

## **ΕΠΕΑΕΚ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ Τ.Ε.Φ.Α.Α. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΑΥΤΕΠΙΣΤΑΣΙΑ**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**Μ.Κ.1012 «Ανάπτυξη φυσικής κατάστασης στον αγωνιστικό  
αθλητισμό» (ταχύτητα, κινητικότητα)**

**1η Διάλεξη: «Εισαγωγή στην Εργοφυσιολογία»  
«Introduction to Exercise Physiology»**

**Dr. Ζήσης Παπανικολάου (Ph.D)  
Αναπληρωτής Καθηγητής**

Τίτλος	Στόχος και περιεχόμενα	Λέξεις κλειδιά
Εισαγωγή στην εργοφυσιολογία του αγωνιστικού Αθλητισμού	Να παρουσιαστούν οι βασικοί κανόνες της εργοφυσιολογίας πάνω στους οποίους βασίζεται η μεθοδολογία προπόνησης και ταχύτητας	Ενεργειακά συστήματα. Σύστημα φωσφοκρεατίνης.
	Περιεχόμενο της διάλεξης:	Εναλλακτικό σύστημα.
	1. Τα ενεργειακά συστήματα.	Τύποι μυϊκών ινών.
	2. Το σύστημα της φωσφοκρεατίνης (CrP).	Κινητικές μονάδες.
	3. Η αναερόβια γλυκόλυση.	Μέγιστη αερόβια ικανότητα.
	4. Το αερόβιο σύστημα.	Αναερόβιο κατώφλι.
	5. Οι τύποι των μυϊκών ινών.	Energy systems
	6. Οι κινητικές μονάδες.	Creatine phosphate system
	7. Η μέγιστη αερόβια ικανότητα.	Lactic acid system
	8. Το αναερόβιο κατώφλι.	Types of muscle fibers
		Motor unit
		Maximal aerobic capacity
		Anaerobic threshold

## Τα συστήματα ενέργειας

Οι μυς χρειάζονται ενέργεια για τη σύσπαση.

Οι περισσότερες φυσιολογικές δραστηριότητες όπως η άσκηση, η ανάπτυξη του οργανισμού και η αναπλήρωση εξαρτώνται από την ενέργεια, η οποία υπάρχει στον οργανισμό ως χημικό συστατικό, το οποίο ονομάζεται τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP). (Βλέπε σχήμα 1).

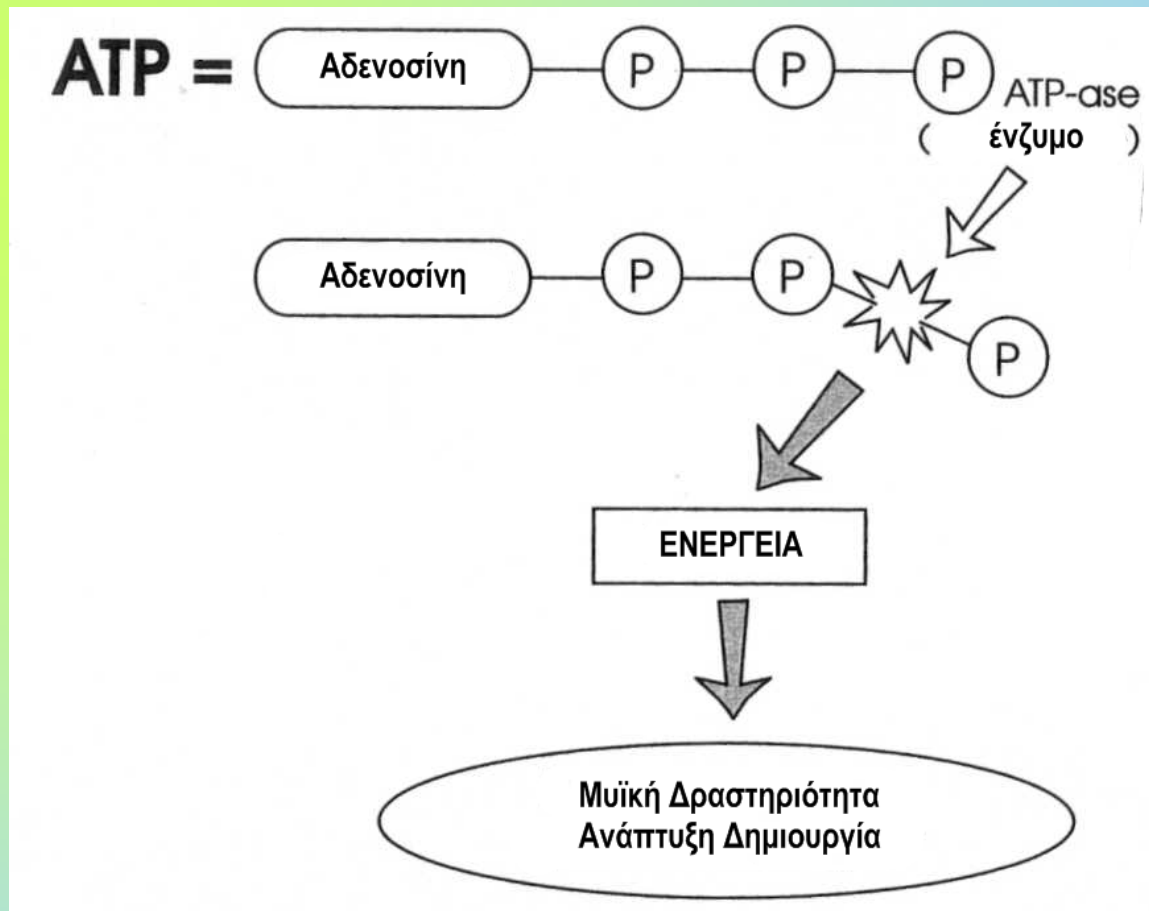
Η ποσότητα της μυϊκής ATP σε περίοδο ανάπαυσης είναι σχετικά μικρή. Στην ουσία, υπάρχουν περίπου 100g στο μυϊκό σύστημα και πάνω από 50g της ATP χρησιμοποιούνται στη διάρκεια του μαραθώνιου. Έτσι, το σώμα μας πρέπει συνεχώς να δημιουργεί ή να επανασυνθέτει ATP ώστε να υπάρχει συνέχεια της άσκησης.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη μεταφορά της χημικής ενέργειας από τα λίπη, τους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες και τη δημιουργία μορίων (Σχήμα 2).

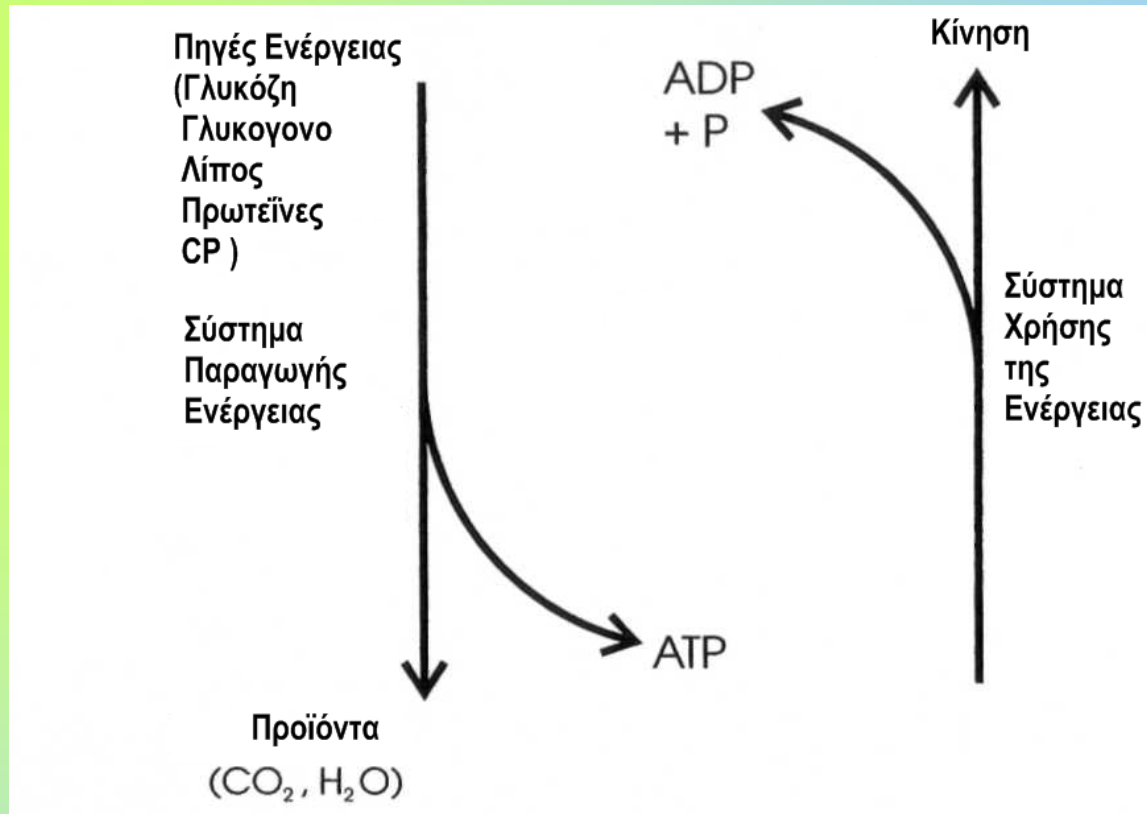
Η προπόνηση αντοχής, η διαλειμματική προπόνηση και η προπόνηση με βάρη δεν αυξάνουν την ποσότητα ATP στα επίπεδα της ηρεμίας.

Μπορεί όμως να έχουμε «καθυστέρηση» της κόπωσης. Η κόπωση εμφανίζεται όταν ο οργανισμός δεν μπορεί να δημιουργήσει την ATP με το ρυθμό που την χρησιμοποιεί.

Η διατήρηση των επιπέδων της ATP εντός του μυϊκού ιστού είναι ο κύριος στόχος της προπόνησης.



Σχήμα 1. Η απελευθέρωση ενέργειας από την ATP μεταχείριση του ενζύμου ATP-ase.



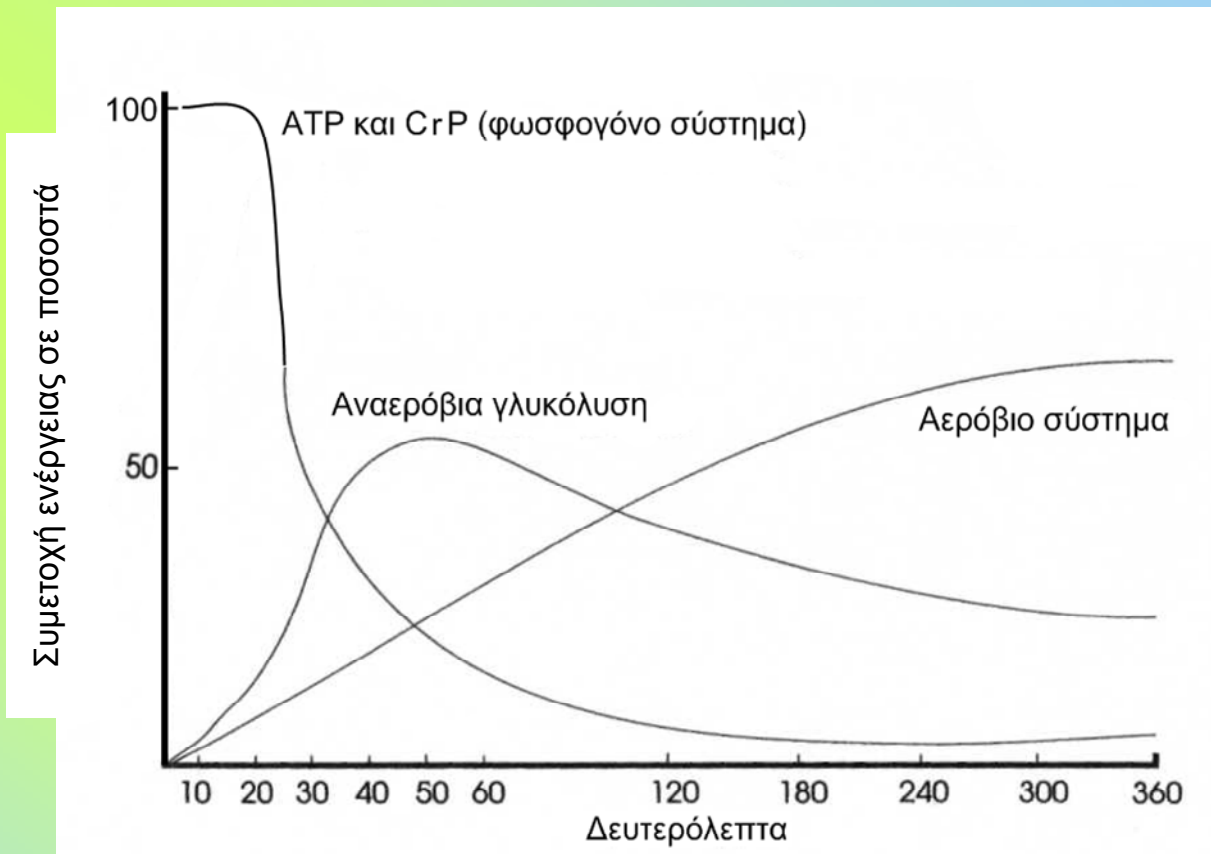
**Σχήμα 2.** Ενέργεια από υδατάνθρακες λίπη πρωτεΐνες και φωσφοκρεατίνη για επανασύνθεση της ATP από ADP (διφωσφορικής αδενοσίνης) και P (φώσφορος). Η ATP χρησιμοποιείται για τις μυϊκές συσπάσεις.

-Η ικανότητα επανασύνθεσης ATP εντός των μυϊκών κυττάρων, ώστε να συνεχιστεί η άσκηση βασίζεται στα 3 ενεργειακά συστήματα:

- Σύστημα φωσφοκρεατίνης (CrP).
- Αναερόβια γλυκόλυση ή σύστημα Γ.Ο.
- Αερόβιο ή σύστημα  $O_2$ .

-Όλα τα ενεργειακά συστήματα λειτουργούν συγχρόνως εντός του ίδιου του μυϊκού κυττάρου.

- Σε ασκήσεις ταχύτητας λειτουργούν όλα τα συστήματα ενέργειας, ακόμη και το αερόβιο (Σχήμα 3).



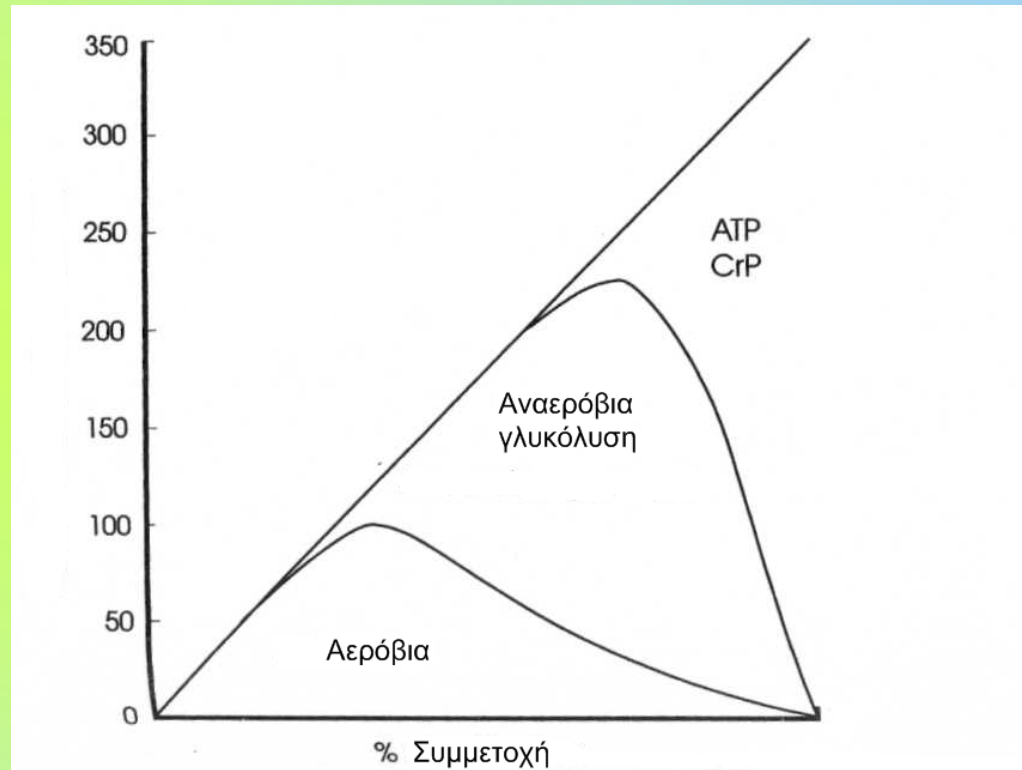
**Σχήμα 3.** Σχετική συμμετοχή των 3 συστημάτων ενέργειας. Αυτό το σχήμα δείχνει, ότι η ένταση της άσκησης είναι μέγιστη από την αρχή (από το μηδέν).

Το σχήμα 3 είναι το κλασικό διάγραμμα το οποίο χρησιμοποιείται για την κατανόηση της χρήσης των συστημάτων ενέργειας συγκεκριμένων δραστηριοτήτων.

-Το κύριο γνώρισμα, το οποίο διαφοροποιεί τα ενεργειακά συστήματα είναι το συνολικό ποσό της ATP η οποία δημιουργείται από μια σειρά χημικών αντιδράσεων.

- Το 2ο κύριο γνώρισμα είναι η «σκανδάλη», η οποία θέτει σε λειτουργία τις απαραίτητες χημικές αντιδράσεις για τη μεταφορά της ανεργίας από λίπη, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες και την επανασύνδεση της ATP, όταν μειώνεται. Η μείωση της ATP σε επίπεδο ηρεμίας σημαίνει άμεση έναρξη των χημικών αντιδράσεων.





Σχήμα 4. Απαιτούμενη ενέργεια για διάφορες ταχυδυναμικές δραστηριότητες η οποία δηλώνεται ως ποσοστό της  $VO_2 \max$  και η σχετική συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού της αναερόβιας γλυκόλυσης και της ATP/CrP .

- Το σχήμα 4 χρησιμοποιείται όταν εξετάζουμε παίκτες ομαδικών αθλημάτων, οι οποίοι στην αρχή είναι χαλαρά, αλλά στη διάρκεια του αγώνα πρέπει να προσέξουν να τρέξουν με υψηλές εντάσεις.
- Εδώ φαίνεται, ότι οι μέγιστες προσπάθειες απαιτούν περισσότερη ATP, άρα χρήση της αναερόβιας γλυκόλυσης και της CrP.

## Το σύστημα της CrP

- Η φωσφοκρεατίνη (CrP) είναι μια αποθηκευμένη χημική ουσία, η οποία μοιάζει την ATP. Όταν ένα ένζυμο διαχωρίζει την κρεατίνη από τον φώσφορο, τότε έχουμε απελευθέρωση ενέργειας και επανασύνθεση της ATP (Σχήμα 5).
- Τα μυϊκά κύτταρα έχουν σχετικά μικρές ποσότητες CrP, η οποία σπαταλάται στα πρώτα δευτερόλεπτα της μέγιστης ταχύτητας.
- Η επανασύνθεση της CrP είναι δυνατή μόνο σε επίπεδα ηρεμίας ή ασκήσεων χαμηλής έντασης.
- Χρειάζονται αρκετά λεπτά για προμήθεια  $O_2$ , ώστε να φτάσει η CrP στα επίπεδα πριν την άσκηση.
- Αυτό μας εξηγεί, γιατί οι δρομείς χρειάζονται αρκετό χρόνο αποκατάστασης μεταξύ των ταχυτήτων στη διάρκεια της προπόνησης.

-Επειδή η CrP «δωρίζει» ενέργεια για την επανασύνθεση της ATP, οι δρομείς, οι αθλητές των (ταχυδυναμικών) αθλημάτων και οι παίκτες των αθλοπαιδιών χρειάζονται την εκρηκτική ταχύτητα, είναι εξαρτημένοι από την CrP.

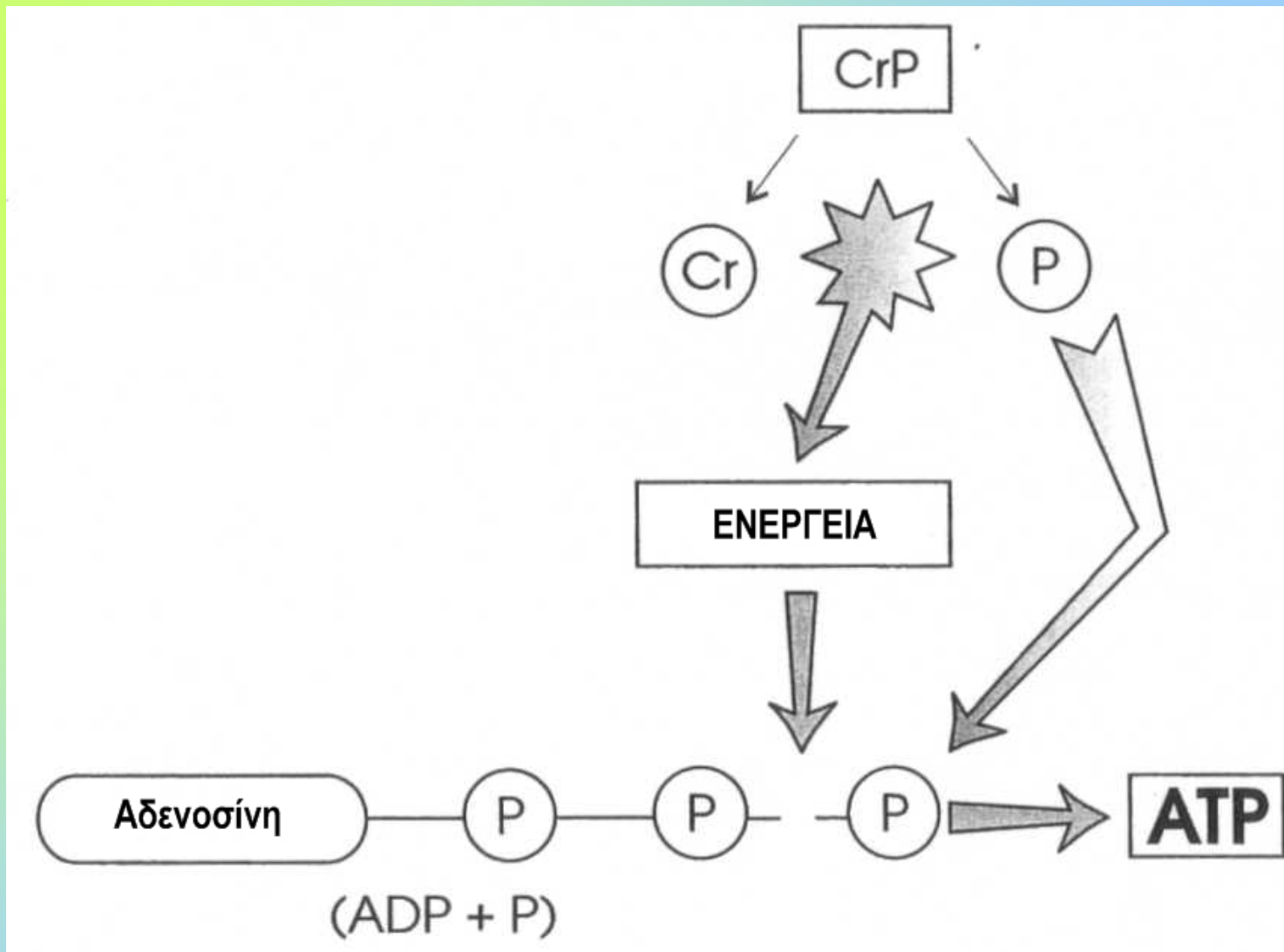
-Υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον επιστημονικό και εμπορικό στη χορήγηση συμπληρωμάτων CrP (π.χ. Ergomax).

-Μερικοί επιστήμονες απέδειξαν ότι μπορεί να επιτευχθεί αύξηση της CrP σε επίπεδα ηρεμίας, άρα βελτίωση της απόδοσης σε ασκήσεις υψηλής έντασης.

-Το ερώτημα, εάν η προπόνηση της ταχύτητας προκαλεί την αύξηση της CrP σε επίπεδα ηρεμίας παραμένει;

-Αυτό όμως που είναι σπουδαίο, είναι ότι μπορούμε να βελτιώσουμε τον ρυθμό της διάσπασης της CrP, ώστε να υπάρχει ενέργεια επανασύνθεσης ATP.

- Αυτό σημαίνει, ότι υπάρχει αρκετή ATP για τις συσπάσεις των μυών στη διάρκεια ασκήσεων υψηλής έντασης.



**Σχήμα 5.** Ενέργεια και φώσφορος (P), από τη διάσπαση της CrP, για την επανασύνδεση ATP από ADP και P.

## Η αναερόβια γλυκόλυση ή σύστημα Γ.Ο.

- Η αναερόβια γλυκόλυση ή το σύστημα Γ.Ο. βασίζεται σε 13 χημικές αντιδράσεις της μετατροπής του γλυκογόνου σε Γ.Ο.
  - Αυτό το σύστημα μπορεί να κάνει χρήση μόνο υδατάνθρακες (γλυκόζη η γλυκογόνο), όχι λίπος ή πρωτεΐνες, οι οποίες χρειάζονται  $O_2$ .
  - Το γλυκογόνο είναι η πηγή ενέργειας (το καύσιμο) και το Γ.Ο. το προϊόν της αναερόβιας γλυκόλυσης.
- Η ενέργεια η οποία ελευθερώνεται στη διαδικασία μετατροπής του γλυκογόνου σε Γ.Ο., μεταφέρεται ξανά στην επανασύνδεση του ATP.
- Για απελευθέρωση ενέργειας από την CrP απαιτεί μια απλή χημική αντίδραση ενώ η αναερόβια γλυκόλυση είναι διαδικασία 13 βημάτων, άρα χρειάζεται περισσότερος χρόνος για την παραγωγή ενέργειας.
  - Πάλι όμως έχουμε γρήγορη παραγωγή ενέργειας σε σχέση με το αερόβιο σύστημα.
  - Αυτό εξηγεί, γιατί οι δρομείς εξαρτώνται από την αναερόβια γλυκόλυση για την πρόσθετη ενέργεια εκτός από την CrP.
  - Αυτό σημαίνει, ότι αν η ταχύτητα διαρκεί περισσότερο από 20" τότε ο αθλητής στηρίζεται περισσότερο στην αναερόβια γλυκόλυση, για την προμήθεια ενέργειας.

## Παραγωγή Γ.Ο. και αποκατάσταση

- Στην αναερόβια γλυκόλυση υπάρχει γρήγορη παραγωγή ενέργειας, αλλά και συγκέντρωση Γ.Ο. εντός των μυών.
- Οι μυς μπορούν να ανεχθούν μια μεσαία (μέτρια) παραγωγή Γ.Ο., για περιορισμένο χρόνο.
- Εάν η παραγωγή του γαλακτικού οξέος είναι μεγάλη (ταχύτητες μεγάλων αποστάσεων) τότε έχουμε αύξηση της οξύτητας (acidity, acidosis).
- Η Acidosis είναι η κύρια αιτία της κόπωσης στη διάρκεια των ασκήσεων ταχύτητας, ειδικά σε ασκήσεις με διάρκεια 30" και πάνω.
- Το σώμα επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα σε περίπου 30' αποκατάστασης και εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια της ταχύτητας και της μορφής της αποκατάστασης (ενεργητική ή παθητική).

-Το αερόβιο σύστημα είναι αυτό που επιτρέπει την απομάκρυνση του Γ.Ο. και βοηθάει στην επαναφορά των μυών στο φυσιολογικό επίπεδο.

-Η αποκατάσταση ως το φωσφογόνο σύστημα αλλά και στην συσσώρευση του Γ.Ο. στους μυς εξαρτάται από το σύστημα του O<sub>2</sub>.

-Είναι γνωστό πλέον, ότι ο πόνος των μυών δεν έχει σχέση με την συγκέντρωση του Γ. Ο.

-Τώρα είναι αποδεκτό, ότι ο πόνος έχει σχέση με την «μικροσκοπική δομή» καταστροφής των μυϊκών κυττάρων.

-Όπως θα δούμε παρακάτω η προπόνησή της ταχύτητας βελτιώνει την ικανότητα του αθλητή στην χρήση της αναερόβιας γλυκόλυσης.

- Ένας αριθμός θετικών αλλαγών, όπως η ικανότητα παραγωγής του Γ.Ο. πιο γρήγορα και η καλύτερη ανοχή του Γ.Ο., δίνουν τη δυνατότητα στο δρομέα αθλητή να αποσπά ενέργεια γρηγορότερα και να αντιμετωπίζει καλύτερα την αυξημένη παραγωγή του Γ.Ο.

# Αερόβιο ενεργειακό σύστημα O<sub>2</sub>

-Το αερόβιο σύστημα ή το σύστημα του O<sub>2</sub> λειτουργεί μόνο όταν οι μυς εφοδιάζονται με O<sub>2</sub>.

-Όταν υπάρχει το O<sub>2</sub> , το λίπος, οι υδατάνθρακες και πρωτεΐνες διασπώνται εντός του κυττάρου, στα μιτοχόνδρια.

Οι αερόβιες χημικές αντιδράσεις είναι σχετικά αργές σε σύγκριση με την αναερόβια γλυκόλυση.

-Ωστόσο η περισσότερη ενέργεια προέρχεται από την αερόβια διαδικασία και όχι από τις 2 αναερόβιες διαδικασίες.

Ο αργός ρυθμός της επανασύνδεσης της ATP οφείλεται στην απαραίτητη μεταφορά του «καυσίμου» μεταξύ των διαφόρων στρωμάτων του κυττάρου.

- Το αερόβιο σύστημα εξαρτάται από τη μεταφορά του O<sub>2</sub> από τους πνεύμονες το οποίο ελέγχεται με την ροή του αίματος από την καρδιά στους πνεύμονες, πίσω στη καρδιά και τελικά στους μυς.



-Όλη αυτή η διαδικασία χρειάζεται χρόνο τον οποίο ο αθλητής - δρομέας δεν έχει, ενώ ο αθλητής αντοχής τον έχει.

-Η προπόνησή της αντοχής δε βελτιώνει μόνο την ικανότητα μεταφοράς του O<sub>2</sub> στους μυς, αλλά προκαλεί και αύξηση της ικανότητας των μυών να κάνουν χρήση του O<sub>2</sub> εντός των μιτοχονδρίων.

-Οι παίκτες των ομαδικών αθλημάτων χρειάζονται αποτελεσματικό αερόβιο σύστημα ώστε να αποβάλουν το Γ.Ο. και να ξεκουράζονται γρήγορα μεταξύ των σπριντ και των μεγάλων προσπαθειών.

- Συμπερασματικά, τα ενεργειακά συστήματα προσπαθούν να διατηρήσουν επαρκή τα επίπεδα της ATP, ώστε να μπορούν οι μύες να συσπώνονται διαρκώς.

Πίνακας 1.1: Περίληψη των συστημάτων ενέργειας.

ΑΤΡ –ΡC σύστημα	Αναερόβια γλυκόλυση ή Σύστημα Γ.Ο.	Αερόβιο σύστημα ή σύστημα O <sub>2</sub>
Αναερόβιο Πολύ γρήγορο	Αναερόβιο Γρήγορο	Αερόβιο Αργό
Χημική ουσία ΡC.	Καύσιμο γλυκογόνο	Καύσιμο γλυκογόνο, λίπος, πρωτεΐνη
Μικρή παραγωγή ΑΤΡ	Περιορισμένη παραγωγή ΑΤΡ	Απεριόριστη παραγωγή ΑΤΡ
Μικρή ποσότητα στους μυς	Διάφορα παράγωγα Γ.Ο. προκαλούν μυική κόπωση	Δεν υπάρχει κόπωση λόγω παραγώγων.
Κυρίως χρήση στα σπριντ, ταχυδυναμικά αθλήματα, μικρής διάρκειας δραστηριότητας (0-20'')	Κύρια χρήση σε έντονες δραστηριότητες από 30'' μέχρι 2'.	Κύρια χρήση στην αντοχή ή δραστηριότητες μεγάλης χρονικής διάρκειας.

## Τύποι μυϊκών ινών

-Οι μυς είναι εξειδικευμένες ενότητες, οι οποίες επιτρέπουν την παραγωγή ενέργειας.

- Υπάρχουν 3 τύποι μυών:

Τύπος I (βραδιάς συστολής ή ερυθρές).

Τύπος IIa (γρήγορες οξειδωτικές ίνες).

Τύπος IIb (ταχείας συστολής ή λευκές ίνες).

-Οι διάφοροι σκελετικοί μυς, όπως ο δικέφαλος βραχίονος ή ο γαστροκνήμιος περιέχουν διαφορετικό αριθμό μυϊκών ινών, ενώ διαφέρουν και στο μέγεθος.

-Επίσης διαφέρουν στα ποσοστά των τύπων I και II.

- Στους περισσότερους ανθρώπους τα ποσοστά των μυϊκών ινών του Τύπου I και του Τύπου II είναι περίπου 50%, ενώ κάποιοι μυς της κνήμης και του πέλματος έχουν μεγαλύτερο ποσοστό Τύπου I ή τύπου II.

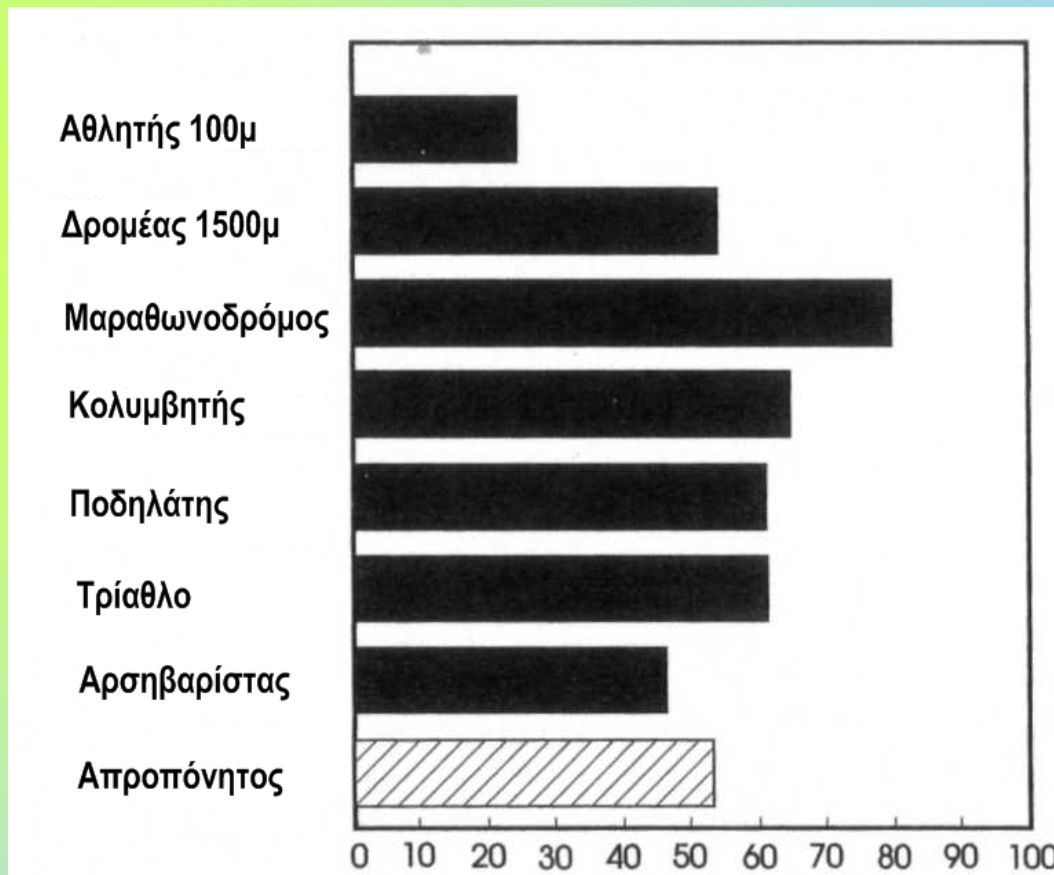
-Οι μυς του πέλματος συμμετέχουν σε κινήσεις χαμηλής έντασης, οι μυς της κνήμης συμμετέχουν σε έντονες κινήσεις, μικρής διάρκειας.

-Ενώ οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν περίπου 50% I.B.Σ. και 50% I.T.Σ. Εντούτοις υπάρχουν ατομικές διαφορές στον αριθμό των ινών των μυών, καθώς και του ποσοστού των τύπων I και II (ειδικά σε ανάμεικτους μυς, όπως ο τετρακέφαλος κι ο γαστροκνήμιος).

-Επιστημονικές μελέτες μας έδειξαν ότι ο αριθμός και ο τύπος των μυϊκών ινών είναι παράγοντας κληρονομικός (γενετικός).

-Έτσι εξηγείται, γιατί ο άριστος μαραθωνοδρόμος και ο άριστος δρομέας γεννιούνται και δεν γίνονται.

- Εν τούτοις με την προπόνηση επέρχεται βελτίωση.



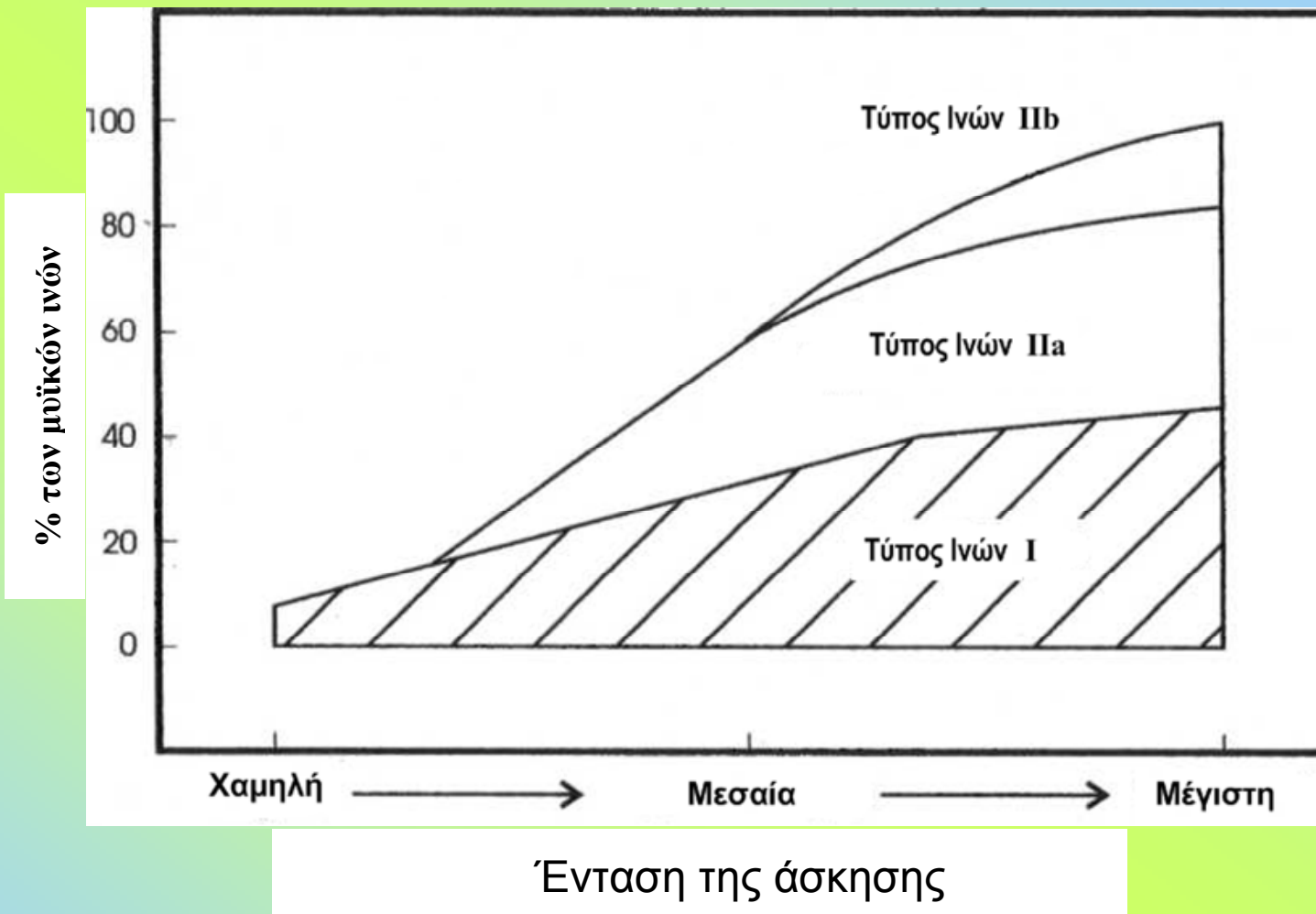
Σχήμα 6. Ποσοστό I.B.S. (τύπος I) από το γαστροκνήμιο διαφόρων ελίτ αθλητών . Απεικόνιση και του ποσοστού των ιών του τύπου I σε απροπόνητα άτομα.

## Πίνακας 2 χαρακτηριστικά των τύπων των μυϊκών ινών.

Χαρακτηριστικά.	Βραδείας	Ταχείας	
	Τύπος I	Τύπος IIa	Τύπος IIb
Ταχύτητα συστολής	Αργή	Γρήγορη	Γρήγορη
Μέγεθος	Μικρό	Μεγάλο	Μεγάλο
Παραγωγή δύναμης	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή
Βαθμός κόπωσης	Μικρός	Μέγιστος	Μέγιστος
Μιτοχόνδρια	Πολλά	Πολλά	Λίγα
Ενζυματική λειτουργία μιτοχονδρίων	Μέγιστη	Μέγιστη	Ελαφριά
Αποθήκευση γλυκογόνου	Ελαφριά	Μέγιστη	Μέγιστη
Τριχοειδή αγγεία	Πολλά	Μέτρια	Λίγα
Μέγεθος των νευρών	Μικρό	Μεγάλο	Μεγάλο
% μυών τυπικό πόδι	45%	38%	16%
% μυών του ποδιού σε αθλητή αντοχής (μεγάλες αποστάσεις)	80%	14%	5%
% μυών του ποδιού σε αθλητή ταχύτητας.	23%	48%	28%

## Η κινητική μονάδα

- Το ερέθισμα για να προκληθεί σύσπαση σε μια μυϊκή ίνα, μεταδίδεται από έναν κινητικό νευρώνα.
- Ένας κινητικός νευρώνας κι όλες οι μυϊκές ίνες τις οποίες νευρώνει, ονομάζονται κινητική μονάδα.
- Ο αριθμός των μυϊκών ινών που συνευρώνονται από ένα κινητικό νευρώνα ποικίλλει από μυ σε μυ.
- Αυτοί οι μυς που ελέγχουν οι συγκεκριμένες κινήσεις, όπως αυτή που βρίσκονται στο μάτι, έχουν λίγες μυϊκές ίνες ανά κινητική μονάδα.
- Αντίστροφα, μύες όπως ο τετρακέφαλος, ο οποίος είναι υπεύθυνος για δυνατές και μεγάλες κινήσεις των τμημάτων του σώματος, διαθέτει περίπου 2.000 μυϊκές ίνες ανά κινητική μονάδα.
- Όταν ένας κινητικός νευρώνας δεχθεί ένα ερέθισμα, όλες οι μυϊκές ίνες που συνενώνει συστέλλονται ταυτόχρονα.
- Οι μικρές κινητικές μονάδες, που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στην κόπωση (τύπος I) συσπώνονται πιο συχνά, παρέχοντας έλεγχο στις μικρές δυνάμεις που απαιτούνται για την άσκηση των καθημερινών δραστηριοτήτων (βάδισμα κ.τ.λ.).
- Οι μεγαλύτερες κινητικές μονάδες (τύπος II) συσπώνονται, όταν απαιτούνται δυνατές και ταχείες συσπάσεις (τρέξιμο κ.τ.λ.).



**Σχήμα 7.** Η χρήση των μυϊκών ινών στη διάρκεια της άσκησης με αυξανόμενη ένταση γίνεται ανάλογα με το μέγεθος (τύπος I>IIa>IIb).



-Ο αθλητής τρέχει 800 μ. με αυξανόμενη ταχύτητα μέχρι να φτάσει σε μέγιστη ένταση.

-Στην αρχή είχε κάνει χρήση τις ίνες του τύπου I, μετά του τύπου IIa και τέλος συμμετέχουν και οι ίνες του τύπου IIb.

-Η βαθμιαία συμμετοχή των κινητικών μονάδων θα υπάρχει όταν η άσκηση παρέχει προοδευτική αύξηση στην ταχύτητα ή στην ταχυδύναμη.

-Η συμμετοχή των ινών του τύπου I υπάρχει πάντοτε, ενώ οι ίνες IIb συμμετέχουν σχεδόν στη μέγιστη ένταση.

- Αυτό είναι γνωστό ως «ο κανόνας του μεγέθους της συμμετοχής της κινητικής μονάδας». Η μικρότερη κινητή μονάδα (τύπος I) πρώτα και μετά η μεγαλύτερη, IIb.

## Το αναερόβιο κάτωθι

- Το αναερόβιο κατώφλι ορίζεται ως το σημείο στο οποίο η απαιτούμενη ενέργεια για τη συνέχιση της άσκησης δεν μπορεί να προέλθει ολοκληρωτικά από αερόβιες πηγές, άρα υπάρχει αύξηση του αναερόβιου μεταβολισμού.
- Η αύξηση του αναερόβιου μεταβολισμού σημαίνει και αύξηση του Γ.Ο. του αίματος.
- Η συγκέντρωση του Γ.Ο. στο μυ έχει αρνητικά αποτελέσματα στην απόδοση.
- Πάνω από το επίπεδο του αναερόβιου κατωφλίου το Γ.Ο. του αίματος αυξάνει πάρα πολύ.
- Για τον ερασιτέχνη αθλητή αυτό το επίπεδο συμβαίνει στα 60-70% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (75-80% της Μ.Κ.Σ.).

-Στον αθλητή αντοχής αυτό το επίπεδο είναι το 80-85% της  $\text{VO}_2 \text{ max}$ , πριν το Γ.Ο. αυξηθεί ραγδαία.

- Αυτό συμβαίνει για 2 κυρίως λόγους.

Ο αθλητής αντοχής βασίζεται περισσότερο στο μεταβολισμό των λιπών και δεν υπάρχει παραγωγή του Γ.Ο.

Ο αθλητής έχει περισσότερα μιτοχόνδρια, άρα περισσότερο  $\text{O}_2$  για παραγωγή αερόβιας ενέργειας στις μυϊκές ίνες και όχι Γ.Ο.

- Η καλή γνώση των παραγόντων και των θεωρητικών εννοιών αυτής της διάλεξης αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του περιεχομένου αυτού του μαθήματος, αλλά και τη δημιουργία προπονητικών προγραμμάτων της ταχύτητας για δρομείς και παίκτες.

## Θέματα για συζήτηση

1. Ποια είναι τα ενεργειακά συστήματα;
2. Οι τύποι και οι διαφορές των μυϊκών ινών;
3. Τι γνωρίζετε για την κινητική μονάδα;
4. Ποιοί παράγοντες επηρεάζουν τη μέγιστη πρόσληψη O<sub>2</sub>;
5. Τι είναι το αναερόβιο κατώφλι;
6. Ποιες είναι οι διαφορές των ενεργειακών συστημάτων;
7. Ποιο είναι το ιδανικό ποσοστό των τύπων των μυϊκών ινών για το δικό σου άθλημα;
8. Τι είναι κινητική μονάδα;
9. Τι γνωρίζετε για το αναερόβιο κατώφλι;
10. Χαρακτηριστικά και διαφορές των τύπων Ια και Ιβ των μυϊκών ινών;

## Επίλογος

- Η ενέργεια για τη μυϊκή εργασία προέρχεται από τη διάσπαση της ATP με μια αντίδραση δημιουργίας ADP και P. Η επανασύνδεση της ADP προέρχεται από 3 ενεργειακά συστήματα (φωσφογόνο σύστημα, αναερόβια γλυκόλυση ή γαλακτικό σύστημα και το σύστημα O<sub>2</sub>).
- Το φωσφογόνο σύστημα χρησιμοποιείται σε ασκήσεις μέγιστης έντασης διάρκειας 10-20". Απαιτούνται περίπου 5 λεπτά αναπλήρωσης του Φ.Σ. και μόνο οι δρομείς χρειάζονται μεγάλο χρόνο ανάπαυσης.
- Η αναερόβια γλυκόλυση διασπά το μυϊκό γλυκογόνο χωρίς τη χρήση του O<sub>2</sub> και με την παραγωγή του Γ.Ο. και παίζει σπουδαίο ρόλο σε ταχύτητες διάρκειας μερικών δευτερολέπτων. Το Γ.Ο. είναι η κύρια αιτία της κόπωσης και απομακρύνεται πιο αποτελεσματικά από τους μυς και το αίμα με ασκήσεις χαμηλής έντασης (αποκατάσταση).

- Το αερόβιο σύστημα  $O_2$  χρησιμοποιεί λίπος, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες με την παρουσία του  $O_2$ , ώστε να δίνει την ενέργεια για την επανασύνδεση της ATP. Αυτό το σύστημα παίζει σπουδαίο ρόλο στους αθλητές αντοχής και στους παίκτες των αθλοπαιδιών οι οποίοι χρειάζονται την γρήγορη αποκατάσταση μεταξύ των έντονων και υψηλών προσπαθειών στη διάρκεια του αγώνα.
- Οι σκελετικοί μυς αποτελούνται από 3 διαφορετικούς τύπους μυϊκών ινών: τύπος I (ίνες βραδείας συστολής), τύπος IIa (ταχείας οξειδωσης) και τύπος IIb (ίνες ταχείας συστολής).
- Οι διάφοροι τύποι των μυϊκών ινών έχουν διάφορες ιδιότητες οι οποίες κατατάσσουν τους μύες σε περισσότερο οξειδωτικές (αντοχής) η αναερόβιες (ταχύτητα). Με την αύξηση της έντασης της άσκησης οι ίνες χρησιμοποιούνται με την εξής σειρά: τύπος I > τύπος IIa > τύπος IIb. Η προπόνηση ταχύτητας και η διαλειμματική προπόνηση εξασκεί τις ίνες του τύπου II, ενώ η προπόνηση αντοχής γυμνάζει τις σκληνές του τύπου I.

- Η μέγιστη αερόβια ικανότητα  $VO_2$  είναι η μέγιστη ποσότητα του  $O_2$  , η οποία μεταφέρεται στο σώμα και καταναλώνεται στη διάρκεια της άσκησης, είναι **το αποτέλεσμα 3 παραγόντων**: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, μέγιστη ποσότητα αίματος (ποσότητα του αίματος σε κάθε καρδιακό χτύπο) και η μέγιστη διάφορα  $O_2$  αρτηριακών φλεβών (η ποσότητα εξαγωγής του  $O_2$  από το αίμα με τους μυς).
- Ενώ η  $VO_2$  max είναι σπουδαία για αθλήματα αντοχής, το ποσοστό της  $VO_2$  max με την οποία είναι αθλητής μπορεί να γυμνάζεται για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς τη συγκέντρωση του Γ.Ο. (αναερόβιο κατώφλι) είναι περισσότερο σπουδαίο.

## Πρόσθετη Βιβλιογραφία

- Baechle T. R. (ed.) (1994) *Essentials of strength training and conditioning*, Human kinetics, Champaign, Illinois.
- Leger, L. & Bouchet, R. (1980) *An indirect continuous running multistage field test: The Univerceite de Montreal track test*, Cnadian Journal of Applied Sports Sciences, 5, 77-84.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. (1994) *Exercise physiology Energy, Nutrition and Human Performance*, Lea & Febiget, Philadelphia.