

# ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

## ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΔΙΑΛΕΞΗ 5

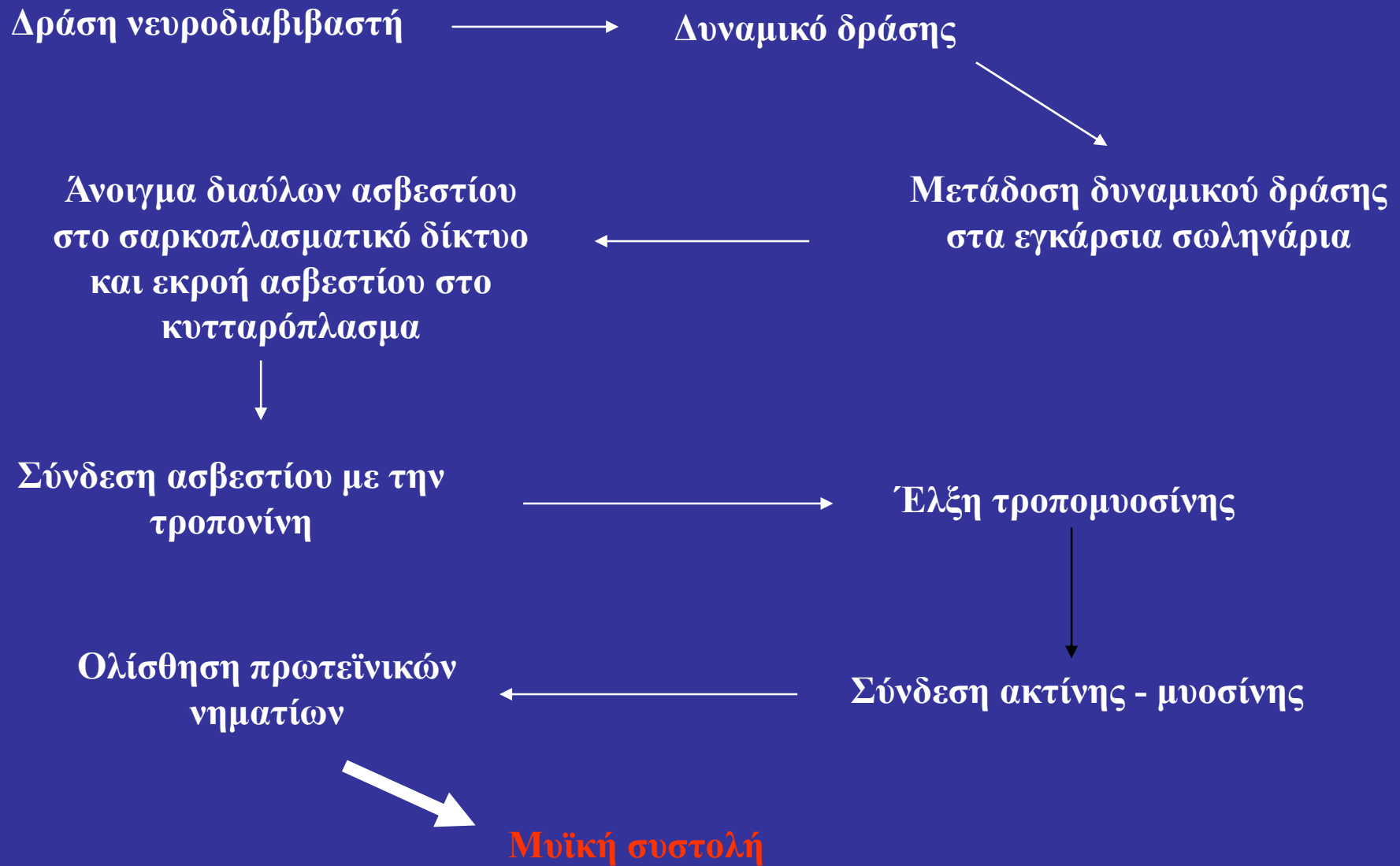
#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΆ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

#### ΜΕΡΟΣ Α΄

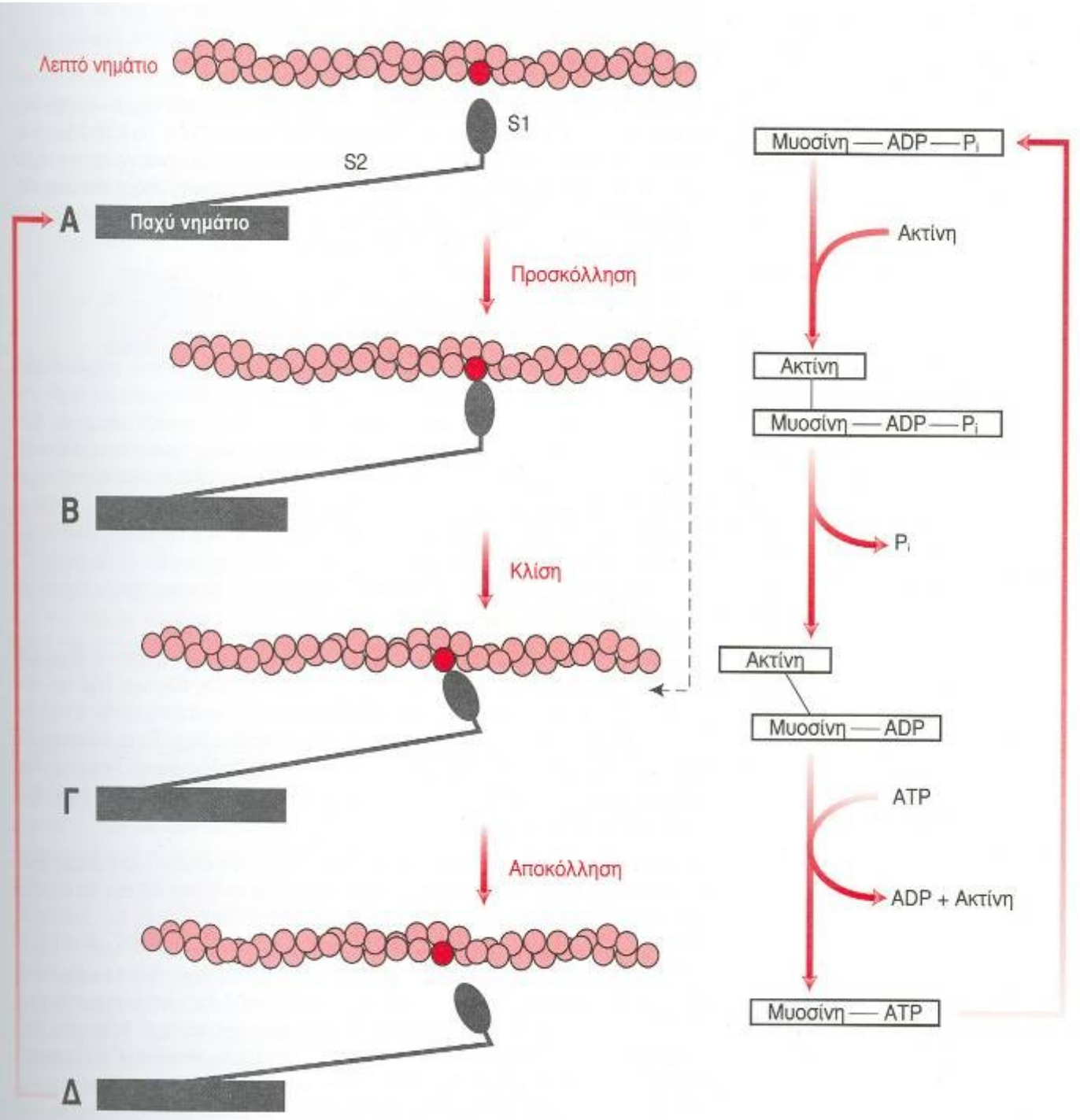
Α. Μεταβολισμός, γενικά

Β. Ενώσεις με υψηλό δυναμικό μεταφοράς της φωσφορικής ομάδας

# Μηχανισμός της μυϊκής σύσπασης

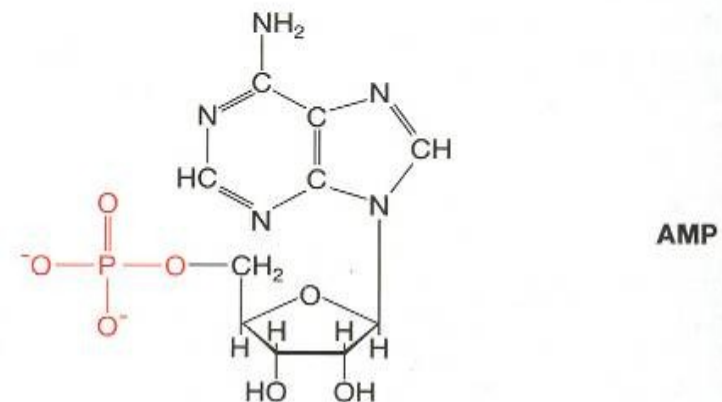
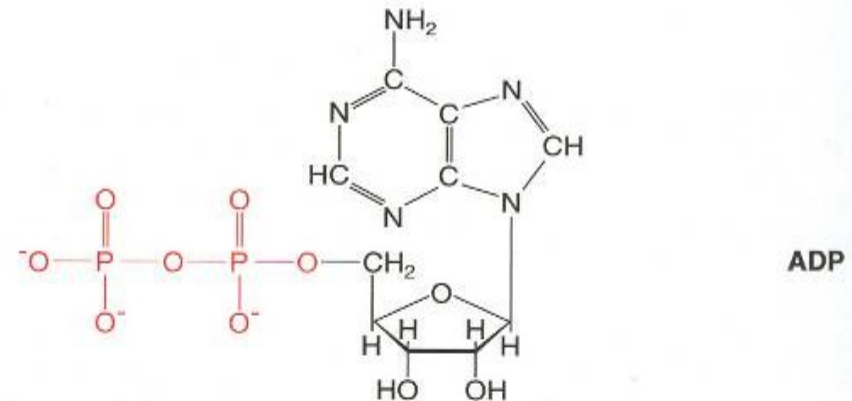
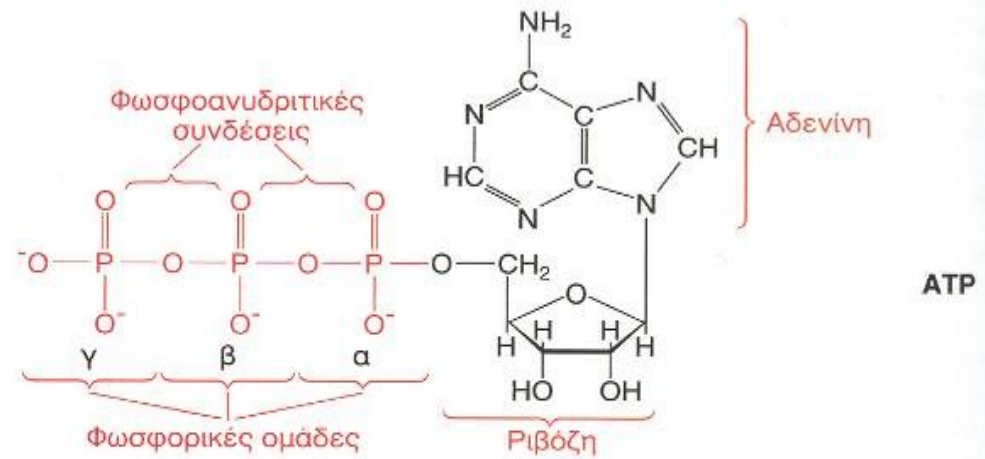
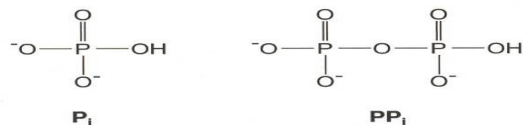
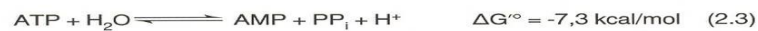
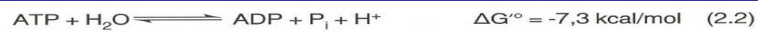


# Μηχανισμός της μυϊκής σύσπασης



# ATP

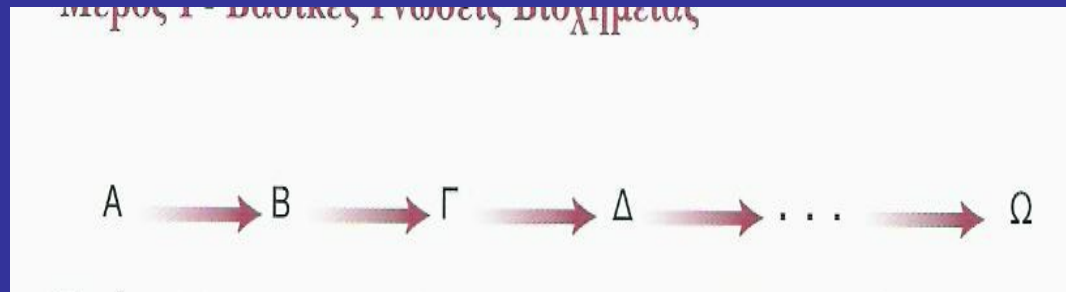
## Το ενεργειακό νόμισμα των κυττάρων



# ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

# ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ

- Μεταβολισμός: το σύνολο των χημικών αντιδράσεων του οργανισμού.
- Μεταβολικά μονοπάτια: ακολουθίες αντιδράσεων όπου το προϊόν της πρώτης να είναι αντιδρών της δεύτερης, το προϊόν της δεύτερης να είναι αντιδρών της τρίτης κ.ο.κ.

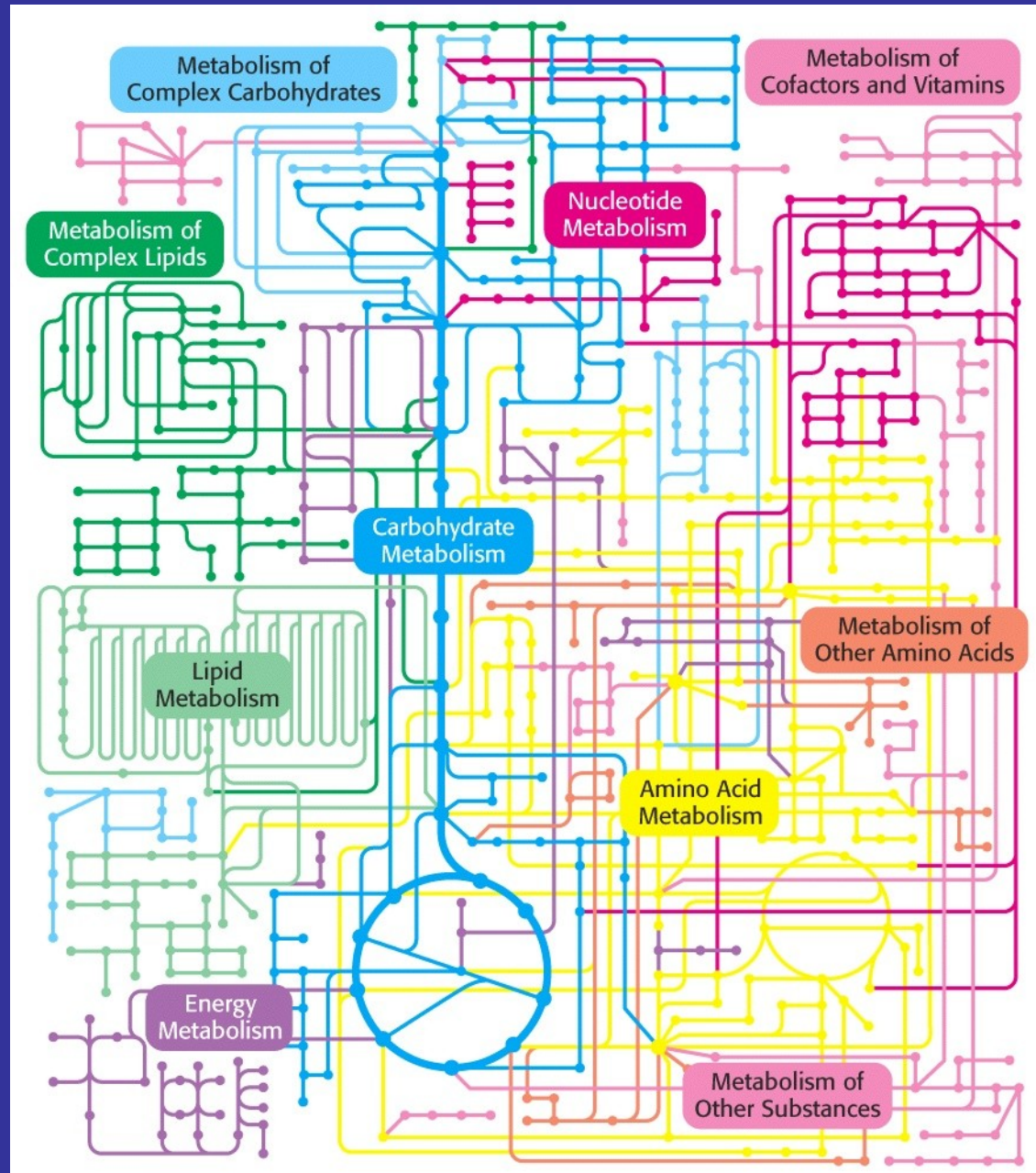


- Μικρός αριθμός πρωταγωνιστικών ενώσεων
- Ρύθμιση της ταχύτητας των μεταβολικών αντιδράσεων από πλήθος παραγόντων.

Τα μεταβολικά μονοπάτια είναι αλληλοεξαρτώμενα.

Οι τελείες αντιπροσωπεύουν υποστρώματα και προϊόντα ενζυμικών αντιδράσεων. Οι παύλες αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένα ένζυμα.

Η γλυκόλυση και ο κύκλος του Krebs αποτελούν το μεταβολικό επίκεντρο.





## ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

- Παραγωγή πρώτων υλών για σύνθεση μακρομορίων
- Παραγωγή ελεύθερης ενέργειας μέρος της οποίας δεσμεύεται με τη σύνθεση ΑΤΡ.





## ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Γλυκόζη

Λιπαρά οξέα

Αμινοξέα



Μαγνήσιο  
Μαγγάνιο  
Κοβάλτιο  
Χαλκός  
Κάλιο  
Ψευδάργυρος  
Θείο  
Σίδηρος  
Ασβέστιο

## ΑΝΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Γλυκόζη

Γλυκογόνο

Λιπαρά οξέα

Λιπίδια

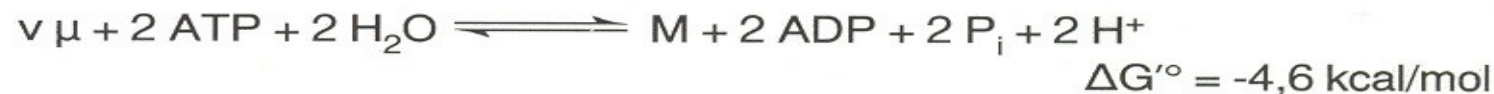
Αμινοξέα

Πρωτεΐνες

Μαγνήσιο  
Κάλιο  
Ασβέστιο  
Χλώριο  
Μαγνήσιο

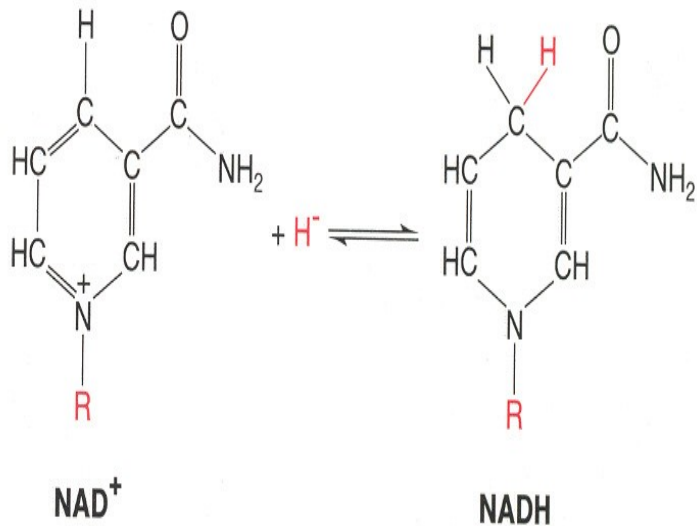
## ΑΝΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

- Σύνθεση μορίων από μικρότερα και απλούστερα μόρια
- Απαραίτητος για την αύξηση του μεγέθους και τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων
- Αντικατάσταση μορίων που φθείρονται
- Δημιουργία αποθεμάτων ενέργειας
- Απαιτούν ελεύθερη ενέργεια (δεν ευνοούνται)
- Σύζευξη με μία εργογόνο αντίδραση όπως η υδρόλυση της ATP

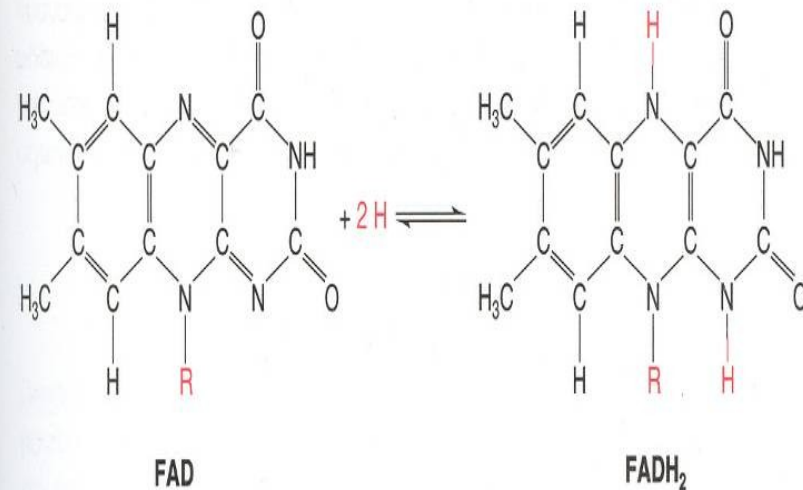


## ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

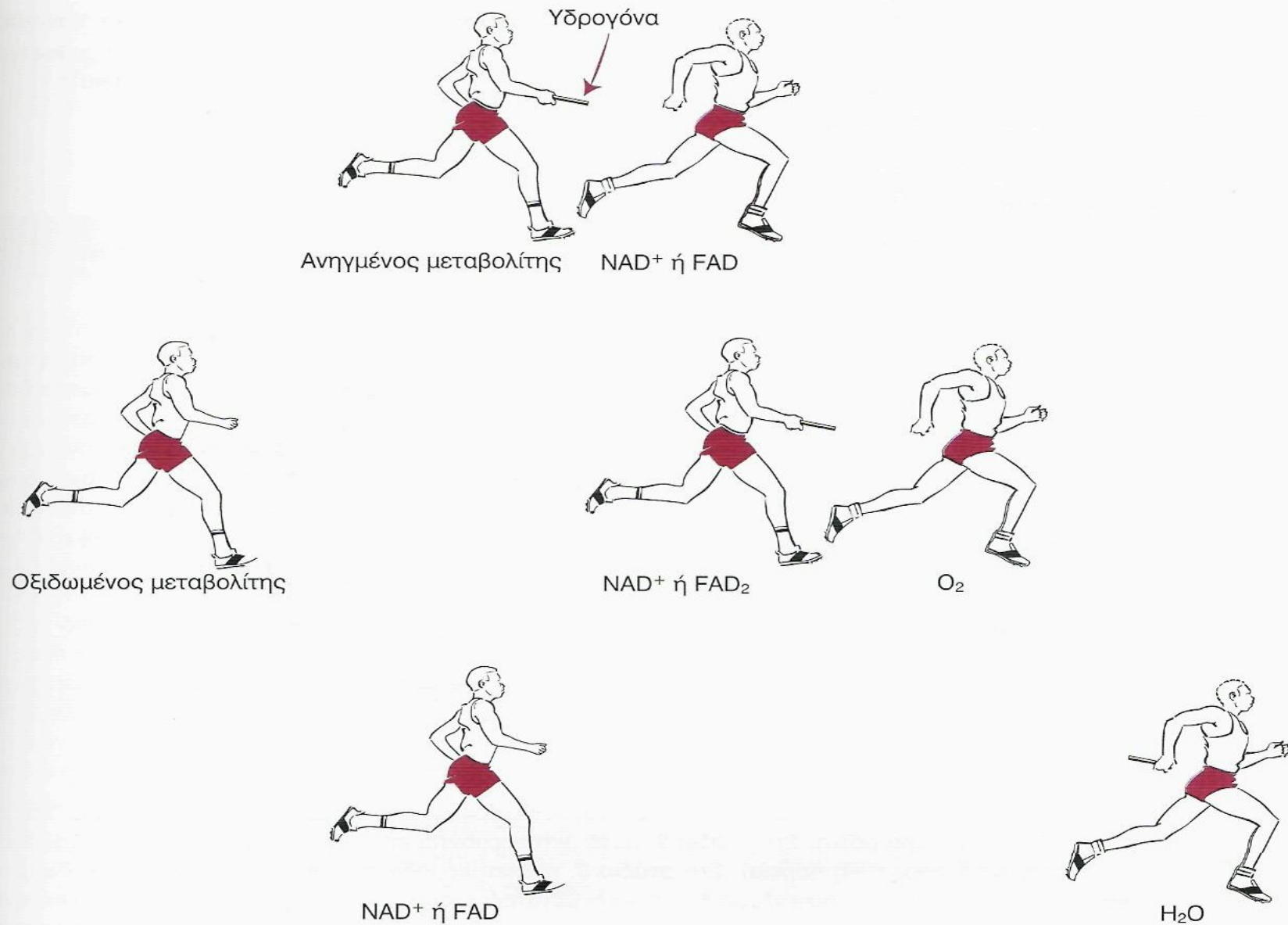
- Οξείδωση: Απώλεια ενός ή περισσότερων ηλεκτρονίων (ή ατόμων υδρογόνου).
- Αναγωγή: Απόκτηση ενός ή περισσότερων ηλεκτρονίων (ή ατόμων υδρογόνου).
- Τα υδρογόνα (ή τα ηλεκτρόνια) που μετακινούνται δεν χάνονται αλλά διακινούνται από εξειδικευμένες χημικές ενώσεις: NAD, FAD, NADP



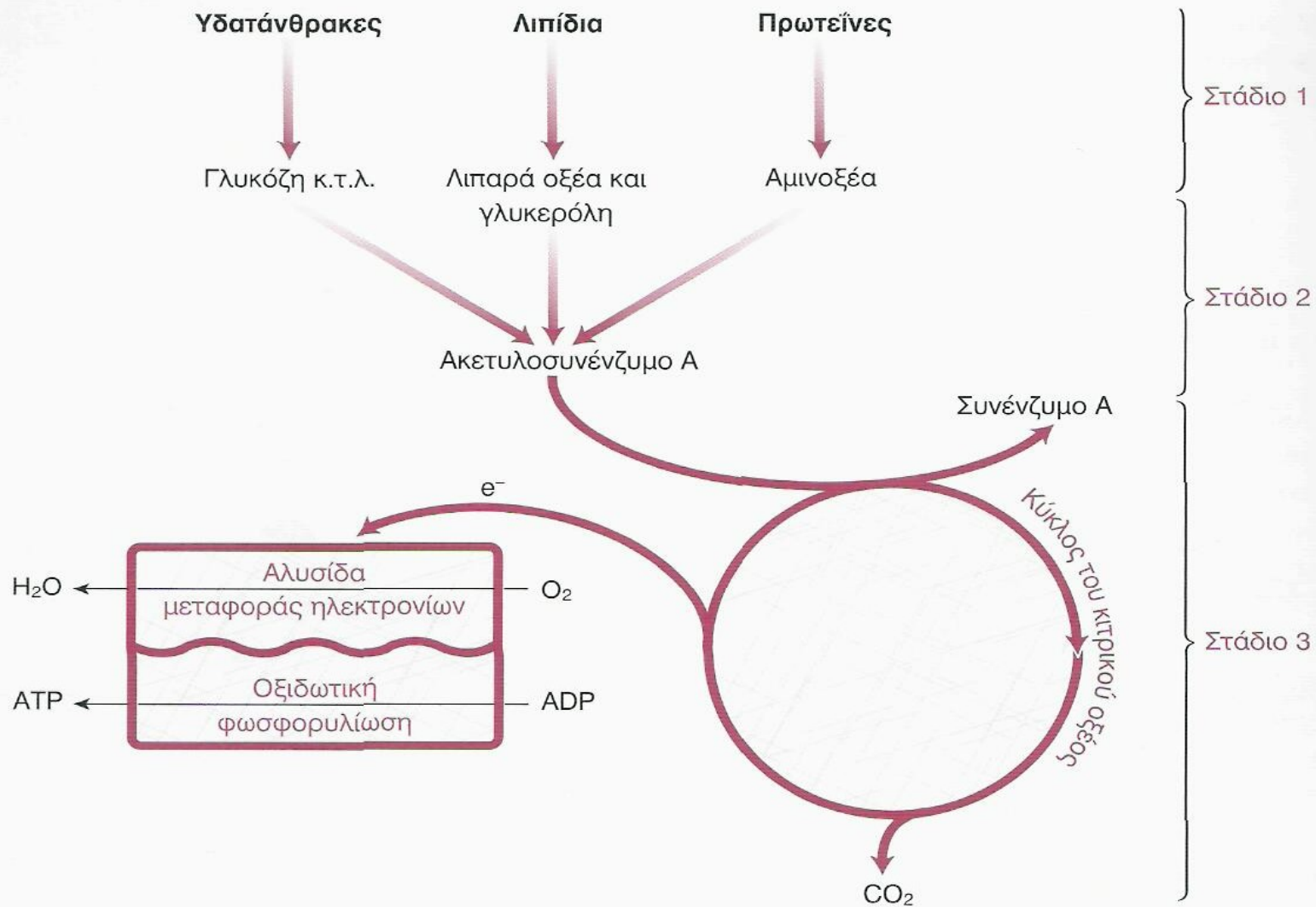
Όπου R το υπόλοιπο του μορίου.



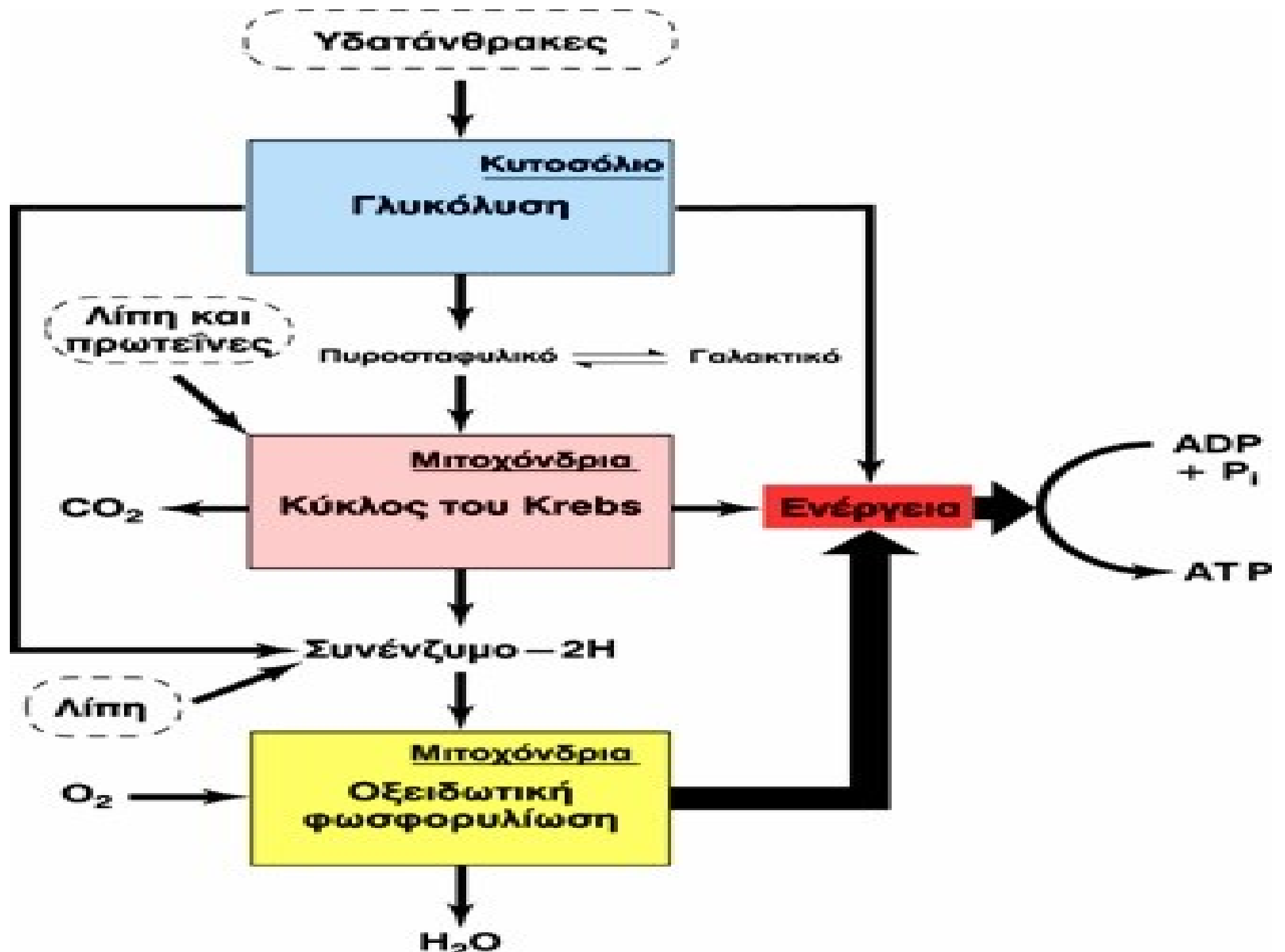
Όπου R και πάλι το υπόλοιπο του μορίου.



**Εικόνα 2.9** Οξειδοαναγωγική σκυταλοδρομία. Οι μεταβολίτες οξειδώνονται παρέχοντας τα υδρογόνα τους σε ενδιάμεσα οξειδωτικά όπως τα NAD<sup>+</sup> και FAD. Τα NADH και FADH<sub>2</sub> που σχηματίζονται, δίνουν τα υδρογόνα στο οξυγόνο, το τελικό οξειδωτικό, και το μετατρέπουν σε νερό.



**Εικόνα 2.10** Στάδια του καταβολισμού. Τα ζώα και οι άνθρωποι εξάγουν ενέργεια από τα τρόφιμα σε τρία στάδια. Στο στάδιο 1, μεγάλα μόρια διασπώνται σε μικρότερα μόρια. Στο στάδιο 2, αυτά μετατρέπονται σε ακετυλοσυνένζυμο Α (με εξαίρεση έναν αριθμό αμινοξέων που ακολουθεί διαφορετική πορεία). Στο στάδιο 3, η ακετυλομάδα του ακετυλοσυνενζύμου Α διοχετεύεται στον κύκλο του κιτρικού οξέος –αφήνοντας το συνένζυμο Α πίσω– και μετατρέπεται σε διοξίδιο του άνθρακα. Τα ηλεκτρόνια που παράγονται στον κύκλο διοχετεύονται στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων, και η ενέργεια που απελευθερώνεται τροφοδοτεί τη σύνθεση ATP μέσω της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης.



# Ο ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ



# ΕΙΔΗ ΑΣΚΗΣΗΣ

- Άσκηση μεγάλης διάρκειας και μέτριας έως υψηλής έντασης.
- Άσκηση πολύ μικρής διάρκειας και πολύ υψηλής έως μέγιστης έντασης.
- Διαλειματικής μορφής άσκηση.
- Άσκηση με αντιστάσεις.

# ΑΡΧΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

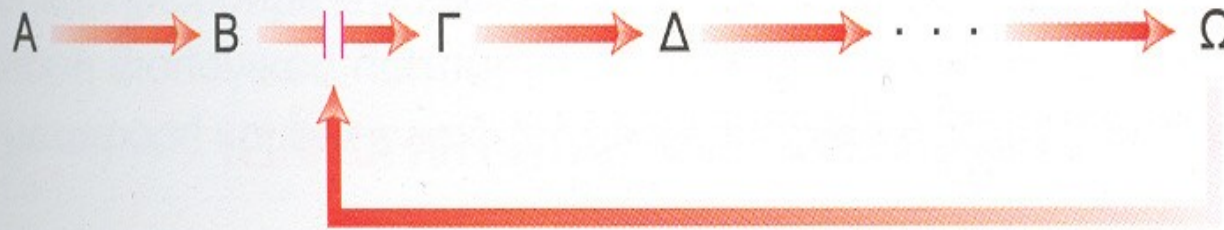
- ΥΠΟΤΑΣΣΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΚΗ ΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΜΥΣ
- Η ΑΣΚΗΣΗ ΣΥΝΗΘΩΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ & ΛΙΠΩΝ
- Η ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑΒΑΛΕΙ ΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΛΛΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ & ΙΣΤΩΝ
- ΔΕΝ ΕΠΙΣΤΡΕΦΕΙ ΣΕ ΗΡΕΜΙΑ ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΑΛΛΑ ΠΟΛΛΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΔΙΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΩΡΕΣ Ή ΜΕΡΕΣ
- Η ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑΒΑΛΕΙ ΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΣΟ ΣΤΗΝ ΗΡΕΜΙΑ ΟΣΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

# Ενεργοί Ιστοί κατά την Άσκηση

- Σκελετικοί μύες
- Λείος μυϊκός ιστός
- Καρδιακός ιστός
- Ηπατικός ιστός
- Λιπώδης ιστός
- Ορμονικοί αδένες
- Νευρικός ιστός

# ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΗ ΤΡΟΠΟΙΗΣΗ: ΑΝΤΙΣΤΡΕΠΤΗ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΙΑΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΣΤΟ ΜΟΡΙΟ ΤΟΥ ΕΝΖΥΜΟΥ
- ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
- ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΝΖΥΜΟΥ
- ΝΕΥΡΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΜΟΝΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ



**ΕΙΚΟΝΑ Γ.3 Αναδραστική αναστολή.** Ένας συνηθισμένος τρόπος ελέγχου της ταχύτητας ενός μεταβολικού μονοπατιού  $A \rightarrow \Omega$  είναι η αναστολή του ενζύμου που καταλύει την πρώτη μη αντιστρεπτή αντίδραση (η οποία στο παράδειγμά μας τυχαίνει να είναι η δεύτερη του μονοπατιού) από το τελικό προϊόν  $\Omega$ . Η αναστολή αυτή δίνει σήμα να επιβραδυνθεί η παραγωγή του  $\Omega$ , όταν η συγκέντρωσή του αυξάνεται υπέρμετρα.

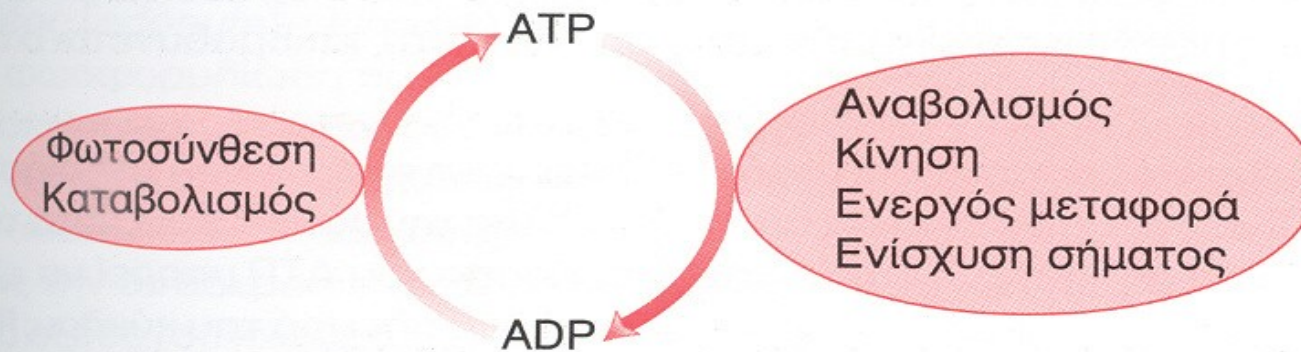
# ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

1. ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΦΩΣΦΟΡΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ
2. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ
3. ΛΙΠΙΔΙΑ
4. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

# ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΦΩΣΦΟΡΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ

- ΔΙΑΘΕΤΟΥΝ ΦΩΣΦΟΡΙΚΗ ΟΜΑΔΑ
- Η ΥΔΡΟΛΥΣΗ ΤΟΥΣ ΑΠΟΔΙΔΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ





**ΕΙΚΟΝΑ 8.1 Ο κύκλος ATP-ADP.** Ο κύκλος είναι ο βασικός τρόπος ανταλλαγής ελεύθερης ενέργειας στα βιολογικά συστήματα. Η αλληλομετατροπή ATP και ADP γίνεται μέσα από τις λειτουργίες που περιλαμβάνονται στις ελλείψεις.

- ΕΝΑΣ ΜΕΣΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΔΙΑΣΠΑ & ΑΝΑΣΥΝΘΕΤΕΙ ΠΕΡΙΠΟΥ 40 kg ATP/ΗΜΕΡΑ ΕΝΩ ΕΝΑΣ ΑΘΛΗΤΗΣ ΔΙΑΣΠΑ 70 kg/ΗΜΕΡΑ ΕΝΩ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΥΔΡΟΛΥΣΗΣ ΤΗΣ ATP ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΜΙΣΟ ΚΙΛΟ/ΛΕΠΤΟ
- Η ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΕΝΟΣ ΜΥ ΣΕ ATP ΣΕ ΗΡΕΜΙΑ ΕΙΝΑΙ 6 MMOL/KG

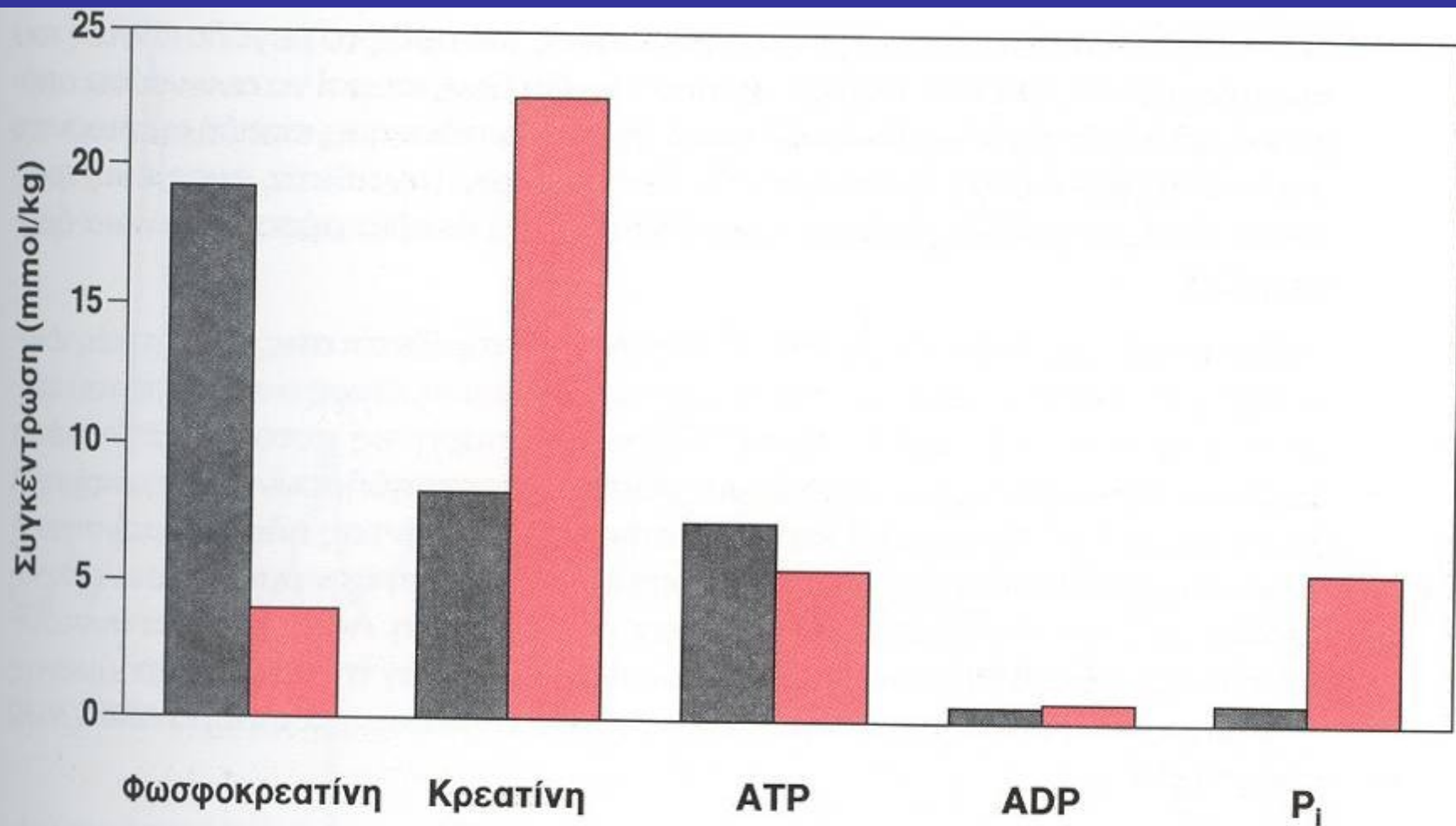


# ΦΩΣΦΟΚΡΕΑΤΙΝΗ

- Ο ΜΥΣ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΣΕ ΗΡΕΜΙΑ 12 mmol ΚΡΕΑΤΙΝΗΣ & 20 mmol ΦΩΣΦΟΚΡΕΑΤΙΝΗΣ
- ΕΙΝΑΙ Η ΤΑΧΥΤΕΡΗ ΠΗΓΗ ΑΝΑΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΤΡ



- ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΚΡΕΑΤΙΝΙΚΗΣ ΚΙΝΑΣΗΣ
- ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΑΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΤΡ: 2,2 mmol/kg/s  
ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΕΤΑΙ ΣΕ 1-2 sec ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΣΥΣΠΑΣΗΣ
- ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΦΩΣΦΟΚΡΕΑΤΙΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΣΚΗΣΗ
- ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΣΕ ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΧΡΙ 7-10 ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΑ



**ΕΙΚΟΝΑ 8.4** Μεταβολές συγκέντρωσης ενώσεων που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας κατά τη μέγιστη άσκηση. Η φωσφοκρεατίνη του τετρακεφάλιου μυός μειώνεται κατά 80 % έπειτα από 30 s μέγιστης ποδηλάτησης, μετατρέπόμενη σε κρεατίνη. Το ATP μειώνεται ελαφρά, ενώ αυξάνονται το ADP και το P<sub>i</sub>. Οι γκρι στήλες αντιπροσωπεύουν τιμές ηρεμίας, ενώ οι κοκκινωπές, τιμές μετά την άσκηση. Το διάγραμμα κατασκευάστηκε με βάση δεδομένα από το άρθρο των Bogdanis και συνεργατών.

ΔΡΟΜΟΙ – 60 ΜΕΤΡΑ

ΔΡΟΜΟΙ – 100 ΜΕΤΡΑ

ΡΙΨΕΙΣ – ΣΦΑΙΡΑ

ΡΙΨΕΙΣ – ΑΚΟΝΤΙΟ

ΡΙΨΕΙΣ – ΣΦΥΡΑ

ΡΙΨΕΙΣ – ΔΙΣΚΟΣ

ΑΛΜΑΤΑ – ΥΨΟΣ

ΑΛΜΑΤΑ – ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ

ΑΛΜΑΤΑ – ΤΡΙΠΛΟΥΝ

ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ 1

ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ 2

ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ 3

ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ 4

ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ 5

ΜΠΑΣΚΕΤ 1

ΜΠΑΣΚΕΤ 2

ΜΠΑΣΚΕΤ 3

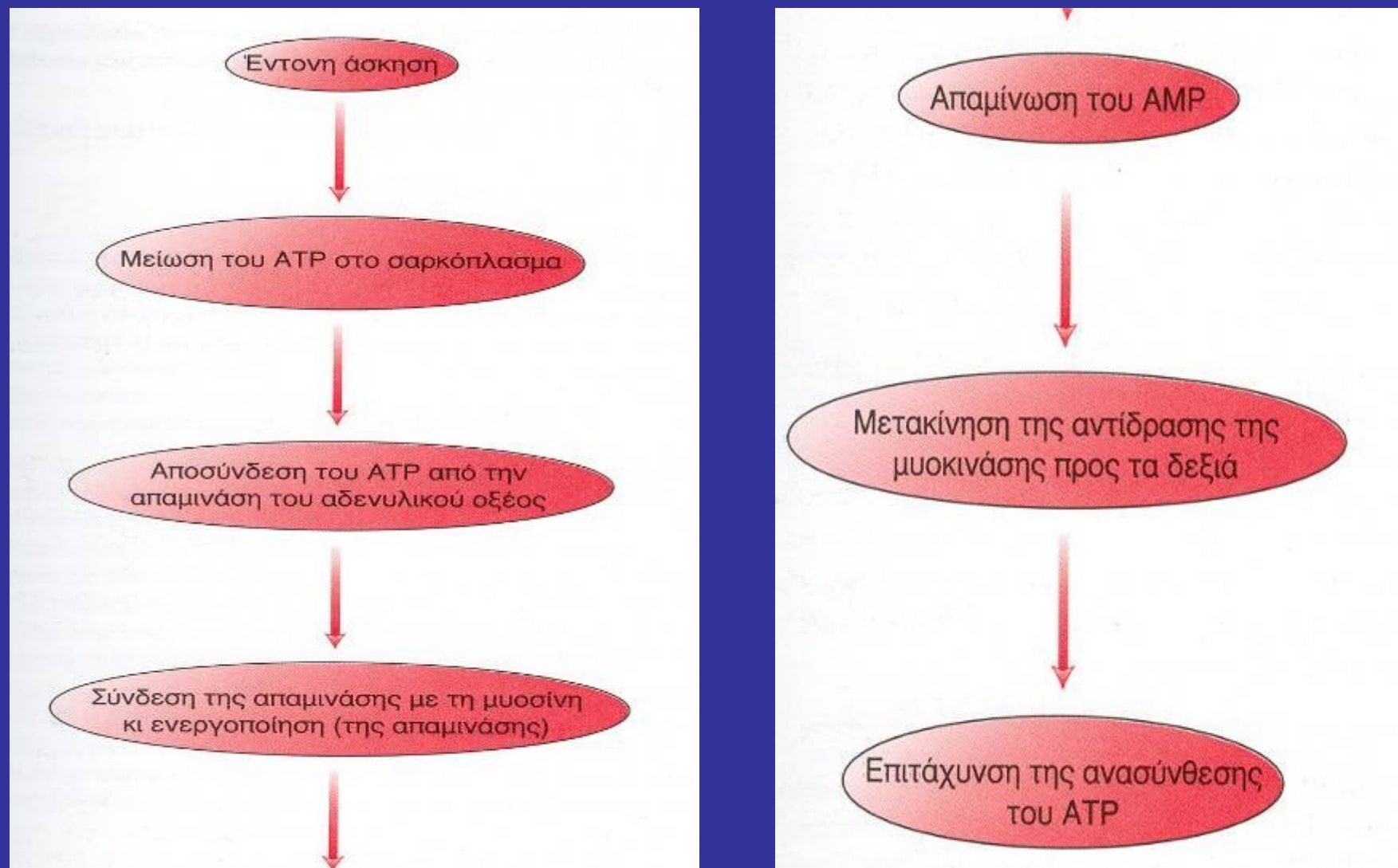
ΒΑΡΗ 1

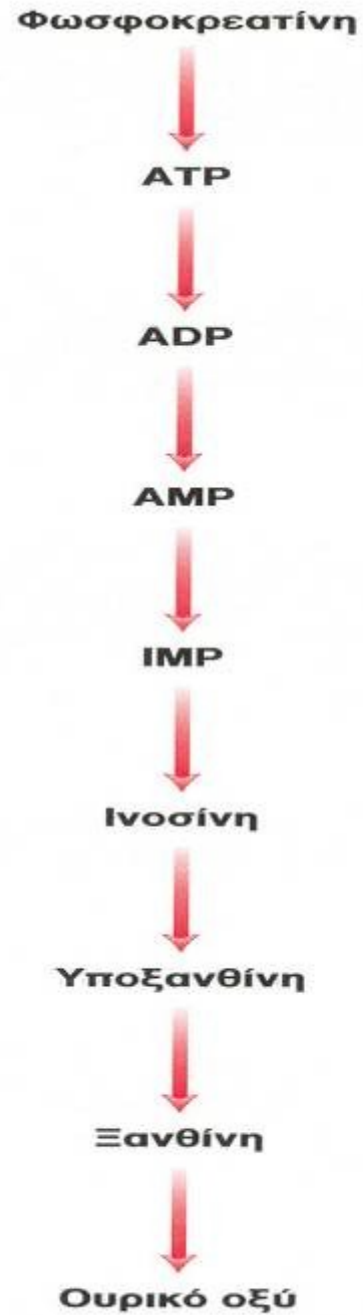
ΒΑΡΗ 2

# ΑΠΩΛΕΙΑ AMP ΜΕ ΑΠΑΜΙΝΩΣΗ



(ΑΠΑΜΙΝΑΣΗ ΑΔΕΝΥΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ)





**ΕΙΚΟΝΑ 8.7** Μετατροπές των ενώσεων με υψηλό δυναμικό μεταφοράς της φωσφορικής ομάδας και των προϊόντων αποικοδόμησής τους κατά την άσκηση.

# Κατηγορίες Οργανικών Ενώσεων

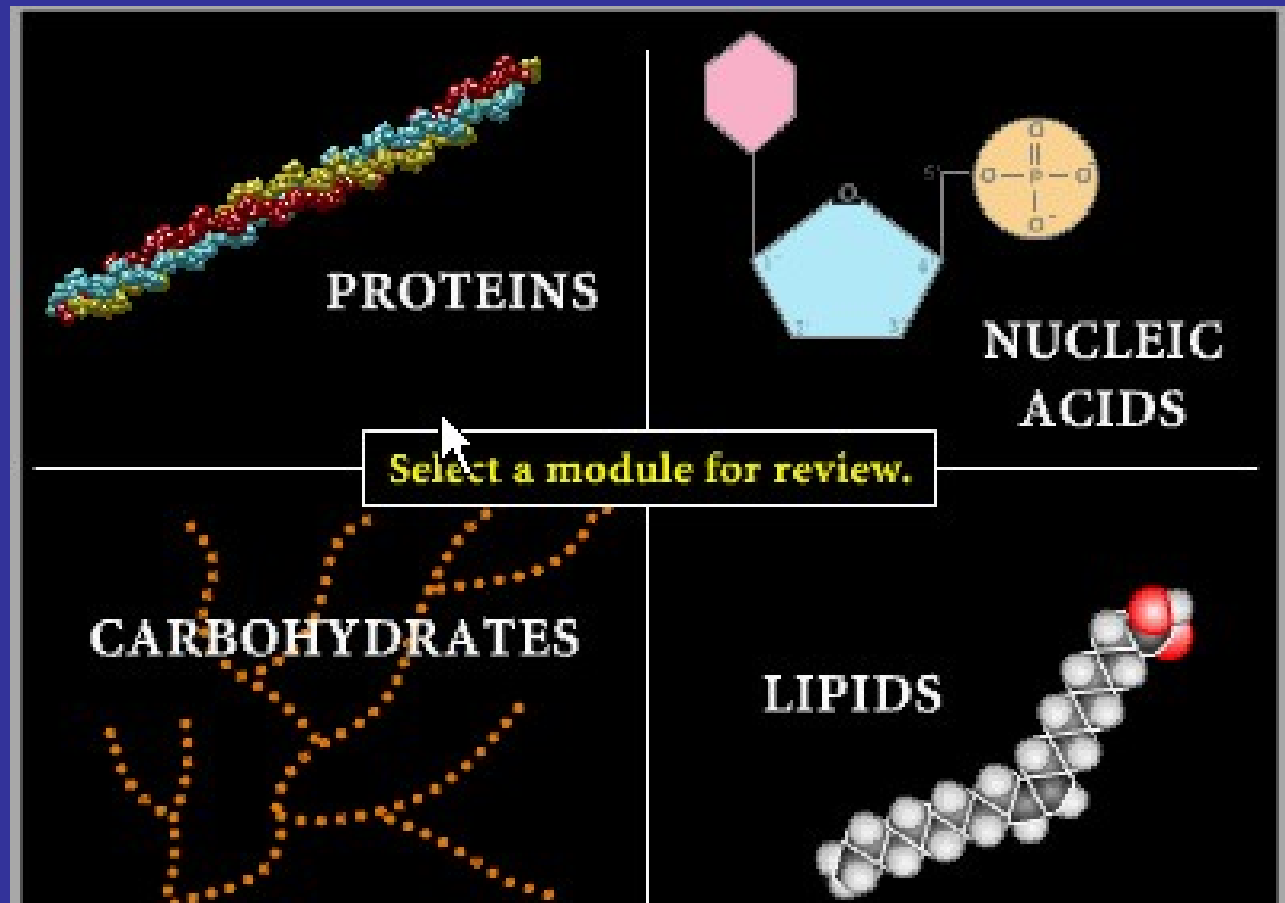
- **Οργανικές Ενώσεις:** οι ενώσεις του άνθρακα.
- **Μακρομόρια ή Πολυμερή:** μεγάλα σε μέγεθος μόρια που αποτελούνται από χιλιάδες άτομα.
- **Κατηγορίες οργανικών μορίων:**

Υδατάνθρακες

Λιπίδια

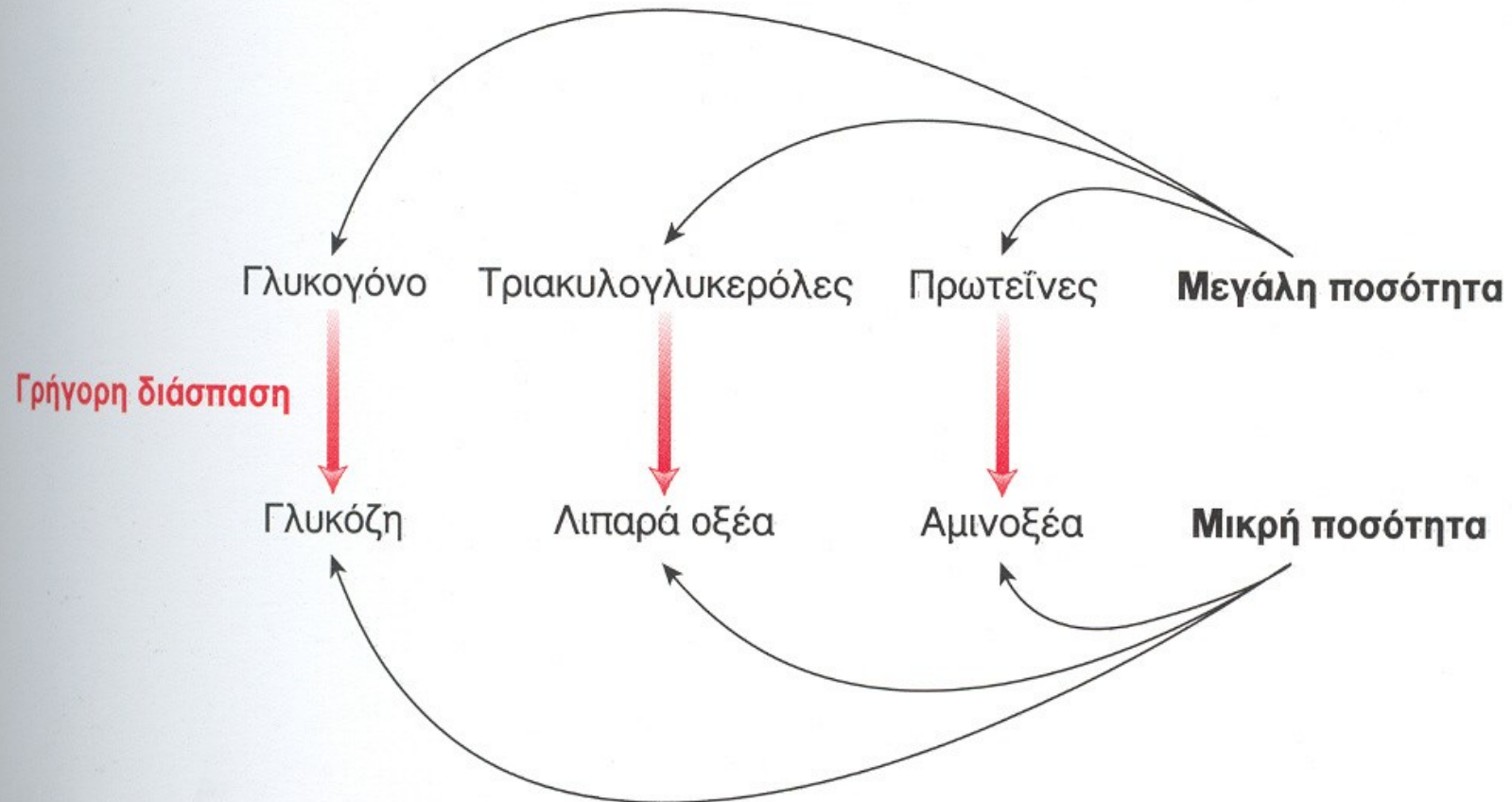
Πρωτεΐνες

Νουκλεϊκά οξέα





# ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΑ



**ΕΙΚΟΝΑ 9.1 Από τις αποθήκες στην κατανάλωση.** Το σώμα διαθέτει μεγάλες ποσότητες μακρομορίων ή αποθηκευτικών μορίων και μικρές ποσότητες των δομικών συστατικών τους. Όμως τα πρώτα μπορούν να διασπαστούν στα δεύτερα με απλές αντιδράσεις που επιτρέπουν τη γρήγορη διάθεσή τους για άμεσες ανάγκες, όπως η παραγωγή ενέργειας για την άσκηση.

