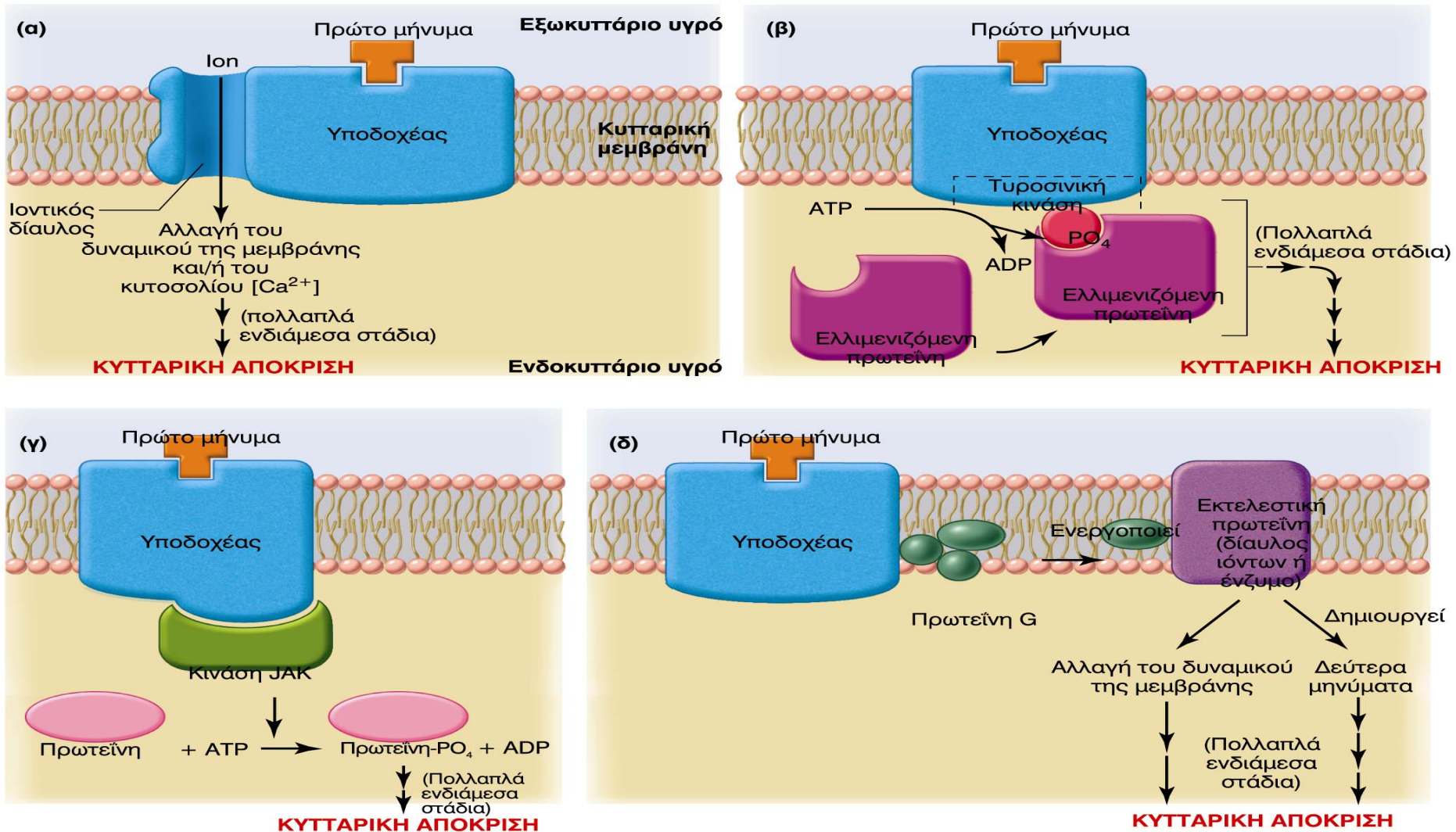
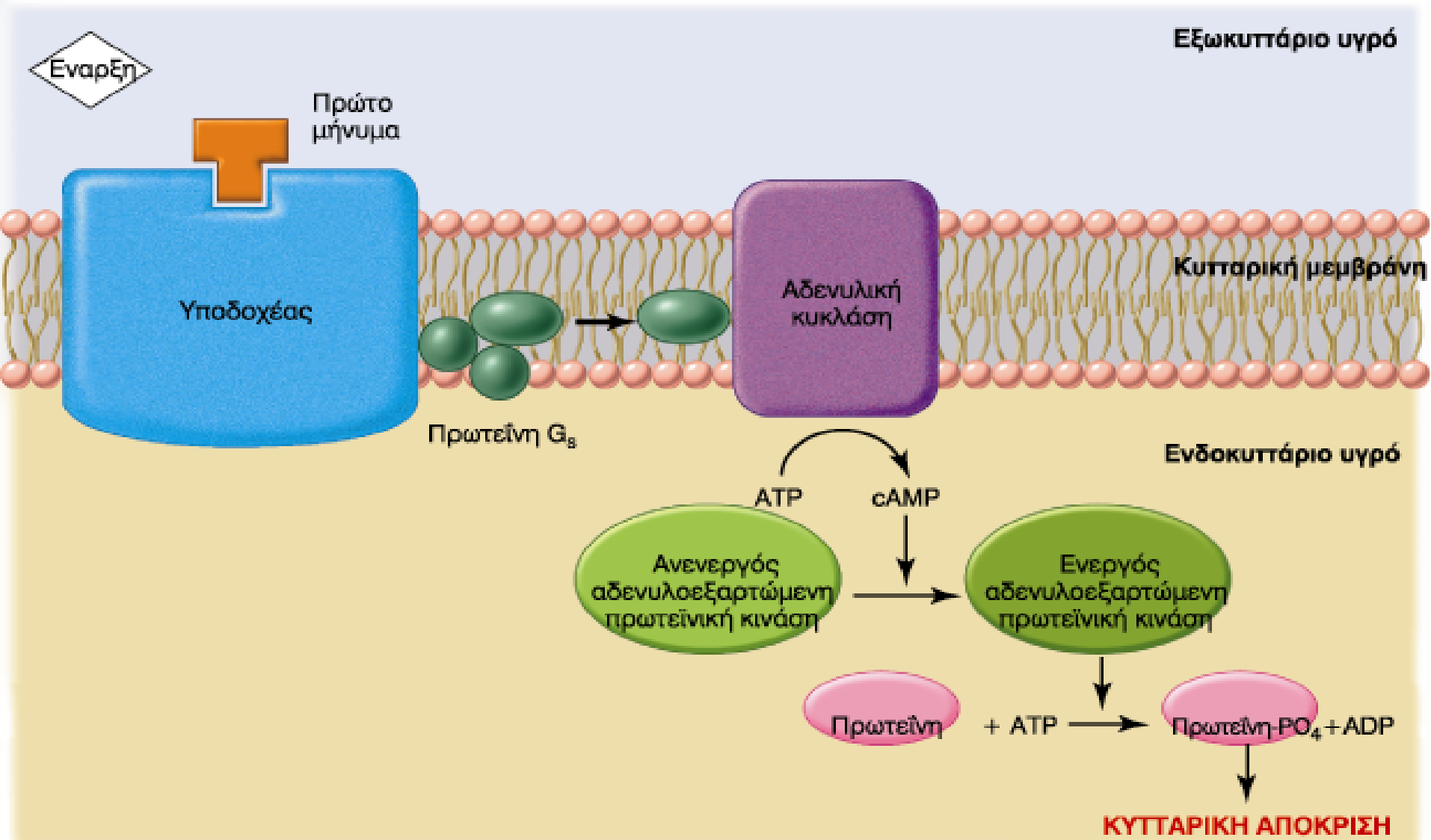


- **Πρώτα μηνύματα:** ορμόνες, νευροδιαβιβαστές, παρακρινείς/αυτοκρινείς παράγοντες που φθάνουν στην ΚΜ από τον εξωκυττάριο χώρο και δεσμεύονται με ειδικούς κυτταρικούς υποδοχείς
- **Δεύτερα μηνύματα:** μη-πρωτεϊνικές ουσίες οι οποίες παράγονται ενδοκυττάρια σαν αποτέλεσμα του πρώτου μηνύματος και σαν σκοπόέχουν την μεταβίβαση του πρώτου μηνύματος
- Πρωτεϊνικές κινάσες είναι ένζυμα τα οποία φωσφορυλιώνουν πρωτεΐνες
- Πρωτεΐνη + ATP \rightarrow Πρωτεΐνη-PO₄²⁻ + ADP
- Φωσφατάσες είναι ένζυμα τα οποία αποφωσφορυλιώνουν πρωτεΐνες και έτσι αποκτούν αυτές το αρχικό σχήμα
- Πρωτεΐνη-PO₄²⁻ + H₂O \rightarrow Πρωτεΐνη + PO₄²⁻

Μηχανισμός Δράσης μη-λιποδιαλυτών μηνυμάτων σε υποδοχείς της Κ.Μ.



Μηχανισμός δράσης δεύτερου μηνύματος μέσω cAMP



Ενισχυτική δράση του cAMP

Αριθμός μορίων

1

Υποδοχέας μηνύματος

1

Ενεργός αδενυλική κυκλάση

100

cAMP

100

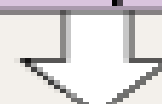
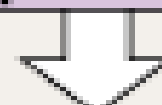
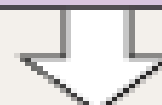
Ενεργός πρωτεϊνική κινάση

10.000

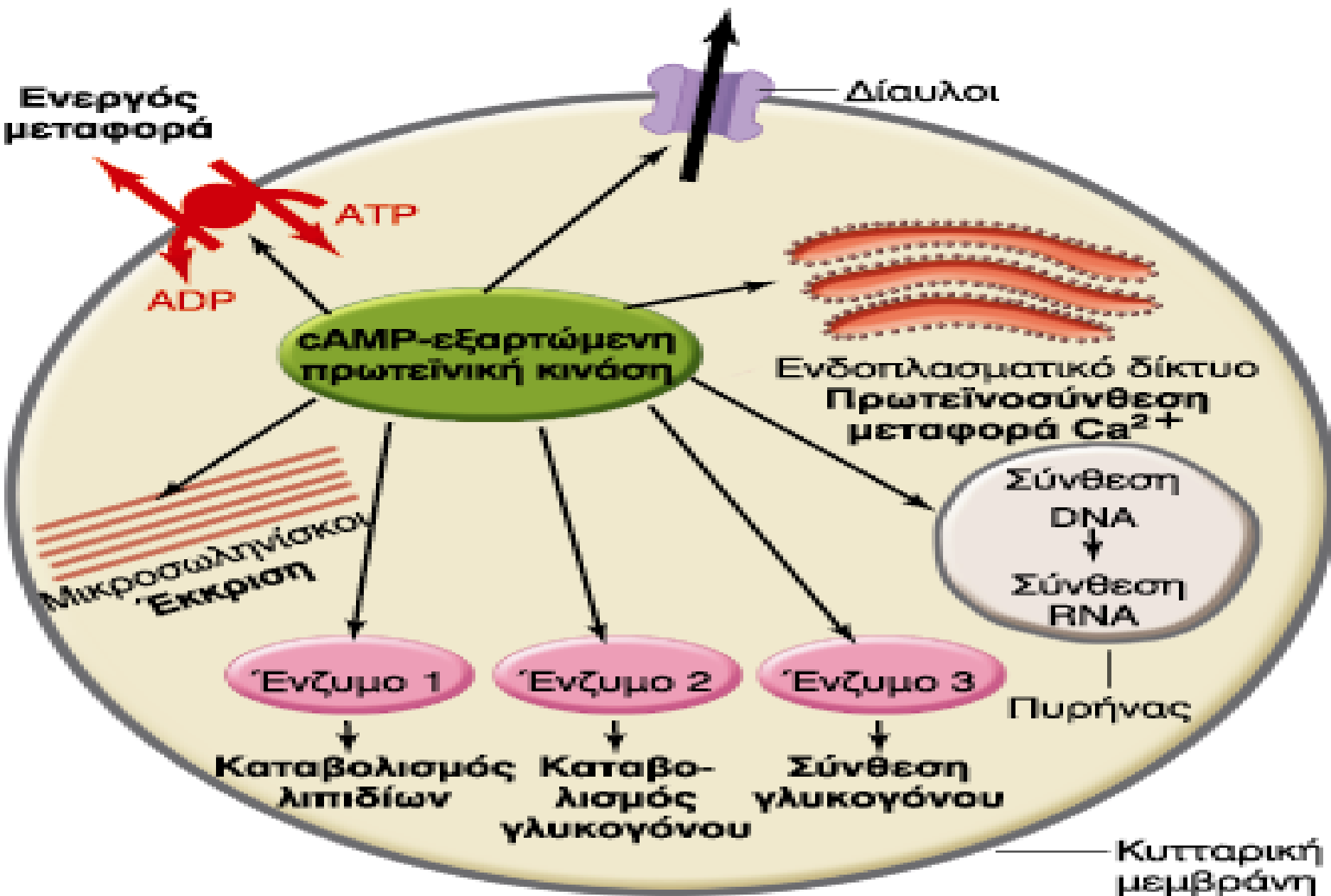
Φωσφορυλιωμένο ένζυμο

1.000.000

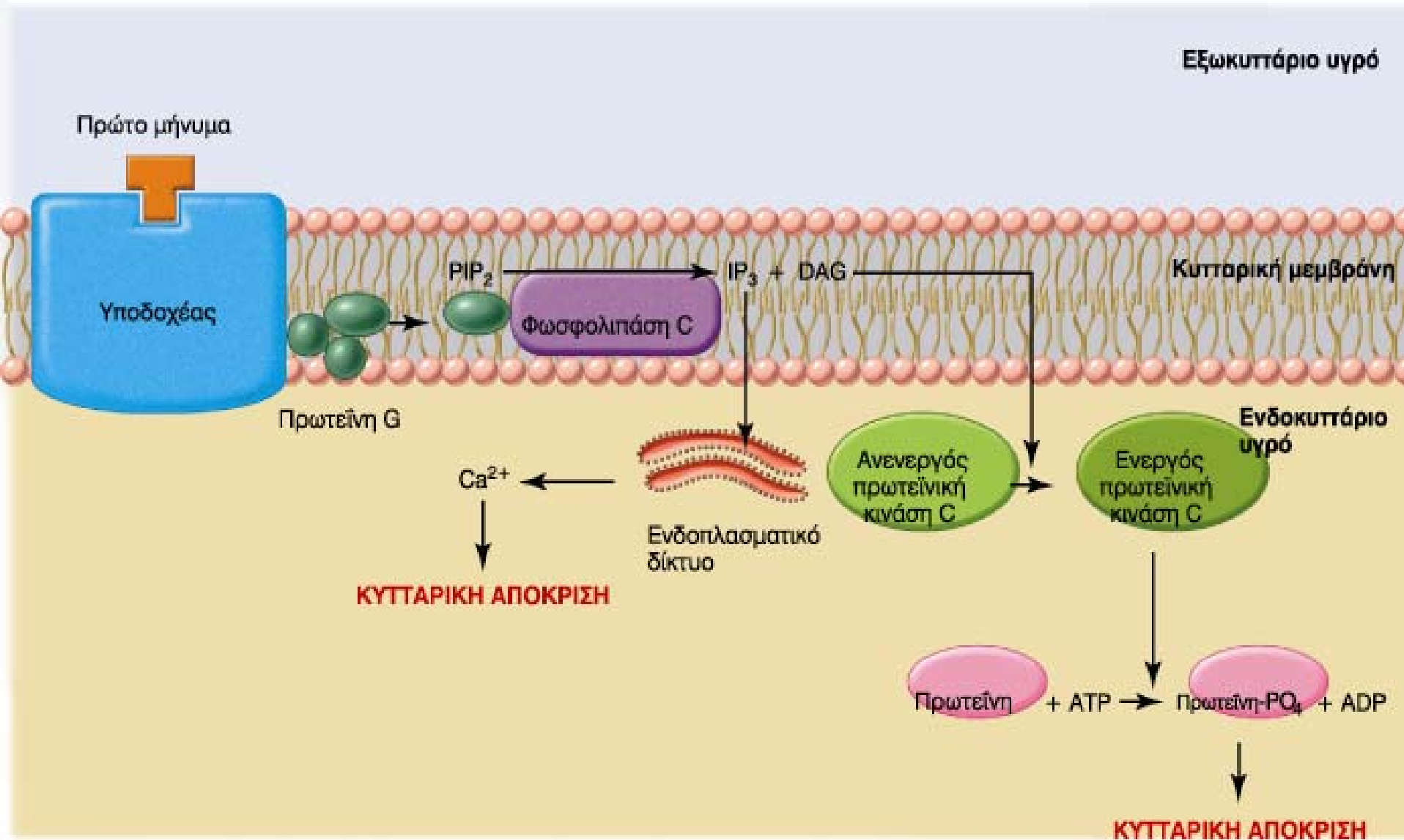
Προϊόντα



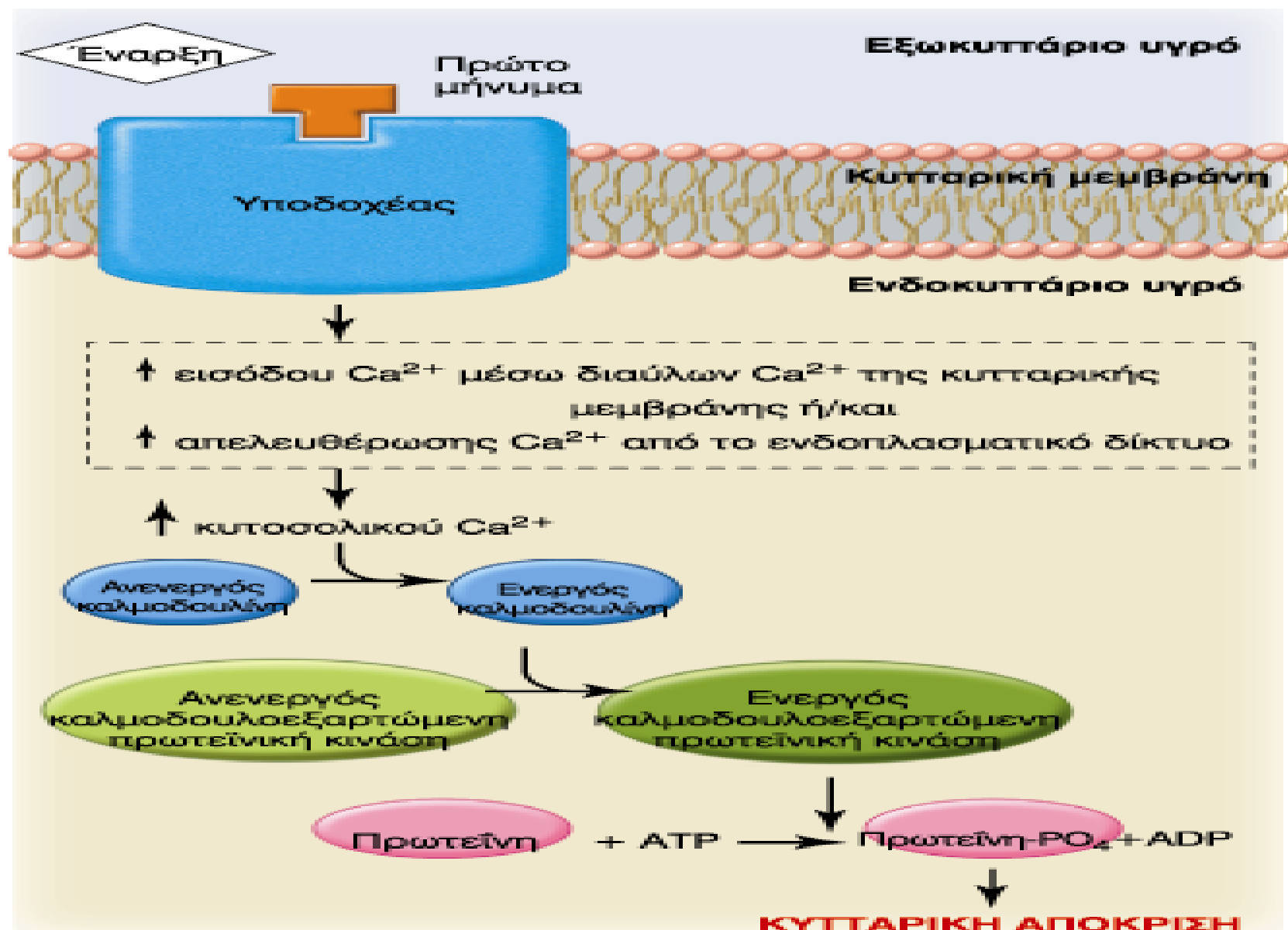
Κυτταρικές αποκρίσεις λόγω cAMP



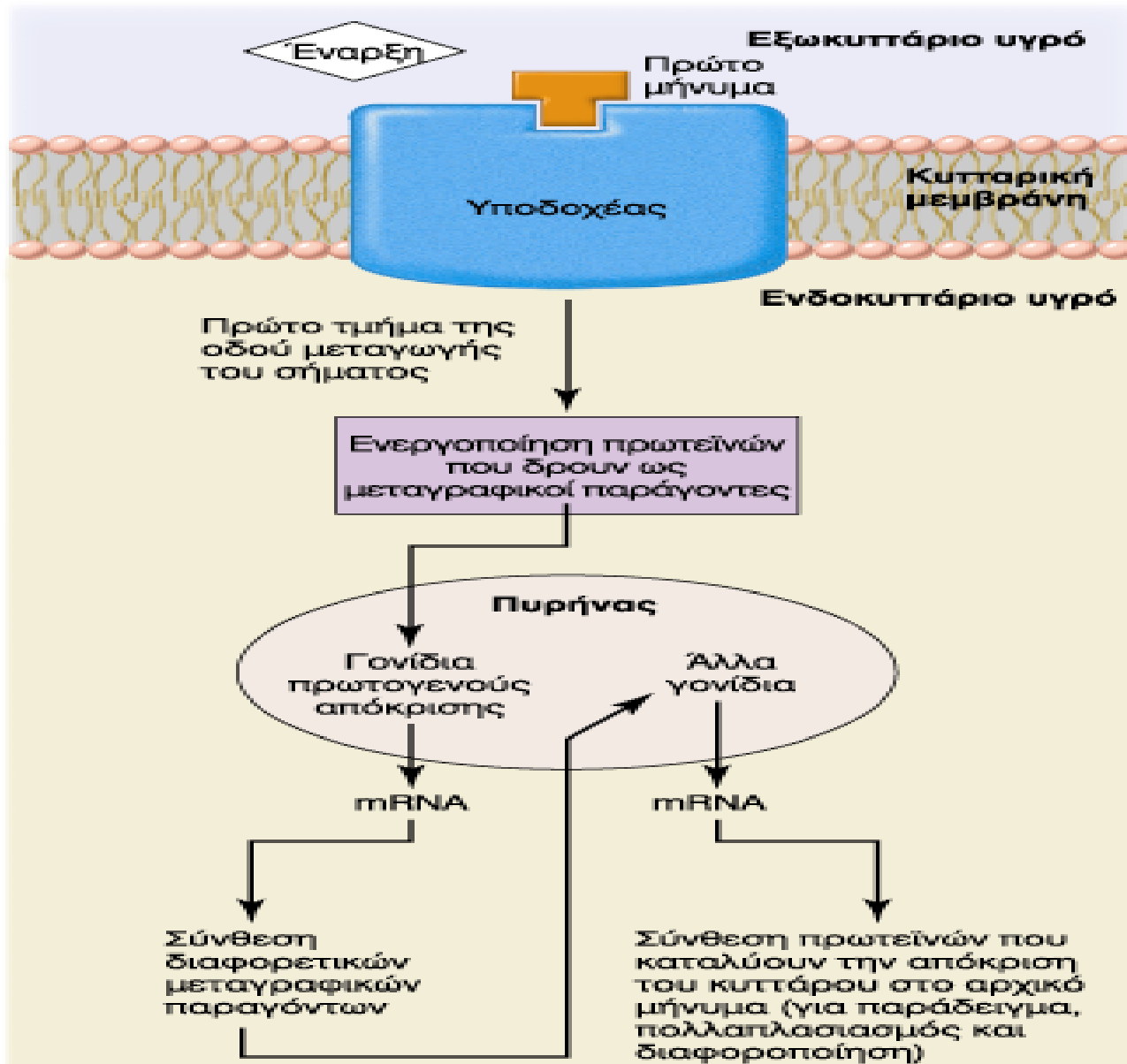
Μηχανισμός δράσης δεύτερου μηνύματος μέσω φωσφολιπάσης C



Ασβέστιο και Καλμοδοουλίνη



Πρώτο μήνυμα και γονίδια πρωτογενούς απόκρισης



Πίνακας σημαντικότερων δεύτερων μηνυμάτων

Ουσία	Πηγή	Επιδράσεις
Ασβέστιο	Εισέρχεται στο κύτταρο μέσω ιοντικών διαύλων της κυτταρικής μεμβράνης ή απελευθερώνεται από το ενδοπλασματικό δίκτυο	Ενεργοποιεί την καλμοδουλίνη και άλλες αποδεσμευτικές πρωτεΐνες. Το σύμπλοκο ασβέστιο-καλμοδουλίνη ενεργοποιεί τις καλμοδουλινοεξαρτώμενες πρωτεϊνικές κινήσεις
Κυκλικό AMP (cAMP)	Μια πρωτεΐνη G ενεργοποιεί την αδενυλική κυκλάση της κυτταρικής μεμβράνης, η οποία καταλύει το σχηματισμό cAMP από ATP.	Ενεργοποιεί μια αδενυλοεξαρτώμενη πρωτεϊνική κίνηση (πρωτεϊνική κίνηση A)
Κυκλικό GMP (cGMP)	Παράγεται από την τριφωσφορική αδενοσίνη σε μια αντίδραση που καταλύεται από έναν υποδοχέα της κυτταρικής μεμβράνης με ιδιότητες γουανολικήςκυκλάσης	Ενεργοποιεί μια γουανυλοεξαρτώμενη πρωτεϊνική κίνηση (πρωτεϊνική κίνηση G)
Διακυλ-γλυκερόλη (DAG)	Μια πρωτεΐνη G ενεργοποιεί την φωσφολιπάση C της κυτταρικής μεμβράνης, η οποία καταλύει το σχηματισμό της DAG και της IP3 από τη διφωσφορική φωσφοτιδυλινοσιτόλη της Κ.Μ. (PIP2)	Ενεργοποιεί την πρωτεϊνική κίνηση C
Τριφωσφορική Ινοσιτόλη (IP3)	Ίδια πηγή με εκείνη της DAG	Προκαλεί απελευθέρωση ασβεστίου από το ενδοπλασματικό δίκτυο

Ομοιοστασία γλυκόζης κατά την άσκηση

- Αυξημένη απορρόφηση γλυκόζης από το μυϊκό ιστό (7-20 φορές περισσότερο).
- Πρόληψη υπογλυκαιμίας:
 - Κινητικότητα γλυκόζης από το ήπαρ
 - Διάσπαση ΤΓ του λιπώδους ιστού σε ΕΛΟ και γλυκερόλη και χρησιμοποίηση των ΕΛΟ για Ε.
 - Σύνθεση καινούριας γλυκόζης από το ήπαρ από ΑΑ, ΓΟ, και γλυκερόλη
 - Φραγμός εισόδου γλυκόζης στο κύτταρο για να επαχθεί η οξειδωση των λιπιδίων σαν ενεργειακή πηγή

Ομοιοστασία γλυκόζης κατά την άσκηση

- Κύριος ρόλος των προηγούμενων διαδικασιών είναι η διατήρηση της γλυκόζης σε φυσιολογικά επίπεδα.
- Το ήπαρ έχει περίπου 80 γραμμάρια γλυκόζης πριν από την άσκηση.
- Ρυθμός οξείδωσης γλυκόζης σε έντονη ή παρατεταμένη άσκηση (≥ 3 ώρες) = 1 γραμμάριο ανά λεπτό.

Ομοιοστασία γλυκόζης κατά την άσκηση

- Περισσότερες από μία ορμόνες υπεύθυνες.
- Διαχωρισμός Ορμονών:
 1. γρήγορης αντίδρασης και
 2. Αργής αντίδρασης

Ορμόνες αργής αντίδρασης

- Αυξητική ορμόνη
- Κορτιζόλη
- Θυρεοειδικές ορμόνες

Ορμόνες γρήγορης αντίδρασης

- Επινεφρίνη
- Νορεπινεφρίνη
- Γλυκαγόνη
- Ινσουλίνη

Ορμόνες των επινεφριδίων

- Μυελός των επινεφριδίων: Επινεφρίνη και νορεπινεφρίνη.
- Φλοιός των επινεφριδίων: αλδοστερόνη, κορτιζόλη

Μυελός των επινεφριδίων

- Μέρος του συμπαθητικού νευρικού συστήματος.
- 80% Επινεφρίνη και επηρεάζει υποδοχείς του καρδιαγγειακού, αναπνευστικού, γαστροεντερικού συστήματος, του ήπατος, των μυών και του λιπώδους ιστού.
- Η Ε και ΝΕ επηρεάζουν κυρίως το καρδιαγγειακό σύστημα και το μεταβολισμό των θρεπτικών στοιχείων κατά τη διάρκεια της άσκησης.
- «Μάχη ή φυγή»

Φλοιός των επινεφριδίων

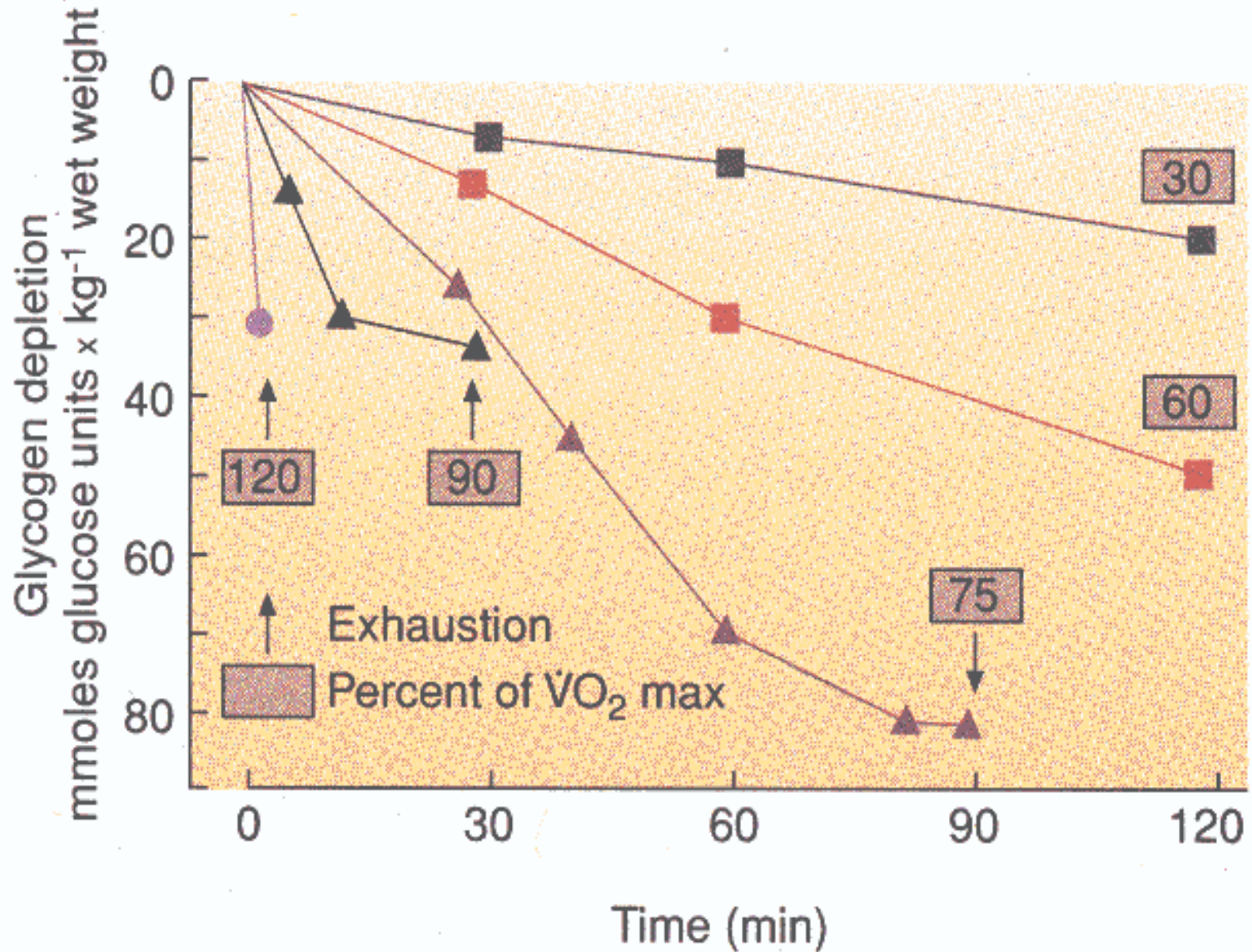
- Αλατοκορτικοειδή (αλδοστερόνη) η οποία είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση της συγκέντρωσης του Na^+ στο πλάσμα.
- Γλυκοκορτικοειδή (κορτιζόλη) η οποία εμπλέκεται στη διατήρηση του ελέγχου της γλυκόζης στο αίμα.

Φυσιολογικές τιμές ΚΑΤ

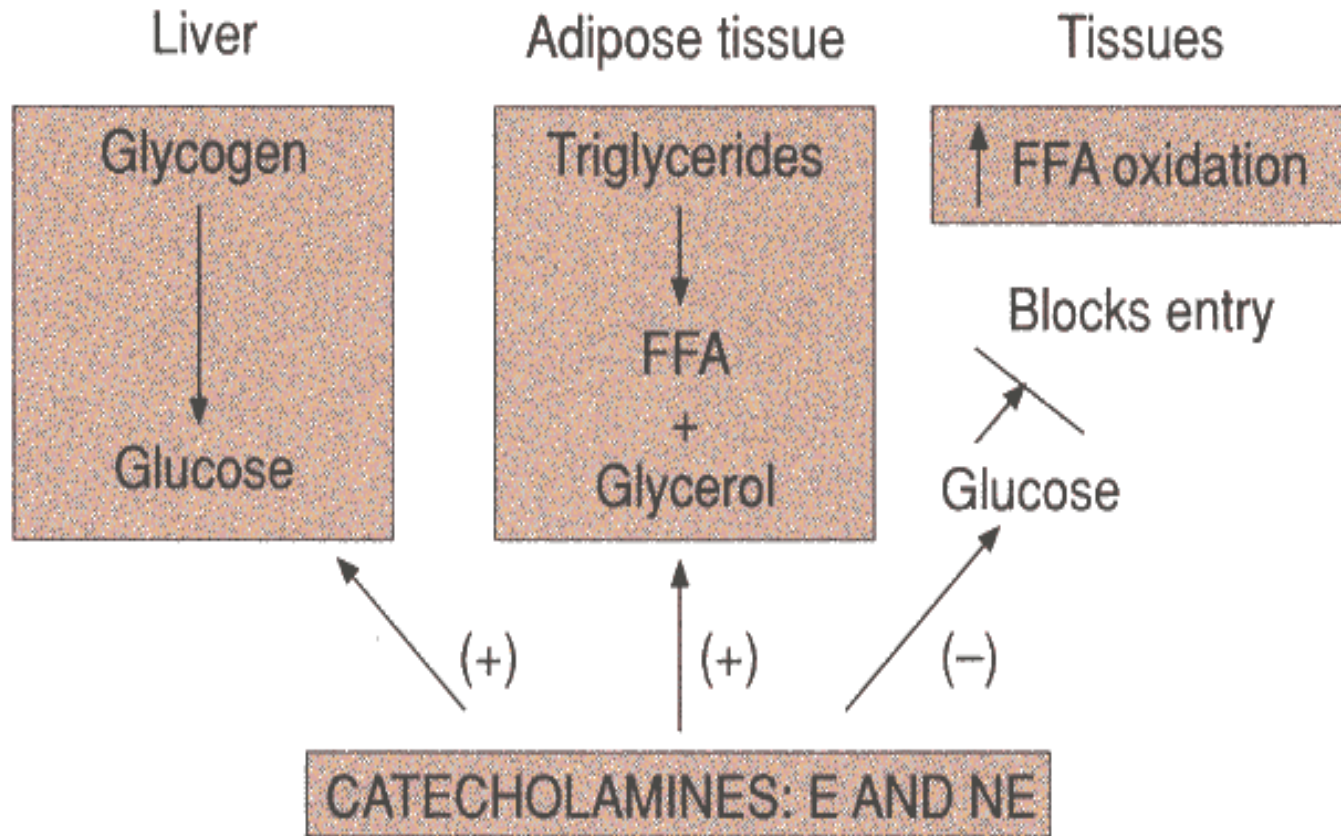
- $E \simeq 0.4 \text{ ng/ml}$
- $NE \simeq 1.5 \text{ ng/ml}$
- Πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση NE στο πλάσμα επειδή λειτουργεί και σαν νευροδιαβιβαστής και εκκρίνεται από τις απολήξεις νεύρων.

- Από τις δύο ΚΑΤ, η Ε φαίνεται πως ανταποκρίνεται περισσότερο σε περιπτώσεις μεταβολής στα επίπεδα της γλυκόζης ενώ μεταβολές στα επίπεδα αρτηριακής πίεσης οδηγούν σε αύξηση της ΝΕ.
 - Χαμηλή γλυκόζη
 - δραστηριοποίηση υποδοχέα Ε
 - αύξηση έκκρισης Ε
 - Σύνδεση Ε με β-αδρενεργικό υποδοχέα στο ήπαρ
 - Διάσπαση γλυκογόνου σε γλυκόζη
 - Είσοδος γλυκόζης στην κυκλοφορία

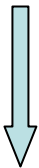
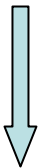

Μείωση των επιπέδων γλυκογόνου κατά τη διάρκεια άσκησης στο ποδήλατο διαφορετικών εντάσεων



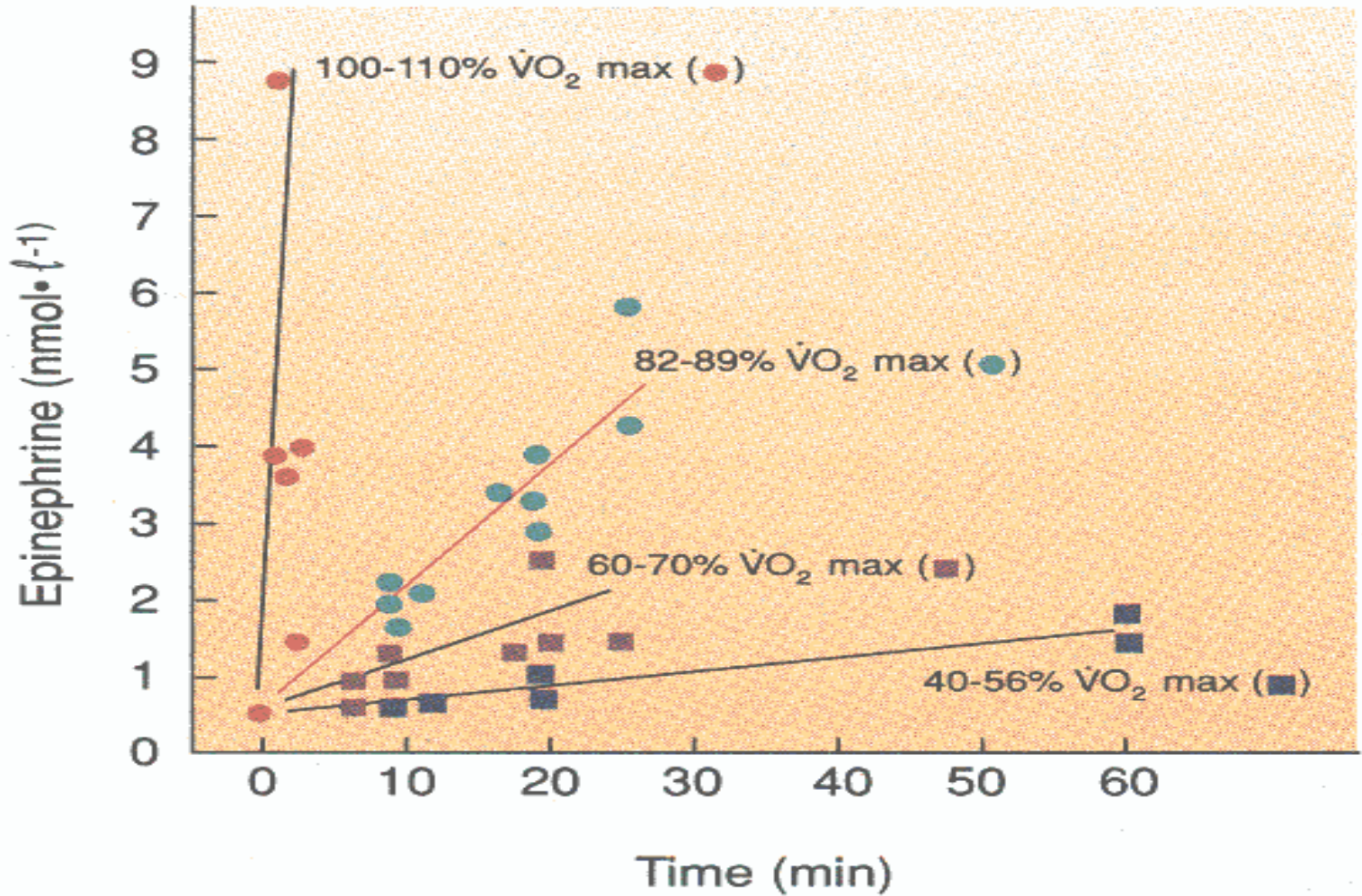
Ο ρόλος των ΚΑΤ στα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων



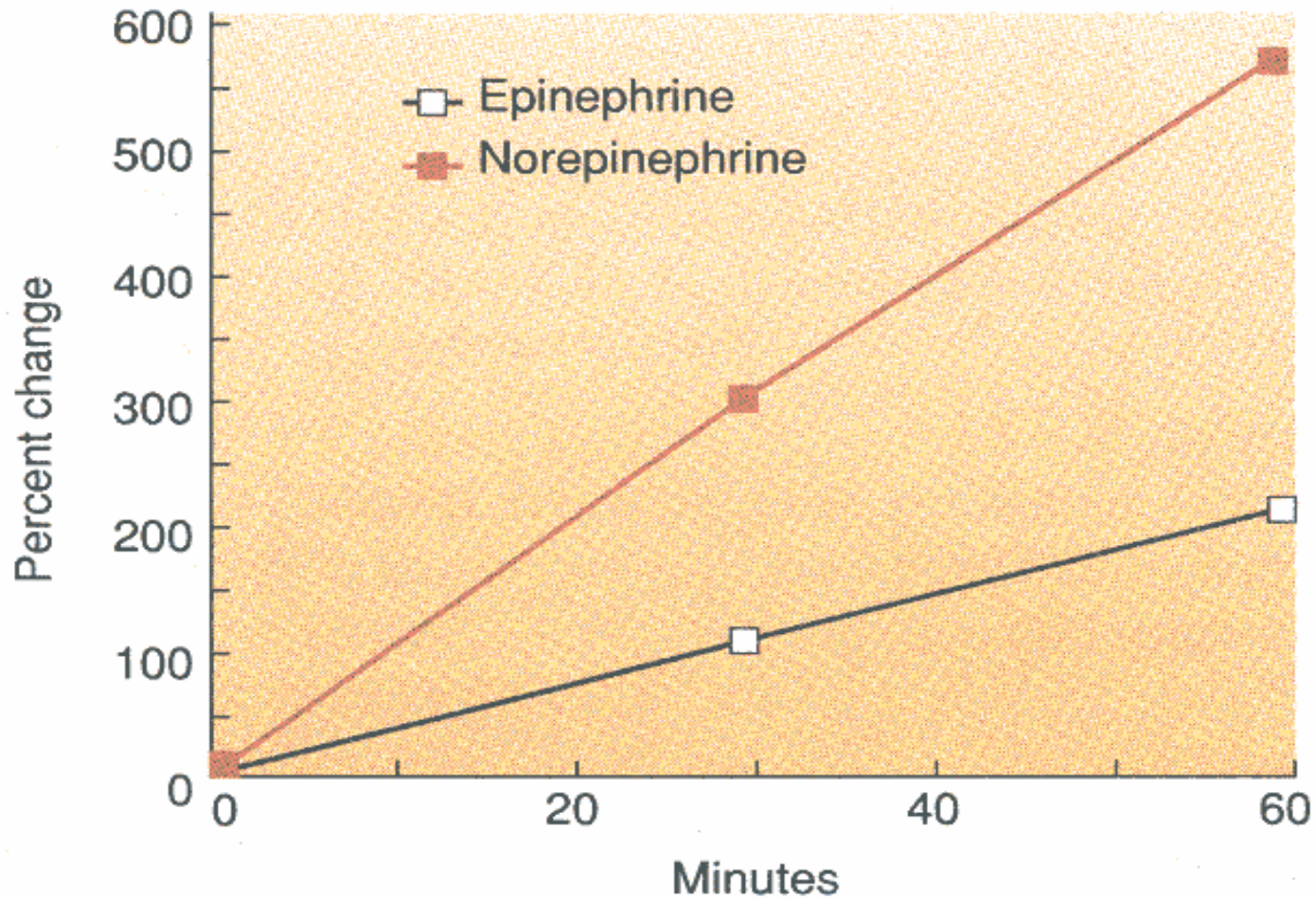
Επίδραση ΚΑΤ στο μεταβολισμό

Ήπαρ	Λιπώδης Ιστός	Άλλοι Ιστοί	Είσοδος Γλυκόζης
Γλυκογόνο 	ΤΓ 	 Οξείδωση λιπαρών οξέων	Φραγμός εισόδου στο κύτταρο
Γλυκόζη	ΕΛΟ + Γλυκερόλη		

Αλλαγές στα επίπεδα της επινεφρίνης μετά από άσκηση διαφορετικών εντάσεων και διάρκειας

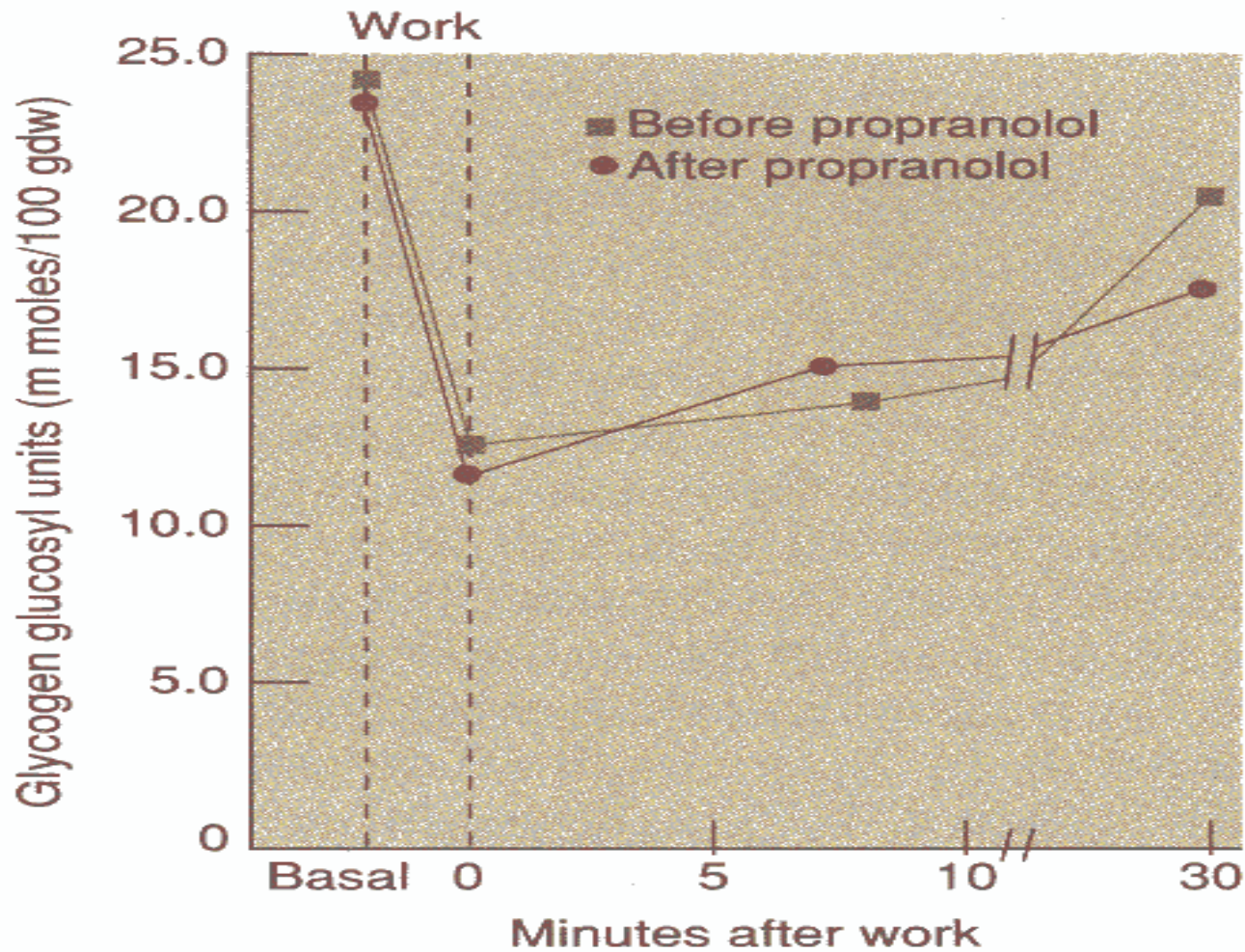


Μεταβολές στα επίπεδα των ΚΑΤ κατά τη διάρκεια άσκησης (~60 %VO₂max)

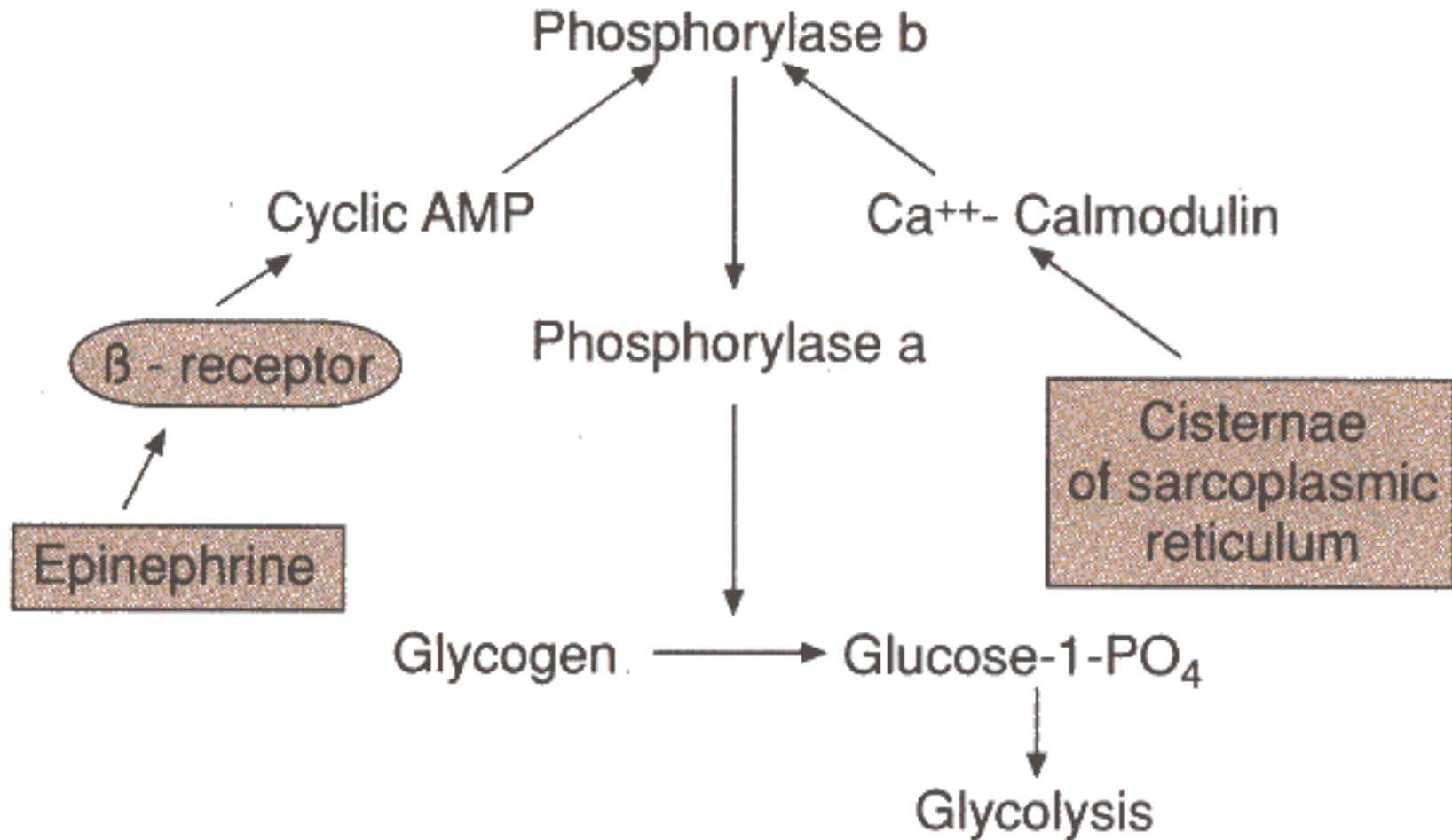


- Συνδυασμός άσκησης με πόδια και χέρια μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα E η οποία με τη σειρά της αυξάνει αυξάνει τη διάσπαση γλυκογόνου με αποτέλεσμα τα επίπεδα της γλυκόζης να παρουσιάζονται αυξημένα.
- Μπλοκάρισμα των β-αδρενεργικών υποδοχέων (propranolol). Επίπτωση σε γλυκόζη και ΕΛΟ;

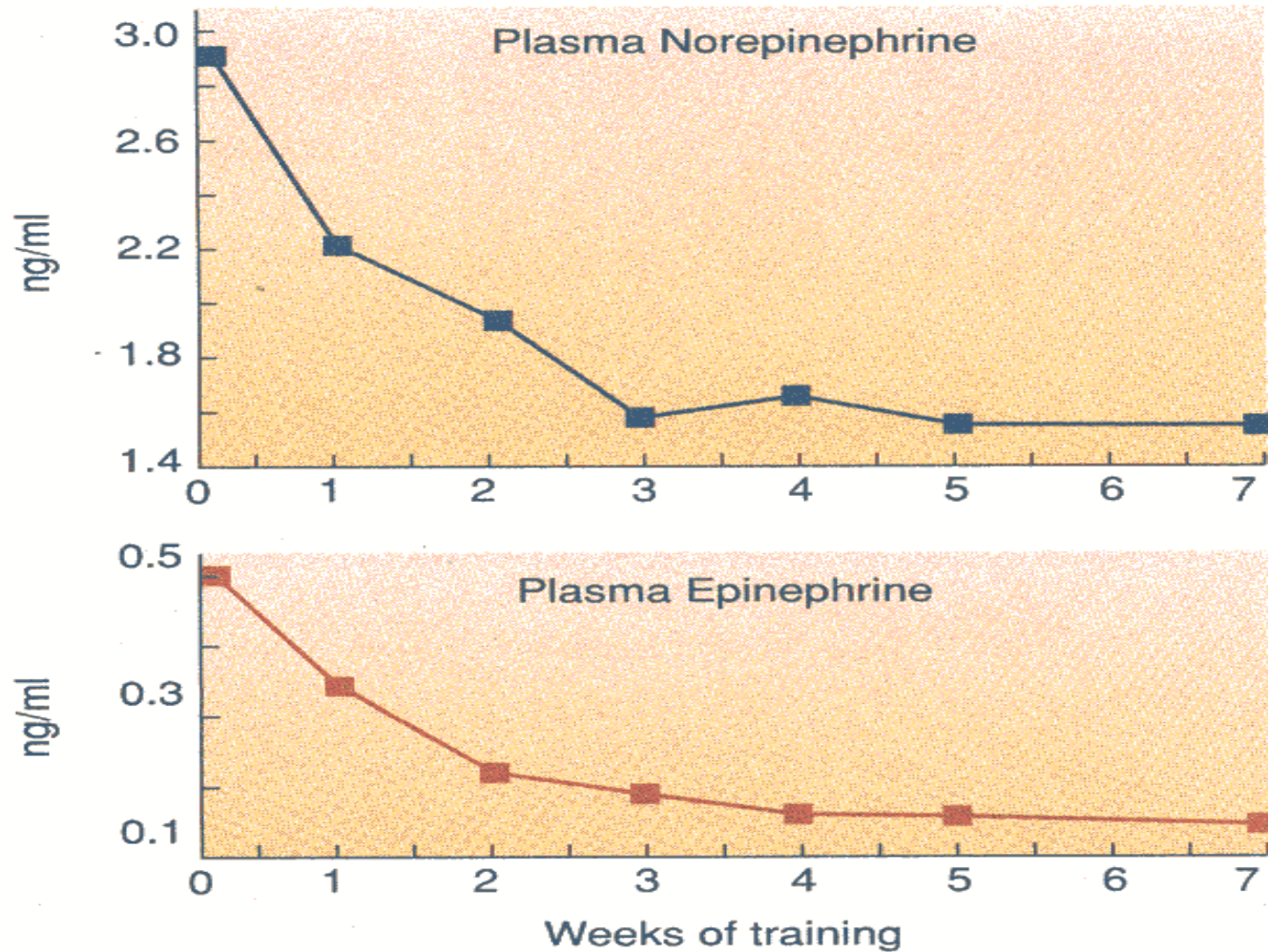
Μεταβολές στα επίπεδα γλυκογόνου μετά από άσκηση χωρίς και με προπρανολόλη (β-blocker)



Διάσπαση του μυϊκού γλυκογόνου γίνεται
εξαιτίας του cAMP και Ca⁺⁺-καλμοδουλίνη



Μεταβολές στα επίπεδα των ΚΑΤ μετά από προπόνηση 7 εβδομάδων



Επίδραση της συστηματικής προπόνησης στα επίπεδα ΚΑΤ

- Απότομη μείωση στα επίπεδα ΚΑΤ σε μία προπόνηση με καθορισμένη αντίσταση.
- Η απότομη μείωση φαίνεται ακόμα και μέσα σε μία εβδομάδα.
- Μέσα σε τρεις εβδομάδες επέρχεται σταθεροποίηση στα χαμηλά επίπεδα έκκρισης των ΚΑΤ σε άσκηση με καθορισμένη αντίσταση.
- Προπονημένα άτομα έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να εκκρίνουν Ε κάτω από πολύ έντονες αγχογόνες καταστάσεις. (η συστηματική προπόνηση αυξάνει την ικανότητα του μυελού των επινεφριδίων να εκκρίνει Ε σε extreme καταστάσεις)-συνεχής δραστηριοποίηση του ΣΝΣ λόγω άσκησης