

Διατροφικά Συμπληρώματα στον αγωνιστικό αθλητισμό

Θανάσης Ζ. Τζιαμούρτας, Ph.D.

Διατροφικό Συμπλήρωμα

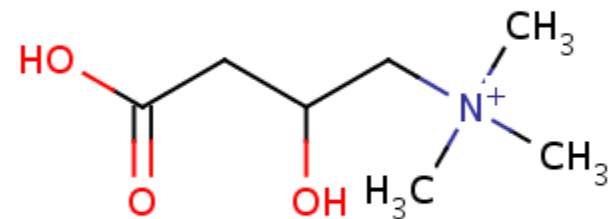
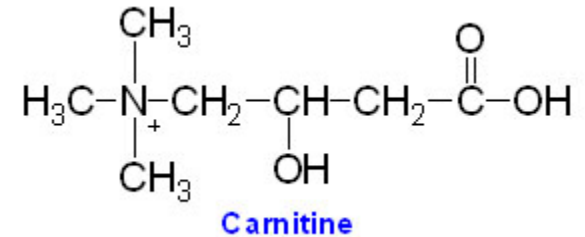
- Ουσία η οποία προσλαμβάνεται με σκοπό:
 - την αύξηση της απόδοσης
 - την γρήγορη αποκατάσταση από άσκηση
 - Την αποκατάσταση ενός προβλήματος υγείας
 - Την πρόληψη εμφάνισης κάποιου προβλήματος που σχετίζεται με την άσκηση

Κύρια Διατροφικά συμπληρώματα

- Καρνιτίνη
- Κρεατίνη
- Υδατάνθρακες - Ηλεκτρολύτες
- Πολυβιταμινούχα
- Πρωτεΐνη
- Καφεΐνη
- Καρνοσίνη – β-αλανίνη
- Σίδηρος (μετά από βιοχημικές εξετάσεις)
- Μαγνήσιο (μετά από βιοχημικές εξετάσεις)

Καρνιτίνη

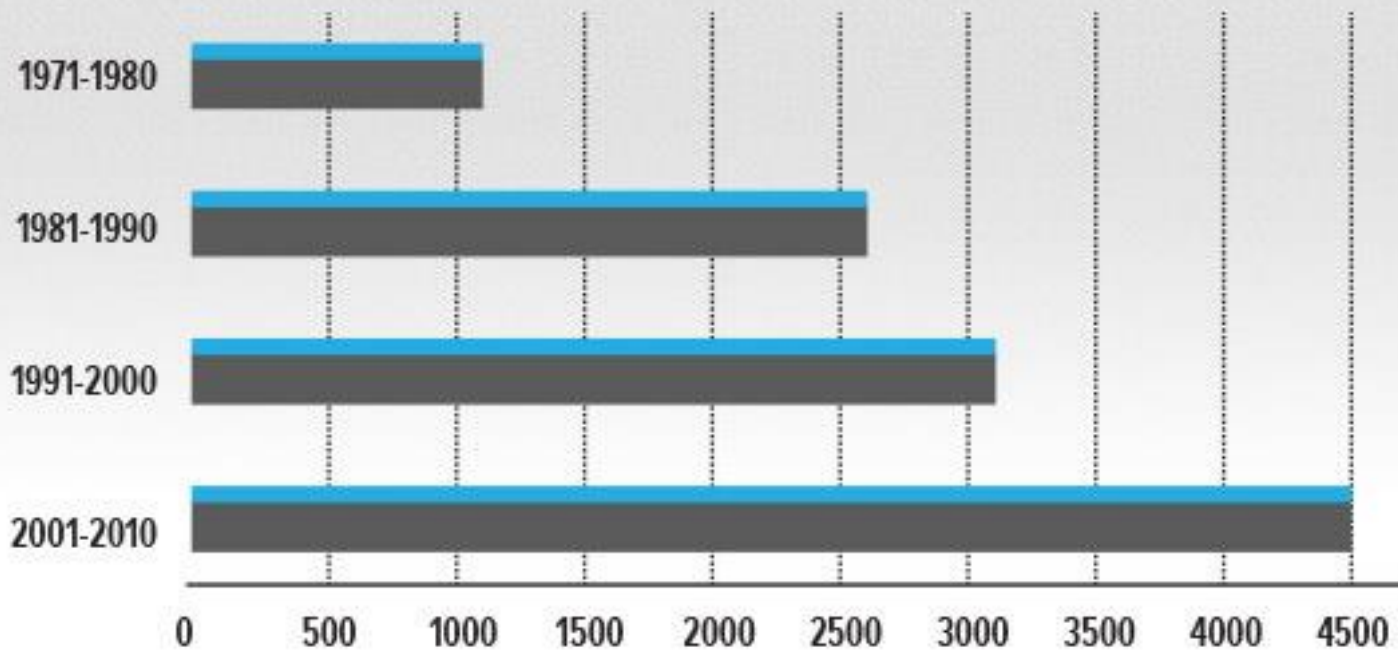
- Ενδογενής ουσία η οποία είναι πάρα πολύ σημαντική για το μεταβολισμό των λιπιδίων
- Πιστεύεται πως η συμπληρωματική της λήψη οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης



Γιατί;

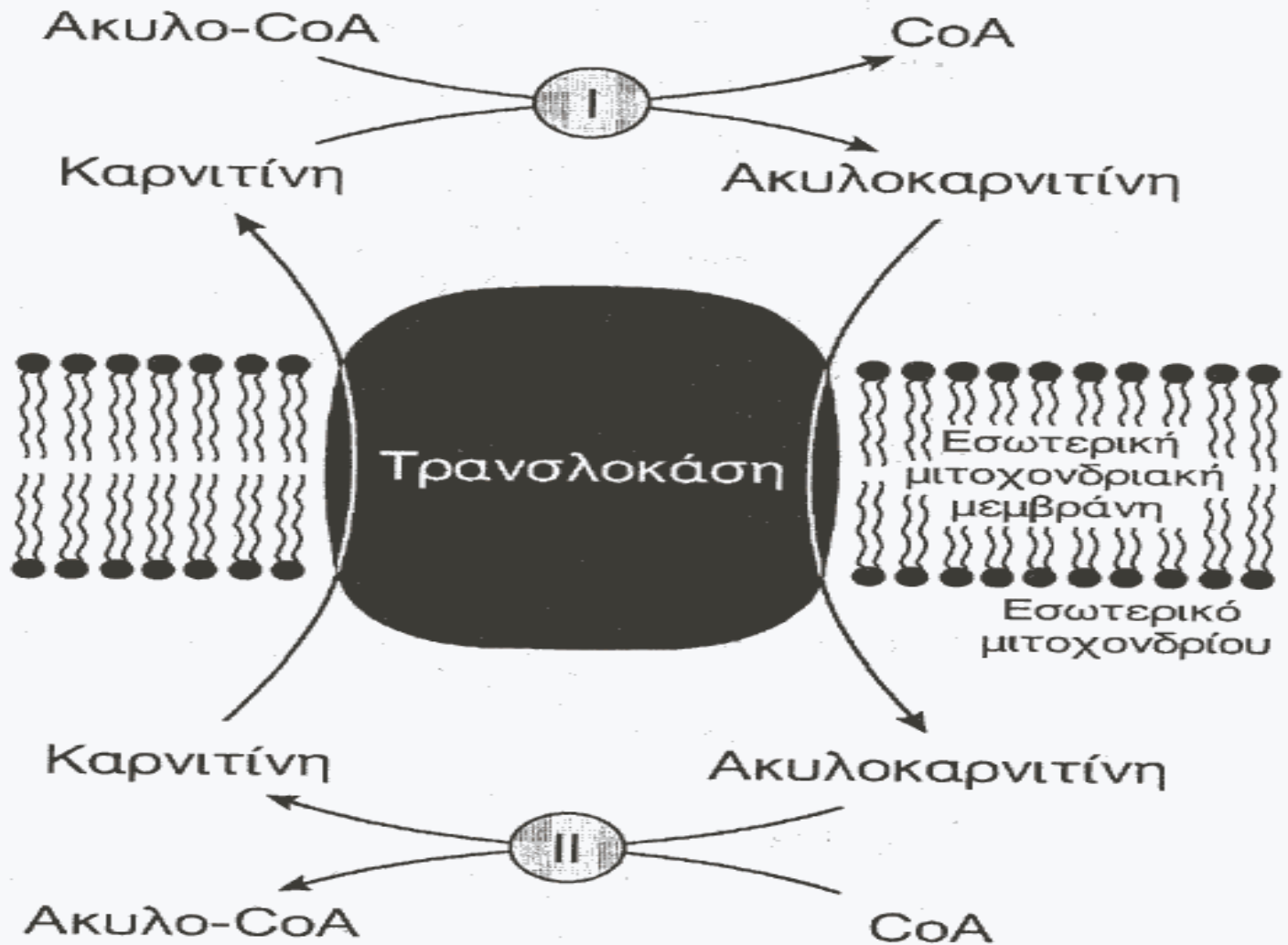
- Αυξάνει την οξείδωση λιπαρών οξέων του μυός
- Μεταβάλλει την ομοιοστασία της γλυκόζης
- Αυξάνει την παραγωγή ακυλοκαρνιτίνης
- Τροποποιεί τις προπονητικές προσαρμογές
- Αυξάνει τα επίπεδα αντίστασης στην κόπωση

NUMBER OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON L-CARNITINE



SOURCE: PUBMED (2011) WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV

Καρνιτίνη και καύση λιπών



Καρνιτίνη

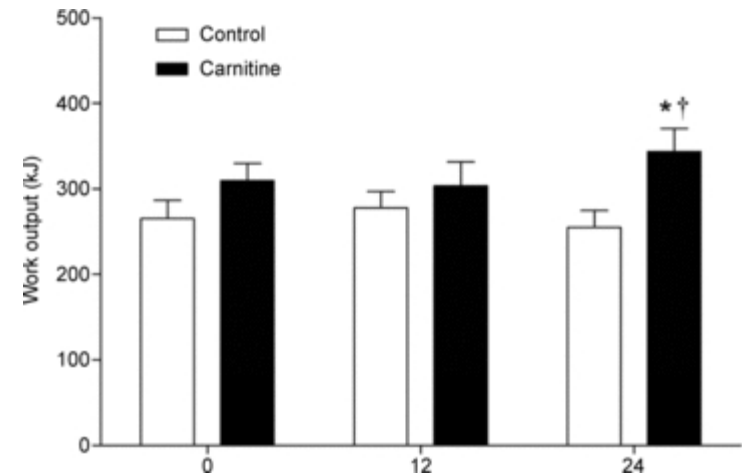
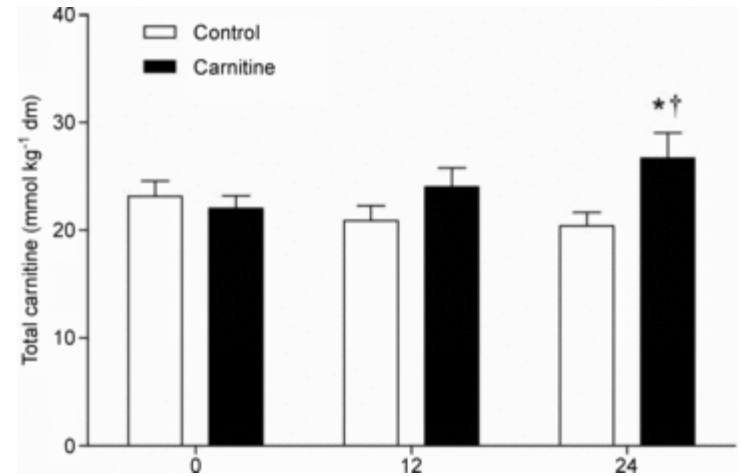
- Η βιοδιαθεσιμότητα της καρνιτίνης είναι 5-15% όταν λαμβάνεται από το στόμα και υπάρχει μεγάλη απώλεια στα ούρα.
- Μεγάλες δόσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Προσοχή στο σκεύασμα. Σε έρευνα 12 προϊόντων καρνιτίνης βρέθηκε πως η μέση περιεκτικότητα σε καρνιτίνη αντιστοιχούσε στο 52% του αναγραφόμενου στο κουτί.

Ομοιοστασία της καρνιτίνης και άσκηση

- Χαμηλής έντασης άσκηση (60 λεπτά, 70% VO_2max), δεν οδηγεί σε μεταβολή της ομοιοστασίας της καρνιτίνης στο μυ.
- Αντίθετα, έντονη άσκηση 10 λεπτών μεταβάλλει σημαντικά την ομοιοστασία της καρνιτίνης στο μυ.

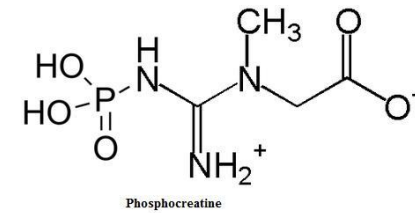
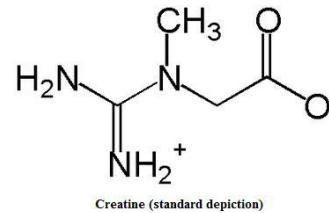
Καρνιτίνη και απόδοση

- Δεν παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στην VO_{2max} και στο συνολικό χρόνο απόδοσης όταν η χορήγηση καρνιτίνης είναι άμεση (οξεία δράση) ή η χορήγηση διαρκεί ένα μήνα.
- Χορήγηση καρνιτίνης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και κατά τη διάρκεια ενός προπονητικού προγράμματος που διήρκησε μέχρι 6 μήνες πρόλαβε τη μείωση των επιπέδων καρνιτίνης στο μυ που επέρχεται με τη συχνή προπόνηση.
- Προλαμβάνει την αύξηση της [Γ.Ο.] με την άσκηση (Αφυδρογονάση του Π.Ο.).



Κρεατίνη

- Χημική ουσία η οποία βρίσκεται στον ανθρώπινο οργανισμό και σε ένα ενήλικα άνδρα 70 κιλών, η συνολική της ποσότητα υπολογίζεται στα 120 γραμμάρια.
- Το 95% αυτής της ποσότητας βρίσκεται στο μυ.
- Μεγαλύτερη ποσότητα βρίσκεται στους μύες ταχείας συστολής (~60%) συγκριτικά με τη συγκέντρωση της κρεατίνης στους μύες βραδείας συστολής (~40%)



Κρεατίνη

- Το σύστημα φωσφαγόνων (ATP και PCr) είναι υπεύθυνο για την απόδοση ισχύος σε μικρής χρονικής διάρκειας προσπάθειες.
- Μεγαλύτερη μείωση στα επίπεδα PCr μετά από έντονες προσπάθειες.

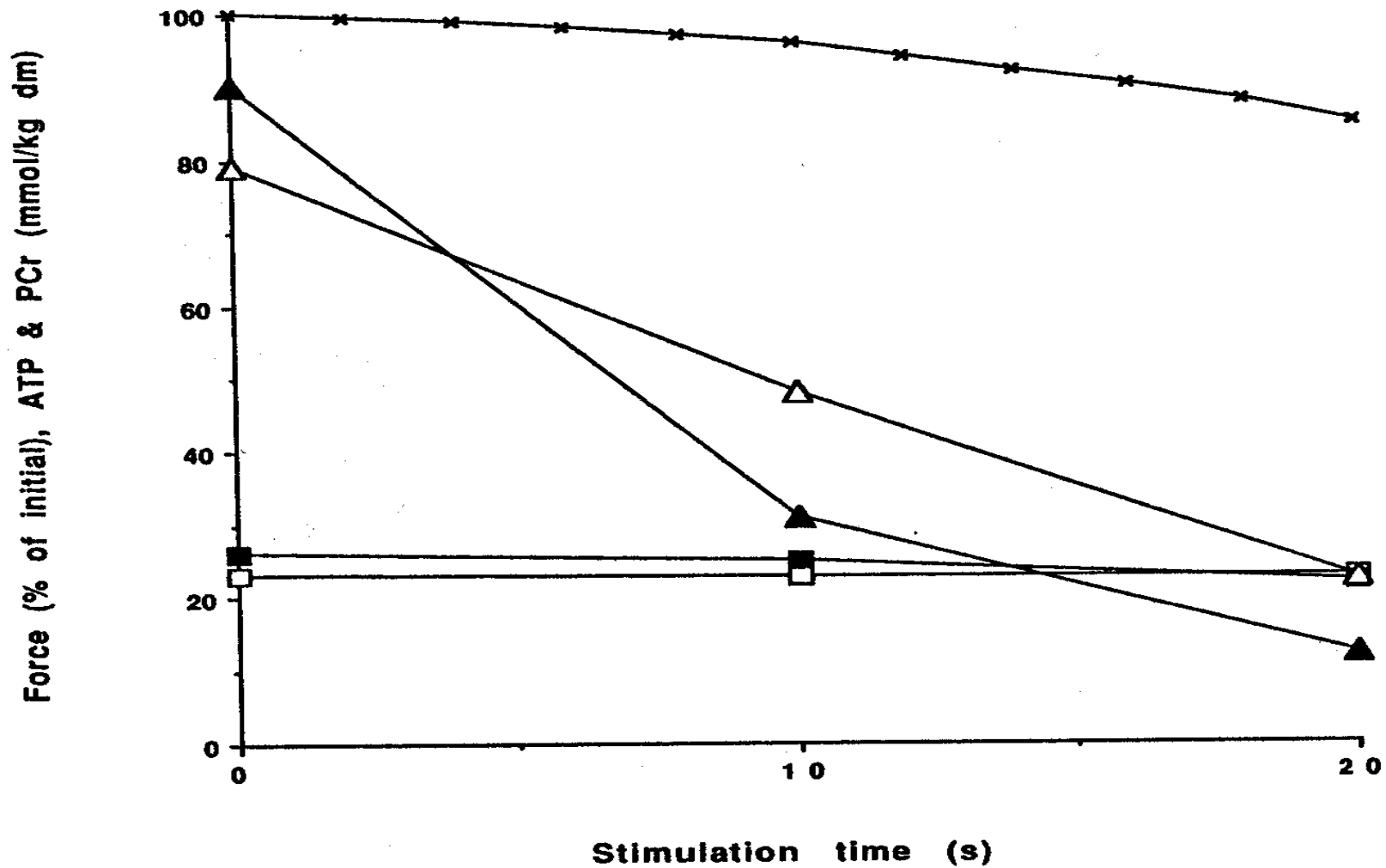


Figure 18.3 Muscle isometric force production (x) and ATP (squares) and PCr (triangles) concentrations in type I (open symbols) and type II (filled symbols) muscle fibers during 20 s of intense electrical stimulation (1.6 s stimulation, 1.6 s rest; 50 Hz) in humans.

Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

- Αύξηση της συγκέντρωσης της φωσφοκρεατίνης μπορεί να οδηγήσει σε επιβράδυνση της εμφάνισης της κόπωσης και ο αθλητής μπορεί να αποδώσει καλύτερα.
- Ανώτατη τιμή συγκέντρωσης κρεατίνης στο μυ είναι τα 145 με 160 mM/kg ξηρού μυός.

Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

- Φάση υπερφόρτωσης (6 ημέρες)
- Φάση διατήρησης (25-30 ημέρες)
- Φάση αποχής (7 ημέρες)

Φάση υπερφόρτωσης

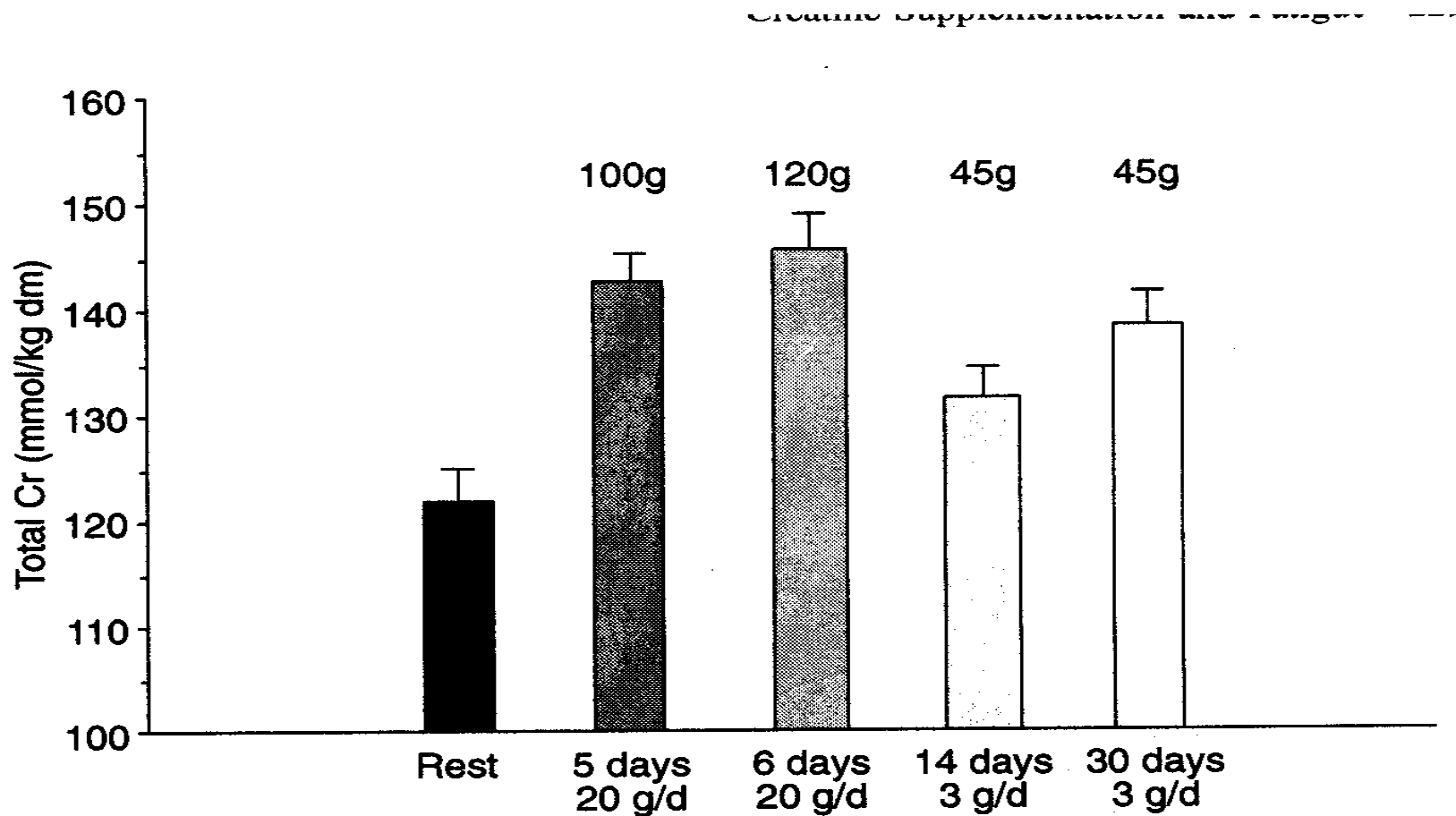


Figure 18.6 Muscle total creatine (Cr) concentrations before and after Cr ingestion. Units at the base of each bar graph indicate the duration and rate of creatine ingestion. Units above each bar graph indicate the total amount of Cr ingested over the entire experimental period. Values represent mean \pm SE.

Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

- Η λήψη της κρεατίνης πρέπει να γίνεται με υδατάνθρακες.
- Αύξηση των επιπέδων ινσουλίνης.

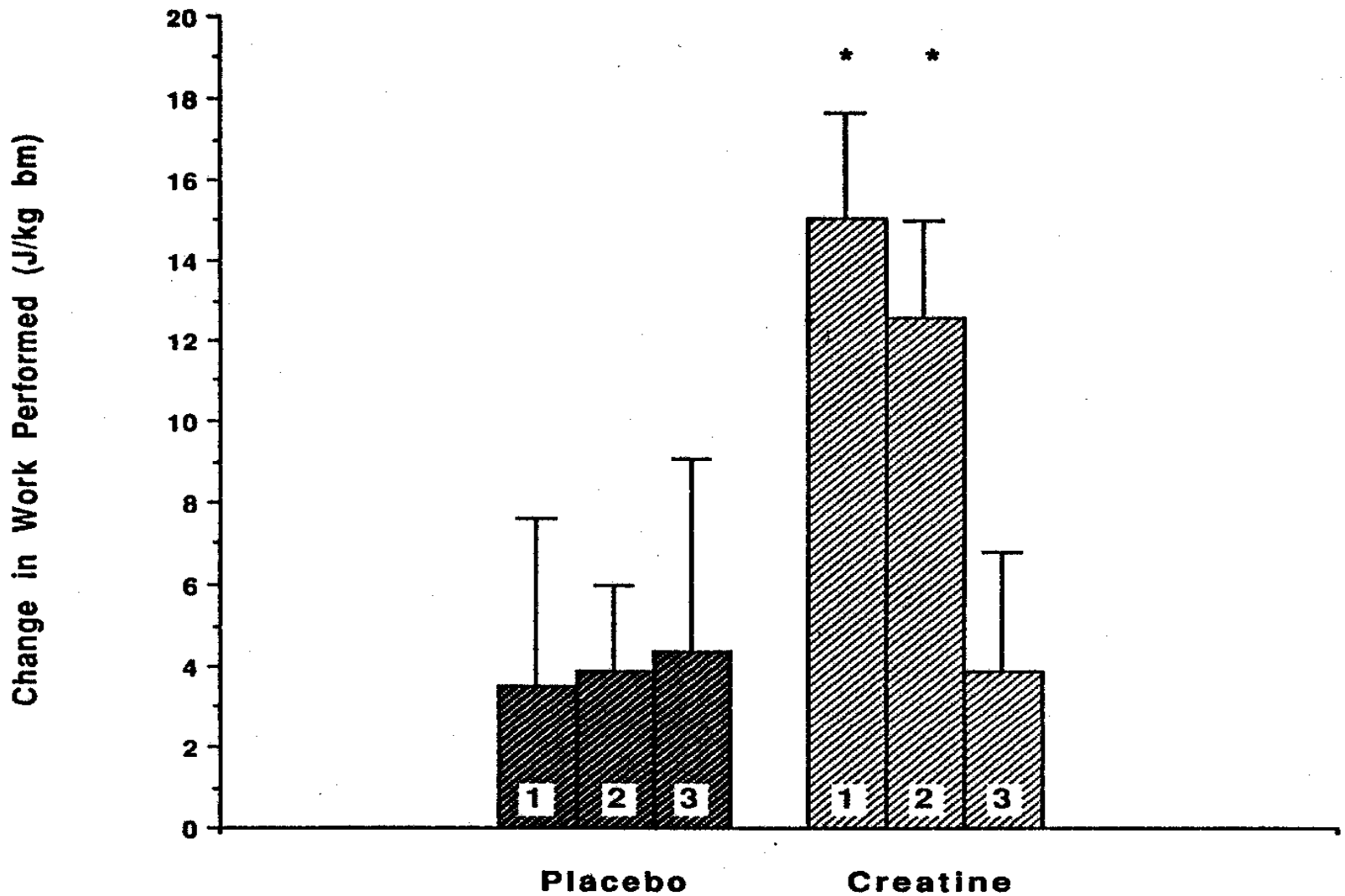


Figure 18.8 The change in work production during 3×30 -s bouts of maximal isokinetic cycling (80 rpm) in men following 5 d of placebo (20 g glucose polymer \cdot d⁻¹) and creatine (20 g \cdot d⁻¹) ingestion. Each bout of exercise was separated by 4 min rest. Values represent mean \pm SE. *($p < .05$) indicates significant increase from presupplementation work production.

Φάση Διατήρησης

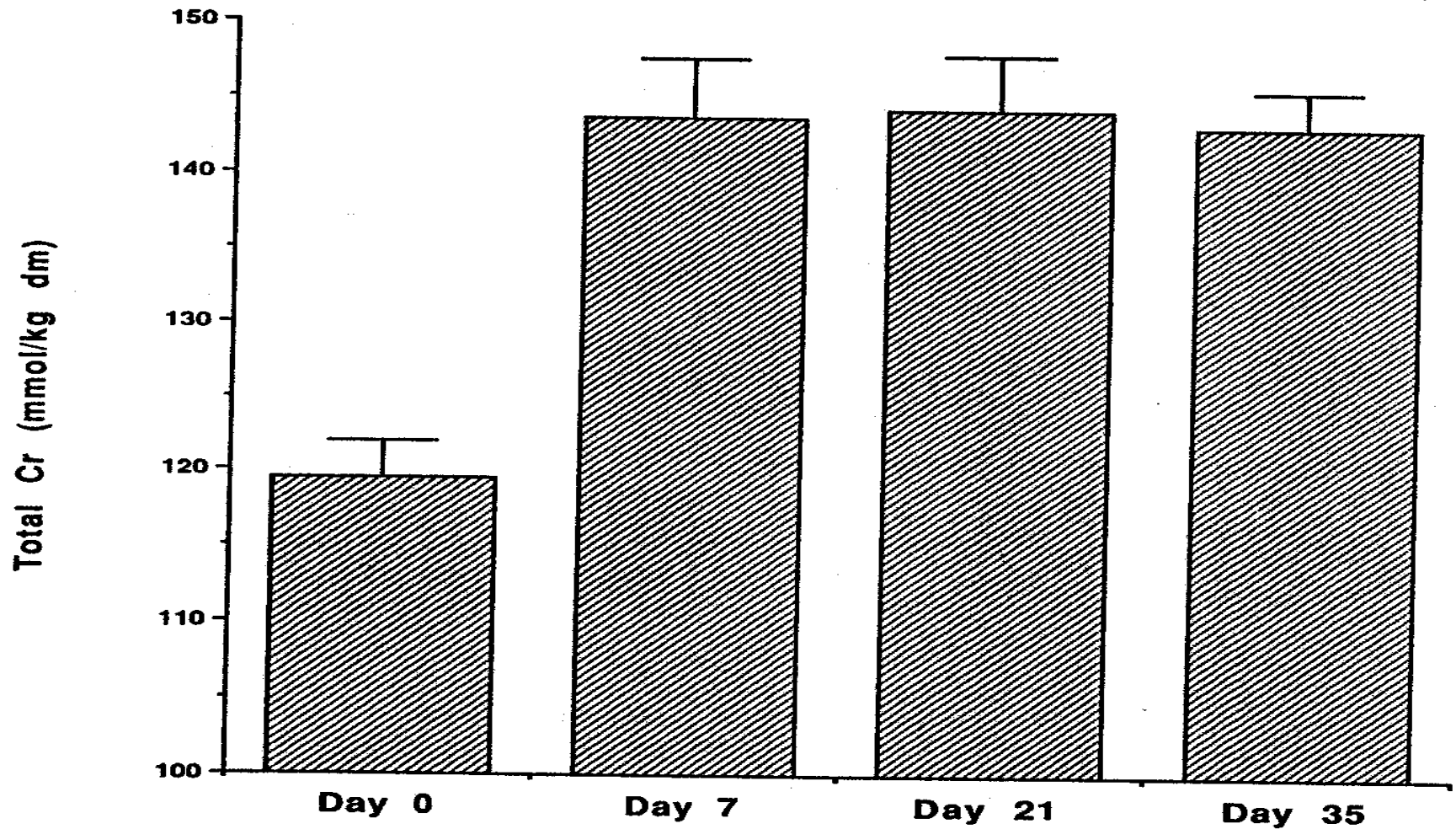


Figure 18.7 Muscle total creatine (Cr) concentration before and after 34 d of Cr ingestion. Creatine was ingested at a rate of $20 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ for the initial 6 d and at a rate of $2 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ thereafter. Values represent mean \pm SE.

Φάση αποχής

- Η σύνθεση της κρεατίνης γίνεται στο ήπαρ και το πάγκρεας.
- Μεταφορά με το αίμα στο μυ.
- Είσοδος στο μυ με υποδοχέα.
- Αυξημένη συγκέντρωση κρεατίνης στο μυ μειώνει τη δράση του υποδοχέα (κατιούσα ρύθμιση).
- Η φάση της αποχής διατηρεί τη δράση του υποδοχέα στο μέγιστο δυνατό ρυθμό λειτουργίας.

Η συμπληρωματική λήψη κρεατίνης δεν βελτιώνει την αερόβια απόδοση

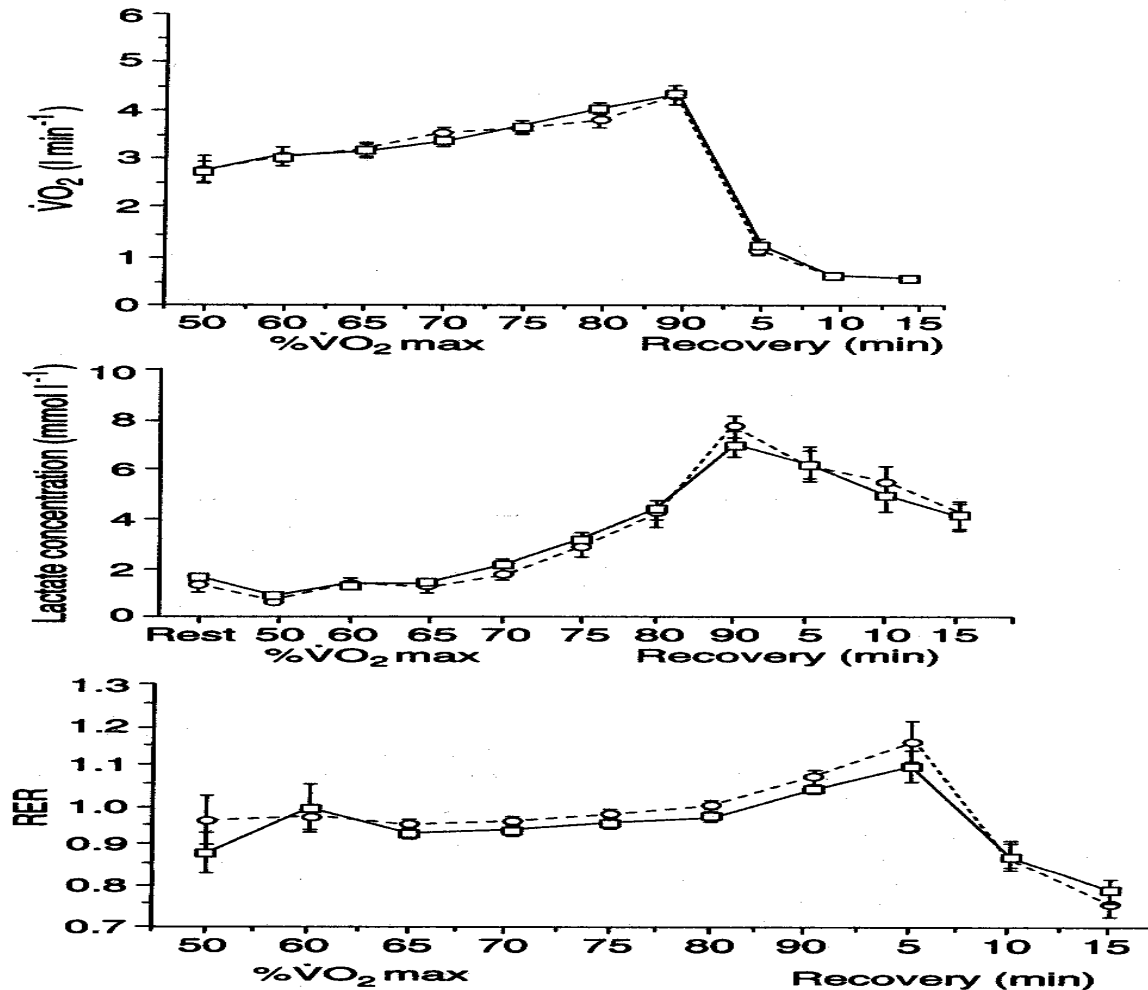


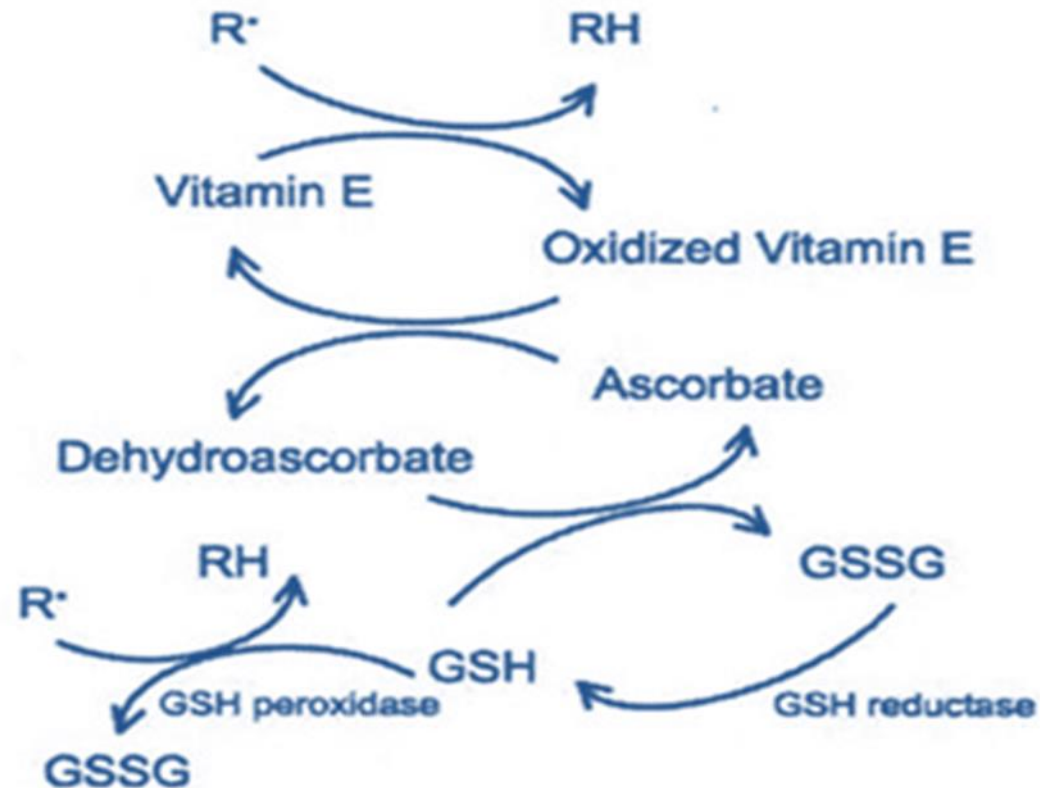
Figure 18.9 Oxygen consumption ($\dot{V}O_2$), blood lactate concentration, and respiratory exchange ratio (RER) during treadmill running and recovery before (circles) and after (squares) 5 d of Cr ingestion ($20 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$) in humans. Exercise was performed for 6 min at intensities equivalent to 50%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, and 90% of maximal oxygen consumption ($\dot{V}O_{2,\text{max}}$). Values represent mean \pm SE.

Κρεατίνη-Παρενέργειες

- Αύξηση του βάρους
- Κράμπες
- Αφυδάτωση
- Διάρροια
- Πονοκέφαλοι
- Μείωση της νεφρικής λειτουργίας

Πολυβιταμινούχο

- Διατροφική ανάλυση έδειξε πως αθλήτριες δεν προσλάμβαναν την απαιτούμενη ποσότητα σε βιταμίνες A και B.
- Η βιταμίνη E προστατεύει τα μυϊκά κύτταρα-αντιοξειδωτική.
- Η βιταμίνη C-αντιοξειδωτική. Λειτουργεί συνεργετικά με την βιταμίνη E και βοηθάει στα κρυολογήματα.

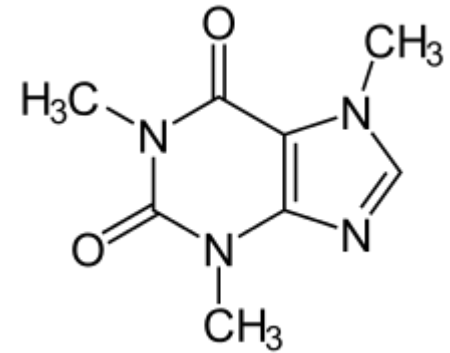


Πρωτεΐνη - Αμινοξέα

- 1.2 – 1.6 γραμμάρια ανά κιλό Σ.Β.
- Μπορεί να προσληφθεί από κανονική διατροφή.
- Ίσως να χρειάζεται κάποια ιδιαίτερη προσοχή στην περίοδο της προετοιμασίας.
- Γλουταμίνη-λοιμώξεις-σύνδρομο υπερπροπόνησης.

Καφεΐνη

- Διέγερση του ΚΝΣ
- Αυξημένη καρδιακή λειτουργία
- Αυξημένη διούρηση και αποβολή νατρίου
- Ενεργοποίηση της γλυκογονόλυσης και της λιπόλυσης
- Αυξημένη συσταλτικότητα των μυών (Ca^{++})



Καφεΐνη

- Υπάρχουν αρκετές έρευνες που δείχνουν ότι αυξάνει την απόδοση σε σύντομες μέγιστες προσπάθειες.
- Μπορεί να αυξήσει το χρόνο αντίδρασης.
- Αυξάνεται η συγκέντρωση των λιπαρών οξέων.
- Εξοικονομεί μυϊκό γλυκογόνο.

Καφεΐνη

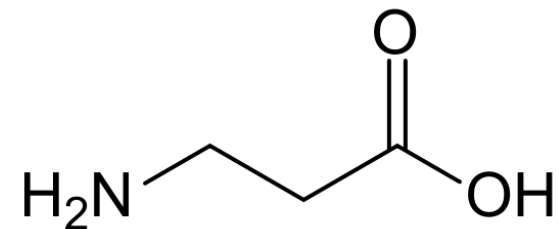
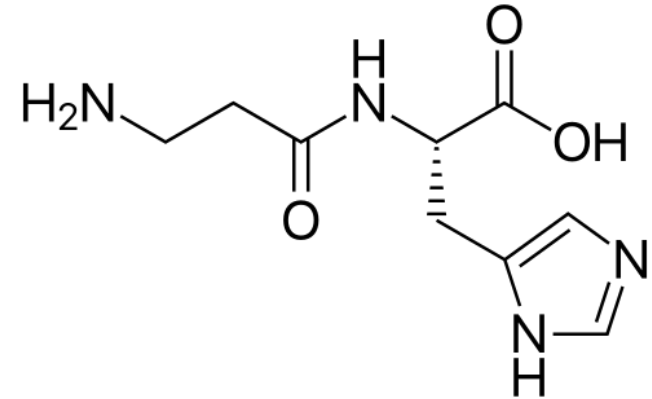
- Ευαισθησία του οργανισμού από τη λήψη
- Δόση: 3-15 mg/Kg. Εργογόνος δράση με 3-6 mg/Kg
- Μεγαλύτερη εργογόνο δράση όταν καταναλώνεται σε άνυδρη κατάσταση (π.χ. σε κάψουλες, ταμπλέτες, σκόνη) από ότι σε ρόφημα (πχ. καφέ)
- Χρόνος πρόσληψης: 1 ώρα πριν τον αγώνα
- Ντόπινγκ: 12 μg/mL (5 δυνατοί καφέδες ή 5 λίτρα κόκα κόλα)
- 2004 άρση περιορισμού

Καρνοσίνη – β-αλανίνη

- Η καρνοσίνη είναι ένα διπεπτίδιο που σχηματίζεται από τη συνένωση της ιστ
- Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα συστήματα ρύθμισης του φυσιολογικού pH στο εσωτερικό του κυττάρου συνεπικουρώντας τη δράση άλλων πεπτιδίων και φωσφορικών ριζώνιδίνης και της β-αλανίνης

Καρνοσίνη – β-αλανίνη

- Η συμπληρωματική χορήγηση β-αλανίνης έχει σημαντική εργογόνο επίδραση σε υψηλής έντασης άσκηση και όπου η διάρκεια της άσκησης είναι μεταξύ 1-4 λεπτών.
- Οι δοκιμασίες και οι μετρήσεις ασκήσεων απόδοσης, καθώς και η άσκηση διάρκειας μικρότερης των 60 sec δεν παρουσιάζουν βελτίωση από τη χορήγηση β-αλανίνης.
- Ο πιο πιθανός μηχανισμός εξήγησης της θετικής επίδρασης είναι μέσω αύξησης του ενδοκυτταρικού PH ως αποτέλεσμα των αυξημένων επιπέδων καρνοσίνης στο μυ.



- Four weeks of beta-alanine supplementation (4–6 g daily) significantly augments muscle carnosine concentrations, thereby acting as an intracellular pH buffer.
- Beta-alanine supplementation currently appears to be safe in healthy populations at recommended doses.
- The only reported side effect is paraesthesia (i.e., tingling) but studies indicate this can be attenuated by using divided lower doses (1.6 g) or using a sustained-release formula.
- Daily supplementation with 4 to 6 g of beta-alanine for at least 2 to 4 weeks has been shown to improve exercise performance, with more pronounced effects in open end-point tasks/time trials lasting 1 to 4 min in duration.
- Beta-alanine attenuates neuromuscular fatigue, particularly in older subjects, and preliminary evidence indicates that beta-alanine may improve tactical performance.
- Combining beta-alanine with other single or multiingredient supplements may be advantageous when the dose of beta-alanine is sufficient (i.e., 4–6g daily) and the treatment duration is at least 4 weeks.
- More research is needed to determine the effects of beta-alanine on strength, endurance performance beyond 25 min in duration, and other health-related benefits associated with carnosine.

Άσκηση και πρωτεΐνη

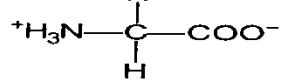
Θανάσης Τζιαμούρτας, Ph.D.
Καθηγητής Βιοχημείας της Άσκησης

Σύνοψη

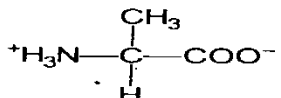
- Γενικές γνώσεις
- Πρόσληψη – Διάσπαση – Μεταφορά – Απορρόφηση αμινοξέων
- Άσκηση με αντιστάσεις και πρωτεΐνη
- Είδος πρωτεΐνης και μεταγωνιστικό γεύμα
- Αρνητικό ισοζύγιο θερμίδων και πρωτεΐνη
- Πρωτεΐνη και μυϊκή βλάβη
- Τραυματισμοί και πρόσληψη πρωτεΐνης

Πρωτεϊνικά συμπληρώματα και μυϊκή μάζα

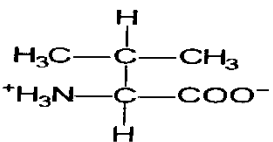
- Πρόσληψη πρωτεΐνης (ποσότητα και timing)
- Διάσπαση πρωτεΐνης σε ολιγοπεπτίδια και αμινοξέα (περιβάλλον Γαστρεντερικού συστήματος)
- Απορρόφηση αμινοξέων (περιβάλλον Γαστρεντερικού συστήματος)
- Μεταφορά αμινοξέων στο αίμα
- Μετακίνηση αμινοξέων στο μυ (μεταφορέας AA)
- Δημιουργία πρωτεΐνης (ερέθισμα και μεταβολισμός)



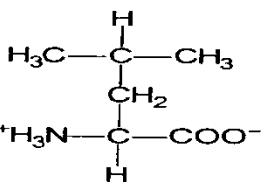
1. Γλυκίνη



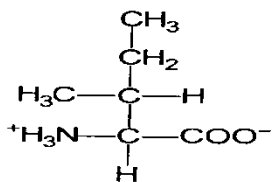
2. Αλανίνη



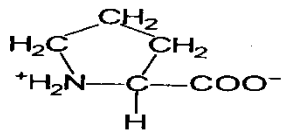
3.



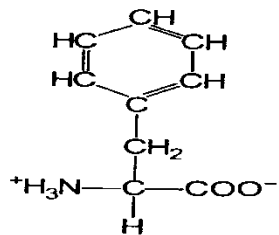
4. Λευκίνη



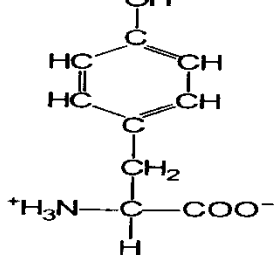
5. Ισολευκίνη



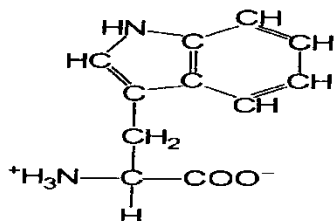
6. Προλίνη



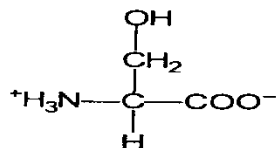
7. Φαινυλαλανίνη



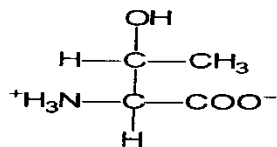
8. Τυροσίνη



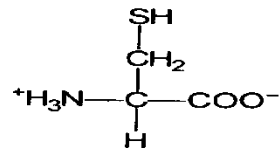
9. Τρυπτοφάνη



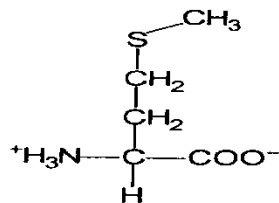
10. Σερίνη



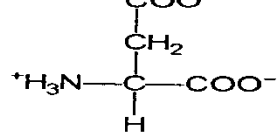
11. Θρεονίνη



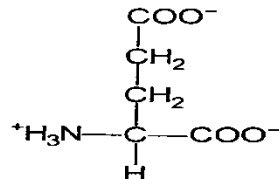
12. Κυστεΐνη



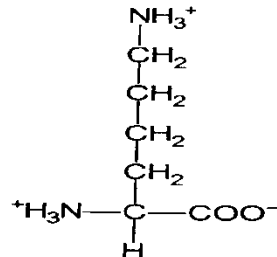
13. Μεθειονίνη



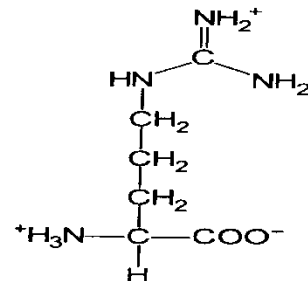
14. Ασπαρτικό οξύ



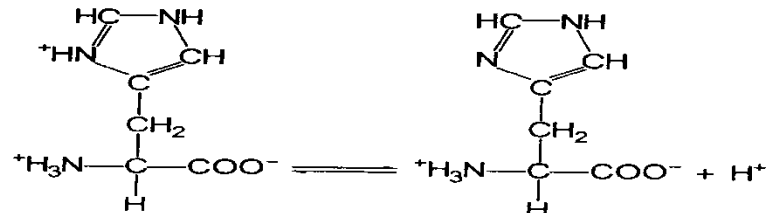
15. Γλουταμικό οξύ



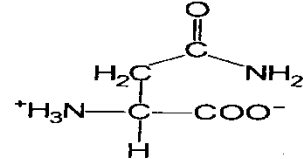
16. Λυσίνη



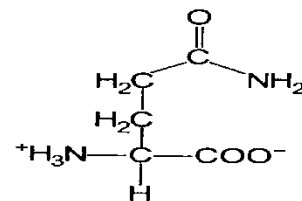
17. Αργινίνη



18. Ιστιδίνη



19. Ασπαραγίνη



20. Γλουταμίνη

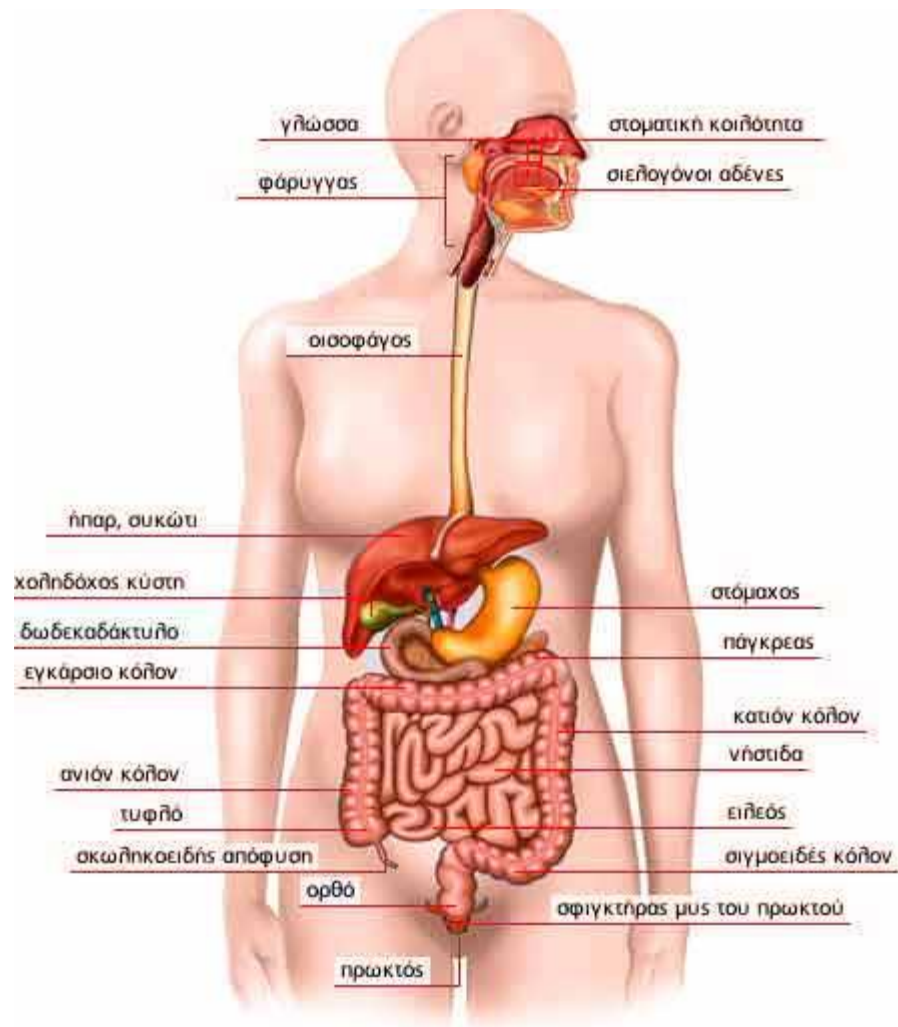
Απαραίτητα Αμινοξέα

- Αμινοξέα τα οποία δεν μπορεί να δημιουργήσει ο οργανισμός και πρέπει να ληφθούν διαμέσου της τροφής.
- Μεθειονίνη, λυσίνη, θρεονίνη, βαλίνη, λευκίνη, τρυπτοφάνη, ιστιδίνη, φαινυλαλανίνη, ισολευκίνη

Απαραίτητα αμινοξέα	Μη απαραίτητα αμινοξέα
Ιστιδίνη	Αλανίνη
Ισολευκίνη	Αργινίνη
Λευκίνη	Ασπαραγίνη
Λυσίνη	Ασπαραγινικό οξύ
Μεθειονίνη	Κυστεΐνη
Φαινυλαλανίνη	Γλουταμινικό οξύ
Θρεονίνη	Γλουταμίνη
Τρυπτοφάνη	Γλυκίνη
Βαλίνη	Προλίνη
	Σερίνη
	Τυροσίνη

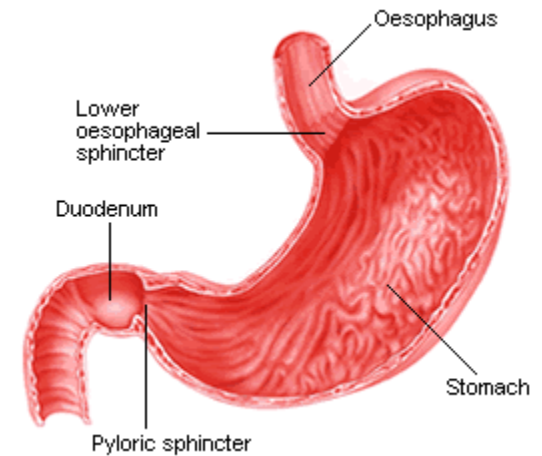
Πίνακας Ι

Γαστρεντερικό σύστημα



Από το στόμα στον μυ: ποια είναι η πορεία;

- Η διάσπαση της πρωτεΐνης διατροφής ξεκινά από το στομάχι (πεψίνη) → πολυπεπτίδια



Δωδεκαδάκτυλο

- Η διάσπαση συνεχίζεται στο λεπτό έντερο από πρωτεολυτικά ένζυμα που προέρχονται από το πάγκρεας

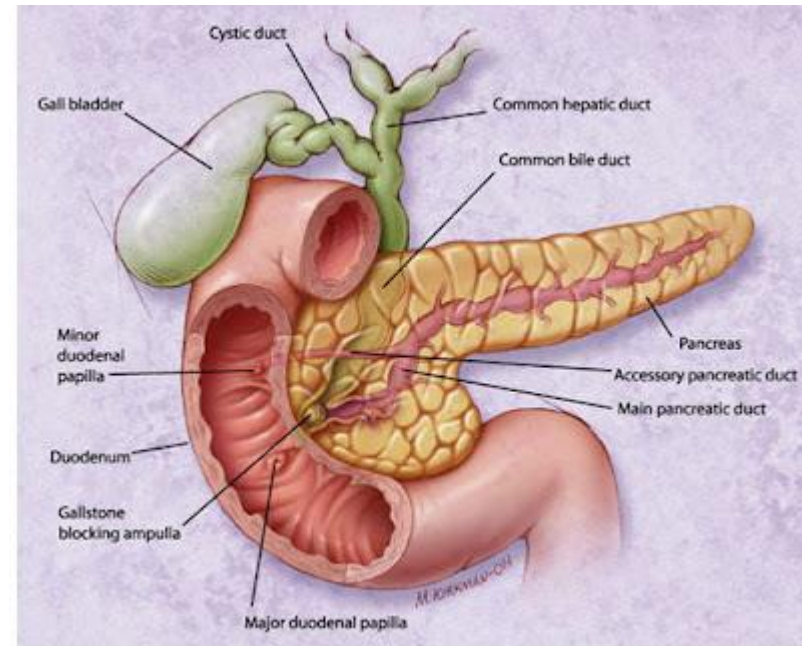
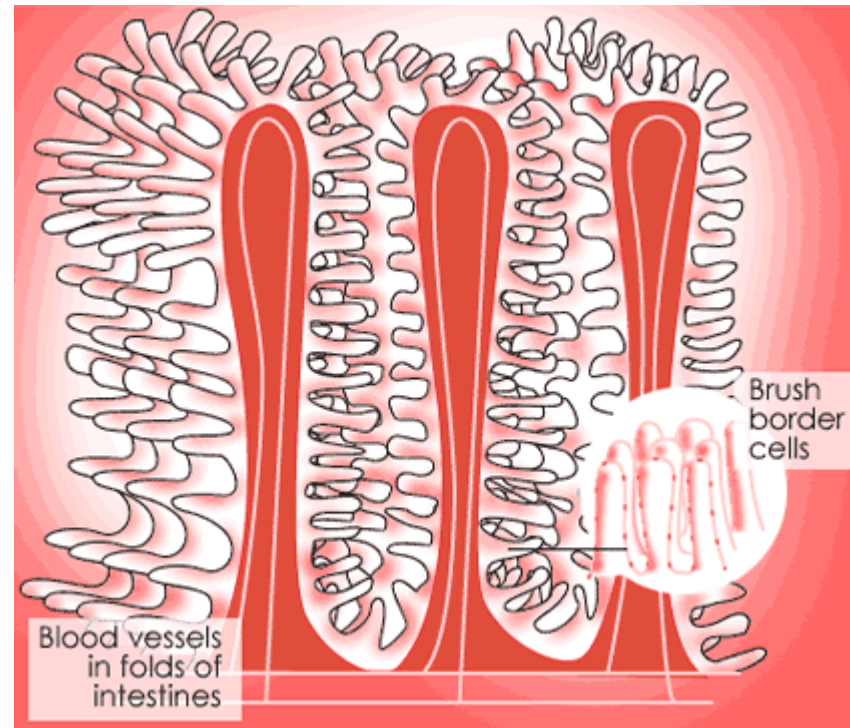


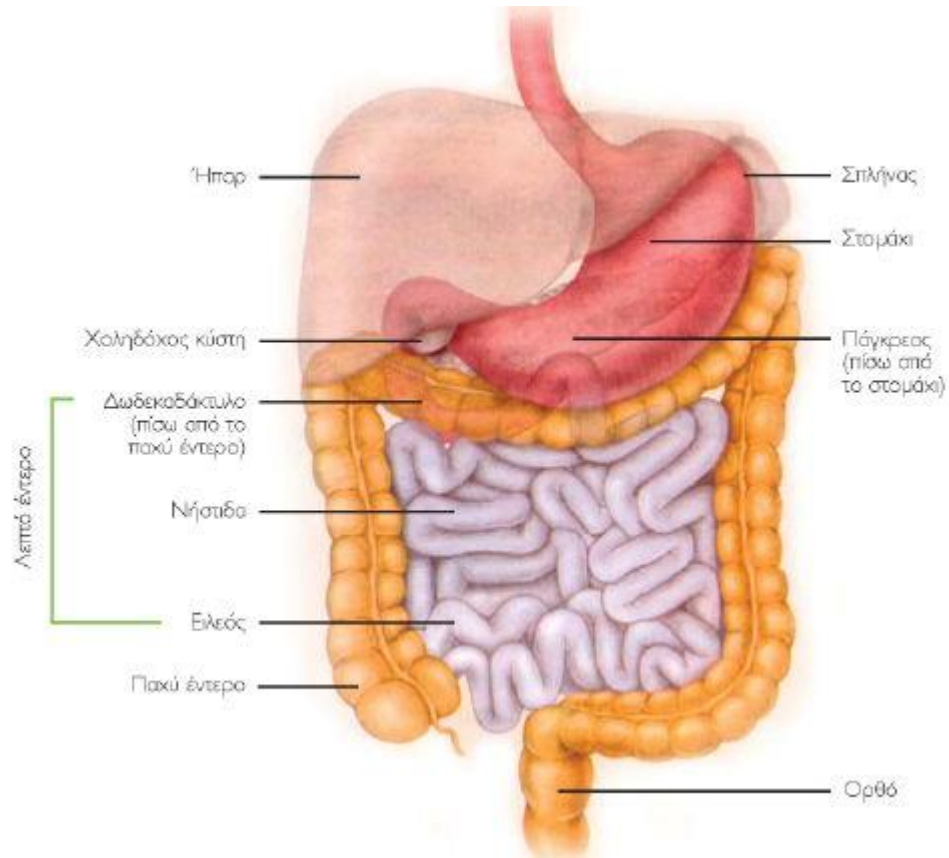
Illustration by Myriam Kirkman-Oh

Νήστιδα

- Πεπτιδάσες των εντερικών κυττάρων και της brush border μεμβράνης.
- Μεγάλη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων



Ειλεός

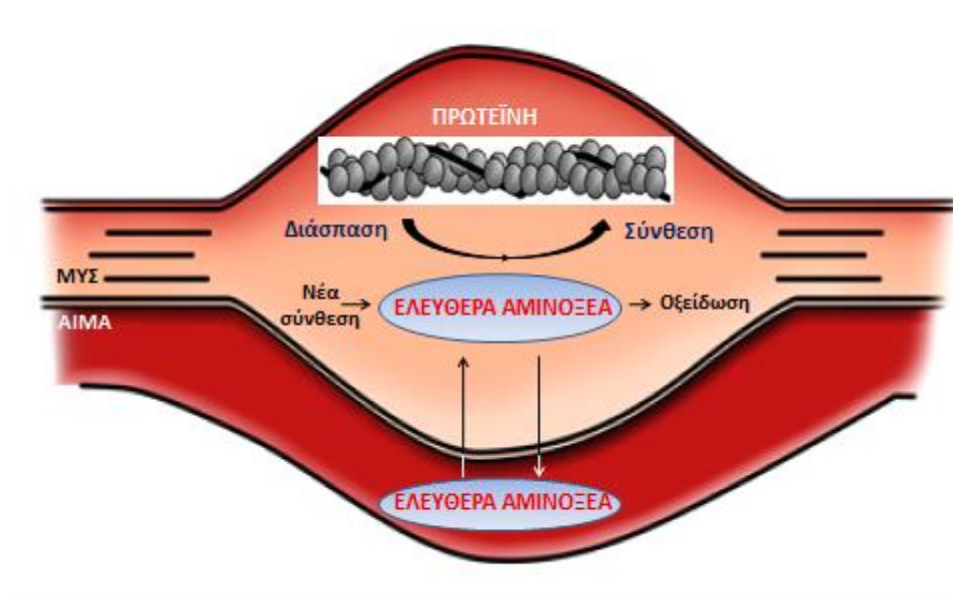


Μεταφορά αμινοξέων στο αίμα

- Από τη στιγμή που τα ΑΑ μπουν στην πυλαία κυκλοφορία, το ήπαρ και μυς \longrightarrow διάσπαση της επιπλέον ποσότητας ΑΑ.
- Το ήπαρ είναι υπεύθυνο για την διάσπαση των περισσότερων απαραίτητων ΑΑ εκτός των ΑΔΠΑ που διασπώνται στο μυ.
- Μετά από την κατανάλωση ενός γεύματος είναι αυξημένη η σύνθεση αλβουμίνης και πρωτεΐνης η οποία μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και τη νύχτα.

Μεταφορά αμινοξέων από το αίμα στο μυ

Δείτε τη γεωγραφία του πρωτεϊνικού μεταβολισμού στον μυ



Απαραίτητα αμινοξέα και μεταφορέας αμινοξέων στο μυ

Η αύξηση της παροχής των απαραίτητων αμινοξέων αυξάνει την έκφραση των μεταφορέων αμινοξέων στο σκελετικό μυ

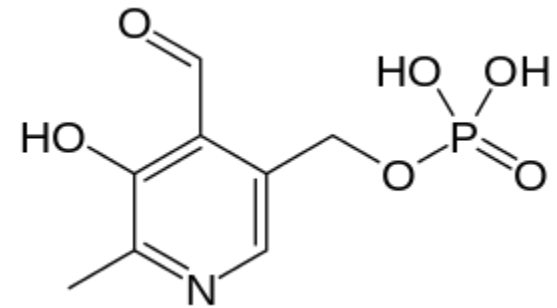
Η έκφραση των μεταφορέων αμινοξέων στο σκελετικό μυ αυξάνεται με την προπόνηση αντιστάσεων

- Ο σχετικός ρυθμός απορρόφησης των αμινοξέων είναι ο ακόλουθος:
- ΑΔΠΑ + μεθειονίνη > απαραίτητα AA > μη-απαραίτητα AA > γλουταμικό οξύ + ασπαρτικό οξύ
- Η διαδικασία της απορρόφησης απαιτεί ενέργεια. Αυτή η διαδικασία παρουσιάζεται αυξημένη σε περιπτώσεις ασθένειας και στην αναπτυξιακή ηλικία

- Υπολογίζεται ότι περίπου 2% της ποσότητας της πρωτεΐνης που βρίσκεται στο ανθρώπινο σώμα (40% στους μύες) διασπάται και ανασυντίθεται ημερησίως.
- Από αυτή την ποσότητα μόνο το 1/6 των ΑΑ πρέπει να προέλθει από τη διατροφή.
- Ένζυμα του πεπτικού σωλήνα.

Ο ρόλος της vit B6 στο μεταβολισμό της πρωτεΐνης

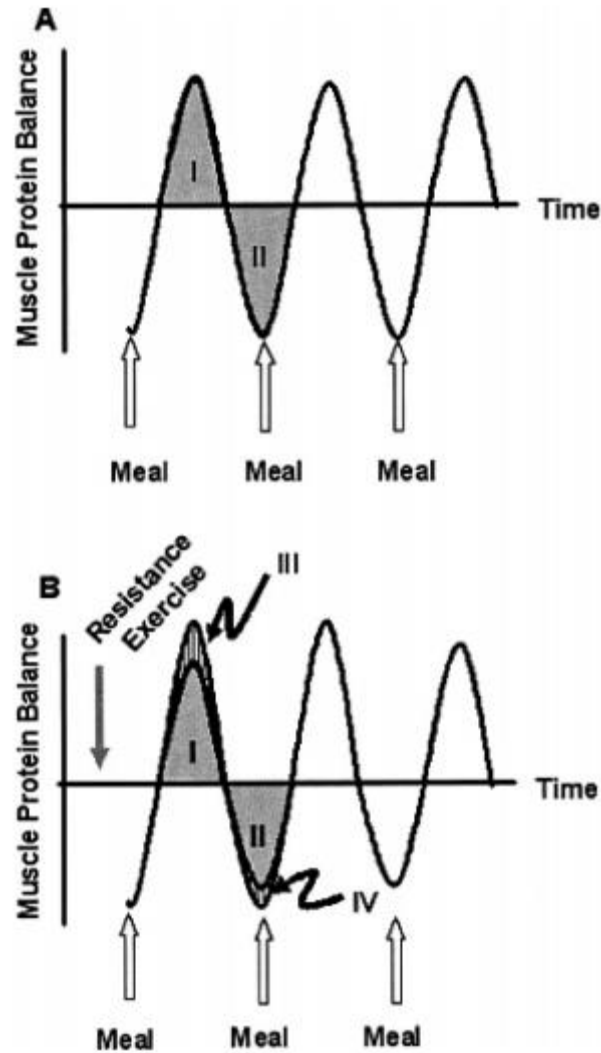
- Η πυριδοξίνη εμπλέκεται κυρίως στον καταβολισμό των αμινοξέων αφού λειτουργεί σαν συνένζυμο στην διαδικασία της τρανσαμίνωσης.
- Τα άτομα τα οποία καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης πιστεύεται ότι πρέπει να προσλαμβάνουν και μεγάλες ποσότητες vit B6.
- US RDA: 0.02 mg B6/γρ πρωτεΐνης
- Εμφάνιση ομοκυστεΐνης στα ούρα μπορεί να αποτελεί ένδειξη για έλλειψη πυριδοξίνης.



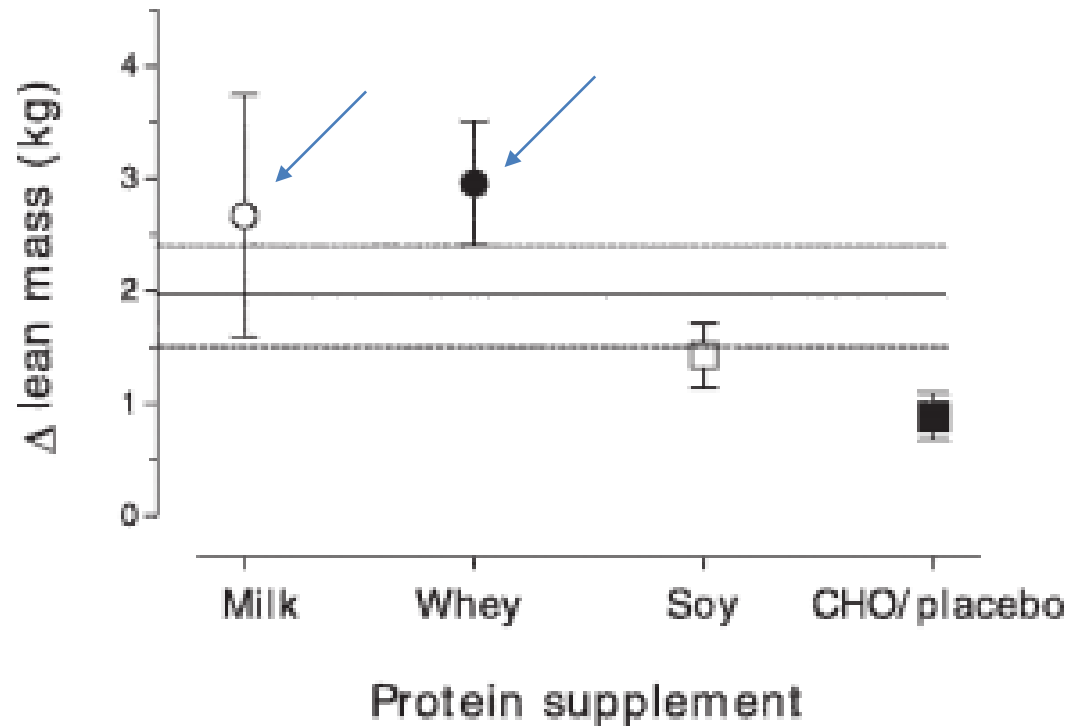
ΑΔΠΑ

- Μετά την κατανάλωση ενός γεύματος το ήπαρ δεσμεύει μεγάλη ποσότητα ΑΑ για να μην αυξηθεί κατά πολύ η ποσότητα αζώτου στο αίμα (+20% μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε πρωτεΐνη).
- Μεγάλη ποσότητα ΑΔΠΑ φεύγουν από το ήπαρ επειδή αυτό δεν διαθέτει τρανσαμινάσες ΑΔΠΑ (καρδιά, μύες, εγκέφαλος, νεφρά).
- 50-90% των αμινοξέων που προσλαμβάνονται από το μυ μετά από ένα γεύμα είναι ΑΔΠΑ.

Άσκηση με αντιστάσεις και πρωτεΐνη



Είδος πρωτεΐνης και μεταβολές στη μυϊκή μάζα



Παίζει ρόλο η διαίτα στη σύνθεση μυϊκής μάζας;

- Σε περιόδους (3-6 εβδομάδες) που η μείωση του ΣΒ είναι ο στόχος και επικρατεί αρνητικό ισοζύγιο θερμίδων (500 θερμίδες) αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης (1.5 -2.5 g/kg/ΣΒ) μπορεί να διατηρήσει την άλιπη σωματική μάζα (Phillips 2006).
- Σε περιόδους (1 εβδομάδα) που η μείωση του ΣΒ είναι ο στόχος και επικρατεί αρνητικό ισοζύγιο θερμίδων (40%) αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης (2.3 g/kg/ΣΒ) μπορεί να διατηρήσει την άλιπη σωματική μάζα και να μειώσει το σωματικό λίπος (1.5 Kg) (Mettler 2010).

Μεταγωνιστικό γεύμα και πρωτεΐνη

- Ενυδάτωση
- Αναπλήρωση υδατανθράκων
- Αναπλήρωση/αποκατάσταση «κατεστραμμένων πρωτεϊνών»
- Αναδιαμόρφωση συστατών πρωτεϊνών

Μεταγωνιστικό γεύμα και πρωτεΐνη

- Τροφή σε υγρή μορφή
 - Γάλα
 - Σοκολατούχο γάλα
 - Γάλα με άλλη γεύση



Τροφή σε υγρή μορφή

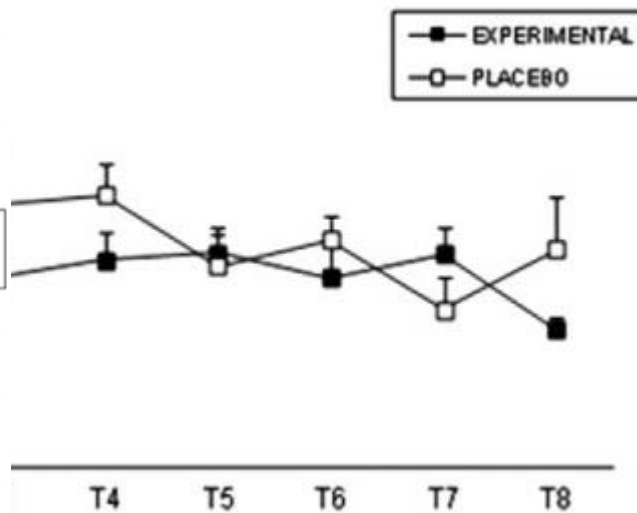
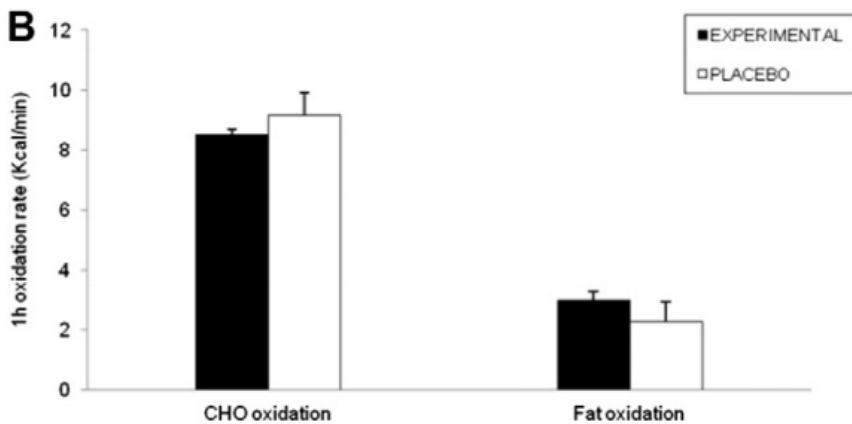
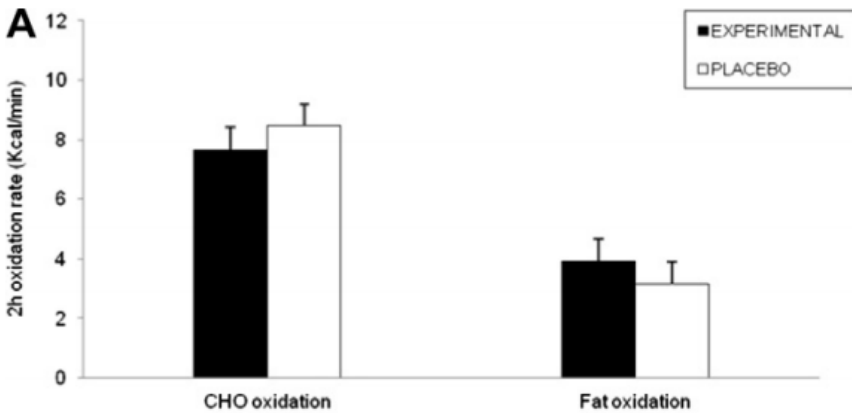
- Συνδυασμός υδατανθράκων και πρωτεΐνης που μπορεί να αυξήσει την άλιπη σωματική μάζα (Phillips 2009)
- Ίδια ή καλύτερη ενυδάτωση σε σχέση με το νερό ή τα ισοτονικά υγρά (Shirreffs 2007; Watson 2008)
- Βελτίωση απόδοσης σε επικείμενη άσκηση (Karp 2006; Thomas 2009)

Τροφή σε στερεά μορφή

- Κέικ με $\sim 3.5:1$ αναλογία υδατανθράκων:πρωτεΐνη
- Πρωτεΐνη τυρογάλακτος



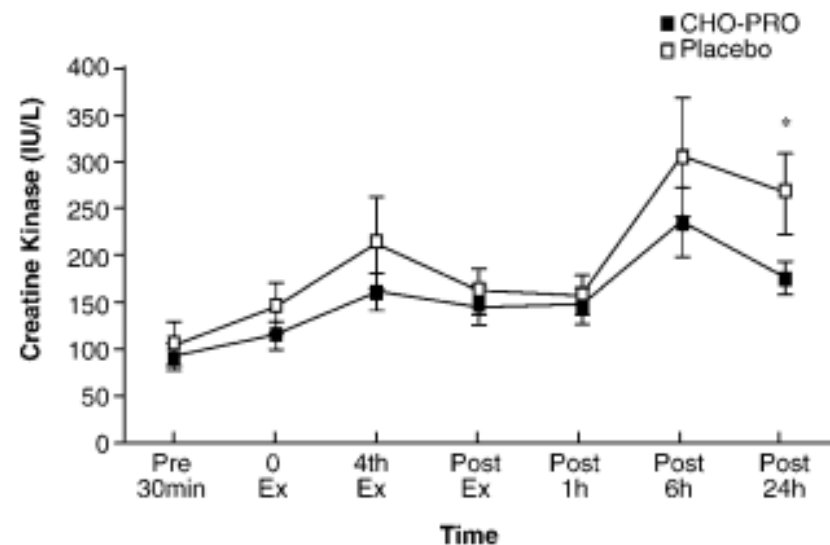
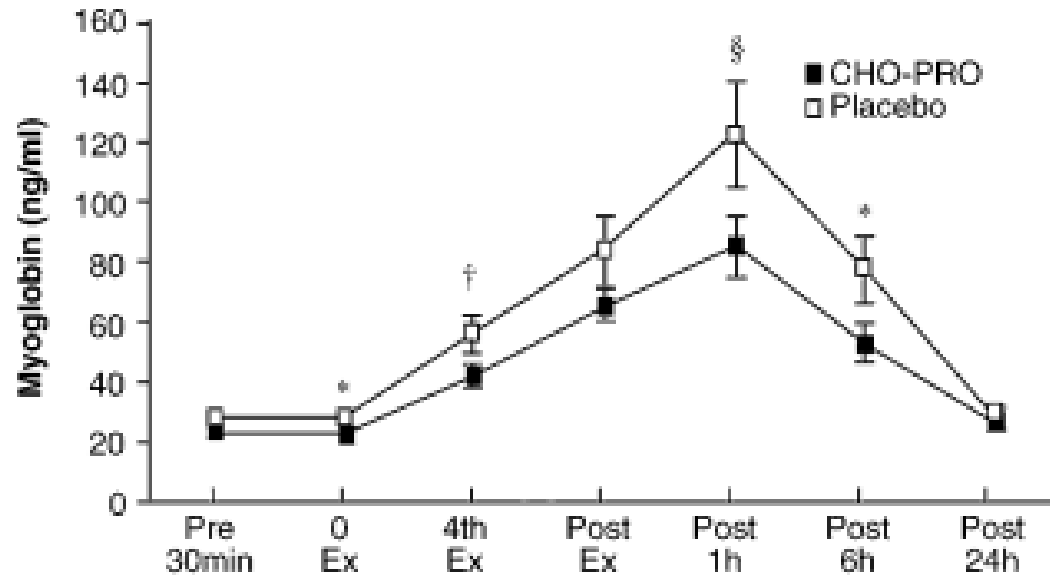
Τροφή σε στερεά μορφή



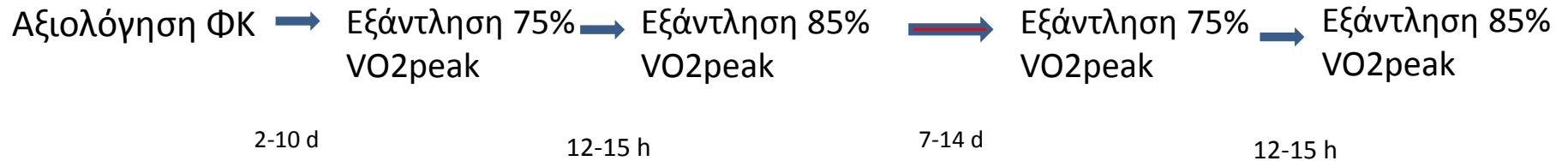
Αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης και αρνητικό ισοζύγιο θερμίδων

- Εάν αυξηθεί η πρόσληψη πρωτεΐνης τότε η πρόσληψη σε υδατάνθρακες ή λίπος θα μειωθεί οδηγώντας σε αρνητικό ισοζύγιο θερμίδων
- Η δημιουργία και διάσπαση της πρωτεΐνης απαιτεί ενέργεια
- Αρνητικό ισοζύγιο θερμίδων, ακόμα και με αυξημένη πρόσληψη πρωτεΐνης πολύ πιθανόν να μην οδηγήσει σε αύξηση της μυϊκής μάζας
- Η ΜΥΙΚΗ ΥΠΕΡΤΡΟΦΙΑ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΚΕΤΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πρωτεΐνη και μυϊκή βλάβη (4:1)



Πρωτεΐνη και μυϊκή βλάβη (4:1)



Πρωτεΐνη και μυϊκή βλάβη (4:1)

