Ορμόνες του παγκρέατος και του μυελού των επινεφριδίων (ορμόνες γρήγορης δράσης)

Θανάσης Τζιαμούρτας, Ph.D.
Καθηγητής Βιοχημείας της Άσκησης

Σκοπός

- Σκοπός αυτού του μαθήματος είναι να παρουσιάσει το ρόλο που παίζουν οι ορμόνες του παγκρέατος (ινσουλίνη κα γλυκαγόνη) και του μυελού των επινεφριδίων (επινεφρίνη και νορεπινεφρίνη) στο μεταβολισμό θρεπτικών στοιχείων κατά τη διάρκεια της άσκησης

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 οξείδωση των λιπιδίων σαν ενεργειακή πηγή

Ομοιοστασία γλυκόζης κατά την άσκηση

- Κύριος ρόλος των προηγουμένων 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
- β-ενδορφίνη

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 καρδιοαγγειακού, αναπνευστικού, γαστροεντερικού συστήματος, του ήπατος, των μυών και του λιπώδους ιστού.
- Η Ε και ΝΕ επηρεάζουν κυρίως το καρδιοαγγειακό σύστημα και το μεταβολισμό των θρεπτικών στοιχείων κατά τη διάρκεια της άσκησης.
- «Μάχη ή φυγή»

Υποδοχείς

- Αλφα (α_1 και α_2) αδρενεργικοί
- Βήτα (β_1 και β_2) αδρενεργικοί
- Δεύτερο μήνυμα
- Ca^{++} και cAMP

Φυσιολογικές επιδράσεις των ΚΑΤ και ο ρόλος των υποδοχέων

Υποδοχέας	Επίδραση της Ε/ΝΕ	Ένζυμο της Κ.Μ.	2ο μήνυμα	Επίδραση σε ιστό
β_1	Ε=ΝΕ	Αδενυλική κυκλάση	+ cAMP	+ Κ.Σ. +Γλυκογονόλυση +Λιπόλυση
β_2	Ε>>>ΝΕ	Αδενυλική κυκλάση	+ cAMP	Βρογχοδιαστολή Αγγειοδιαστολή
α_1	Ε≥ΝΕ	Φωσφολιπάση C	+ Ca^{++}	Αγγειοσυστολή
α_2	Ε≥ΝΕ	Αδενυλική κυκλάση	+ cAMP	Αντίθετες δράσεις των β_1 και β_2 υποδοχέων

Φλοιός των επινεφριδίων

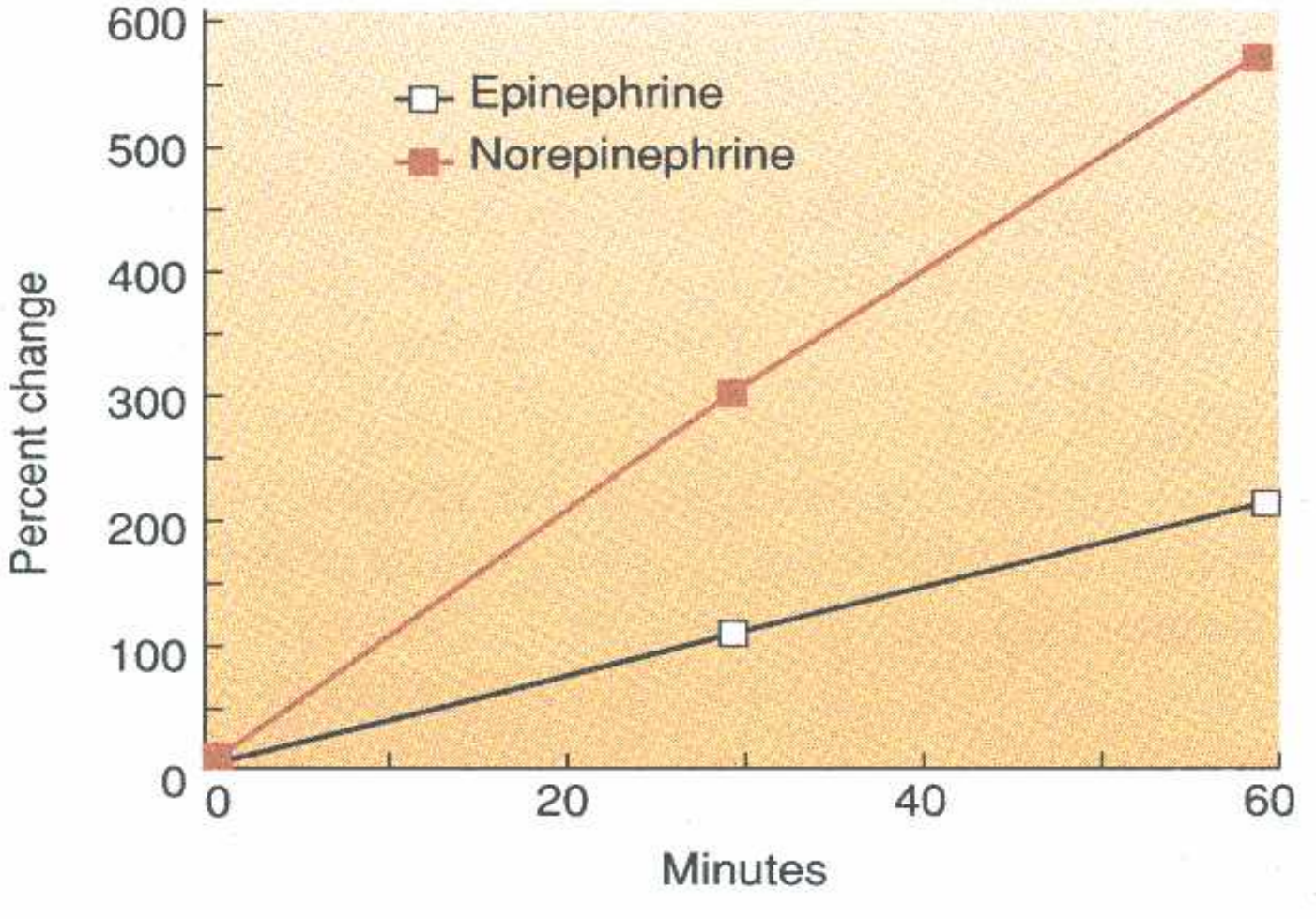
- Αλατοκορτικοειδή (αλδοστερόνη) η οποία είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση της συγκέντρωσης του Na+ και K+ στο πλάσμα.
- Γλυκοκορτικοειδή (κορτιζόλη) η οποία εμπλέκεται στη διατήρηση του ελέγχου της γλυκόζης στο αίμα.

Φυσιολογικές τιμές ΚΑΤ

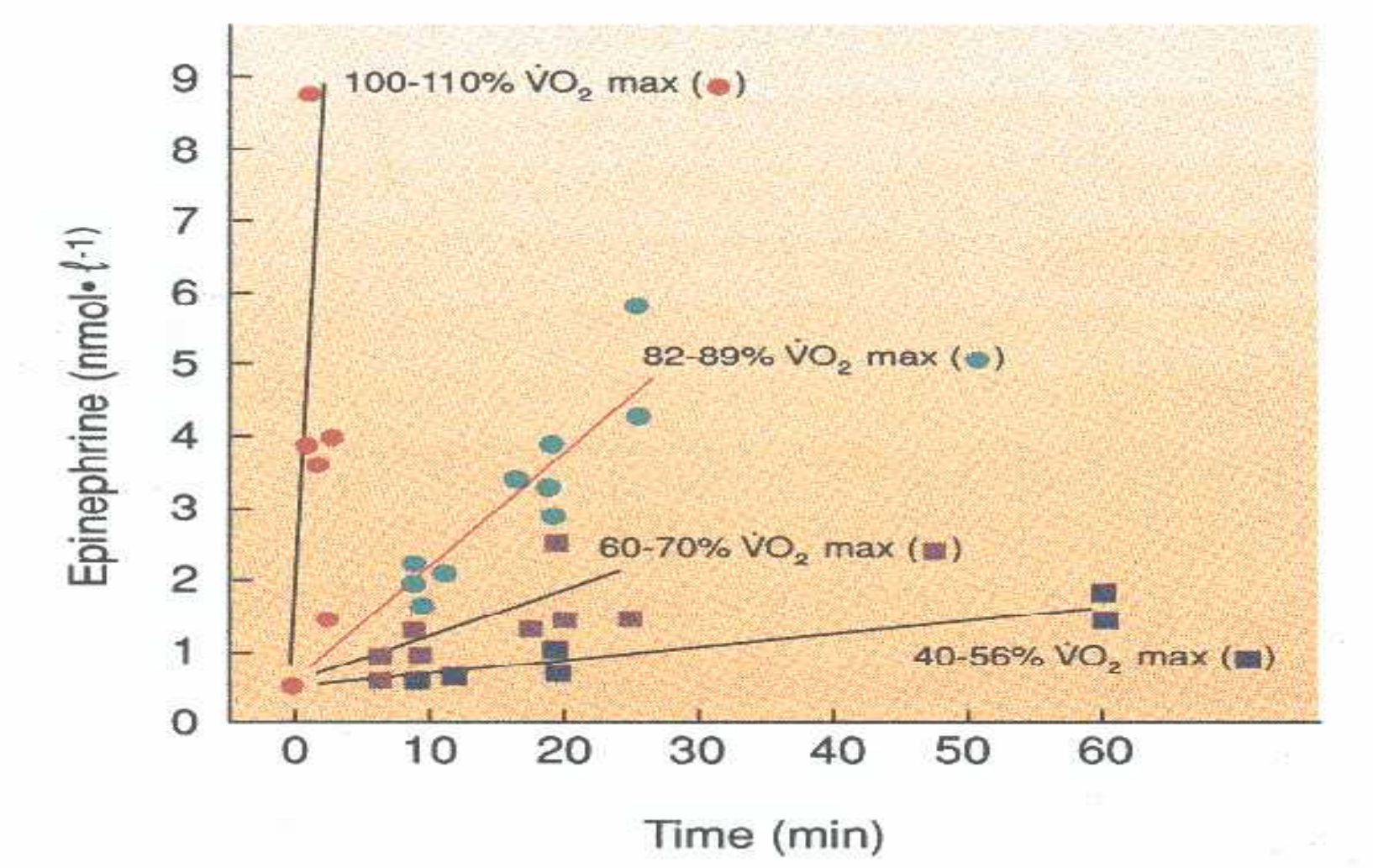
- E $\simeq$ 0.4 ng/ml
- NE $\simeq$ 1.5 ng/ml

- Πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση NE στο πλάσμα επειδή λειτουργεί και σαν νευροδιαβιβαστής και εκκρίνεται από τις απολήξεις νεύρων.

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



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



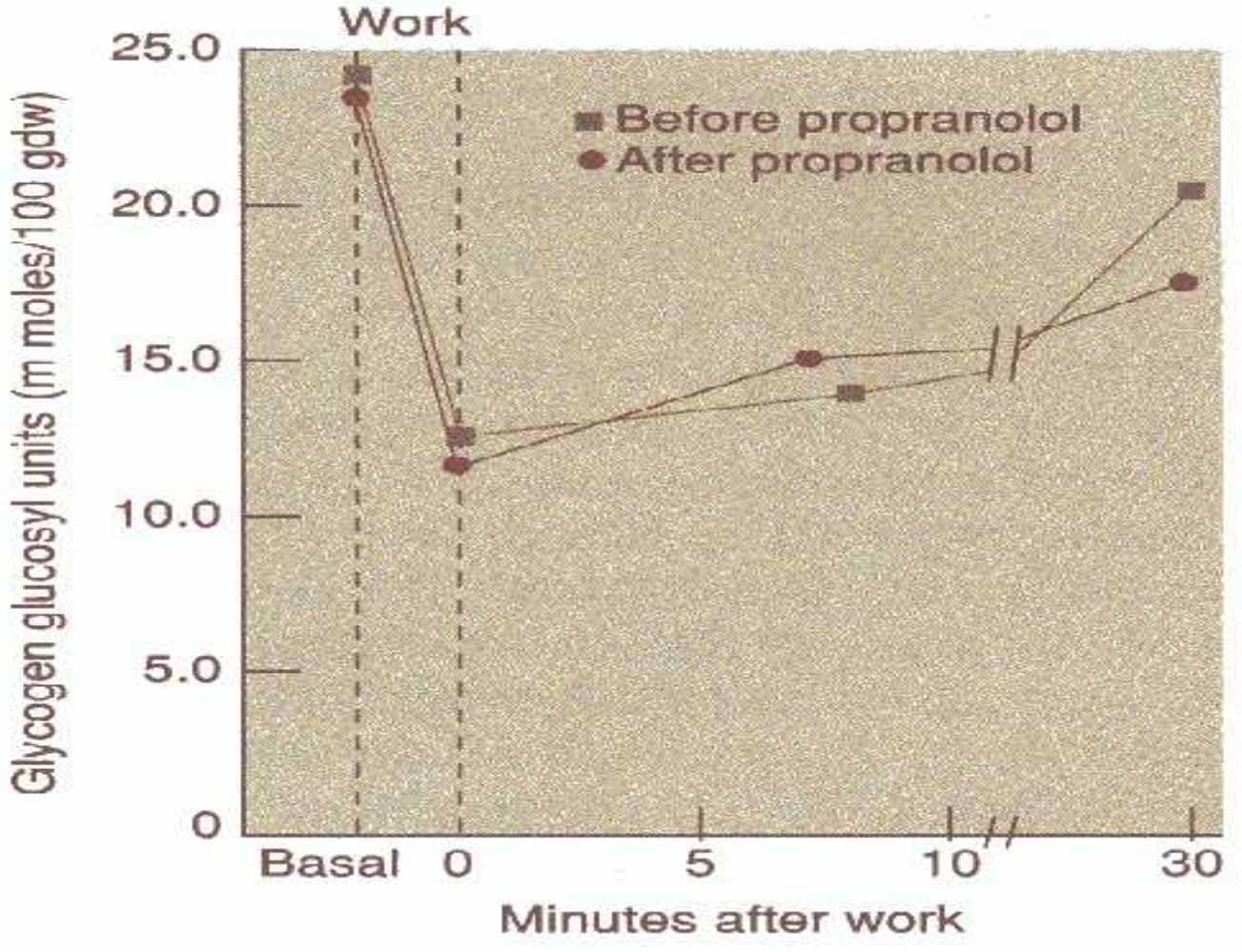
Επίδραση ΚΑΤ στο μεταβολισμό

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

- 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 στ ήπαρ
  - Διάσπαση γλυκογόνου σε γλυκόζη
  - Είσοδος γλυκόζης στην κυκλοφορία

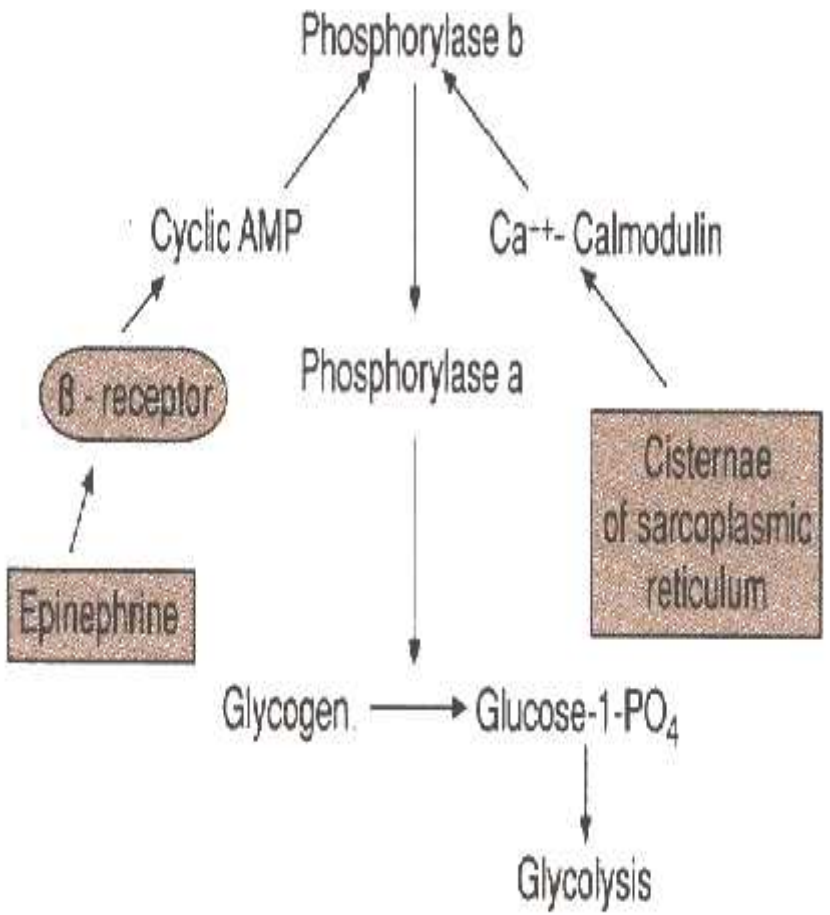
- Συνδυασμός άσκησης με πόδια και χέρια μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα Ε η οποία με τη σειρά της αυξάνει αυξάνει τη διάσπαση γλυκογόνου με αποτέλεσμα τα επίπεδα της γλυκόζης να παρουσιάζονται αυξημένα.
- Μπλοκάρισμα των β-αδρενεργικών υποδοχέων (propanolol). Επίπτωση σε γλυκόζη και ΕΛΟ;

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



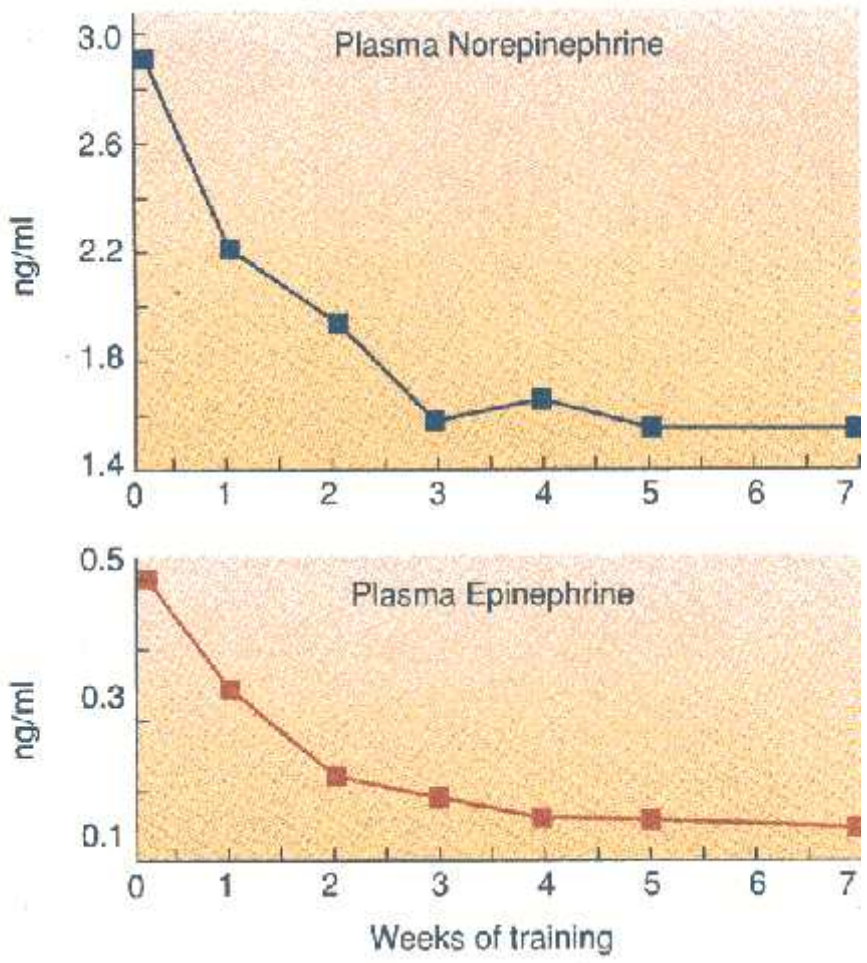
Διάσπαση του μυϊκού γυκογόνου γίνεται εξαιτίας του cAMP και Ca++-καλμοδουλίνη

- Η δημιουργία cAMP από τη διάσπαση του ATP και η απελευθέρωση του ασβεστίου επιφέρουν δραστηριοποίηση της φωσφορυλάσης για να διασπαστεί το μυϊκό γλυκογόνο.



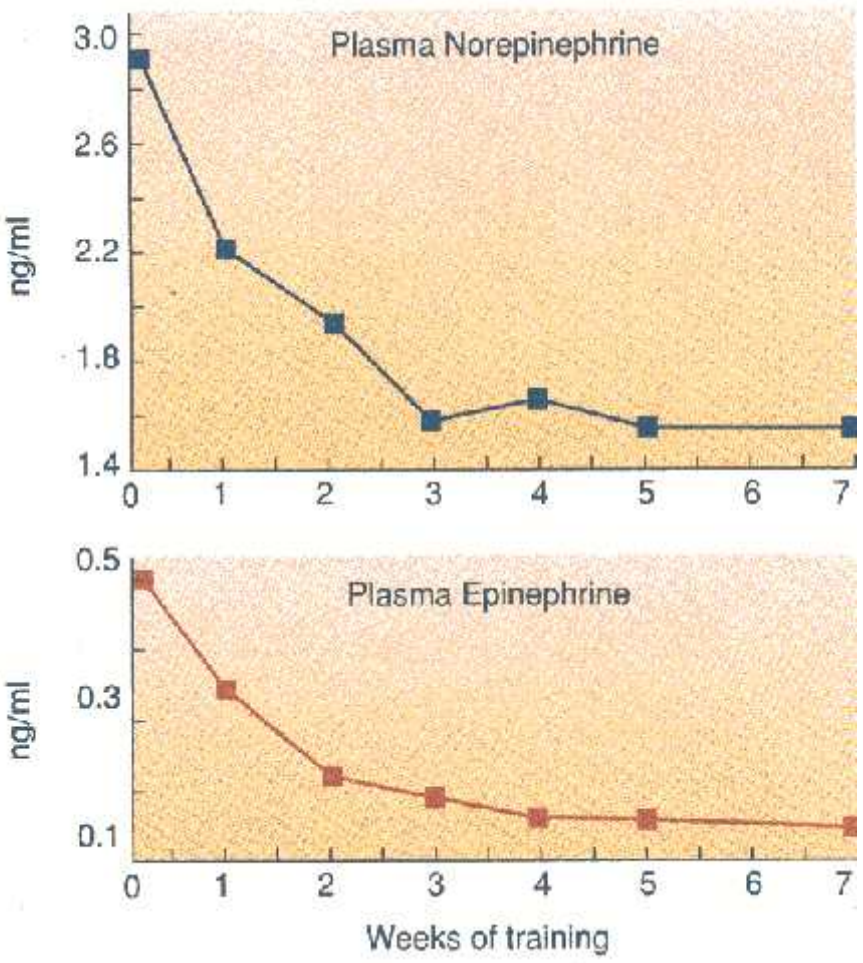
Μεταβολές στα επίπεδα των ΚΑΤ μετά από προπόνηση 7 εβδομάδων

- Απότομη μείωση στα επίπεδα ΚΑΤ σε μία προπόνηση με καθορισμένη αντίσταση.
- Η απότομη μείωση φαίνεται ακόμα και μέσα σε μία εβδομάδα.

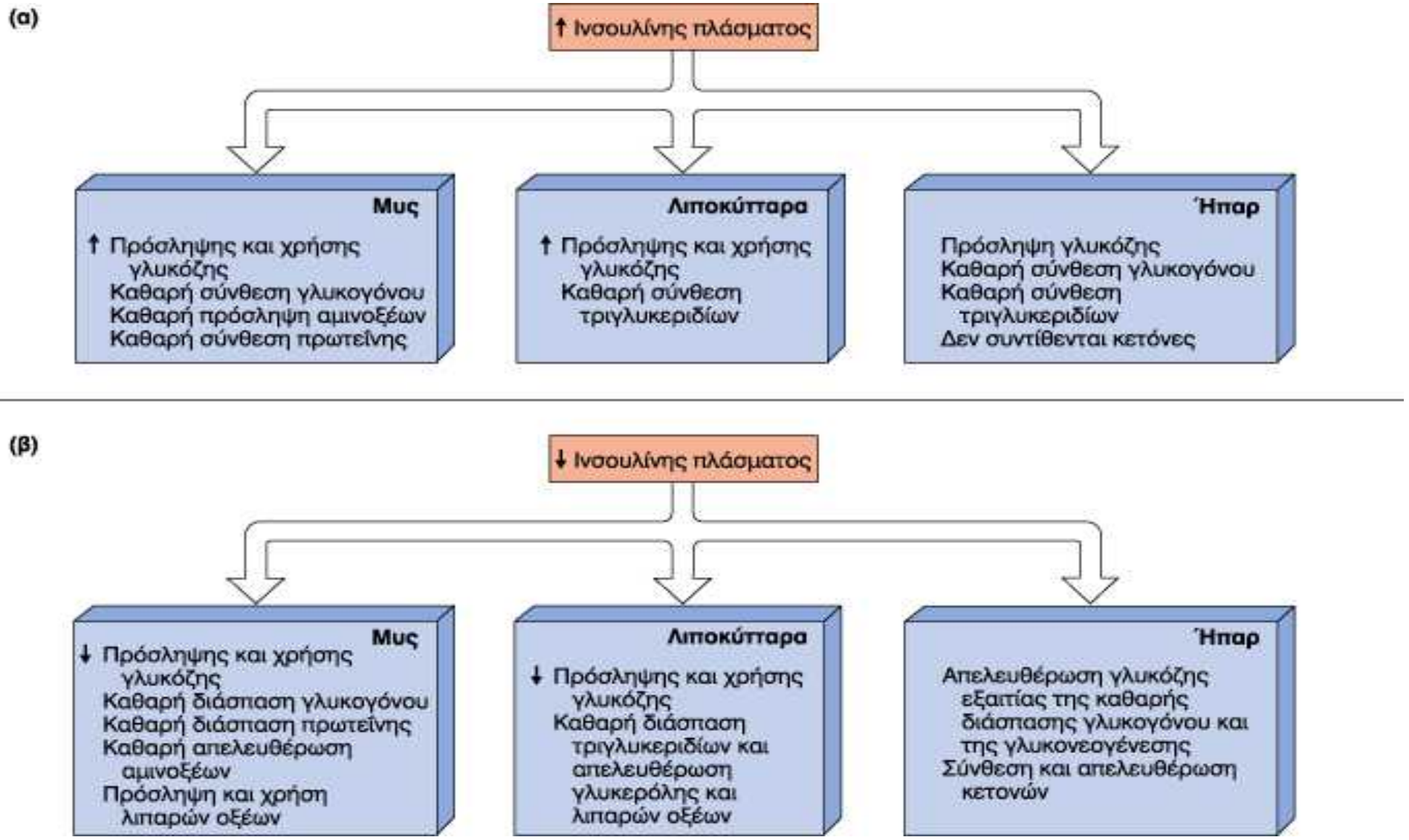


Μεταβολές στα επίπεδα των ΚΑΤ μετά από προπόνηση 7 εβδομάδων

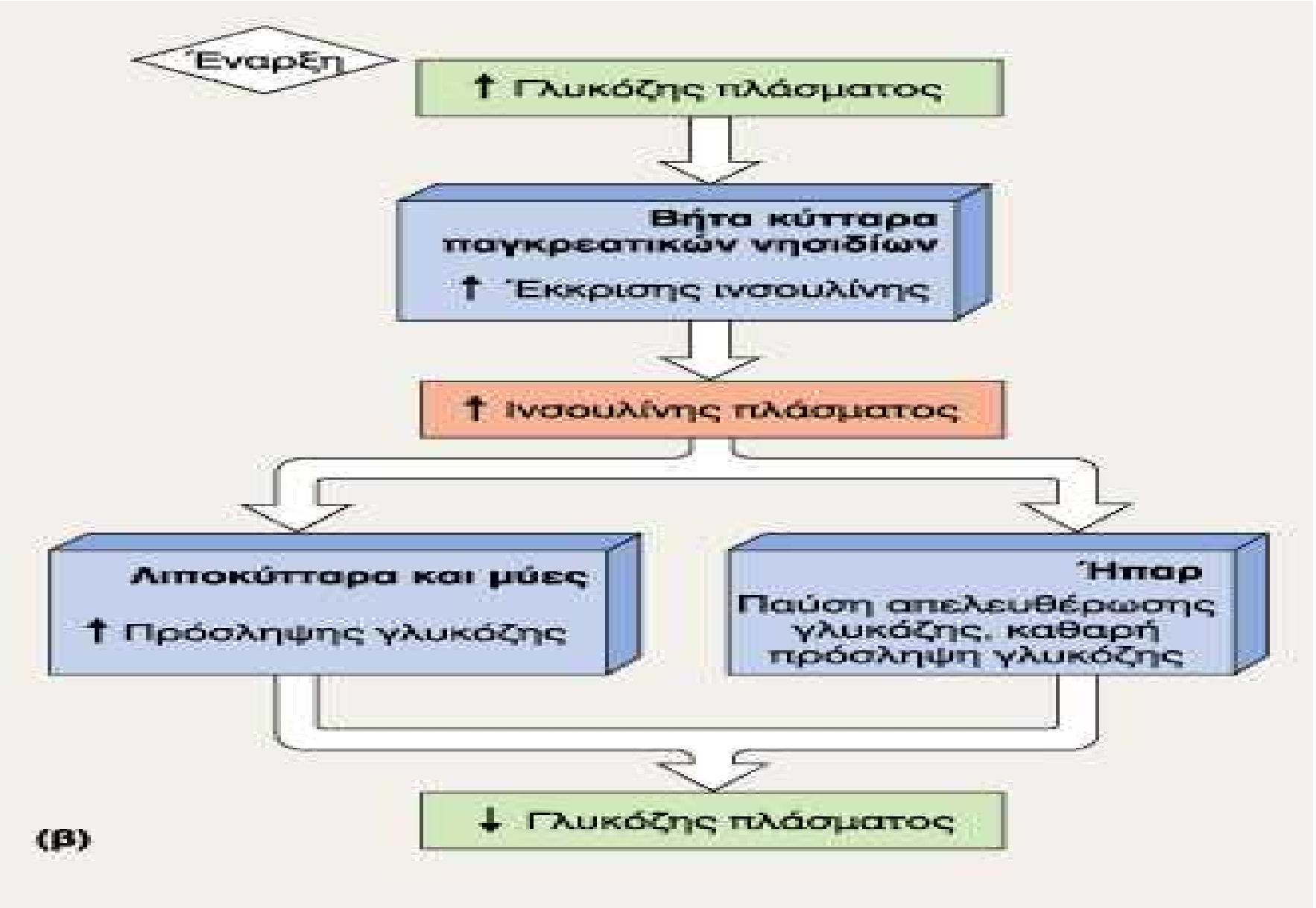
- Μέσα σε τρεις εβδομάδες επέρχεται σταθεροποίηση στα χαμηλά επίπεδα έκκρισης των ΚΑΤ σε άσκηση με καθορισμένη αντίσταση.
- Προπονημένα άτομα έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να εκκρίνουν Ε κάτω από πολύ έντονες αγχογόνες καταστάσεις. (η συστηματική προπόνηση αυξάνει την ικανότητα του μυελού των επινεφριδίων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



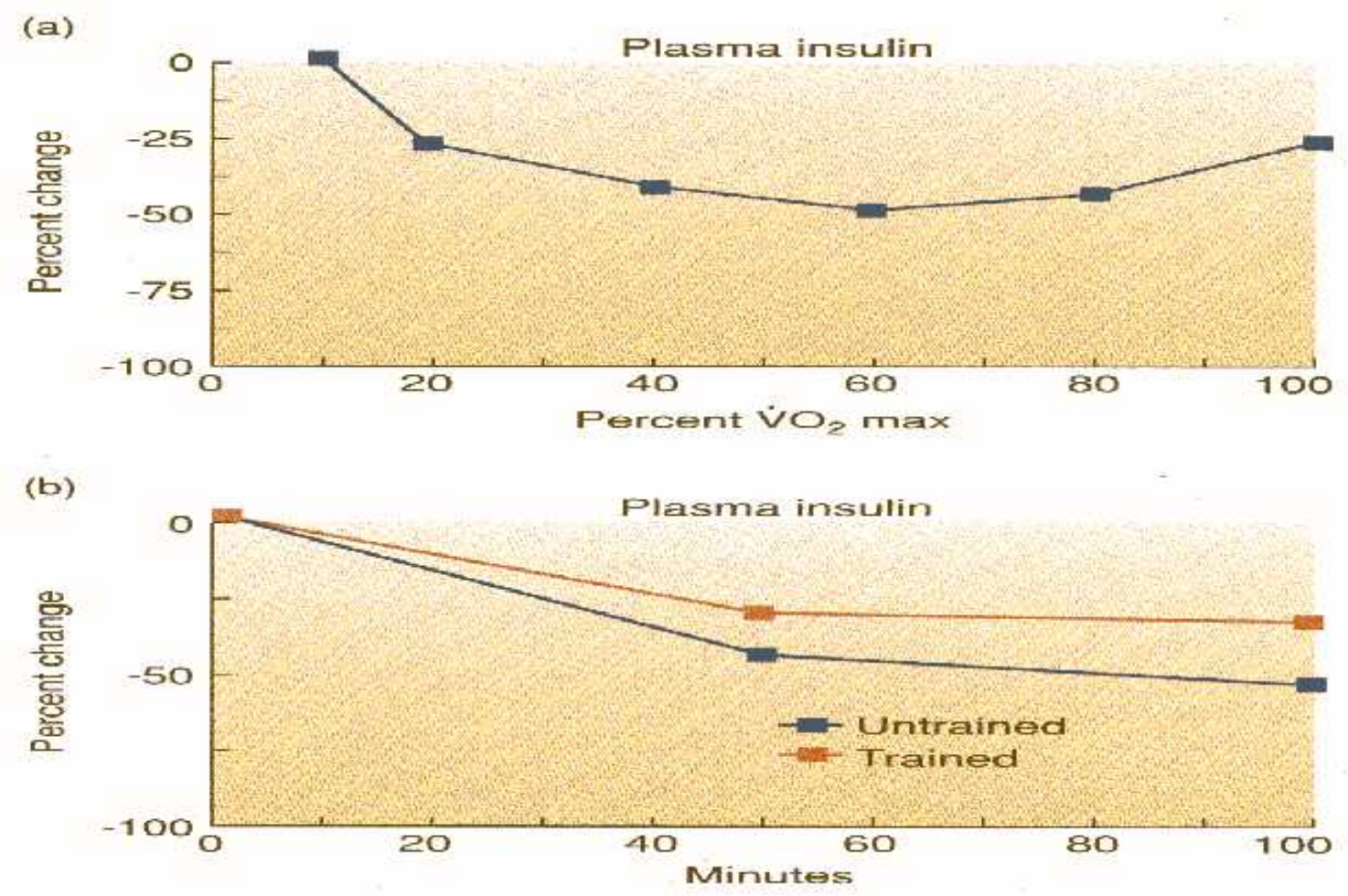
Επιδράσεις της ινσουλίνης στην απορρόφηση και κινητικότητα της γλυκόζης



Ινσουλίνη και μείωση της γλυκόζης του πλάσματος

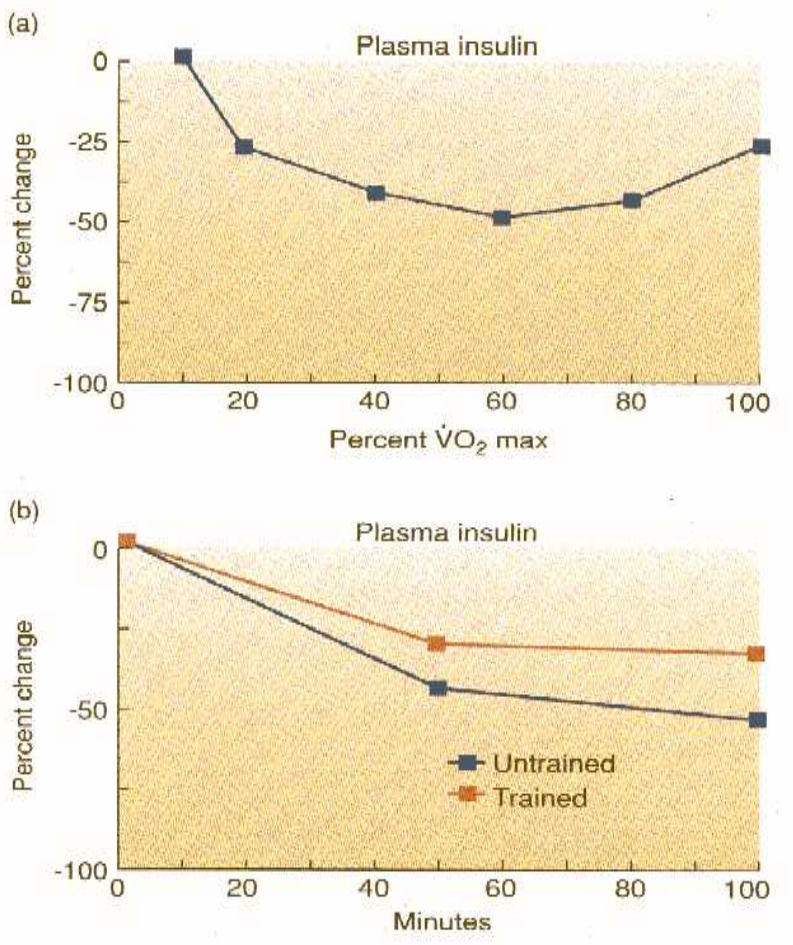


Μεταβολές στα επίπεδα της ινσουλίνης σε συνάρτηση με την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης

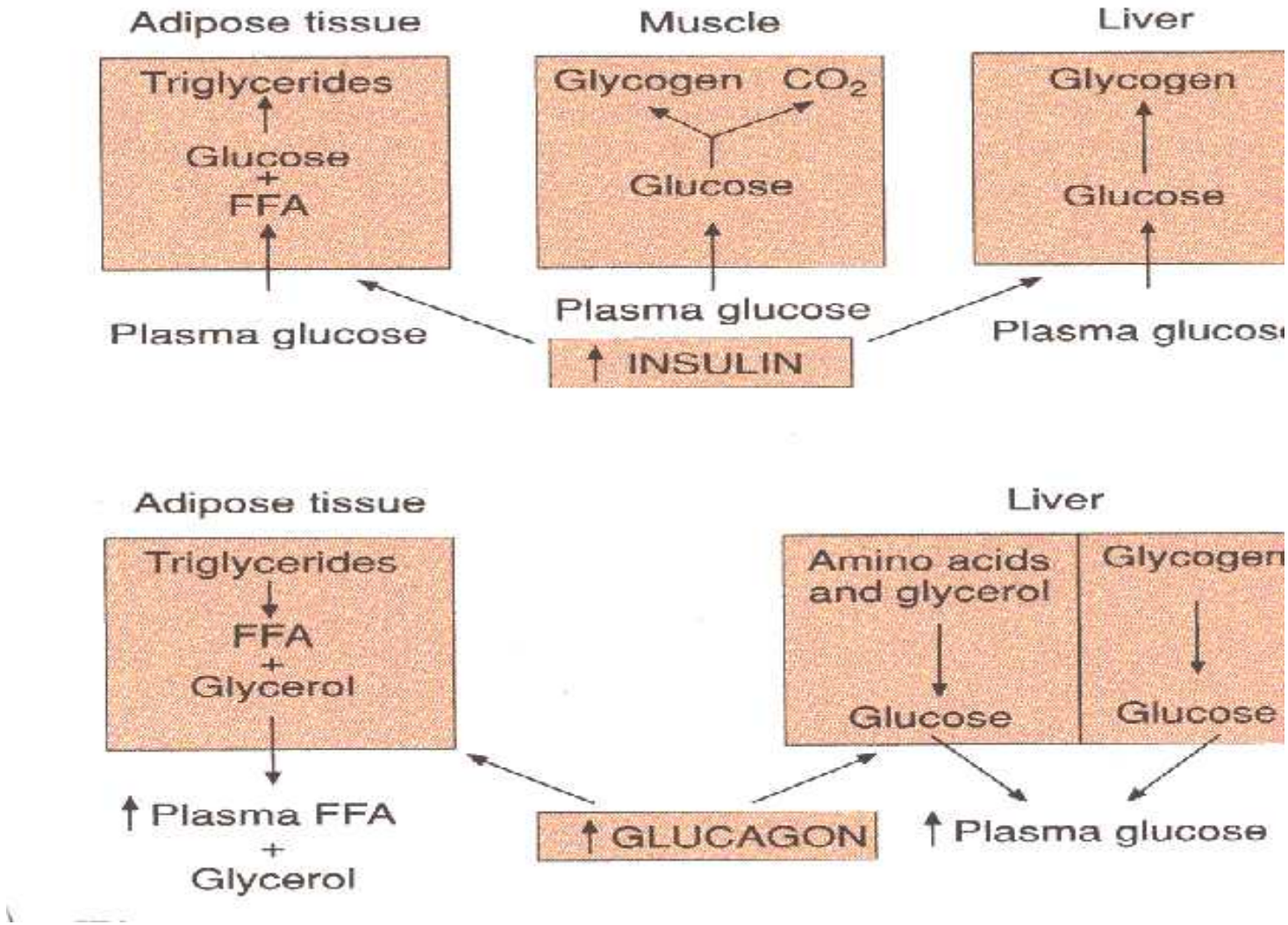


Μεταβολές στα επίπεδα της ινσουλίνης σε συνάρτηση με την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης

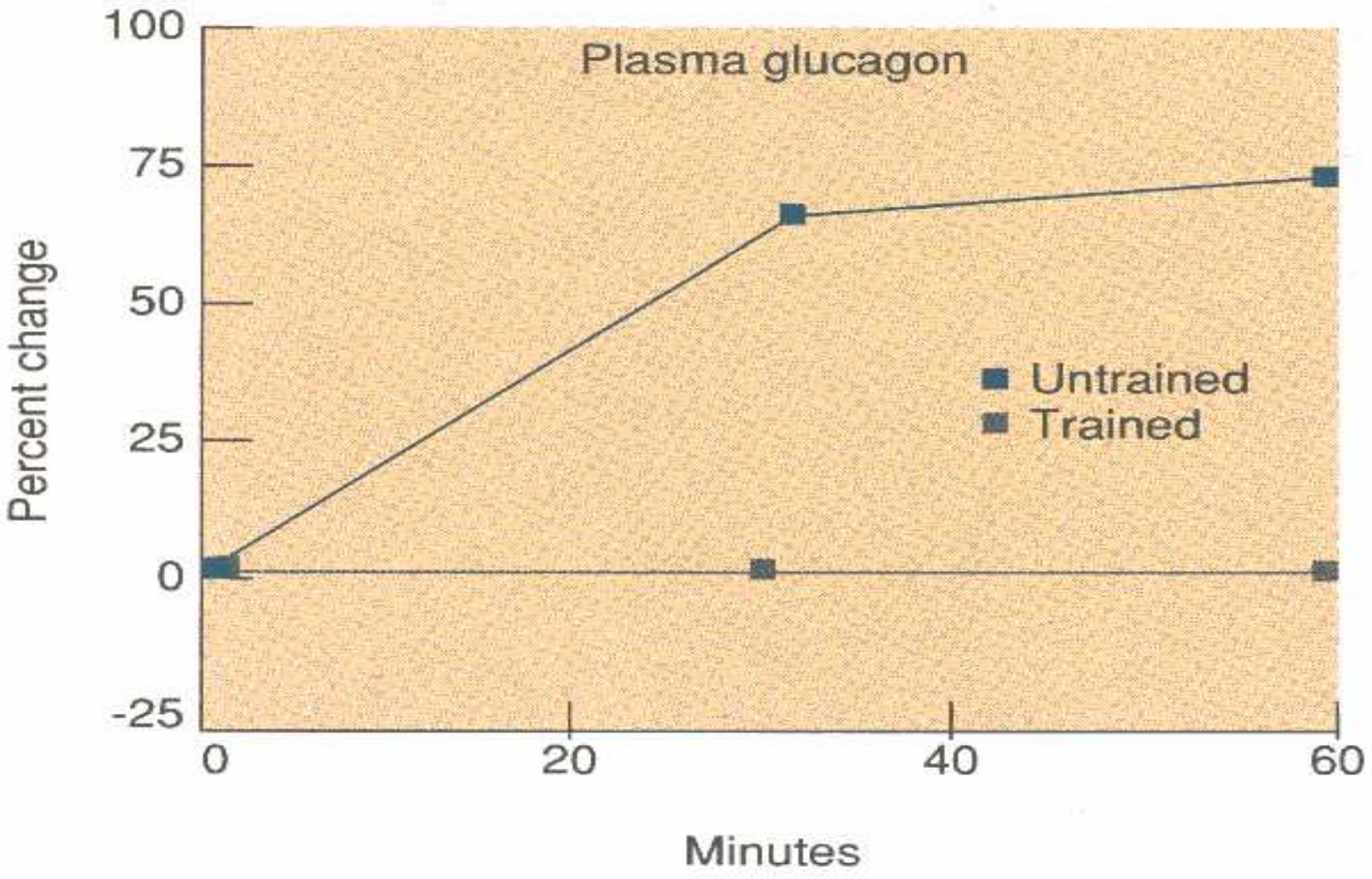
- Πτώση των επιπέδων της ινσουλίνης κατά τη διάρκεια της άσκησης για αποφυγή υπογλυκαιμίας.
- Μικρότερη πτώση στα επίπεδα ινσουλίνης σε προπονημένα άτομα.



Επιδράσεις της ινσουλίνης και της γλυκαγόνης στην απορρόφηση και κινητικότητα της γλυκόζης



Μεταβολές στα επίπεδα της γλυκαγόνης κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης



Βιβλιογραφία

1. Jamurtas, A.Z., Goldfarb, A.H., Chung, S-C., Hegde, S., Marino, C. β-endorphin infusion during exercise alters plasma glucose without affecting the levels of circulating catecholamines and FFA's in rats. Medicine and Science in Sports and Exercise, 32 (9), 1570-1575, 2000.
2. Angelopoulos, T.J., Lewis, M.R., Jamurtas, A.Z., Schumann, C. Significant changes in VLDL-Triglycerides and glucose tolerance in obese subjects following ten days of training. European Journal of Applied Physiology, 77(6), 556-559, 1998.
3. Fatouros, I.G., Goldfarb, A.H., Jamurtas, A.Z., Angelopoulos, T.J., Gao, J. Beta-endorphin infusion alters pancreatic hormone and glucose levels during exercise in rats. European Journal of Applied Physiology, 76, 203-208, 1997.
4. Angelopoulos TJ, Schultz MR, Denton JC, Jamurtas A,. Significant enhancements in glucose tolerance and insulin action in centrally obese subjects following ten days of training. Clinical Journal of Sports Medicine, 12(2), 113-118, 2002.
5. Schneider DA McLellan TM, Gass GC. Plasma catecholamine and blood lactate responses to incremental arm and leg exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise 32(3):608-13, 2000