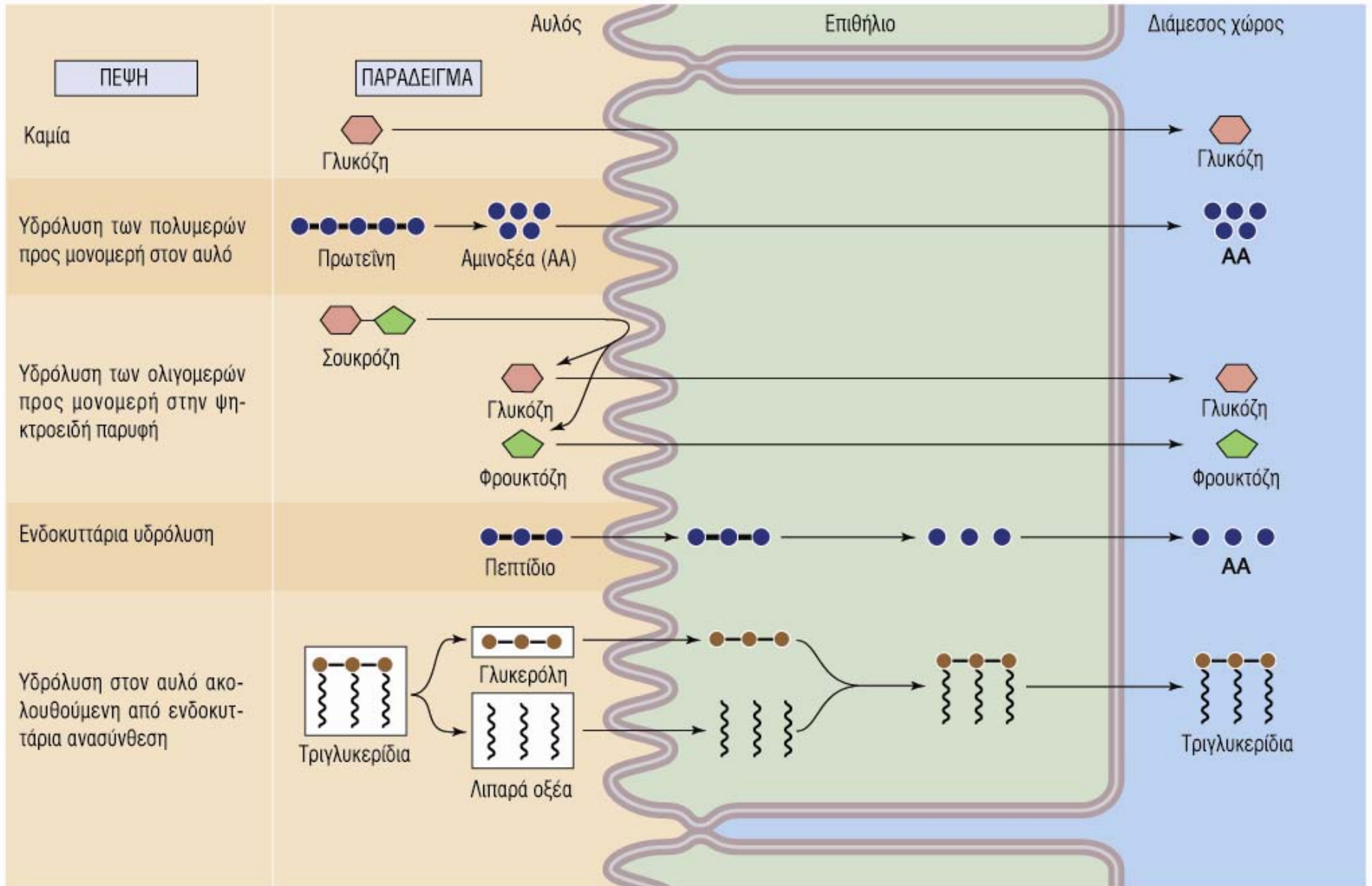
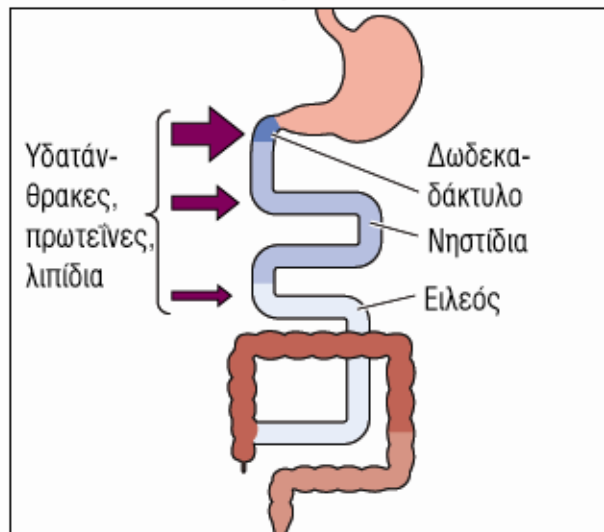


# ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

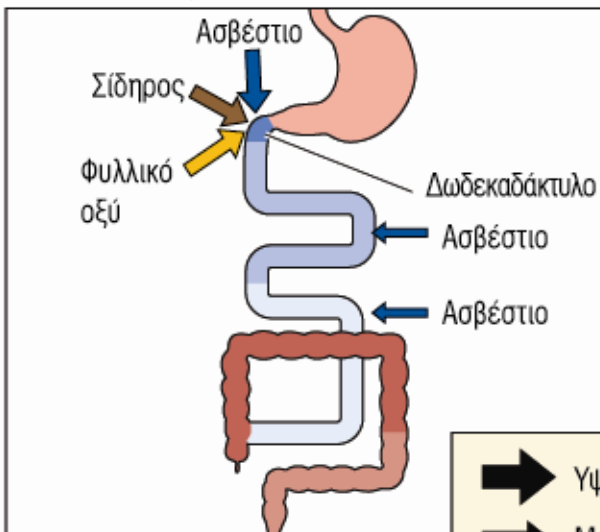
Πέψη και απορρόφηση



### Α ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ, ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ



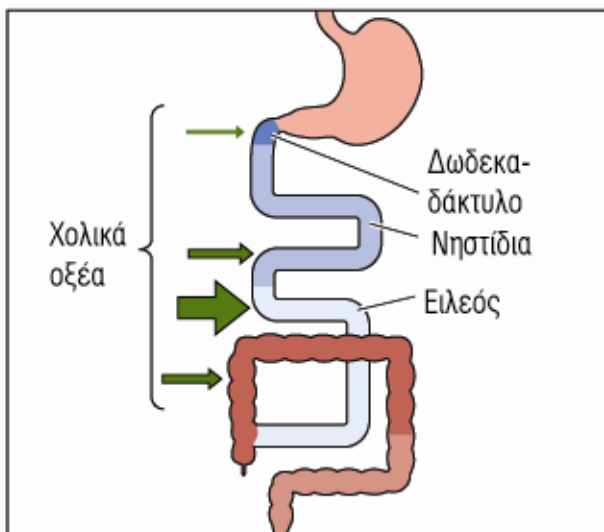
### Β ΑΣΒΕΣΤΙΟ, ΣΙΔΗΡΟΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ



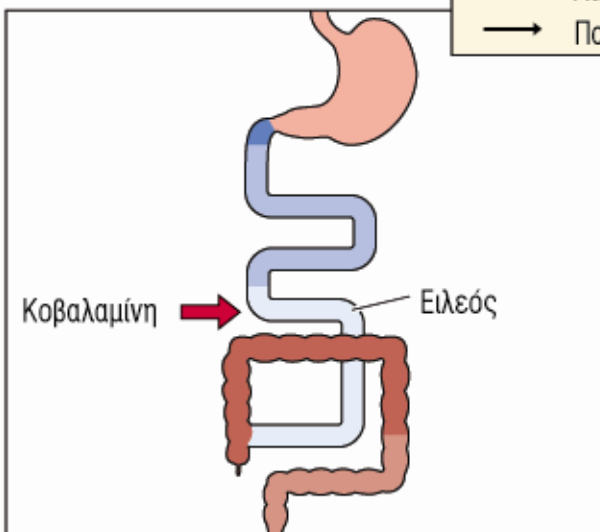
Legend for absorption levels:

- Thick black arrow: Υψηλή απορρόφηση (High absorption)
- Medium black arrow: Μέτρια απορρόφηση (Medium absorption)
- Thin black arrow: Χαμηλή απορρόφηση (Low absorption)
- Dashed black arrow: Πολύ χαμηλή απορρόφηση (Very low absorption)

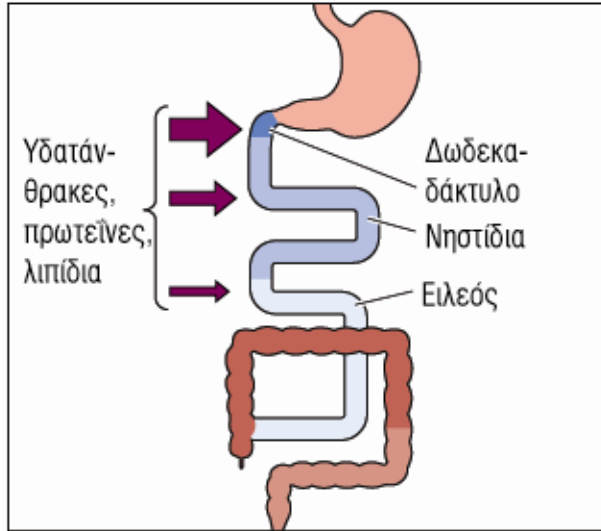
### Γ ΧΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ



### Δ ΚΟΒΑΛΑΜΙΝΗ

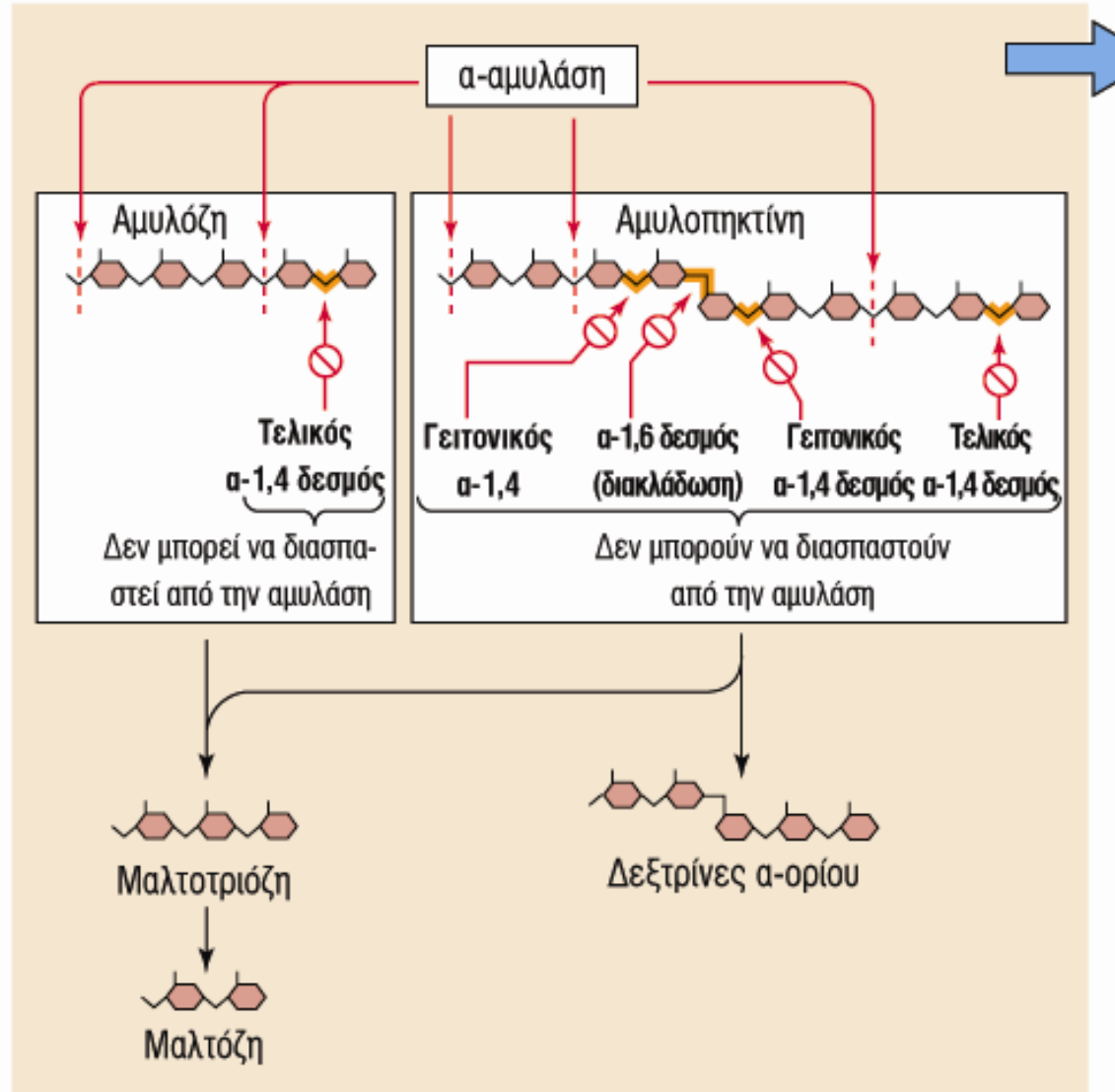


# Α ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ, ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ

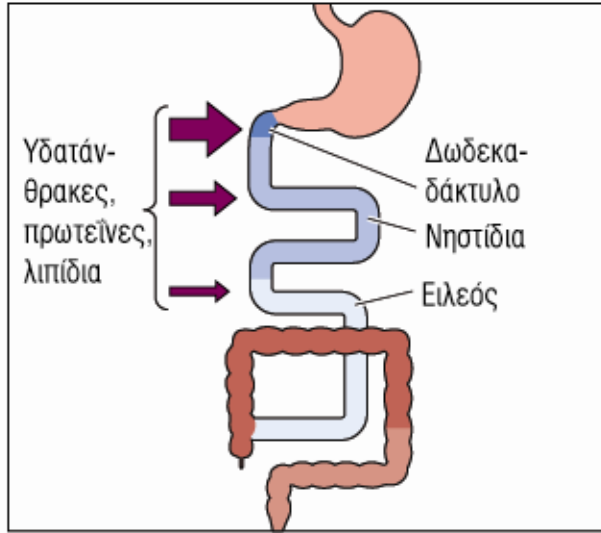


# σιαλική και παγκρεατική α-αμυλάση

## Α ΠΕΨΗ ΑΜΥΛΟΥ ΣΤΟΝ ΑΥΛΟ



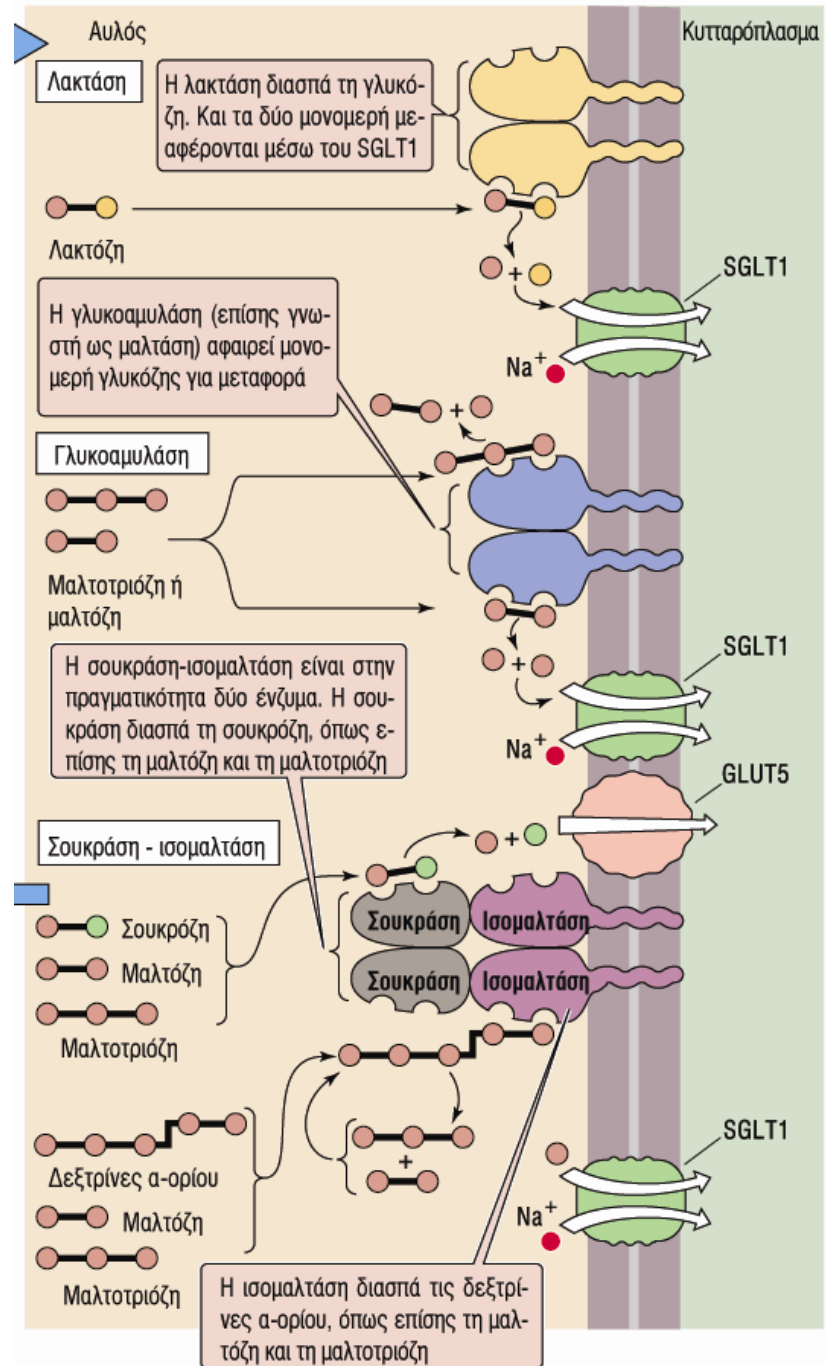
## A ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ, ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ



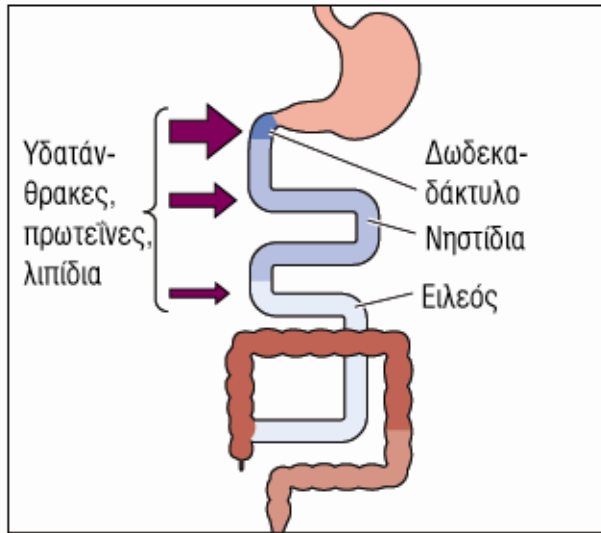
**ΛΑΚΤΟΖΗ=**  
γλυκόζη+ γαλακτόζη

**ΣΑΚΖΑΡΟΖΗ=**  
γλυκόζη + φρουκτόζη

## B ΠΕΨΗ ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΩΝ ΣΤΗΝ ΨΗΚΤΡΟΕΙΔΗ ΠΑΡΥΦΗ



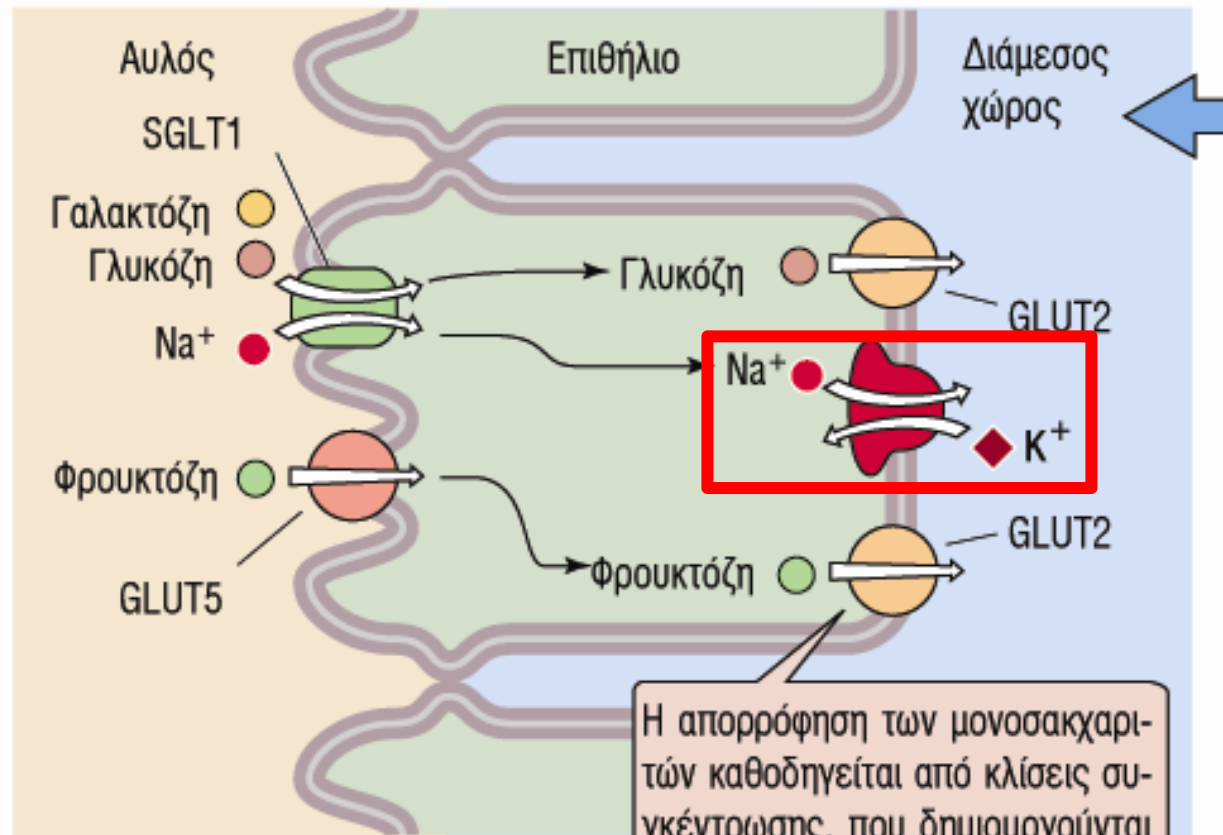
## Α ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ, ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ



**ΛΑΚΤΟΖΗ=**  
γλυκόζη+ γαλακτόζη

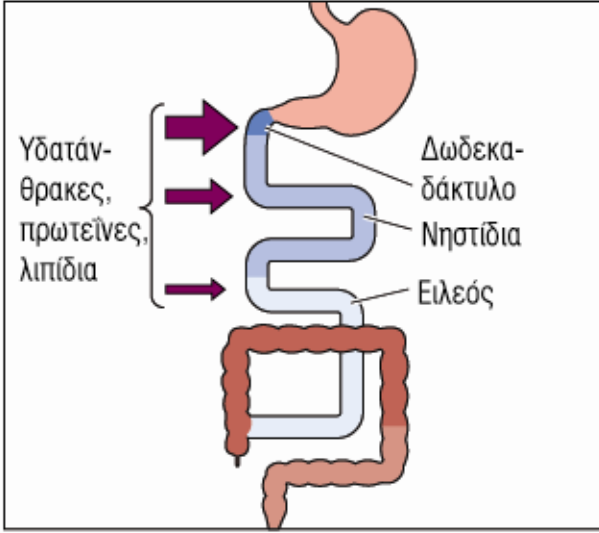
**ΣΑΚΖΑΡΟΖΗ=**  
γλυκόζη + φρουκτόζη

## Γ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΜΟΝΟΣΑΚΧΑΡΙΤΩΝ



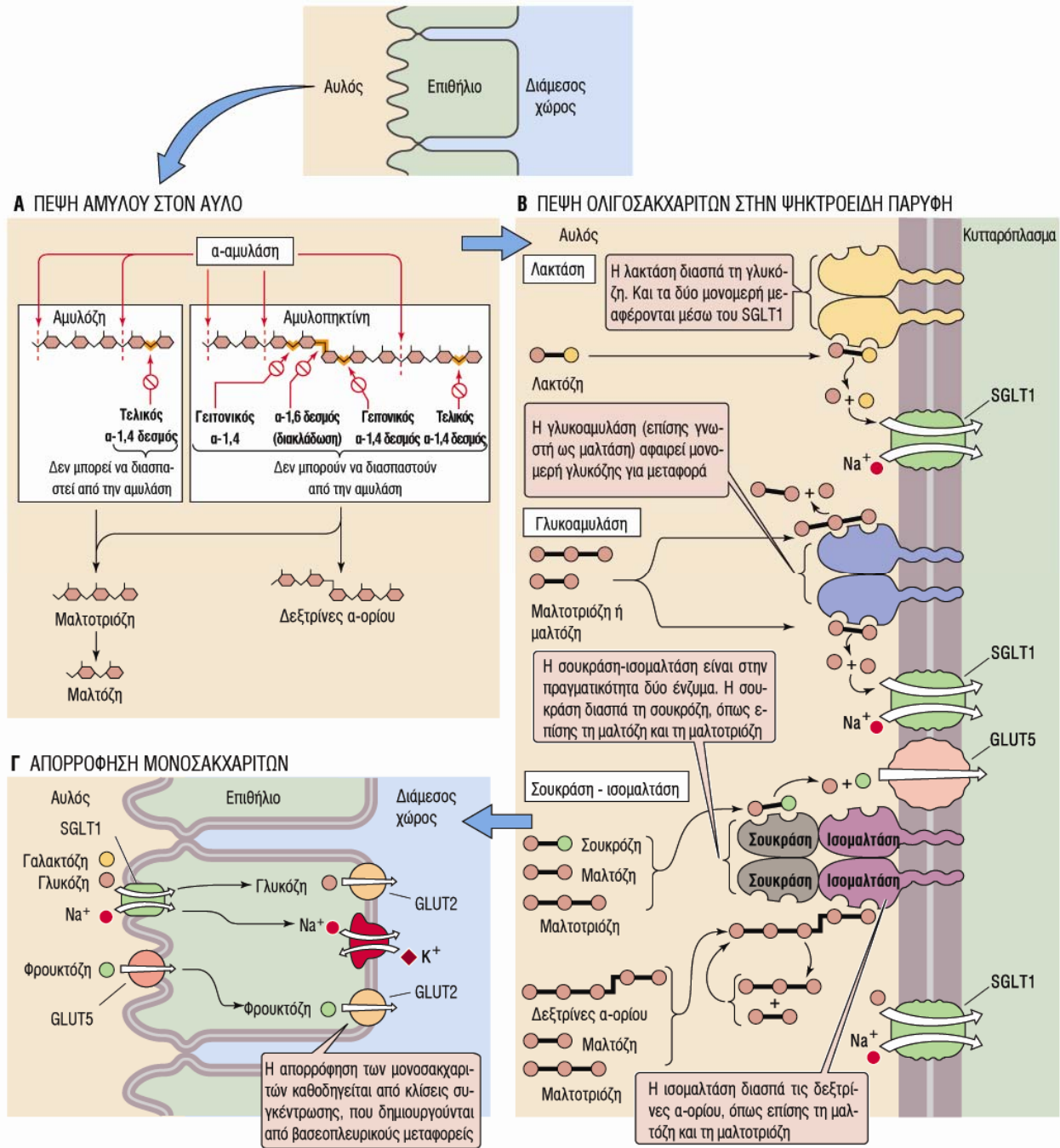
Η απορρόφηση των μονοσακχαρι-  
τών καθοδηγείται από κλίσεις συ-  
γκέντρωσης, που δημιουργούνται  
από βασεοπλευρικούς μεταφορείς

# Α ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ, ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ

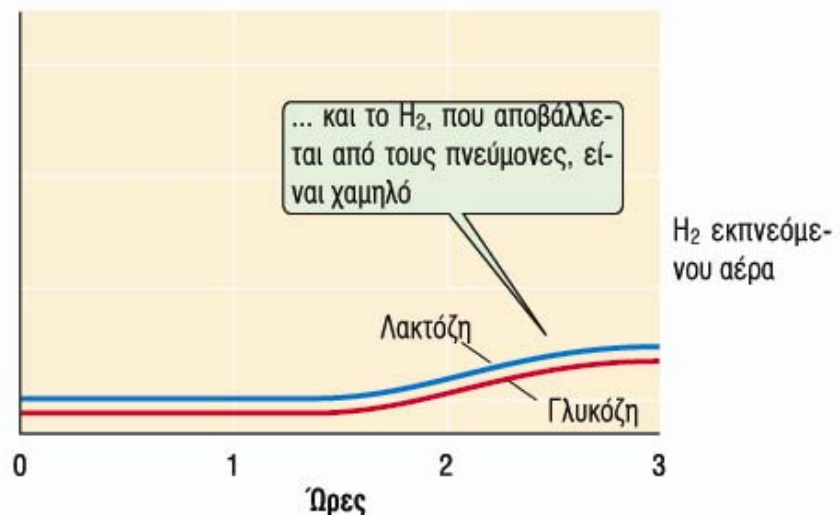
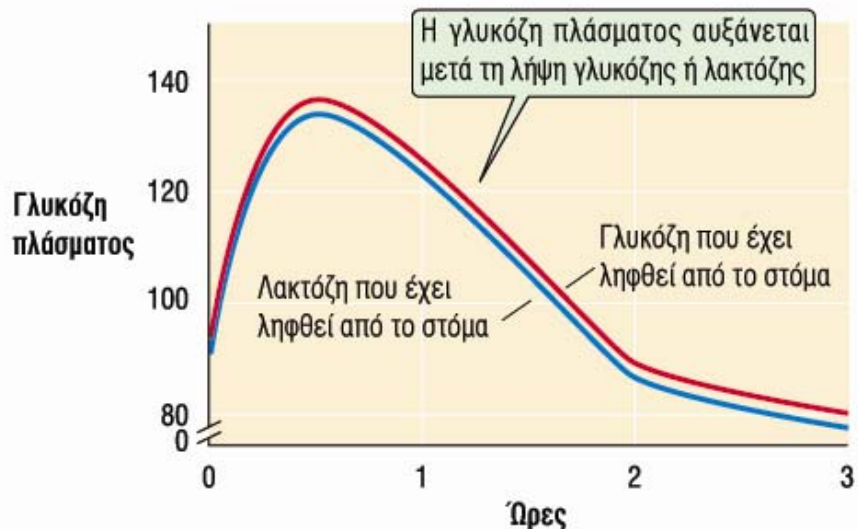


**ΛΑΚΤΟΖΗ=**  
γλυκόζη+ γαλακτόζη

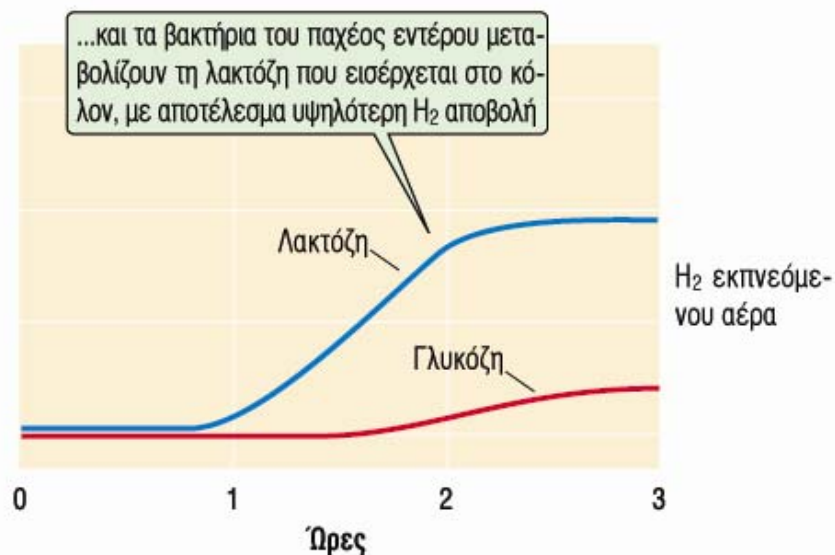
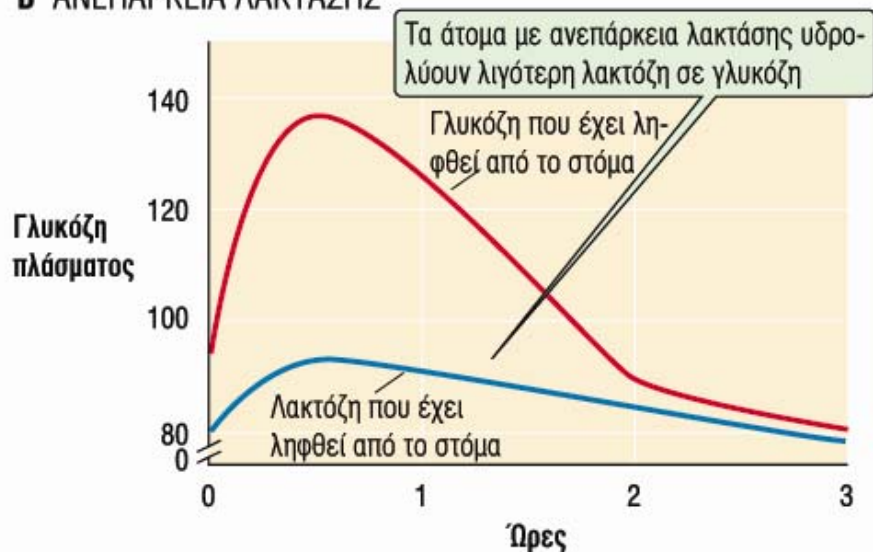
**ΣΑΚΖΑΡΟΖΗ=**  
γλυκόζη + φρουκτόζη



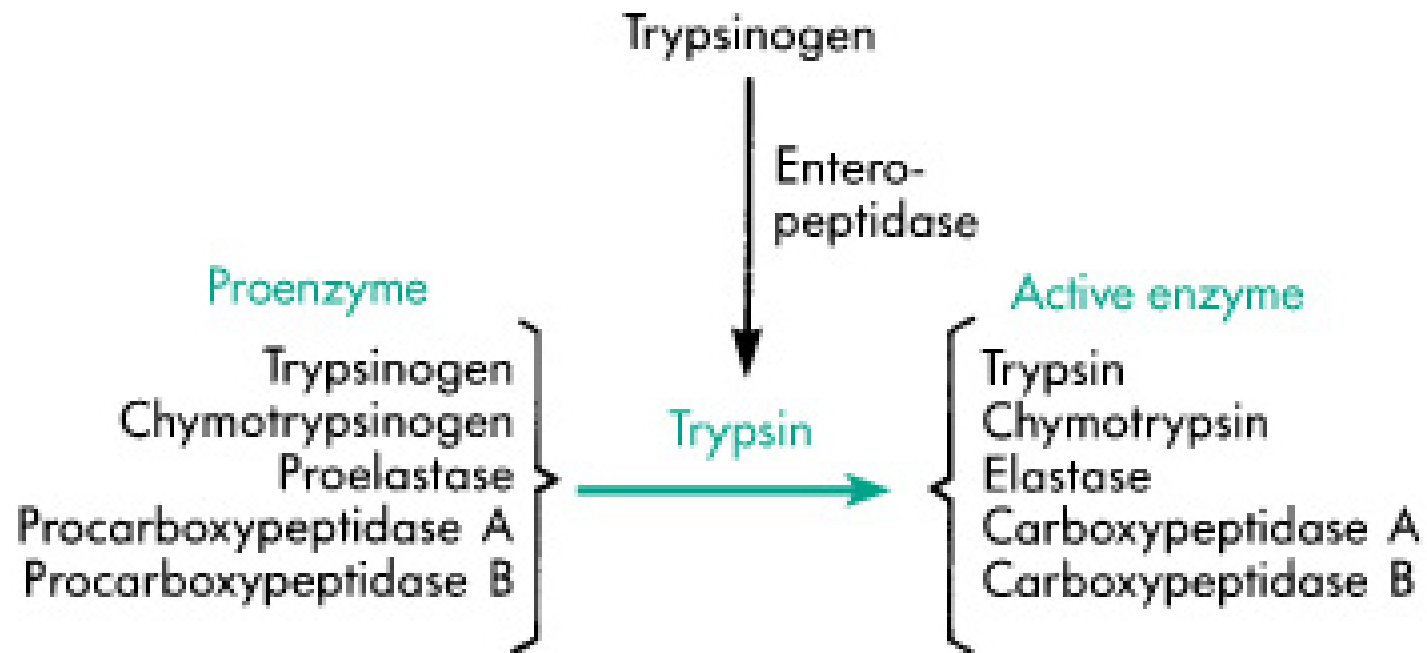
### A ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΔΡΑΣΤΗΚΟΤΗΤΑΣ ΛΑΚΤΑΣΗΣ

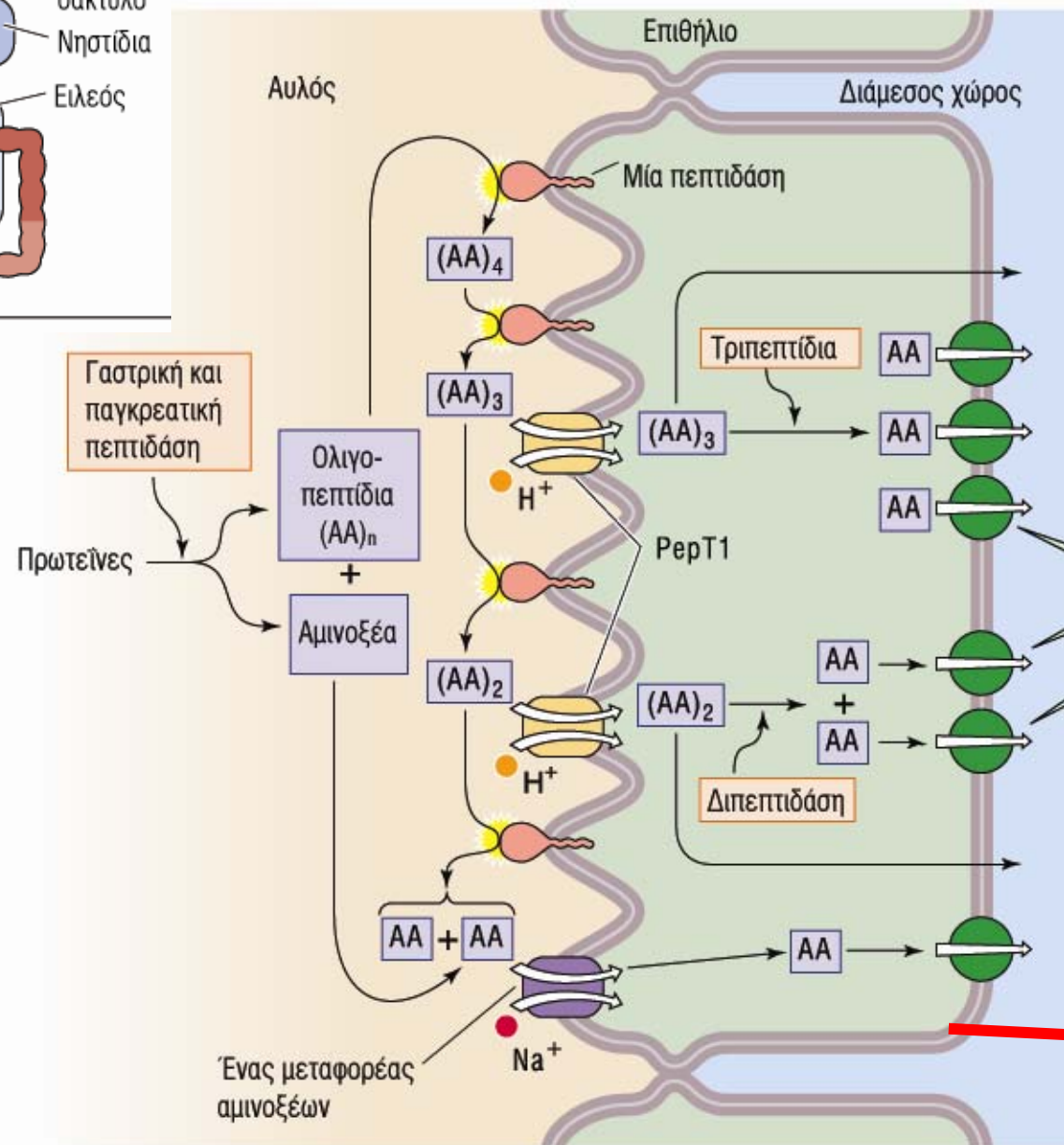
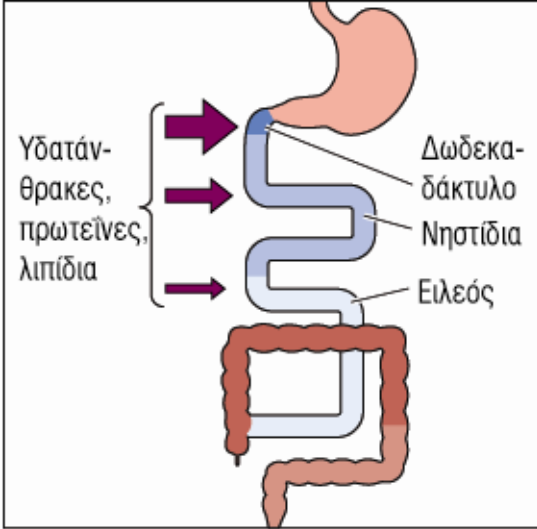


### B ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΛΑΚΤΑΣΗΣ

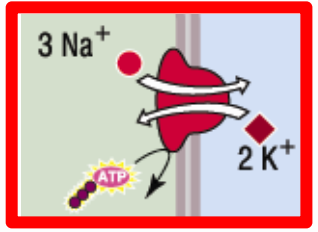




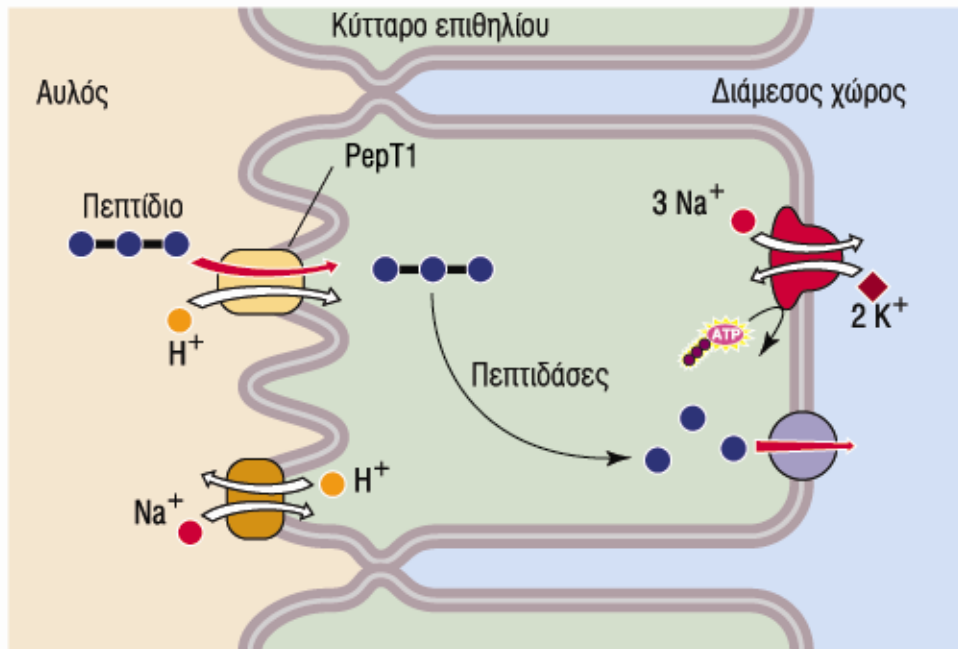




Τουλάχιστον τρεις ξεχωριστοί μεταφορείς αμινοξέων, που δεν εξαρτώνται από το Na<sup>+</sup>, μετακινούν αμινοξέα έξω από το κύτταρο δια της βασοπλευρικής μεμβράνης

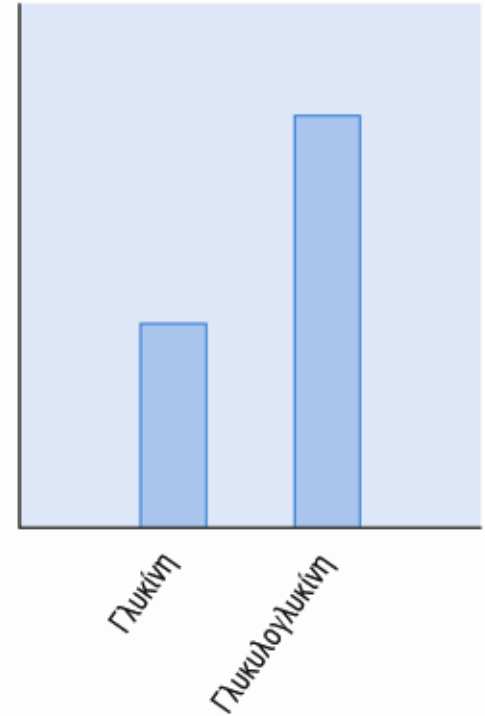


### A ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΟΛΙΓΟΠΕΠΤΙΔΙΩΝ

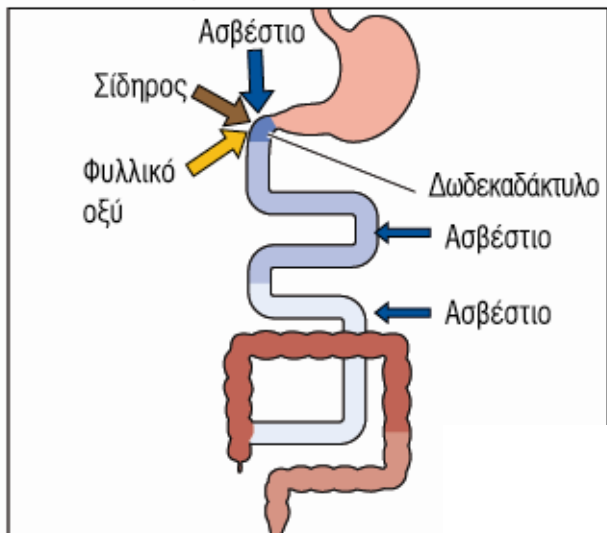


### B ΚΙΝΗΤΙΚΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΠΕΠΤΙΔΙΩΝ

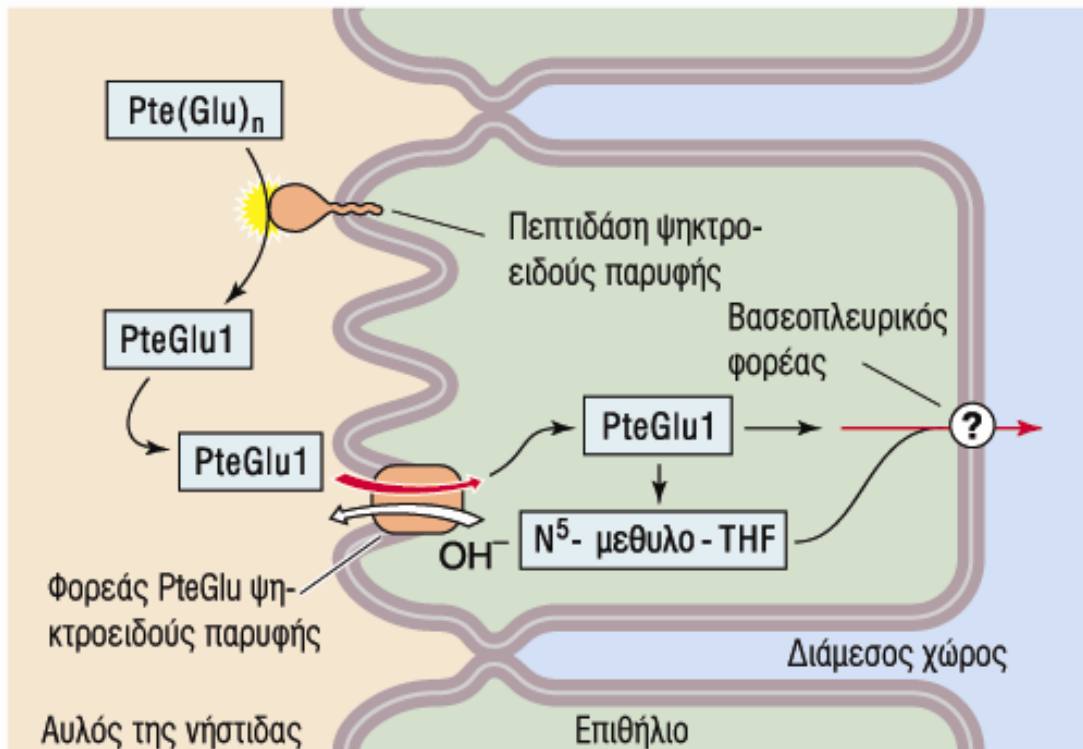
Εμφάνιση γλυκίνης στο αίμα



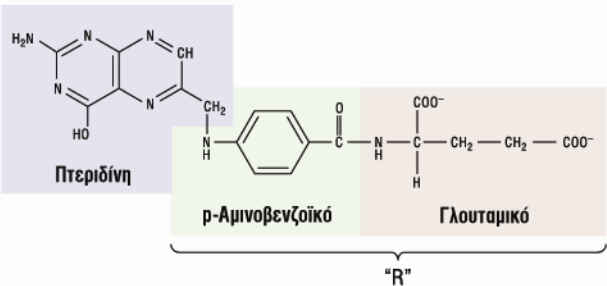
## Β ΑΣΒΕΣΤΙΟ, ΣΙΔΗΡΟΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ



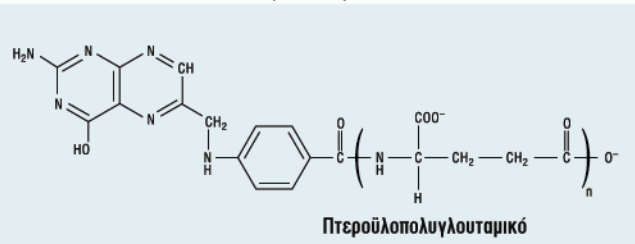
## Γ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΦΥΛΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ



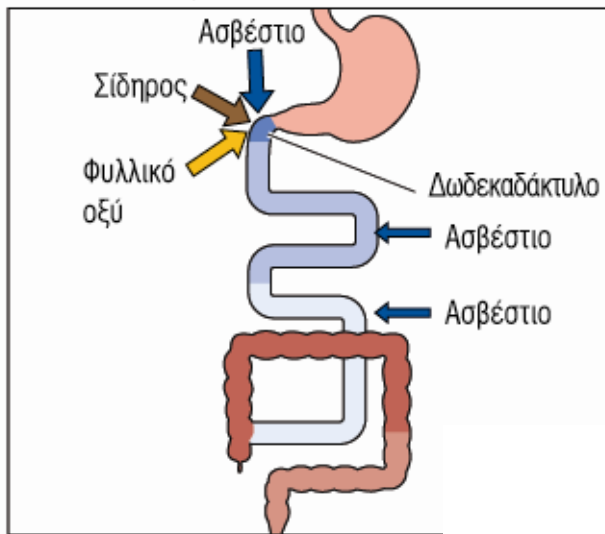
## Α ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΟ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ (PteGlu1)



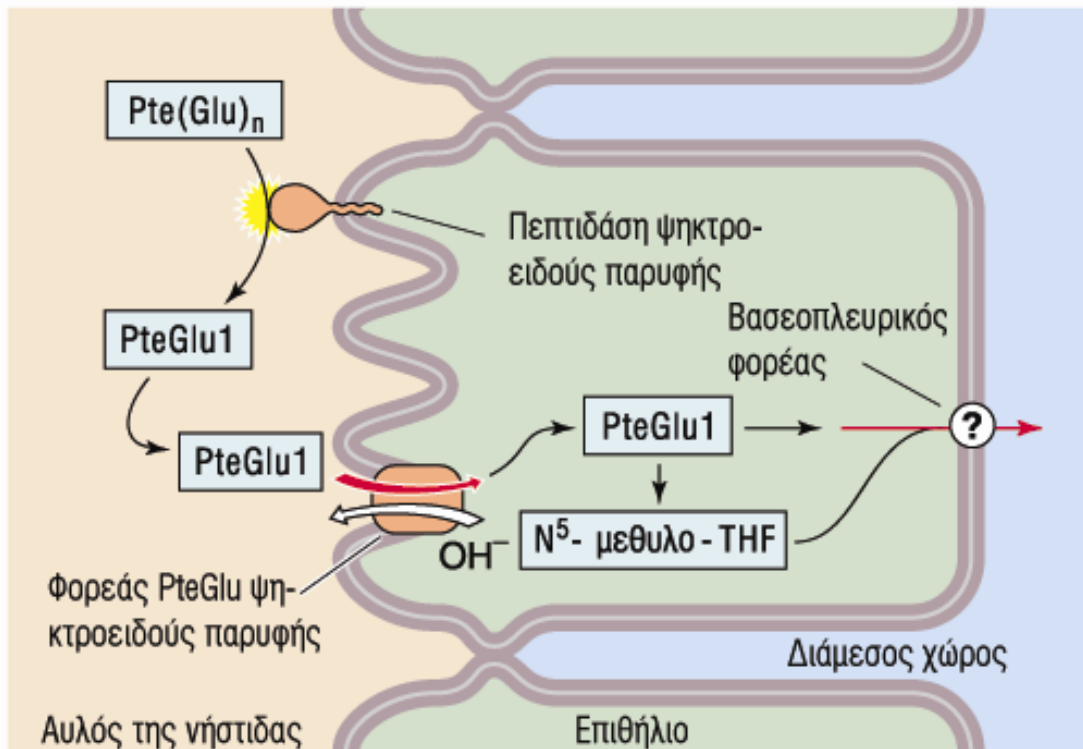
## Β ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ (PteGlu7)



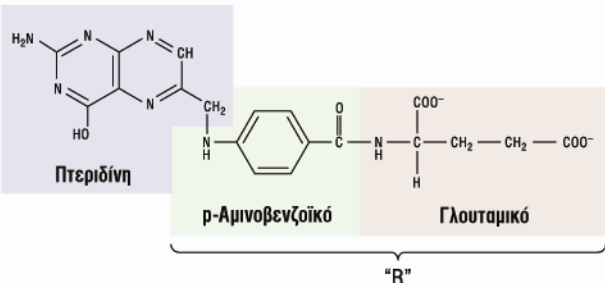
### Β ΑΣΒΕΣΤΙΟ, ΣΙΔΗΡΟΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ



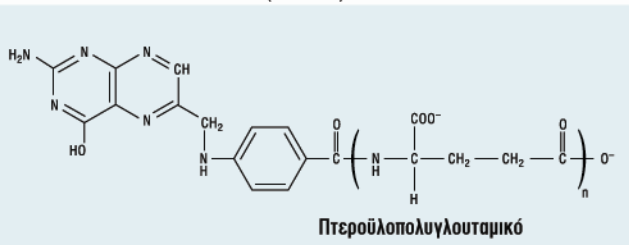
### Γ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΦΥΛΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ



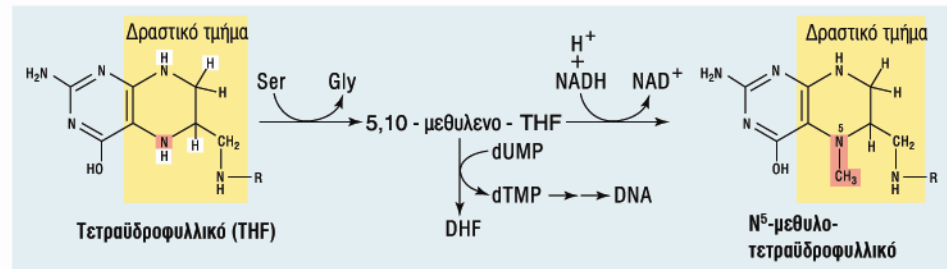
### Α ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΟ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ (PteGlu1)



### Β ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ (PteGlu7)

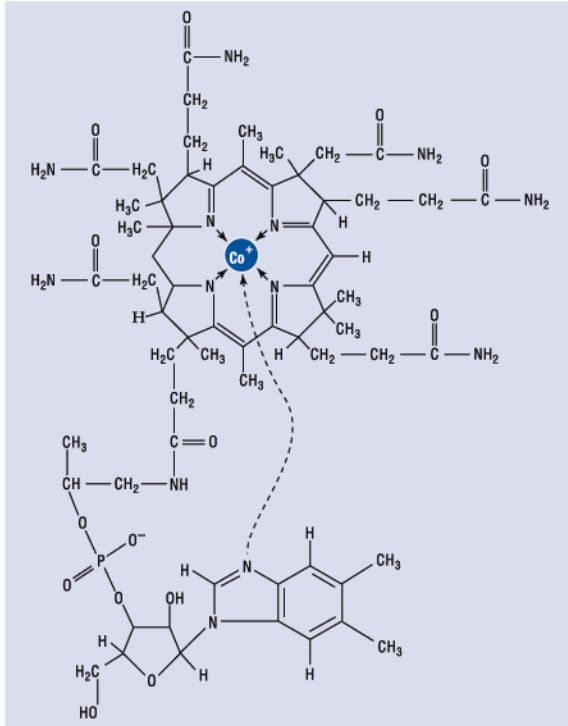


### Δ ΜΕΘΥΛΩΣΗ ΑΝΑΧΘΕΝΤΟΣ ΦΥΛΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

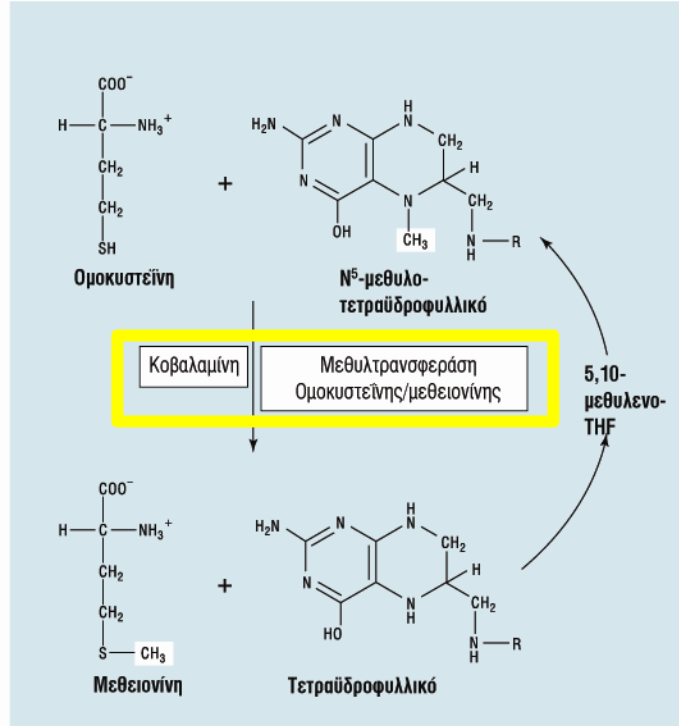


PteGlu1 > αναγωγή > DHF > THF > μεθυλίωση > 5,10-μεθυλενο-THF, N<sup>5</sup>-μεθυλο-THF

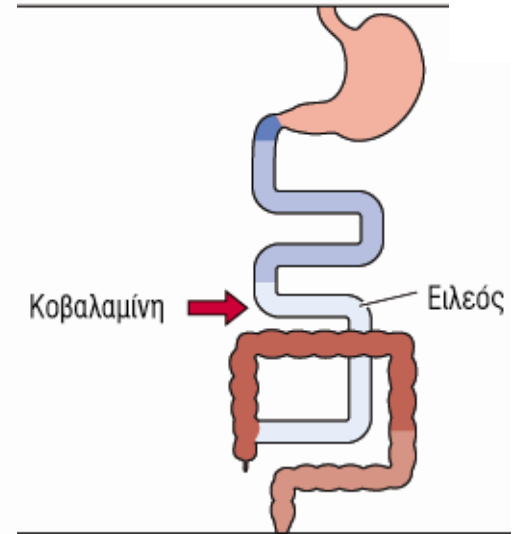
### A ΚΥΑΝΟΚΟΒΑΛΑΜΙΝΗ



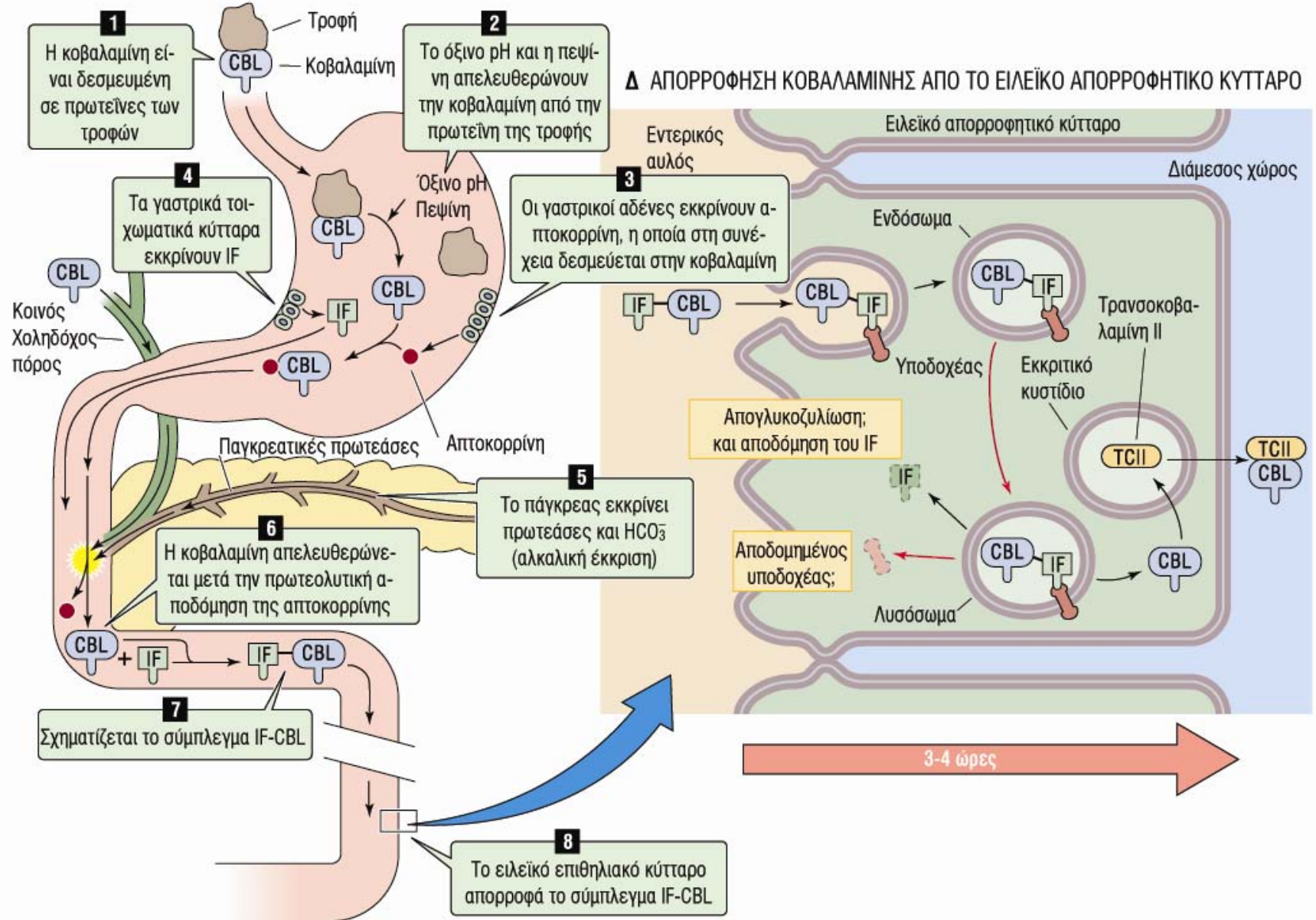
### B ΚΥΚΛΟΣ ΜΕΘΥΛΩΣΗΣ



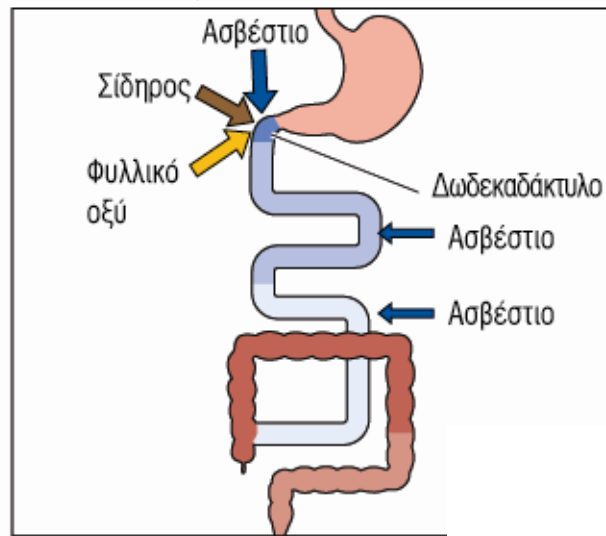
### Δ ΚΟΒΑΛΑΜΙΝΗ



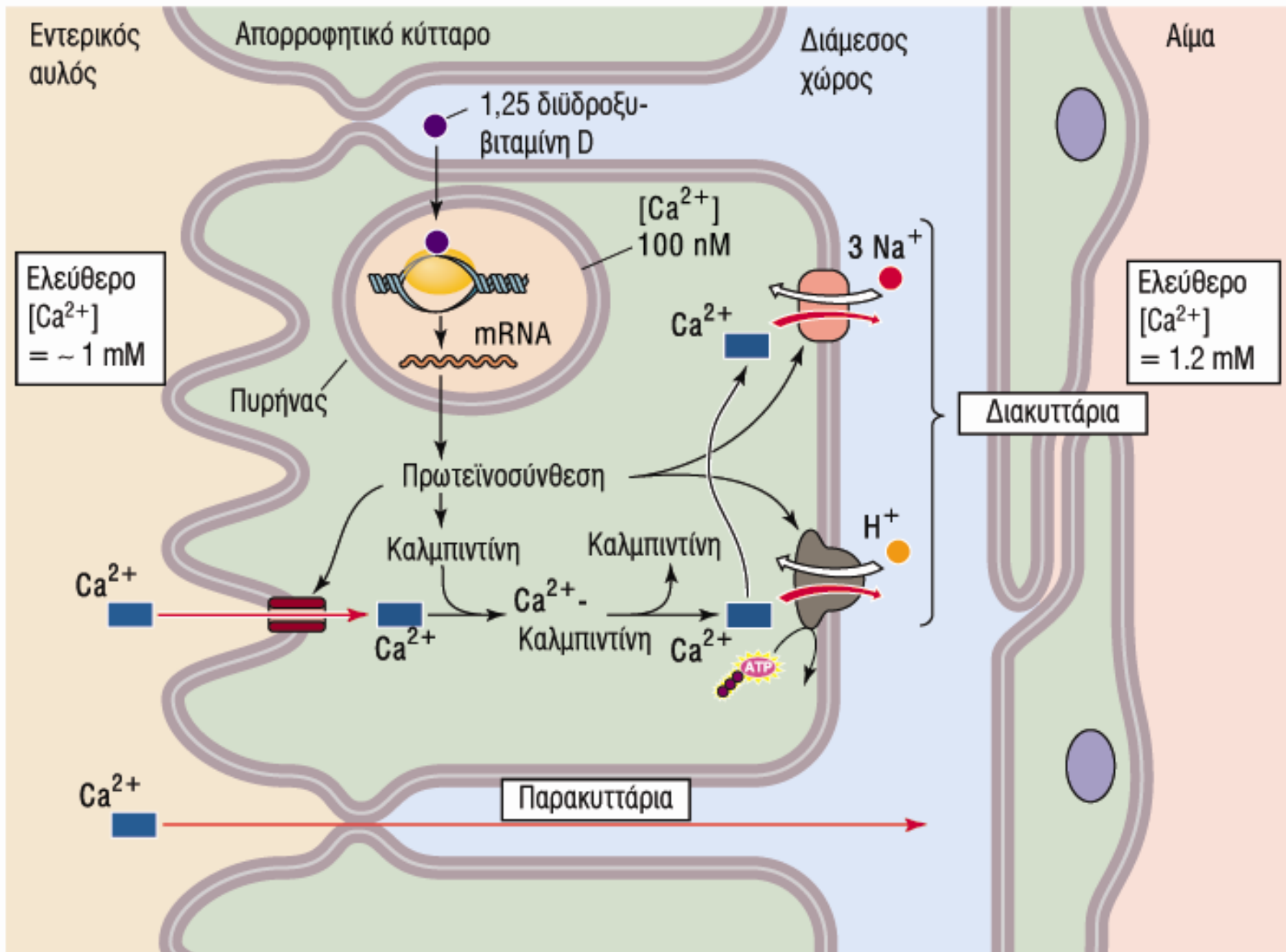
**Γ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΚΟΒΑΛΑΜΙΝΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΤΟΜΑΧΟ ΚΑΙ ΤΟ ΕΓΓΥΣ ΛΕΠΤΟ ΕΝΤΕΡΟ**

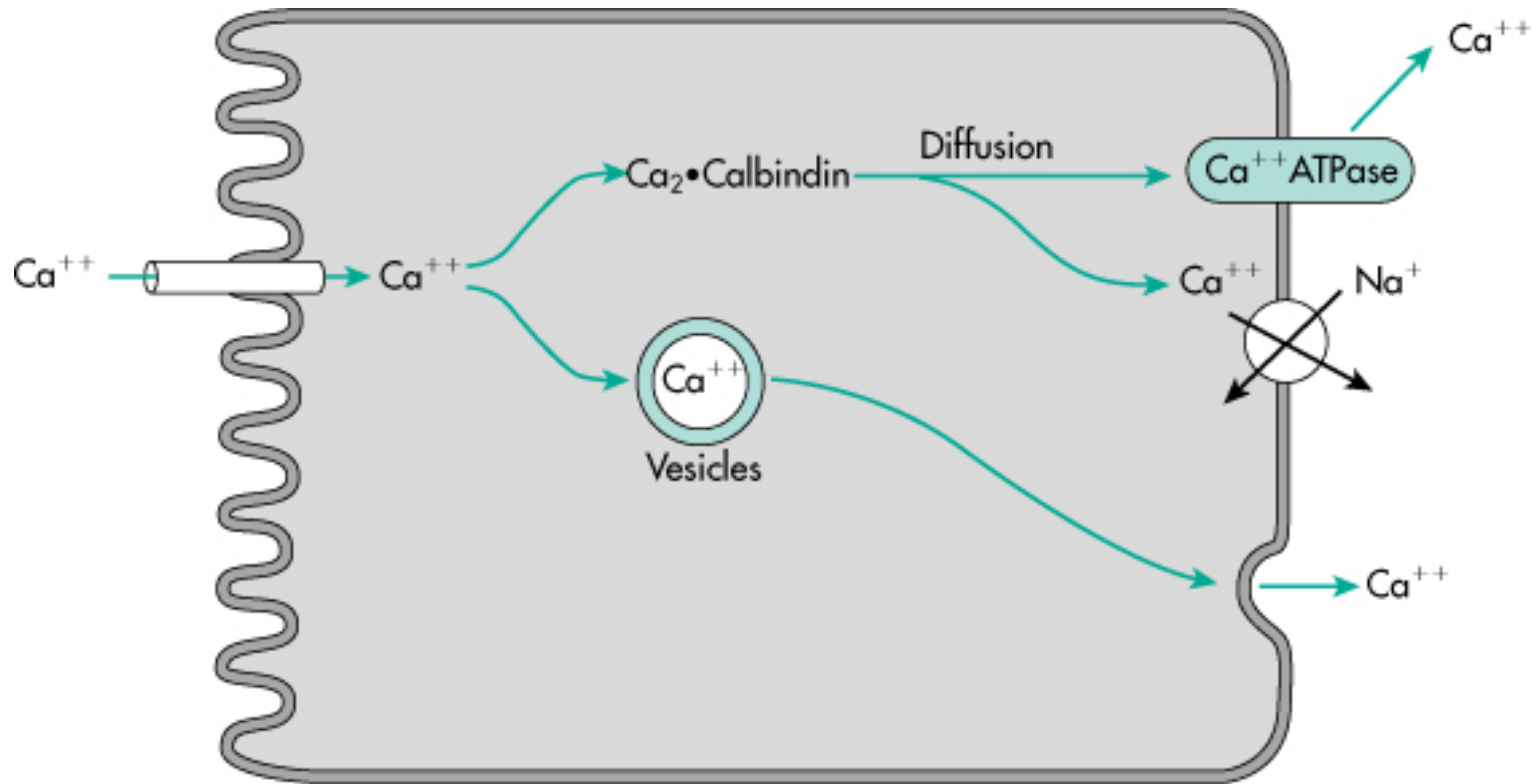


## Β ΑΣΒΕΣΤΙΟ, ΣΙΔΗΡΟΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ

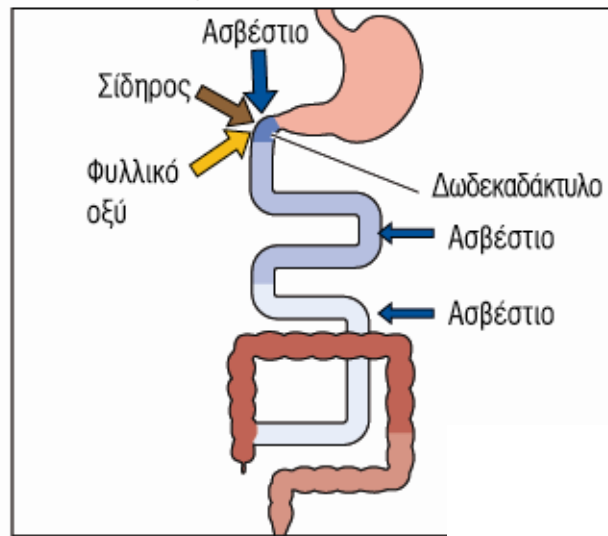


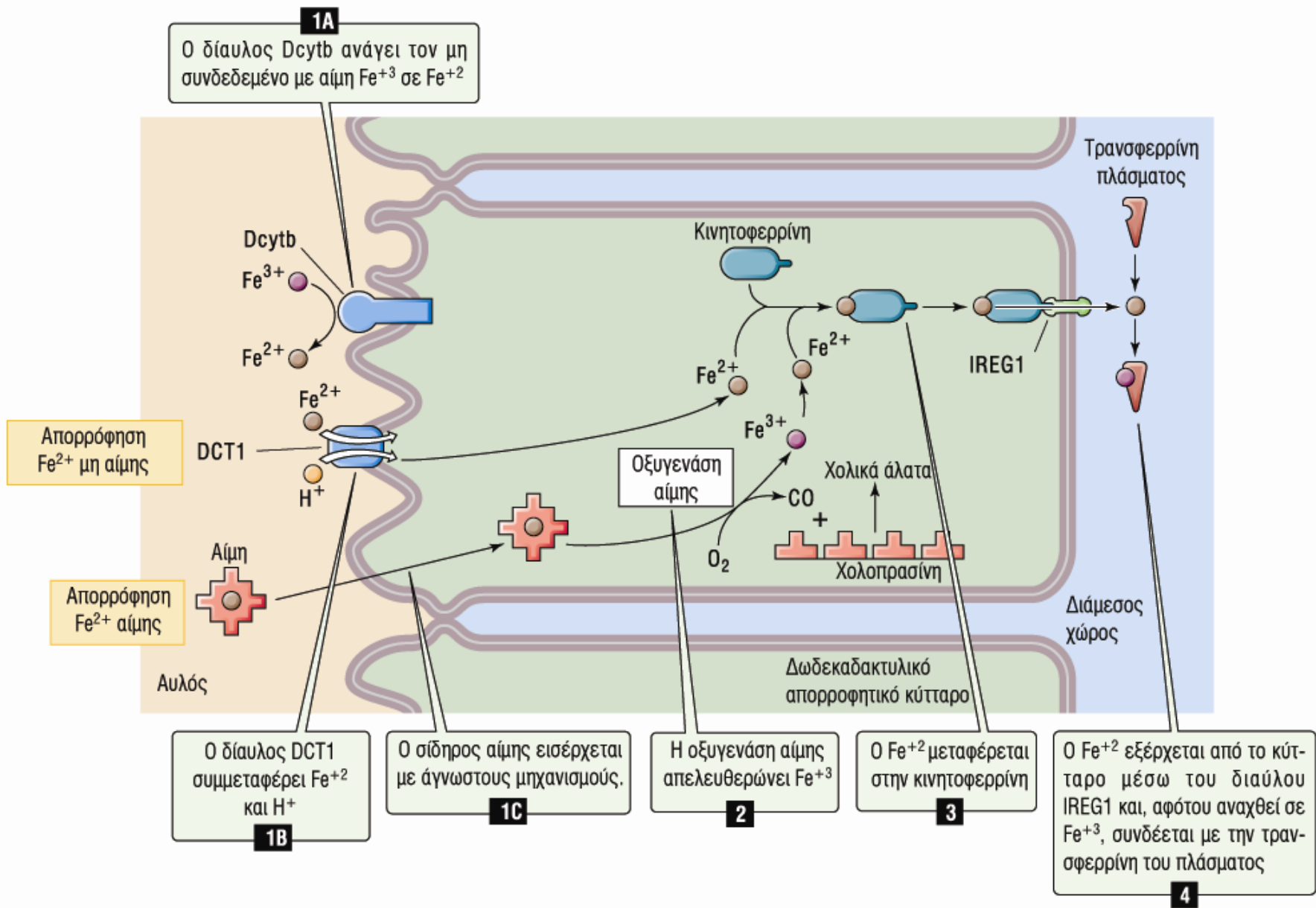


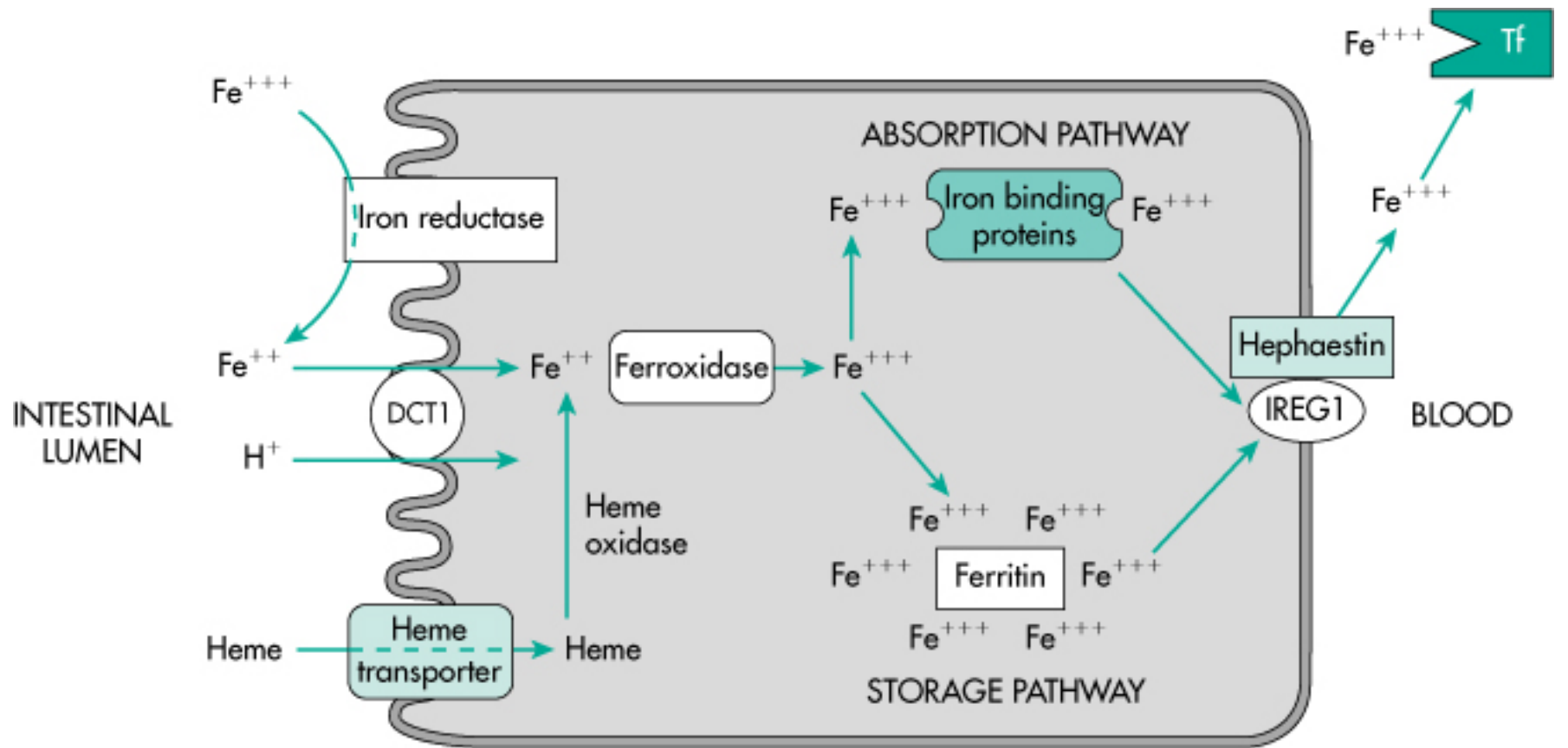


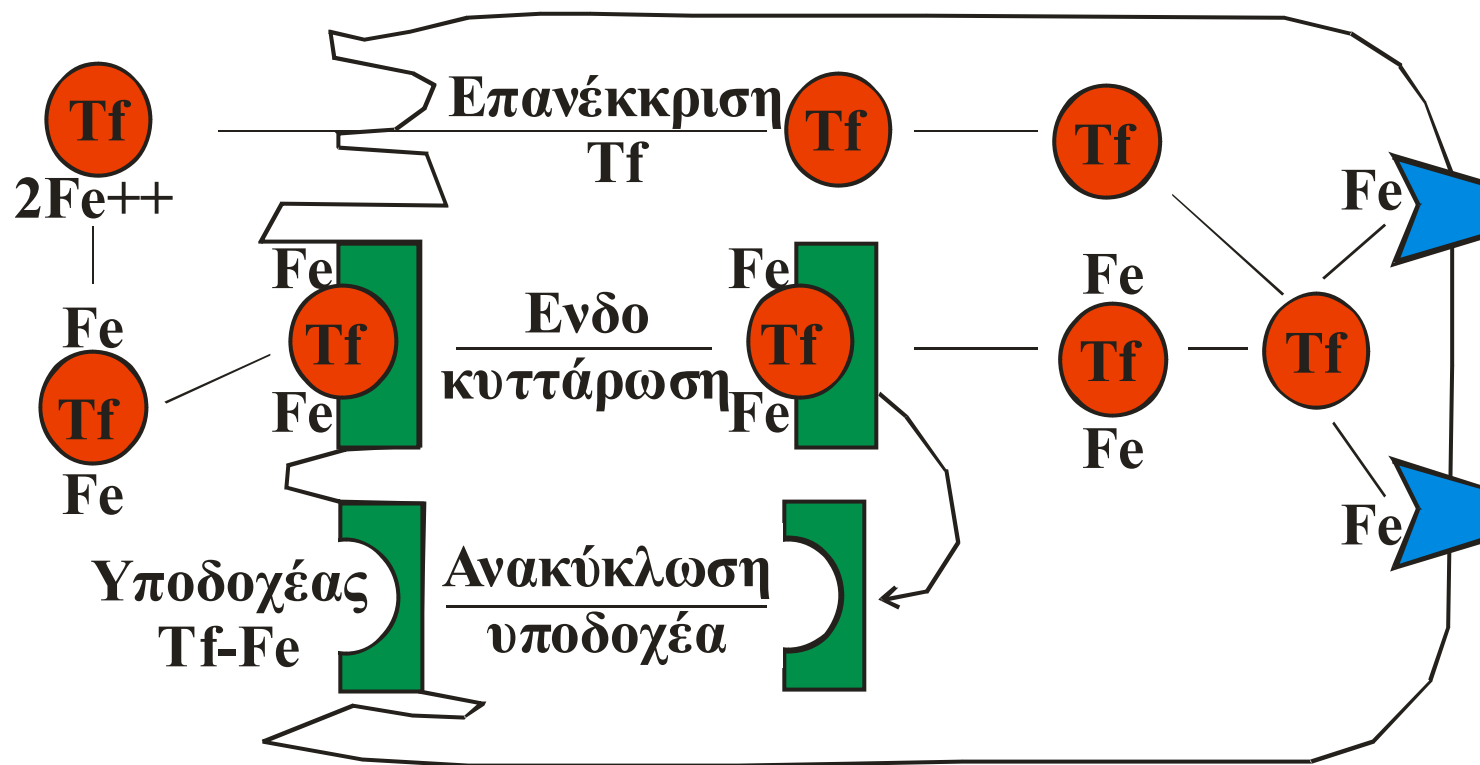


## Β ΑΣΒΕΣΤΙΟ, ΣΙΔΗΡΟΣ ΚΑΙ ΦΥΛΛΙΚΟ ΟΞΥ

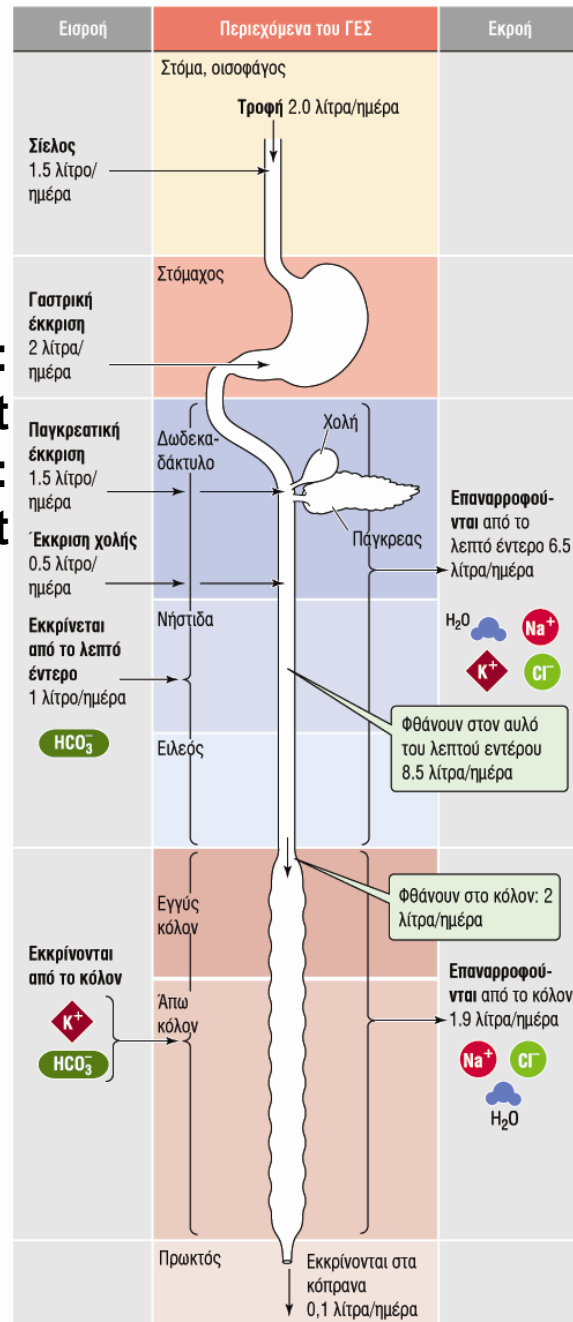








**Πρόσληψη: 2lt**  
**Γαστρεντερικά εκκρίματα: 6.5 - 7lt**

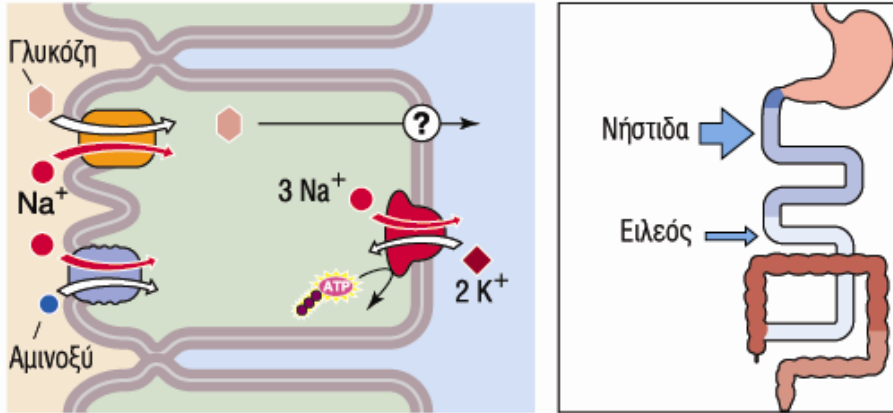


**Στο 12δάκτυλο διενεργείται μικρή απορρόφηση ύδατος**

**Η νήστιδα και ο ειλεός είναι πιο ενεργοί ως προς την απορρόφηση ύδατος**

# ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ $\text{Na}^+$

## A Na/ΓΛΥΚΟΖΗ Ή Na/ΑΜΙΝΟΞΥ ΣΥΜΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ



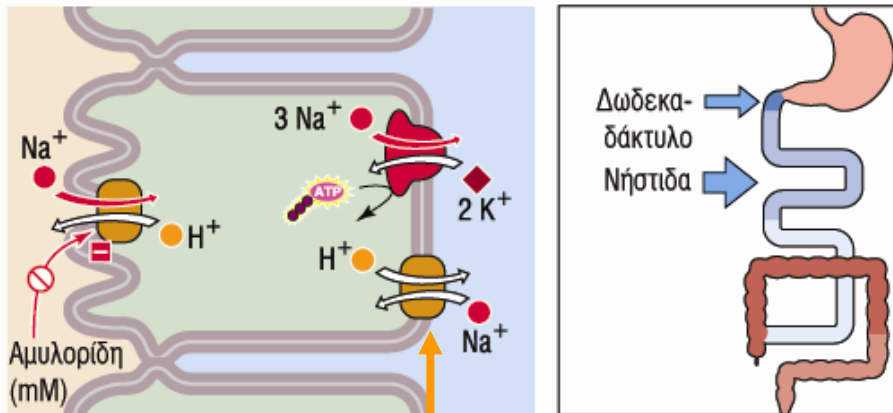
Η συμμεταφορά  $\text{Na}^+$  με γλυκόζη και αμινοξύ στη νήστιδα είναι ο κύριος μηχανισμός μεταγευματικής απορρόφησης  $\text{Na}^+$

**ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΗΣ**

**ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ >**

δυναμικό αυλού αρνητικότερο

## B Na-H ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΗΣ



B) Η ουδέτερη ηλεκτρικά ανταλλαγή  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  στο δωδεκαδάκτυλο και στη νήστιδα είναι υπεύθυνη για την απορρόφηση  $\text{Na}^+$ , η οποία διεγείρεται από το αλκαλικό περιβάλλον του αυλού (συσσώρευση  $\text{HCO}_3^-$  στον αυλό λόγω της παγκρεατικής έκκρισης)

Η ενέργεια για την ανταλλαγή  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  προέρχεται από την κλίση  $\text{Na}^+$ , που είναι συνέπεια της ικανότητας  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  να εξωθεί το  $\text{Na}^+$ , μειώνοντας έτσι την  $[\text{Na}^+]_i$ .

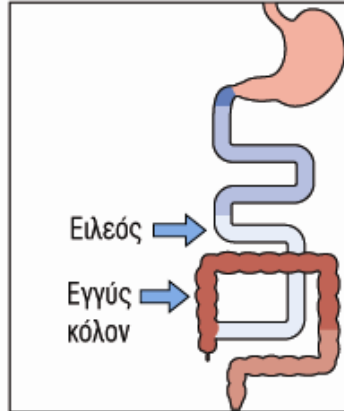
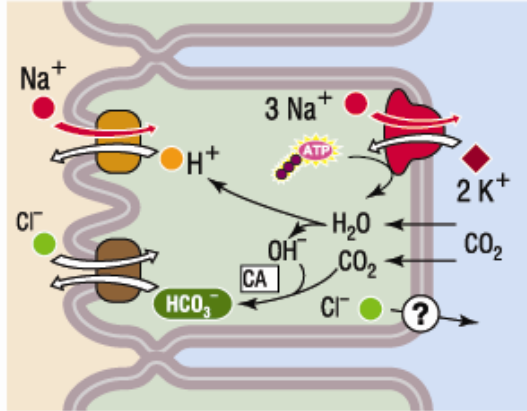
Ρύθμιση pH.

Δεν συνεισφέρει στην μετακίνηση  $\text{Na}^+$



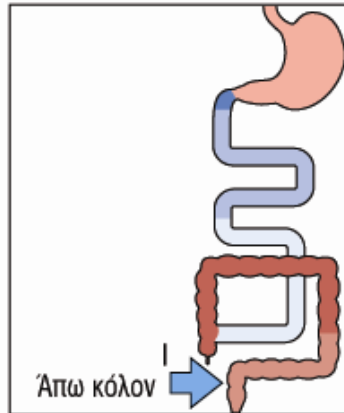
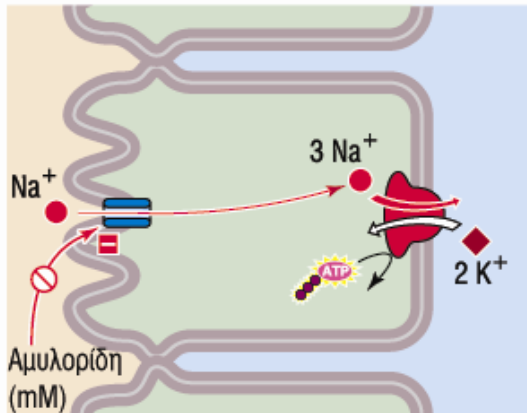
# ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ $\text{Na}^+$

## Γ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ $\text{Na}^+\text{-H}$ ΚΑΙ $\text{Cl}^-\text{-HCO}_3^-$ ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΕΣ



Η παράλληλη ανταλλαγή  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  και  $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$  (ηλεκτρικά ουδέτερη) στον ειλεό και στο εγγύς κόλον είναι ο κύριος μηχανισμός απορρόφησης του  $\text{Na}^+$  κατά τη διάρκεια της περιόδου μεταξύ των γευμάτων.

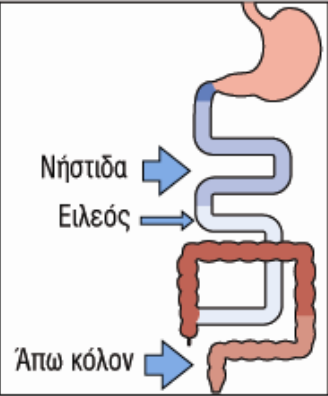
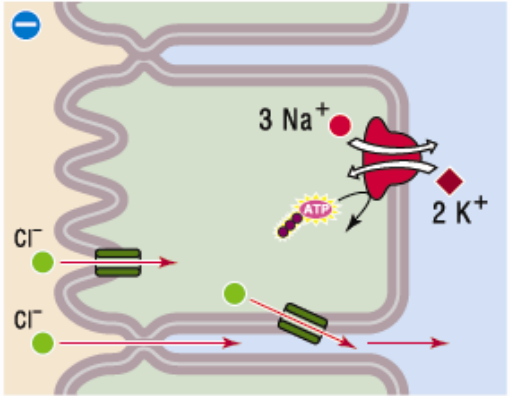
## Δ ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ ΔΙΑΥΛΟΣ $\text{Na}^+$



Οι ηλεκτρογενείς δίαυλοι  $\text{Na}^+$  είναι ο κύριος μηχανισμός ηλεκτρογενούς απορρόφησης  $\text{Na}^+$  στο άπω κόλον.

Ενισχύεται σημαντικά από την αλδοστερόνη.

**A ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ**

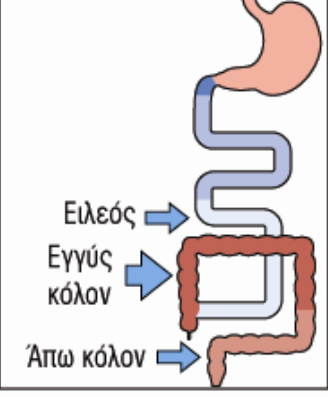
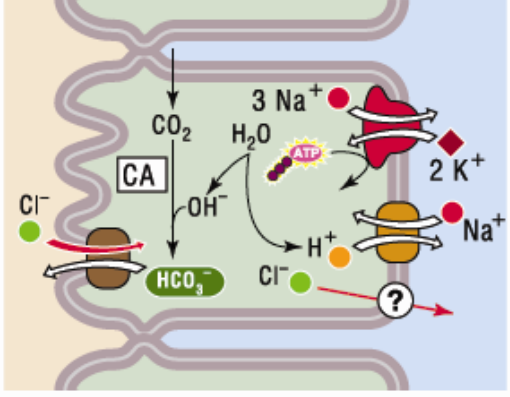


**ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ Cl-**

Η εξαρτώμενη από το δυναμικό απορρόφηση Cl<sup>-</sup> αντιπροσωπεύει τη σύζευξη της απορρόφησης Cl<sup>-</sup> με την ηλεκτρογενή απορρόφηση Na<sup>+</sup> τόσο στο λεπτό έντερο όσο και στο κόλον.

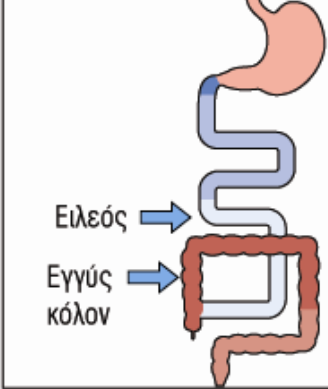
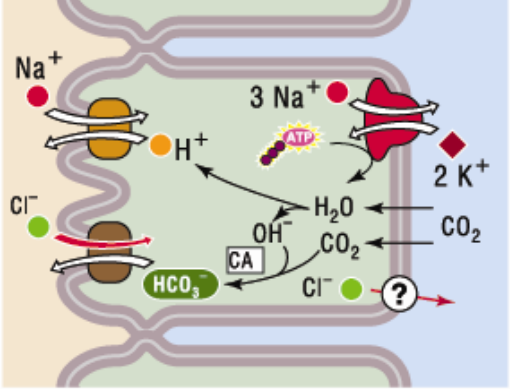
(παρακυτταρική και διακυτταρική)

**B ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΗΣ Cl-HCO<sub>3</sub>**



Ηλεκτρικά ουδέτερη ανταλλαγή Cl<sup>-</sup>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> οδηγεί σε απορρόφηση Cl<sup>-</sup> και έκκριση HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**Γ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ Na-H ΚΑΙ Cl-HCO<sub>3</sub> ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΕΣ**



Η παράλληλη ανταλλαγή Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> και Cl<sup>-</sup>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> στον ειλεό και στο εγγύς κόλον διαμεσολαβεί την απορρόφηση Cl<sup>-</sup> κατά τη διάρκεια της περιόδου μεταξύ των γευμάτων.

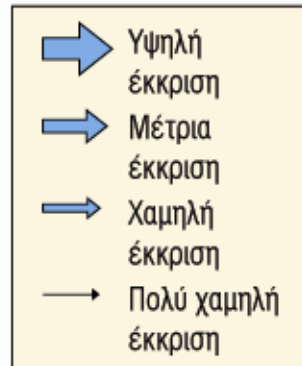
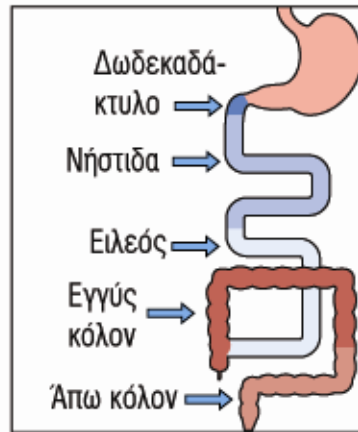
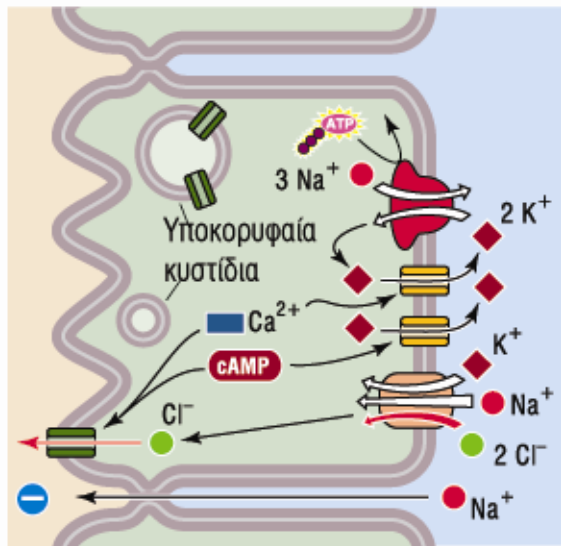
# ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΗΣ ΕΚΚΡΙΣΗ Cl<sup>-</sup>

Διεγείρεται από την ακετυλοχολίνη.

Η αντλία Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> δημιουργεί χαμηλή [Na<sup>+</sup>]<sub>i</sub> και παρέχει την κινητήρια δύναμη για την είσοδο του Cl<sup>-</sup>

μέσω του Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup> συµµεταφορέα

Αήξηση της [Cl<sup>-</sup>]<sub>i</sub> ευνοεί την παθητική έκκριση Cl<sup>-</sup> από την κορυφαία µεµβράνη.



Συνέπεια της έκκρισης Cl<sup>-</sup> είναι η ηλεκτρανητικότητα του αυλού η οποία προάγει την εξαρτώμενη από το δυναμικό έκκριση Na<sup>+</sup> (παρακυτταρικά)

## ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ και ΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$

Παθητική απορρόφηση  $K^+$  στο λεπτό έντερο λόγω της απορρόφησης νερού.

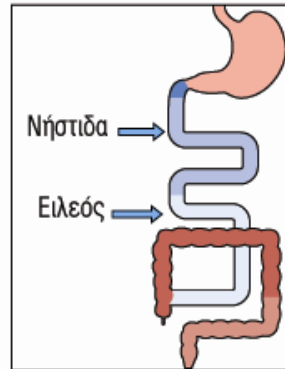
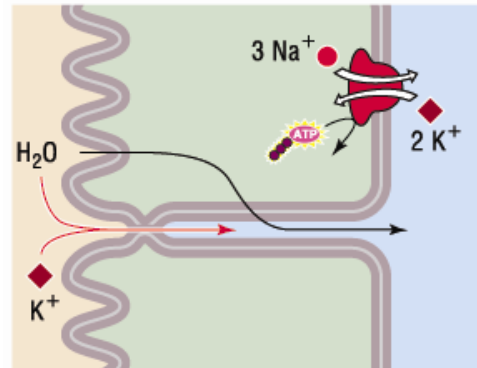
Η παθητική έκκριση ευθύνεται κατά μείζονα λόγο για τη συνολική καθαρή έκκριση  $K^+$  από το κόλον.

Κυρίως παρακυτταρικά λόγω διαφοράς δυναμικού.

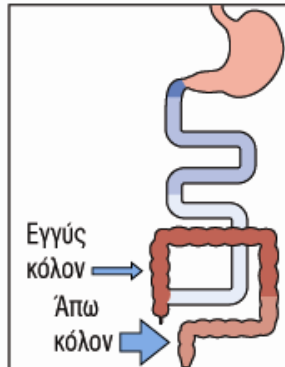
Το πρότυπο της ενεργητικής έκκρισης  $K^+$  είναι όμοιο με αυτό της παθητικής έκκρισης  $Cl^-$ .

Η αλδοστερόνη αυξάνει τόσο την παθητική όσο και την ενεργητική καθαρή έκκριση  $K^+$ .

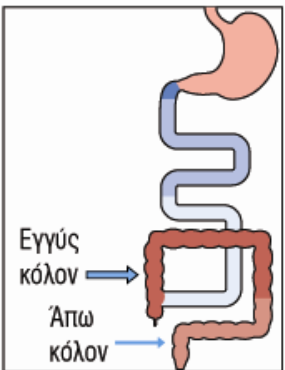
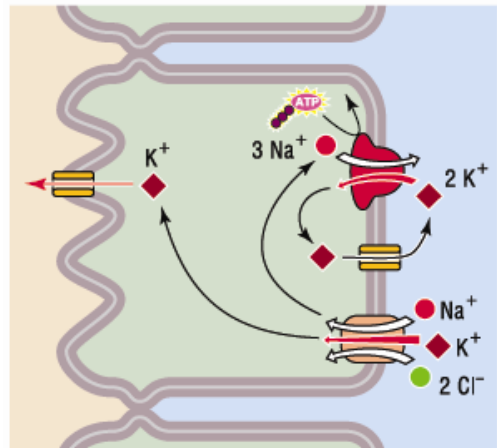
### Α ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ $K^+$



### Β ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$

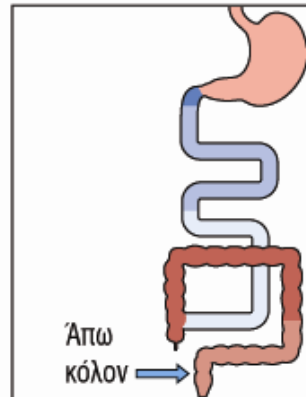
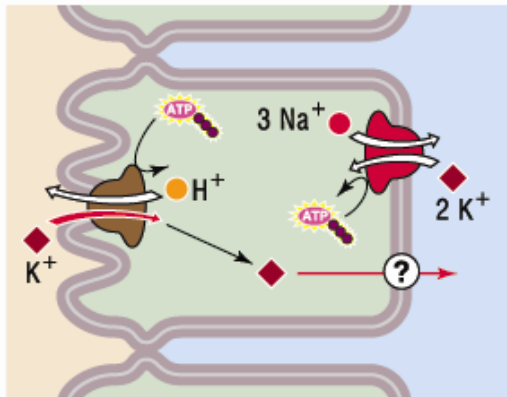


### Γ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗ ΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$



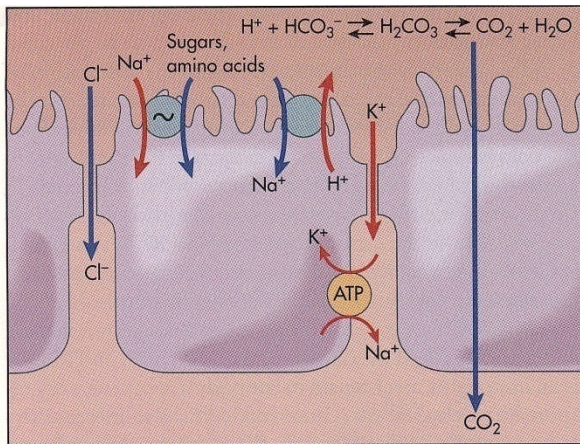
# ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ και ΕΚΚΡΙΣΗ $K^+$

## Δ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ $K^+$



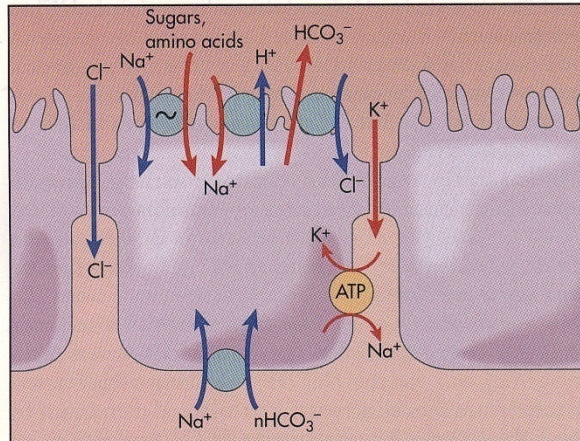
Εντοπίζεται μόνο στο άπω τμήμα του κόλου και ενεργοποιείται μέσω μιας αντλίας  $H^+/K^+$  της κορυφιαίας μεμβράνης.

# ΝΗΣΤΙΔΑ



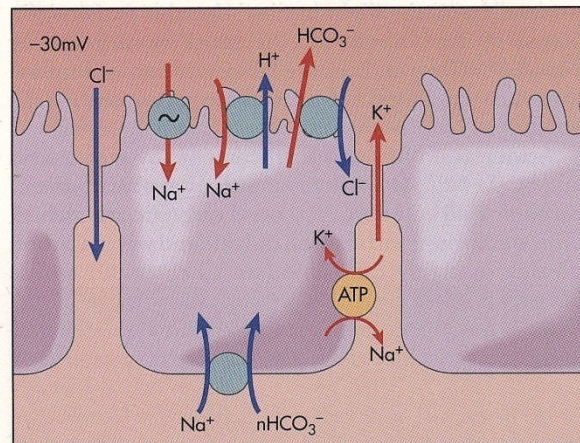
**Καθαρή απορρόφηση  
 $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$**

# ΕΙΛΕΟΣ



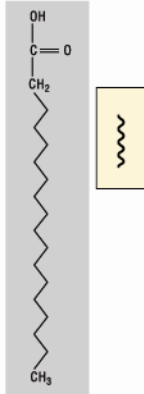
**Απορρόφηση  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$   
Εκκριση  $\text{HCO}_3^-$**

# ΚΟΛΟΝ

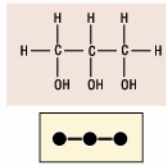


**Απορρόφηση  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$   
Εκκριση  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$**

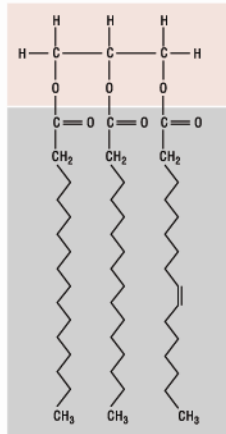
**Α ΛΙΠΑΡΟ ΟΞΥ**



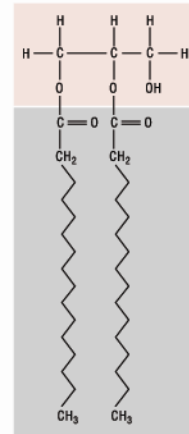
**Β ΓΛΥΚΕΡΟΛΗ**



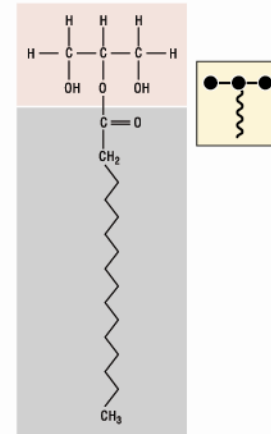
**Γ ΤΡΙΓΛΥΚΕΡΙΔΙΟ**



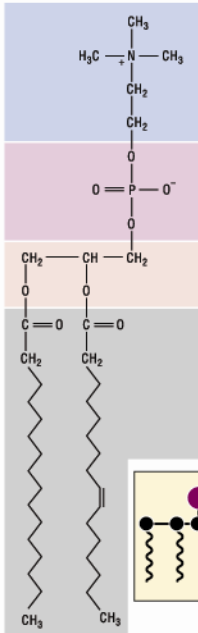
**Δ ΔΙΓΛΥΚΕΡΙΔΙΟ**



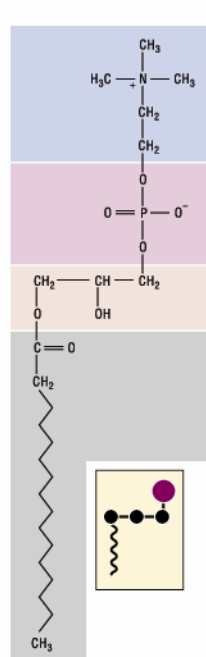
**Ε 2-ΜΟΝΟΑΚΥΛΟΓΛΥΚΕΡΙΔΙΟ**



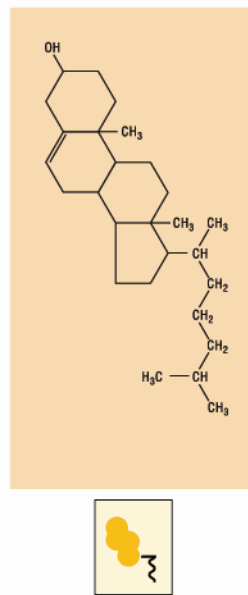
**ΣΤ ΦΩΣΦΑΤΙΔΥΛΟΧΟΛΙΝΗ**



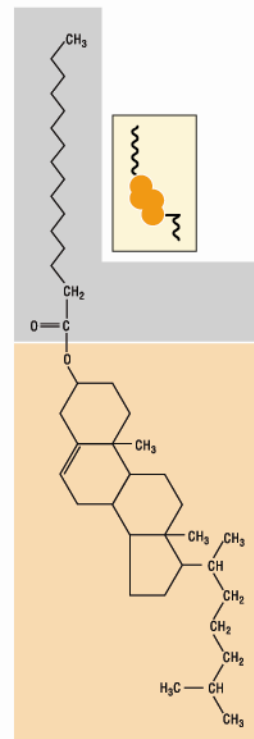
**Ζ ΛΥΣΟΦΩΣΦΑΤΙΔΥΛΟΧΟΛΙΝΗ**



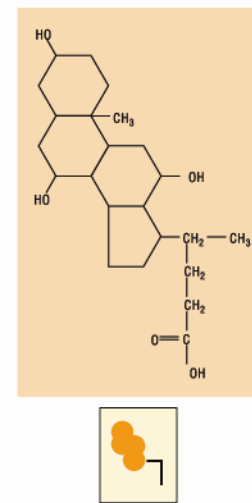
**Η ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗ**



**Ι ΕΣΤΕΡΑΣ ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗΣ**



**Κ ΧΟΛΙΚΟ ΟΞΥ**



# Η γλωσσική και η γαστρική (όξινη) λιπάση ξεκινά την πέψη των λιπιδίων

- Σταθερές στο όξινο περιβάλλον του στομάχου
- Ανθεκτικές στην πέψη από την πεψίνη
- Δεν αναστέλλονται από τους γαλακτωματοποιητές που περιβάλλουν τα σταγονίδια των τριγλυκεριδίων

Οι **προδωδεκαδακτυλικές λιπάσες** απελευθερώνουν από το μόριο του τριγλυκεριδίου ένα λιπαρό οξύ, παράγοντας ΔΙΓΛΥΚΕΡΙΔΙΟ.

Οι καρβοξυλικές ομάδες των λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας που απελευθερώνονται από τα τριγλυκερίδια στο στόμαχο, δέχονται πρωτόνια που τα καθιστούν αδιάλυτα στο όξινο pH του στομάχου και παραμένουν στον πυρήνα των σταγονιδίων.

Τα λιπαρά οξέα μεσαίας και βραχείας αλυσίδας ιοντίζονται, παραμένουν σε μορφή διαλύματος και απορροφώνται παθητικά από το γαστρικό βλεννογόνο.



## Πέψη των λιπιδίων στο έντερο

Η παρουσία λιπών στο δωδεκαδάκτυλο πυροδοτεί την απελευθέρωση CCK και GIP με αποτέλεσμα:

- 1) Αύξηση της ροής της χολής (συστολή χοληδόχου κύστης, χάλαση του σφικτήρα του Oddi)
- 2) Απελευθέρωση παγκρεατικών ενζύμων (**παγκρετική λιπάση**)

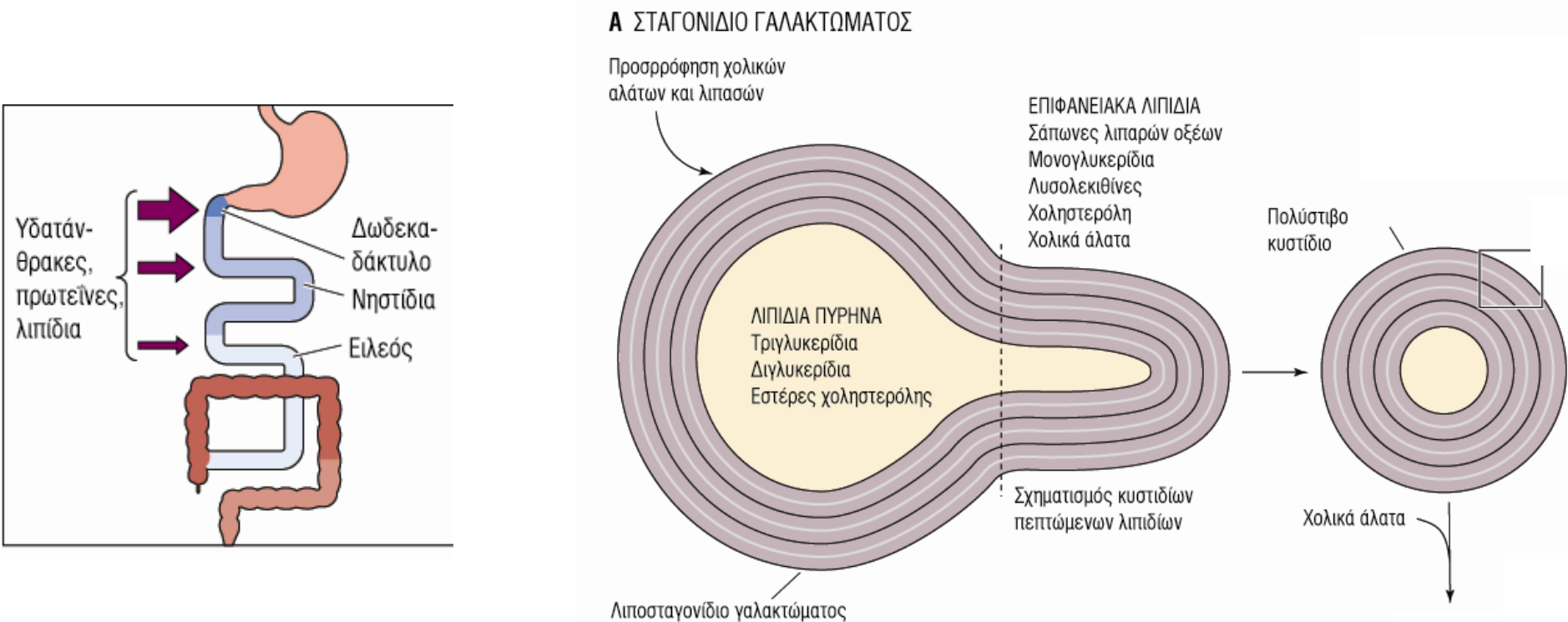
Η πλήρης λιπολυτική δραστικότητα της παγκρετικής λιπάσης απαιτεί την παρουσία ενός μικρού πρωτεϊνικού συμπαραγόντα που ονομάζεται **συλλιπάση**, καθώς και αλκαλικό pH, χολικά άλατα και λιπαρά οξέα.

Η παγκρετική λιπάση υδρολύει κυρίως τους εστερικούς δεσμούς, που ενώνουν τα λιπαρά οξέα με το 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> άτομο C της γλυκερόλης. Τα τελικά προϊόντα είναι 2 ελεύθερα λιπαρά οξέα και 1 2-μονογλυκερίδιο.

**Υδρολάση των καρβοξυλικών εστέρων**

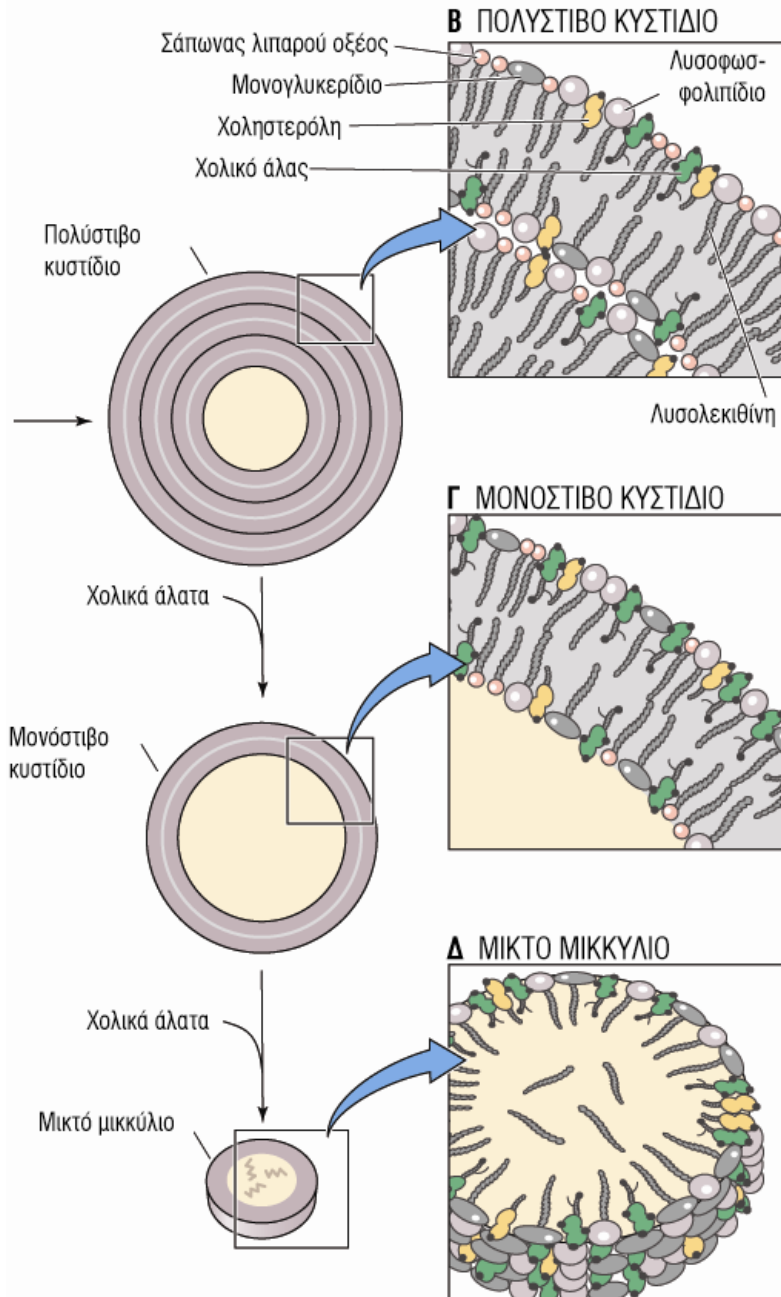
**Φωσφολιπάση A2**

# Η ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΟΣΤΑΓΟΝΙΔΙΩΝ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΙΚΤΑ ΜΙΚΚΥΛΙΑ



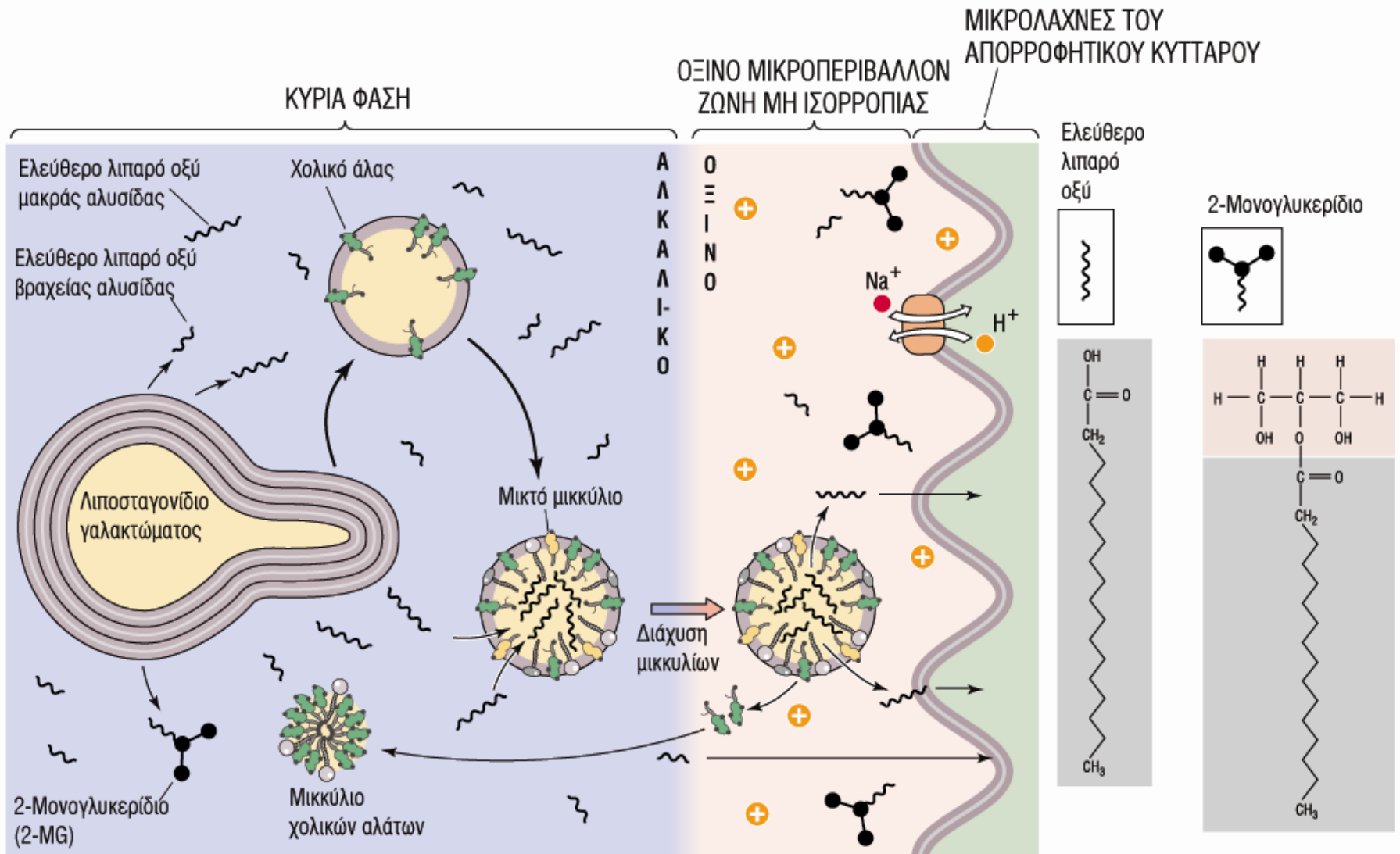
Τα χολικά άλατα και οι παγκρεατικές λιπάσες προσροφώνται στην επιφάνεια. Καθώς οι λιπάσες υδρολύουν τα τριγλυκερίδια στην επιφάνεια του λιποσταγονιδίου, αυτά αντικαθίστανται από τριγλυκερίδια του πυρήνα, προκαλώντας τη σμίκρυνση του λιποσταγονιδίου. Στην επιφάνεια του λιποσταγονιδίου γαλακτώματος σχηματίζεται ένα πολύστιβο στρώμα υγρού κρυστάλλου το οποίο απόπτίπτει ως ένα **πολύστιβο κυστίδιο υγρού κρυστάλλου**.

# Η ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΟΣΤΑΓΟΝΙΔΙΩΝ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΙΚΤΑ ΜΙΚΚΥΛΙΑ



Η προσθήκη περισσότερων χολικών αλάτων στο πολύστιβο κυστίδιο λεπταίνει το λιπιδικό περίβλημα και μετατρέπει το πολύστιβο κυστίδιο σε ένα **μονόστιβο κυστίδιο**.

Περαιτέρω προσθήκη χολικών αλάτων οδηγεί στο σχηματισμό **μικτού μικκυλίου** στο οποίο οι υδρόφοβες ουρές των λιπιδίων στρέφονται προς τα έσω και οι πολωμένες κεφαλές στρέφονται προς τα έξω.



Όταν τα μικκύλια λιπαρών οξέων/χολικών αλάτων φθάνουν στην επιφάνεια των απορροφητικών κυττάρων, συναντούν ένα μικροπεριβάλλον χαμηλού pH που δημιουργείται από την ανταλλαγή ιόντων  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  στη μεμβράνη της ψηκτροειδούς παρυφής.

**ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ ΟΤΙ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΑΥΤΗ ΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΑΠΟΚΤΟΥΝ ΕΝΑ ΠΡΩΤΟΝΙΟ. ΑΥΤΟ ΤΟΥΣ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ως μη φορτισμένα μόρια ΝΑ ΕΓΚΑΤΑΛΕΙΨΟΥΝ ΤΑ ΜΙΚΤΑ ΜΙΚΚΥΛΙΑ ΓΙΑ ΝΑ ΕΙΣΕΛΘΟΥΝ ΣΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ με διάχυση.**

# Το απορροφητικό κύτταρο των λαχμών επανεστεροποιεί τα συστατικά των λιπιδίων και τα συγκεντρώνει σε ΧΥΛΟΜΙΚΡΑ.

