

Εισαγωγή 2

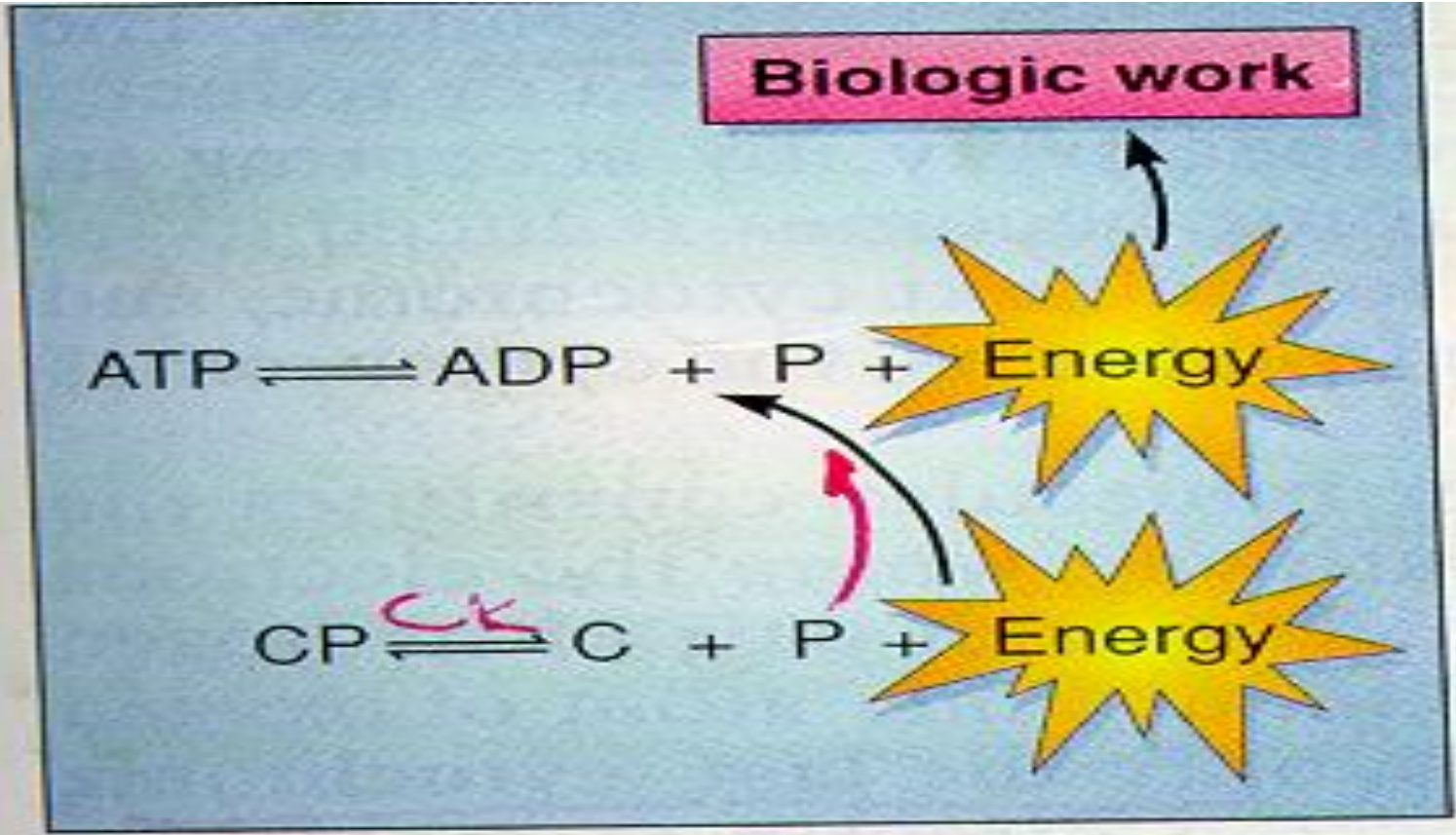


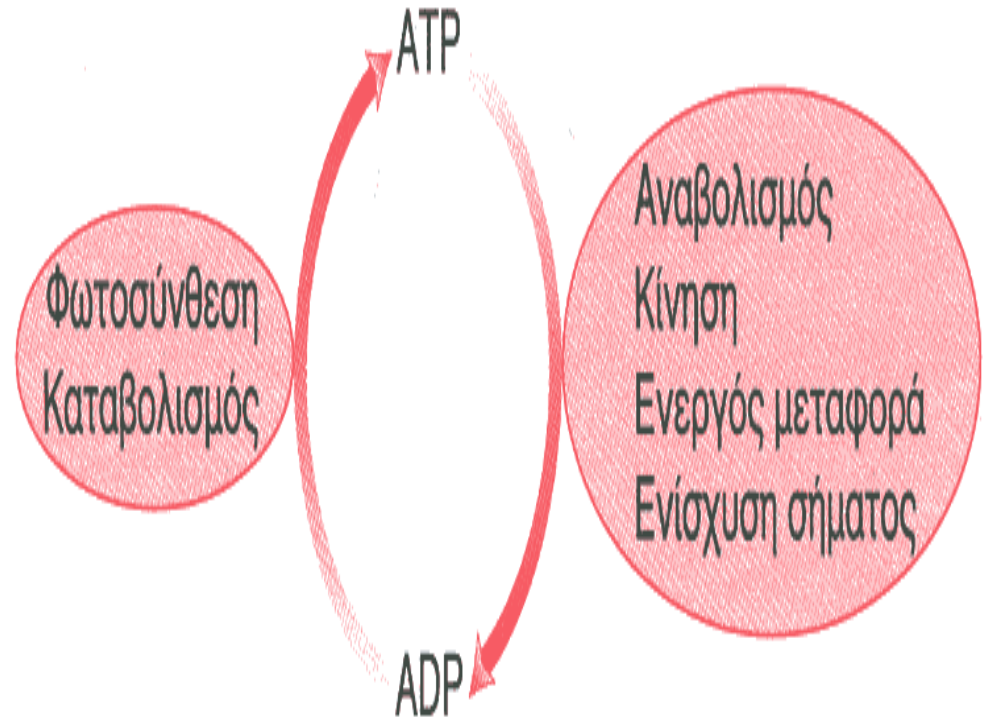
FIG. 6-3.

ATP and CP are nonaerobic sources of phosphate bond energy. The energy from the breakdown of CP is used to rebond ADP and P to reform ATP.

- Το σύστημα φωσφαγόνων αναφέρεται σε μία μικρή ομάδα ουσιών που έχουν δύο χαρακτηριστικά:
 1. Διαθέτουν φωσφορική ομάδα
 2. Η υδρόλυση τους αποδίδει μεγάλη ποσότητα ενέργειας
- Τρεις είναι οι ουσίες στις οποίες θα αναφερθούμε:
- ATP, ADP, PC

Ο κύκλος ATP-ADP

- Αποτελεί το βασικό τρόπο ανταλλαγής ελεύθερης ενέργειας στα βιολογικά συστήματα. Η ποσότητα του ATP είναι πολύ μικρή και επαρκεί για πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Μετά τη διάσπαση του σε ADP και P_i επανασυντίθεται από τη διάσπαση λιπών και CHO.



Ο κύκλος ATP-ADP κατά την άσκηση

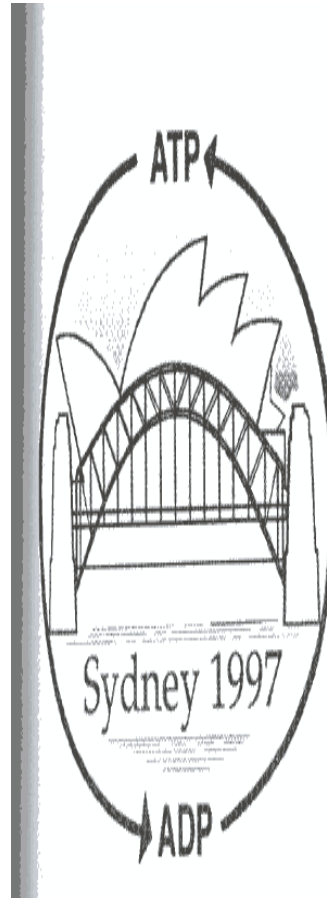
- Η ποσότητα του ATP είναι αρκετή για μυϊκές προσπάθειες μερικών δευτερολέπτων (~3 sec).
- Η διάσπαση και η επανασύνθεση του είναι πολύ γρήγορη
- Μέση ημερήσια διάσπαση και ανασύνθεση υπολογίζεται στα 40 κιλά για ένα μέσο άνθρωπο

Ο κύκλος ATP-ADP κατά την άσκηση

- Κατά τη διάρκεια της άσκησης ενεργοποιούνται 3 λειτουργίες που δαπανούν ATP: 1) Κίνηση 2) Ενεργός μεταφορά (αντλία Na-K, αντλία Ca) και 3) Ενίσχυση σήματος (ορμόνες)
- Ένας αθλητής μπορεί να διασπά 70 κιλά ATP ημερησίως
- Κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης μπορεί η διάσπαση του ATP να φτάσει στο 0.5 κιλά ανά λεπτό
- Επιτάχυνση καταβολισμού για την παροχή-ανασύνθεση ATP

Ο κύκλος ATP-ADP

- Η επιτάχυνση του κύκλου αποτελεί βασικό στοιχείο στο μεταβολισμό κατά τη διάρκεια της άσκησης και γι' αυτό αποτελεί το έμβλημα πολλών βιοχημικών συνεδρίων



- Η συγκέντρωση του μυός σε ATP είναι 6 mmol/kg μυός
- Αυτή η ποσότητα είναι αρκετή για άσκηση χρονικής διάρκειας ~3 sec
- Η μείωση της συγκέντρωσης του ATP μετά από έντονη άσκηση 30 δευτερολέπτων υπολογίζεται γύρω στο 30%
- Η μείωση μετά από χαμηλή ένταση είναι μικρότερη επειδή υπάρχουν μεταβολικά μονοπάτια τα οποία επανασυνθέτουν το ATP
- Τι συμβαίνει όμως με το ADP και το P_i;

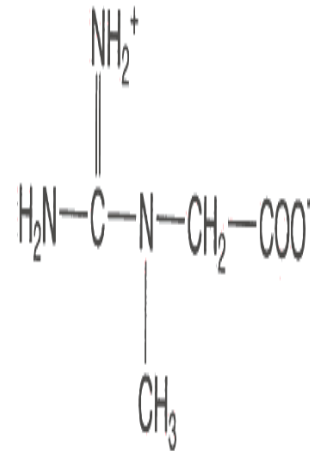
- $ATP + H_2O \rightarrow ADP + P_i$
- Η συγκέντρωση του ADP και του P_i στο μυ αυξάνονται κατά την άσκηση.
- Ο P_i χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της γλυκογονόλυσης του μυός
- Το ADP μπορεί να οδηγήσει στην επανασύνθεση ATP

Άμεσοι τρόποι ανασύνθεσης ATP

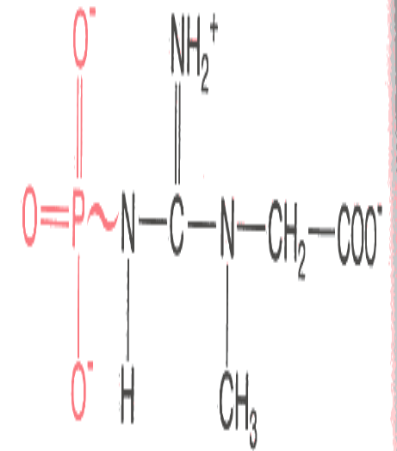
- $2 \text{ ADP} \rightleftharpoons \text{AMP} + \text{ATP}$
- Η συγκεκριμένη αντίδραση έχει μέγιστη ταχύτητα ανασύνθεσης 0.9 mmol ATP ανά kg μύς ανά sec
- Το ένζυμο που είναι υπεύθυνο για την αντίδραση ονομάζεται κινάση του αδενυλικού οξέος (συνώνυμο του AMP). Ονομάζεται και μυοκινάση επειδή βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στο μυ.

Άμεσοι τρόποι ανασύνθεσης ATP

- Η διαφορά μεταξύ της κρεατίνης και φωσφοκρεατίνης είναι η προσθήκη μίας φωσφορικής ομάδας σε ένα άζωτο της κρεατίνης
- Οι σκελετικοί μύες περιέχουν μεγάλες ποσότητες κρεατίνης (12 mmol) και φωσφοκρεατίνης (20 mmol)



Κρεατίνη



Φωσφοκρεατίνη

Άμεσοι τρόποι ανασύνθεσης ATP

- Η φωσφοκρεατίνη αποτελεί την ταχύτερη πηγή ανασύνθεσης ATP.
- Απευθείας παροχή της φωσφορικής ομάδας στο ADP.
- $PC + ADP \rightleftharpoons ATP + C$
- Το ένζυμο το οποίο είναι υπεύθυνο για την προηγούμενη αντίδραση ονομάζεται κρεατινική κινάση (CK). Η ονομασία προέρχεται από την κατάλυση της αντίστροφης αντίδρασης

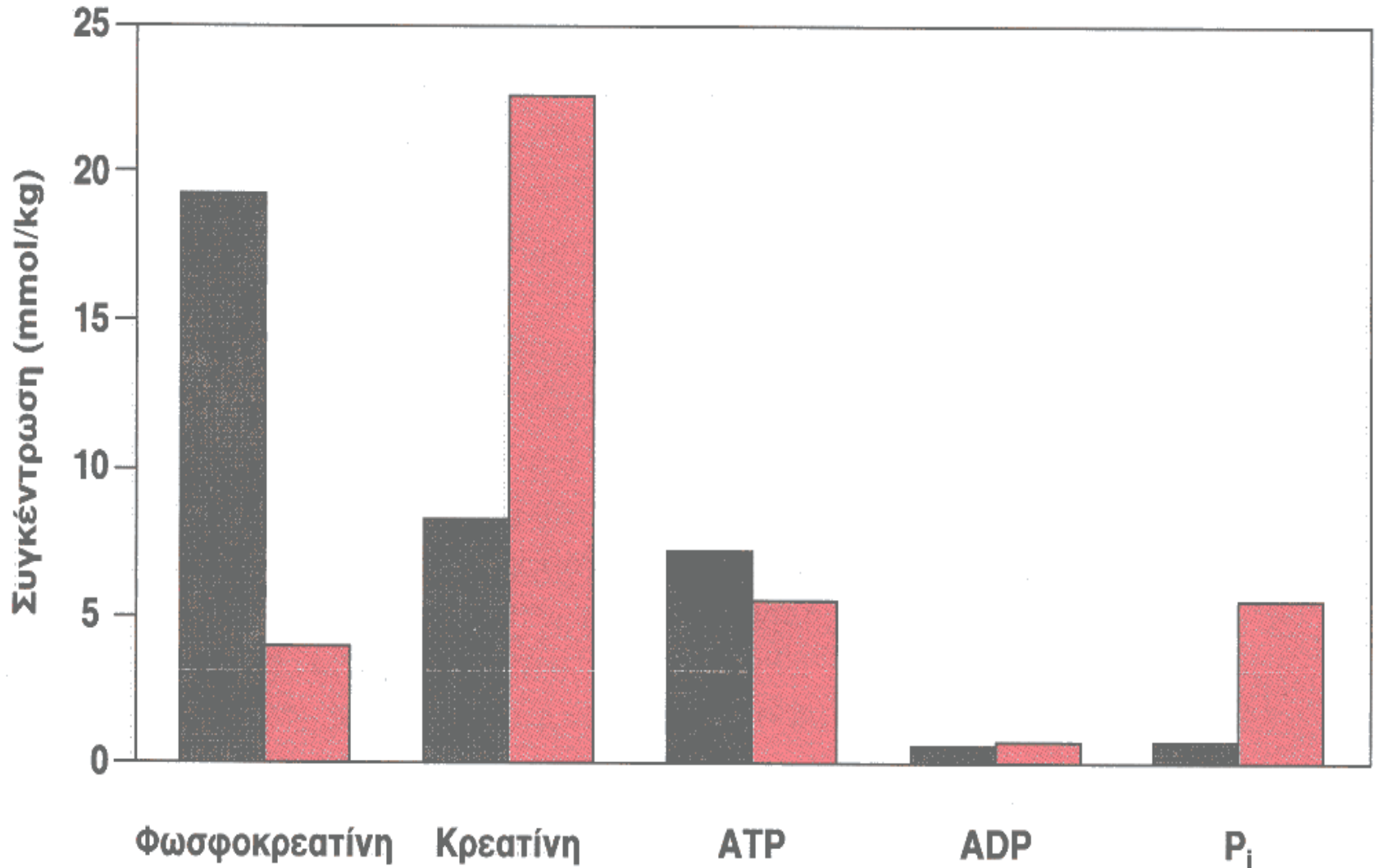
3 Ισοένζυμα CK

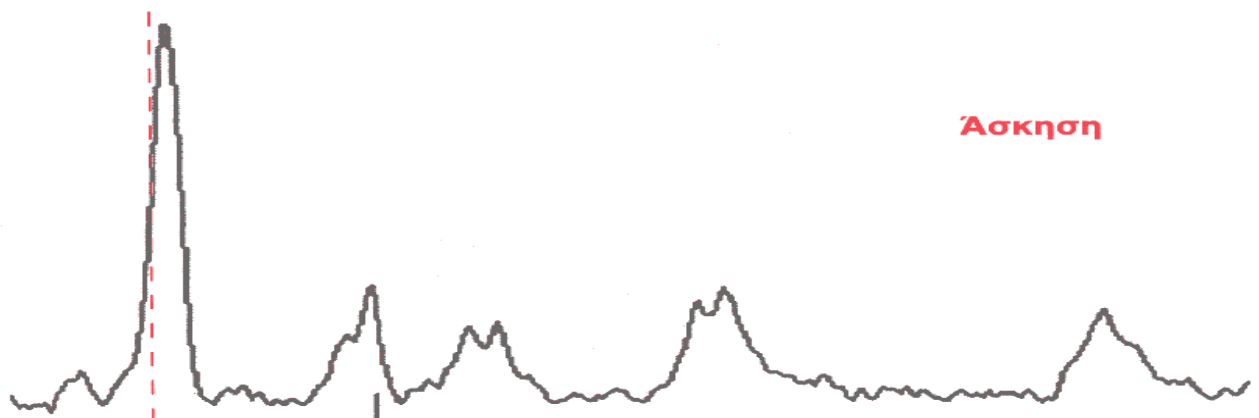
- CK-1 ή CK-BB. Αφθονεί στον εγκέφαλο και στους λείους μύες
- CK-2 ή CK-MB. Αφθονεί στην καρδιά
- CK-3 ή CK-MM. Αφθονεί στους σκελετικούς μύες
- Καθυστερημένος μυϊκός πόνος
- Καρδιακή προσβολή

Η μέγιστη ταχύτητα ανασύνθεσης του ATP από PC είναι 2.2 mmol/kg/sec

- **Γιατί;**
- Η φωσφοκρεατίνη έχει μεγαλύτερο υψηλότερο δυναμικό μεταφοράς της φωσφορικής ομάδας από το ATP
- Η CK παρουσιάζει υψηλή δραστικότητα
- **Αποτέλεσμα:** Η μέγιστη ταχύτητα ανασύνθεσης επιτυγχάνεται μέσα σε 1-2 sec μέγιστης συστολής

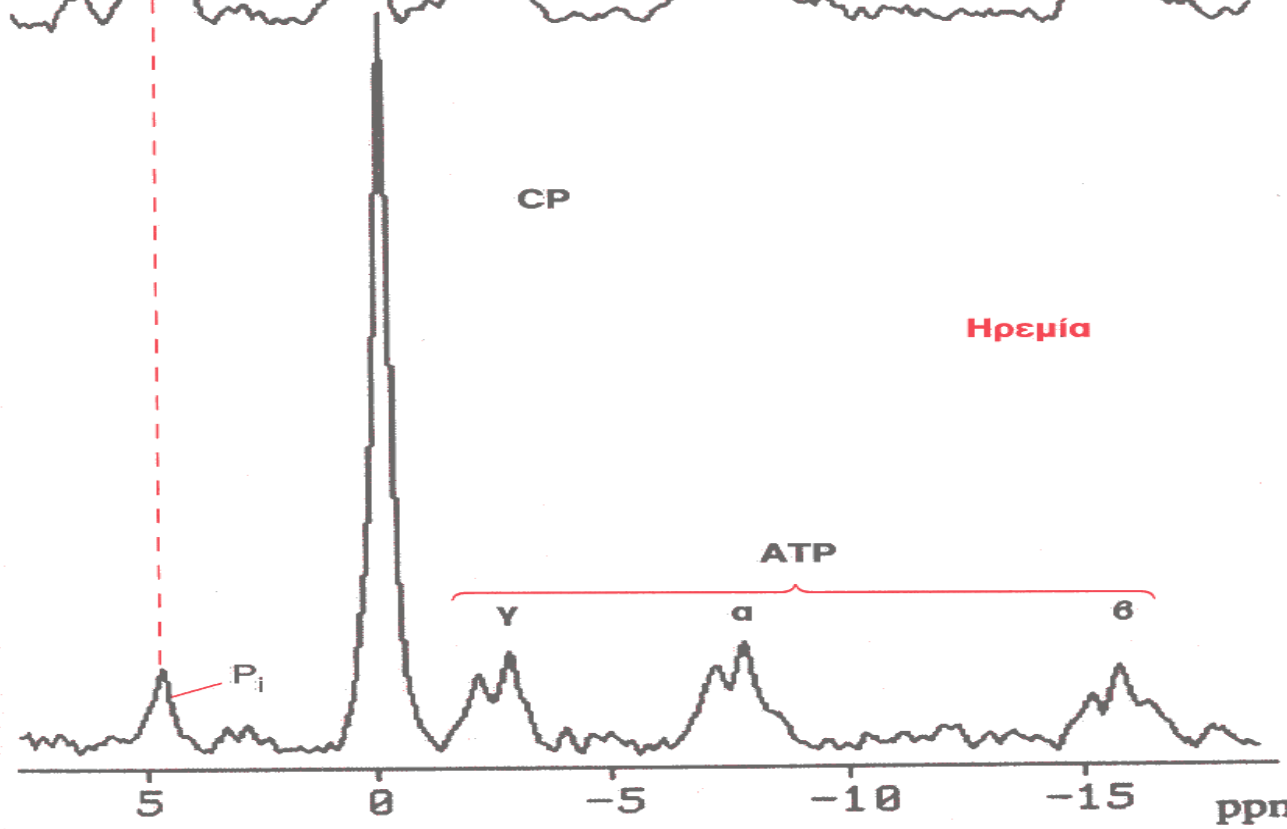
Η φωσφοκρεατίνη παθαίνει πανωλεθρία κατά την άσκηση





pH 6.75

Άσκηση



pH 7.04

Ηρεμία

Συχνότητα

ppm

5

0

-5

-10

-15

P_i

CP

ATP

γ

α

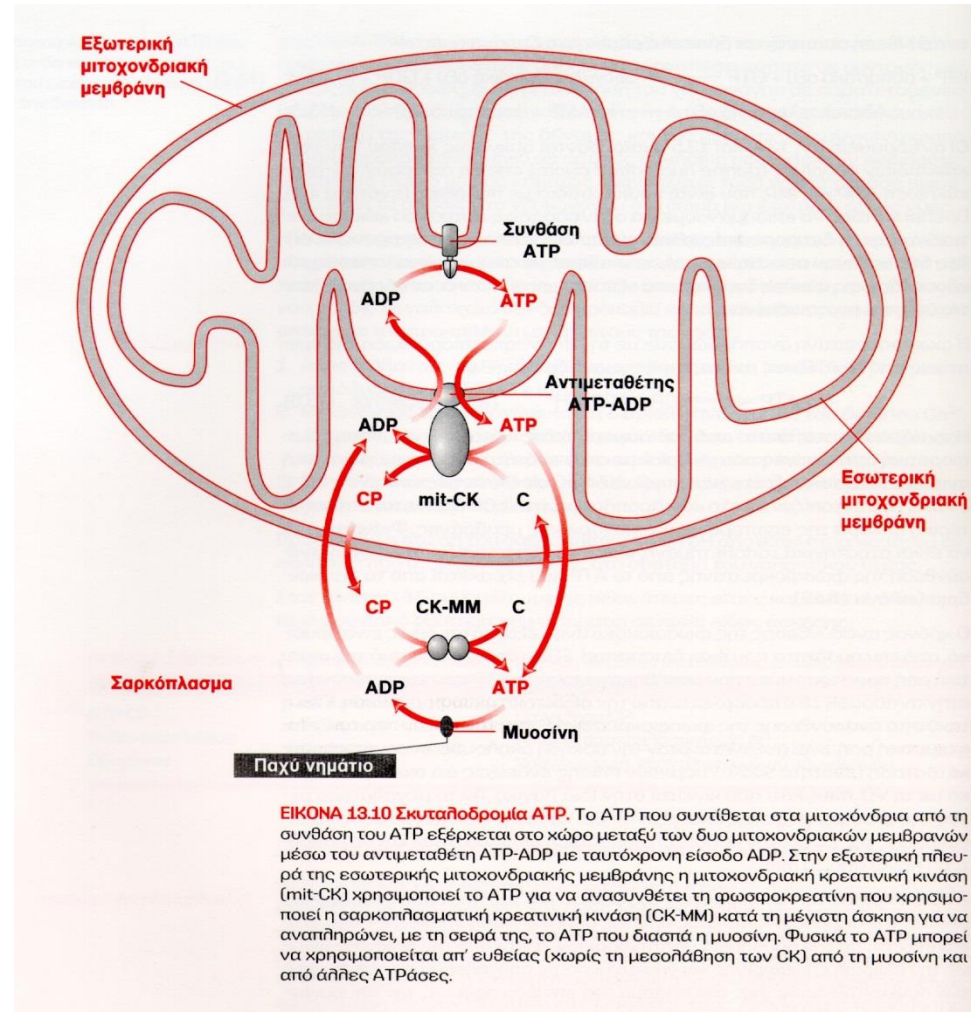
β

Για πόσο χρόνο μπορεί η PC να ανασυνθέτει το ATP σε προσπάθειες μέγιστης έντασης;

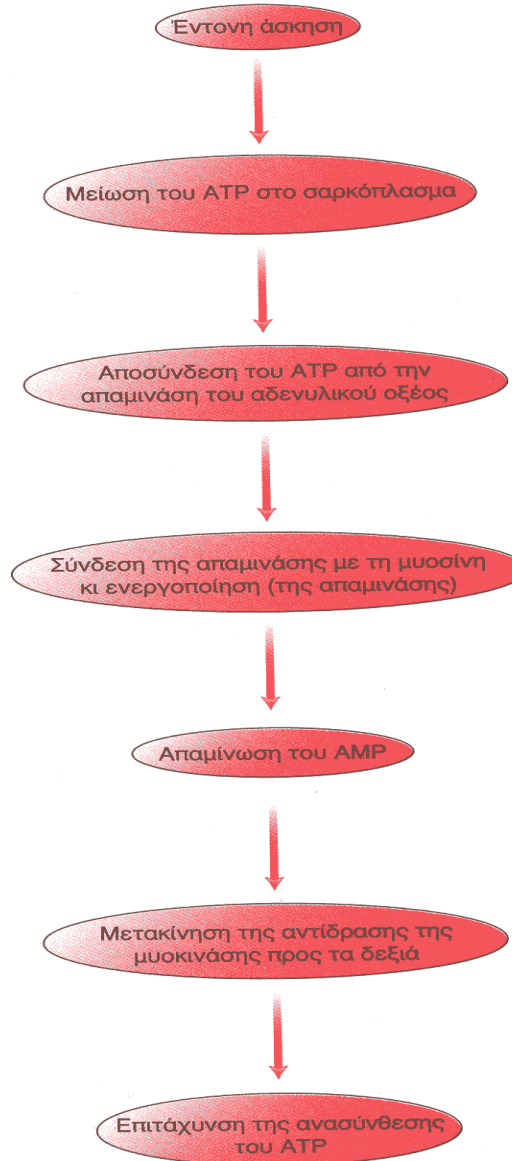
- Για περίπου 7 δευτερόλεπτα. Μεγάλο ρόλο πιστεύεται ότι παίζουν οι υδατάνθρακες
- Άρση βαρών, άλματα, ρίψεις, 60 μέτρα

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
- Ποσότητα που έχει διασπαστεί
- Αιματική ροή (ενεργητική αποκατάσταση)
- $VO_2 \max$
- 3-10 λεπτά



Ο ρόλος της απαμινάσης του αδενυλικού οξέος στην ανασύνθεση του ATP



Μετατροπές ενώσεων με υψηλό δυναμικό μεταφοράς της φωσφορικής ομάδας και των προϊόντων αποικοδόμησης τους κατά την άσκηση

Φωσφοκρεατίνη



ATP



ADP



AMP



IMP



Ινοσίνη



Υποξανθίνη



Ξανθίνη



Ουρικό οξύ

Ισχυρό αντιοξειδωτικό του πλάσματος