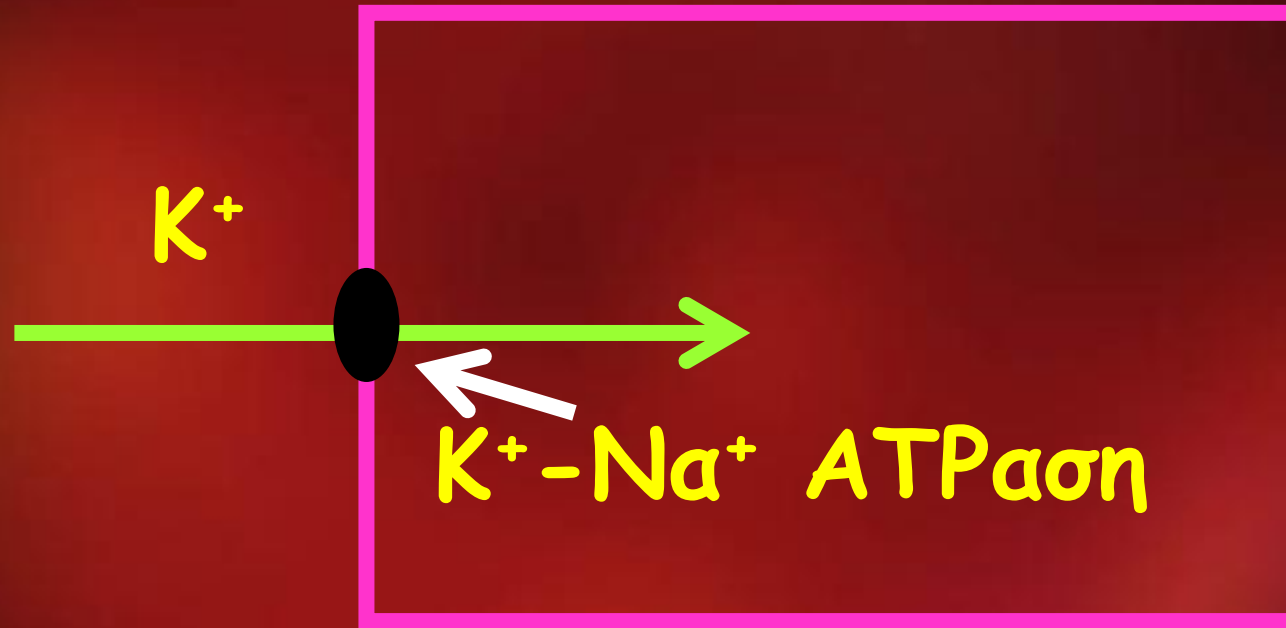
Αυξημένη  $\beta$ -αδρενεργική δραστηριότητα:  
stress, υπογλυκαιμία, τρομώδες παραλήρημα,  
τοξίκωση από θεοφυλλίνη,  $\beta$ -διεγέρτες

Θεραπεία αναιμίας με B12 ή λευκοπενίας με  
αυξητικούς παράγοντες

# ΑΛΚΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ $K^+$



ΙΝΣΟΥΛΙΝΗ



ΚΑΤΕΧΟΛΑΜΙΝΕΣ

# ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ ( $K^+$ ορού $< 3.5 \text{mEq/L}$ ) (2)

➤ Αυξημένες ΓΕΣ απώλειες  $K^+$

➤ Αυξημένες νεφρικές απώλειες  $K^+$

# ΑΙΤΙΑ ΚΑΛΙΟΥΡΙΑΣ (1)

- Διουρητικά (δοσοεξαρτώμενη μείωση των επιπέδων του  $K^+$ )
- Αυξημένη δραστηριότητα αλατοκορτικοειδών  
Πρωτοπαθής αλδοστερονισμός (αδένωμα/υπερπλασία)  
νόσος Cushing-έκτοπη έκκριση ACTH

---

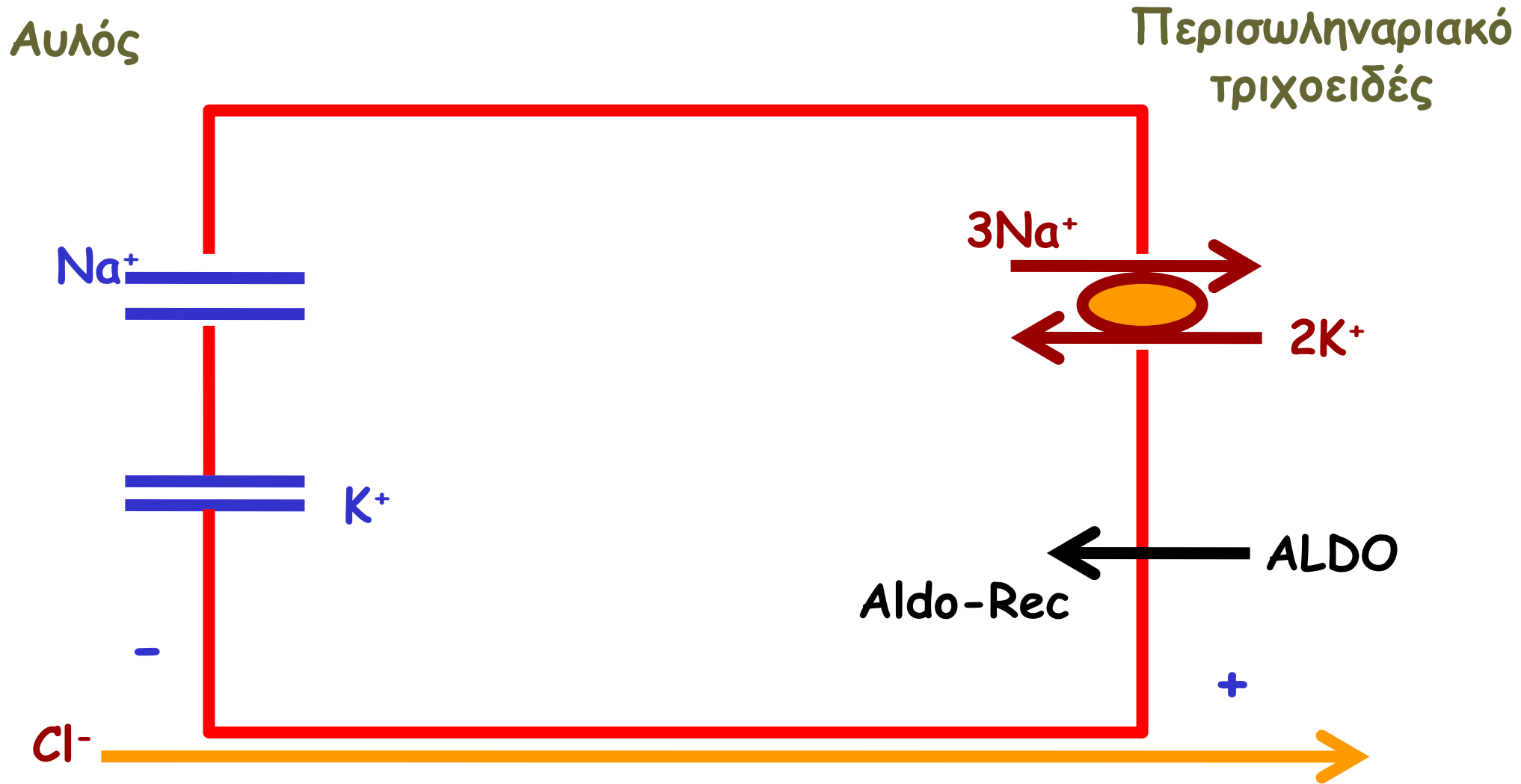
**ΥΠΕΡΤΑΣΗ + ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ**  
(που δεν οφείλεται σε διουρητικά)



**ΠΡΩΤΟΠΑΘΗΣ ΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΙΣΜΟΣ**

---

# ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ



**ΣΧΟΛΙΟ**  $\Rightarrow$   $\uparrow$  σωληναριακής ροής  $\Rightarrow$   $\downarrow$   $\text{K}^+$  στο σωληναριακό υγρό  $\Rightarrow$   $\uparrow\Delta$  συγκέντρωσης μεταξύ κυττάρων και αυλού  $\Rightarrow$   $\uparrow$  απέκκρισης  $\text{K}^+$  (διουρητικά, υπερασβεστιαμία, λυσοζυμουρία, νεφροπάθεια με απώλεια  $\text{Na}^+$ )

# ΑΙΤΙΑ ΚΑΛΙΟΥΡΙΑΣ (3)

- Αυξημένη άπω σωληναριακή ροή:  
διουρητικά, υπερασβεστιαμία, οξεία λευχαιμία,
- Επαναρρόφηση  $\text{Na}^+$  με ένα μη επαναρροφήσιμο ανιόν (+ υποογκαιμία): έμετοι, ΔΚΟ, καρβενικιλίνη
- Νεφροσωληναριακή οξέωση

**ΥΠΕΡΑΣΒΕΣΤΙΑΙΜΙΑ**



**Διαταραχή της συμπυκνωτικής ικανότητας**



**Αυξημένη άπω σωληναριακή ροή**



**Καλιουρία**



**Υποκαλιαιμία**

# ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΕΡΑΣΒΕΣΤΙΑΙΜΙΑ (n=76)

## Αριθμός ασθενών

Υποκαλιαιμία	8
Υπερνατριαιμία	4
Υπομαγνησισαιμία	8
Υποφωσφαταιμία	9
Υπονατριαιμία	3
Υπερκαλιαιμία	3

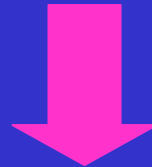
**ΟΞΕΙΑ ΛΕΥΧΑΙΜΙΑ (ΜΟΝΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ή  
ΜΥΕΛΟΜΟΝΟΚΥΤΤΑΡΙΚΗ)**



**Λυσοζυμουρία**



**σωληναριακή διαταραχή**



**καλιουρία**



**Υποκαλιαιμία**

Milionis HJ, Bourantas KL, Siamopoulos  
KC, Elisaf MS

---

Acid-base and electrolyte abnormalities  
in patients with acute leukemia

---

Am J Hematol 1999;62: 201-207

# ΟΞΕΙΑ ΛΕΥΧΑΙΜΙΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

## Επίπτωση

Υποκαλιαιμία	63%
--------------	-----

Υπομαγνησισαιμία	30.3%
------------------	-------

Υποφωσφαταιμία	31.8%
----------------	-------

Υπασβεστιαίμια	45.4%
----------------	-------

Υπονατριαίμια	9%
---------------	----

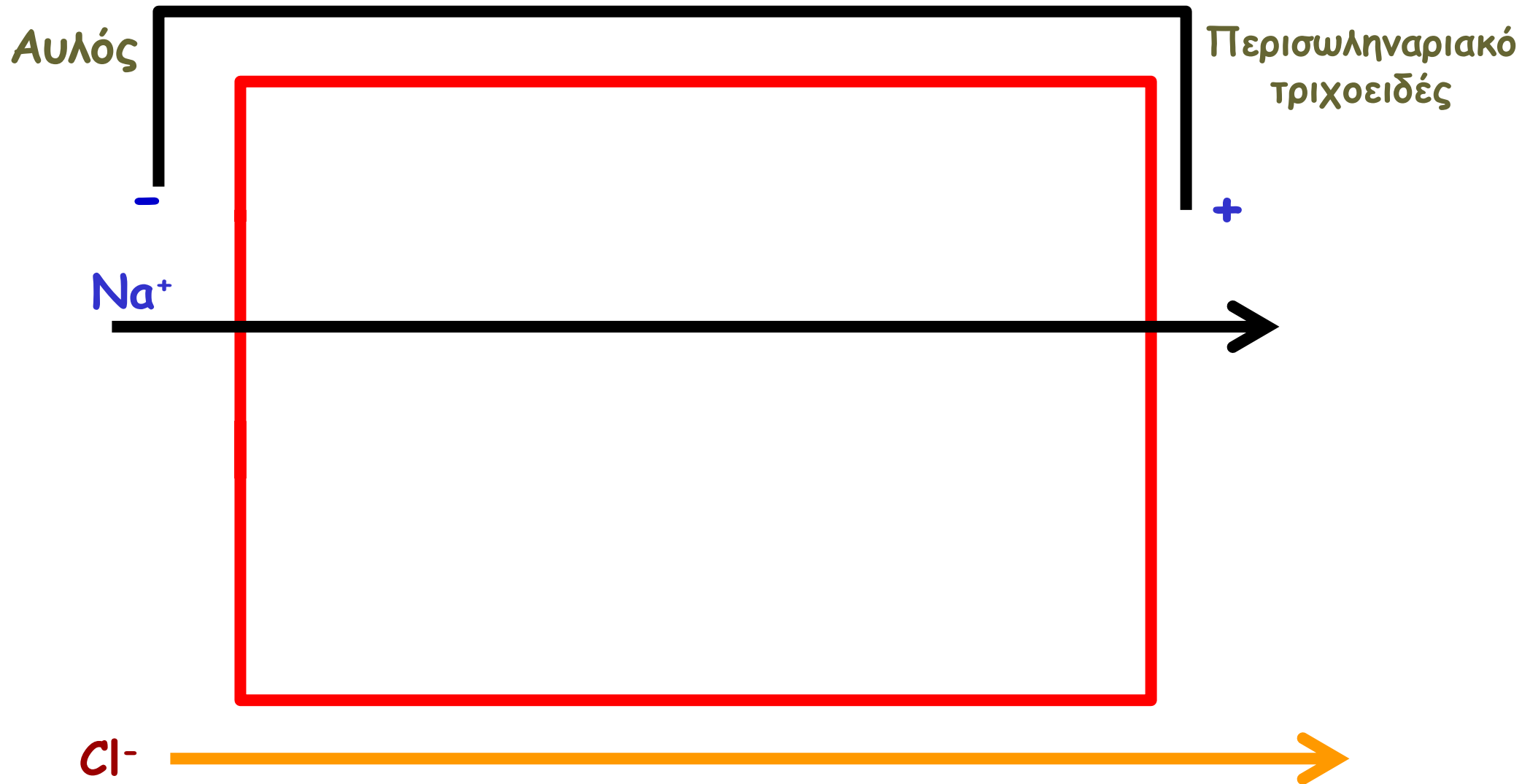
# Alterations in electrolyte equilibrium in patients with acute leukemia

Filippatos TD et al: Eur J Haematol 2005;75: 449-460

# ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ

Υπό φυσιολογικές συνθήκες

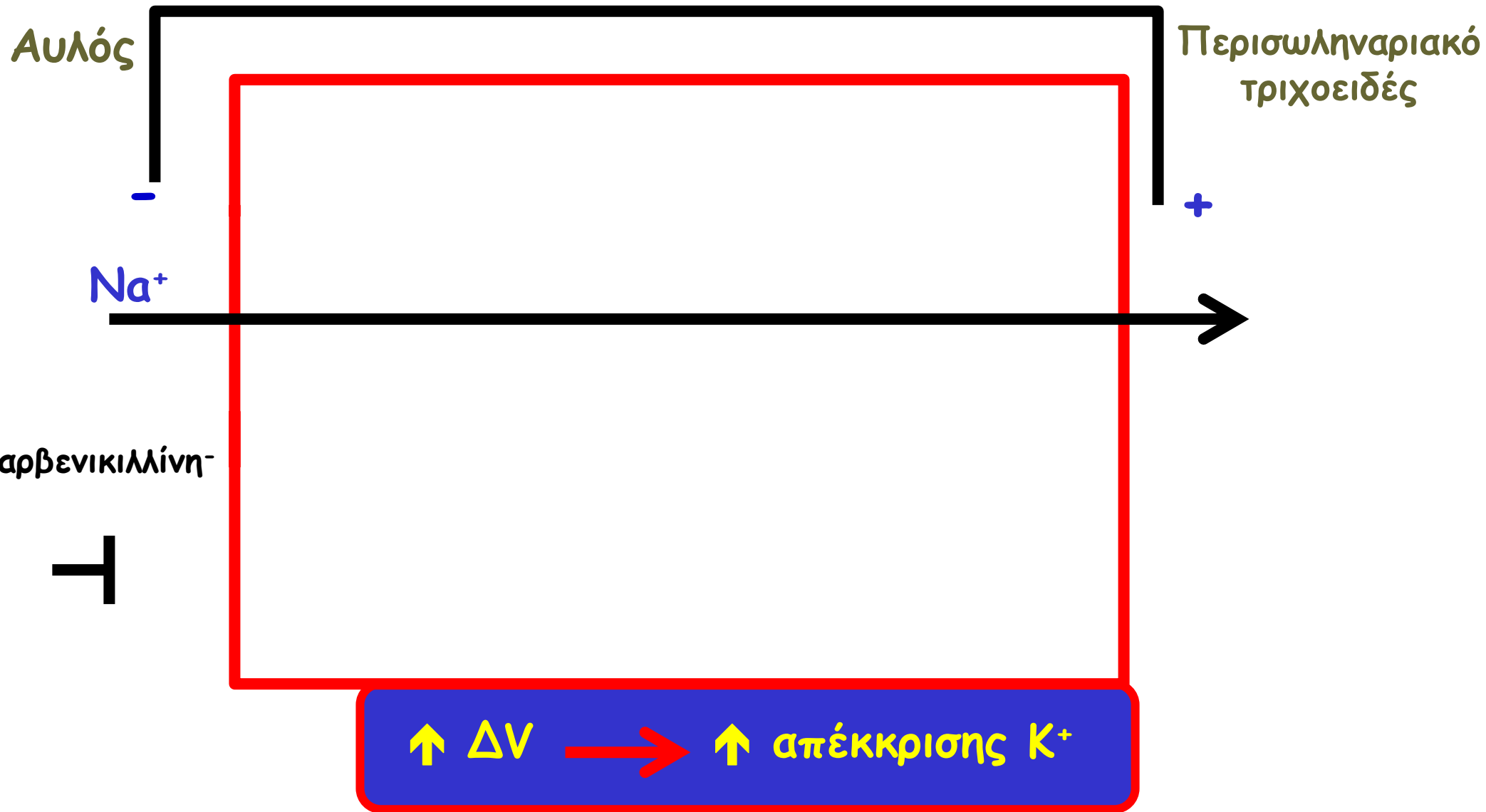
-48mV



# ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ

## Χορήγηση καρβενικιλίνης

-83mV



# ΑΙΤΙΑ ΚΑΛΙΟΥΡΙΑΣ (4)

---

➤ Αυξημένη άπω σωληναριακή ροή:

διουρητικά, υπερασβεστιαμία, οξεία λευχαιμία,

➤ Επαναρρόφηση  $\text{Na}^+$  με ένα μη επαναροφήσιμο ανιόν: π.χ. χορήγηση καρβενικιλίνης (άλας νατρίου)

➤ Νεφροσωληναριακή οξέωση

---

Ασθενής 52 ετών καπνιστής εμφανίζει επίμονο ξηρό βήχα από τριμήνου. Τις τελευταίες ημέρες ο ασθενής εμφάνισε προοδευτικά επιδεινούμενη μυϊκή αδυναμία. Ο εργαστηριακός έλεγχος έδειξε σάκχαρο: 82mg/dl,  $K^+$  ορού: 2.5mmol/L, pH: 7.52,  $PCO_2$ : 46mmHg και  $HCO_3^-$ : 32mmol/L.



Όλα τα παρακάτω προκαλούν υποκαλιαιμία και μεταβολική αλκάλωση εκτός από:

α) έμετοι

β) διάρροιες

γ) διουρητικά

δ) αυξημένη δράση γλυκο - και αλατοκορτικοειδών



Όλες οι παρακάτω εξετάσεις θεωρούνται απαραίτητες για την αιτιολογική διάγνωση της υποκαλιαιμίας, εκτός από:

α)  $K^+$  ούρων

β)  $Mg^{2+}$  ορού

γ) μέτρηση της ΑΠ

δ) προσδιορισμός  $Na^+$  του ορού

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ

Αέρια αρτηριακού αίματος

$K^+$  ούρων

$Mg^{2+}$  ορού

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (1)

---

Υποκαλιαιμία + μεταβολική αλκάλωση:

Έμετοι

Διουρητικά

Αυξημένη δραστηριότητα γλυκο/αλατοκορτικοειδών

---

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (2)

---

Υποκαλιαιμία + μεταβολική οξέωση:

Διάρροιες

Σακχαρώδης διαβήτης

ΝΣΟ

---

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (3)

---

Αέρια αρτηριακού αίματος

$K^+$  ούρων

$Mg^{2+}$  ορού

---

# K<sup>+</sup> ούρων και Δ.Δ. της υποκαλιαιμίας

↓ K<sup>+</sup> ούρων (<20mmol/L)



Υποκαλιαιμία εξωνεφρικής  
αιτιολογίας



↓ πρόσληψη

Είσοδος K<sup>+</sup> στα κύτταρα

ΓΕΣ απώλειες K<sup>+</sup>

↑ K<sup>+</sup> ούρων (>25mmol/L)



Υποκαλιαιμία νεφρικής  
αιτιολογίας

M. Elisaf et al: Postgrad Med J 1995;71: 211-212

M Elisaf et al: Q J Med 2000;93: 318

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ (4)

Αέρια αρτηριακού αίματος

$K^+$  ούρων

$Mg^{2+}$  ορού

# ΥΠΟΜΑΓΝΗΣΙΑΙΜΙΑ

(χρόνιος αλκοολισμός, cisplatin, αμινογλυκοσίδες,  
αμφοτερικίνη, διαβήτης)



ΑΥΞΗΣΗ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ K<sup>+</sup>



ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ  
(+ ΥΠΑΣΒΕΣΤΙΑΙΜΙΑ)

Elisaf M, Milionis H, Siamopoulos KC

---

*Hypomagnesemic hypokalemia and hypocalcemia: Clinical and laboratory characteristics*

---

Miner Electrolyte Metab 1997;23: 105-112

Elisaf M, Merkouropoulos M, Tsianos  
EV, Siamopoulos KC

---

*Acid-base and electrolyte abnormalities  
in alcoholic patients*

---

Miner Electrolyte Metab 1994;20: 274-281

# ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΕ ΑΛΚΟΟΛΙΚΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ (n=127)

Υποκαλιαιμία 12.6%

Υπομαγνησισαιμία 29.9%

Υπονατριαιμία 17.3%

Υποφωσφαταιμία 29.1%

Υπασβεστιαίμία 20.5%

Το  $K^+$  του δείγματος ούρων ήταν  $55\text{mmol/L}$  και το  $Mg^{2+}$  του ορού  $1\text{mmol/L}$ . Τα επίπεδα της ΑΠ ήταν  $140/90\text{mmHg}$

# ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$

- Διουρητικά
- Υπομαγνησισαιμία
- Απορυθμισμένος σακχαρώδης διαβήτης
- Νεφροσωληναριακή οξέωση
- Χορήγηση φαρμάκων ως αλάτων  $Na^+$  (καρβενικιλίνη, τικαρσιλλίνη.....)
- Σημαντικού βαθμού μεταβολική αλκάλωση (π.χ. πυλωρική στένωση)
- Αυξημένη δραστηριότητα γλυκο/αλατοκορτικοειδών

# ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΥΠΕΡΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΣΤΗ

---

## ΠΑΡΑΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗ



↑ κορτιζόλης και άλλων αλατοκορτικοειδών



Καλιουρία

Μεταβολική αλκάλωση

Υποκαλιαιμία

---

Konstantinidis A, Elisaf M, Panteli K,  
Constantopoulos S

---

Severe muscle weakness due to  
hypokalemia as a manifestation of  
small-cell carcinoma

---

Respiration 1999;66: 269-272

Ασθενής 76 ετών με πνευμονικό διήθημα και υποκαλιαιμία

Β. Τσιμιχόδημος και συν.: Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής 2004; 21: 51-62

# ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ: ΚΛΙΝΙΚΟ- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Μυϊκή αδυναμία-παράλυση-ειλεός

Καρδιακές αρρυθμίες (+ ΗΚΓ ευρήματα)

Ραβδομύλυση ( $K^+$  ορού  $< 2.5 mEq/L$ )

Διαταραχές της νεφρικής λειτουργίας:

απώλεια συμπυκνωτικής ικανότητας  $\rightarrow$  πολυουρία

$\uparrow$  παραγωγής  $NH_3$   $\rightarrow$  ΗΠΑΤΙΚΟ ΚΩΜΑ ΣΕ  
ΚΙΡΡΩΣΗ

# ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ

Χορήγηση KCl Per os ή παρεντερικά

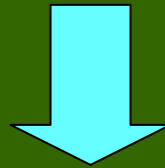
Χορήγηση KCl σε υπότονα νατριούχα διαλύματα

Μέγιστη ποσότητα  $K^+$ :  $\Rightarrow$  60mEq/L ( $\approx$  4amp)

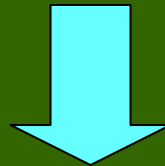
Συνήθης ποσότητα  $K^+$ :  $\longrightarrow$  40mEq/L ( $\approx$  3amp)

Ρυθμός χορήγησης  $K^+$ :  $\longrightarrow$  10-20mEq/h

**ΤΡΟΦΕΣ ΠΛΟΥΣΙΕΣ ΣΕ  $K^+$**   
**(μπανάνες, χυμοί φρούτων)**



**περιέχουν φωσφορικά και κιτρικά**



**↓ πιθανότητας διόρθωσης  
της αλκαλαιμίας και υποκαλιαιμίας**

**KCl**

**vs**

**KHCO<sub>3</sub>**

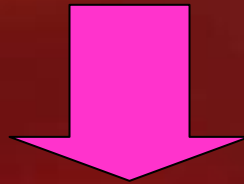


**δεν εισέρχεται στα  
κύτταρα**

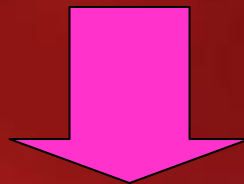


**εισέρχεται  
στα κύτταρα**

ΑΛΑΤΙ ΠΛΟΥΣΙΟ ΣΕ  $K^+$



περιέχει 50-65 mEq  $K^+$ /teaspoon μαζί με  $Cl^-$



γρήγορη διόρθωση υποκαλιαιμίας/αλκαλαιμίας

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ  
ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ H<sub>2</sub>O:

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ &  
ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

$$P_{\text{osm}} = 2 \times \text{Na}^+ \text{ (mmol/L)} + \frac{\text{γλυκόζη (mg/dl)}}{18} + \frac{\text{ουρία (mg/dl)}}{6}$$

(mosmol/kg)

$$P_{osm} = 2 \times Na^+ + \text{γλυκόζη}/18 + \text{ουρία}/6$$

Η  $P_{osm}$  εξαρτάται από το  $Na^+$  του ορού

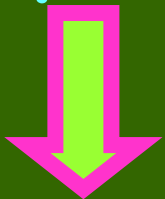
Το  $Na^+$  του ορού καθορίζει την τονικότητα των υγρών του οργανισμού δηλαδή τη διακίνηση του  $H_2O$  διαμέσου των κυτταρικών μεμβρανών και επομένως τον όγκο των κυττάρων

## Υπονατριαιμία



↓  $P_{osm}$  → είσοδος  $H_2O$  στα κύτταρα → οίδημα  
κυττάρων

## Υπερνατριαιμία:



↑  $P_{osm}$  → έξοδος  $H_2O$  από τα κύτταρα → κυτταρική  
αφυδάτωση


$$\text{Na}^+ \text{ ορού} = \frac{\text{Na}^+_e + \text{K}^+_e}{\text{Ολικό H}_2\text{O}}$$

$\text{Na}^+_e + \text{K}^+_e$  : ολικό ανταλλάξιμο  $\text{Na}^+$  και  $\text{K}^+$



# ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

$$\text{Na}^+ \text{ ορού} = \frac{\text{Na}_e^+ + \text{K}_e^+}{\text{Ολικό H}_2\text{O}}$$



---

Πρόσληψη  $H_2O$



↓  $P_{osm}$



↓ ADH



Απέκκριση  $H_2O$



Νορμονατριαιμία

---

# ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

## ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

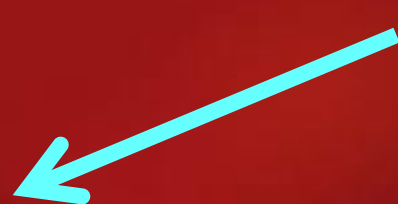


πρόσληψη υπερβολικής ποσότητας  $H_2O$  (ψυχογενής πολυδιψία)

ή διαταραχή της ικανότητας απέκκρισης  $H_2O$



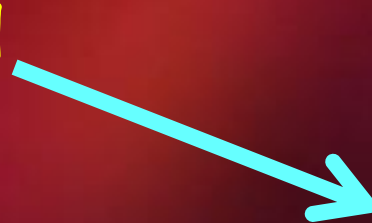
↑↑ ADH



Υποογκαιμία

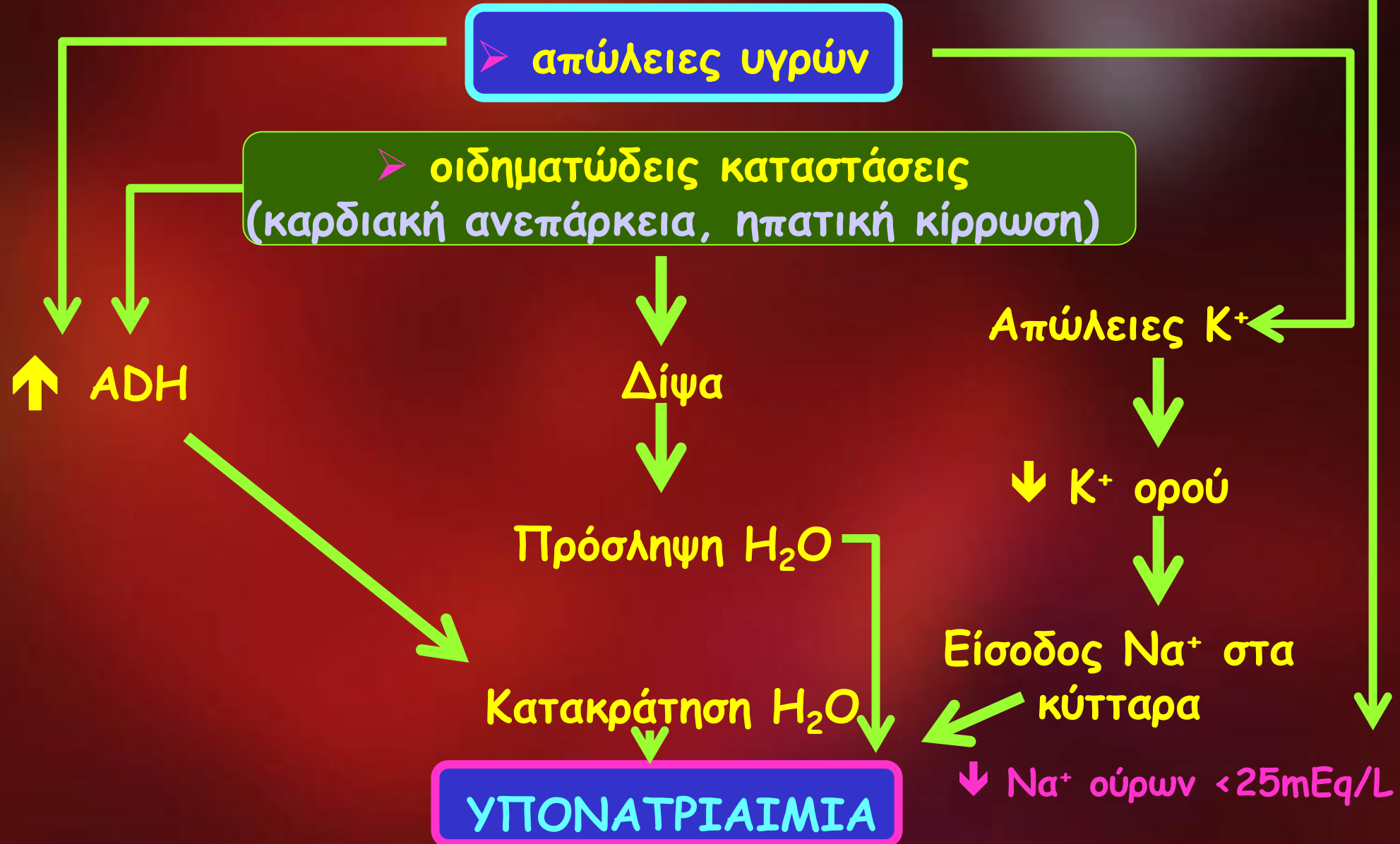


SIADH



ενδοκρινοπάθειες

# ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ (ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΑΡΤΗΡΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΥ)



Η ΠΡΟΣΛΗΨΗ  $H_2O$  ΔΙΑΔΡΑΜΑΤΙΖΕΙ

ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΟ ΡΟΛΟ

ΣΤΗΝ ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΤΗΣ

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

# ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΑΝΕΠΤΑΡΚΕΙΑ

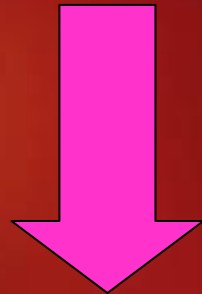
Υπονατριαιμία  
( $\text{Na}^+ < 135 \text{mEq/L}$ )

33.7%

Ασθενείς υπό αγωγή με φουροσεμίδη, είχαν οιδήματα και η σχέση ουρίας/κρεατινίνη ήταν 58/1

# ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ADH

↑↑ADH



+ πρόσληψη  $H_2O$

κατακράτηση  $H_2O$



↓  $Na^+$  ορού



έκπτυξη εξωκυττάριου όγκου



↑  $Na^+$  ούρων

# ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

➤ Υποογκαιμία

➤ Θειαζιδικά διουρητικά (πολυπαραγοντικής αιτιολογίας)

➤ Νεφρική ανεπάρκεια

➤ Σύνδρομο απρόσφορης έκκρισης ADH

➤ Ενδοκρिनολογικές παθήσεις (επινεφριδιακή ανεπάρκεια / υποθυρεοειδισμός)

➤ Πρωτοπαθής πολυδιψία

---

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



ΥΠΟΩΣΜΩΤΙΚΟΤΗΤΑ



ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΟΙΔΗΜΑ

---

# ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

---

Συσχετίζεται:

- με τη βαρύτητα της υπονατριαιμίας
  - με την ταχύτητα εγκατάστασής της
-

Ψυχιατρικός ασθενής υπό αγωγή με SSRIs εμφανίζει σύγχυση και λήθαργο. Ο εργαστηριακός έλεγχος έδειξε  $\text{Na}^+$  ορού : 110mmol/L, κρεατινίνη 0.6mg/dl,  $\text{K}^+$  ορού 4mmol/L, αέρια αρτηριακού αίματος μέσα στα φυσιολογικά επίπεδα

Όλες οι παρακάτω εξετάσεις μπορεί να βοηθήσουν στην αιτιολογική διάγνωση της υπονατριαιμίας, εκτός από:

α) προσδιορισμός της  $P_{\text{O}_2\text{m}}$  με ωσμόμετρο

β) προσδιορισμός της γλυκόζης, των τριγλυκεριδίων και των πρωτεϊνών

γ) προσδιορισμός της  $U_{\text{Osm}}$  ή του ειδικού βάρους

δ) προσδιορισμός της ADH

Milioniis HJ, Liamis GL, Elisaf MS

---

The hyponatremic patient:

A systematic approach to laboratory diagnosis

---

CMAJ 2002;166: 1056-1062

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ - ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΨΕΥΔΟΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ Posm ή ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ  
ΓΛΥΚΟΖΗΣ, ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΚΑΙ ΤΡΙΓΛΥΚΕΡΙΔΙΩΝ

Υπονατριαιμία με φυσιολογική Posm: Υπερλιπιδαιμία  
/υπερπρωτεϊναιμία

Υπονατριαιμία με ↑ Posm: Υπεργλυκαιμία, χορήγηση  
μαννιτόλης

# ΥΠΕΡΓΛΥΚΑΙΜΙΑ ΚΑΙ $\text{Na}^+$ ορού

↑ γλυκόζης → ↑  $P_{\text{osm}}$  → έξοδος  $\text{H}_2\text{O}$  από τα  
κύτταρα → ↓  $\text{Na}^+$  ορού

---

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ  $\Rightarrow$  Περίσσεια  $H_2O$  (σε σχέση με το  $Na^+$ )

Διαταραχή της νεφρικής απέκκρισης  $H_2O$

Πρόσληψη μεγαλύτερης ποσότητας  $H_2O$  από αυτή που μπορεί να απεκκριθεί

---

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (2)

## Προσδιορισμός $U_{osm}$ ή ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΟΥΡΩΝ

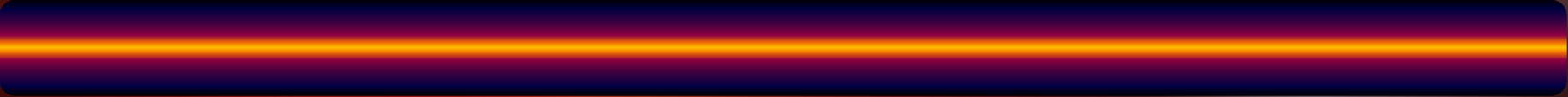
Υπονατριαιμία με φυσιολογική ικανότητα  
αραίωσης (ψυχογενής πολυδιψία):

$$U_{osm} < 100 \text{mosmol/kg}$$

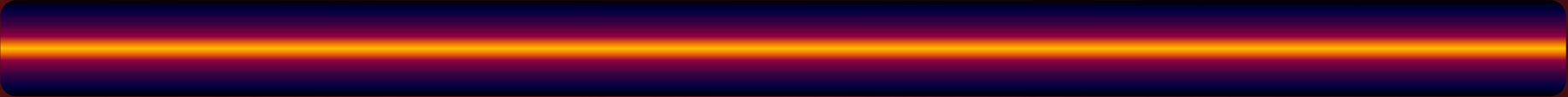
$$\text{ειδικό βάρος} < 1003$$

Με διαταραχή της ικανότητας αραίωσης:

$$U_{osm} > 100 \text{mosmol/kg}$$



Επειδή δεν υπήρχε διαθέσιμο ωσμόμετρο προσδιορίστηκαν τα επίπεδα της γλυκόζης, των τριγλυκεριδίων και των πρωτεϊνών που ήταν μέσα στα φυσιολογικά επίπεδα, ενώ το ειδικό βάρος των ούρων ήταν 1006



Ποια εξέταση είναι απαραίτητη για την αιτιολογική διάγνωση της υπονατριαιμίας

α) το  $\text{Na}^+$  των ούρων

β) το  $\text{K}^+$  του ορού

γ) το  $\text{Mg}^{2+}$  του ορού

δ) το  $\text{Ca}^{++}$  του ορού

# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (3)

---

Υπονατριαιμία με  $\downarrow$   $\text{Na}^+$  ούρων ( $<20\text{mmol/L}$ ):

**Υποουγκαιμία**

Υπονατριαιμία με  $\uparrow$   $\text{Na}^+$  ούρων ( $>40\text{mmol/L}$ ):

**Σύνδρομο απρόσφορης έκκρισης ADH**

---

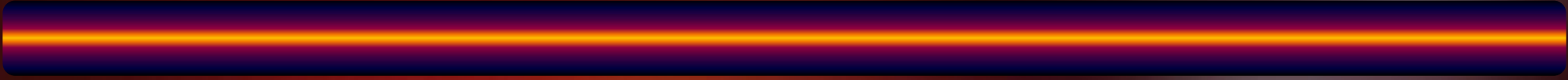
# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ

↓  $\text{Na}^+$  ούρων (<20mmol/L)

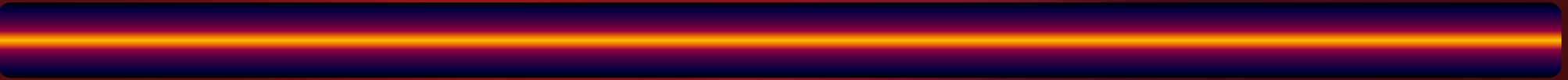
↑ επαναρρόφησης  $\text{Na}^+$  στα εγγύς σωληνάρια →

↑ επαναρρόφησης ουρίας ⇒ ↑ ουρία/κρεατινίνη  
(>25/1)

↑ επιπέδων ουρικού οξέος (>5mg/dl)



Τα επίπεδα του  $\text{Na}^+$  των  
ούρων του ασθενή ήταν  
 $56\text{mmol/L}$



Όλες οι παρακάτω εξετάσεις θα βοηθήσουν στη διάγνωση του συνδρόμου της απρόσφορης έκκρισης της ADH, εκτός από:

α) η ουρία του ορού

β) το ουρικό οξύ του ορού και των ούρων

γ) τα  $\text{PO}_4^{3-}$  του ορού

δ) το αρτηριακό pH

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΔΗ

☐ ↓ ουρία (+↑ FE ουρίας)

☐ ↓ ουρικό οξύ (<4mg/dl) + ↑ FE ουρικού οξέος

☐ ↓  $\text{PO}_4^{3-}$

Ασθενής με:

$\text{Na}^+$  ορού 110mmol/L

$\text{Na}^+$  ούρων 56mmol/L

ουρικό οξύ 2.3mg/dl (FE ουρικού οξέος 20%)

$\text{PO}_4^{3-}$  2.1mg/dl

ουρία 21mg/dl (FE ουρίας 64%)



SIADH

# Multiple metabolic abnormalities in a patient with SIADH

E. Rizos et al: Nephron 2002;91: 339-340

# ΑΙΤΙΑ ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΔΗ

---

ΝΕΥΡΟΨΥΧΙΑΤΡΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

ΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΑ (κυρίως μικροκυτταρικός  
καρκίνος του πνεύμονα)

ΦΑΡΜΑΚΑ (ψυχοφάρμακα, κυκλοφωσφαμίδη,  
βινκριστίνη, καρβαμαζεπίνη.....)

ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

ΙΔΙΟΠΑΘΗΣ

---

# ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ ΑΙΤΙΑ

Χορήγηση NaCl

Στέρση H<sub>2</sub>O

➤ Υποογκαιμία

SIADH

Οιδηματικές καταστάσεις

➤ Διουρητικά

Νεφρική ανεπάρκεια

➤ Επινεφριδική  
ανεπάρκεια

Πρωτοπαθής πολυδιψία

# ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

---

✓ Όταν συνυπάρχει έλλειμμα  $K^+$

η χορήγηση ιόντων  $K^+$   $\longrightarrow$   $\uparrow$   $Na^+$  ορού

---

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΣΙΑΔΗ

➤ Αντιμετώπιση υποκείμενου αιτίου (π.χ. διακοπή φαρμάκων που προκαλούν το σύνδρομο)

➤ Στέρση  $H_2O$

➤ Χορήγηση υπέρτονου διαλύματος  $NaCl$  και φουροσεμίδης σε περιπτώσεις βαριάς συμπτωματικής υπονατριαιμίας

**ΣΕ ΧΡΟΝΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ  
ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΠΟΛΥ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΗ  
ΔΙΟΡΘΩΣΗ:**

**ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΓΕΦΥΡΙΚΗΣ  
ΜΥΕΛΙΝΟΛΥΣΗΣ**

**(Παραπάρεση, τετραπάρεση, δυσαρθρία,  
δυσφαγία, κώμα)**

# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

Αύξηση  $\text{Na}^+$  ορού  $< 12\text{mmol/L/ημέρα}$

Αύξηση  $\text{Na}^+$  ορού  $< 18\text{mmol/L/48h}$

Ρυθμός αύξησης  $\text{Na}^+$  ορού  $< 0.5\text{mmol/L/h}$

**ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ  
ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΟΞΕΙΑΣ  
ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗΣ  
ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ**

---

Ασθενής 80kg με  $\text{Na}^+$  ορού 110mmol/L

Αρχικός στόχος αγωγής:  $\text{Na}^+$  ορού 130mmol/L

Επιδιωκόμενη αύξηση  $\text{Na}^+$ : 20mmol/L

Η αύξηση αυτή πρέπει να επιτευχθεί σε 40h

---

Ποσότητα  $\text{Na}^+$  (mmol) που πρέπει να χορηγηθεί για να αυξηθεί το νάτριο κατά  $20\text{mmol/L}$ :  $0.6 \times 80 \times 20 = 960\text{mmol}$

Όγκος υπέρτονου διαλύματος  $\text{NaCl}$  (3%) που πρέπει να χορηγηθεί:  $960/514 = 1.8\text{L}$

Ρυθμός έγχυσης διαλύματος  $\text{NaCl}$  3%  $\Rightarrow$   
 $1.8\text{L}/40\text{h} = 45\text{ml/h} + \text{ΦΟΥΡΟΣΕΜΙΔΗ (0.5-1mg/kg)}$

ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



ΥΠΕΡΤΟΝΙΚΟΤΗΤΑ



↑ ADH ⇒ κατακράτηση  $H_2O$



NΟRΜΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

Δίψα ⇒ πρόσληψη  $H_2O$



ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ

ΟΤΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ

ΥΠΟΔΙΨΙΑ ή

ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ  
ΣΥΝΕΙΔΗΣΗΣ

ΚΥΡΙΩΣ ΣΕ ΝΕΟΓΝΑ

ΚΑΙ ΣΕ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΑ ΑΤΟΜΑ

# ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

$$\text{Na}^+ \text{ ορού} = \frac{\text{Na}^+_e + \text{K}^+_e}{\text{Ολικό H}_2\text{O}}$$

Κατακράτηση  $\text{Na}^+$  (σπάνια)

Υπερνατριαιμία:

Απώλεια  $\text{H}_2\text{O}$  > απώλεια  $\text{K}^+$  +  $\text{Na}^+$  = ΥΠΟΤΟΝΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

# ΥΠΟΤΟΝΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

➤ Δέρμα

➤ Αναπνευστικό

➤ Αραιά ούρα

↓ ADH → άποιος διαβήτης

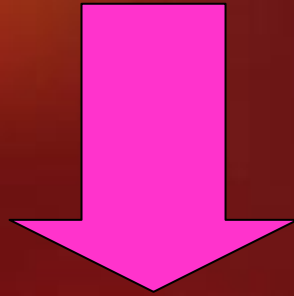
Αντίσταση στη δράση της ADH

→ νεφρογενής άποιος διαβήτης

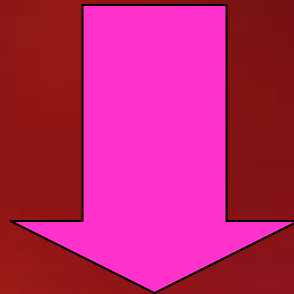
➤ Ωσμωτική διάρροια: → λακτουλόζη, δυσασπορρόφηση, λοιμώδεις εντερίτιδες

---

**ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ**



**ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ**



**Η συμπτωματολογία συσχετίζεται με τη βαρύτητα της υπερνατρίαμίας και την ταχύτητα εγκατάστασής της**

---

Ασθενής ηλικίας 85 ετών (B=80 kg) εμφάνισε ΑΕΕ και εισήχθη στην κλινική. Χορηγήθηκε μαννιτόλη και NaCl 0.9% (1L /ημέρα). Ο ασθενής εμφάνισε κατά τη διάρκεια της νοσηλείας του πυρετό 38°C. Την 3η ημέρα ο εργαστηριακός έλεγχος έδειξε Na<sup>+</sup> ορού: 164mmol/L, γλυκόζη: 170mg/dl, K<sup>+</sup> ορού: 3.4mmol/L, ουρία: 90mg/dl, κρεατινίνη: 1.9mg/d, ενώ παράλληλα ο ασθενής εμφάνισε ολιγουρία και επιδείνωση του επιπέδου συνείδησης

---

Η υπερνατριαιμία οφείλεται σε όλα τα  
κατωτέρω, εκτός από:

α) στη μειωμένη πρόσληψη  $H_2O$

β) στη μαννιτόλη

γ) στη υπεργλυκαιμία

δ) σε αυξημένες άδηλες απώλειες

ε) στην υποκαλιαιμία

---

---

ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ  $\Rightarrow$  έλλειμμα  $H_2O$  (σε σχέση με το  $Na^+$ )



Υπερτονικότητα



Κυτταρική αφυδάτωση

---

# ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

□ Αυξημένες υπότονες απώλειες από τους νεφρούς  
(MANNITΟΛΗ + γλυκοζουρία?)

+

□ Αυξημένες άδηλες απώλειες από το δέρμα και το αναπνευστικό

+

□ Μειωμένη πρόσληψη  $H_2O$



ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ [έλλειμμα  $H_2O$  σε σχέση με το  $Na^+$ ]



Ο ασθενής εμφανίζει

α) υπερφόρτωση της κυκλοφορίας

β) υποογκαιμία

γ) νορμοογκαιμία

δ) ενδοκυττάριο οίδημα

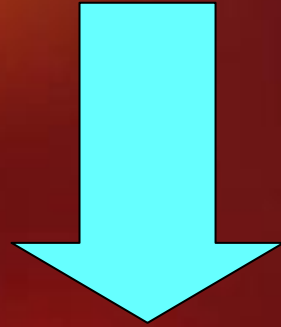


Το  $\text{Na}^+$  ούρων του ασθενή  
πολύ πιθανά είναι

α)  $< 20 \text{mmol/L}$

β)  $> 40 \text{mmol/L}$

Το  $\text{Na}^+$  ΤΩΝ ΟΥΡΩΝ



ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ  
ΤΟΥ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΥ ΥΓΡΟΥ

↓  $\text{Na}^+$  ούρων ( $< 25 \text{mEq/L}$ ) → υποογκαιμία

# ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



Καθ' υπεροχή έλλειμμα  $H_2O$   
υπάρχει όμως και έλλειμμα  $Na^+$   
που δεν έχει διορθωθεί με τη χορήγηση  
1L  $NaCl$  0.9%

ιδρώτας

ωσμωτική  
διούρηση



Συνυπάρχει ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ:  $\uparrow$  ουρία/κρεατινίνη  
 $\downarrow$   $Na^+$  ούρων

# ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ vs ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

---

Υποογκαιμία: ↓ εξωκυττάριου όγκου (↓  $\text{Na}^+$  ούρων)

Αφυδάτωση: έλλειμμα  $\text{H}_2\text{O}$  δηλαδή ↑  $\text{Na}^+$  ορού

---

# HYPERNATREMIA DURING CORRECTION OF HYPERCALCEMIA

Αρχικές τιμές

Μετά χορήγηση 2.5L  
NaCl 0.9% +2amp KCl/L  
[osmolality 360mosmol/kg]

Κρεατινίνη 2.2mg/dl

1.4mg/dl

Ca<sup>2+</sup> 167mg/dl

13.1mg/dl

Na<sup>+</sup> 143mmol/L

157mmol/L



Ποια εξέταση είναι χρήσιμη για την αιτιολογική διάγνωση της υπερνατριαιμίας;

α) το  $K^+$  του ορού

β) το  $Na^+$  των ούρων

γ) η  $U_{osm}$  (ή το ειδικό βάρος των ούρων)

δ) το αρτηριακό pH



# ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ $U_{osm}$

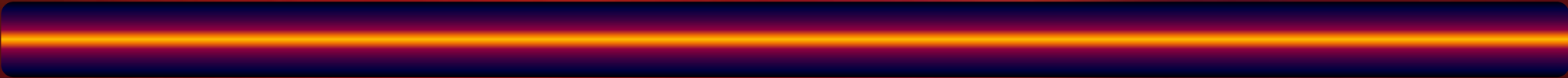
$>800\text{mosmol/kg}$   $\longrightarrow$  Χορήγηση υπέρτονου διαλύματος  $\text{Na}^+$   
Άδηλες ή γαστρεντερικές  
απώλειες  $\text{H}_2\text{O}$

$<300\text{mosmol/kg}$   $\longrightarrow$  Κεντρογενής άποιος διαβήτης  
( $\epsilon < 1010$ ) χορήγηση ADH  $\Rightarrow \uparrow U_{osm} (>50\%)$   
Νεφρογενής άποιος διαβήτης  
χορήγηση ADH  $\Rightarrow$  όχι μεταβολή  $U_{osm}$

$300-800\text{mosmol/kg}$   $\longrightarrow$  Ωσμωτική διούρηση  
( $\epsilon = 1010-1023$ ) Ατελής κεντρογενής ή νεφρογενής  
άποιος διαβήτης



Η  $U_{osm}$  του ασθενή ήταν  $440\text{mosmol/Kg}$



Για τη διόρθωση της υπερνατριαιμίας στο συγκεκριμένο ασθενή όλα τα παρακάτω είναι σωστά, εκτός από

α) απαιτείται βραδεία διόρθωση (ρυθμός διόρθωσης  $< 0.5 \text{ mmol/L/h}$ )

β) απαιτείται ταχεία διόρθωση (ρυθμός διόρθωσης  $> 1 \text{ mmol/L/h}$ )

γ) απαιτείται αρχικά διόρθωση της συνυπάρχουσας συστολής του εξωκυττάριου όγκου

δ) οι συνεχιζόμενες απώλειες  $\text{H}_2\text{O}$  πρέπει να λαμβάνονται υπόψη

Το αρχικό διάλυμα που πρέπει να χορηγηθεί είναι:

α) ορός γλυκόζης 5% (+ KCl)

β) NaCl 0.45% (+KCl)

γ) NaCl 0.9% (+KCl)

δ) υπέρτονο διάλυμα NaCl 3% (+KCl)

**ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ  
ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ**

# ΑΜΕΣΗ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ

---

Η ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑΣ  
(χορήγηση NaCl 0.9%)

---

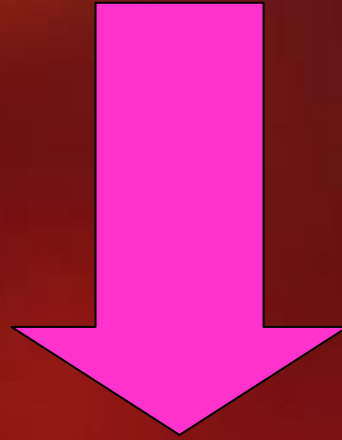
# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

Μείωση  $\text{Na}^+$  ορού  $< 12 \text{mmol/L/ημέρα}$

Ρυθμός μείωσης  $\text{Na}^+$  ορού  $< 0.5 \text{mmol/L/h}$

---

ΓΡΗΓΟΡΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ



ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΟΙΔΗΜΑ  
ΣΠΑΣΜΟΙ-ΘΑΝΑΤΟΣ

---

Το έλλειμμα  $H_2O$  του ασθενή είναι:

α) 2L

β) 5L

γ) 8L

δ) 10L

# ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (1)

Προσδιορισμός ελλείμματος H<sub>2</sub>O:

$$0.5 (0.4) \times \Sigma B \times \left\{ \frac{\text{Na}^+}{140} - 1 \right\}$$

Μετά την αρχική διόρθωση της υποογκαιμίας πρέπει να χορηγηθεί

α) ορός γλυκόζης

β) NaCl 0.9%

γ) NaCl (N/4) + KCl (3amp/L)

δ) NaCl (N/2) + KCl (3amp/L)

# ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (2)

Μετά τη διόρθωση της υποογκαιμίας  $\Rightarrow$  χορήγηση  
υπότονου διαλύματος

Π.χ. N/4: 1L N/4 +3 KCl  $\equiv$  140mosmol  $\equiv$   
περιέχει 0.5 L H<sub>2</sub>O

**ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ  
ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΟΞΕΙΑΣ  
ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗΣ  
ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ**

Ασθενής 60kg, Na<sup>+</sup> ορού: 170mmol/L

Στόχος αγωγής: Na<sup>+</sup> ορού 140mmol/L (μείωση κατά 30mmol/L)

Διάρκεια διόρθωσης: 60h

$$\text{Έλλειμμα H}_2\text{O} = 0.5 \times \Sigma\text{B} \times \left[ \frac{\text{Na}}{140} - 1 \right] = 6\text{L}$$

- Χορήγηση  $6L H_2O/60h=100ml/h$
- Χορήγηση επιπρόσθετα  $30-50ml/h$   
(άδηλες απώλειες)
- Χορήγηση  $H_2O$  με ρυθμό  $140ml/h$
- Εάν χορηγηθεί ορός  $N/4 \Rightarrow 750ml$   
 $H_2O \Rightarrow 180ml/h$

➤ Εάν χορηγηθεί ορός N/4 με  
3KCL → 500ml H<sub>2</sub>O → 280ml/h

Οι απώλειες από το ΓΕΣ και τους  
νεφρούς πρέπει επίσης να  
λαμβάνονται υπόψη