

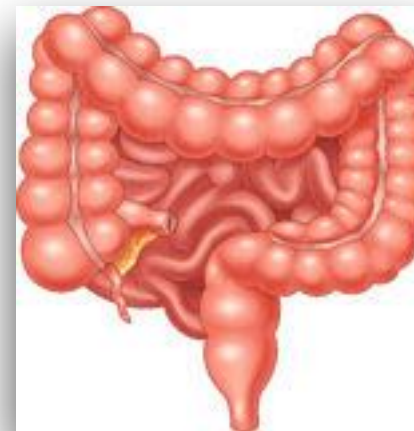
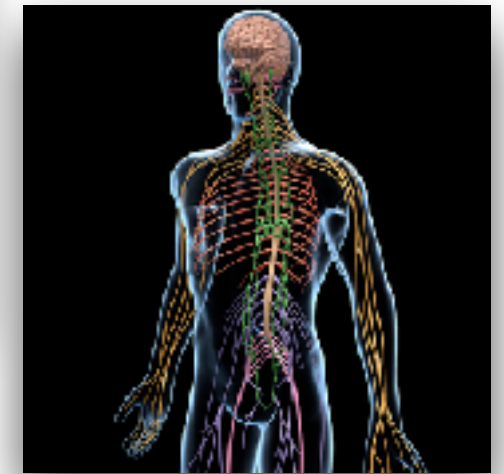
# **Επιπτώσεις της αλκάλωσης στους μύες, τα νεύρα και το έντερο**

**Μαρία Τσιάτσιου  
Νεφρολόγος, Επιμελήτρια Β'  
Γενικό Νοσοκομείο Χαλκιδικής**

**Κομοτηνή, 22 Σεπτεμβρίου 2017**

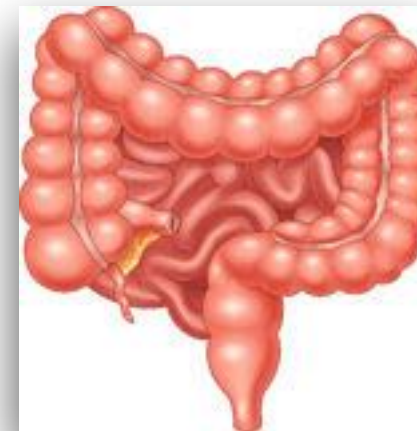
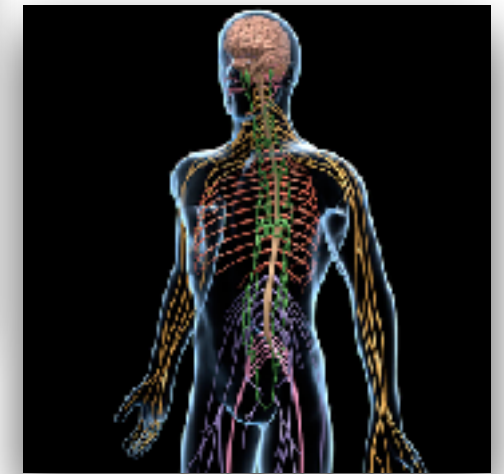
# Αλκάλωση: κλινική εικόνα

- αιμωδίες - παραισθησίες
- κράμπες, τετανία
- μυϊκή αδυναμία - παράλυση
- ναυτία, έμετος
- δυσκοιλιότητα ή διάρροια
- παραλυτικός ειλεός



# Αλκάλωση: κλινική εικόνα

- αιμωδίες - παραισθησίες
- κράμπες, τετανία
- μυϊκή αδυναμία - παράλυση
- ναυτία, έμετος
- δυσκοιλιότητα ή διάρροια
- παραλυτικός ειλεός



**Είναι χαρακτηριστικά της αλκάλωσης;**

# Η κλινική εικόνα της αλκάλωσης εξαρτάται από:

- ◆ υποκείμενη νόσο

  - ◆ *ταχύτητα εγκατάστασης, διάρκεια*

- ◆ υπογκαιμία, υποξαιμία, ιστική υποξία

- ◆ ηλεκτρολυτικές διαταραχές

  - ◆ ↓ *K, Ca, Mg, P*

- ◆ τύπος αλκάλωσης

  - ◆ *αναπνευστική, μεταβολική*

# Αλκάλωση

- υπογκαιμία
- υποξαιμία
- υποκαλιαιμία
- υπασβεστιαιμία
- υπομαγνησισαιμία
- υποφωσφαταιμία
- τύπος αλκάλωσης

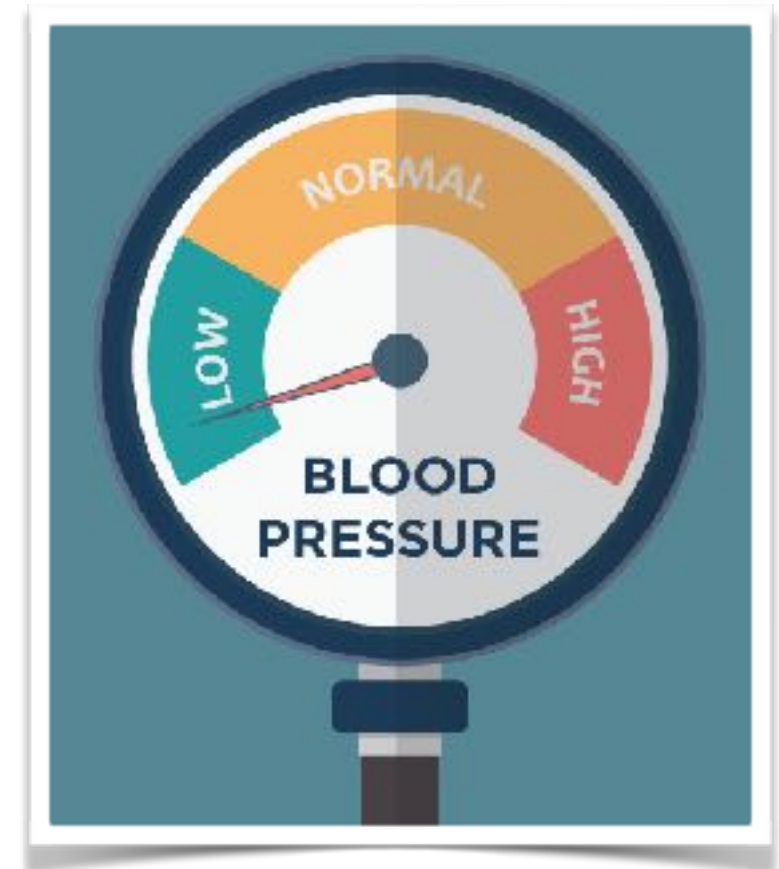
Κλινική εικόνα

Μηχανισμός εμφάνισης της κλινικής εικόνας

Μηχανισμός σύνδεσης της **διαταραχής** με την αλκάλωση

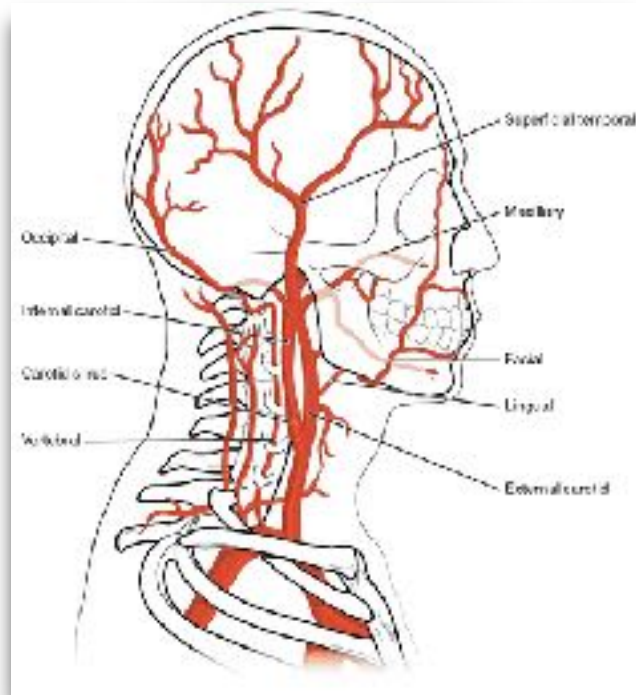
# Αλκάλωση - υπογκαιμία

- \* μειωμένη ιστική αιμάτωση
- \* αδυναμία, μυϊκές κράμπες
- \* υπόταση, ταχυκαρδία
- \* ελαττωμένη σπαργή δέρματος
- \* έντονο αίσθημα δίψας

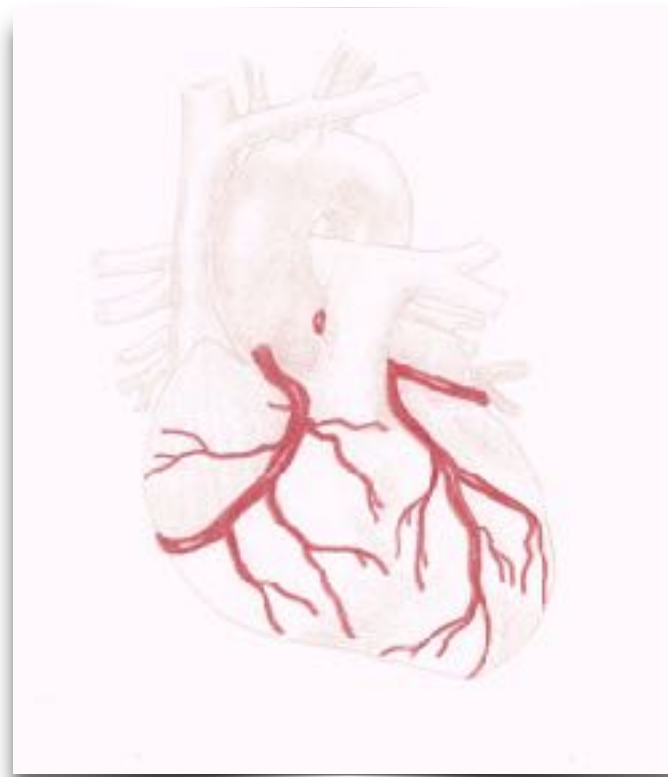




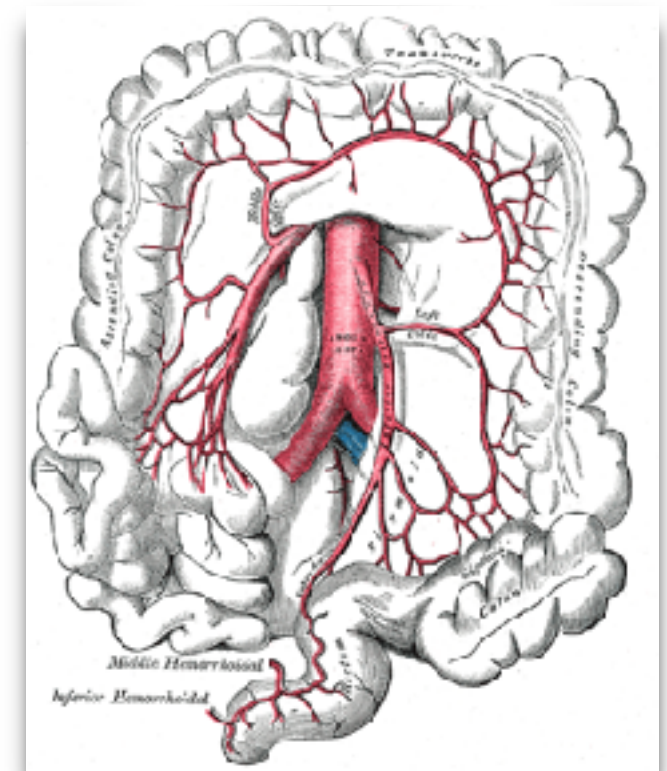
# Αλκάλωση - υπογκαιμία



σύγχυση, λήθαργος



προκάρδιο άλγος



κοιλιακό άλγος

# **Υπογκαιμία → Μεταβολική αλκάλωση**

- ◆ **συρρίκνωση εξωκυττάριου όγκου**
- ◆ **απώλεια υγρών πλούσιων σε Cl<sup>-</sup>**
- ◆ **υποχλωραιμία**
- ◆ **διουρητικά, έμετοι**



**Υπογκαιμία → Μεταβολική αλκάλωση**

**δημιουργία αλκάλωσης**



**σταθερή ποσότητα  $\text{HCO}_3^-$   
αύξηση συγκέντρωσης  $\text{HCO}_3^-$**

**διατήρηση αλκάλωσης**



**μείωση νεφρικής απέκκρισης  $\text{HCO}_3^-$   
αύξηση επαναρρόφησης  $\text{HCO}_3^-$**

## Διατήρηση μεταβολικής αλκάλωσης σε **υπογκαιμία**

μείωση νεφρικής απέκκρισης  $\text{HCO}_3^-$

- μείωση διηθούμενου φορτίου  $\text{HCO}_3^-$
- έκπτωση ρυθμού σπειραματικής διήθησης

αύξηση επαναρρόφησης  $\text{HCO}_3^-$

- υπογκαιμία
- υποχλωραιμία
- υπεραλδοστερονισμός
- υποκαλιαιμία
- αυξημένη προσφορά  $\text{Na}^+$  στον άπω νεφρώνα

# Διατήρηση μεταβολικής αλκάλωσης σε **υπογκαιμία**

## ενεργοποίηση

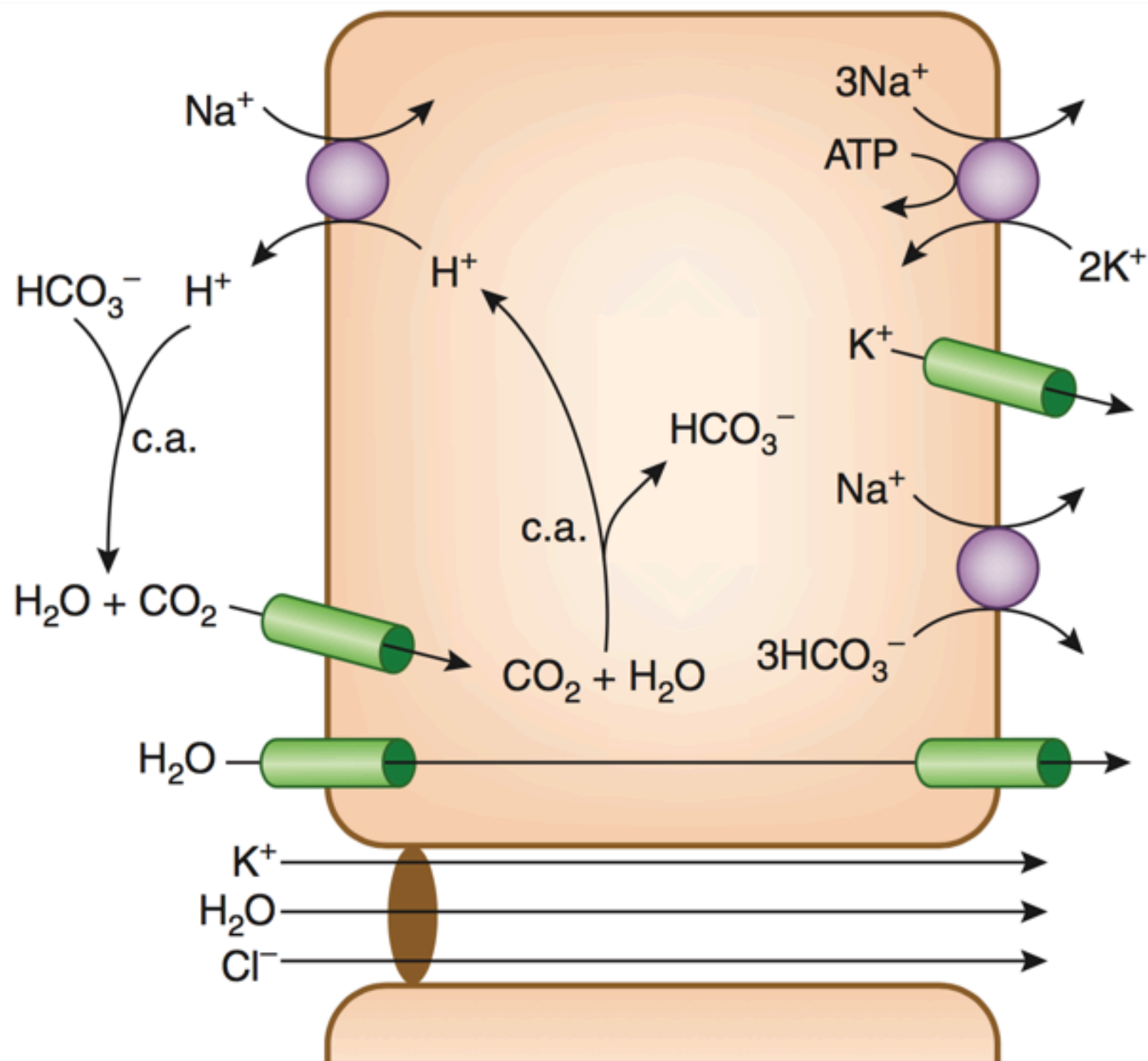
- ρενίνης - **αγγειοτενσίνης** - αλδοστερόνης
- **συμπαθητικού συστήματος**

**εγγύς σωληνάριο**

**άπω νεφρώνας**

# Επαναρρόφηση $\text{HCO}_3^-$ στο εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο

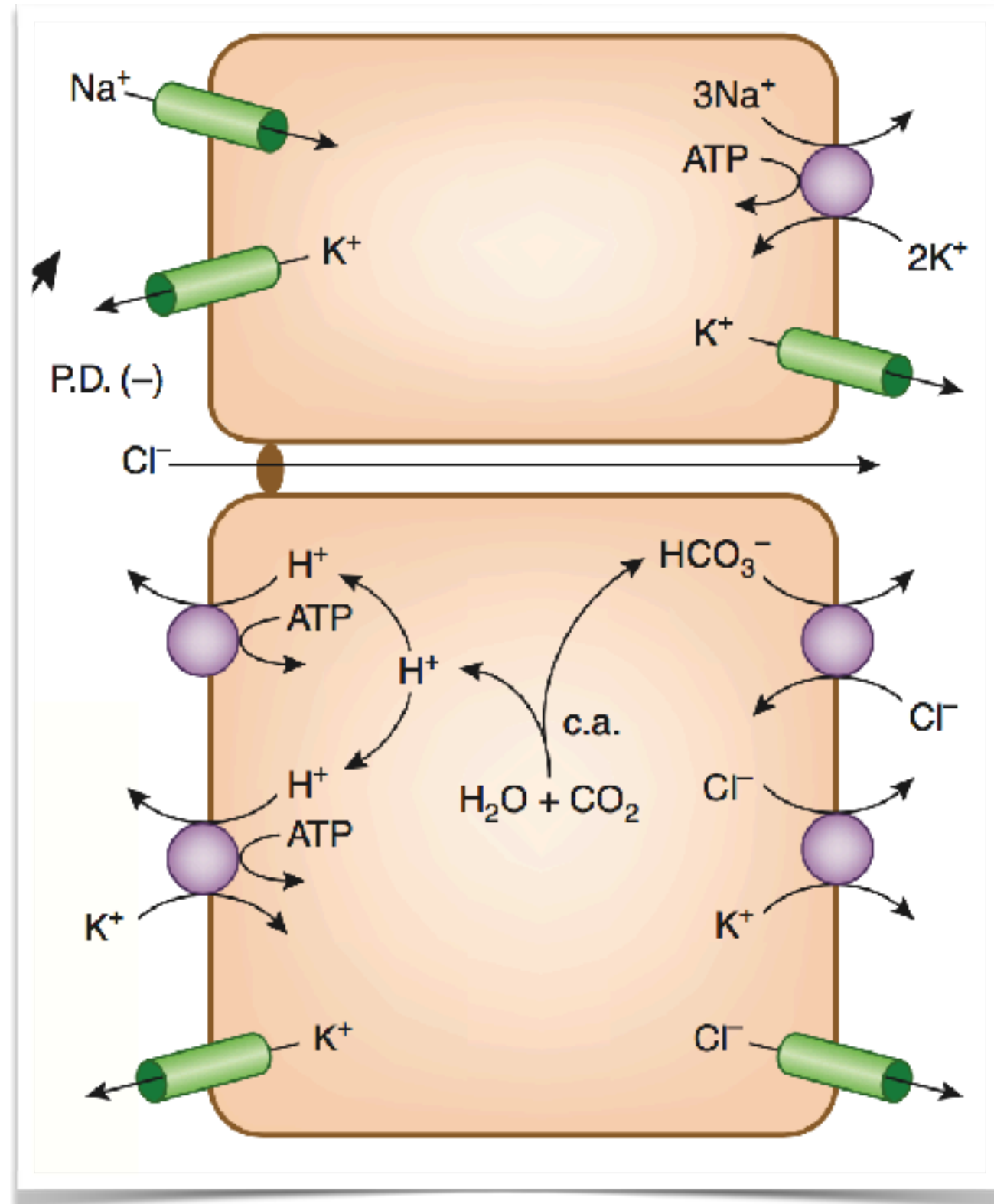
90%



# Επαναρρόφηση $\text{HCO}_3^-$ στον άπω νεφρώνα

αλδοστερόνη

υποχλωραιμία

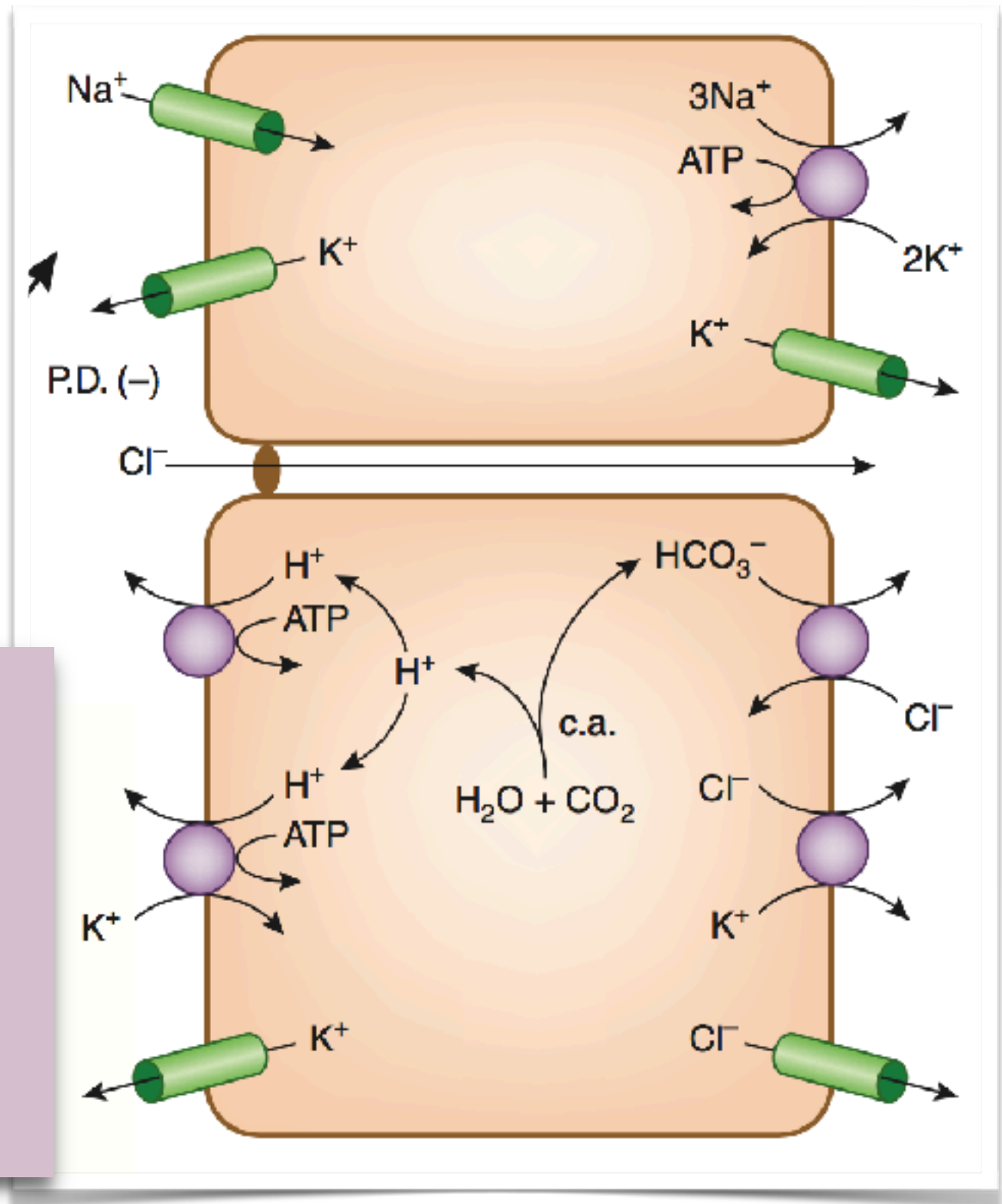


# Επαναρρόφηση $\text{HCO}_3^-$ στον άπω νεφρώνα

υπογκαιμία  
ή  
υποχλωραιμία

αναπλήρωση όγκου με:

- αλβουμίνη
- αλάτων  $\text{Cl}$
- $\text{NaCl}$  ✓





# Αναπνευστική αλκάλωση → Υπογκαιμία

πρωτοπαθής διαταραχή

↓ PCO<sub>2</sub>

αντιρροπιστική αύξηση της  
νεφρικής απέκκρισης των HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

↓ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

συνοδευτική νεφρική απώλεια Na<sup>+</sup>

μείωση εξωκυττάρριου όγκου υγρών

# Αλκάλωση - υποξαιμία

- θόλωση διάνοιας
- ναυτία
- έμετοι
- κεφαλαλγία
- ζάλη
- κόπωση
- αίσθημα παλμών
- απώλεια συνείδησης
- στηθάγχη
- κώμα



αγγειοσύσπαση  
μειωμένη αιμάτωση του εγκεφάλου

Μεταβολική αλκάλωση → Υποξαιμία

πρωτοπαθής διαταραχή



↑  $\text{HCO}_3^-$

αντιρροπιστική μείωση του κυψελιδικού αερισμού

↑  $\text{PCO}_2$

↓  $\text{PO}_2$

# Υποξαιμία → Αναπνευστική αλκάλωση

↓  $PO_2$

ενεργοποίηση περιφερικών χημειοϋποδοχέων  
στις καρωτίδες και το αορτικό τόξο

υπεραερισμός

↓  $PCO_2$

↑ pH

# Νευρολογικές επιπτώσεις σε οξεία αναπνευστική αλκάλωση

αγγειοσύσπαση

μείωση παροχής αίματος στον εγκέφαλο

μείωση εγκεφαλικού pH

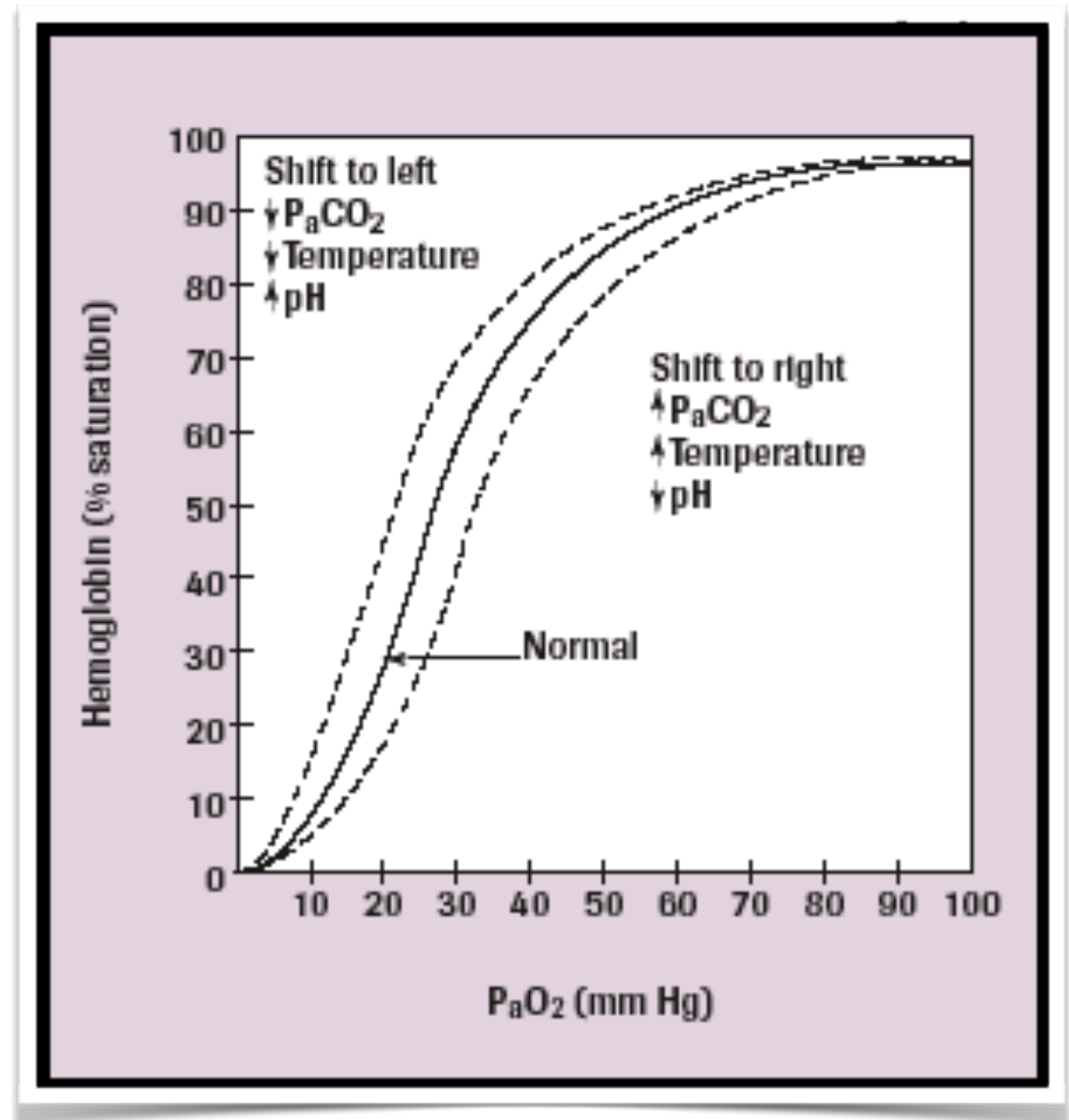
νευρολογική σημειολογία

καθυστερημένη διέλευση των  $\text{HCO}_3^-$  από  
τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό (4-6 ώρες)

αποκατάσταση εγκεφαλικού pH

# Νευρολογικές επιπτώσεις σε αλκάλωση

- ❖ **↑** συγγένειας  $O_2$  με Hb
- ❖ **↓** απελευθέρωσης  $O_2$  στους ιστούς
- ❖ επιδείνωση εγκεφαλικής υποξίας
- ❖ νευρολογική σημειολογία





# Αλκάλωση - Υποκαλιαιμία

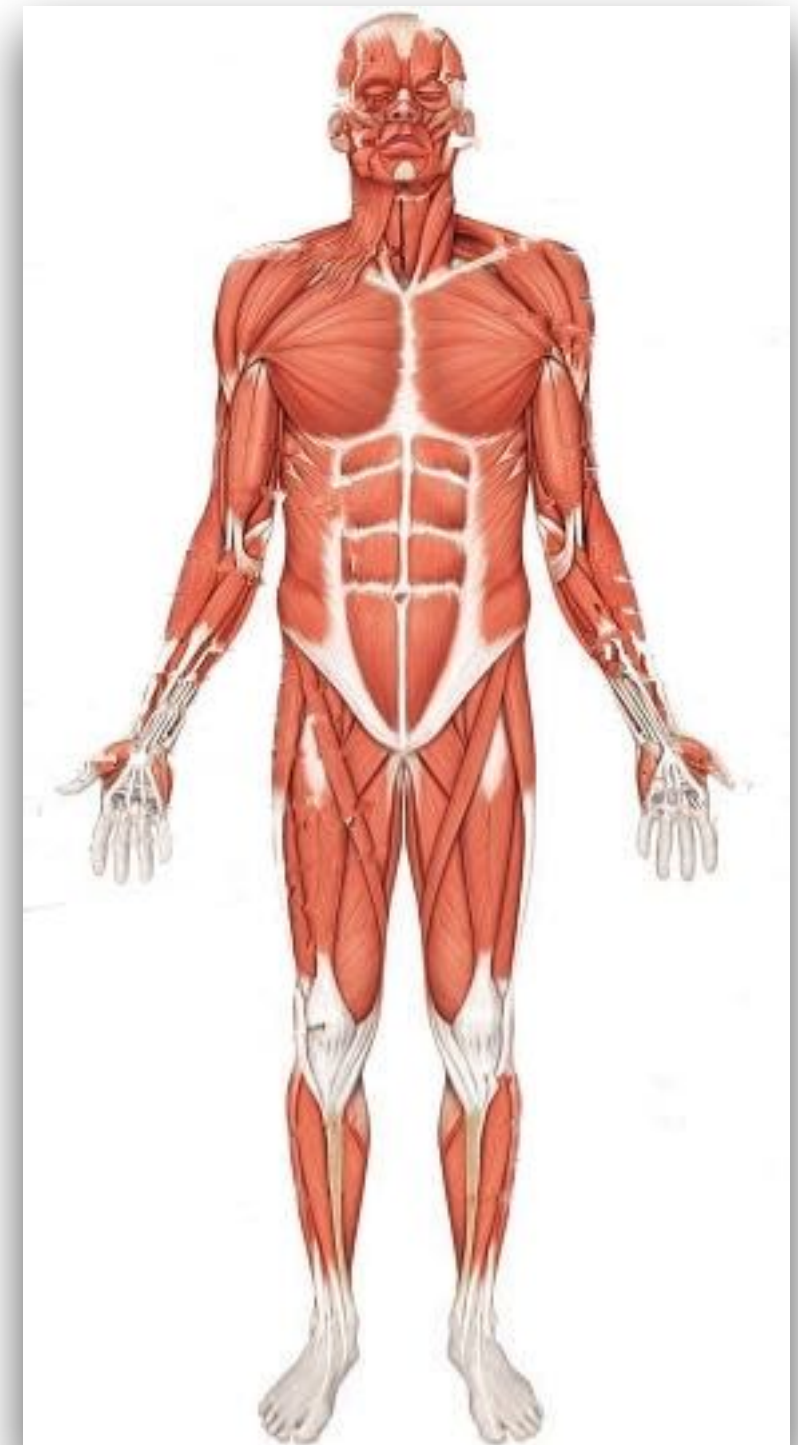


**μυϊκή αδυναμία & παράλυση**

- κάτω άκρα (τετρακέφαλοι)
- κορμός
- άνω άκρα
- αναπνευστικοί μύες



**μυϊκή ευαισθησία  
κράμπες, τετανία  
ατροφία**



# Αλκάλωση - Υποκαλιαιμία

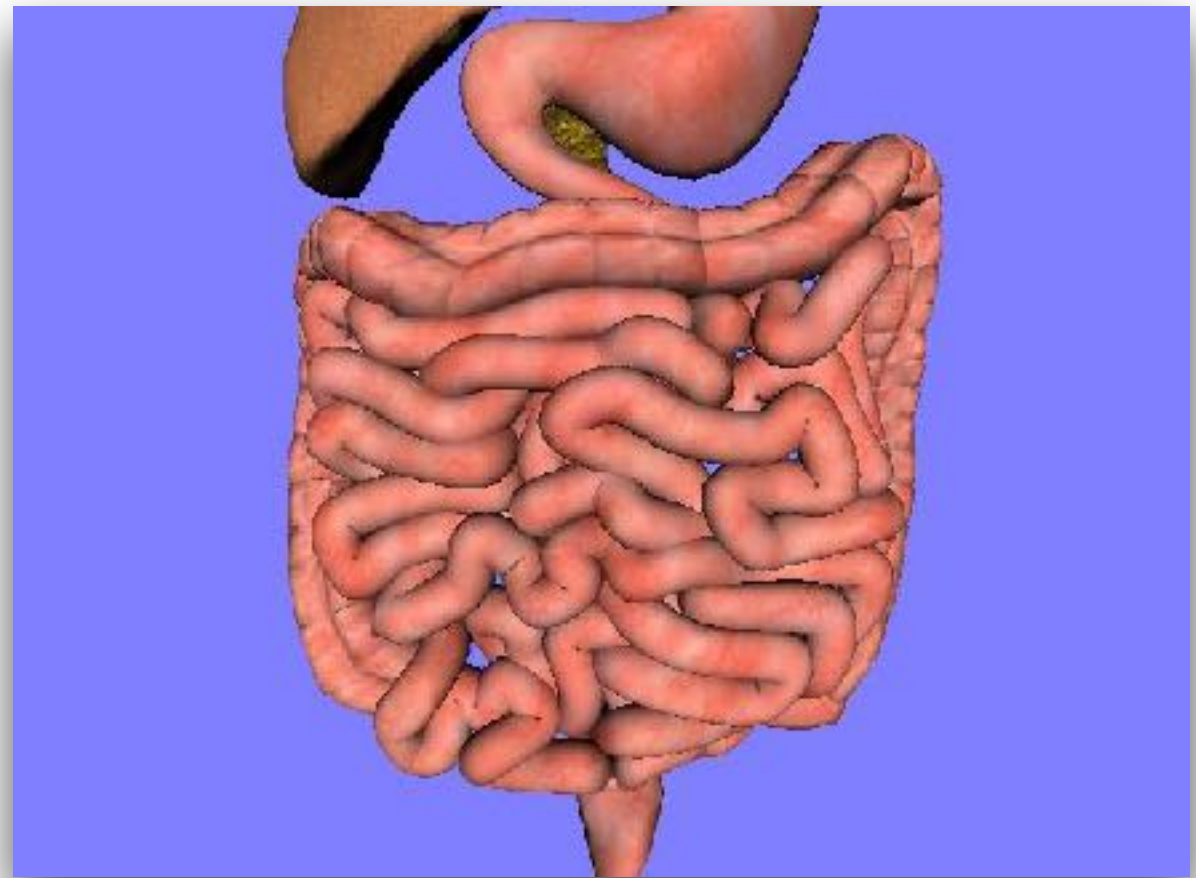
$K < 2,5 \text{ meq/L}$

- ραβδομυόλυση
- μυοσφαιρινουρία
  - ↓ τοπική άνοδος  $K^+$
  - ↓ αγγειοδιαστολή
  - ↓ αιματική ροή
  - ↓ μυϊκή λειτουργία



# Αλκάλωση - Υποκαλιαιμία

- ◆ **ανορεξία**
- ◆ **ναυτία, έμετοι**
- ◆ **μετεωρισμός**
- ◆ **δυσκοιλιότητα**
- ◆ **παραλυτικός ειλεός**



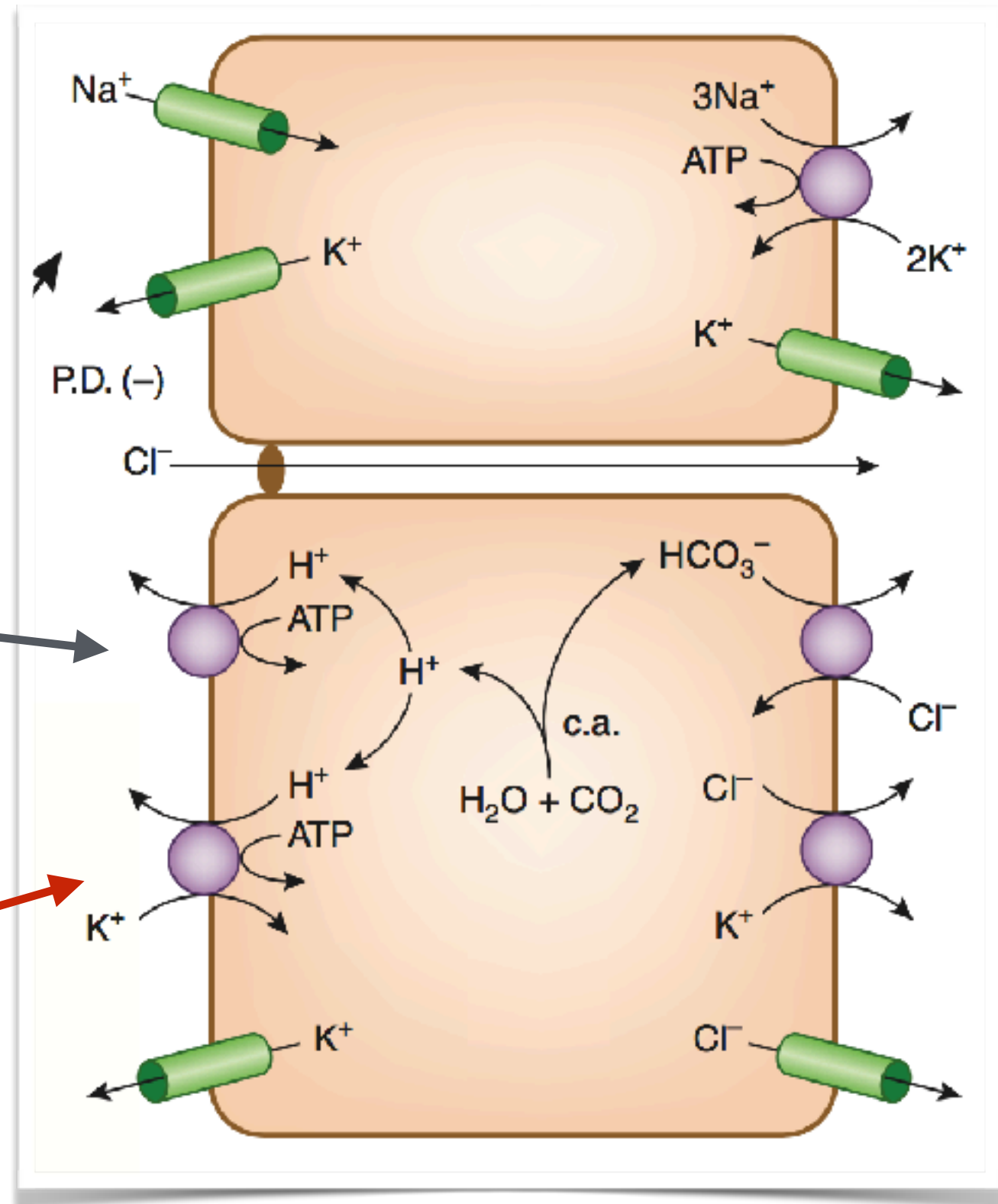
# Υποκαλιαιμία ➔ Αλκάλωση



ενδοκυττάρια  
οξέωση

αλδοστερόνη

υποκαλιαιμία

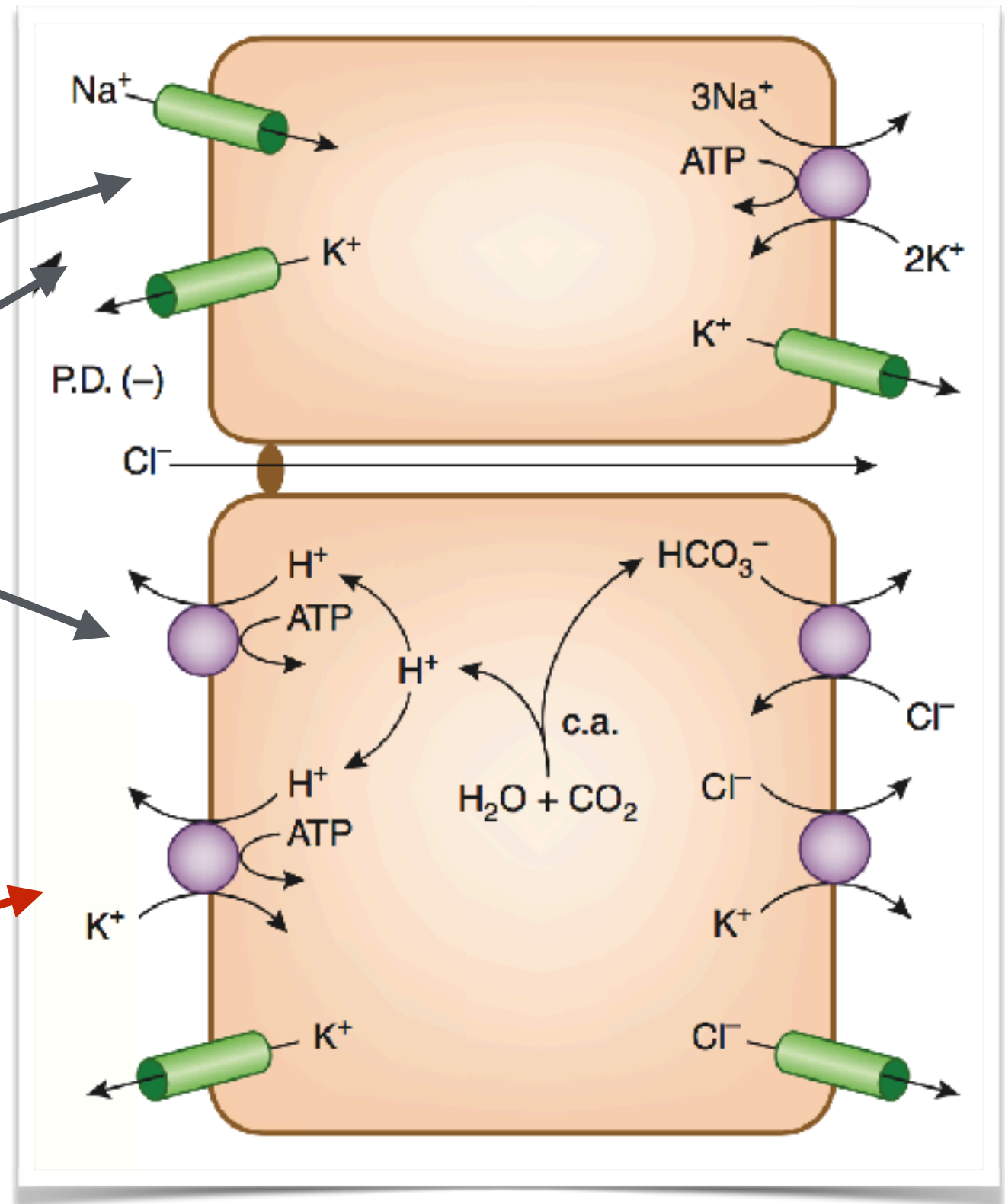


# Μεταβολική αλκάλωση σε πρωτοπαθή υπεραλδοστερονισμό

↑ προσφορά  $\text{Na}^+$   
στον άπω νεφρώνα

αλδοστερόνη

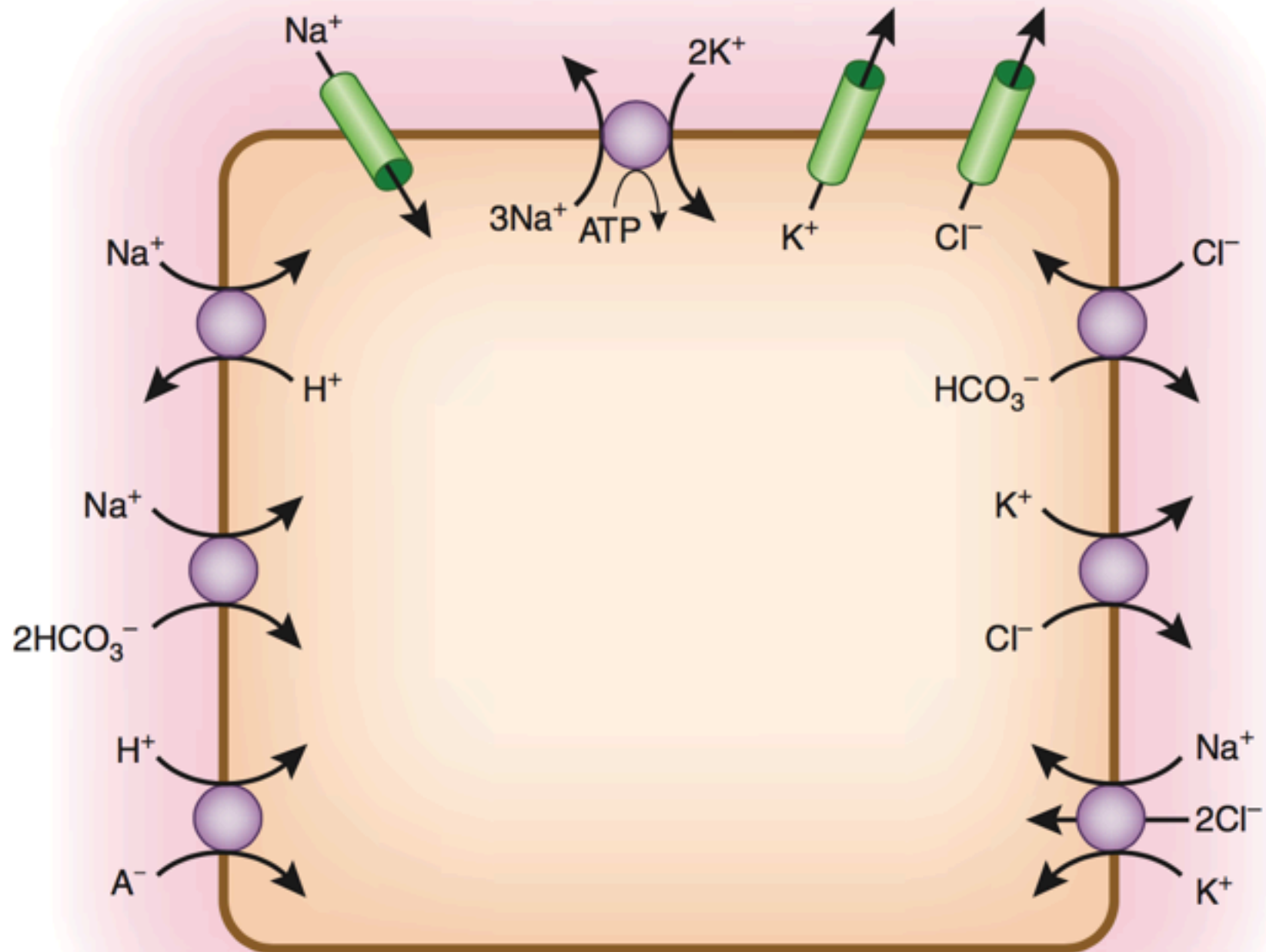
υποκαλιαιμία





# Αλκάλωση → υποκαλιαιμία

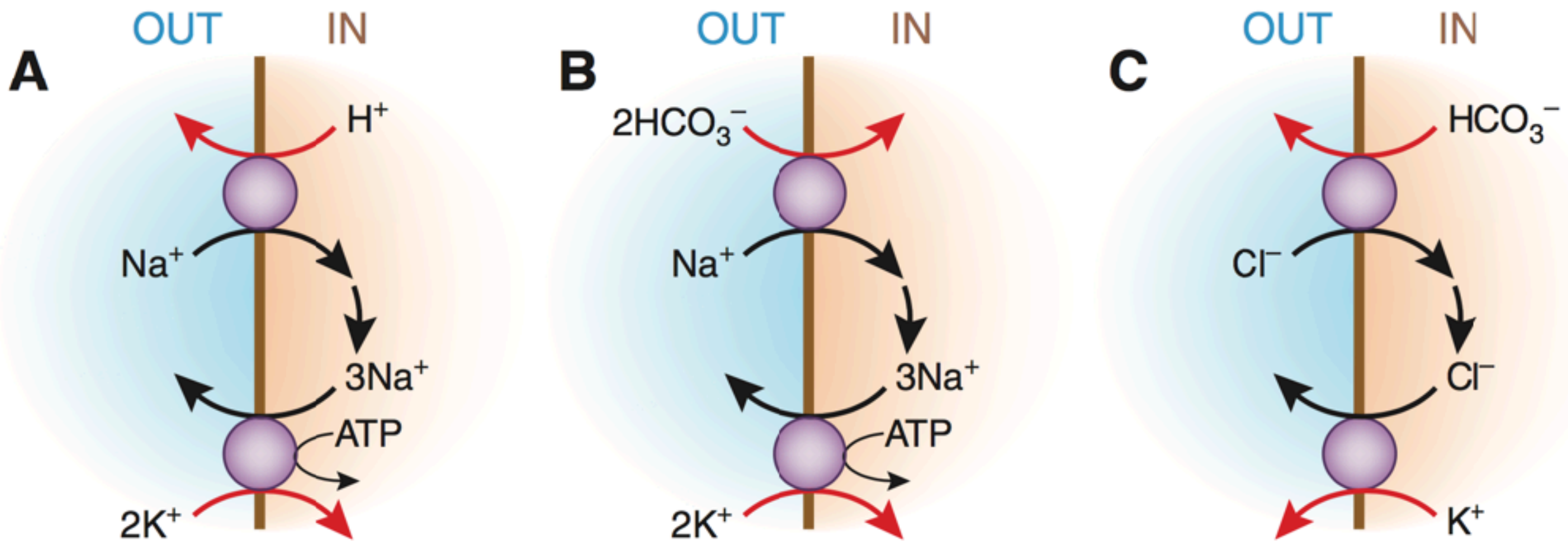
## Αντλίες μεταφοράς ιόντων στο μυϊκό κύτταρο





# Αλκάλωση → υποκαλιαιμία

Ανταλλαγή  $K^+-H^+$  ή συμμεταφορά  $K^+-HCO_3^-$  μέσω λειτουργικού ζευγαρώματος αντλιών στο μυϊκό κύτταρο



# Αλκάλωση → υποκαλιαιμία

Μεταβολική αλκάλωση	Αναπνευστική αλκάλωση
αναπνευστική αντιρρόπηση	μεταβολική αντιρρόπηση
↑ $\text{HCO}_3^-$	↓ $\text{HCO}_3^-$

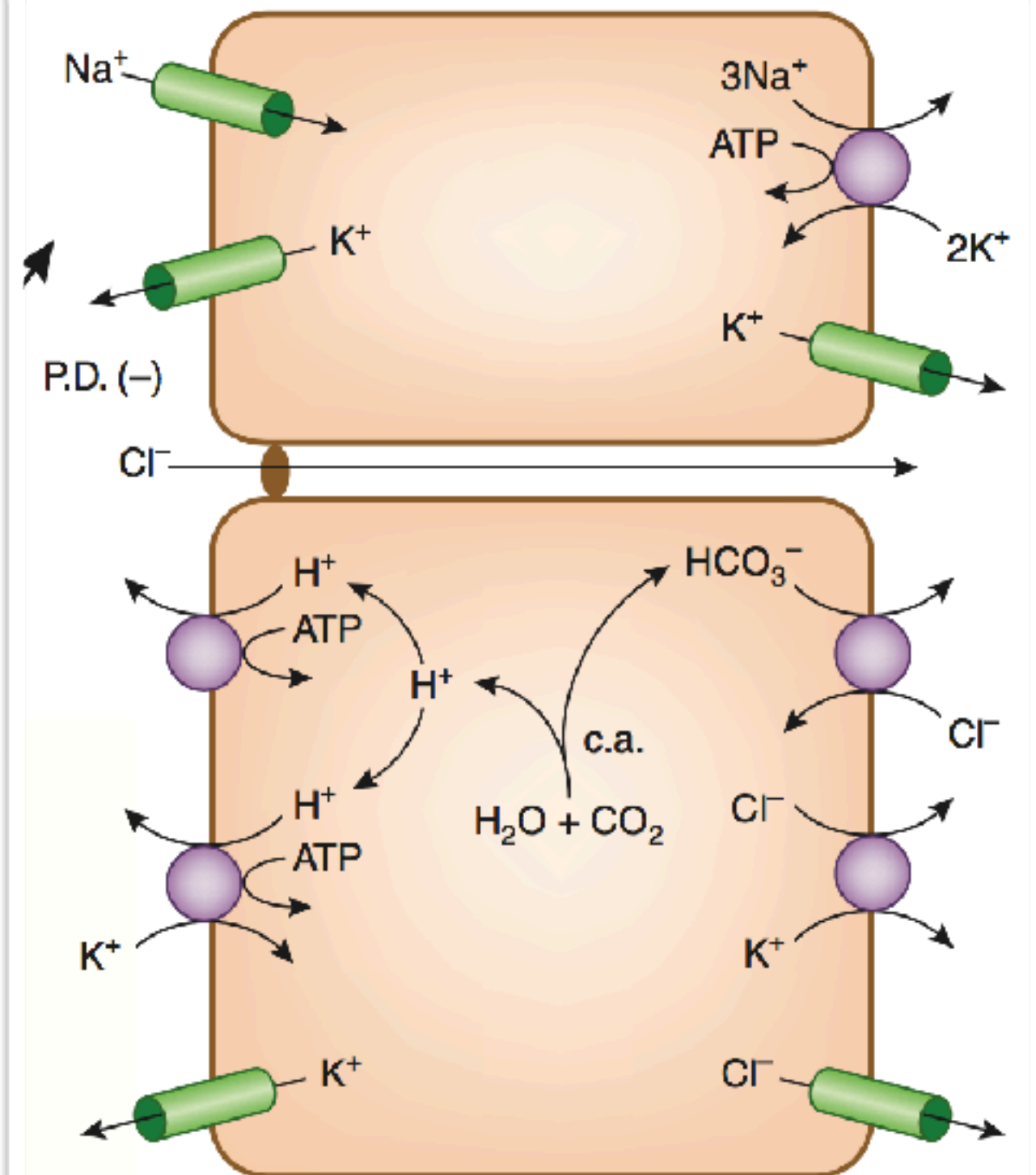
# Αλκάλωση → υποκαλιαιμία

Μεταβολική  
αλκάλωση

↑  $\text{HCO}_3^-$

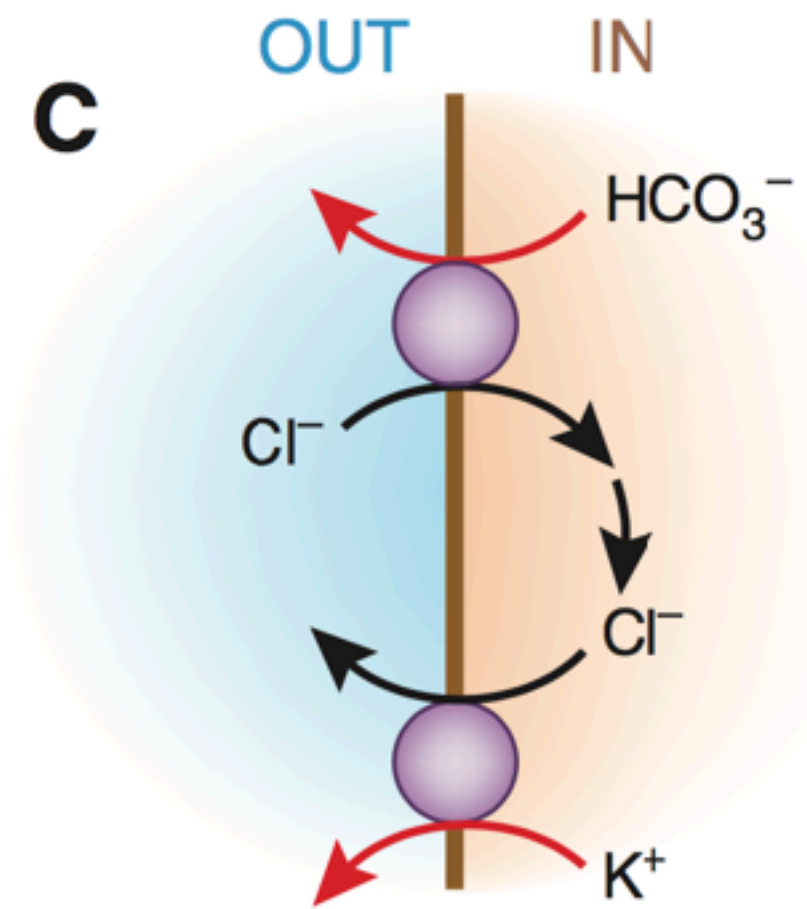
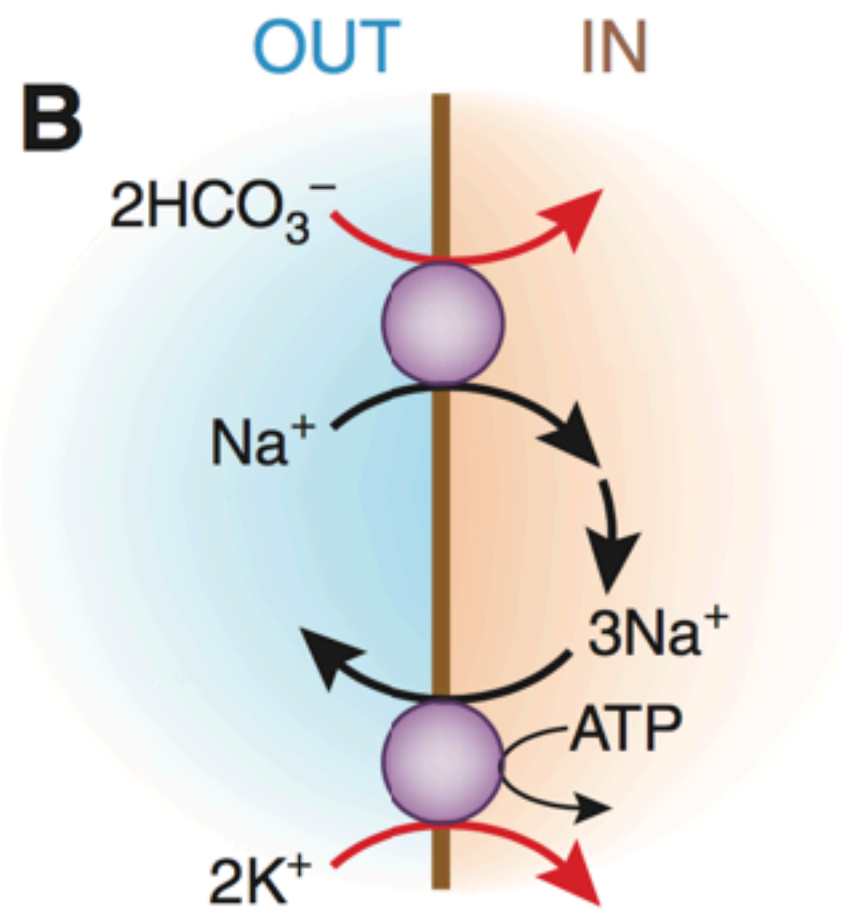
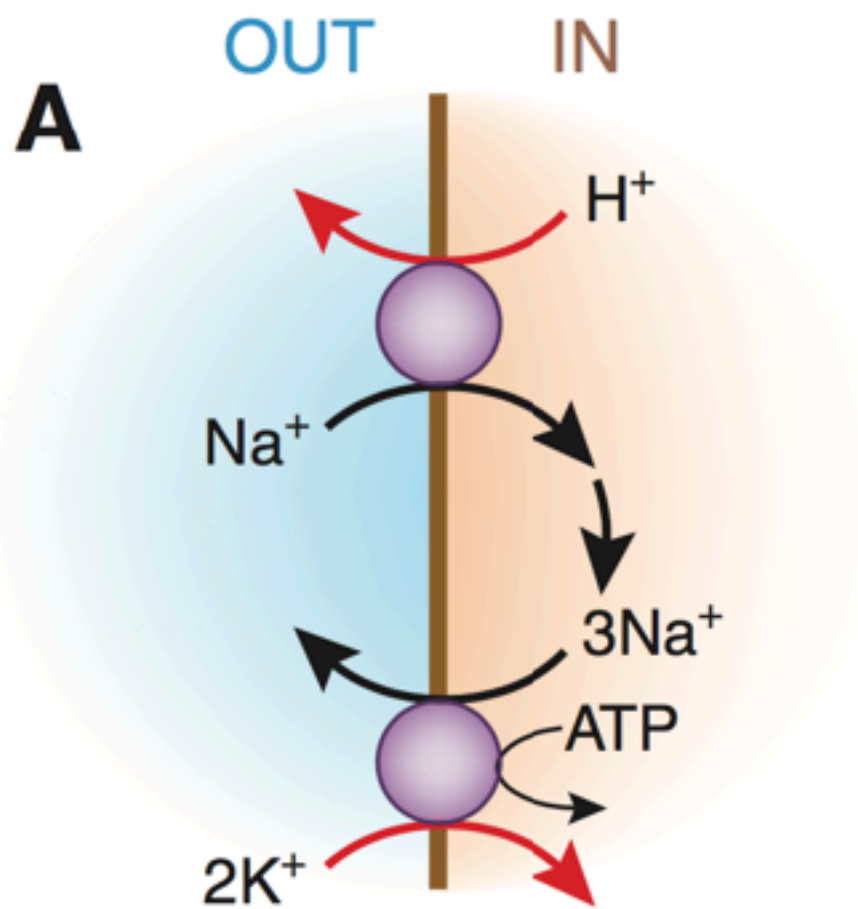
Αναπνευστική  
αλκάλωση

↓  $\text{HCO}_3^-$



# Αλκάλωση → υποκαλιαιμία

Μεταβολική αλκάλωση	Αναπνευστική αλκάλωση
↑ $\text{HCO}_3^-$	↓ $\text{HCO}_3^-$



## Υποκαλιαιμία: μυϊκή αδυναμία και παράλυση

$$E_m = -61 \log \frac{r[K^+]_c + 0.01[Na^+]_c}{r[K^+]_e + 0.01[Na^+]_e}$$

$E_m$  = δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης

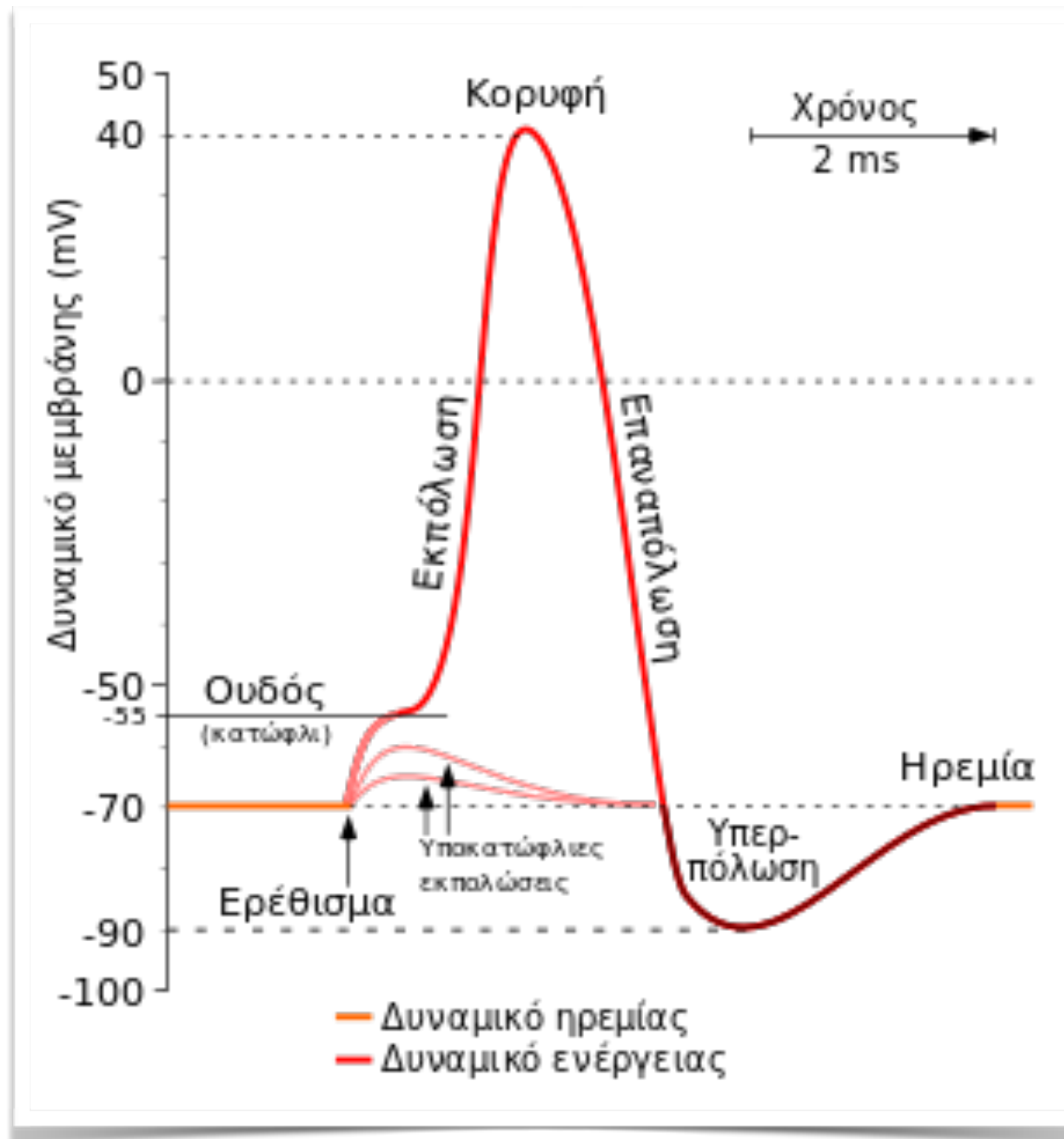
$r$  = αναλογία 3:2 της  $Na^+-K^+$  ΑΤΡάσης

0.01 = σχετική διαπερατότητα  $Na^+$  προς  $K^+$

$c$  = ενδοκυττάρια συγκέντρωση

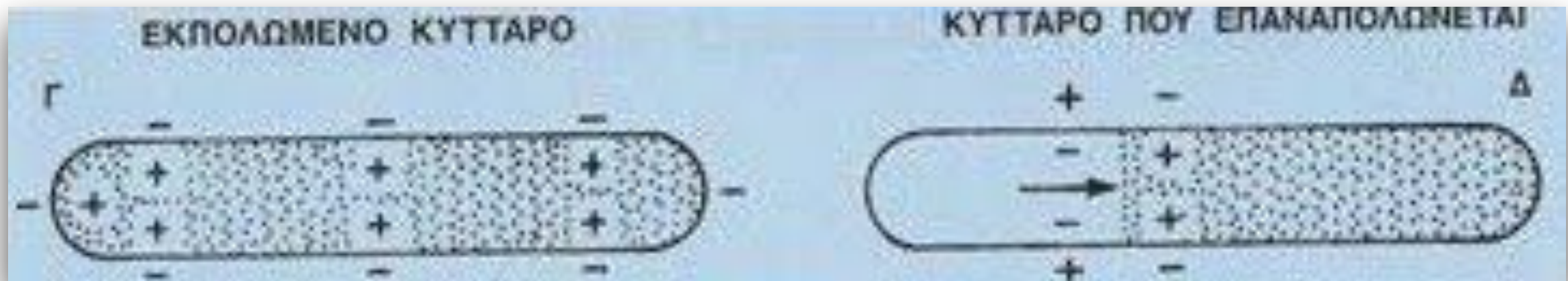
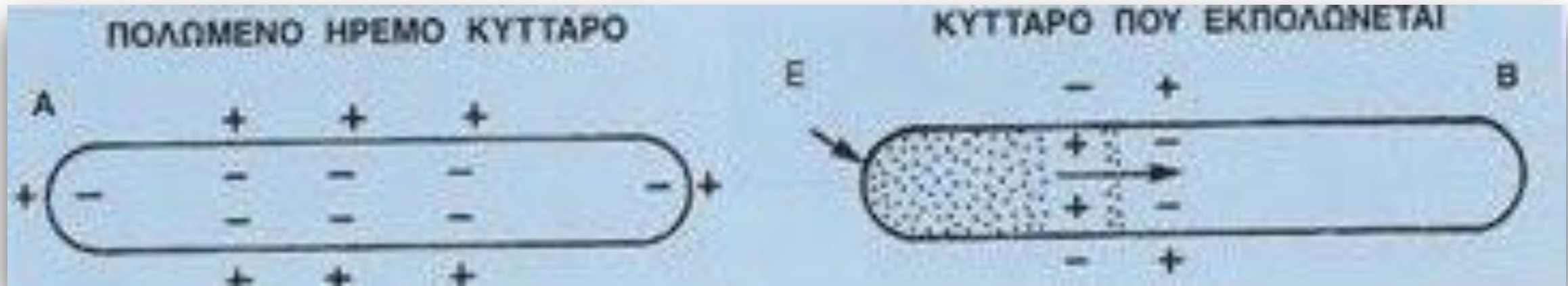
$e$  = εξωκυττάρια συγκέντρωση

# Υποκαλιαιμία: μυϊκή αδυναμία και παράλυση





# Υποκαλιμία: μυϊκή αδυναμία και παράλυση



# Υποκαλιαιμία: μυϊκή αδυναμία και παράλυση

- βαρύτητα υποκαλιαιμίας
- ταχύτητα εγκατάστασης υποκαλιαιμίας
- συγκέντρωση  $\text{Ca}^{2+}$
- βαρύτητα αλκάλωσης

$$E_m = -61 \log \frac{r[\text{K}^+]_c + 0.01[\text{Na}^+]_c}{r[\text{K}^+]_e + 0.01[\text{Na}^+]_e}$$

# Αλκάλωση - Υπασβεσταιμία

- ❖ αιμωδίες & παραισθήσεις
  - ❖ περιστοματικά, ακροδάκτυλα, πόδια
  - ❖ εγγύς μύες: λεκάνη, ωμική ζώνη, κοιλιά
- ❖ ΤΕΤΑΝΙΑ
  - ❖ σημεία Chvostek & Trousseau



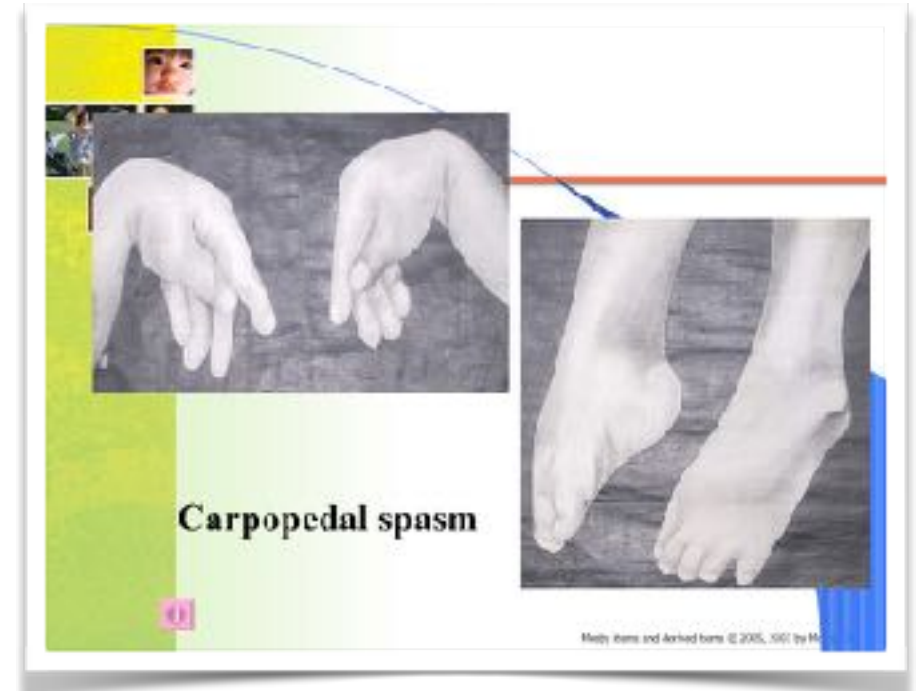
Σημείο Τρουσσεου



Σημείο Chvostek

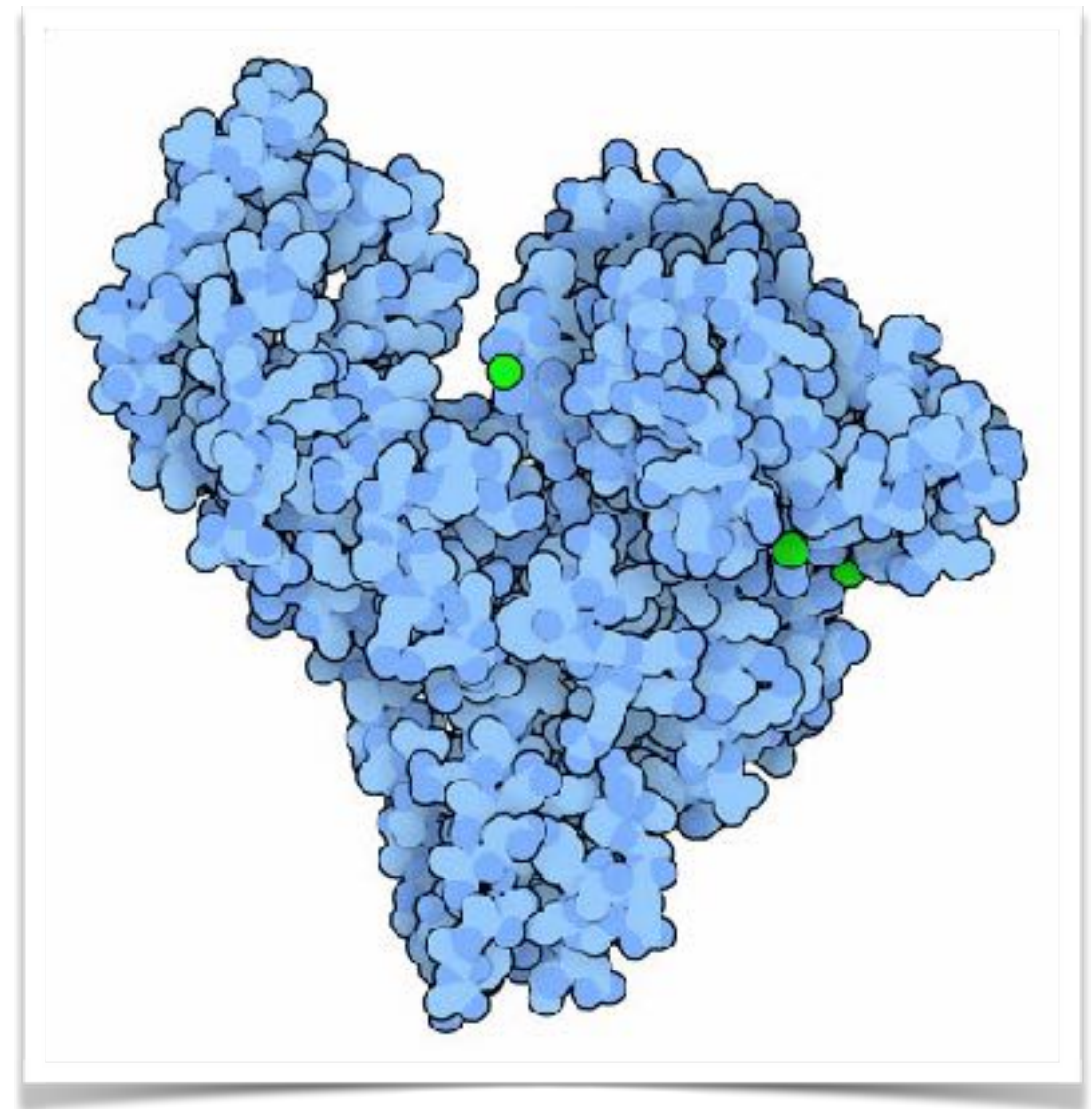
# Αλκάλωση - Υπασβεσταιμία

- ❖ καρποποδικός σπασμός
- ❖ παρατεταμένοι τονικοί σπασμοί
- ❖ εξωπυραμιδικές εκδηλώσεις  
(τρόμος, δυστονία, χοραιοαθέτωση)
- ❖ λαρυγγόσπασμος
- ❖ διάρροια, στεατόρροια
- ❖ διαταραχή απορρόφησης B<sub>12</sub>



# Αλκάλωση → Υπασβεσταιμία

- αύξηση της σύνδεσης του  $\text{Ca}^{2+}$  με τη λευκωματίνη
- μείωση του ελεύθερου κλάσματος  $\text{Ca}^{2+}$





## **Υπασβεστιαμία:** αύξηση νευρικής ερεθισιμότητας

- μείωση ουδού ερεθισιμότητας των νευρικών ινών
- αυξημένη διεγερσιμότητα κεντρικού & περιφερικού νευρικού συστήματος
- αισθητικές & κινητικές νευρικές ίνες

*Οι επιπτώσεις εξαρτώνται από την ταχύτητα εγκατάστασης, τη βαρύτητα και τη διάρκεια της υπασβεστιαμίας.*

# Αλκάλωση - Υπομαγνησισαιμία

+ υπασβεστιαίμια + υποκαλιαιμία

ευερεθιστότητα νευρομυϊκού συστήματος

- αιμωδίες
- μυϊκή αδυναμία
- δεσμιδώσεις μυϊκών ινών
- τρόμος
- μυϊκές συσπάσεις
- επώδυνες μυϊκές κράμπες
- μυοκλονίες βλεφάρων
- επεισόδια τυπικής τετανίας

# Αλκάλωση - Υπομαγνησισαιμία

ευερεθιστότητα νευρομυϊκού συστήματος

- αύξηση τενοντίων αντανακλαστικών
- θετικά σημεία Chvostek & Trousseau
- συριγγμός από λαρυγγόσπασμο
- δυσφαγία
- μυοκλονίες εστιακές και πολυεστιακές
- γενικευμένη επιληπτική κρίση



# Αλκάλωση - Υπομαγνησισαιμία

- χοριοαθετωσικές κινήσεις
- αταξία, απάθεια, παραλήρημα, κώμα
- κάθετος νυσταγμός
- προσβολή αναπνευστικών μυών
- επιδείνωση αναπνευστικής ανεπάρκειας

# Αλκάλωση - Υποφωσφαταιμία

## μεταβολική εγκεφαλοπάθεια

- ήπια ευερεθιστότητα
- παραισθησίες
- παραλήρημα
- γενικευμένες συσπάσεις
- κώμα

## γραμμωτοί μύες

- εγγύς μυοπάθεια

## λείες μυϊκές ίνες

- δυσφαγία
- ειλεός

## αναπνευστικοί μύες & διάφραγμα

- μυϊκή αδυναμία
- υποαερισμός
- αναπνευστική ανεπάρκεια
- αδυναμία αποδέσμευσης από τον αναπνευστήρα

# Αλκάλωση → Υποφωσφαταιμία

εξάντληση των ενδοκυττάριων αποθεμάτων φωσφόρου

- ▶ ελάττωση της συγκέντρωσης του 2,3-DPG
  - ▶ ισχυροποίηση της δέσμευσης αιμοσφαιρίνης - οξυγόνου
  - ▶ μείωση της απόδοσης του οξυγόνου στους ιστούς
- ▶ ελάττωση επιπέδων ATP
  - ▶ έκπτωση όλων των κυτταρικών λειτουργιών που εξαρτώνται λειτουργικά από το ATP

# Αναπνευστική αλκάλωση → Υποφωσφαταιμία

- ενδοκυττάρια αλκάλωση, υποξία
- αύξηση της αναερόβιας γλυκόλυσης
- ταχεία μετακίνηση  $\text{PO}_4^-$  ενδοκυττάρια
- χρήση  $\text{PO}_4^-$  στη φωσφορυλίωση - μεταβολισμό της γλυκόζης
- παραγωγή φωσφορυλιωμένων παραγώγων γλυκόλυσης
- επίπεδα φωσφόφου 0,5-1,5 mg/dl

# Αλκάλωση - Οξεία υποφωσφαταιμία

*(από οξεία μετακίνηση φωσφόρου ενδοκυττάρια σε έδαφος χρόνιας έλλειψης φωσφόρου)*

## ραβδομυόλυση

- αλκοολικοί
- ασθενείς σε παρεντερική διατροφή χωρίς συμπλήρωμα φωσφόρου

# Σύνδρομο Bartter & Gitelman

- αναγκαστική απέκκριση  $\text{Na}^+$
- μείωση του εξωκυττάριου όγκου
- δευτεροπαθής υπεραλδοστερονισμός
  - μεταβολική αλκάλωση
  - υποκαλιαιμία
- χαμηλή αρτηριακή πίεση
- υπομαγνησισαιμία (σ.Gitelman)

# Σύνδρομο Bartter & Gitelman

- μυϊκές κράμπες στα άνω και κάτω άκρα
- μυϊκή αδυναμία, παραισθησίες
- τετανία, καρποποδικός σπασμός, παράλυση
- επιληπτικοί σπασμοί, ραβδομυόλυση
- έντονη κόπωση και αδυναμία
- έμετοι, δυσκοιλιότητα, παραλυτικός ειλεός

**Ευχαριστώ!**