



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ
ΓΙΑ ΤΑ ΥΠΕΡ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ



Ετήσιο Μετεκπαιδευτικό Σεμινάριο

Υγρών, Ηλεκτρολυτών & Οξεοβασικής Ισορροπίας

11^ο Σεμινάριο: Διαταραχές Οξεοβασικής Ισορροπίας

22-23 Σεπτεμβρίου 2017 **Κομοτηνή**

Αμφιθέατρο Ιδρύματος "Γαπανικολάου"

Σε συνεργασία με:
Νεφρολογικό Τμήμα
Γενικού Νοσοκομείου Κομοτηνής «Σισμανόγλειο»

Υπό την αιγίδα:
Υπουργείο
Υγείας

4^η Υγειονομική Περιφέρεια
Μακεδονίας και Θράκης

Ελληνική
Νεφρολογική Εταιρεία

ΠΟΙΑ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΝΕΥΜΟΝΑ ΩΣ ΑΝΤΙΡΡΟΠΙΣΤΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ ΣΤΗΝ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ



Δημήτρης Α. Λαγονίδης MD, PhD, FCCP
Πνευμονολόγος-Εντατικολόγος

ΣΥΓΚΡΟΥΣΗ ΣΥΜΦΕΡΟΝΤΩΝ

Καμία σύγκρουση συμφερόντων σχετικά με
το θέμα

ΡΥΘΜΙΣΗ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

-διττανθρακικών, -φωσφορικών-
-ερυθροκυττάρων -οστών -πρωτεϊνών

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΝΕΦΡΟΙ

ΡΥΘΜΙΣΗ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

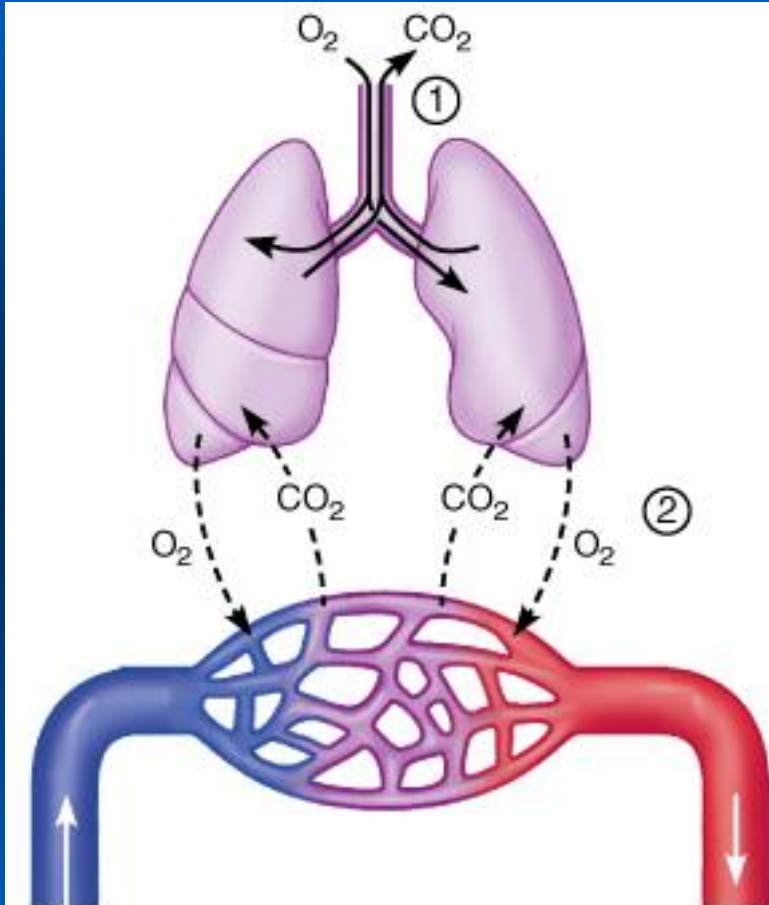
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Απομακρύνει τα πτητικά
οξέα (CO_2) από τον
οργανισμό,
τροποποιώντας τον κατά
λεπτό αερισμό

(15000 mEq / ημ)

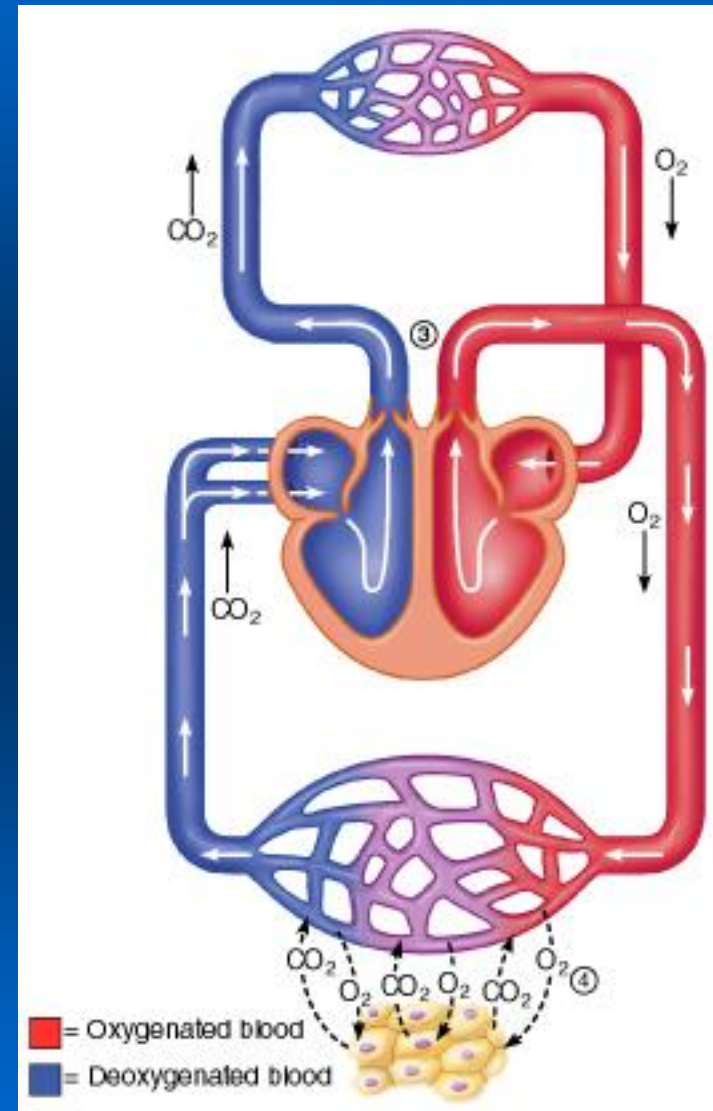
Λειτουργίες αναπνευστικού συστήματος

1. Αερισμός



2. Ανταλλαγή αερίων

3. Μεταφορά αερίων



4. Ανταλλαγή αερίων

Η ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ

ΦΟΡΤΙΟ

Ελεγκτικά όργανα

-Εγκεφαλικά ημισφαίρια

-Αναπνευστικές ανάγκες

(παραγωγή CO_2
κατανάλωση O_2)

-Εγκεφαλικό στέλεχος

-Νωτιαίος μυελός

-Αντιστάσεις αεραγωγών

Εκτελεστικά όργανα

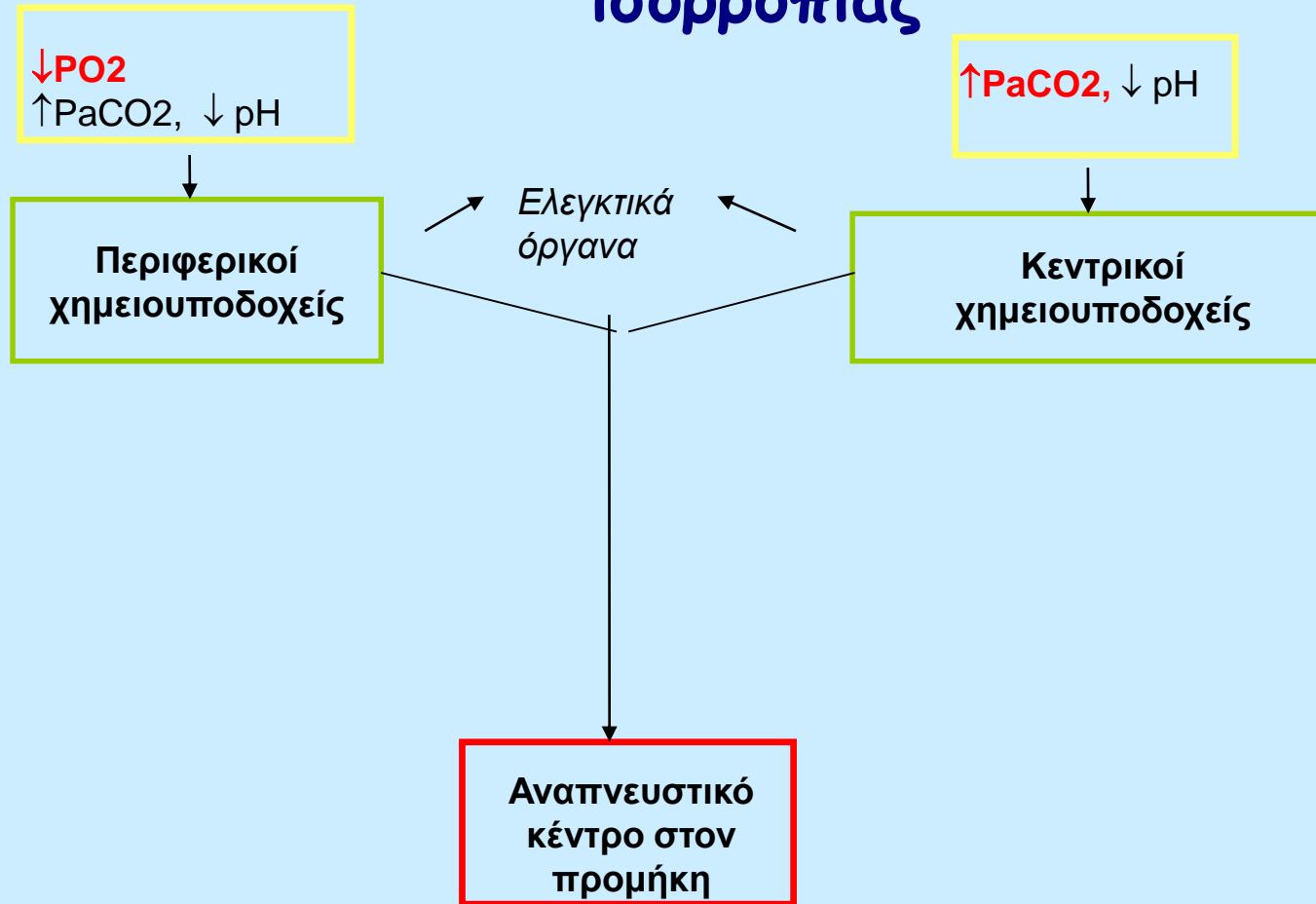
-Φρενικό - Μεσοπλεύρια ν.

-Ελαστικές δυνάμεις επαναφοράς πνευμόνων

-Αναπνευστικοί μύες

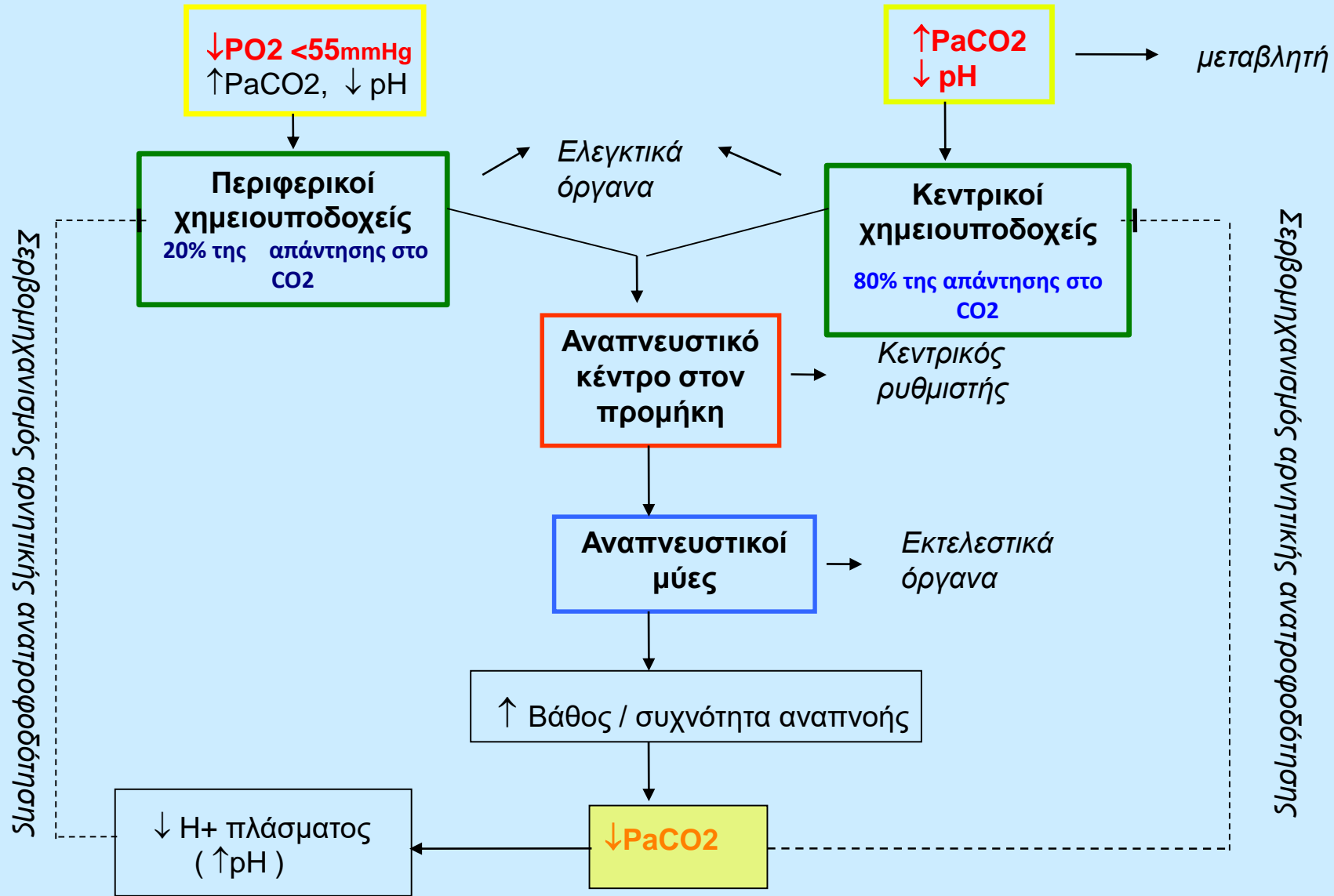
-Ελαστικές δυνάμεις επαναφοράς του

Αναπνευστική ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας

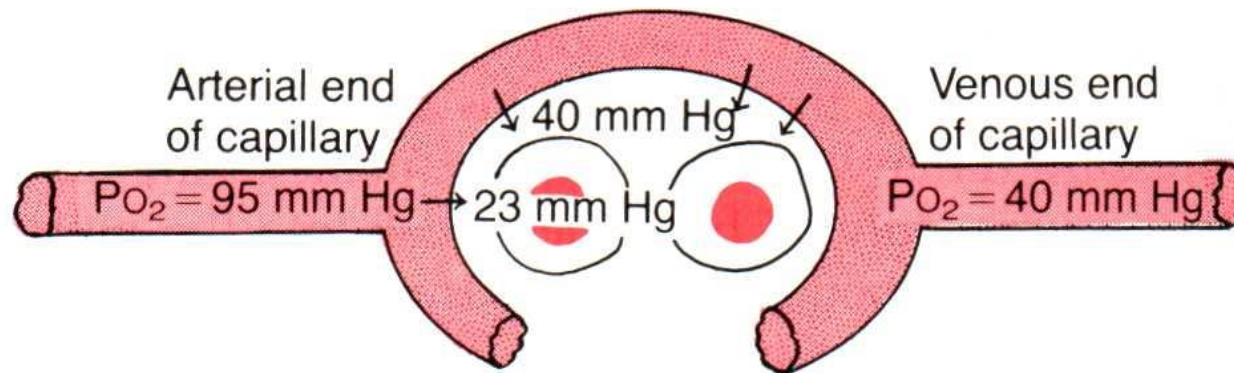


Αναπνευστική ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας:

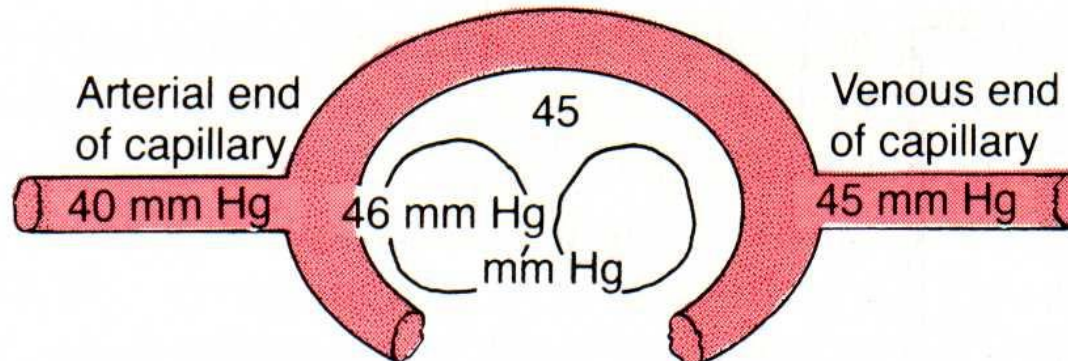
κλειστός σερβομηχανισμός



Μεταφορά του CO₂

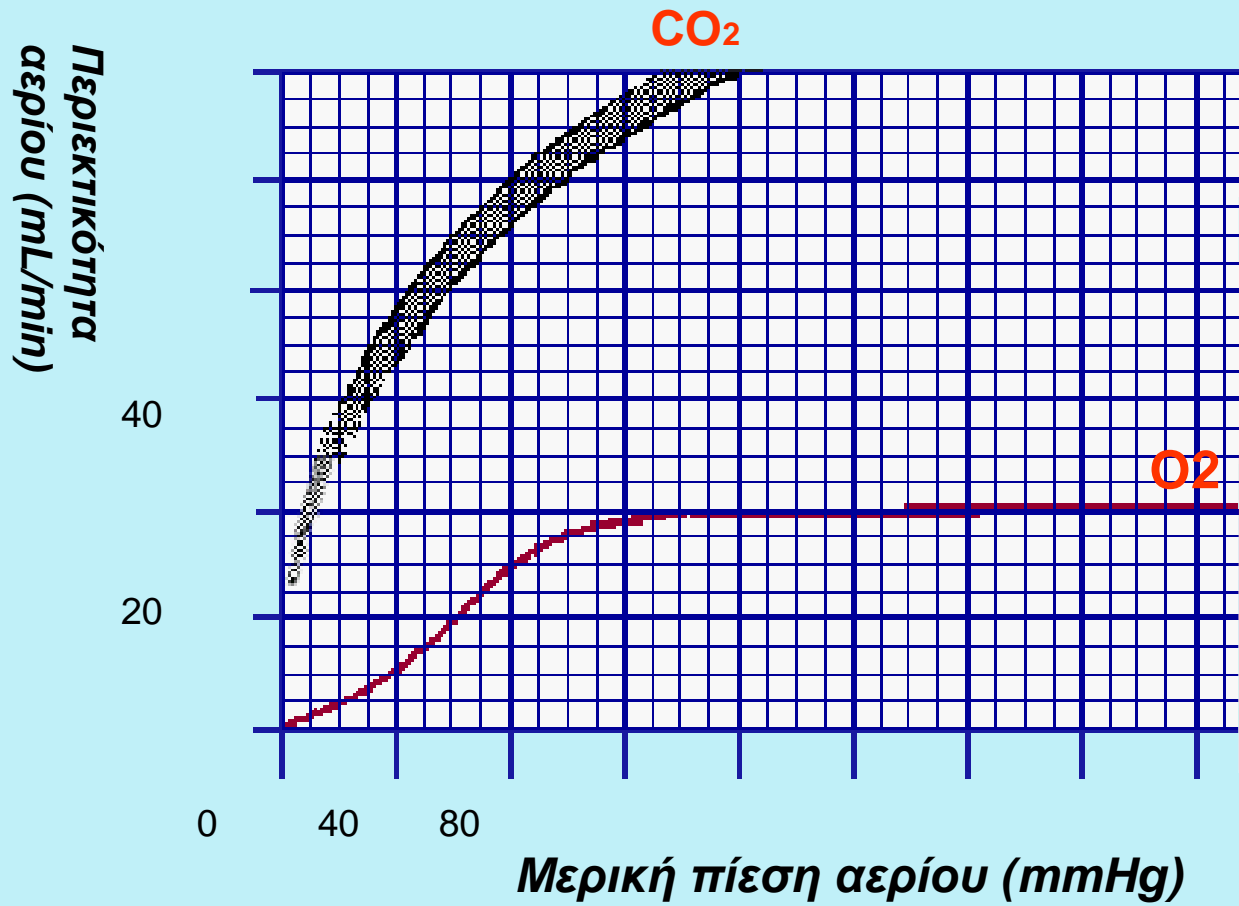


Διάχυση του O_2 από τα τριχοειδή στα κύτταρα

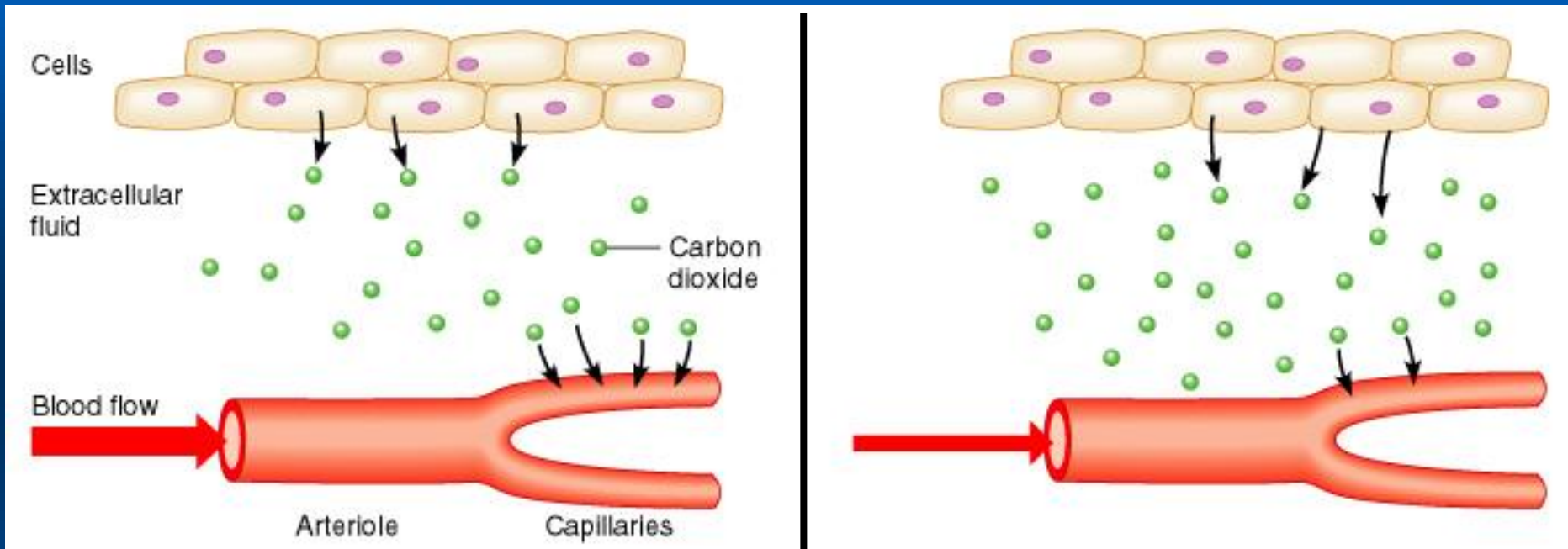


Μεταφορά του CO_2 από τους ιστούς στα τριχοειδή

Η διάχυση του CO_2 είναι 20 φορές ταχύτερη σε σύγκριση με εκείνη του O_2



Τοπικές Επιδράσεις του CO_2 στην αιματική ροή και στο μεταβολισμό



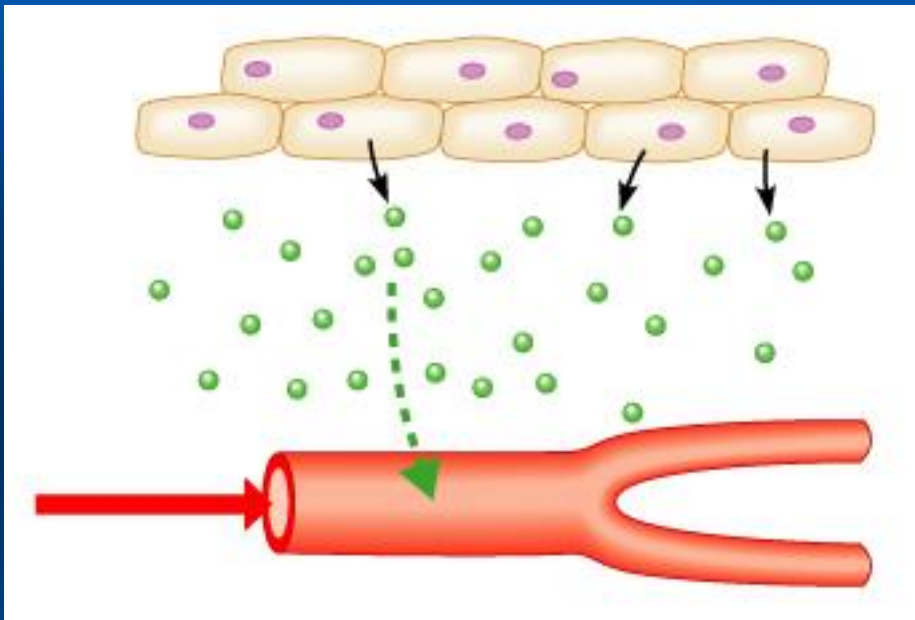
Σταθερή κατάσταση:

παραγωγή CO_2 = αποβολή CO_2

↑ Παραγωγή CO_2 ή ↓ αιματική ροή

παραγωγή CO_2 > αποβολή CO_2

Τοπικές Επιδράσεις του CO_2 στην αιματική ροή και στο μεταβολισμό



$\uparrow [\text{CO}_2]$: αγγειοδιαστολή

$\downarrow \text{pH}$; $\uparrow \text{K}^+$; \uparrow lactic acid

\rightarrow vasodilation

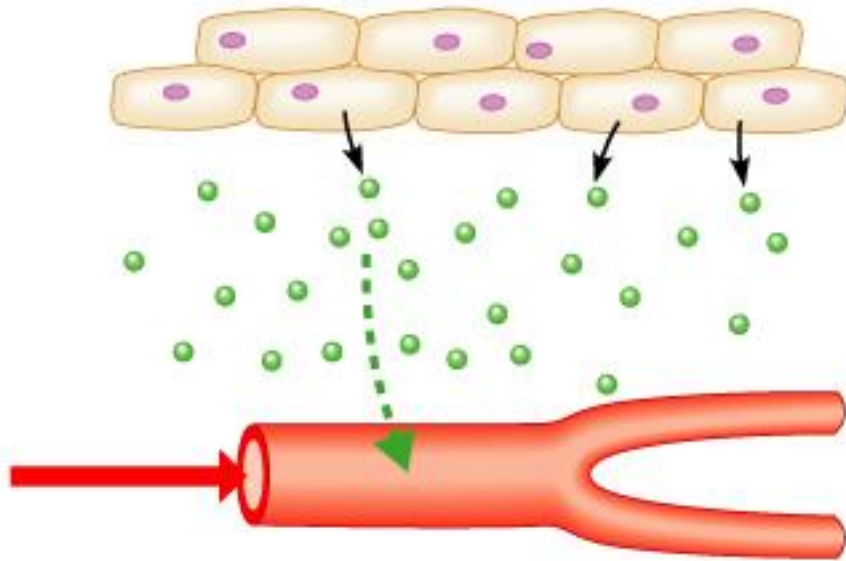


Καρβονική
ανυδράση



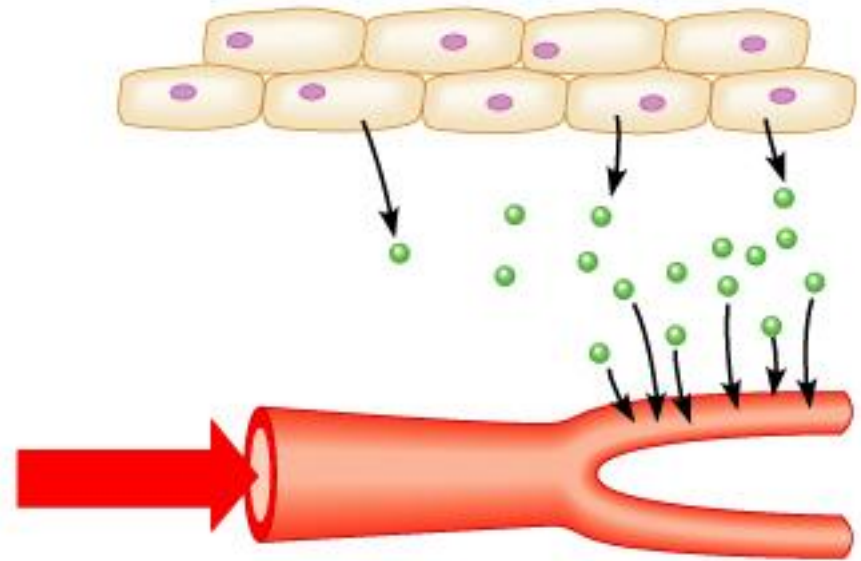
εάν $[\text{CO}_2] \uparrow$ τότε $\text{pH} \downarrow$

Τοπικές Επιδράσεις του CO₂ στην αιματική ροή και στο μεταβολισμό



↑ [CO₂]: αγγειοδιαστολή

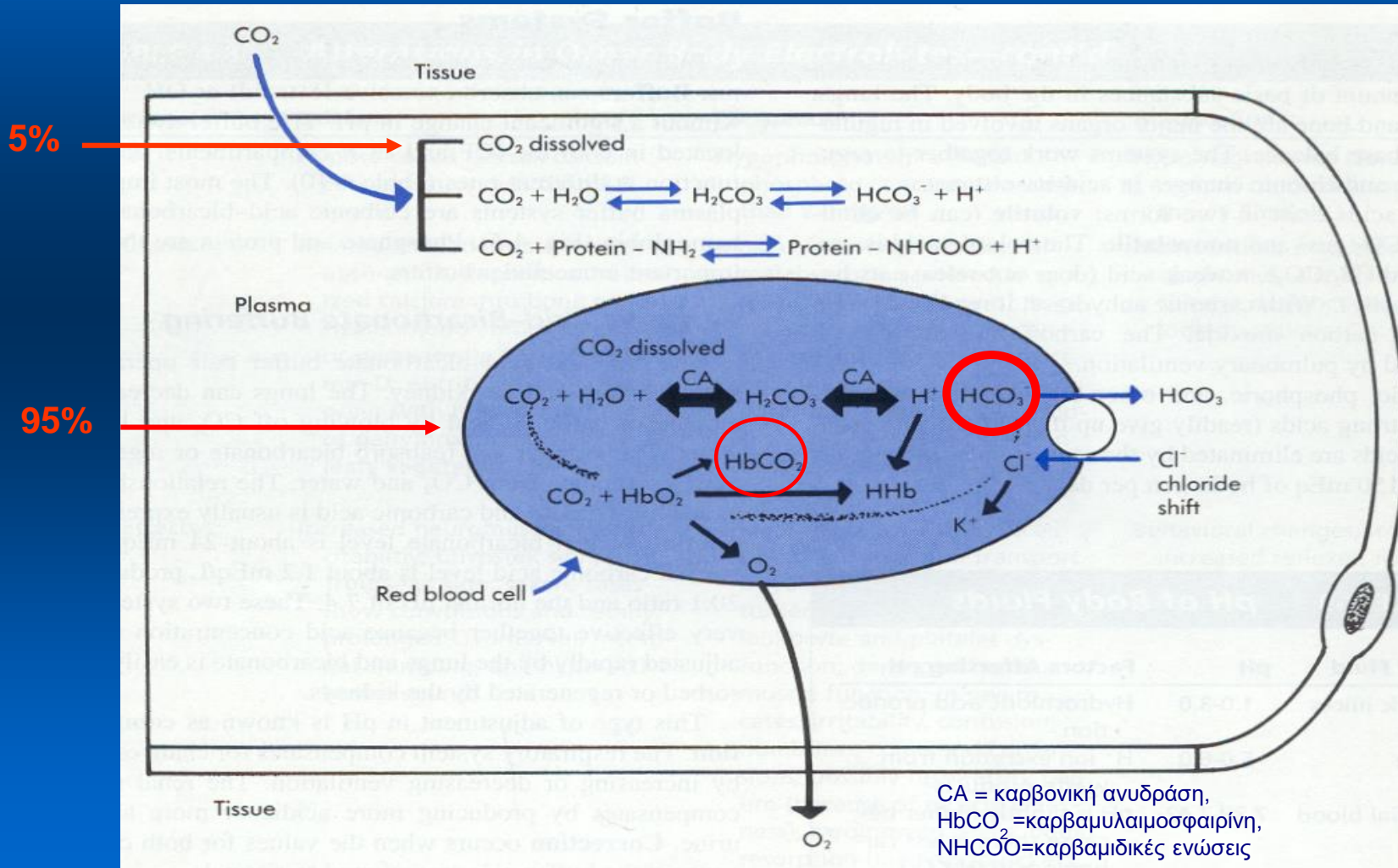
↓ pH; ↑ K⁺; ↑ lactic acid
→ αγγειοδιαστολή



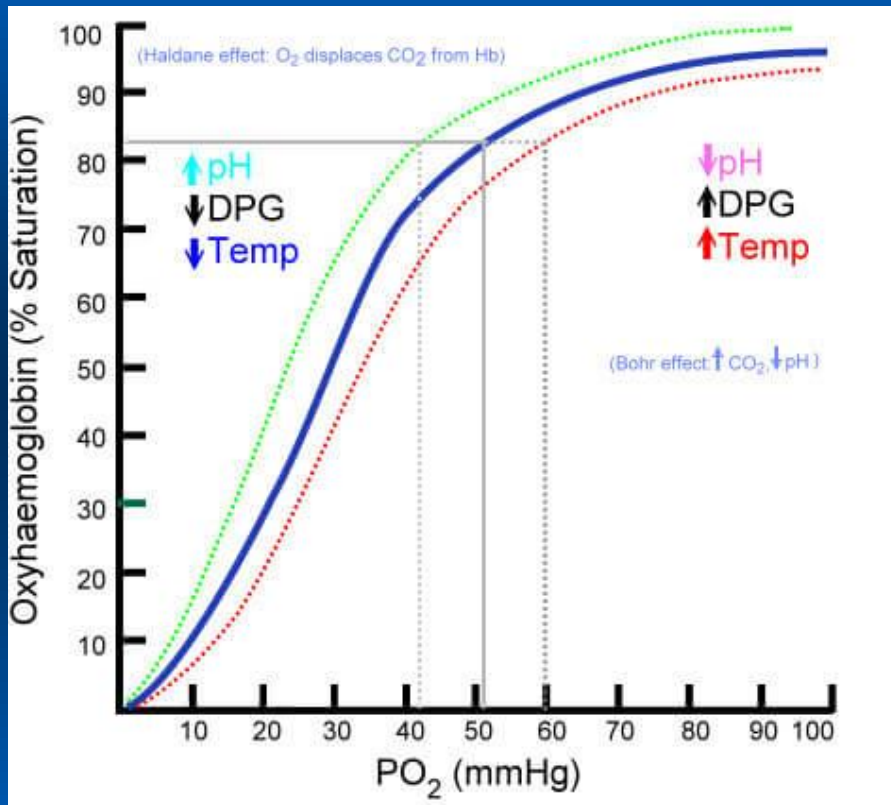
αύξηση αιματικής ροής:

↑ αποβολής του CO₂ με σκοπό να αντirroπήσει την ↑ παραγωγή του

Μεταφορά του CO₂ μεταξύ των ιστών και των ερυθροκυττάρων

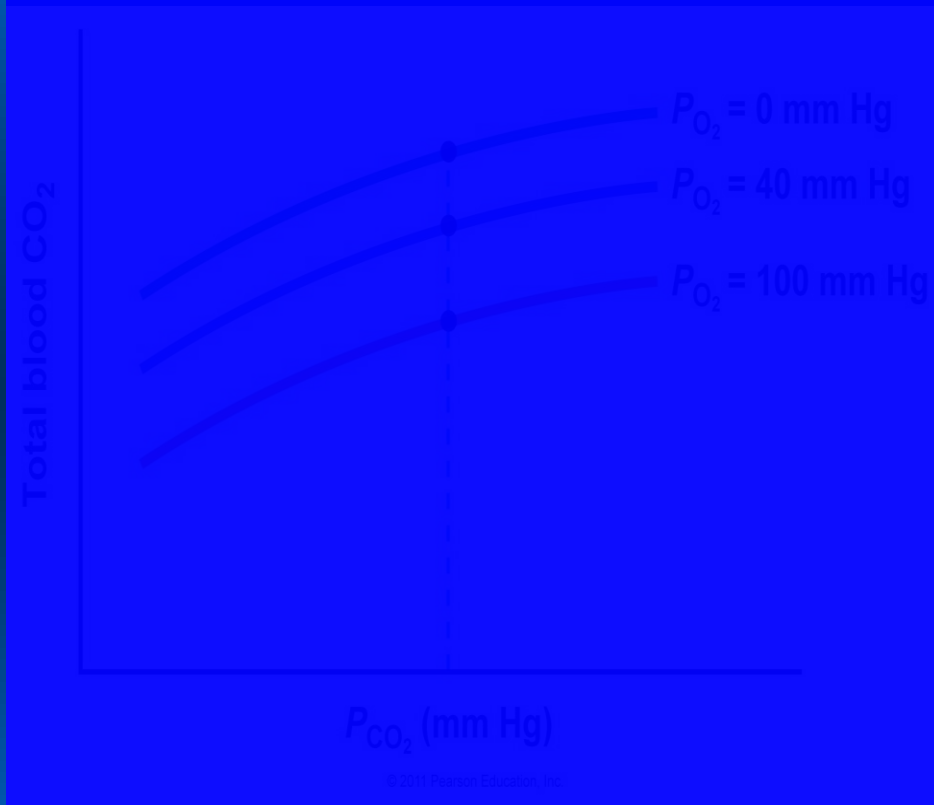


The Bohr effect



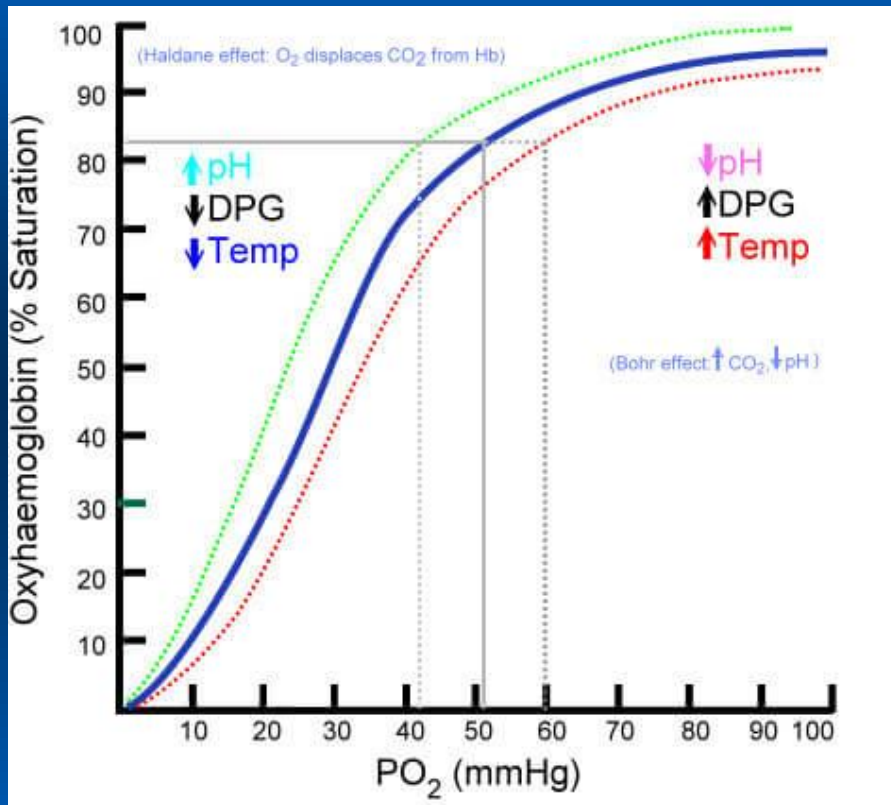
Το CO_2 επηρεάζει τη σύνδεση της Hb με το O_2

The Haldane effect



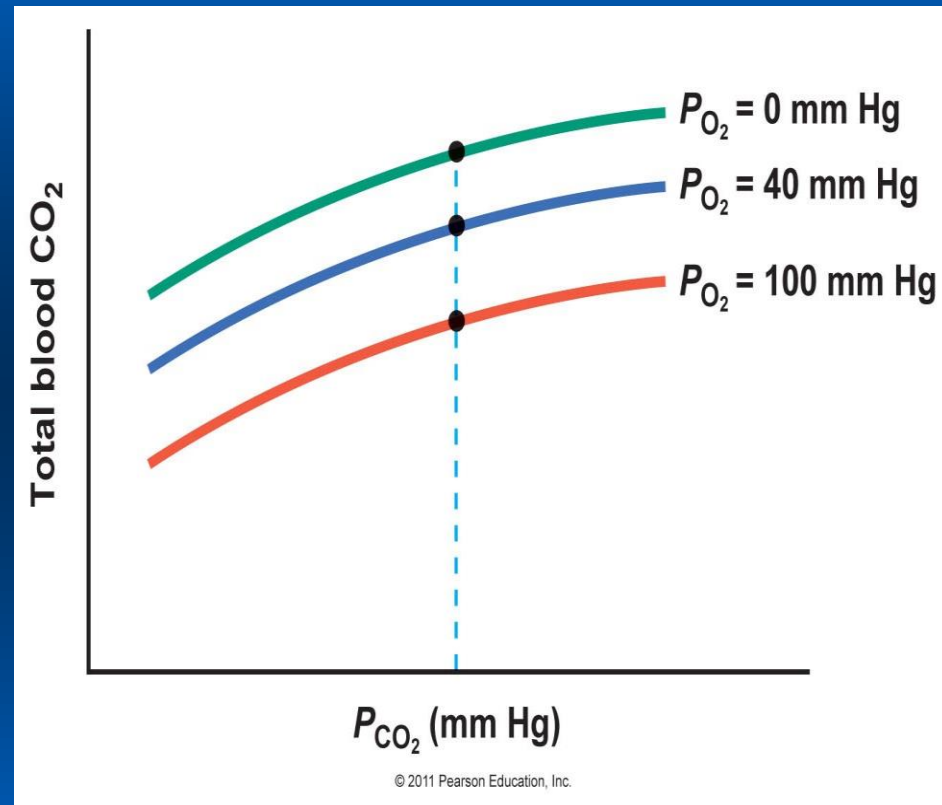
Το O_2 επηρεάζει τη σύνδεση της Hb με το CO_2
 Ολικό CO_2 = διαλυμένο CO_2 + H_2CO_3 + HCO_3^-

The Bohr effect



Το CO₂ επηρεάζει τη σύνδεση της Hb με το O₂

The Haldane effect



Το O₂ επηρεάζει τη σύνδεση της Hb με το CO₂

Ολικό CO₂ = διαλυμένο CO₂ + H₂CO₃ + HCO₃⁻

Συμμετοχή του CO_2 στην οξεοβασική
ισορροπία

Συμμετοχή του CO₂ στην οξεοβασική ισορροπία

- **Εξίσωση του κυψελιδικού αερισμού**

$$PaCO_2 = k \cdot V_{CO_2} / V_A$$

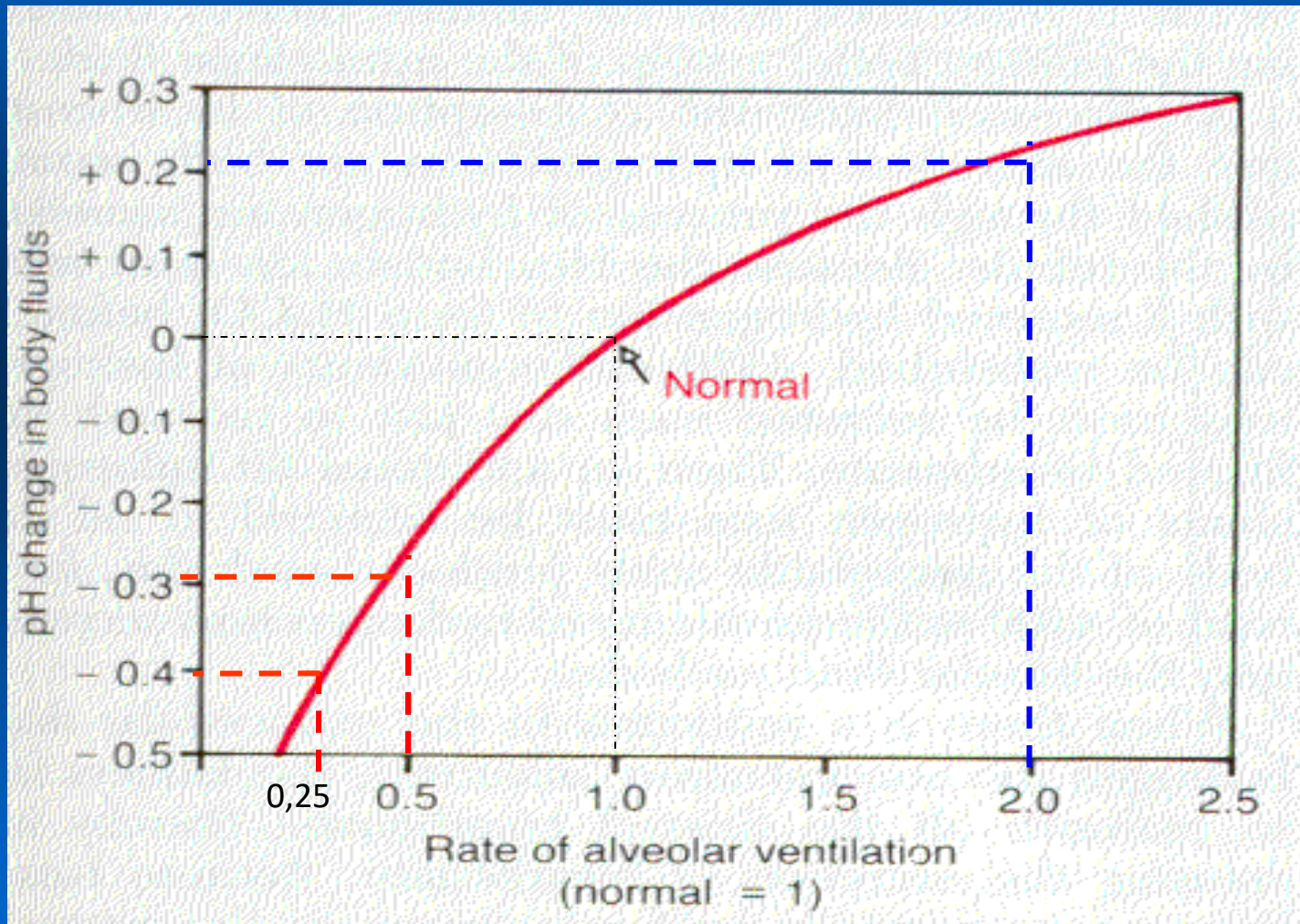
Όπου : V_{CO_2} η παραγωγή του στη μονάδα του χρόνου

V_A ο κυψελιδικός αερισμός

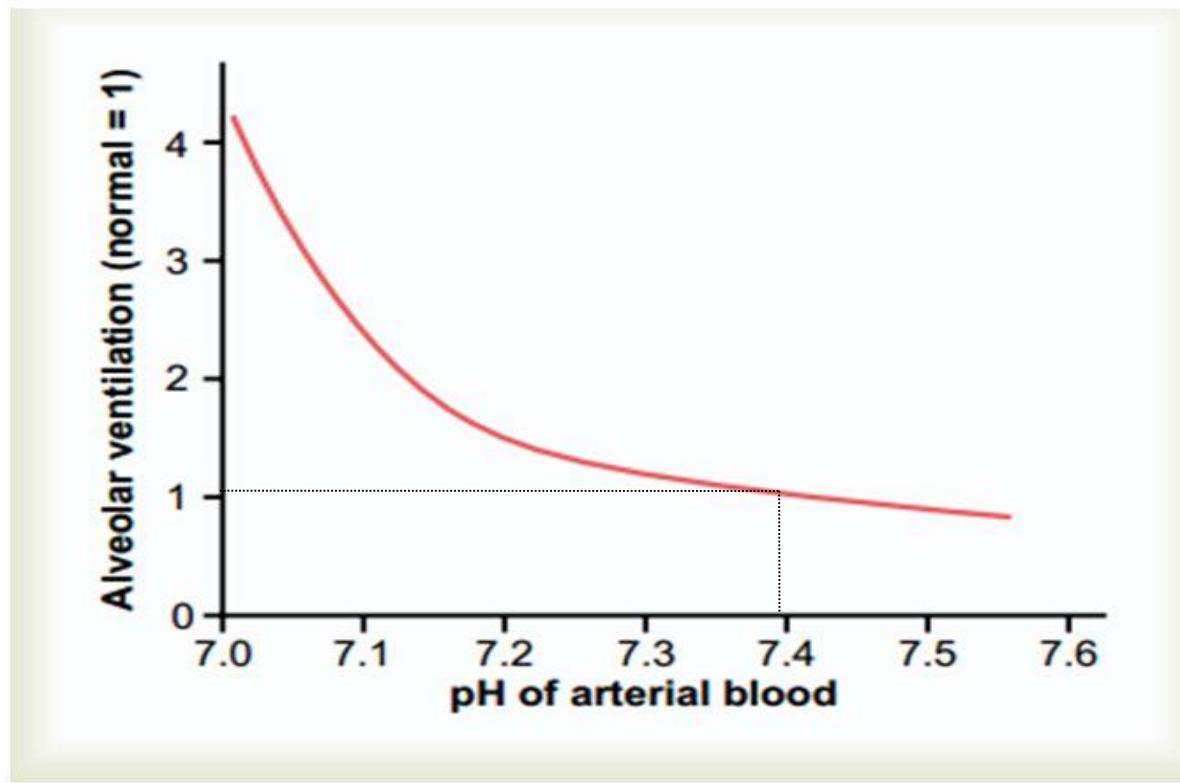
- **Εξίσωση Henderson-Hasselbach**

$$pH = pK + \log \frac{HCO_3}{0,03 PaCO_2}$$

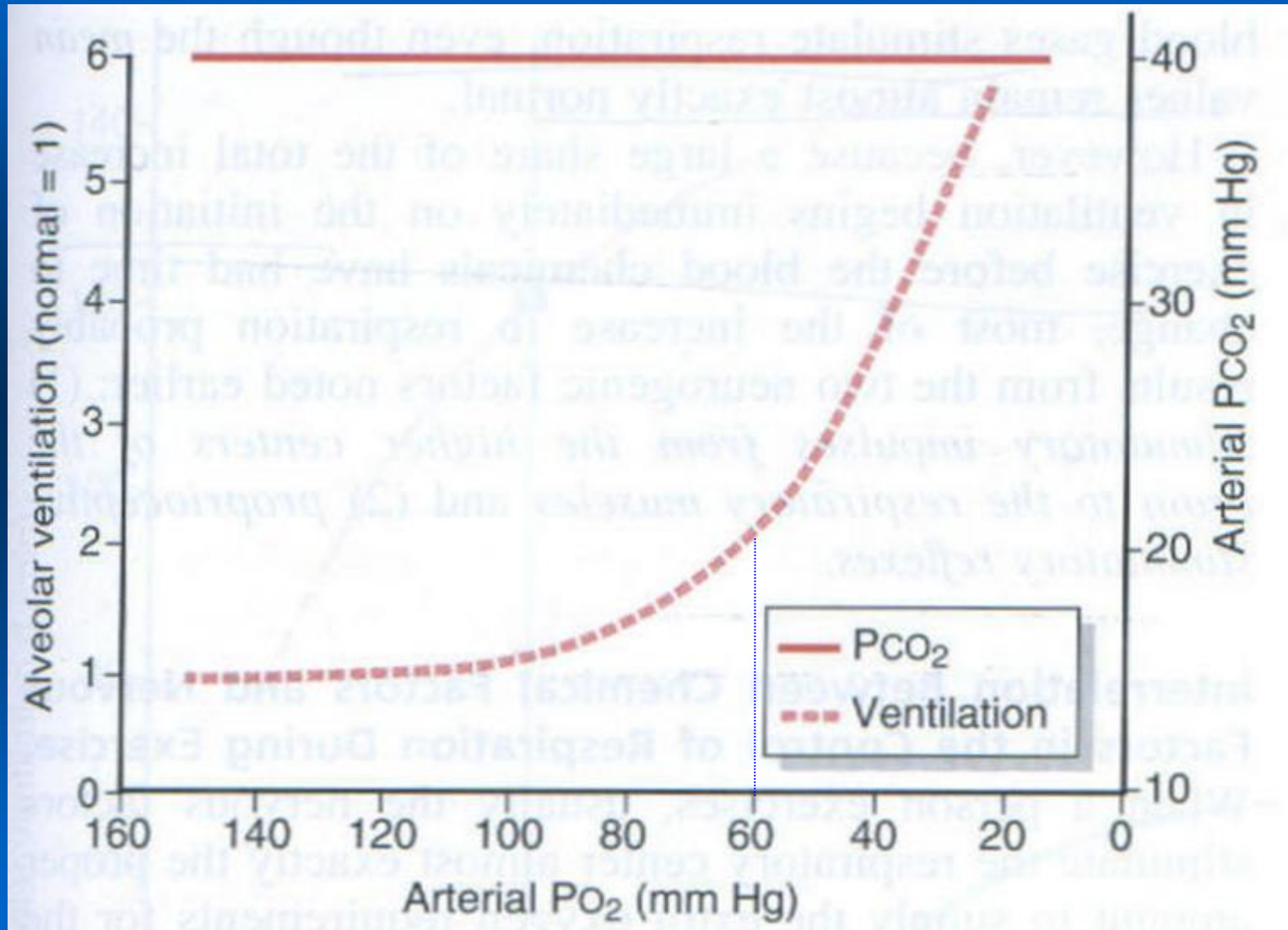
Επίδραση του κυψελιδικού αερισμού στο pH



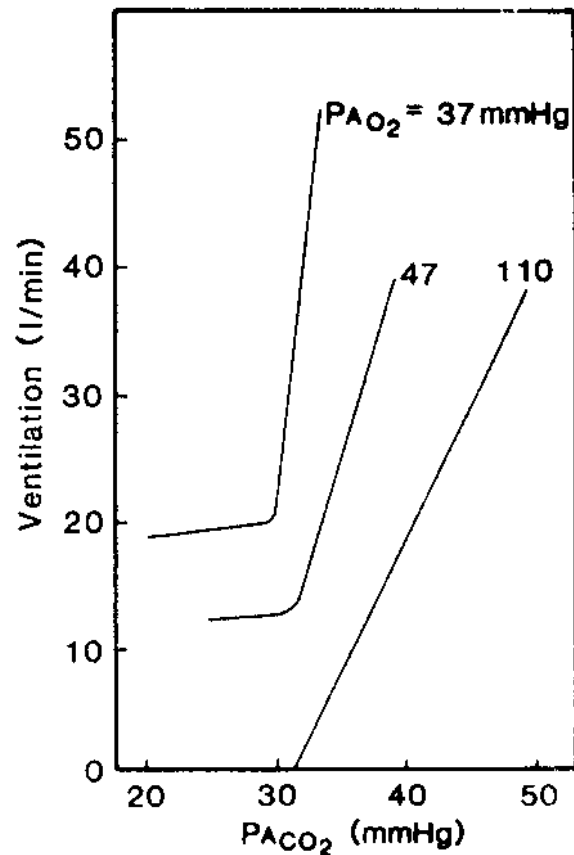
Επίδραση του pH στον κυψελιδικό αερισμό



Επίδραση της P_aO_2 στον κυψελιδικό αερισμό

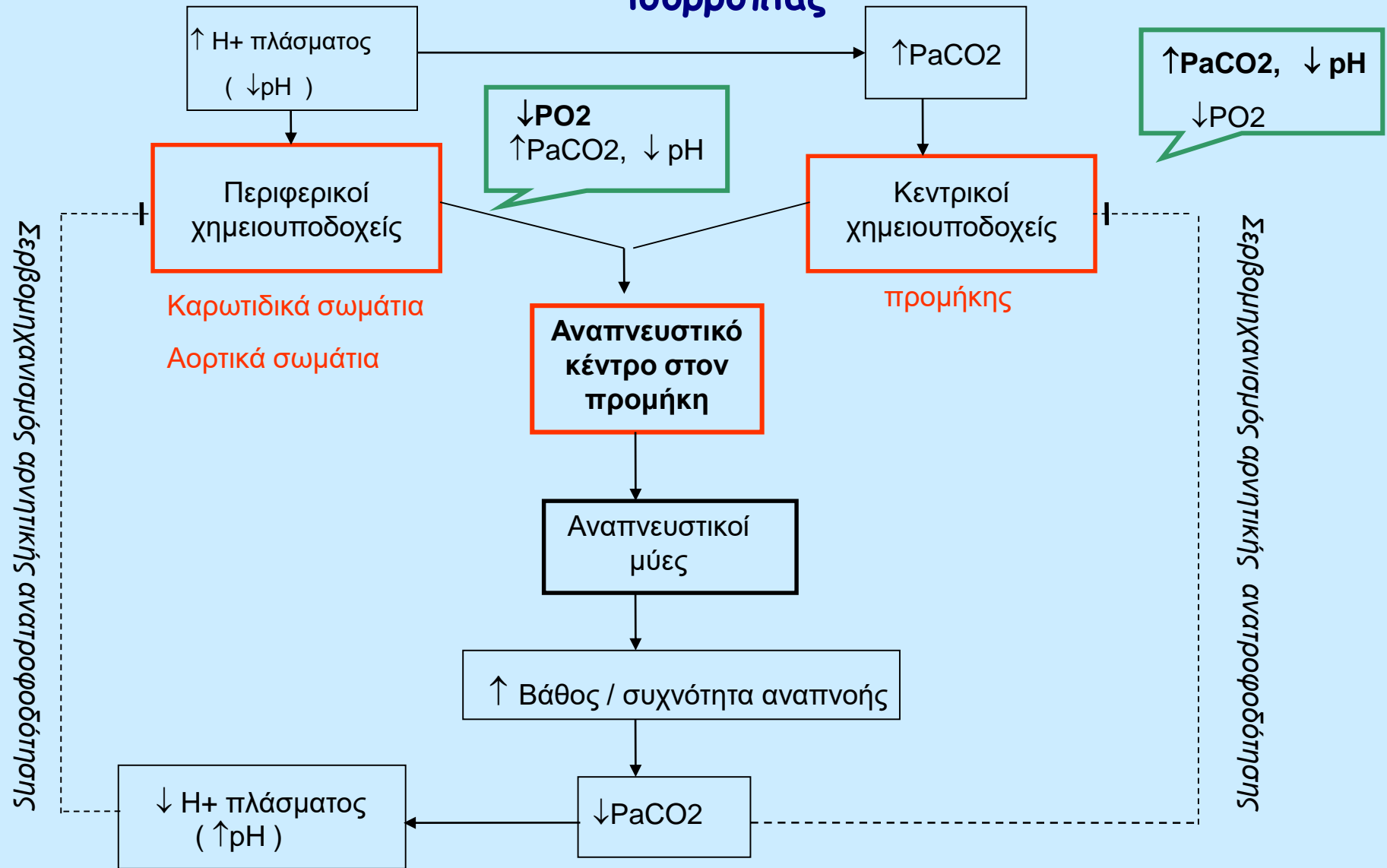


Επίδραση της P_aCO_2 στον κυψελιδικό αερισμό σε διάφορα επίπεδα P_aO_2

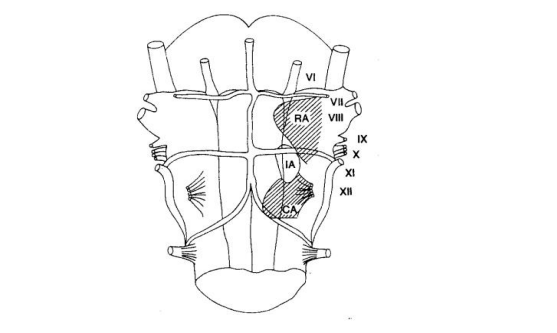
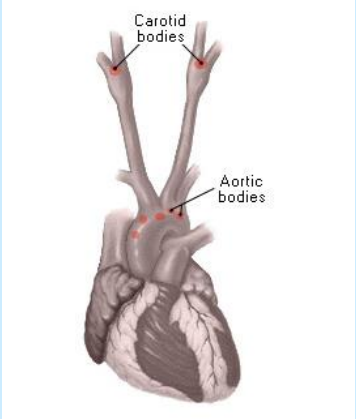
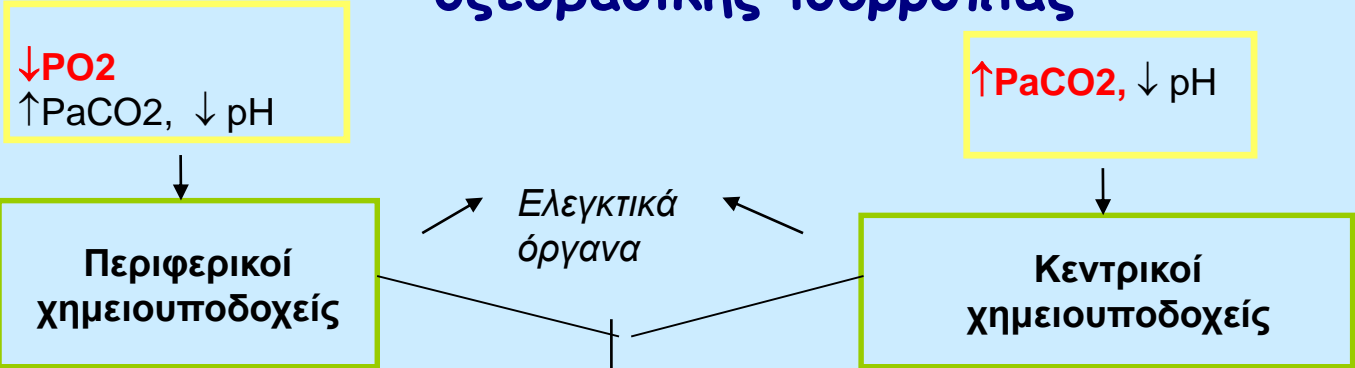


Συμμετοχή του ΚΝΣ στη ρύθμιση της
οξεο-βασικής ισορροπίας

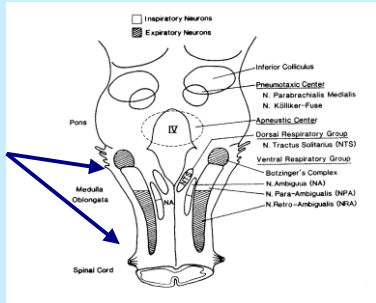
Συμμετοχή του ΚΝΣ στην αναπνευστική ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας



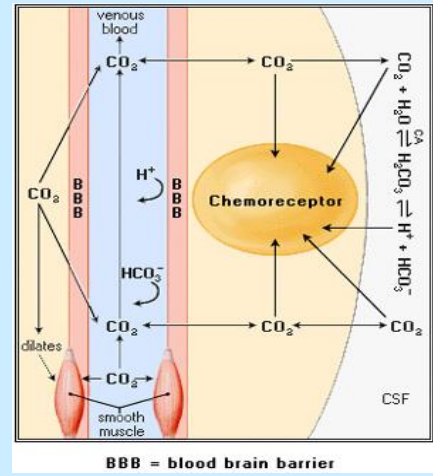
Συμμετοχή του ΚΝΣ στην αναπνευστική ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας



Αναπνευστικό κέντρο στον προμήκη



ραχιαία -κοιλιακή περιοχή

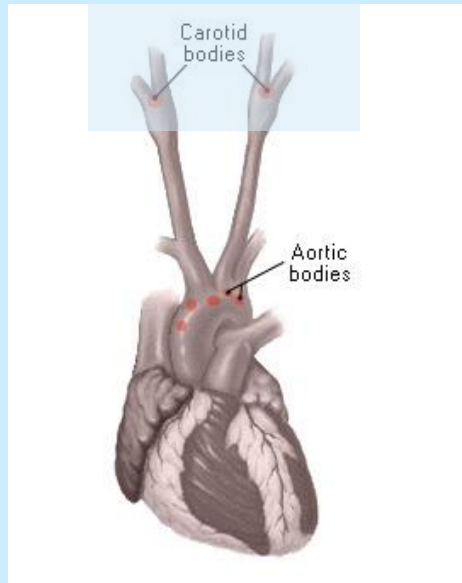


Συμμετοχή του ΚΝΣ στην αναπνευστική ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας

↓ $PO_2 < 55 \text{ mmHg}$
↑ $PaCO_2$, ↓ pH



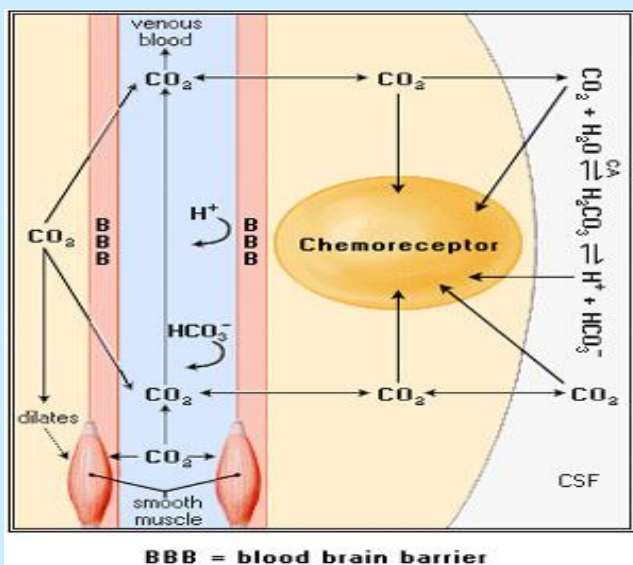
Περιφερικοί
χημειουποδοχείς



Συμμετοχή του ΚΝΣ στην αναπνευστική ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας

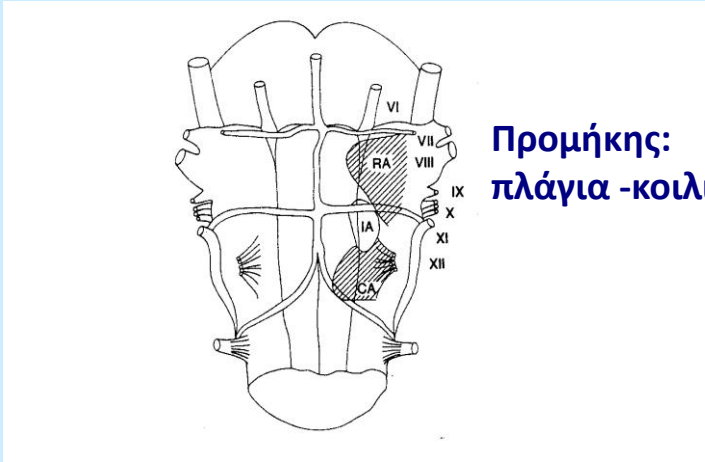
Table 1: Composition of CSF

	CSF	Plasma
Osmolarity (mosm/L)	295	295
pH	7.31	7.41 (art)
pCO ₂ (mm Hg)	48	38 (art)
Bicarbonate (mEq/L)	23.0	23.0
Chloride (mEq/L)	124.0	101.0
Sodium (mEq/L)	138.0	138.0
Potassium (mEq/L)	2.8	4.1
Calcium (mEq/L)	2.4	1.9
Phosphorus (mg/dL)	1.6	4.0
Total Protein	15-50(mg/dL)	6.5-8.4g/100/dL
Lactate (mEq/L)	1.6	1.0



↑PaCO₂, ↓ pH

Κεντρικοί χημειουποδοχείς



Προμήκης: πλάγια -κοιλιακή περιοχή

Απάντηση στην υπερκαπνία > απάντηση στη ↓HCO₃⁻ ή ↑H⁺

Αναπνευστικές διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας

Αναπνευστική οξέωση

- Στην οξεία ΑΟ πρωταρχική διαταραχή $\uparrow\uparrow P_aCO_2$
- Αρχικά $\downarrow pH$ στο ΕΝΥ και στα εγκεφαλικά κύτταρα
- Πιο γρήγορη αποκατάσταση του pH στο ΚΝΣ παρά στη περιφέρεια
- Μέσα σε 24 ώρες το $\downarrow pH$ στο ΕΝΥ και στα εγκεφαλικά κύτταρα επανέρχεται στα φυσ. όρια, λόγω $\uparrow HCO_3^-$ (αύξηση δραστηριότητας της καρβονικής ανυδράσης, αύξηση διάχυσης HCO_3^-)

Επίδραση της αναπνευστικής οξέωσης στην αναπνευστική ώση

Στην **οξεία αναπνευστική οξέωση** οι κεντρικοί και οι περιφερικοί χημειουποδοχείς υπερλειτουργούν ανταποκρινόμενοι στην αύξηση της P_aCO_2 και επομένως στην \uparrow των H^+ , με αποτέλεσμα την αύξηση του κυψελιδικού αερισμού

- Με τη ταχεία αποκατάσταση του pH στο ENY, το ερέθισμα για αερισμό εξαρτάται αποκλειστικά από τους περιφερικούς χημειουποδοχείς, οι οποίοι διατηρούν σταθερά αυξημένο τον αερισμό για 3-5 μέρες μέχρις ότου ολοκληρωθεί η νεφρική αντιρρόπηση

www.nephrologyrounds.org JANUARY 2005

- Προσοχή σε ασθενείς με:
 - ✓ ΧΑΠ και χρόνια υπερκαπνία
 - ✓ Κυφοσκολίωση και χρόνια υπερκαπνία
 - ✓ Σε σύνδρομο απνοιών στον ύπνοη χορήγηση συμπληρωματικού O_2 μπορεί να οδηγήσει σε επιδείνωση της υπερκαπνίας

Αναπνευστική αλκάλωση

- Στην οξεία ΑΑ πρωταρχική διαταραχή : $\downarrow\downarrow PaCO_2$
- Αρχικά $\uparrow pH$ στο ΕΝΥ και στα εγκεφαλικά κύτταρα
- Πολύ γρήγορη αποκατάσταση του pH στο ΚΝΣ (αύξηση του γαλακτικού)
- Σε εμμένουσα υποκαπνία η νεφρική αντιρρόπηση ολοκληρώνεται σε 36-72 ώρες (αυξημένη αποβολή HCO_3^- , ελαττωμένη αποβολή H^+)
- Οι βλάβες στο ΚΝΣ (λοιμώξεις, ΑΕΕ, όγκοι) μπορεί να οδηγήσουν σε υπεραερισμό και επομένως σε αναπνευστική αλκάλωση:
 - **Βλάβες στο μεσεγκέφαλο** → εντρικός υπεραερισμός
 - **Βλάβες στο φλοιό και στην ανώτερη γέφυρα** → εριοδική αναπνοή Cheyne-Stokes

Επίδραση της αναπνευστικής αλκάλωσης στην αναπνευστική ώση

- Εξαρτάται από την εντόπιση της πρωτοπαθούς αιτίας
- Σε **βλάβες του φλοιού** , στη **σήψη** και στη **κύηση** :
 - αρχικά διεγείρονται οι κεντρικοί χημειουποδοχείς που προκαλούν υπεραερισμό
 - κατόπιν οι ώσεις από τους κεντρικούς και περιφερικούς χημειουποδοχείς αλληλοαντικρούονται με υπερίσχυση των πρώτων
- Σε **βλάβες των πνευμόνων** και σε **αναιμία** :
 - οι κεντρικοί και περιφερικοί χημειουποδοχείς καταστέλλονται λόγω \uparrow pH
 - με τη γρήγορη αποκατάσταση του pH στο ΕΝΥ, η περιφερικοί χημειουποδοχείς συνεχίζουν να στέλνουν \downarrow ώσεις με σκοπό την \downarrow του αερισμού μέχρις ότου ολοκληρωθεί η νεφρική αντιρρόπηση

Συμπεράσματα Ι

- Το αναπνευστικό σύστημα συμμετέχει στη ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας με την απομάκρυνση του CO_2 και με τη διατήρηση της P_aCO_2 μέσα στα φυσιολογικά όρια.
- Αυτό το επιτυγχάνει με την προσαρμογή του κυψελιδικού αερισμού στις ανάγκες παραγωγής του CO_2 .
- Στηρίζεται σε ένα αξιοθαύμαστο σερβομηχανισμό αρνητικής ανατροφοδότησης, κύρια στοιχεία του οποίου είναι η αναπνευστική αντλία, το αναπνευστικό κέντρο στον προμήκη καθώς και οι κεντρικοί και περιφερικοί χημειουποδοχείς

Συμπεράσματα ΙΙ

- Για την κατανόηση της αναπνευστικής ρύθμισης στην οεοβασική ισορροπία απαιτείται η γνώση της εξίσωσης του κυψελιδικού αερισμού και της εξίσωσης των Henderson-Hasselbach
- Είναι σημαντικό για τον κλινικό γιατρό να γνωρίζει όχι μόνο την παθοφυσιολογία της οξείας και χρόνιας αναπνευστικής οξέωσης και αλκάλωσης , αλλά και τους τρόπους που αυτές επιδρούν στην αναπνευστική ώση

