

Αλγόριθμος για την αιτιολογική διάγνωση της υπονατριαιμίας

Γ. Λιάμης

Επ. Καθηγητής Παθολογίας

Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

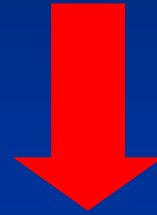
Na < 136 meq/L

Υπονατριαιμία

- Είναι η πιο συχνή ηλεκτρολυτική διαταραχή
- Συνοδεύεται από αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα
- Η επίπτωση είναι ιδιαίτερα υψηλή (μέχρι 53%) σε ηλικιωμένους, νοσηλευόμενους ή ιδρυματοποιημένους ασθενείς
- Εξωνοσοκομειακοί ασθενείς: επίπτωση 7.7 %

Liamis G et al. Electrolyte Disorders in Community Subjects: Prevalence and Risk Factors. Am J Med 2013 256-63

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ



ΥΠΟΩΣΜΩΤΙΚΟΤΗΤΑ



ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΟΙΔΗΜΑ

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

Συσχετίζεται:

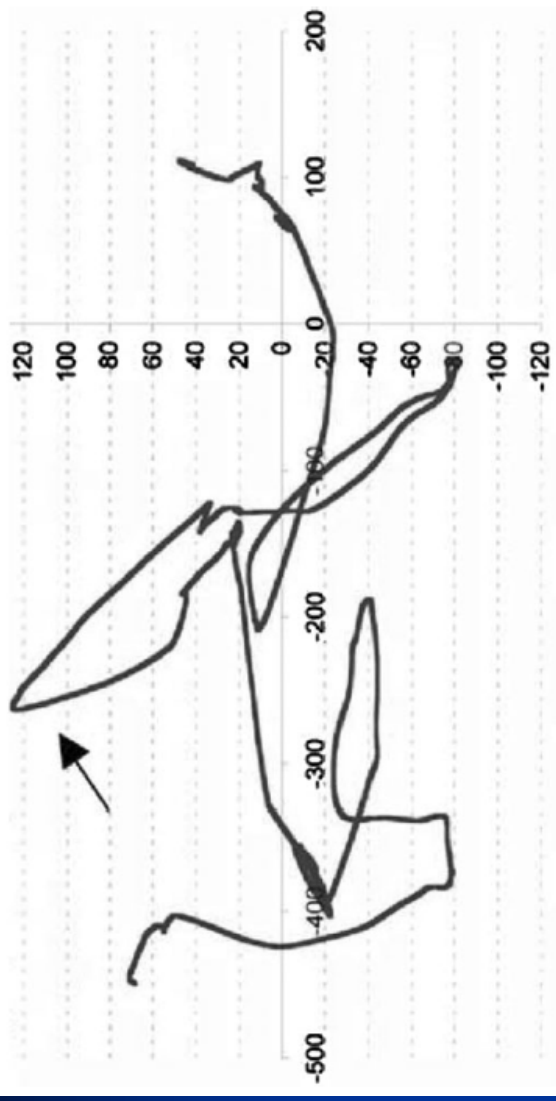
με τη βαρύτητα της υπονατριαιμίας

με την ταχύτητα εγκατάστασής της

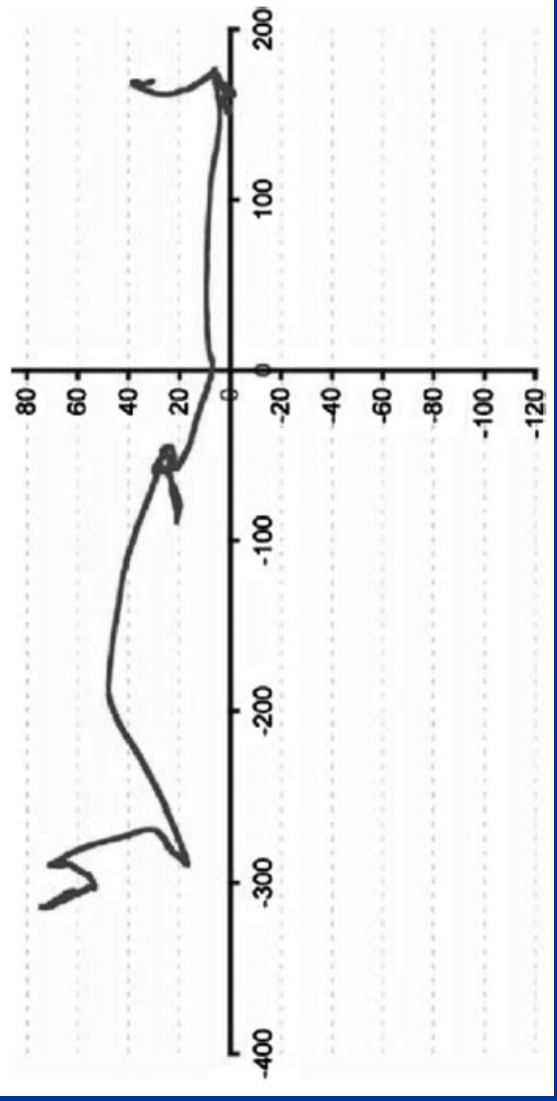
Ήπια χρόνια υπονατριαιμία

- ❖ Αυξημένη συχνότητα πτώσεων - καταγμάτων
- ❖ Η συχνότητα πτώσεων είναι παρόμοια στους ασθενείς με ήπια ή περισσότερη σοβαρή υπονατριαιμία (Na 130-132mmol/L vs Na 115-117 mmol/L)
- ❖ Σε ειδικές νευρογνωσιακές δοκιμασίες οι υπονατριαιμικοί ασθενείς εμφανίζουν αστάθεια βάρδισης και περισσότερες λανθασμένες/καθυστερημένες απαντήσεις

A: Serum sodium concentration 124 mmol/L



B: Serum sodium concentration 135 mmol/L



Οστική νόσος: νέα επιπλοκή της υπονατριαιμίας

Hoorn EJ, Liamis G, Zietse R, Zillikens MC. Hyponatremia and bone: an emerging relationship. Nat Rev Endocrinol. 2011;8:33-9

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

Ολικό H₂O

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

ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

$$\text{Na}^+ \text{ ορού} = (\text{Na}^+_{\text{e}} + \text{K}^+_{\text{e}}) / \text{Ολικό H}_2\text{O}$$

Υπονατριαιμία



Κατακράτηση H₂O

απώλεια Na⁺ (και K⁺) > H₂O

(θειαζιδικά διουρητικά)

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

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

(Ψυχογενής πολυδιψία)

- ✓ Ουσιαστικά όλοι οι υπονατριαιμικοί ασθενείς (αν εξαιρεθούν οι ασθενείς με νεφρική ανεπάρκεια και ψυχογενή πολυδιψία) έχουν αυξημένα επίπεδα ADH
- ✓ Η πρόσληψη H_2O διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην παθογένεια της υπονατριαιμίας

ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

- ΨΕΥΔΟΎΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ
- ΑΛΗΘΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

Μέθοδοι μέτρησης νατρίου

Ion-selective electrodes (ISE)



Direct ISE



Indirect ISE

ΑΙΤΙΑ ΨΕΥΔΟΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

Με φυσιολογική Ροστ

- Βαριά υπερλιπιδαιμία
- Βαριά υπερπρωτεϊναιμία
(εργαστηριακό σφάλμα)

ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

Με αυξημένη P_{osm}

- Υπεργλυκαιμία
- Χορήγηση υπέρτονου διαλύματος μαννιτόλης

ΥΠΕΡΓΛΥΚΑΙΜΙΑ ΚΑΙ Na^+ ΟΡΟΥ

↑ γλυκόζης → ↑ P_{osm} → έξοδος H_2O από τα κύτταρα

↓
↓ Na^+ ορού

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΟΥ Na^+ ΤΟΥ ΟΡΟΥ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΕΡΓΛΥΚΑΙΜΙΑ

Διορθωμένη τιμή Na^+ ορού

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

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΟΥ Na^+ ΤΟΥ ΟΡΟΥ ΜΕΤΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΜΑΝΝΙΤΟΛΗΣ

Μαννιτόλη



↑ P_{osm}



Έξοδος H_2O από τα κύτταρα → ↓ Na^+ ορού



Ωσμωτική διούρηση



Απώλειες H_2O > απώλειες $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ → ↑ Na^+ ορού

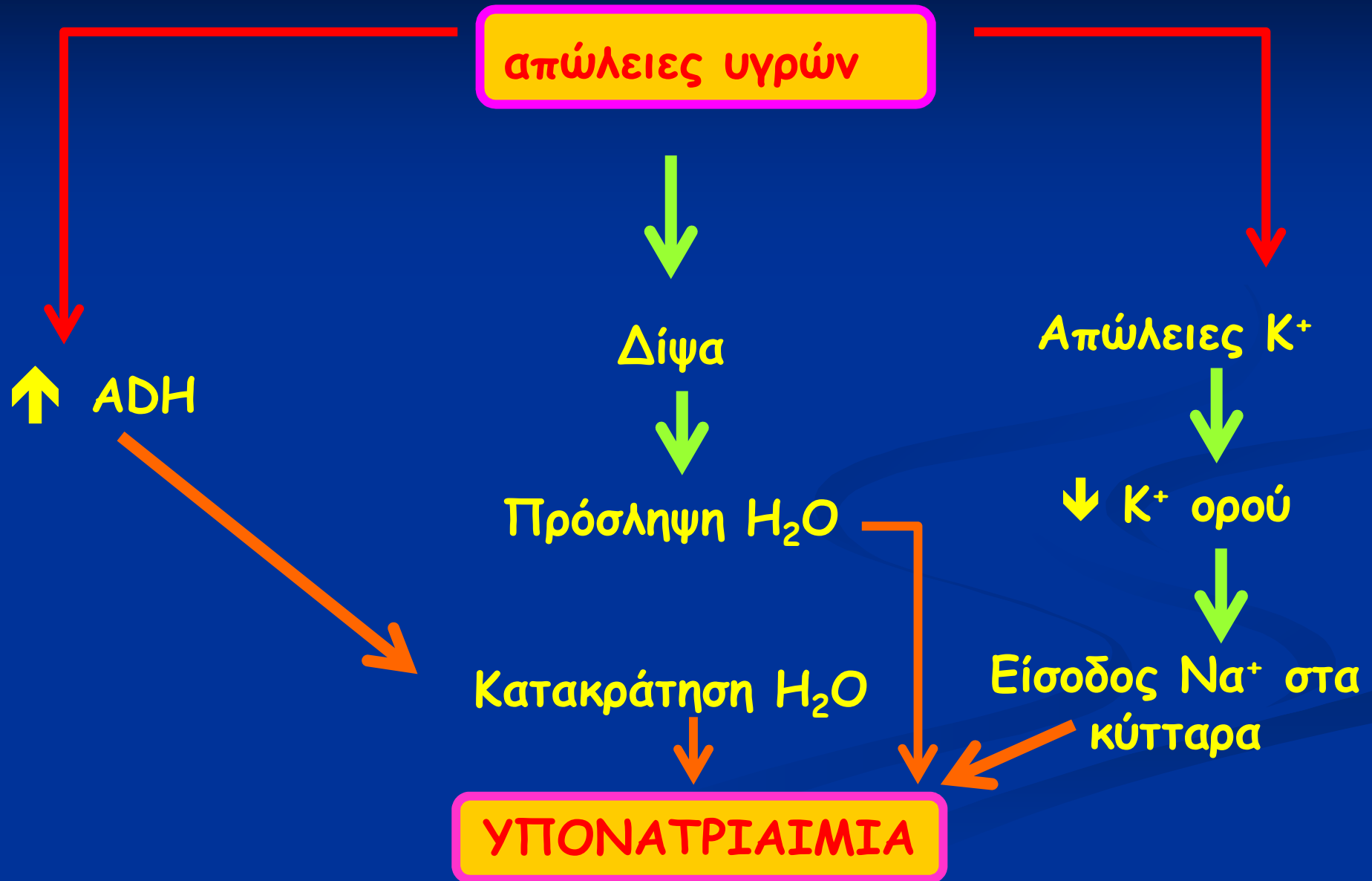
ΑΙΤΙΑ ΑΛΗΘΟΥΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΤΗΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗΣ H₂O

- ❖ Σύνδρομο απρόσφορης έκκρισης ADH
- ❖ Υποογκαιμία
- ❖ Θειαζιδικά διουρητικά
- ❖ Νεφρική ανεπάρκεια
- ❖ Ενδοκρिनοπάθειες (επινεφριδιακή ανεπάρκεια /υποθυρεοειδισμός)

ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΥ ΟΓΚΟΥ

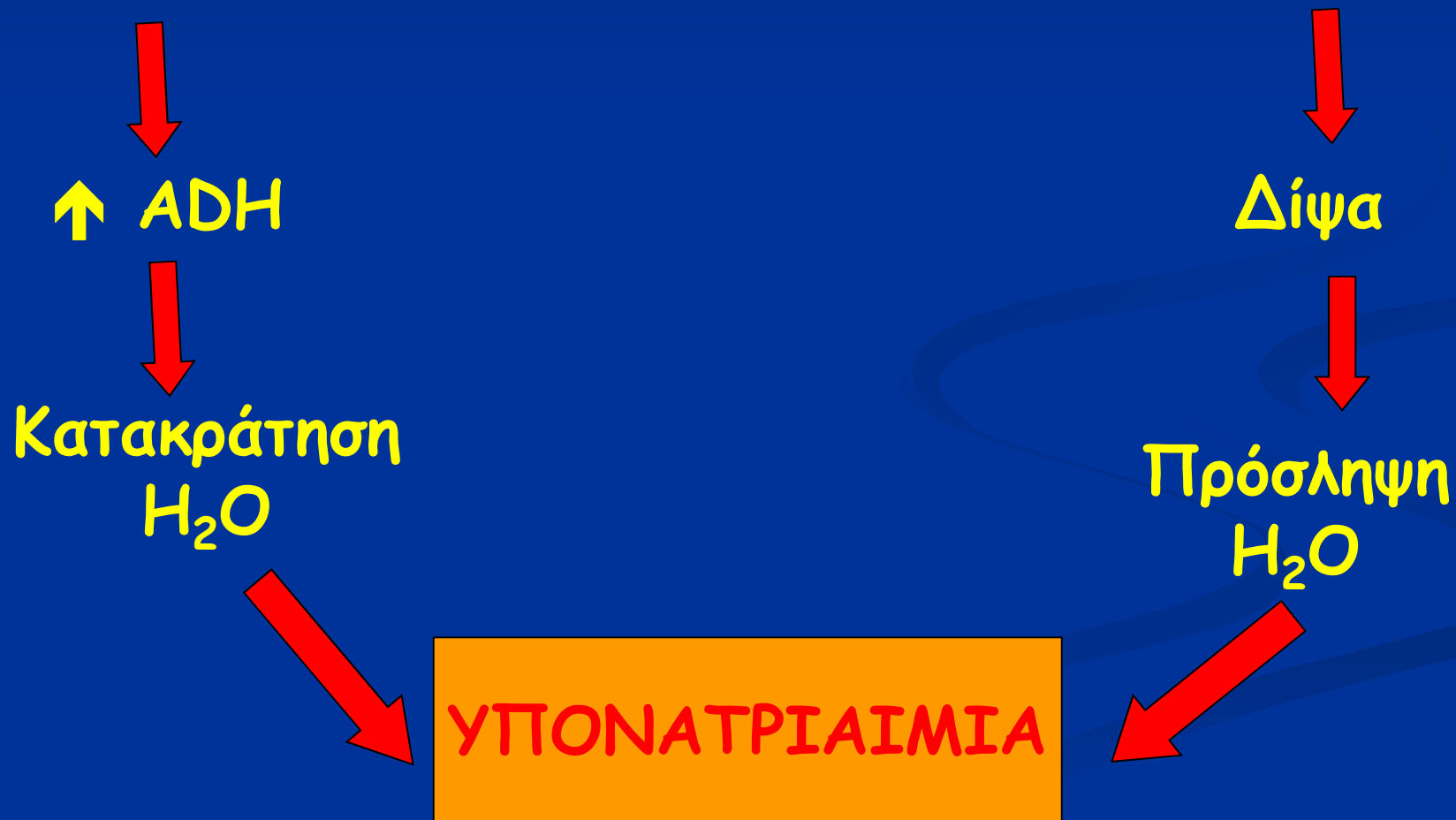
- Πραγματική υποογκαιμία από απώλειες υγρών
- Οιδηματώδεις καταστάσεις: μείωση του δραστικού αρτηριακού όγκου αίματος

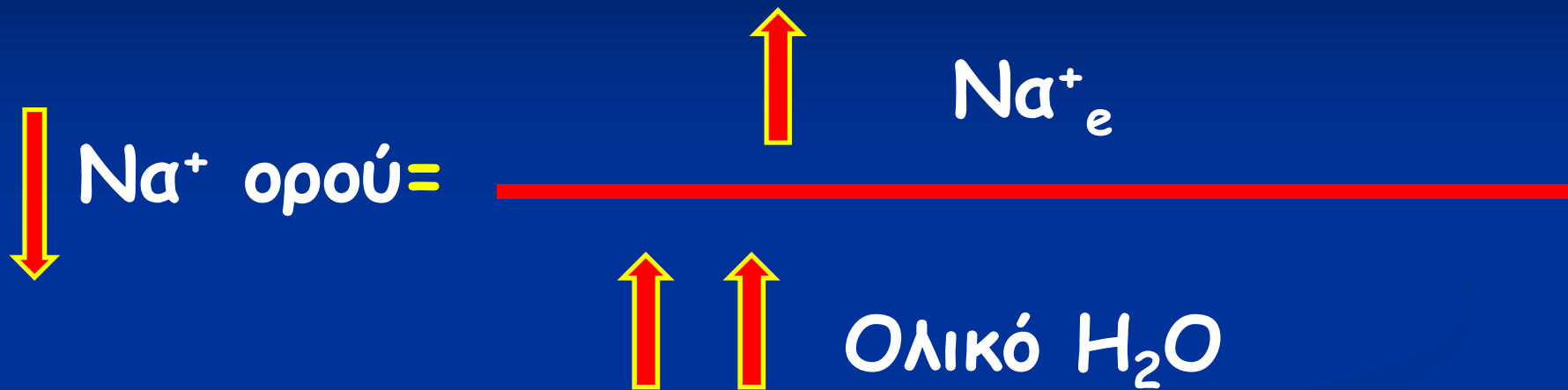
ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ



Οιδηματώδεις καταστάσεις (καρδιακή ανεπάρκεια, ηπατική κίρρωση)

ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΑΡΤΗΡΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΥ





Οιδηματώδεις καταστάσεις
(καρδιακή ανεπάρκεια, ηπατική κίρρωση)

ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ADH

↑↑ ADH



+ πρόσληψη H_2O

κατακράτηση H_2O



↓ Na^+ ορού



έκπτυξη εξωκυττάριου όγκου



↑ Na^+ ούρων

ΑΙΤΙΑ ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΔΗ

- ❖ Νευροψυχιατρικά νοσήματα
- ❖ Πνευμονικά νοσήματα
- ❖ Νεοπλάσματα: *κυρίως μικροκυτταρικό του πνεύμονα*
- ❖ Φάρμακα: *ψυχοφάρμακα, κυκλοφωσφαμίδη, βινκριστίνη, καρβαμαζεπίνη*
- ❖ Μετά από χειρουργική επέμβαση
- ❖ Ιδιοπαθές

ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΔΗ ΑΓΝΩΣΤΗΣ ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑΣ

- Νεοπλασίες
- Φάρμακα: *Ομεπραζόλη, αμινοφυλλίνη, αμιοδαρόνη*

Liamis et al. A review of drug-induced hyponatremia. Am J kidney Dis
2008; 52: 144-53

ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΑΠΟ ΔΙΟΥΡΗΤΙΚΑ

- Το συχνότερο αίτιο εξωνοσοκομειακής υπονατριαιμίας

Liamis G et al. Uric acid homeostasis in the evaluation of diuretic-induced hyponatremia. *J Invest Med* 2007;55:36-44

Θειαζίδες vs Φουροσεμίδη

- Οι περισσότερες περιπτώσεις υπονατριαιμίας από διουρητικά οφείλονται στα θειαζιδικά διουρητικά και πολύ σπάνια στα διουρητικά της αγκύλης
- Η φουροσεμίδη προκαλώντας υπότονες απώλειες έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στη θεραπεία της νορμογκαιμικής και υπερογκαιμικής υπονατριαιμίας

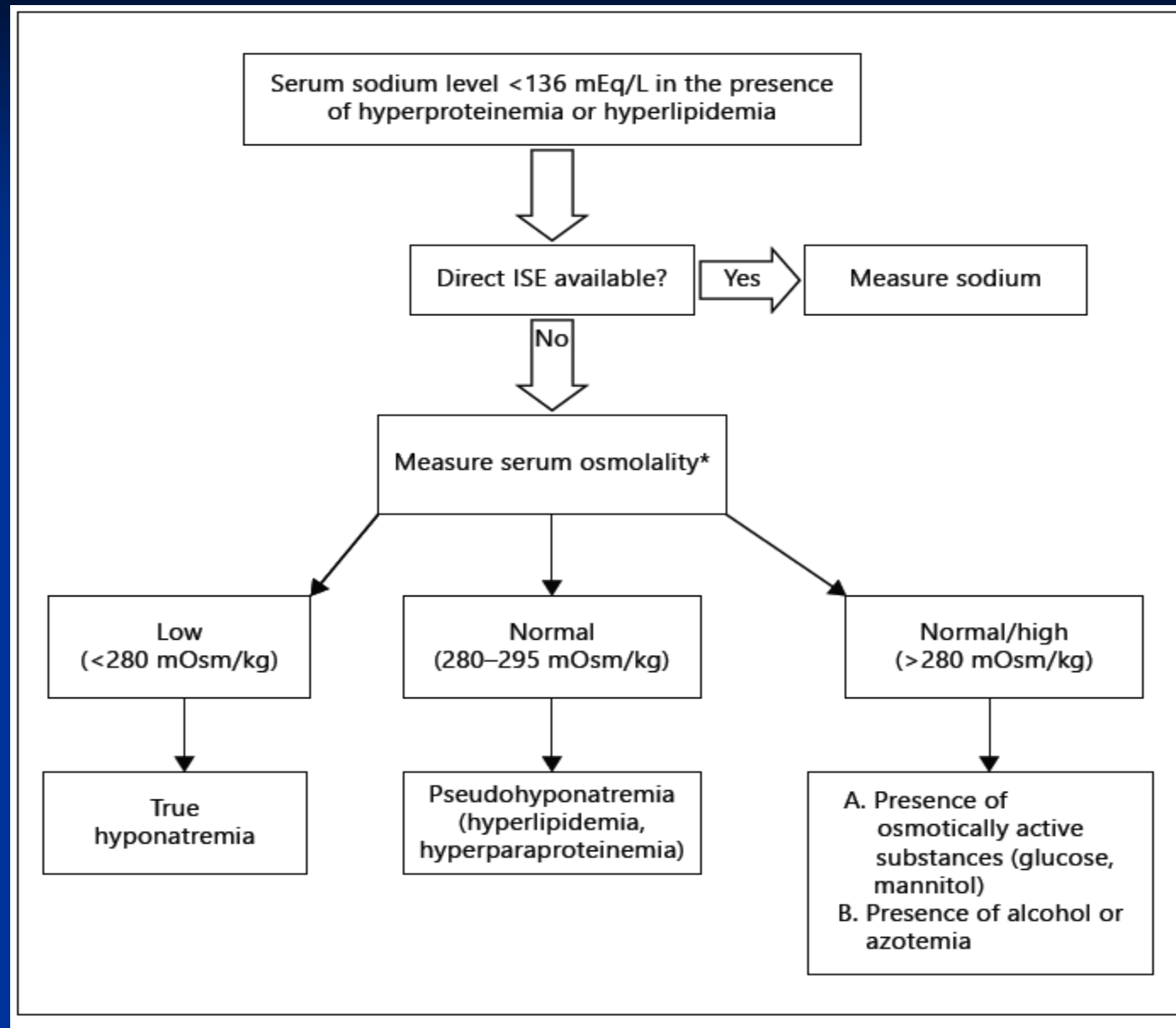
ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

Ιστορικό- Φυσική εξέταση

- Συμπτώματα υπονατριαιμίας (βαρύτητα, χρονιότητα)
- Εκτίμηση του εξωκυττάριου όγκου (υποογκαιμία, νορμοογκαιμία, υπερογκαιμία)
- Καρδιακή ανεπάρκεια, ηπατική κίρρωση, ψυχιατρική νόσος, νεοπλασία, νεφρική νόσος, ενδοκρινοπάθειες
- Απώλεια υγρών (π.χ. έμετοι, διάρροιες)
- Λήψη φαρμάκων-κάπνισμα
- Ανορεξία-απώλεια βάρους

Πρώτο βήμα στη διαγνωστική προσέγγιση
είναι ο αποκλεισμός ψευδούς
υπονατριαιμίας

Diagnostic algorithm for suspected pseudohyponatremia



ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΡΕΛΑΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (II)

Προσδιορισμός U_{osm} ή E.B ούρων

- $U_{osm} < 100 \text{ mosmol/kg}$ (E.B < 1003):
ψυχογενής πολυδιψία
- $U_{osm} > 100 \text{ mosmol/kg}$: όλα τα άλλα
αίτια υπονατριαιμίας

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΡΕΛΑΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (III)

Προσδιορισμός Na^+ ούρων (UNa^+)

- $\text{UNa}^+ < 30 \text{ meq/L}$: ελάττωση δραστικού αρτηριακού όγκου αίματος
 - ✓ πραγματική υποογκαιμία
 - ✓ οιδηματώδεις καταστάσεις

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΡΕΛΑΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ (IV)

$\text{UNa}^+ > 30 \text{ meq/L}$: ΣΙΑΔΗ

Ωστόσο:  Na^+ ούρων σε:

υποθυρεοειδισμό, επινεφριδιακή ανεπάρκεια,
πρόσφατη χορήγηση διουρητικών ή ωσμωτικά
δραστικών ουσιών & βαριά μεταβολική αλκάλωση

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ

- ❖ ↓ Na^+ ούρων ($< 30\text{mmol/L}$)
- ❖ ↑ ουρία/κρεατινίνη ($> 25/1$)
- ❖ ↑ επιπέδων ουρικού οξέος ($> 5\text{mg/dl}$)

↑ επαναρρόφησης Na^+ στα εγγύς σωληνάρια

↑ επαναρρόφησης ουρίας & ουρικού οξέος


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΕΣ
ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ
ΤΟΥ ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ ΑΠΡΟΣΦΟΡΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ΑΔΗ

- ↓ ουρίας (FE ουρίας > 55%)
- ουρία/κρεατινίνη ($\leq 20/1$)
- ↓ ουρικού οξέος (<4mg/dl) + ↑ FE ουρικού οξέος (> 12%)
- ↓ PO_4^{3-}

Κριτήρια για τη διάγνωση του ΣΙΑΔΗ

- Υπονατριαιμία με χαμηλή ωσμωτικότητα του ορού
- Ωσμωτικότητα ούρων δυσανάλογα υψηλή ($> 100 \text{ mosmol /kg}$)
- Δυσανάλογα αυξημένη συγκέντρωση νατρίου στα ούρα ($> 30 \text{ mmol /L}$)
- Φυσιολογική λειτουργία νεφρών, θυρεοειδή και επινεφριδίων
- Έλλειψη κλινικών ενδείξεων ελάττωσης του εξωκυττάριου όγκου
- Απουσία διαταραχών της οξεοβασικής ισορροπίας
- Όχι λήψη διουρητικών

Υποογκαιμία vs SIADH

- Αδυναμία διόρθωσης της υπονατριαιμίας με φυσιολογικό ορό: SIADH
- 1-2 lt NS/ημέρα για 2 ημέρες: αύξηση του Na > 5mmol/l  υποογκαιμία

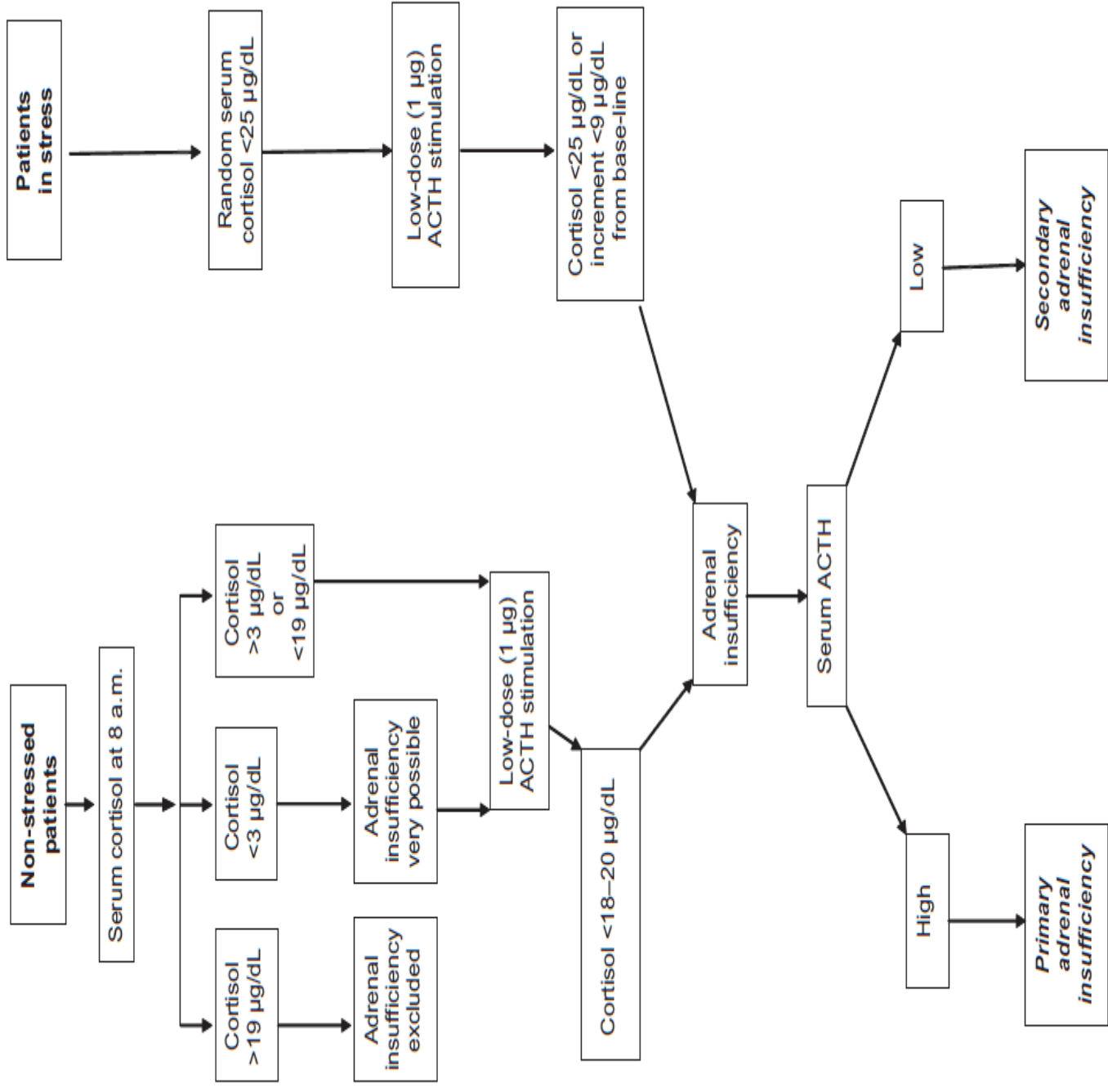
Clues to differential diagnosis of hyponatremia due to SIADH and primary and secondary adrenal insufficiency

	SIADH	Primary adrenal insufficiency	Secondary adrenal insufficiency
Volume status	Euvolemia	Hypovolemia	Euvolemia
Serum potassium	N	N or ↑	N
Serum uric acid	N or ↓ (< 4 mg/dL; 237.9 μmol/L)	N or ↑	N or ↓
FE uric acid	> 12% (> 16% in the elderly)	N or ↓ (< 12%)	> 12% (> 16% in the elderly)
Serum urea	N or ↓	N or ↑	N or ↓
FE urea	N (50%–55%) or ↑	N or ↓	N (50%–55%) or ↑

Liamis G, Milionis HJ, Elisaf M

Endocrine disorders: Causes of hyponatremia not to neglect.

Ann Med. 2011;179-87. Review



Etiologic classification of infection-induced hyponatremia

Hypertonic hyponatremia (serum osmolality > 295 mosm/kg)

–Infection-induced hyperglycemia

Isotonic hyponatremia (serum osmolality: 280–295 mosm/kg)

–Infection-induced hyperproteinemia (e.g. Leishmaniasis, HCV, HIV)

Hypotonic hyponatremia (serum osmolality < 280 mosm/kg)

1. Hypervolemic hyponatremia

Edematous states:

- Congestive heart failure after viral, bacterial, rickettsial, fungal, or parasitic infection-induced myocarditis
- Hepatic cirrhosis due to HBV, HCV
- Nephrotic syndrome due to poststreptococcal glomerulonephritis, endocarditis, HBV, HCV, HIV, schistosomiasis, filariasis, toxoplasmosis, malaria, syphilis, and mycoplasma
- Advanced renal failure: leptospirosis, hantavirus infections

2. Euvolemic hyponatremia

- SIADH: pulmonary and CNS infections
- Secondary adrenal insufficiency: tuberculosis, malaria, herpes simplex of CNS

3. Hypovolemic hyponatremia

- Extrarenal salt loss: potentially all infections through diarrhea, vomiting, blood losses or excessive sweating
- Renal salt loss: mineralcorticoid deficiency (tuberculosis, systemic fungal infections, acquired immunodeficiency syndrome mainly due to opportunistic infections), cerebral salt wasting syndrome (tuberculosis)

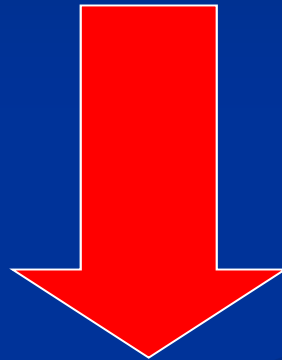
Liamis G et al. Hyponatremia in patients with infectious diseases.
J Infect. 2011:327-35.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ

Αύξηση Na^+ ορού $< 8-10 \text{ mmol/L/ημέρα}$

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

ΓΡΗΓΟΡΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΧΡΟΝΙΑΣ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ



Κεντρική γεφυρική μυελινόλυση (MRI)

Παραπάρεση -τετραπάρεση,
δυσαρθρία, δυσφαγία, κώμα

Παράγοντες κινδύνου κεντρικής γεφυρικής μυελινόλυσης

- Συγκέντρωση του νατρίου (<105 mmol/l)
- Υποκαλιαιμία
- Αλκοολισμός
- Υποθρεψία
- Σοβαρή ηπατική νόσος

ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ

✓ Αρχικά μικρή αύξηση του νατρίου:

Na^+ ορού = 110 mEq/L - εξωκυττάριος όγκος 40L

χορήγηση 1 lt NaCl (154 meq Na^+): αύξηση Na^+
ορού κατά 1 mEq/L

✓ Όταν αποκατασταθεί νορμογκαιμία: → ↓ ADH
↑ απέκκρισης αραιών ούρων → ↑↑ Na^+
ορού

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΟΞΥ ΣΙΑΔΗ

- Αντιμετώπιση υποκείμενου αιτίου (π.χ. διακοπή φαρμάκων που προκαλούν το σύνδρομο)
- Στέρσηση H_2O
- Χορήγηση υπέρτονου διαλύματος $NaCl$ και φουροσεμίδης σε περιπτώσεις βαριάς συμπτωματικής υπονατριαιμίας

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΧΡΟΝΙΟ ΣΙΑΔΗ

- ❖ Αντιμετώπιση υποκείμενου αιτίου
- ❖ Στέρσηση H_2O
- ❖ Δίαιτα υψηλή σε νάτριο και πρωτεΐνες
- ❖ Φουροσεμίδα
- ❖ Βαπτάνες: ανταγωνιστές των υποδοχέων της ADH

Liamis G et al. Treatment of hyponatremia: the role of lixivaptan.
Expert Rev Clin Pharmacol. 2014; 431-41.



Μηχανισμοί

- Αύξηση των οστεοκλαστών/ μείωση της οστεοκαλσίνης (δείκτης οστεοβλαστικής δραστηριότητας)
- Διαταραχή του ρεύματος ιόντων που απαιτείται για την επιδιόρθωση του οστού μετά από μικροτραυματισμούς
- Αυξημένο οξειδωτικό stress
- Η αυξημένη απορρόφηση του οστού θεωρείται ως προσπάθεια του οργανισμού να διατηρήσει την ομοιοστασία του νατρίου

Hoorn EJ, Liamis G, Zietse R, Zillikens MC. Hyponatremia and bone: an emerging relationship. Nat Rev Endocrinol. 2011;8:33-9.

Μηχανισμοί

- ✓ Απώλεια διαλυτών ουσιών (δηλαδή K^+ και Na^+) μεγαλύτερη από την αντίστοιχη απώλεια νερού.
- ✓ Αυξημένη έκκριση ADH εξαιτίας της προκαλούμενης υποογκαιμίας
- ✓ Αυξημένη πρόσληψη ύδατος και η διέγερση της έκκρισης ADH που πιθανά προκαλούν τα ίδια τα θειαζιδικά διουρητικά
- ✓ Άμεση αναστολή της αραίωσης των ούρων εξαιτίας της μείωσης της επαναρρόφησης του $NaCl$ στον άπω νεφρώνα.
- ✓ Υποκαλιαιμία, διαμέσου της διακυτταρικής ανταλλαγής κατιόντων.

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΣΕ ΟΙΔΗΜΑΤΩΔΕΙΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ

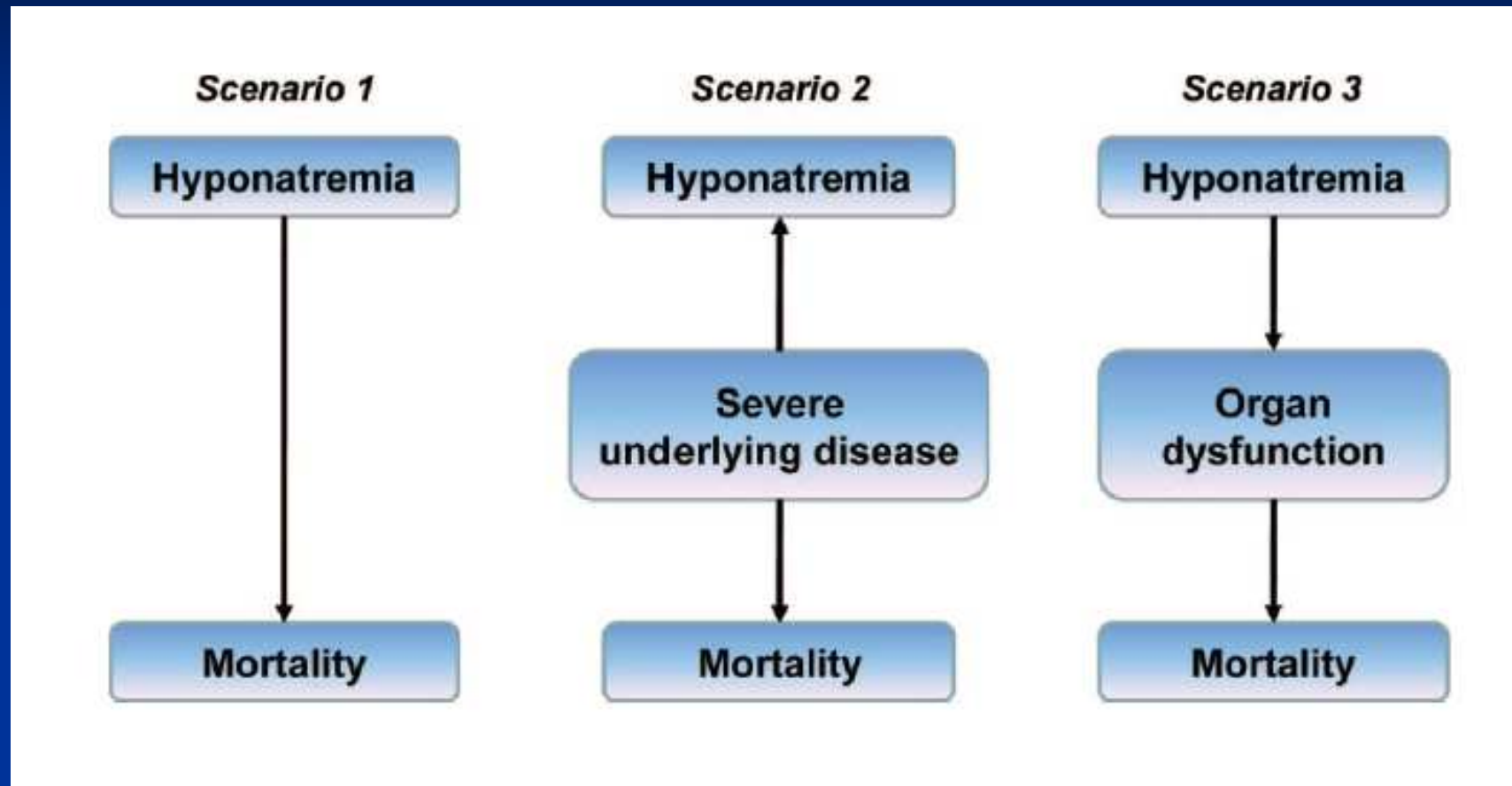
- στέρηση H_2O

Σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια:

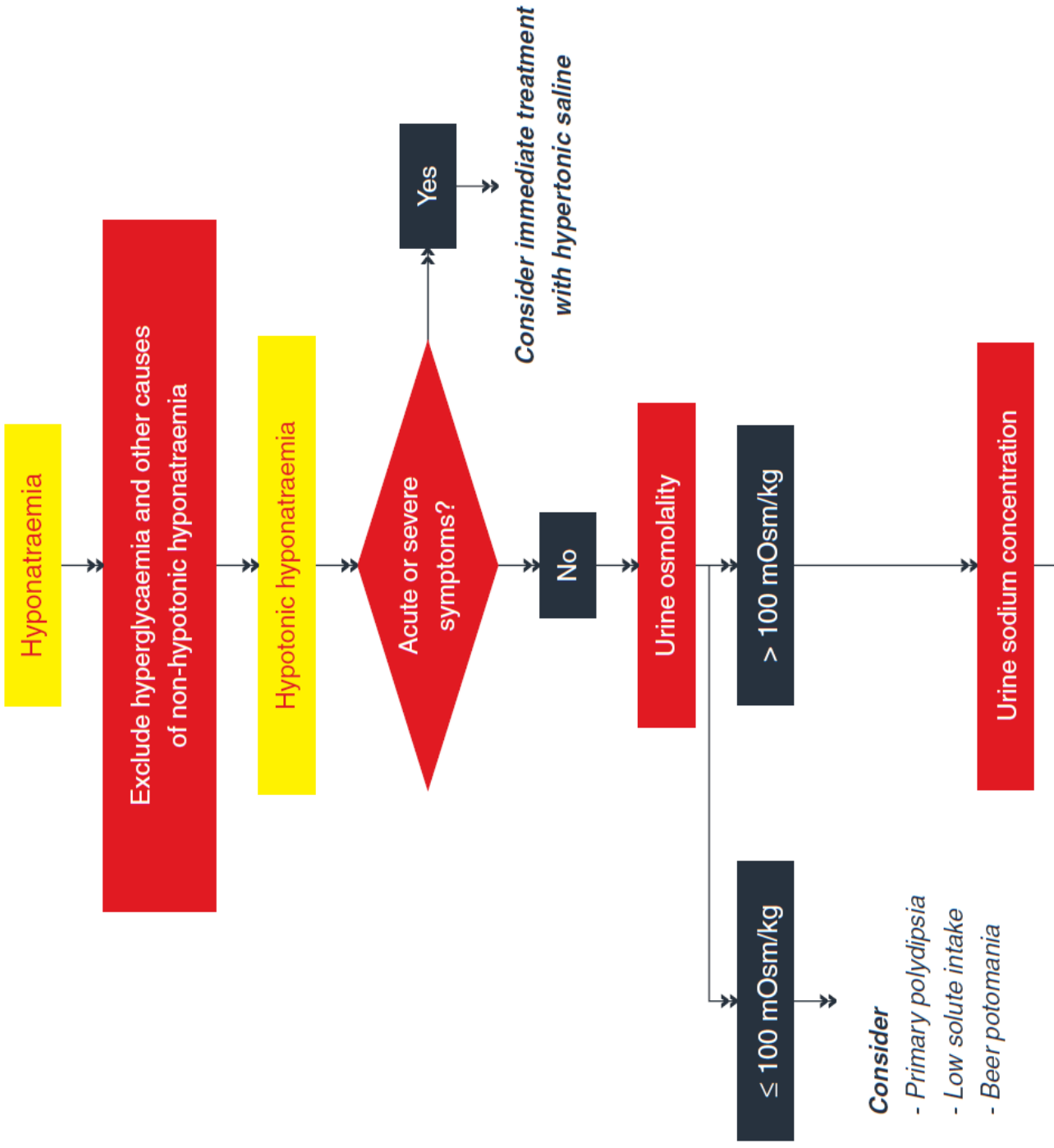
ΑΜΕ + φουροσεμίδη

Σε ασθενείς με κίρρωση: φουροσεμίδη + αλβουμίνη

Βαπτάνες: ανταγωνιστές των υποδοχέων της ADH



Hoorn EJ, Zietse R. [Hyponatremia and mortality: how innocent is the bystander?](#) Clin J Am Soc Nephrol. 2011;6:951-3



Urine sodium concentration

≤ 30 mmol/l

> 30 mmol/l

Low effective arterial
blood volume

Diuretics or
kidney disease?

Yes

No

If ECF expanded consider

- Heart failure
- Liver cirrhosis
- Nephrotic syndrome

If ECF reduced consider

- Diarrhea and vomiting
- Third spacing
- Remote diuretics

Consider

- Diuretics
- Kidney disease
- All other causes

If ECF reduced consider

- Vomiting
- Primary adrenal insufficiency
- Renal salt wasting
- Cerebral salt wasting
- Occult diuretics

If ECF normal consider

- SIAD
- Secondary adrenal insufficiency
- (Hypothyroidism)
- Occult diuretics

The hyponatremic patient: a systematic approach to laboratory diagnosis

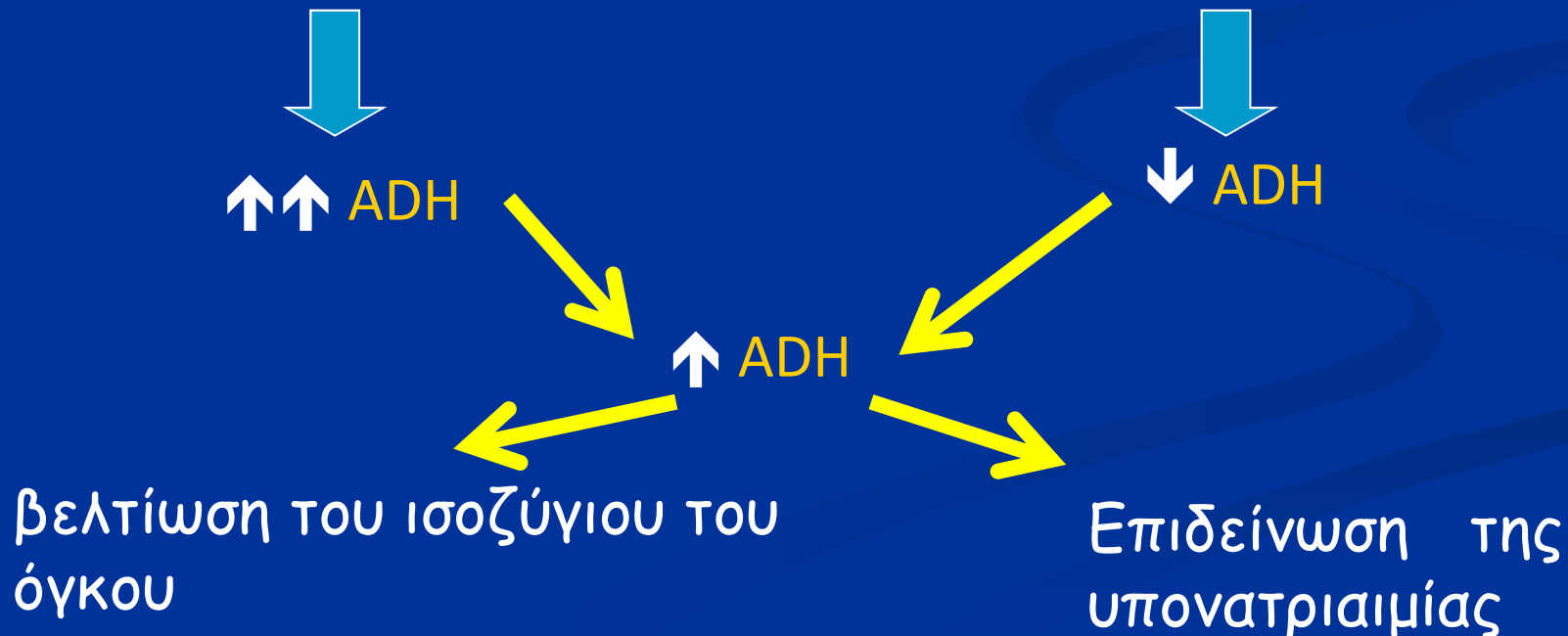
Haralampos J. Milionis, George L. Liamis, Moses S. Elisaf

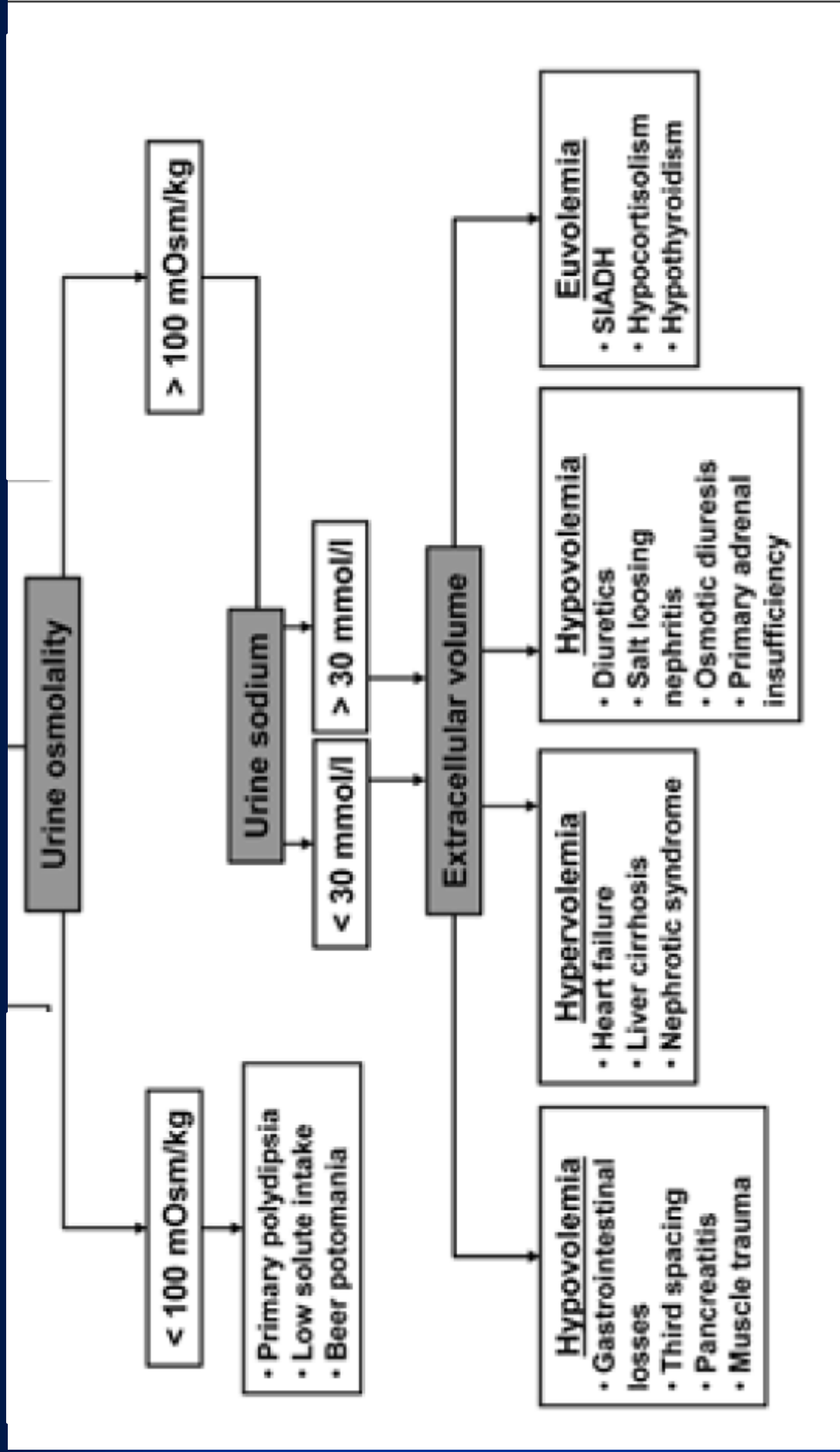
CMAJ 2002;166(8):1056-62

ΟΓΚΟΡΡΥΘΜΙΣΗ VS ΩΣΜΟΡΡΥΘΜΙΣΗ

Όταν συνυπάρχουν μεταβολές όγκου και τονικότητας, ο οργανισμός επιλέγει τη διατήρηση του εξωκυττάριου όγκου

ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΑ & ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ (↓ Posm)

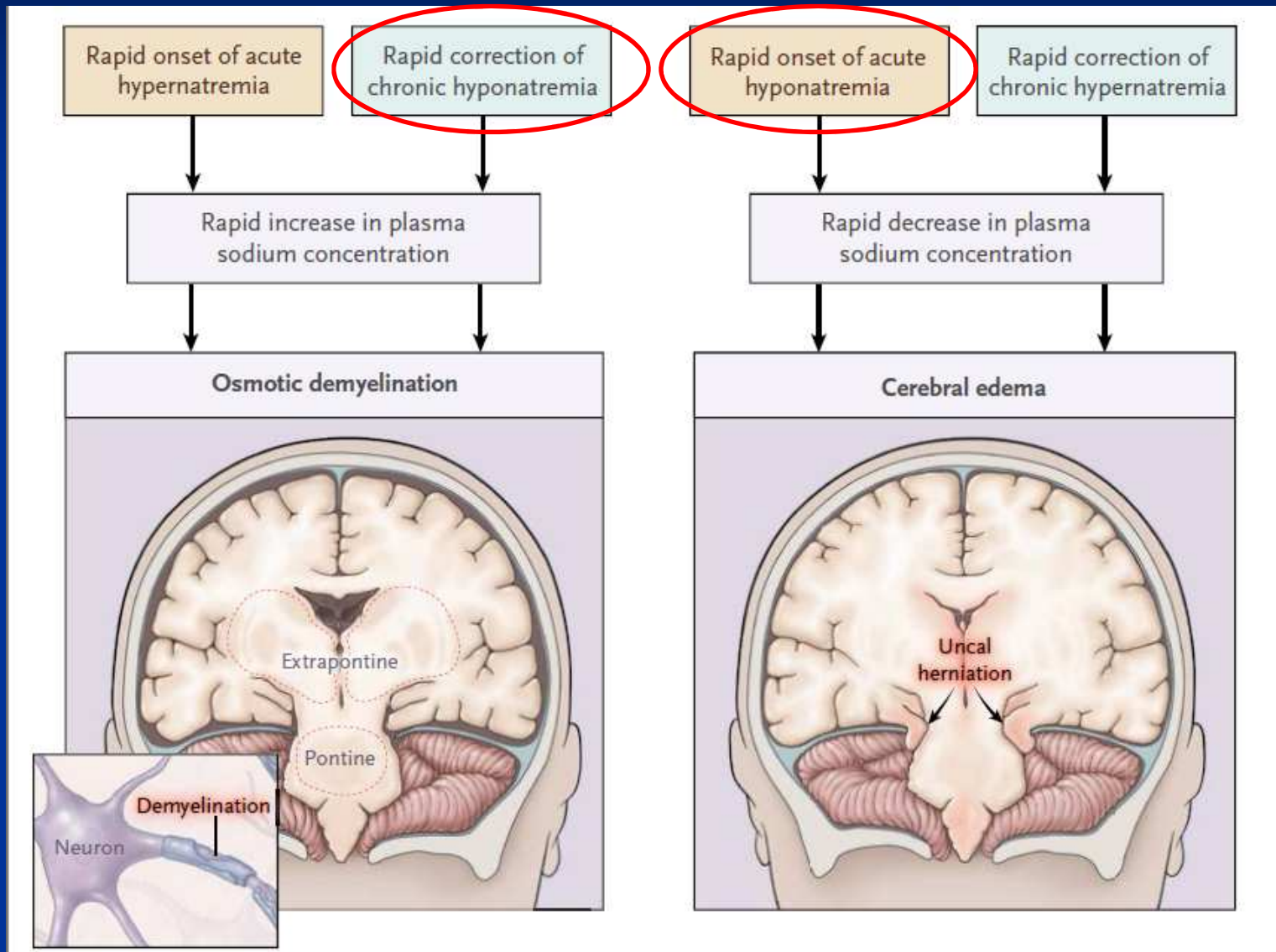


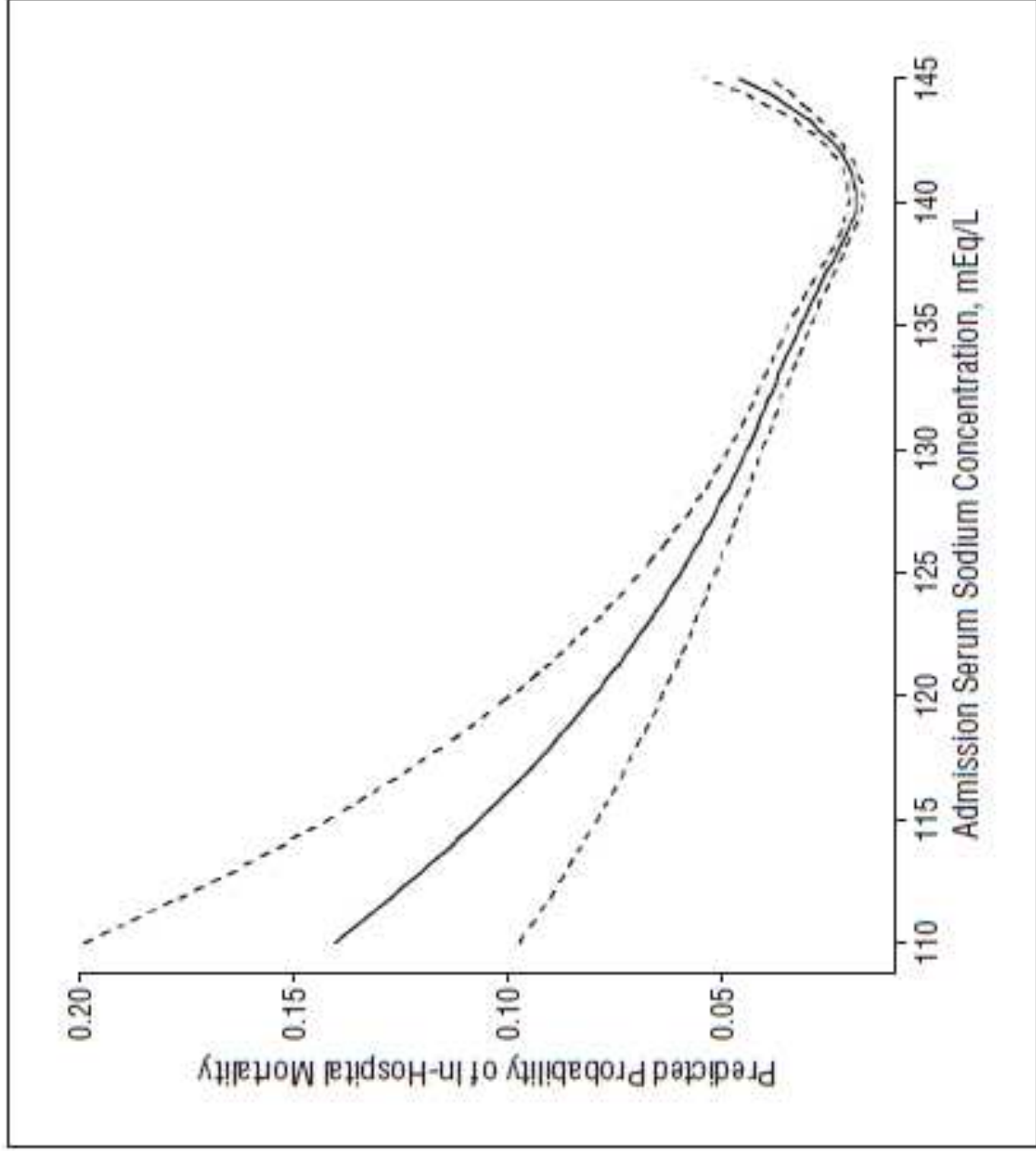


Summary of the studies reporting an association between hyponatremia with falls, osteoporosis or fractures

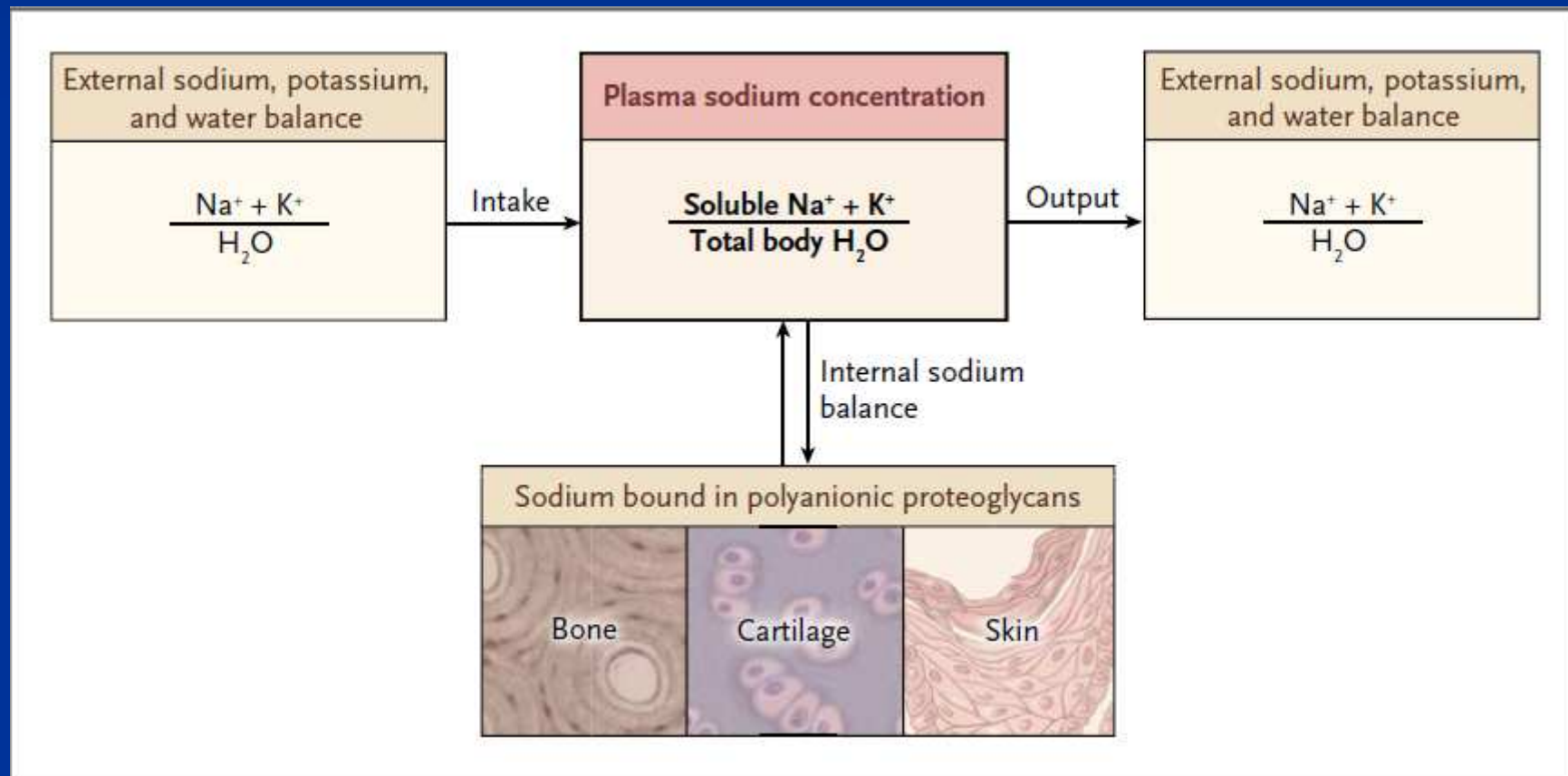
First author, year	Type of study	Number of subjects	Main finding
Renneboog, 2006	Case-control study	356	Hyponatremia associated with falls
Gankam Kengne, 2008	Case-control study	1026	Hyponatremia associated with fractures
Sandhu, 2009	Case-control study	728	Hyponatremia associated with fractures
Verbalis, 2010	Cross-sectional cohort study	>5500	Hyponatremia associated with osteoporosis
Kinsella, 2010	Cross-sectional cohort study	1408	Hyponatremia associated with fractures independent of decreased BMD
Hoorn, 2011	Prospective cohort study	5208	Hyponatremia associated with fractures independent of falls; No association with low BMD

Consequences of Rapid Changes in the Plasma Sodium Concentration





Internal and External Solute and Water Balance and the Plasma Sodium Concentration



Παράγοντες κινδύνου

- Αν και η υπονατριαιμία μπορεί να παρατηρηθεί ακόμη και με μικρές δόσεις (12.5 mg/ημέρα) θειαζιδικών διουρητικών η επιπλοκή αυτή είναι σαφώς δοσοεξαρτώμενη.
- Η συγχορήγηση θειαζιδικών διουρητικών με φάρμακα που επίσης επηρεάζουν την κάθαρση ύδατος (π.χ SSRIs) ή με άλλα διουρητικά (αμιλορίδη, σπειρονολακτόνη) αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης υπονατριαιμίας.

- ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ Η ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ ΑΠΟ ΘΕΙΑΖΙΔΙΚΑ ΔΙΟΥΡΗΤΙΚΑ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΕ ΔΥΟ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΡΜΑΚΟΥ.
- Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΧΡΟΝΙΑΣ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΘΕΙΑΖΙΔΩΝ ΑΠΑΙΤΕΙ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΠΟΙΟΥ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΗΝ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΎΔΑΤΟΣ (έμετοι, διάρροιες, έκπτωση της νεφρικής λειτουργίας, αύξηση της πρόσληψης νερού ή της δόσης του φαρμάκου).

Αληθής υπονατριαιμία



Μειωμένη ωσμωτικότητα πλάσματος

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ K^+ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ (1)

Μεταβολική αλκάλωση

- ❖ Έμετοι
- ❖ Διουρητικά

Η συγκέντρωση του K^+ του ορού είναι
φυσιολογική ή ελαττωμένη

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ K^+ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ (2)

Μεταβολική οξέωση

- ❖ Η συγκέντρωση του K^+ του ορού είναι φυσιολογική ή αυξημένη

Νεφρική ανεπάρκεια & πρωτοπαθής
επινεφριδιακή ανεπάρκεια

- ❖ Η συγκέντρωση του K^+ του ορού είναι φυσιολογική ή ελαττωμένη

Διάρροιες

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ K^+ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ (1)

Φυσιολογικό αρτηριακό pH

- ❖ ΣΙΑΔΗ
- ❖ Πρωτοπαθής πολυδιψία
- ❖ Οιδηματώδεις καταστάσεις
- ❖ Δευτεροπαθής ανεπάρκεια επινεφριδίων
- ❖ Υποθυρεοειδισμός

Η συγκέντρωση του K^+ του ορού είναι συνήθως
φυσιολογική