



***ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ
ΜΕ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ***

ΜΩΥΣΗΣ ΕΛΙΣΑΦ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ K^+

1^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

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.

ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ

✓ K^+ ούρων

✓ Αέρια αρτηριακού αίματος

✓ Mg^{2+} ορού

ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ+ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

(HCO_3^- 32mEq/L)

➤ Έμετοι

➤ Διουρητικά

➤ Αλδοστερονισμός

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

FEK⁺ >9% - K⁺ ούρων >15mEq/L -

K⁺/Cr ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΟΥΡΩΝ >13mEq/g

ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗΣ → ΚΑΛΙΟΥΡΑ

ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ Κ⁺

➤ Διουρητικά

➤ Υπομαγνησισαιμία

➤ Απορυθμισμένος σακχαρώδης διαβήτης

➤ Πολυουρικά σύνδρομα

➤ Νεφροσωληναριακή οξέωση

➤ Χορήγηση φαρμάκων ως αλάτων Na⁺ (καρβενικιλίνη, τικαρσιλλίνη.....)

➤ Σημαντικού βαθμού μεταβολική αλκάλωση (π.χ. πυλωρική στένωση)

➤ Αυξημένη δραστηριότητα γλυκο/αλατοκορτικοειδ

➤ Γενετικά σύνδρομα

ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΥΠΕΡΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΣΤΗ

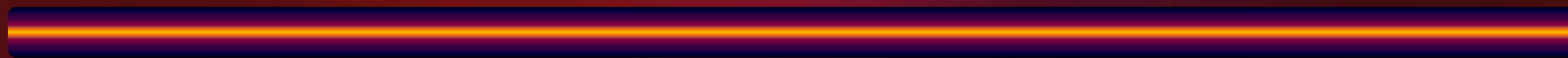
ΠΑΡΑΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗ



↑ 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

ΕΚΤΟΠΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΤΗ

Μικροκυτταρικό νεόπλασμα των πνευμόνων

Μη μικροκυτταρικό νεόπλασμα των πνευμόνων

Καρκινοειδή

Όγκοι των νησιδίων του παγκρέατος

Φαιοχρωμοκύτωμα

Μυελοειδές καρκίνωμα του θυρεοειδούς

Άλλες νεοπλασίες

ΠΑΡΑΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

➤ Υποκαλιαιμία

➤ Καλιουρία

➤ Μεταβολική αλκάλωση

➤ Υπέρταση (:)

➤ ↓PRA, ↓αλδοστερόνης

➤ ↑κορτιζόλης, ↑ ACTH

✦ ↓ όχι κορτιζόλης μετά από καταστολή με δεξαμεθαζόνη
(2mg/6h x 2d)

2^ο ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ

Άνδρας 36 ετών διακομίζεται στο νοσοκομείο με σύγχυση. Αναφέρεται ιστορικό ναυτίας και εμέτων από 2 εβδομάδες μετά βαριά κατάχρηση αλκοολούχων ποτών.

ΑΠ 160/80mmHg, αναπνοές 9/min, κρεατινίνη

1.5mg/dl, ουρία 68mg/dl, Na⁺ 134mEq/L, K⁺

2.2mEq/L, Cl⁻ 58mEq/L, pH 7.54, PCO₂ 70mmHg

και HCO₃⁻ 58mEq/L.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ

Αέρια αρτηριακού αίματος: αλκάλωση

K^+ δείγματος ούρων: 60mEq/L

 απρόσφορη καλιουρία

Mg^{2+} ορού 1.6mEq/L (1.3-2.1mEq/L)

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ (1)

pH 7.54: Αλκάλωση

HCO_3^- 58mEq/L: Μεταβολική αλκάλωση [ΕΜΕΤΟΙ]

Αναμενόμενη PCO_2 64mmHg(αύξηση HCO_3^- κατά 34mEq/L, $34 \times 0.7 = 23.8$, $40 + 24$)

Όμως PCO_2 70mmHg: συνύπαρξη αναπνευστικής οξέωσης (κεντρικός υποαερισμός- μυϊκή αδυναμία των αναπνευστικών μυών)

ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ Κ⁺

➤ Διουρητικά

➤ Υπομαγνησισαιμία

➤ Απορυθμισμένος σακχαρώδης διαβήτης

➤ Πολυουρικά σύνδρομα

➤ Νεφροσωληναριακή οξέωση

➤ Χορήγηση φαρμάκων ως αλάτων Na⁺ (καρβενικιλίνη, τικαρσιλλίνη.....)

➤ Σημαντικού βαθμού μεταβολική αλκάλωση (π.χ. πυλωρική στένωση)

➤ Αυξημένη δραστηριότητα γλυκο/αλατοκορτικοειδών

➤ Γενετικά σύνδρομα

ΚΥΡΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ
Υπό φυσιολογικές συνθήκες
-48mV



ΚΥΡΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΑΡΙΩΝ

Χορήγηση καρβενικιλίνης / παρουσία HCO_3^-

-83mV



καρβενικιλίνη
 $\eta^- \text{HCO}_3^-$



K^+



Cl^-

↑ ΔV → ↑ απέκκρισης K^+

↓ Cl^- ούρων ⇔ καλιουρίο

ΕΜΕΤΟΙ -ΠΥΛΩΡΙΚΗ ΣΤΕΝΩΣΗ



ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ (↑↑ HCO_3^-)



ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ HCO_3^-



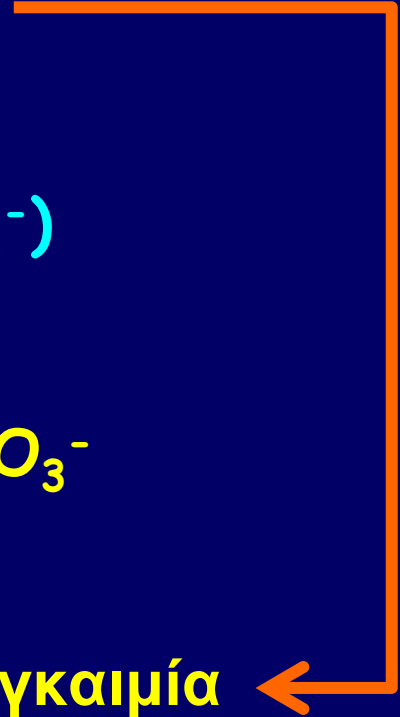
ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΕΠΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ Na^+ + υποογκαιμία



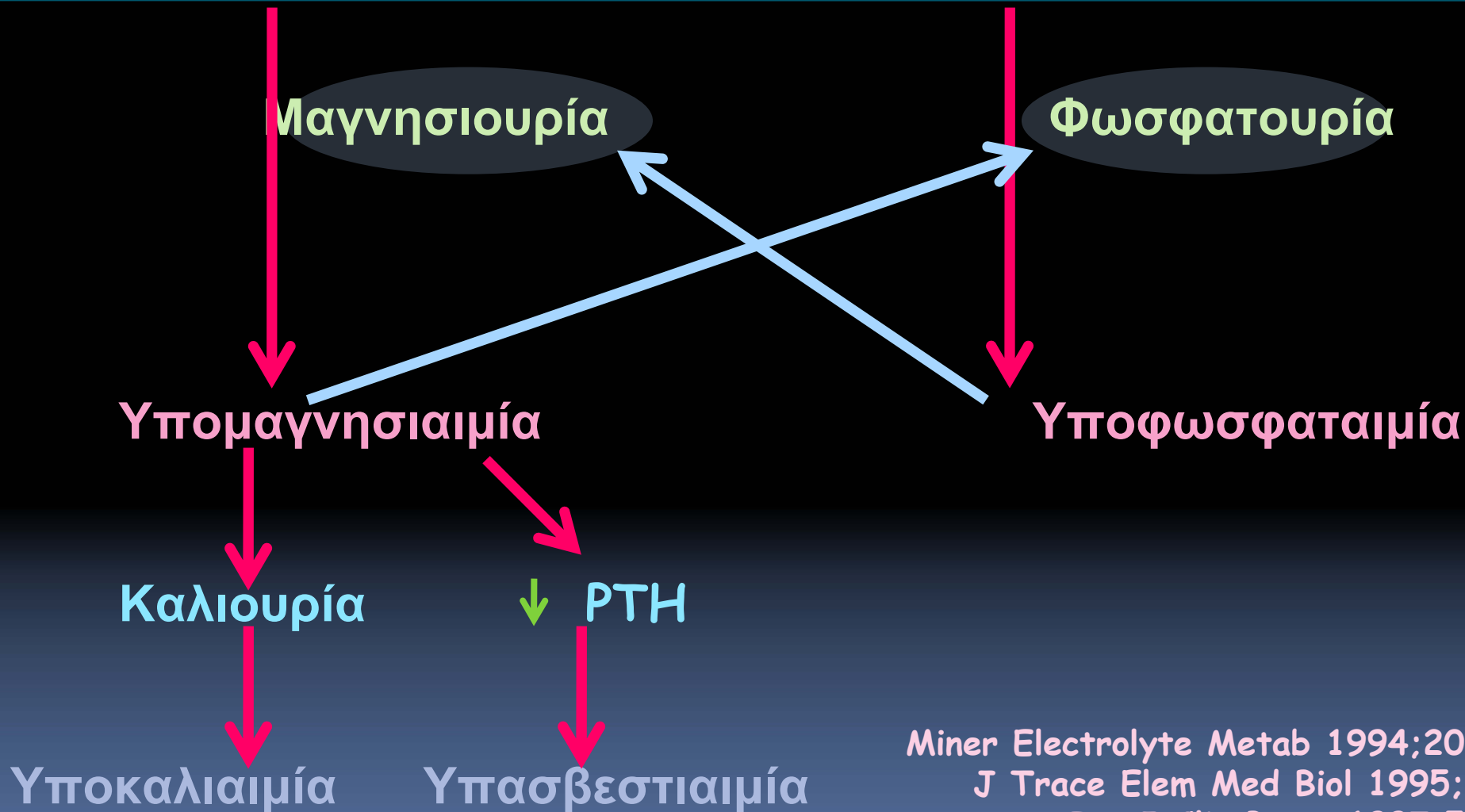
ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΔV



ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΝΕΦΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ K^+



ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΕ ΑΛΚΟΟΛΙΚΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ



Miner Electrolyte Metab 1994;20(5):274-81

J Trace Elem Med Biol 1995;9(4):210-4

Int J Clin Pract 1997;51(8):501-3

Alcohol Alcohol 2000;35(6):612-6

Nephron 2001;89(4):459-60

***ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ
ΜΕ ΥΠΟ - ΚΑΙ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ***

ΝΑΤΡΙΟ (Na⁺)

Καθορίζει την τονικότητα των υγρών του ανθρώπινου οργανισμού

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

ΦΤ=275-290mosmol/Kg

$$Posm \approx 2 \times Na^+$$

Φυσιολογικές τιμές Na⁺= 136-145 mmol/L

↓ Na⁺ ορού → υπονατριαιμία → υποωσμωτικότητα
↑ Na⁺ ορού → υπερνατριαιμία → υπερωσμωτικότητα

P_{osm} = ωσμωτικότητα του ολικού H_2O =
εξωκυττάρια ωσμωτικά δραστικές ουσίες +
ενδοκυττάρια ωσμωτικά δραστικές ουσίες
ολικό H_2O (TBW)

$$= \frac{2 \times Na_e^+ + 2 \times K_e^+}{TBW} = 2 \times Na^+ \text{ ορού}$$



$$Na^+ \text{ ορού} = \frac{Na_e^+ + K_e^+}{TBW}$$

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ Na^+

$$\text{Na}^+ \text{ ορού} = \frac{\text{Na}^+_e}{\text{TBW}}$$

Na^+_e = ανταλλάξιμο Na^+ του οργανισμού
TBW = ολικό H_2O του οργανισμού

- ↓ Na^+ ορού = λιγότερο Na^+ σε σχέση με το H_2O
- ↑ Na^+ ορού = περισσότερο Na^+ σε σχέση με το H_2O

Η υπονατριαιμία οφείλεται:

α) πρόσληψη μεγάλης ποσότητας H_2O
(>μέγιστη ικανότητα αραίωσης των ούρων)

β) διαταραχή της ικανότητας αραίωσης των ούρων



ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

A. Με μειωμένη ικανότητα απέκκρισης H_2O

Υποογκαιμία (→ ↑ ADH)

Χορήγηση θειαζιδικών διουρητικών

Νεφρική ανεπάρκεια

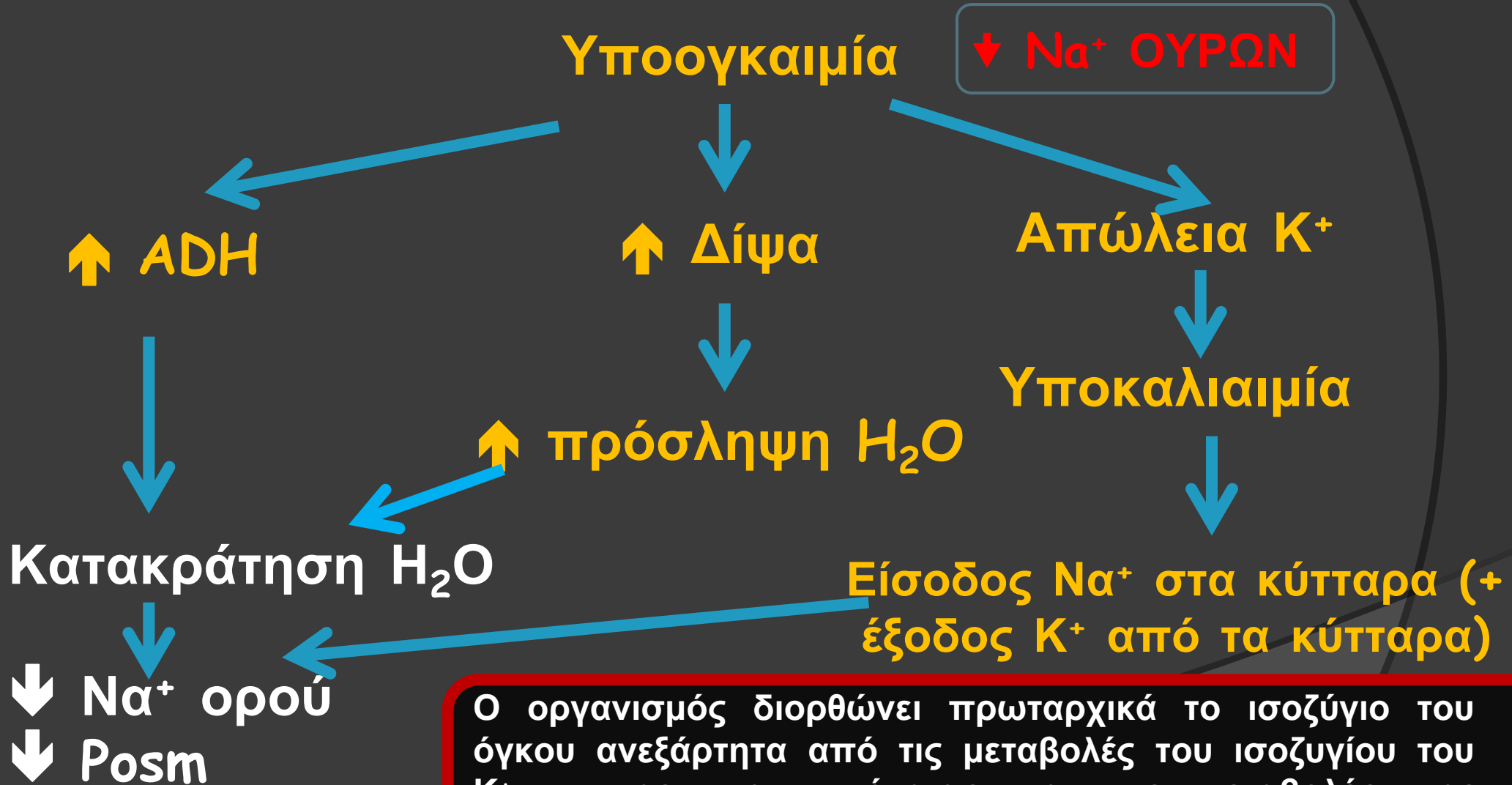
Σύνδρομο απρόσφορης έκκρισης ADH

Υποθυρεοειδισμός-υποφυσιακή ανεπάρκεια-
επινεφριδιακή ανεπάρκεια

B. Με φυσιολογική ικανότητα απέκκρισης H_2O

Πρωτοπαθής πολυδιψία

ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



Ο οργανισμός διορθώνει πρωταρχικά το ισοζύγιο του όγκου ανεξάρτητα από τις μεταβολές του ισοζυγίου του K⁺, της ωσμωτικότητας και τις μεταβολές της οξεοβασικής ισορροπίας

ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ADH

Υπερέκκριση ADH



Κατακράτηση H₂O



Έκπτυξη του εξωκυττάριου όγκου



Κινητοποίηση νατριουρητικών μηχανισμών



Νατριούρηση

↓ Na⁺ ορού και
↓ Posm



ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΟΥ Na^+

↓ Na^+ ορού



↓ ΤΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ



Είσοδος H_2O στα κύτταρα



Οίδημα κυττάρων



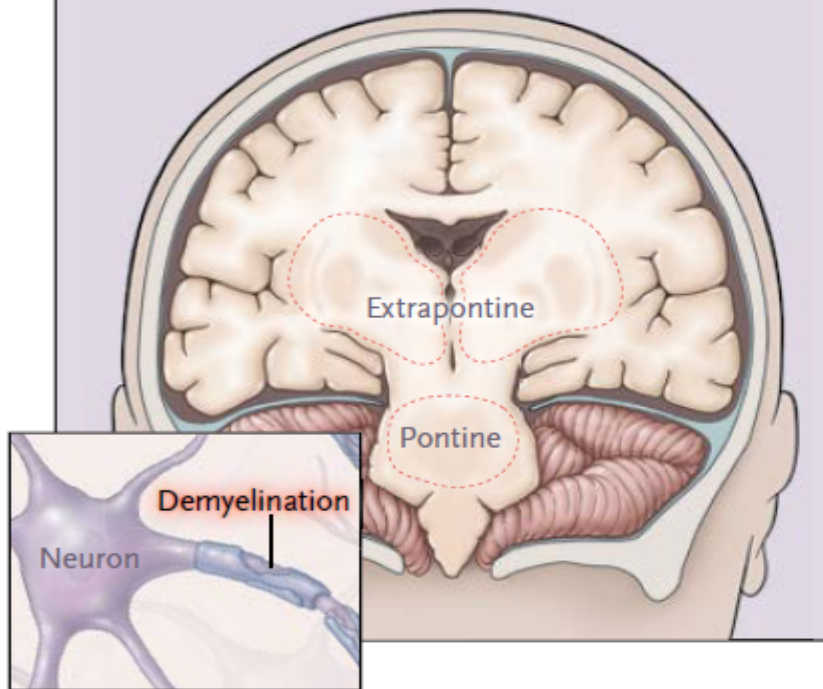
Εγκεφαλικό οίδημα

Rapid onset of acute hypernatremia

Rapid correction of chronic hyponatremia

Rapid increase in plasma sodium concentration

Osmotic demyelination

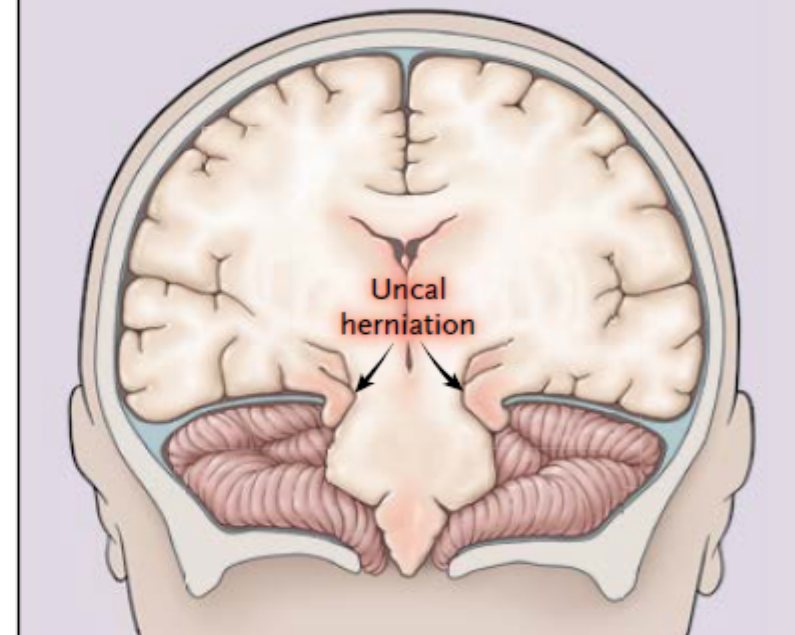


Rapid onset of acute hyponatremia

Rapid correction of chronic hypernatremia

Rapid decrease in plasma sodium concentration

Cerebral edema



Δ.Δ. ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ non-ΗΥΡΟΤΟΝΙC
ΗΥΡΟΝΑΤΡΕΜΙΑ

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΜΕ $POSM < 275 \text{mosmol/Kg}$



ΥΠΟΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

ΜΗ ΥΠΟΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

A) Με φυσιολογική P_{osm} :
(ψευδουπονατριαιμία)

υπερλιπιδαιμία, υπερπρωτεϊναιμία

εργαστηριακό
σφάλμα

B) Με αυξημένη P_{osm} :

υπεργλυκαιμία
γλυκίνης

χορήγηση

μανιτόλης,

↑ P_{osm}

έξοδος H_2O από τα κύτταρα

↑ γλυκόζης κατά 100mg/dl ⇒ ↓ Na^+ ορού κατά 2.4 mEq/L

↓ Na^+ ορού

Ασθενής 43 ετών σε τυχαίο έλεγχο ρουτίνας εμφάνισε υπονατριαιμία (Na^+ ορού 121mEq/L). Τους τελευταίους μήνες ο ασθενής εμφάνισε κόπωση και γενικευμένο κνησμό. Ο εργαστηριακός έλεγχος έδειξε: K^+ 3.8mEq/L , Cl^- 87mEq/L, ουρία 30mg/dl, κρεατινίνη 1mg/dl , **αλβουμίνη 2.9g/dl, πρωτεΐνες 6.7g/dl,** χολερυθρίνη 4mg/dl. **AST/ALT 120/107 IU/L,** **αλκαλική φωσφατάση 507 U/L,** γλυκόζη 82mg/dl, κορτιζόλη και TSH κατά φύση
U/S κοιλίας: ηπατομεγαλία
Χορηγήθηκε 1L NaCl 0.9% X 2 ημέρες χωρίς μεταβολή των επιπέδων του Na^+

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

- Κνησμός-ίκτηρος
- Ενδοηπατική χολόσταση
- Υπεργαμμασφαιριναιμία
- Υπονατριαιμία (ασυμπτωματική)

ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΑΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗ
ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΜΗ
ΥΠΟΤΟΝΙΚΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ
(ΨΕΥΔΟΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ) [1]

P_{osm} : (με ωσμώμετρο): $296 \text{mosmol} / \text{kg}$
 \Rightarrow φυσιολογική P_{osm}

P_{osm} (μετρούμενη): $2 \times \text{Na}^+ + \text{γλυκόζη} / 18 + \text{ουρία} / 6 = 242 + 5 + 5 = 252 \text{mosmol/kg} \Rightarrow$
Osmolar gap

ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΑΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗ
ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΜΗ
ΥΠΟΤΟΝΙΚΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ
(ΨΕΥΔΟΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ) [2]

Εναλλακτικά:

Προσδιορισμός λευκωμάτων: 6.7g/dl (κ.φ.)

Προσδιορισμός λιπιδίων:

T CHOL 2415mg/dl

TRG 299mg/dl (κ.φ.)

HDL CHOL 42mg/dl

ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Ψευδοϋπονατριαιμία εξαιτίας ↑↑↑T CHOL

Na⁺ ορού (direct potentiometry): 141mEq/L (π.χ. με μηχανήμα αερίων αίματος)

ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

**Na⁺
ούρων**

< 30 mmol/L: υποογκαιμία
(+οιδηματώδεις καταστάσεις)

> 30mmol/L:

SIADH

- νεφρική ανεπάρκεια (renal salt wasting)
- διουρητικά
- επινεφριδιακή ανεπάρκεια
- ωσμωτική διούρηση
- έμετοι (μεταβολική αλκάλωση)

ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

ΧΟΡΗΓΗΣΗ NaCl

Υποογκαιμία (+διουρητικά)

Επινεφριδιακή ανεπάρκεια
καταστάσεις

Περιορισμός H₂O

SIADH

Οιδηματώδεις

Νεφρική ανεπάρκεια

Πρωτοπαθής πολυδιψία

**ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗΣ
ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ:**

Η ΧΟΡΗΓΗΣΗ NaCl 0.9%

ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΑ Β=60Kg ΜΕ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗ
ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ (Na⁺ ΟΡΟΥ 110mEq/L)
ΚΑΙ ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ ΧΟΡΗΓΗΘΗΚΕ 1L NaCl 0.9%+30mEq
KCl/L. ΠΟΙΟΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ Ο ΡΥΘΜΟΣ ΕΓΧΥΣΗΣ
ΤΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ
ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ;

$$TBW = 50\% \times \Sigma B = 30L$$

Ολικό H₂O του
οργανισμού

ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

- ↓ Na^+ ορού
- ↓ Na^+ ούρων (<20mEq/L)
- ↑ ουρικού οξέος
- ↑ ουρία / κρεατινίνη (Φ.Τ. \approx 20/1)

Για τη διόρθωση της απαιτείται η χορήγηση φυσιολογικού ορού (διάλυμα NaCl 0.9%)

ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΩΝ ΔΡΟΓΥΕ-ΜΑΔΙΑΣ

ΧΟΡΗΓΗΣΗ 1L ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ:

$$\Delta N_{\alpha^+} \text{ ΟΡΟΥ} = \frac{(K^{++} \text{ } N_{\alpha^+} \text{ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ}) - N_{\alpha^+} \text{ ΟΡΟΥ}}{TBW+1}$$

1L ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ NaCl 0.9% + 30mEq K⁺ ΠΕΡΙΕΧΕΙ:

154mEq Na⁺

+30mEq K⁺

184mEq Na⁺+K⁺

Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ποσότητα
του K⁺ στα χορηγούμενα διαλύματα

ΑΣΦΑΛΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (1)

$$\Delta \text{Na}^+ \text{ ΟΡΟΥ} = \frac{(\text{Na}^+ + \text{K}^+ \text{ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ}) - \text{Na}^+ \text{ ΟΡΟΥ}}{\text{TBW} + 1}$$

$$= \frac{184 - 110}{31} = 2.4 \text{ mEq/L}$$

ΑΣΦΑΛΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (2)

→ ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΤΑ 8mEq/L/24h ←

1L NaCl(+KCl) → ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΤΑ 2.4mEq/L

~3L NaCl(+KCl) → ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΤΑ $\approx 8\text{mEq/L}$

ΡΥΘΜΟΣ ΕΓΧΥΣΗΣ \approx 120ml/h (3L/24h)

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΟΤΑΝ ΔΙΟΡΘΩΘΕΙ Η

ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ \Rightarrow \downarrow ADH \rightarrow

\rightarrow ΜΑΖΙΚΗ ΔΙΟΥΡΗΣΗ H_2O^*

\rightarrow ΤΑΧΕΙΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

\rightarrow ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΓΕΦΥΡΙΚΗ ΜΥΕΛΙΝΟΛΥΣΗ

\rightarrow *** >100ml/h** \leftarrow

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (1)

Χορήγηση 250ml/h x 6h (1.500ml): Na⁺ ορού
114mEq/L

Όμως ↑ διούρησης: 150ml/h. K⁺ + Na⁺ ούρων
20mEq/L

Fluid loss formula: καθορίζει την επίδραση της απώλειας 1L υγρών (διούρηση) στα επίπεδα του Na⁺

$$\Delta\text{Na}^+_s = \frac{\text{Na}^+ \text{ ορού} - (\text{Na}^+ + \text{K}^+ \text{ ούρων})}{\text{TBW} - 1}$$

TBW-1

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (2)

Απώλεια 1L ούρων:

$$\Delta\text{Na}^+ = \frac{114-20}{30-1} = 3.2\text{mEq/L}$$

Για την αποφυγή υπερδιόρθωσης μπορεί να χορηγηθεί προσεκτικά υπότονο (N/2) διάλυμα NaCl

URINE/SERUM ELECTROLYTE RATIO

Na^+ ούρων + K^+ ούρων

Na^+ ορού

Μια τιμή >1 : Τα ούρα συνεισφέρουν στη μείωση των επιπέδων του Na^+

Μια τιμή $=1$: Τα ούρα δεν συνεισφέρουν στη μεταβολή των επιπέδων του Na^+

Μια τιμή ≤ 0.5 : Τα ούρα συνεισφέρουν στην αύξηση των επιπέδων του Na^+

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΓΕΦΥΡΙΚΗΣ ΜΥΕΛΙΝΟΛΥΣΗΣ

ΧΡΟΝΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

Na^+ ΟΡΟΥ $< 105 \text{mEq/L}$

ΥΠΟΚΑΛΙΑΙΜΙΑ

ΑΛΚΟΟΛΙΣΜΟΣ

ΥΠΟΘΡΕΨΙΑ

ΗΠΑΤΙΚΗ ΝΟΣΟΣ

ΥΠΟΞΙΑ

**ΓΡΗΓΟΡΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ \Rightarrow ΚΕΝΤΡΙΚΗ
ΓΕΦΥΡΙΚΗ ΜΥΕΛΙΝΟΛΥΣΗ**

A universal therapeutic goal: Rules of Sixes

Οξεία συμπτωματική υπονατριαιμία:
Αύξηση Na^+ ορού κατά 6mEq/L σε 6h

Χρόνια ασυμπτωματική υπονατριαιμία:
Αύξηση Na^+ ορού κατά $6\text{mEq/L}/24\text{h}$

→ Χορήγηση bolus 100ml (2ml/kg ΣΒ) NaCl 3% IV
+ 2 επιπρόσθετες δόσεις / $15'$ μέχρι τη
βελτίωση των συμπτωμάτων
σε ασθενείς με οξεία συμπτωματική
υπονατριαιμία / νευρολογικά συμπτώματα /
ενδοκράνια νόσο

**ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ
ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΔΗ**

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΟΞΕΙΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗ
ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ (σπασμοί)

$\text{Na} = 118 \text{mEq/L}$

Χορήγηση bolus IV 100 ml διαλύματος NaCl 3%
($\text{Na}^+ 513 \text{mEq/L}$)
Σωματικό βάρος 70kg, TBW=35L

Νέα τιμή Na^+ ορού = 120mEq/L

Επανάληψη έγχυσης 100ml διαλύματος NaCl 3% μέχρι
να υποχωρήσουν τα συμπτώματα

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ-ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΟΙΔΗΜΑ

ΚΥΡΙΩΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΕΝΔΟΚΡΑΝΙΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

ΣΕ ΥΠΕΡΟΞΕΙΕΣ ΜΕΙΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΟΥ Na^+ :

ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΜΕ H_2O (ΨΥΧΩΣΗ, ECSTASY Κ.Λ.Π)

ΧΟΡΗΓΗΣΗ 100ml NaCl 3% (2ml/Kg ΒΣ) → ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ / 10' (3 ΔΟΣΕΙΣ) ΣΕ ΒΑΡΙΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ (+ΣΠΑΣΜΟΙ)

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΧΡΟΝΙΑΣ ΑΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (1)

➤ ΣΤΕΡΗΣΗ H_2O

Σε ασυμπτωματικούς ή
ολιγοσυμπτωματικούς ασθενείς

ΑΣΘΕΝΗΣ 72 ΕΤΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΟΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΝΕΟΠΛΑΣΜΑ ΤΟΥ ΠΝΕΥΜΟΝΑ.

Na⁺ 121mEq/L, K⁺ 4mEq/L, ΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ 2.4mg/dl, ΣΑΚΧΑΡΟ 117mg/dl,
ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ 1.5mg/dl, Posm 250mosmol/Kg, Uosm 664mosmol/Kg, Na⁺ ΟΥΡΩΝ
100mEq/L, K⁺ ΟΥΡΩΝ 66mEq/L, V ΟΥΡΩΝ 900ml.

ΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ ΜΕΡΑ Na⁺ 117mEq/L ΜΕ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ
H₂O(1L)

1° ΕΡΩΤΗΜΑ:

ΓΙΑΤΙ Ο ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ H₂O ΕΠΙΔΕΙΝΩΣΕ ΤΗΝ
ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ;

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

Υπονατριαιμία με ↓ P_{osm}

↑ U_{osm}

↑ Na^+ ούρων

Διάγνωση: **SIADH** (απαιτείται ο αποκλεισμός του υποθυρεοειδισμού και της επινεφριδιακής ανεπάρκειας)

Αίτιο: μικροκυτταρικό νεόπλασμα του πνεύμονα

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Ουρικό οξύ $<4\text{mg/dl}$: SIADH

Ουρικό οξύ $>5\text{mg/dl}$: υποογκαιμία

FEUA $>12\%$: SIADH

Ουρία $<20\text{mg/dl}$

FE ουρίας $>55\%$

} SIADH

Σε ασθενείς με υπονατριαιμία : αποκλεισμός άλλων αιτίων

☐Θειαζιδικά διουρητικά

**☐Επινεφριδιακή ανεπάρκεια
(κορτιζόλη στις 8π.μ.)**

☐ΦΑΡΜΑΚΑ

Σε αμφίβολες περιπτώσεις

Θεραπευτικό κριτήριο:

1-2L NaCl 0.9%: ↑ Na⁺ ορού ⇒
υποογκαιμία

Όχι μεταβολή Na⁺ ορού ⇒ SIADH

ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΧΡΟΝΙΑΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ



Αύξηση Na^+ ορού $< 8\text{mEq/L/24h}$

$< 18\text{mEq/L/48h}$

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙ Η ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ

H₂O ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΝΕΦΡΟΥΣ

(ΚΑΘΑΡΣΗ H₂O ΧΩΡΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ)

$$C_{e_{H_2O}} = V \left[1 - \frac{K^+ + Na^+ \text{ ΟΥΡΩΝ}}{Na^+ \text{ ΟΡΟΥ}} \right]$$



ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ:

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΑΘΑΡΣΗΣ H₂O ΧΩΡΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ

$$C^e_{H_2O} = V \left[1 - \frac{K^+ + Na^+ OΥΡΩΝ}{Na^+ OΡΟΥ} \right] = 0.9 \left(1 - \frac{166}{121} \right) =$$

$$0.9 \times (-0.3) = -0.27L$$

ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗ 270ml H₂O

ΑΙΜΑΤΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ H₂O ΟΙ ΝΕΦΡΟΙ ΚΑΤΑΚΡΑΤΟΥΝ
H₂O ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΟΥ Na

FLUID LOSS FORMULA (για 1 L ούρων) , ΣΒ 50kg

$$\Delta\text{Na}^+ = \frac{\text{Na}^+ \text{ ορού} - (\text{K}^+ + \text{Na}^+ \text{ ούρων})}{\text{TBW} - 1} = \frac{121 - 166}{25 - 1} = \frac{-45}{24} \approx -2 \text{mEq/L}$$

$$\text{Urine/serum electrolyte ratio}^* = \frac{166}{121} > 1$$

*Πολύ χρήσιμος δείκτης για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της στέρσης H₂O

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΜΕΤΑΣΤΑΤΙΚΟ ΚΑΡΚΙΝΟ ΤΟΥ ΠΝΕΥΜΟΝΑ ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ

Na⁺ 122mEq/L, V ΟΥΡΩΝ 1.1L, Na⁺/K⁺ ΟΥΡΩΝ 80 ΚΑΙ 86mEq/L, ΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ 2.4mg/dl, ΣΑΚΧΑΡΟ 117mg/dl, ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ 1.5mg/dl, Posm 250mosmol/Kg, Uosm 620mosmol/Kg.

2ο ΕΡΩΤΗΜΑ: ΠΩΣ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΑΥΞΗΣΟΥΜΕ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ του Na⁺:

- ΜΕ ΧΟΡΗΓΗΣΗ NaCl 0.9%
- ΜΕ ΔΙΑΙΤΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ Na⁺ ΚΑΙ ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ
 - ΜΕ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ H₂O
 - ΜΕ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΥΔΡΟΧΛΩΡΟΘΕΙΑΖΙΔΗΣ
- ΜΕ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΥΠΕΡΤΟΝΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ NaCl 3%

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ (1)

$$C^e_{H_2O} = 1100 \left[1 - \frac{80+86}{122} \right]$$

$$= 1100 \chi(-0.2) = -220\text{ml}$$

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:

Ο ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ H₂O ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΥΞΗΣΕΙ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ

ΤΟΥ Na⁺

□ Ο όγκος των ούρων εξαρτάται από την U_{osm} και την ποσότητα των διαλυτών (ωσμωτικά δραστικών) ουσιών που πρέπει να απεκκριθούν

□ Στο SIADH η U_{osm} παραμένει σταθερή

□ Οι ασθενείς με SIADH έχουν δύναμη έκπτυξη του εξωκυττάριου όγκου

$$V \text{ ούρων} = \frac{\text{Απέκκριση} \text{ η} \text{ διαλυτών} \text{ ουσιών}}{U_{osm}} = \frac{\text{Ουρία} + \text{ηλεκτρολύτες} \text{ ούρων}}{U_{osm}}$$

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ (2)

3^ο ΕΡΩΤΗΜΑ: Μπορούμε να χορηγήσουμε NaCl 0.9% σε ΣΙΑΔΗ;

1L NaCl 0.9%(308mosmol) ΘΑ ΑΠΕΚΚΡΙΘΕΙ ΣΕ 308/620~0.5L ΟΥΡΩΝ

[Η U_{OSM} ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΤΑΘΕΡΗ]

ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗ 500ml H_2O

ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΤΗΣ

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (ίσως και ↓ Na^+ ορού)

Σε ασθενείς με $U_{osm} > 300$ mosmol /kg \Rightarrow η χορήγηση NaCl μπορεί να μειώσει τα επίπεδα του Na^+ ορού

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ (3)

ΔΙΑΙΤΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ Na^+ ΚΑΙ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ  ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ ΤΩΝ
ΩΣΜΩΤΙΚΑ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ V ΟΥΡΩΝ (ΠΧ ΣΕ 1.6L)

 ΜΕΙΩΣΗ (ΕΞ ΑΡΑΙΩΣΕΩΣ) ΤΟΥ K^+ ΚΑΙ Na^+ ΟΥΡΩΝ (34 ΚΑΙ 32mEq/L,
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ)

$$C_{\text{H}_2\text{O}}^e = 1600 \left[1 - \frac{66}{122} \right] =$$

=800ml

 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ, ΑΦΟΥ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ

Η ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ H_2O ΧΩΡΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΧΡΟΝΙΑΣ ΑΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (2)

➤ Στέρση H_2O



➤ Δίαιτα πλούσια σε Na^+ και πρωτεΐνες

➤ Χορήγηση φουροσεμίδης ($20mg \times 2/d$) \Rightarrow
αυξημένη νεφρική απέκκριση H_2O

➤ Χορήγηση ουρίας ή demeclocycline \Rightarrow
διούρηση H_2O

➤ Χορήγηση βαπτανών (π.χ. tolvaptan)

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΣΙΑΔΗ

Χορήγηση υπέρτονου διαλύματος NaCl 3% (513mEq Na⁺) ± φουροσεμίδη IV (20-40mg)

Na⁺ ορού 110mEq/L, ΣΒ 60kg, TBW 30L
1L υπέρτονου διαλύματος NaCl 3% (514mEq Na⁺/L) οδηγεί σε αύξηση των επιπέδων του Na⁺ ορού κατά 13mEq/L

ΡΥΘΜΟΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΥΠΕΡΤΟΝΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ NaCl 3%

ΑΥΞΗΣΗ

1L υπέρτονου διαλύματος

13mEq/L

X

8mEq/L

$X = 8/13 = 0.6L$ υπέρτονου διαλύματος NaCl 3%/24h $\Rightarrow \approx$
25ml/h

Σε περιπτώσεις μεγαλύτερης
του επιθυμητού ρυθμού διόρθωσης:

□ Χορήγηση προσεκτικά υπότονου
διαλύματος NaCl (N/2 ή N/4)

□ Χορήγηση βαζοπρεσίνης (με ιδιαίτερη
προσοχή)

Αναγκαιότητα επανειλημμένων συχνών
προσδιορισμών των επιπέδων του Na^+
κατά τη διάρκεια της διόρθωσης (και των
ηλεκτρολυτών των ούρων)

ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ: ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



Υπερωσμωτικότητα



Διέγερση ωσμωυποδοχέων



Δίψα

↑ ADH



Αυξημένη πρόσληψη και κατακράτηση H₂O



ΝΟΡΜΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΨΑΣ ΣΤΗΝ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ H_2O (1)

□ Η δίψα αποτελεί τον πιο σημαντικό μηχανισμό προστασίας. Έτσι, υπερνατριαιμία παρατηρείται σε άτομα που έχουν υποδιψία ή σε ενήλικα άτομα με διαταραχές του επιπέδου συνείδησης, καθώς και σε νεογνά που έχουν άθικτο μηχανισμό δίψας, δεν μπορούν όμως να πουν H_2O

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΨΑΣ ΣΤΗΝ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ H₂O (2)

- ❑ Υπερνατριαιμία δεν παρατηρείται ποτέ σε ένα άτομο με φυσιολογικό επίπεδο συνείδησης, φυσιολογικό μηχανισμό δίψας και δυνατότητα πρόσληψης H₂O
- ❑ Υπερνατριαιμία παρατηρείται συνήθως σε άτομα >60 ετών με συνυπάρχοντα νοσήματα (κυρίως λοιμώξεις του αναπνευστικού) και διαταραχές της δίψας (μειωμένη ωσμωτική διέγερση της δίψας)

Η υπερνατριαιμία:

Οφείλεται είτε σε κατακράτηση Na^+ ή συχνότερα σε απώλεια H_2O μεγαλύτερη από την ταυτόχρονη απώλεια $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ (ΥΠΟΤΟΝΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ)

ΥΠΟΤΟΝΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Δέρμα: ιδρώτας, άδηλες απώλειες

Αναπνευστικό

Γαστρεντερικό: ωσμωτική διάρροια (λακτουλόζη, ορισμένες λοιμώδεις εντερίτιδες)

Νεφροί: ↓ ADH → άπιοιος διαβήτης
↓ δράση ADH στα νεφρικά σωληνάκια (νεφρογενής άπιοιος διαβήτης)
ωσμωτική διούρηση

ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



Υπερωσμωτικότητα



Έξοδος H_2O από τα κύτταρα



Κυτταρική αφυδάτωση



Αφυδάτωση των εγκεφαλικών κυττάρων

ΟΞΕΙΑ VS ΧΡΟΝΙΑ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Η συμπτωματολογία από το ΚΝΣ της υπερνατριαιμίας, που ουσιαστικά δεν διαφέρει από την αντίστοιχη της υπονατριαιμίας, εξαρτάται τόσο από το βαθμό της υπερνατριαιμίας όσο και από την ταχύτητα εγκατάστασης της

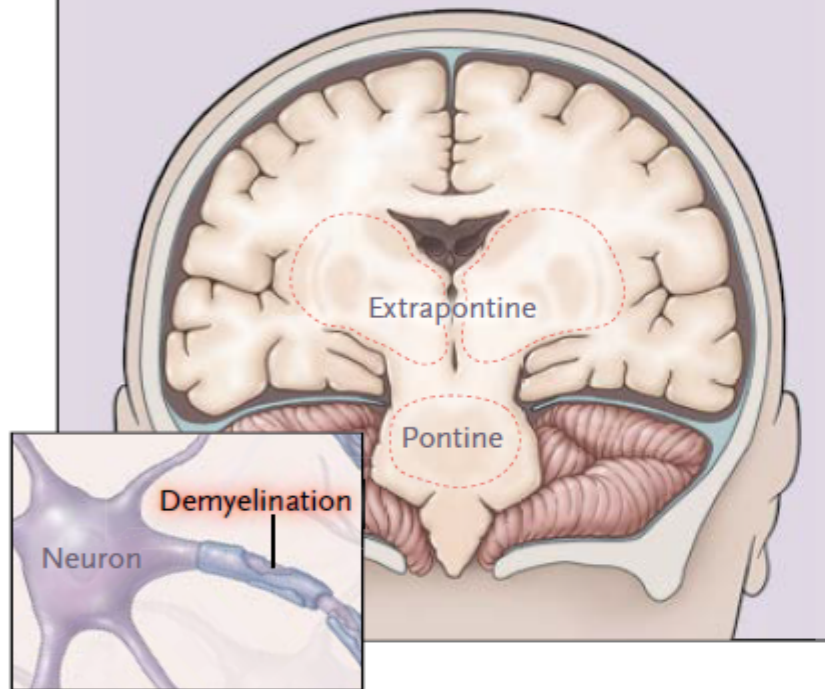
Σε περιπτώσεις χρόνιας υπερνατριαιμίας παρατηρείται είσοδος στα κύτταρα ωσμωτικά δραστικών ουσιών που καλούνται ωσμώλια (Na^+ , K^+ , Cl^- , ινοσιτόλη και αμινοξέα) με τελικό αποτέλεσμα την αποκατάσταση του όγκου των ενκεφαλικών κυττάρων

Rapid onset of acute hypernatremia

Rapid correction of chronic hyponatremia

Rapid increase in plasma sodium concentration

Osmotic demyelination

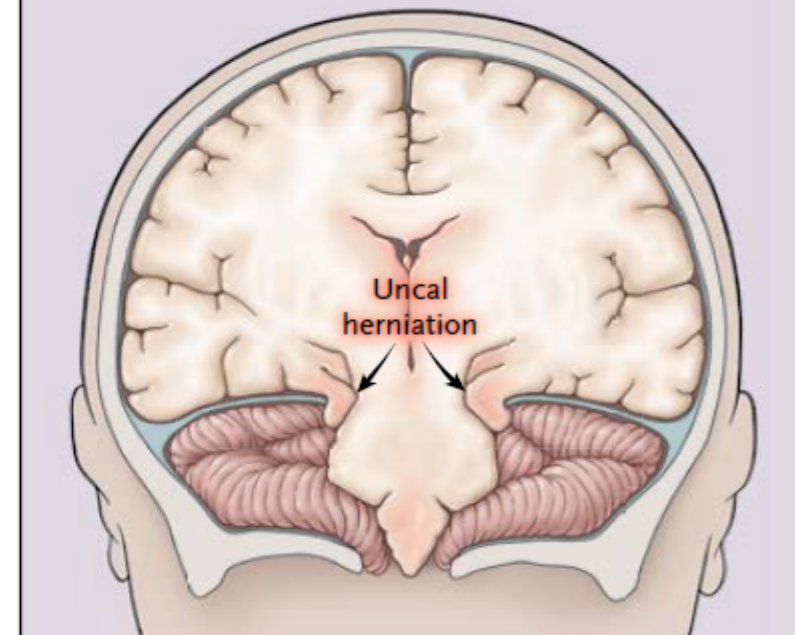


Rapid onset of acute hyponatremia

Rapid correction of chronic hypernatremia

Rapid decrease in plasma sodium concentration

Cerebral edema



POSTGRADUATE MEDICINE, 2016

VOL. 128, NO. 3, 299–306

<http://dx.doi.org/10.1080/00325481.2016.1147322>



CLINICAL FOCUS: GASTROENTEROLOGY, HEPATOLOGY & NEPHROLOGY
REVIEW

Evaluation and treatment of hypernatremia: a practical guide for physicians

George Liamis , Theodosios D. Filippatos  and Moses S. Elisaf 

Department of Internal Medicine, School of Medicine, University of Ioannina, Ioannina, Greece

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

□ Ρυθμός μείωσης των επιπέδων του Na^+ : <8-10mEq/L/d

□ Αρχική μείωση κατά 5-6mEq/L/6h (1mEq/L/h)
σε ασθενείς με οξεία συμπτωματική υπερνατριαιμία

□ Σε ασθενείς με υπεργλυκαιμία απαιτείται διόρθωση της συγκέντρωσης του Na^+ για τα επίπεδα της γλυκόζης

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΚΑΙ U_{osm} (1)

$U_{osm} < 300 \text{mosmol/Kg}$: ΑΠΟΙΟΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ

U_{osm} : 300-600mosmol/Kg: ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΔΙΟΥΡΗΣΗ, ΑΠΟΙΟΣ
ΔΙΑΒΗΤΗΣ

ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΩΣΜΩΤΙΚΗΣ ΔΙΟΥΡΗΣΗΣ⁺ = V
ΟΥΡΩΝ x U_{osm} , Φ.Τ. 600-900mosmol/d
ΜΙΑ ΤΙΜΗ > 1.000mosmol/d ⇒ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ
ΔΙΑΛΥΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

+ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ ΔΙΑΛΥΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΚΑΙ U_{osm} (2)

$U_{osm} > 600 \text{ mosmol/Kg}$:

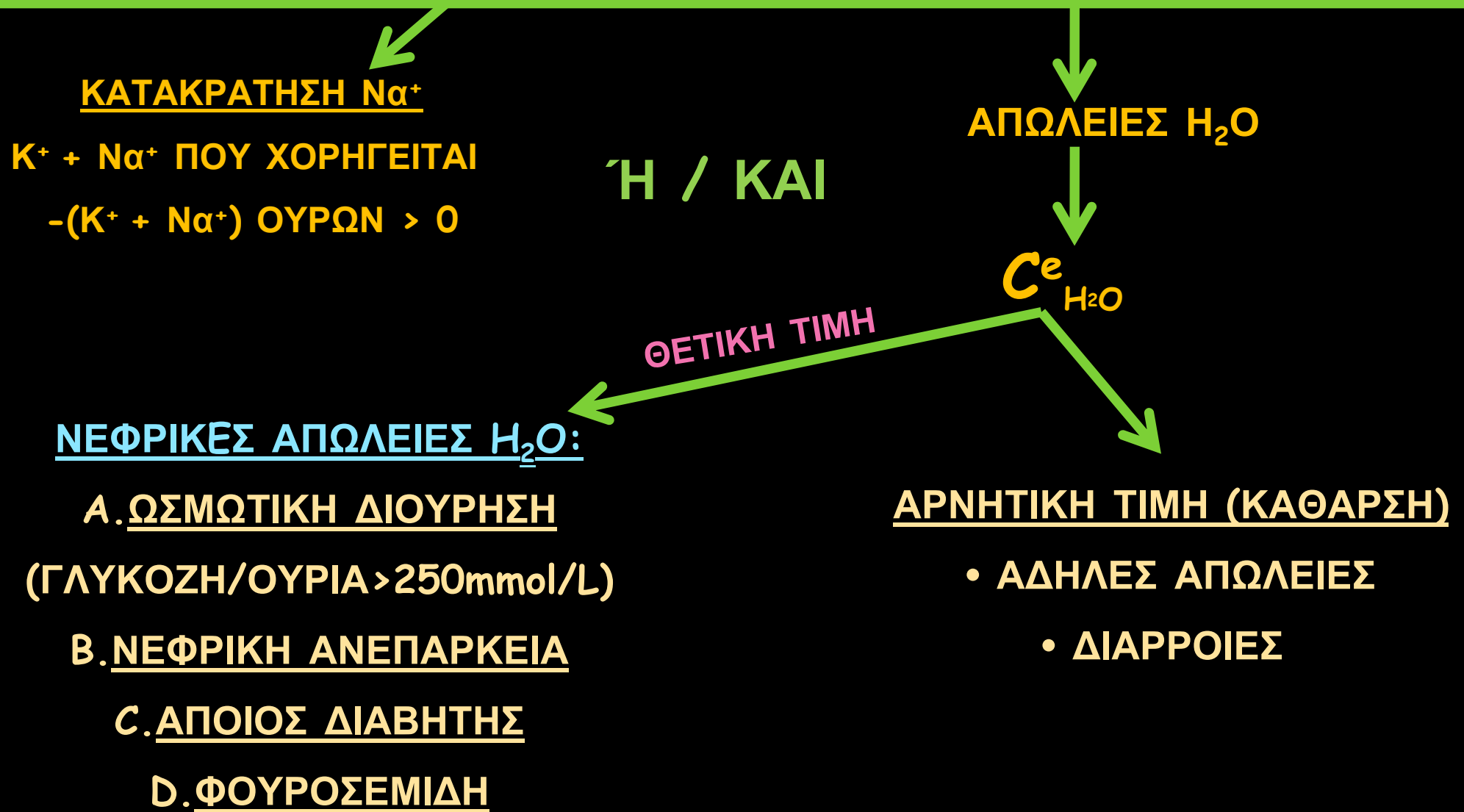
1. ΑΠΩΛΕΙΕΣ H_2O (ΓΕΣ/ΝΕΦΡΟΙ/ΑΔΗΛΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ)

2. ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΗ ΜΕ Na^+ /ΥΠΟΔΙΨΙΑ

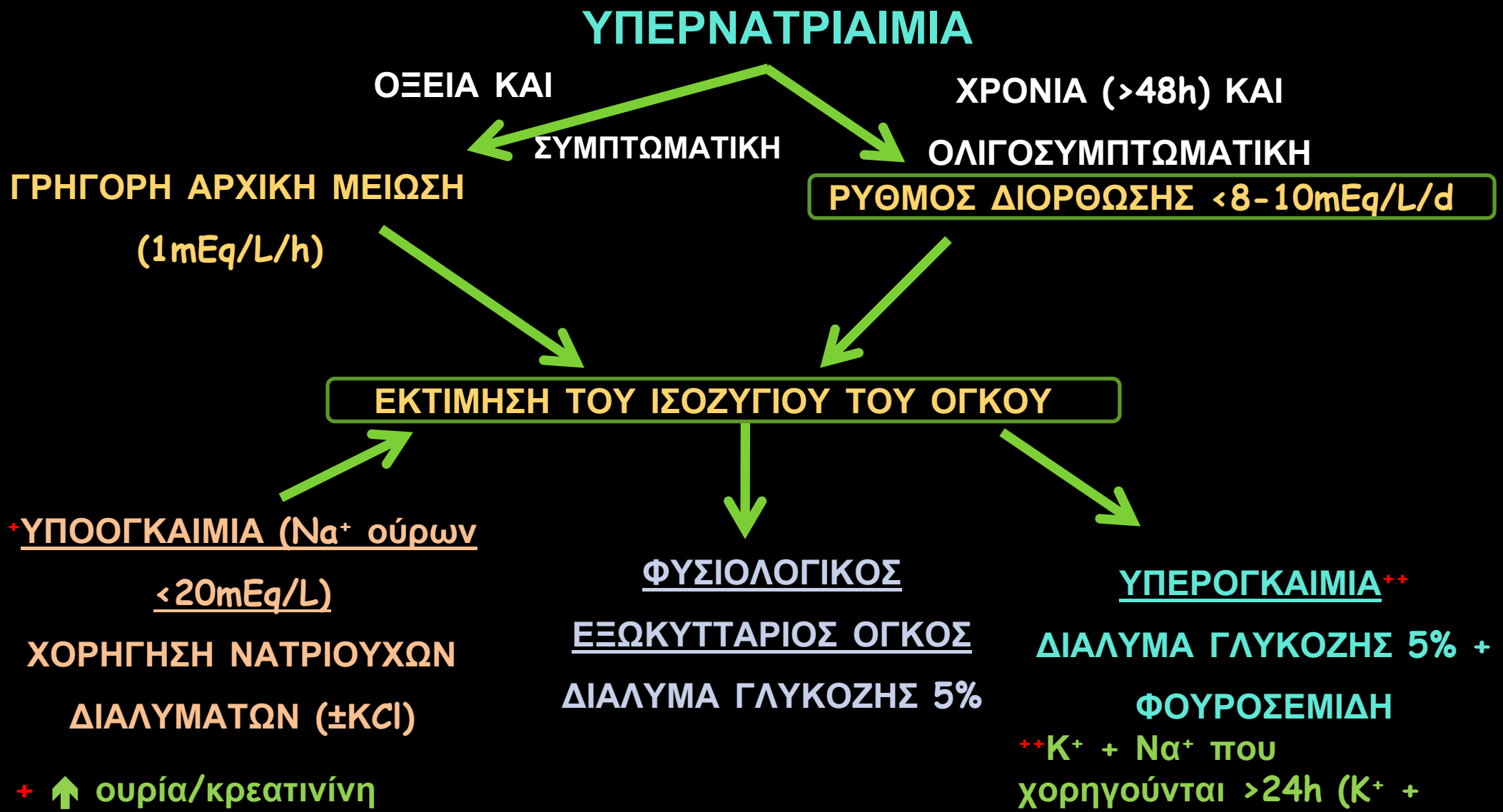
Na^+ ΟΥΡΩΝ $< 25 \text{ mEq/L}$: ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΥ
ΟΓΚΟΥ

Na^+ ΟΥΡΩΝ $> 100 \text{ mEq/L}$: ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΗ ΜΕ Na^+

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΣΘΕΝΗ ΜΕ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

□ Υπολογισμός της διορθωμένης συγκέντρωσης του Na^+ ορού σε ασθενείς με υπεργλυκαιμία

↑ glu κατά 100g/dl



↓ Na^+ ορού κατά 1.6-4mEq/L

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ:
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΛΕΙΜΑΤΟΣ H₂O

$$\text{ΕΛΛΕΙΜΑ H}_2\text{O: } 0.5^* (0.4) \times \sum \left[\frac{\text{Na}^+ \text{ ΟΡΟΥ}}{140} - 1 \right]$$

*ΑΦΟΡΑ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΑ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΑ ΑΤΟΜΑ

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΥΠΕΡΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

ΑΣΘΕΝΗΣ (ΓΥΝΑΙΚΑ) 70 ΕΤΩΝ ΜΕ Σ.Β. 60Kg,

Na⁺ ΟΡΟΥ 168mEq/L, ΔNa⁺ 28mEq/L

1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ H₂O=4.8L

2. ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ: 10mEq/L/d

3. ΠΟΣΟΤΗΤΑ H₂O ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΧΟΡΗΓΗΘΕΙ

$$= \frac{10}{28} \times 4.8L = 1700ml/d$$

4. ΡΥΘΜΟΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ H₂O: 1700/24=70ml/h

5. ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ H₂O (ΑΔΗΛΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ)

(30-40ml/h)

6. ΧΟΡΗΓΗΣΗ 110ml/h (70+40ml/h) H₂O

7. ΣΤΗ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΟΥΝ ΟΙ

ΑΠΩΛΕΙΕΣ H₂O ΑΠΟ ΤΟ ΓΕΣ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΝΕΦΡΟΥΣ

8. ΑΠΩΛΕΙΕΣ H₂O ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΝΕΦΡΟΥΣ (ΚΑΘΑΡΣΗ H₂O

ΧΩΡΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ)

$$C^e H_2O = V_{\text{ούρων}} \times \left[1 - \frac{K^+ + Na^+ \text{ούρων}}{Na^+ \text{ορού}} \right] = 50 \text{ml/h}$$

(V=100ml/h, K⁺ ΟΥΡΩΝ 54mEq/L, Na⁺ ΟΥΡΩΝ 30mEq/L)

9. ΧΟΡΗΓΗΣΗ 110+50=160ml/h H₂O

10. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ

ΧΟΡΗΓΗΘΕΙ

ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ

ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΥ ΟΓΚΟΥ:

ΧΟΡΗΓΗΣΗ NaCl 0.9%

ΜΕΤΡΙΟΥ/ΜΙΚΡΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΥ

ΟΓΚΟΥ: ΧΟΡΗΓΗΣΗ NaCl 0.45% / 0.225% (N/2/N/4)

ΧΩΡΙΣ ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΥ ΟΓΚΟΥ: ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΟΡΟΥ

ΓΛΥΚΟΖΗΣ 5%

ΕΑΝ ΕΠΙΛΕΓΕΙ ΔΙΑΛΥΜΑ N/2 (0.45%)

1L ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ N/2 ΠΑΡΕΧΕΙ 500ml H₂O →

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΧΟΡΗΓΗΘΟΥΝ 320ml ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ NaCl 0.45%

**11. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ / 4-6h ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΟΥ Na^+ ΟΡΟΥ
ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**

**12. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΡΟΓΥΕ -
ΜΑΔΙΑΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΕΙ ΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ
ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ Na^+ ΜΕ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ 1L
ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ**

$$\Delta\text{Na}^+ = \frac{(\text{Na}^+ + \text{K}^+ \text{ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ}) - \text{Na}^+ \text{ ΟΡΟΥ}}{\text{TBW}+1}$$

ΧΟΡΗΓΗΣΗ 1L ΓΛΥΚΟΖΗΣ 5%: $\Delta\text{Na}^+=4.8\text{mEq/L} \Rightarrow$ ΠΡΕΠΕΙ

ΝΑ ΧΟΡΗΓΗΘΟΥΝ 2.1L ΟΡΟΥ ΓΛΥΚΟΖΗΣ 5% + 1L

ΑΔΗΛΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ \approx 3L ΟΡΟΥ ΓΛΥΚΟΖΗΣ (125ml/h)

Εάν χορηγηθεί N/2:

$$\Delta\text{Na}^+ = \frac{77-168}{31} = -3\text{mEq/L}$$

2.7L ορού N/2 \Rightarrow  Na^+ ορού κατά 8mEq/L

+ άδηλες απώλειες

ΣΥΝΟΛΟ 3L ΥΠΟΤΟΝΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ (N/2)

ΡΥΘΜΟΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ : 120ml/h

**ΤΟ Κ⁺ ΤΩΝ ΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ
ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ ΥΠΟΨΗ**

**1 ΦΥΣΙΓΓΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΚCl 10% ΠΑΡΕΧΕΙ
27mosmol,**

3 ΦΥΣΙΓΓΕΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΚCl=81mosmol

1L N/4 + 3 ΦΥΣΙΓΓΕΣ ΚCl=77+81=158mosmol,

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΕ 1L NaCl 0.45% (N/2)