

Διατροφικά Συμπληρώματα

Θανάσης Ζ. Τζιαμούρτας, Ph.D.

Διατροφικό Συμπλήρωμα

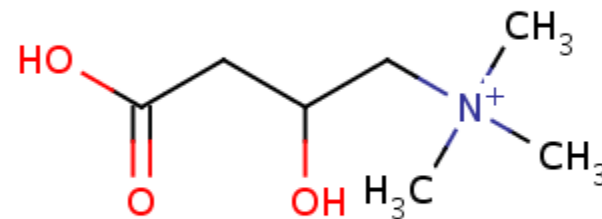
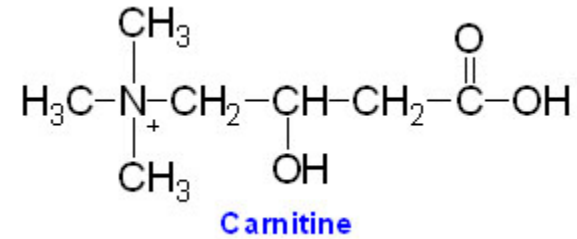
- Ουσία η οποία προσλαμβάνεται με σκοπό:
 - την αύξηση της απόδοσης
 - την γρήγορη αποκατάσταση από άσκηση
 - Την αποκατάσταση ενός προβλήματος υγείας
 - Την πρόληψη εμφάνισης κάποιου προβλήματος που σχετίζεται με την άσκηση

Κύρια Διατροφικά συμπληρώματα

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

Καρνιτίνη

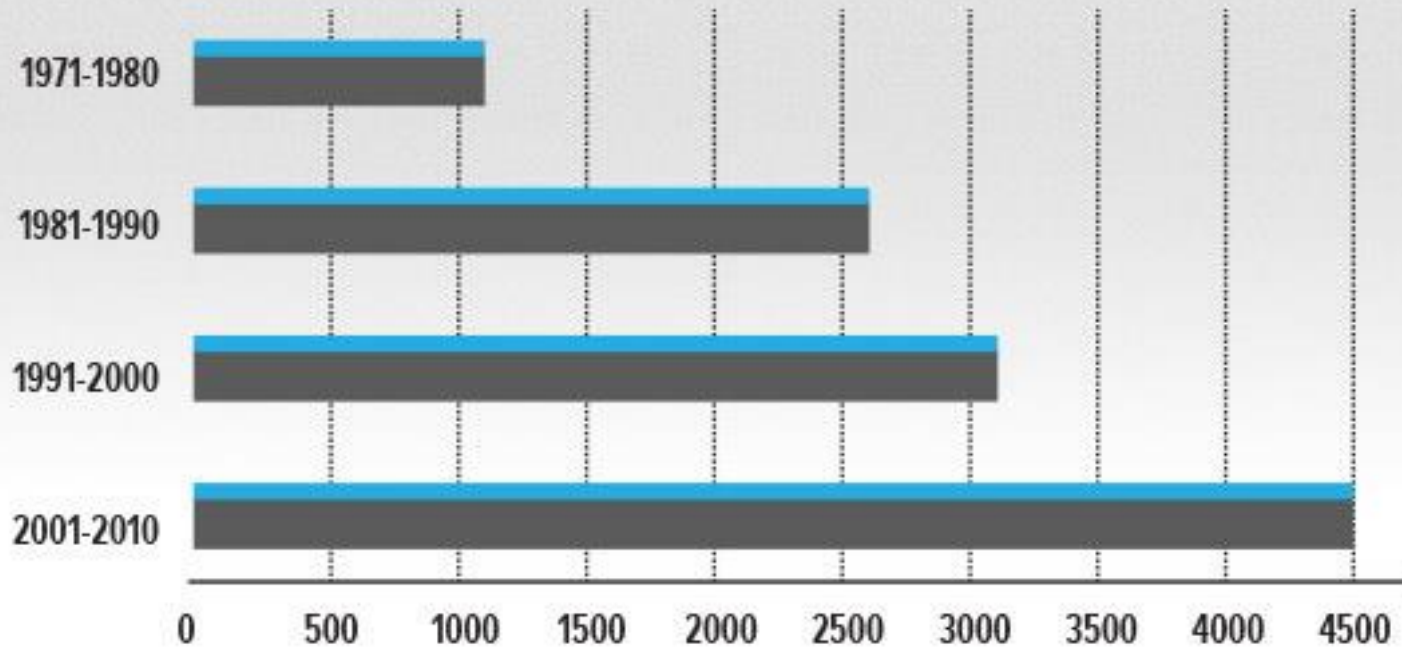
- Ενδογενής ουσία η οποία είναι πάρα πολύ σημαντική για το μεταβολισμό των λιπιδίων
- Πιστεύεται πως η συμπληρωματική της λήψη οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης



Γιατί;

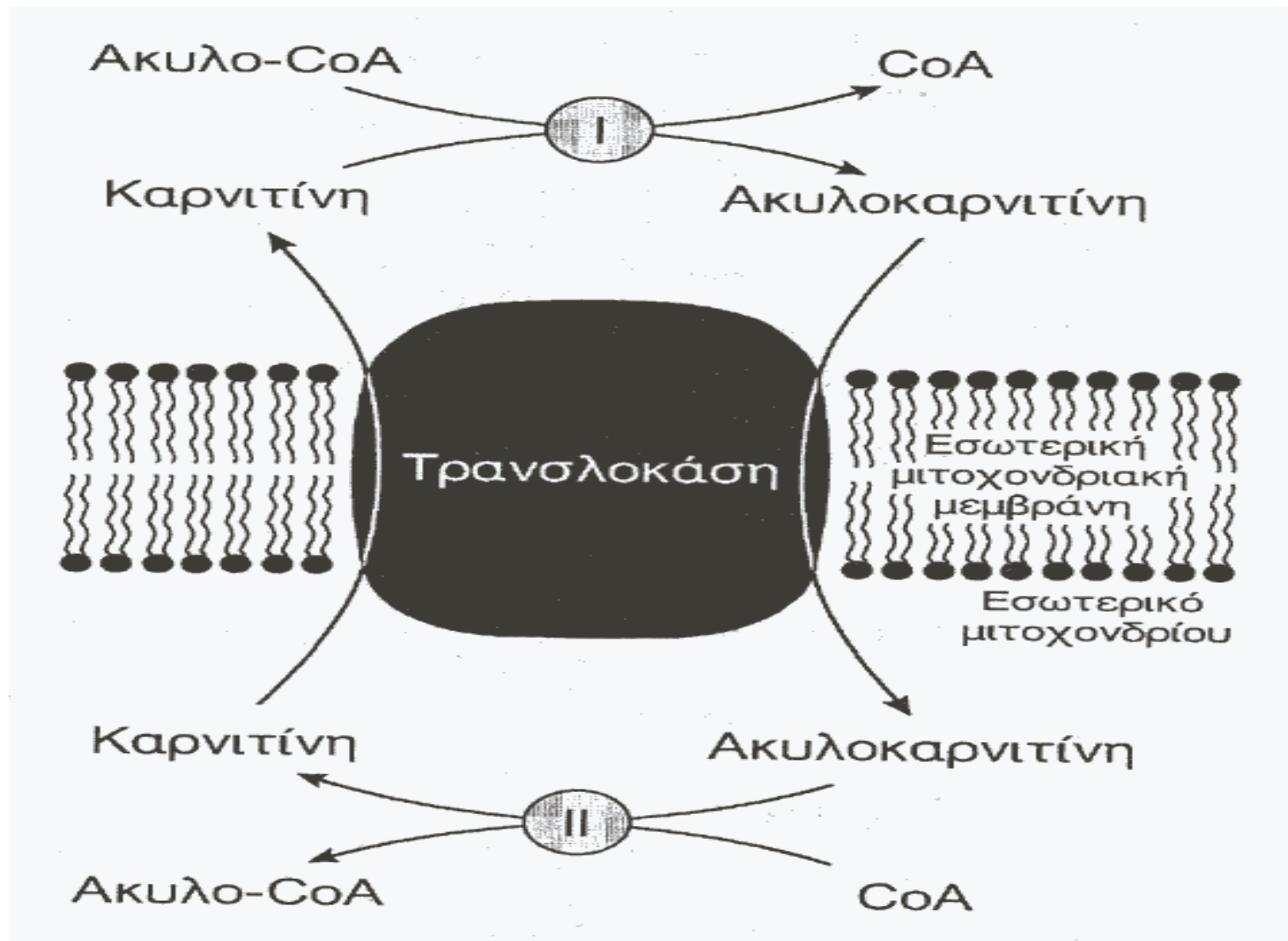
- Αυξάνει την οξείδωση λιπαρών οξέων του μυός
- Μεταβάλλει την ομοιοστασία της γλυκόζης
- Αυξάνει την παραγωγή ακυλοκαρνιτίνης
- Τροποποιεί τις προπονητικές προσαρμογές
- Αυξάνει τα επίπεδα αντίστασης στην κόπωση

NUMBER OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON L-CARNITINE



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

Καρνιτίνη και καύση λιπών



Καρνιτίνη

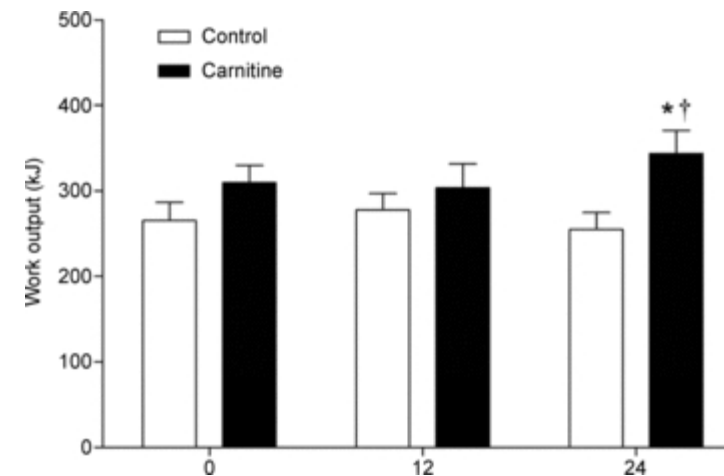
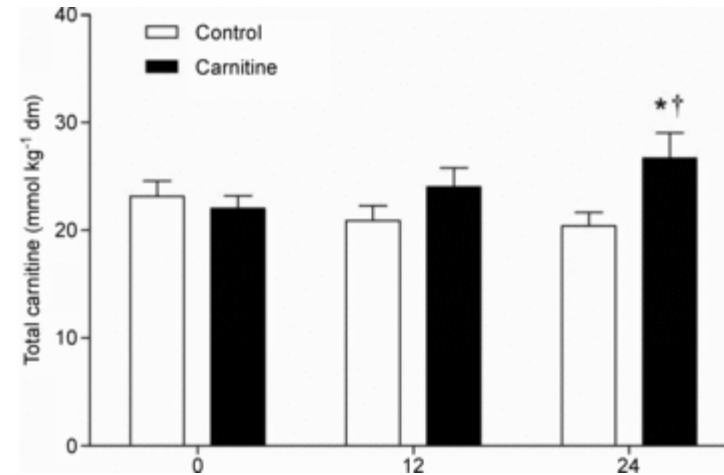
- Η βιοδιαθεσιμότητα της καρνιτίνης είναι 5-15% όταν λαμβάνεται από το στόμα και υπάρχει μεγάλη απώλεια στα ούρα.
- Μεγάλες δόσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Προσοχή στο σκεύασμα. Σε έρευνα 12 προϊόντων καρνιτίνης βρέθηκε πως η μέση περιεκτικότητα σε καρνιτίνη αντιστοιχούσε στο 52% του αναγραφόμενου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

Ομοιοστασία της καρνιτίνης και άσκηση

- Χαμηλής έντασης άσκηση (60 λεπτά, 70% $VO_2\max$), 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.).



Breakthroughs in muscle metabolism data collection

- Two methodological developments:
 1. Muscle biopsy
 2. Wingate

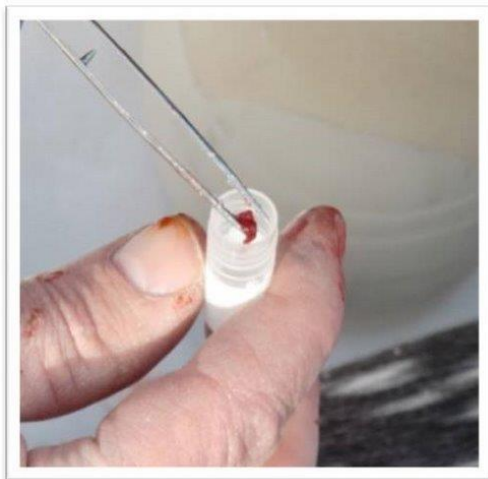


Table 19.3 Muscle Metabolites at Rest and After 10 and 20 s of Cycle Ergometer Sprinting

	Rest	10 s	20 s
Glycogen	403.8 ± 20.1	357.4 ± 18.6	329.7 ± 21.4 ^b
PCr	80.7 ± 3.2	36.1 ± 3.0	21.4 ± 2.2 ^a
ATP	25.6 ± 0.7	20.2 ± 1.3	19.8 ± 1.4
HMP	1.5 ± 0.1	21.2 ± 2.3	29.0 ± 1.7 ^a
*Pi	2.9	14.8 ± 1.8	17.4 ± 2.0
Lactate	4.5 ± 0.4	51.0 ± 4.6	81.7 ± 4.7 ^a

mmol · kg⁻¹ dry muscle; *n* = 8 males; mean ± *SE*. Data from Bogdanis et al. 1994.

^a*p* < .01, ^b*p* < .05 different from 10 s sprint

*calculated inorganic phosphate (mmol · L⁻¹ muscle water)

Table 19.4 Muscle Metabolites Before and After Two 30-s Sprints Separated by 4 min of Passive Recovery

	Rest	Post-sprint 1	Pre-sprint 2	Post-sprint 2
Glycogen	320.7 ± 14.9	218.4 ± 19.5 ^a	240.5 ± 23.9 ^a	184.0 ± 15.8 ^{a, d}
PCr	76.5 ± 4.3	13.5 ± 1.4 ^a	56.6 ± 1.4 ^{a, b}	9.4 ± 2.4 ^{a, c}
ATP	27.3 ± 0.8	20.7 ± 1.3 ^a	22.2 ± 1.0 ^a	20.8 ± 1.2 ^a
G6P	1.4 ± 0.1	26.3 ± 1.7 ^a	14.2 ± 0.7 ^{a, b}	22.3 ± 1.3 ^{a, b, c}
Lactate	5.6 ± 0.9	106.1 ± 4.5 ^a	72.8 ± 5.5 ^{a, b}	130.5 ± 4.9 ^{a, b, c}

mmol · kg⁻¹ dry muscle; *n* = 8 males, mean ± SE. Data from Bogdanis et al. (9).

^a*p* < .01 from rest; ^b*p* < .01 from post-sprint 1; ^c*p* < .01 from pre-sprint 2; ^d*p* < .05 from pre-sprint 2.

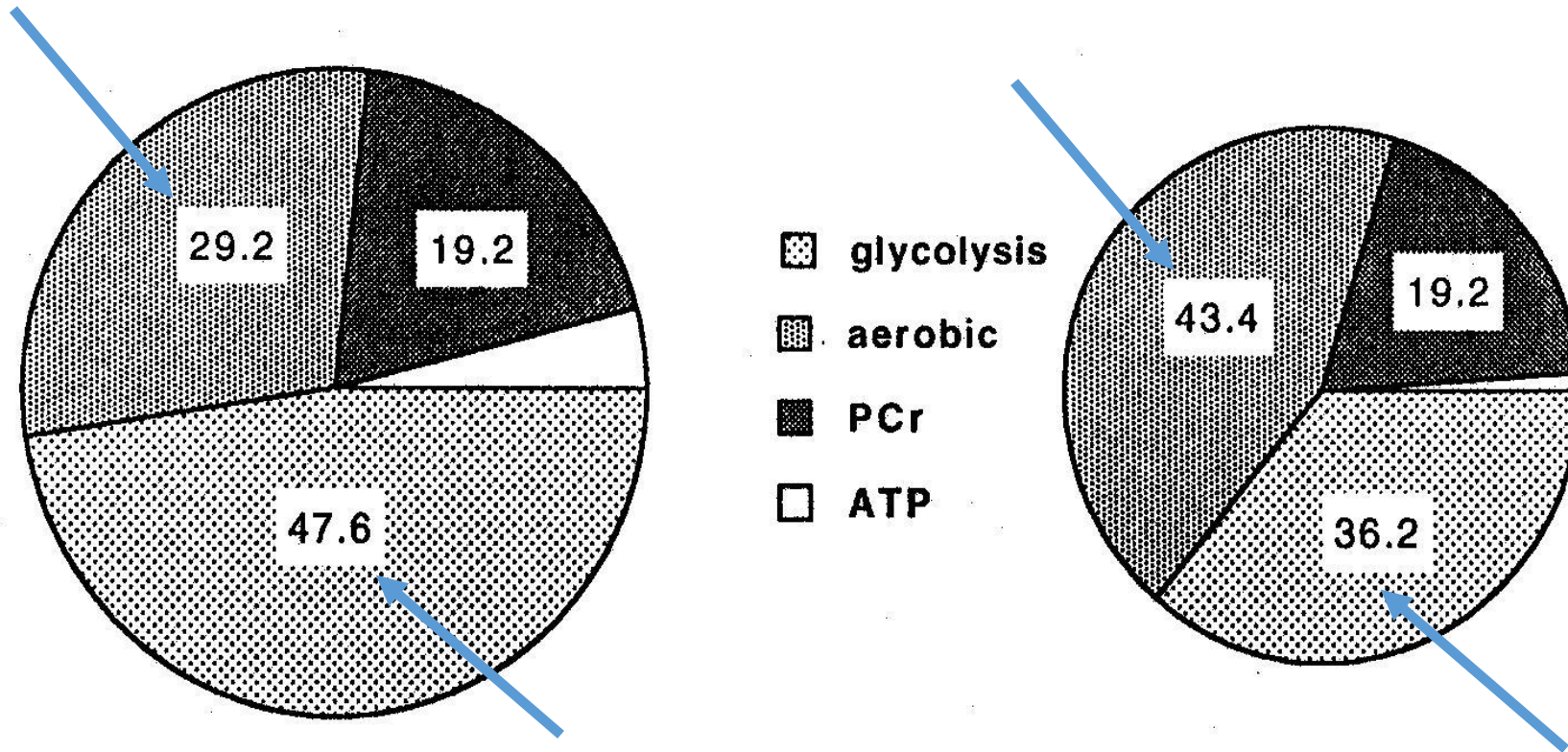
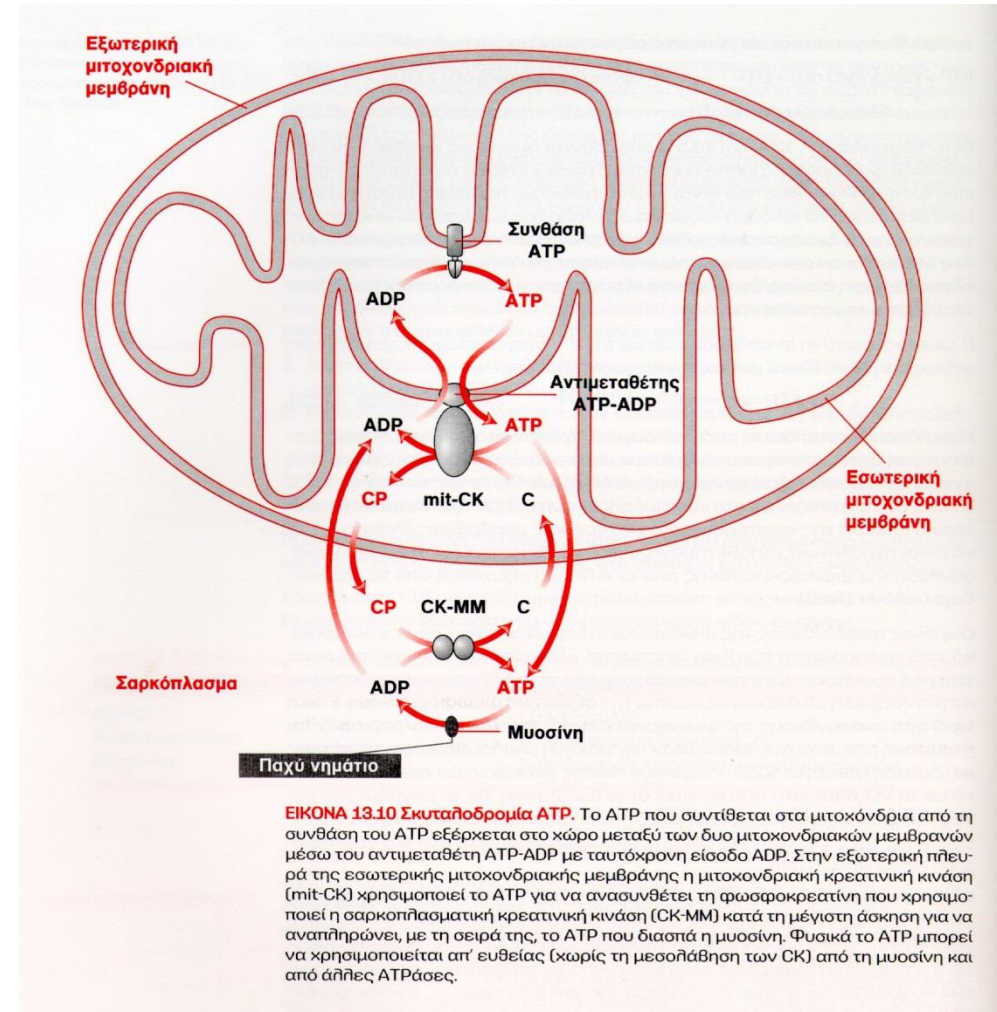


Figure 19.4 Estimated total ATP utilization from aerobic and anaerobic metabolism during two maximal 30-s sprints separated by 4 min of passive recovery ($n = 8$ males, see text for assumptions).

Data from Bogdanis et al. 1994 (10).

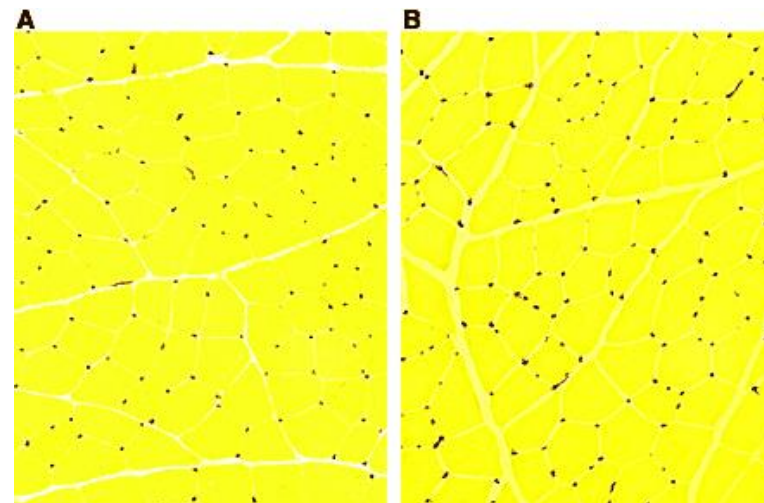
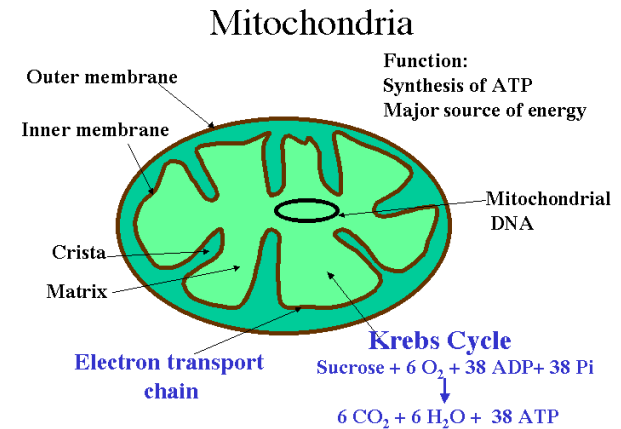
Επανασύνθεση PC

- Η επανασύνθεση της PC γίνεται διαμέσου της μιτοχονδριακής CK (*mit CK*)
- $C + ATP \rightleftharpoons CP + ADP + H$
- Βρίσκεται στην εσωτερική μιτοχονδριακή μεμβράνη
- Άμεση ανασύνθεση από το ATP που εξέρχεται από τα μιτοχόνδρια



Αερόβιες προσαρμογές

- Αύξηση του όγκου των μιτοχονδρίων
- Αύξηση του αριθμού των μιτοχονδρίων
- Αύξηση αριθμού αερόβιων ενζύμων
- Αύξηση δραστηριότητας αερόβιων ενζύμων
- Αυξημένο δίκτυο τριχοειδών αγγείων



Συσχέτιση της ανάκαμψης της απόδοσης ισχύος και της φωσφοκρεατίνης

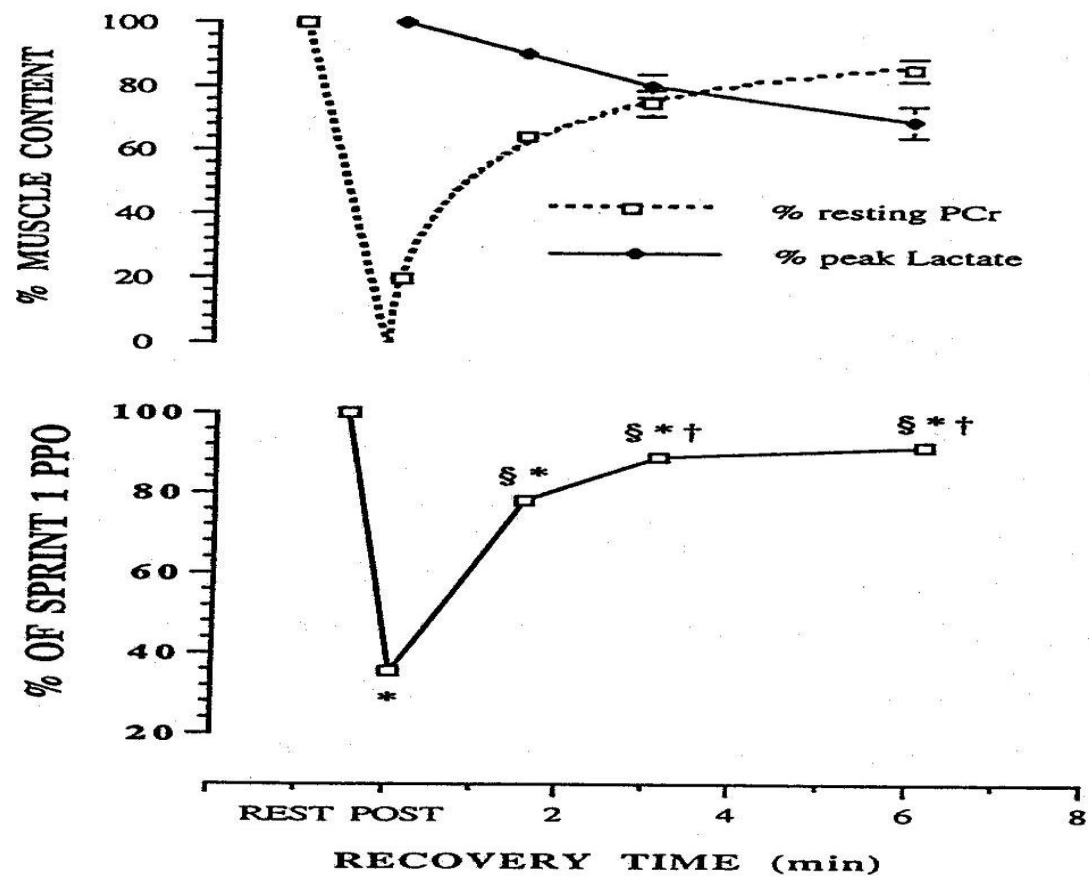
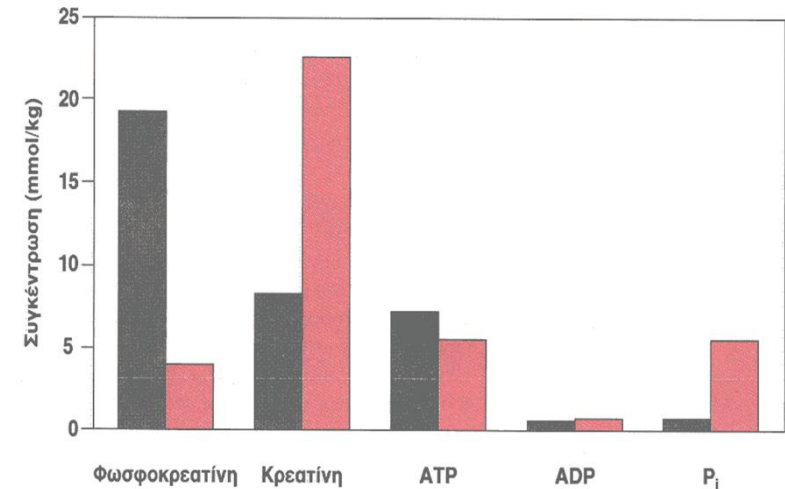


Figure 19.6 Time course of phosphocreatine (PCr) resynthesis and muscle lactate disappearance (*top*) and peak power recovery (*bottom*) after a 30-s maximal cycle ergometer sprint. Values for PCr are expressed as a percentage of the peak concentration (mean \pm SE, $n = 8$). The curve fitted to the PCr data represents the mean of the curves fitted on the individual data for each subject. * $p < .01$ from sprint 1; \$ $p < .01$ from POST; † $p < .01$ from 1.5 min; see p. 253.
Reprinted from Bogdanis, Nevill, Boobis, Lakomy, and Nevill 1995.

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.



Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

- Αύξηση της συγκέντρωσης της φωσφοκρεατίνης μπορεί να οδηγήσει σε επιβράδυνση της εμφάνισης της κόπωσης και ο αθλητής μπορεί να αποδώσει καλύτερα.



Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

- Τιμή ηρεμίας 120 mM/kg ξηρού μυός
- Χορτοφάγοι 90-110 mM/kg ξηρού μυός
- Ανώτατη τιμή συγκέντρωσης κρεατίνης στο μυ είναι τα 145 με 160 mM/kg ξηρού μυός.



Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

- 4 εκατομμύρια κιλά το χρόνο κατανάλωση στις ΗΠΑ
- Άνδρες κολεγιακοί αθλητές
- Baseball 28.1%
- Basketball 14.6%
- Football 27,5%
- Soccer 11,1%
- Golf 13,0%



Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

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

Φάση Υπερφόρτωσης

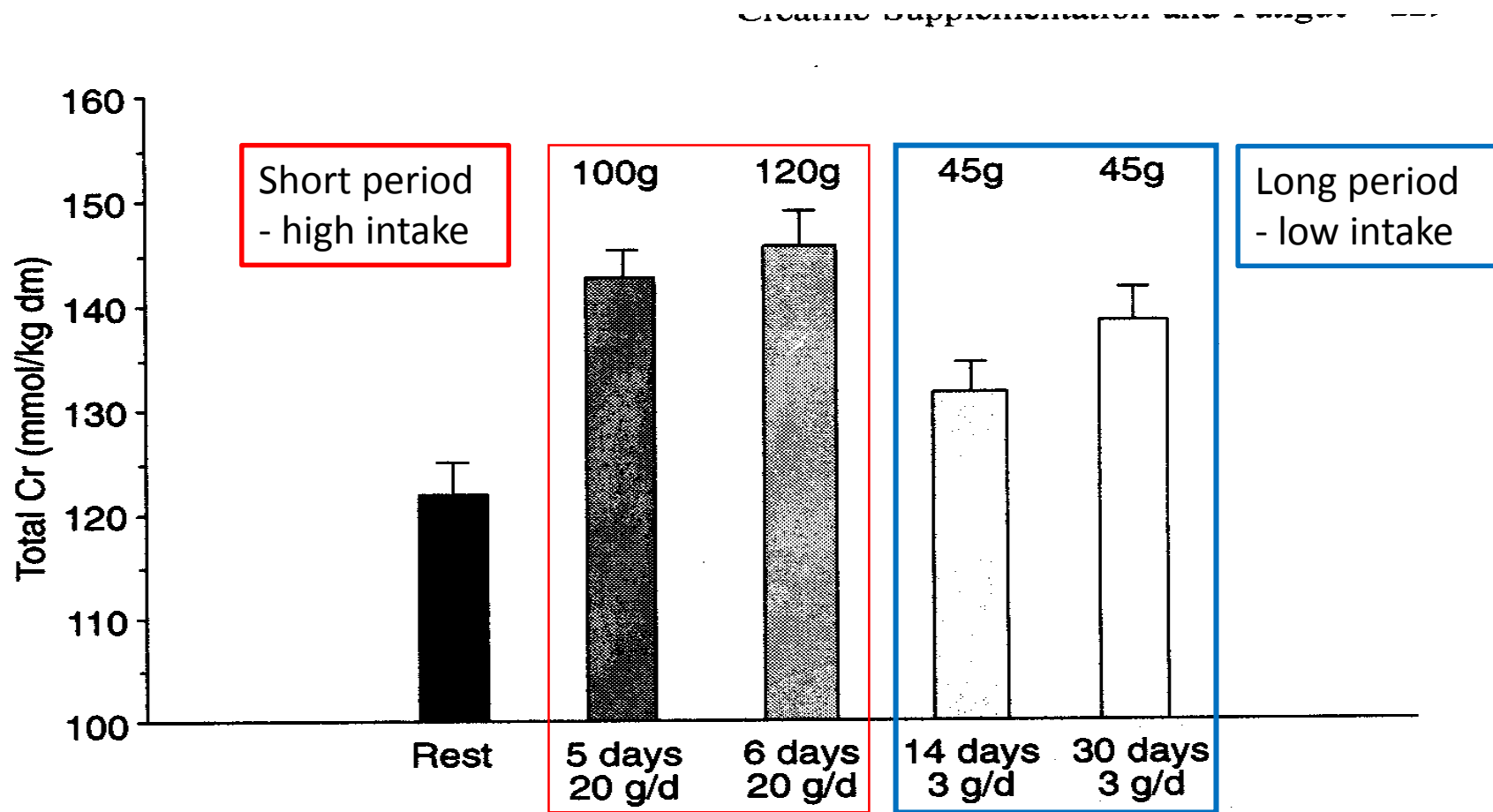
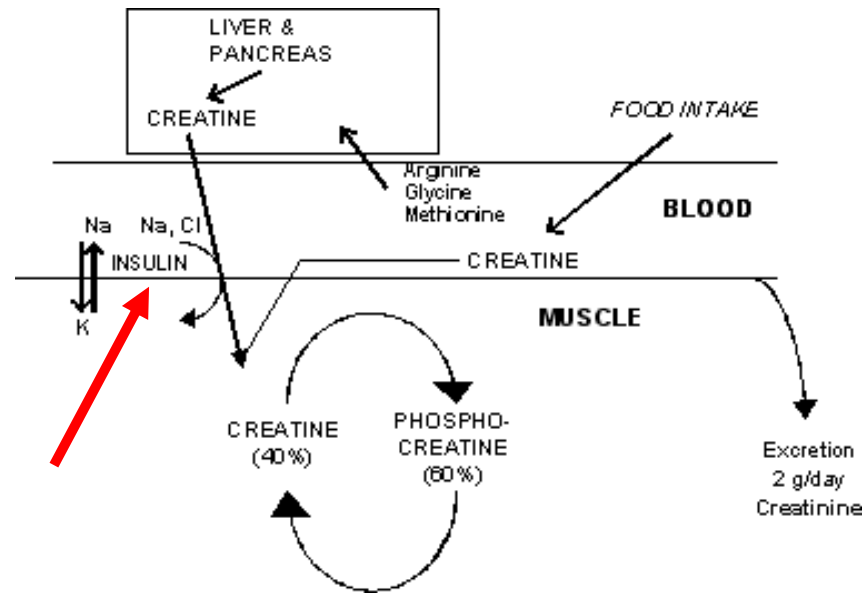


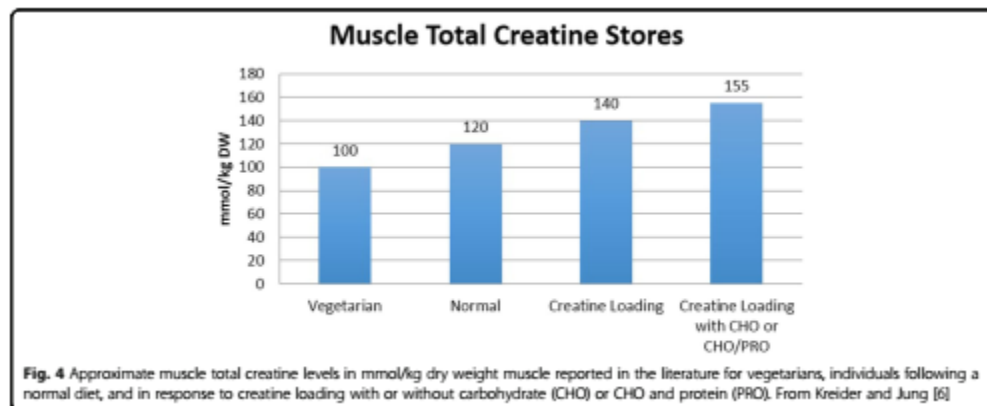
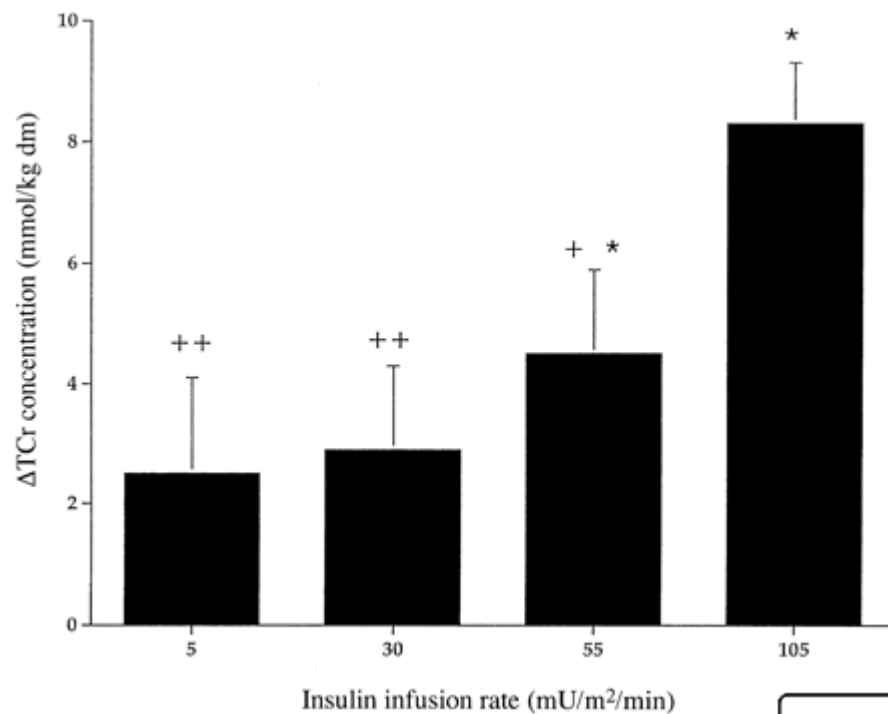
Figure 18.6 Muscle total creatine (Cr) concentrations before and after Cr ingestion. Units at the base of each bar graph indicate the duration and rate of creatine ingestion. Units above each bar graph indicate the total amount of Cr ingested over the entire experimental period. Values represent mean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

Συμπληρωματική λήψη κρεατίνης

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



Κρεατίνη και υδατάνθρακες



Kreider et al. JISSN (2017) 14:18

Fig. 4 Approximate muscle total creatine levels in mmol/kg dry weight muscle reported in the literature for vegetarians, individuals following a normal diet, and in response to creatine loading with or without carbohydrate (CHO) or CHO and protein (PRO). From Kreider and Jung [6]

Ογκώδεις
αθλητές: 5-
10 gr/day

Φάση Διατήρησης

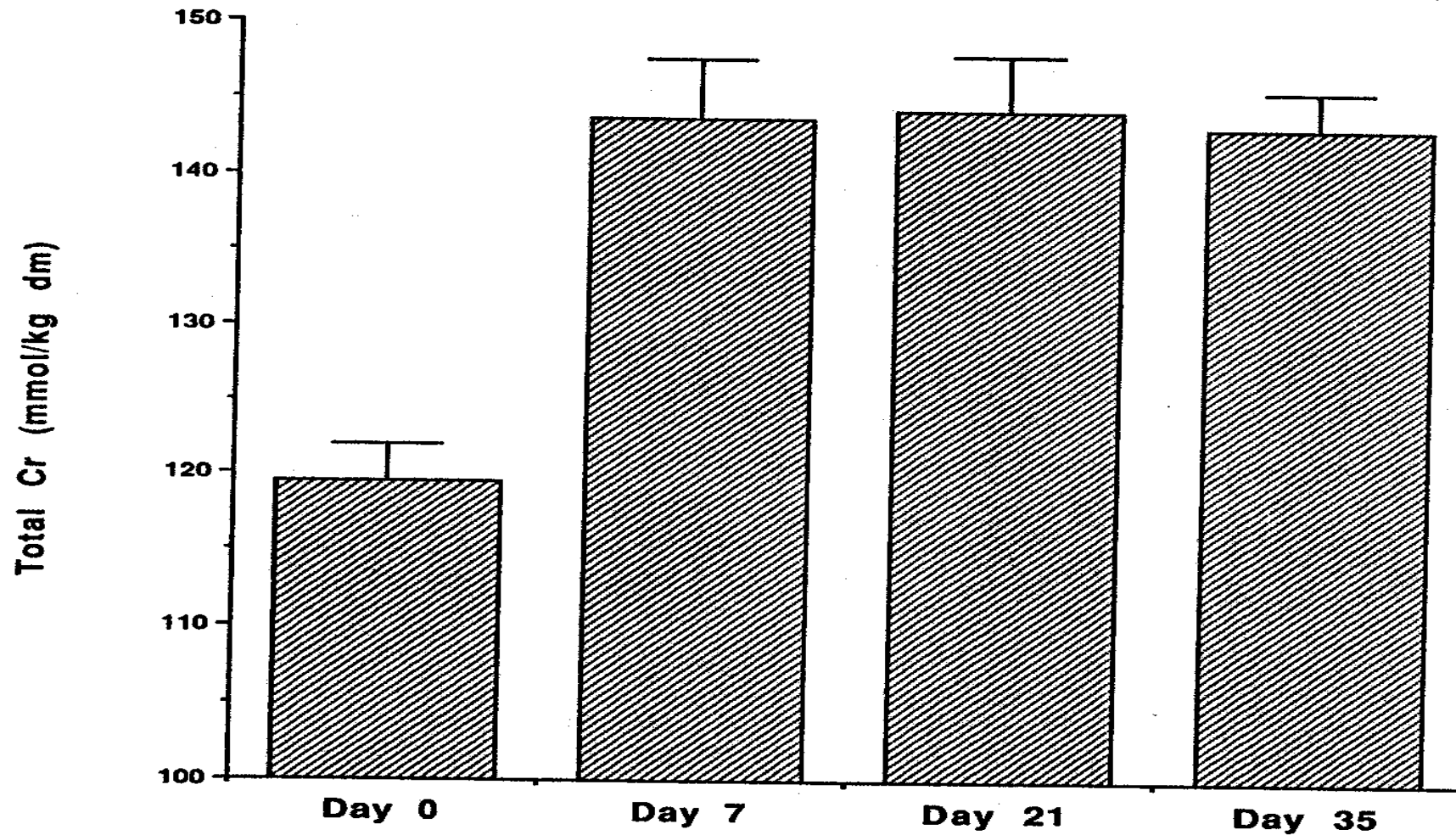
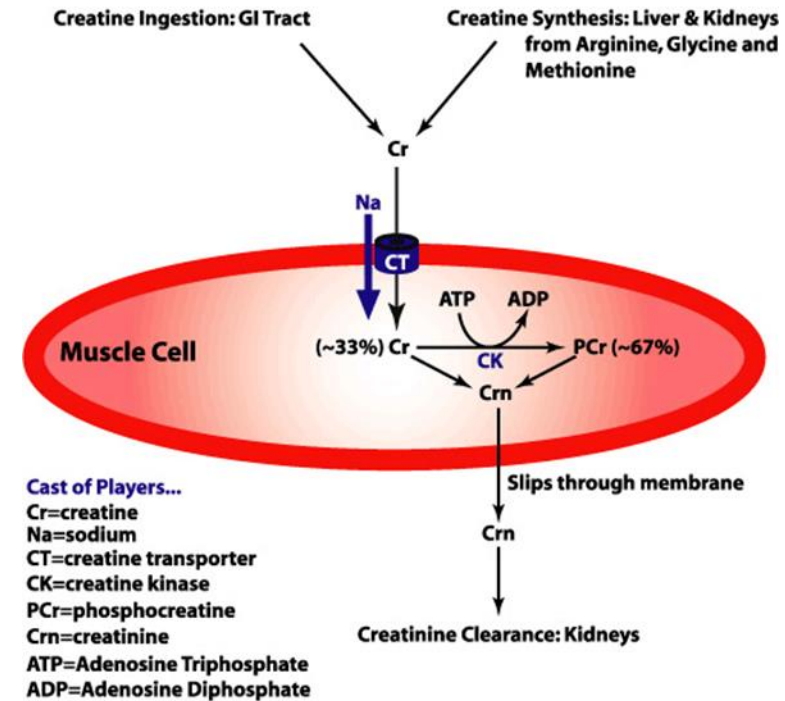


Figure 18.7 Muscle total creatine (Cr) concentration before and after 34 d of Cr ingestion. Creatine was ingested at a rate of $20 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ for the initial 6 d and at a rate of $2 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ thereafter. Values represent mean \pm SE.

Φάση αποχής

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



Η συμπληρωματική λήψη κρεατίνης δεν βελτιώνει την αερόβια απόδοση

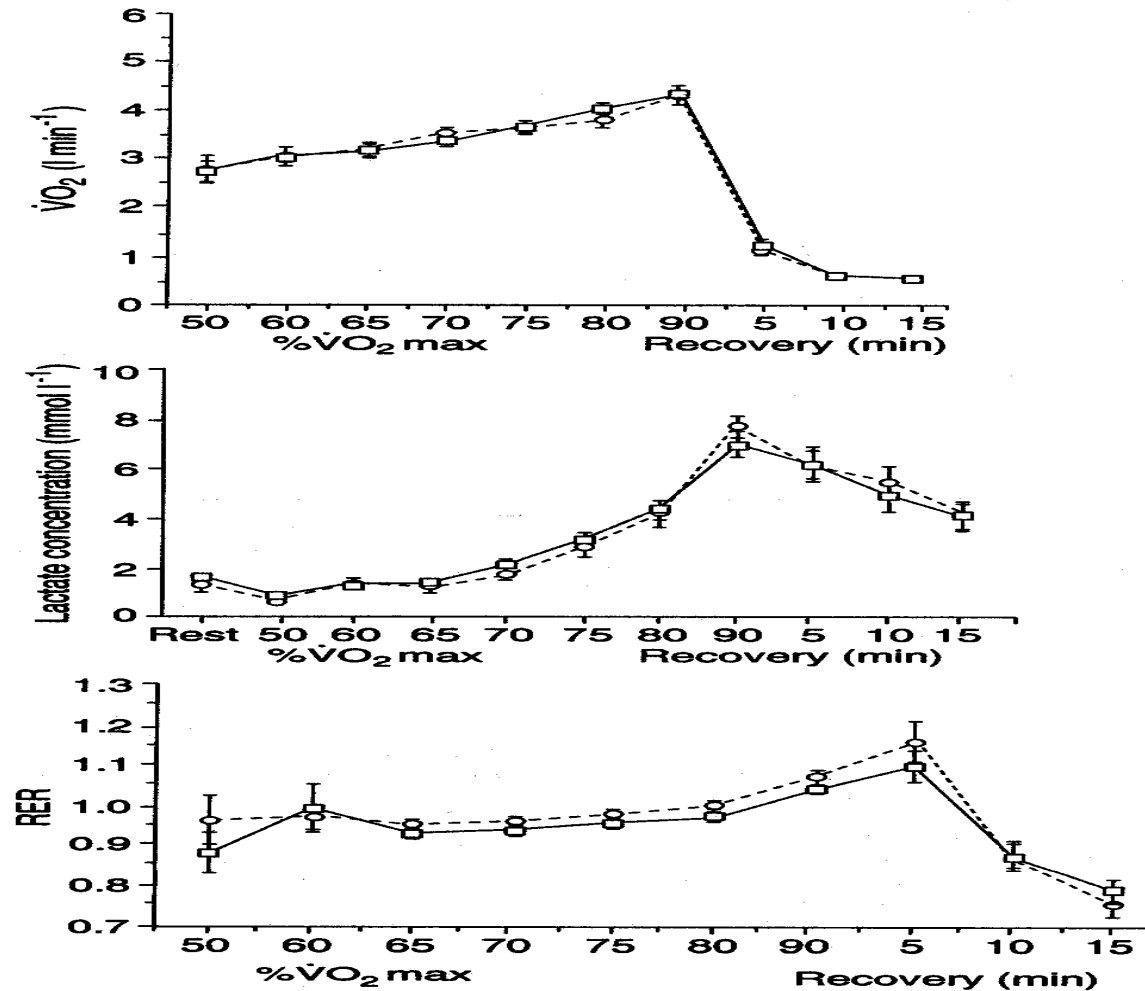


Figure 18.9 Oxygen consumption ($\dot{V}O_2$), blood lactate concentration, and respiratory exchange ratio (RER) during treadmill running and recovery before (circles) and after (squares) 5 d of Cr ingestion ($20 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$) in humans. Exercise was performed for 6 min at intensities 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.

Εργογόνα δράση της συμπληρωματικής λήψης κρεατίνης

Table 1 Potential ergogenic benefits of creatine supplementation

- Increased single and repetitive sprint performance
 - Increased work performed during sets of maximal effort muscle contractions
 - Increased muscle mass & strength adaptations during training
 - Enhanced glycogen synthesis
 - Increased anaerobic threshold
 - Possible enhancement of aerobic capacity via greater shuttling of ATP from mitochondria
 - Increased work capacity
 - Enhanced recovery
 - Greater training tolerance
-

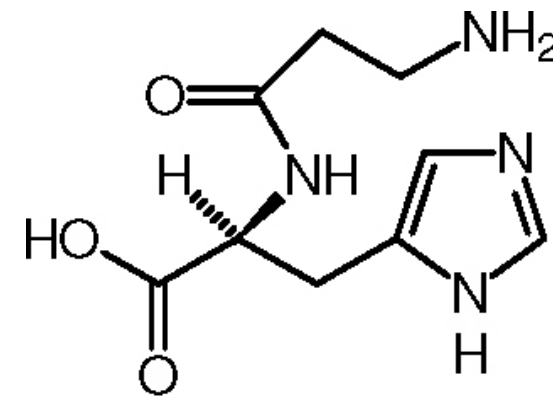
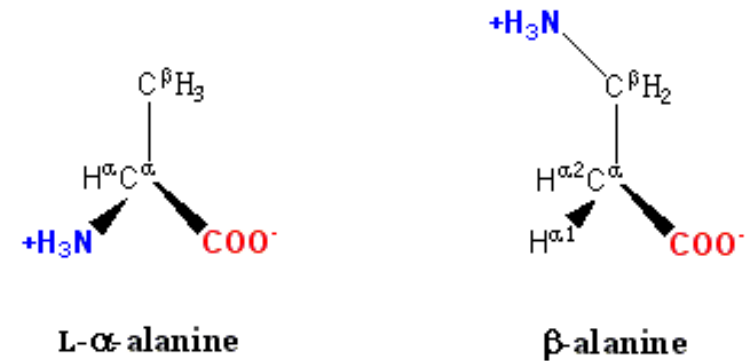
Adapted from Kreider and Jung [6]

Table 2 Examples of sport events that may be enhanced by creatine supplementation

- *Increased PCr*
 - Track sprints: 60–200 m
 - Swim sprints: 50 m
 - Pursuit cycling
 - *Increased PCr Resynthesis*
 - Basketball
 - Field hockey
 - America Football
 - Ice hockey
 - Lacrosse
 - Volleyball
 - *Reduced Muscle Acidosis*
 - Downhill skiing
 - Water Sports (e.g., Rowing, Canoe, Kayak, Stand-Up Paddling)
 - Swim events: 100, 200 m
 - Track events: 400, 800 m
 - Combat Sports (e.g., MMA, Wrestling, Boxing, etc.)
 - *Oxidative Metabolism*
 - Basketball
 - Soccer
 - Team handball
 - Tennis
 - Volleyball
 - Interval Training in Endurance Athletes
 - *Increased Body Mass/Muscle Mass*
 - American Football
 - Bodybuilding
 - Combat Sports (e.g., MMA, Wrestling, Boxing, etc.)
 - Powerlifting
 - Rugby
 - Track/Field events (Shot put; javelin; discus; hammer throw)
 - Olympic Weightlifting
-

Καρνοσίνη – β-αλανίνη

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



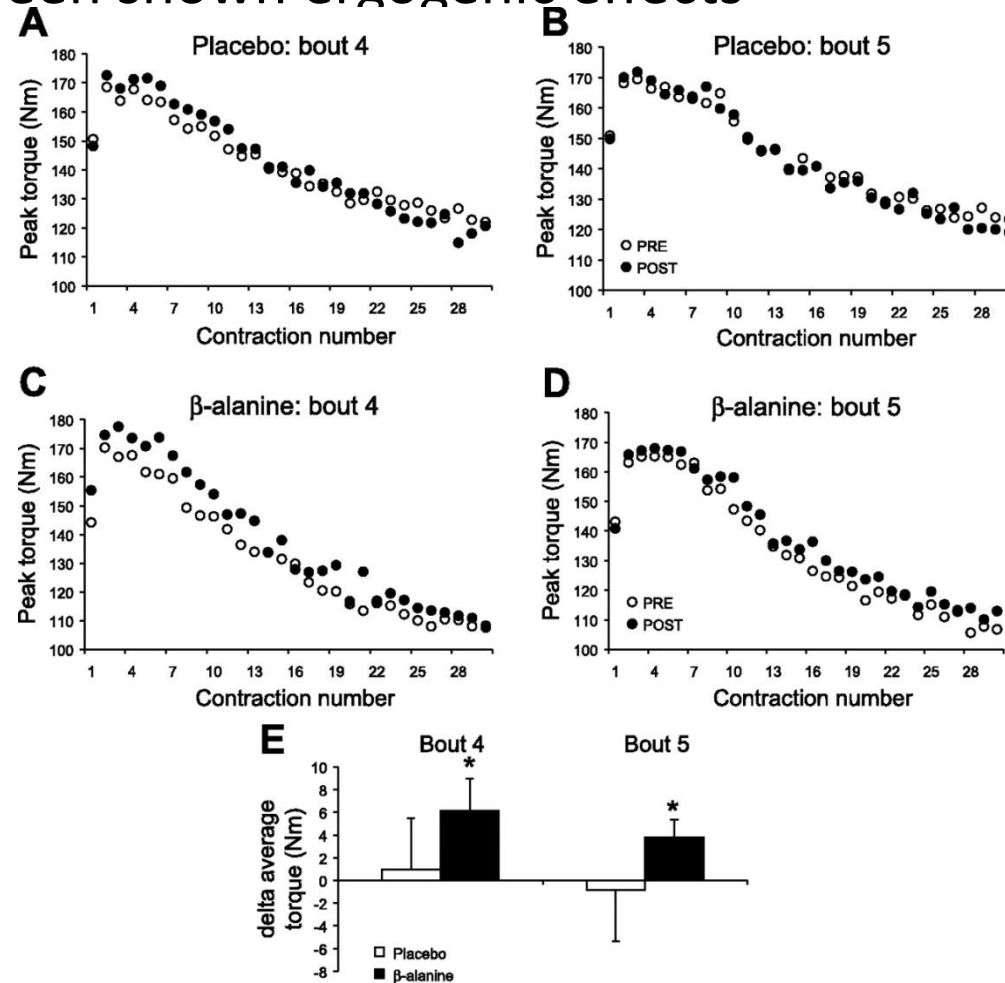
carnosine

Καρνοσίνη – β-αλανίνη (Trexler et al. 2015)

- Τέσσερις εβδομάδες συμπληρωματικής λήψης (4-6 γραμμάρια ημερησίως) β-αλανίνης αυξάνουν σημαντικά τα επίπεδα της καρνοσίνης και λειτουργεί σαν buffer για το ενδοκυττάριο pH.
- Η συμπληρωματική λήψη β-αλανίνης, μέσα στις προτεινόμενες δόσεις, φαίνεται να είναι ασφαλής για τα υγιή άτομα
- Η μοναδική παρενέργεια, που φαίνεται να είναι εμφανής, είναι αυτή της παραισθησίας αλλά αυτό είναι σημαντικά περιορισμένο εάν η δοσολογία σπάσει σε μικρότερες δόσεις (1.6 γραμμάρια) ή εάν χρησιμοποιηθεί μια μορφή που θα διαχέει τη β-αλανίνη στην κυκλοφορία με αργό και σταθερό τρόπο
- Η συμπληρωματική λήψη 4-6 γραμμαρίων β-αλανίνης την ημέρα, για μια περίοδο 2 έως 4 εβδομάδων, έχει βρεθεί ότι αυξάνει την αθλητική απόδοση, με τα αποτελέσματα να είναι περισσότερο εμφανή σε αθλήματα που διαρκούν από ένα έως 4 λεπτά.

Carnosine– β -alanine

- In 1-4 min events has been shown ergogenic effects



Καρνοσίνη – β-αλανίνη (Trexler et al. 2015)

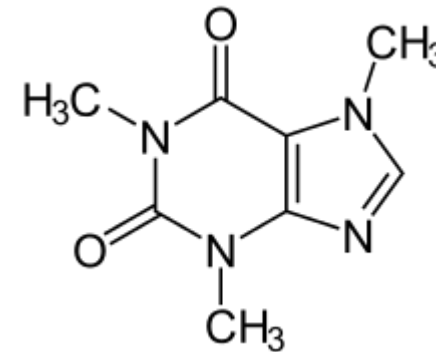
- Η β-αλανίνη βοηθάει στον περιορισμό της νευρομυϊκής κόπωσης, ειδικά σε ηλικιωμένα άτομα, και πιθανόν να βοηθάει σε καλύτερη απόδοση τακτικής
- Ο συνδυασμός της β-αλανίνης με άλλα συμπληρώματα μπορεί να είναι αποδοτικός όταν η λήψη της β-αλανίνης είναι αρκετή (π.χ. 4-6 γραμμάρια την ημέρα) και ο χρόνος λήψης τουλάχιστον 4 εβδομάδες
- Απαιτείται περισσότερη έρευνα για να διαπιστωθεί εάν η επίδραση της συμπληρωματικής λήψης β-αλανίνης έχει θετικές επιδράσεις στη δύναμη και αντοχή σε προσπάθειες μεγαλύτερες των 25 λεπτών καθώς και άλλων θετικών επιδράσεων στην υγεία που σχετίζονται με την καρνοσίνη

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

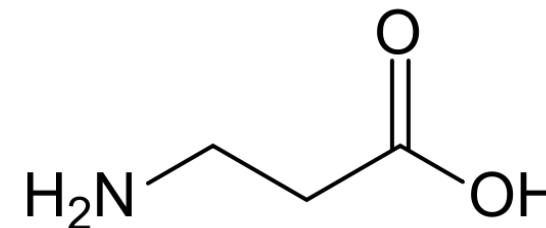
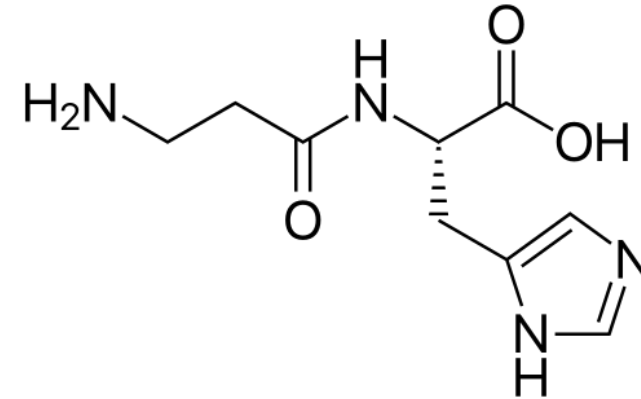
- Ευαισθησία του οργανισμού από τη λήψη
- Δόση: 3-15 mg/Kg. Εργογόνος δράση με 3-6 mg/Kg
- Μεγαλύτερη εργογόνο δράση όταν καταναλώνεται σε άνυδρη κατάσταση (π.χ. σε κάψουλες, ταμπλέτες, σκόνη) από ότι σε ρόφημα (πχ. καφέ)
- Χρόνος πρόσληψης: 1 ώρα πριν τον αγώνα
- Ντόπινγκ: 12 μg/mL (5 δυνατοί καφέδες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

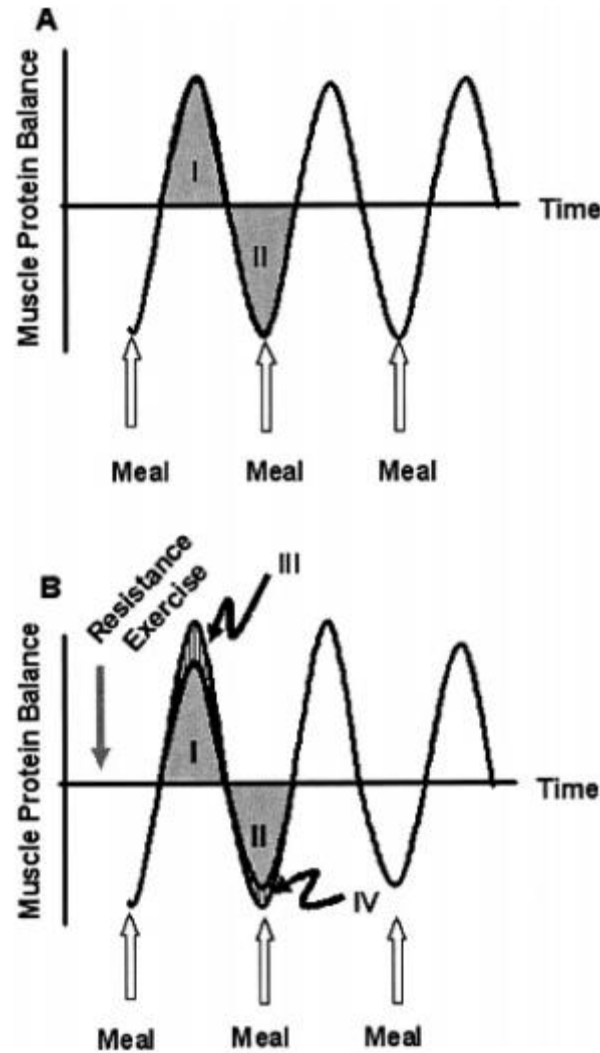
- Η συμπληρωματική χορήγηση β-αλανίνης έχει σημαντική εργογόνο επίδραση σε υψηλής έντασης άσκηση και όπου η διάρκεια της άσκηση είναι μεταξύ 1-4 λεπτών.
- Οι δοκιμασίες και οι μετρήσεις ασκήσεων απόδοσης, καθώς και η άσκηση διάρκειας μικρότερης των 60 sec δεν παρουσιάζουν βελτίωση από τη χορήγηση β-αλανίνης.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



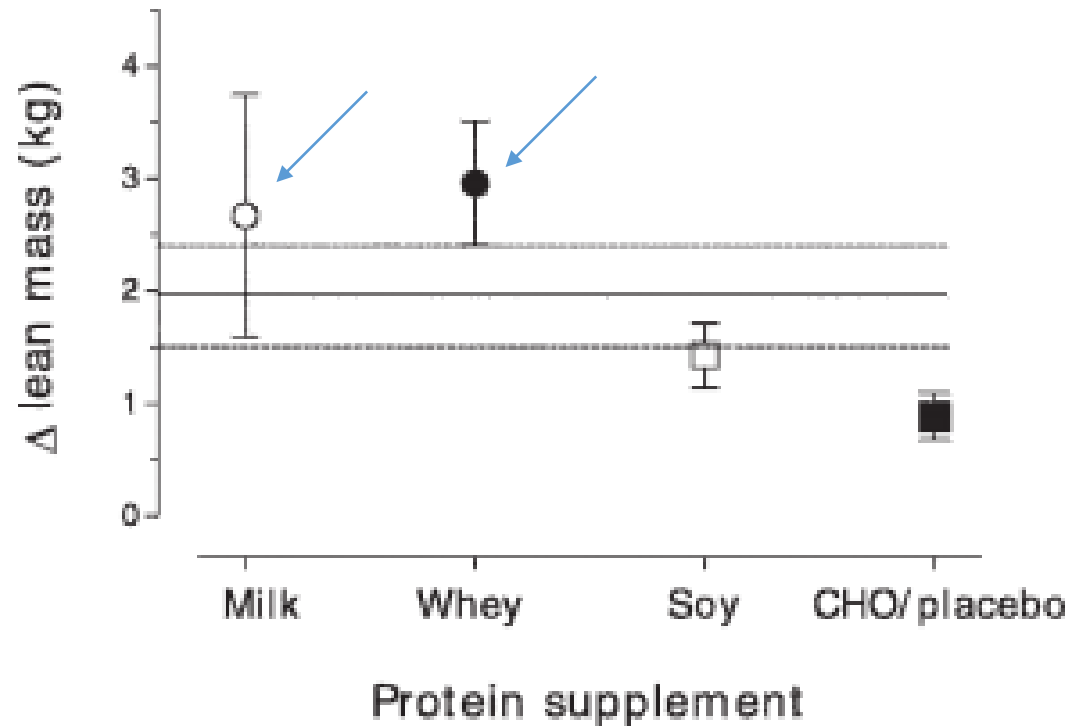
- Four weeks of beta-alanine supplementation (4–6 g daily) significantly augments muscle carnosine concentrations, thereby acting as an intracellular pH buffer.
- Beta-alanine supplementation currently appears to be safe in healthy populations at recommended doses.
- The only reported side effect is 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

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)