

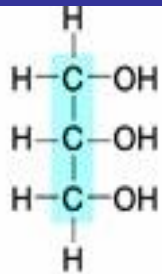
ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΛΙΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Φατούρος Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής

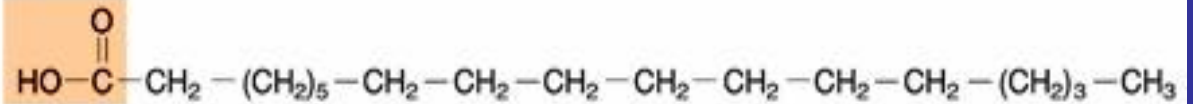
Λιπαρά οξέα

- Μόρια τα οποία συνήθως αποτελούνται από μία μακριά αλυσίδα υδρογονάνθρακα (υδρόφοβη) και μία καρβοξυλομάδα στην άκρη (υδρόφιλη).
- Ο αμφιφιλικός χαρακτήρας τα κάνει έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται για την δημιουργία της κυτταροπλασματικής μεμβράνης.

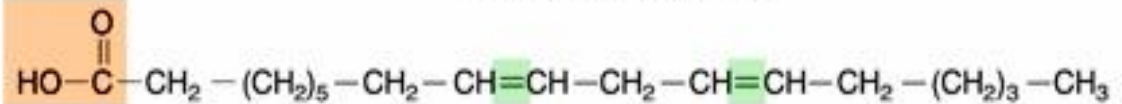
ΛΙΠΙΔΙΚΑ ΜΟΡΙΑ



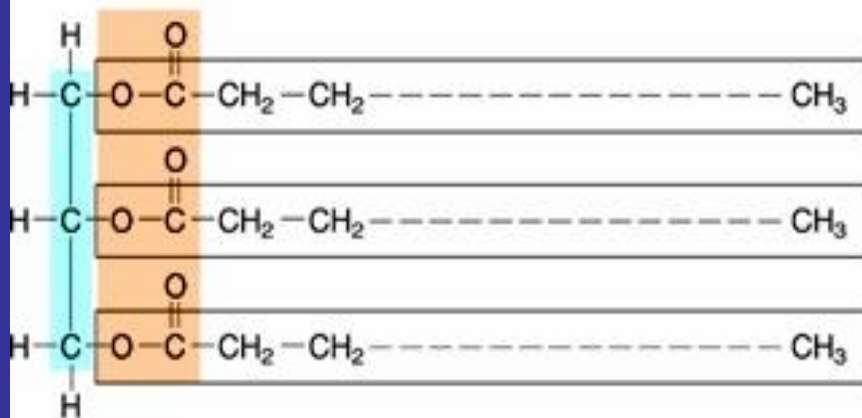
Γλυκερόλη



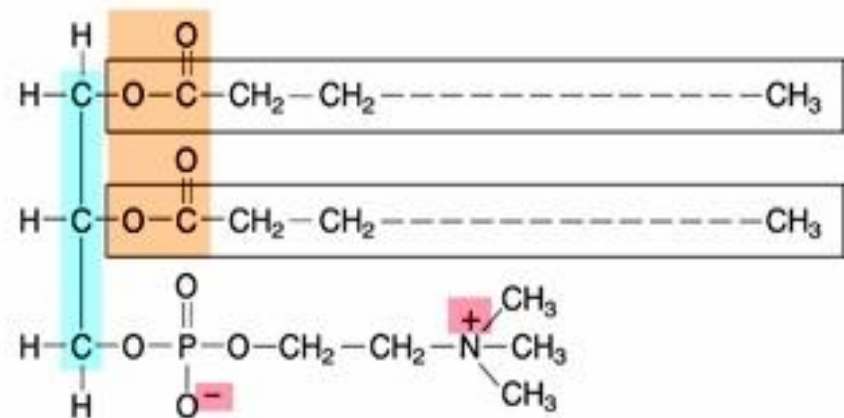
Κορεσμένο λιπαρό οξύ



Πολυακόρεστο λιπαρό οξύ



Τριακυλογλυκερόλη (λίπος)



Φωσφολιπίδιο (φωσφατιδυλοχολίνη)

Λιπαρά οξέα

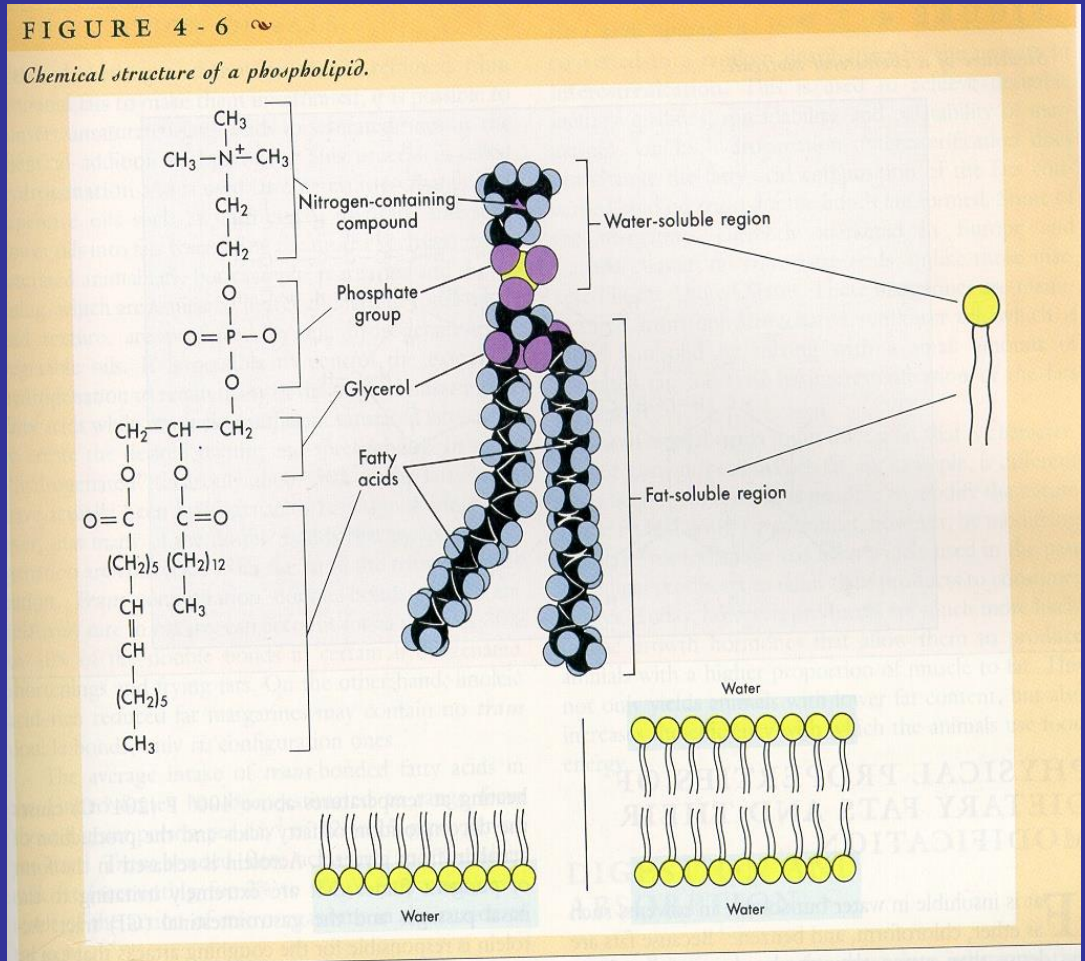
- Κορεσμένα
 - Παλμιτικό (16 C)
 - Στεατικό (16 C)
- Μονοακόρεστα
 - Ελαϊκό (70% στο ελαιόλαδο)
- Πολυακόρεστα
 - Λινελαϊκό (18:2, cis- $\Delta^{9,12}$)
 - Λινολενικό (18:3, cis- $\Delta^{9,12,15}$)
 - Αραχιδονικό (20:4, cis- $\Delta^{4,5,8,11,14}$)

Λιπαρά οξέα

- Απαραίτητα λιπαρά οξέα (λινελαϊκό, λινολενικό, αραχιδονικό)
 - Μειωμένη ανάπτυξη
 - Ξηροδερμία
 - Απολέπιση δέρματος
 - Μειωμένη αναπαραγωγική ικανότητα, αξιοποίηση Ε, ανθεκτικότητα
 - Ρύθμιση μεταβολισμού χοληστερόλης
 - Ακεραιότητα Κ.Μ.
 - 1-2% ημερήσιας ενέργειας

Φωσφολιπίδια

- Λιπίδια τα οποία περιέχουν γλυκερόλη, λιπαρά οξέα, μία φωσφορική ομάδα ενωμένη με μία αλκοόλη.
- Λεκιθίνη (χολίνη).
- Αμφιφιλικό χαρακτήρα (συστατικά Κ.Μ.).



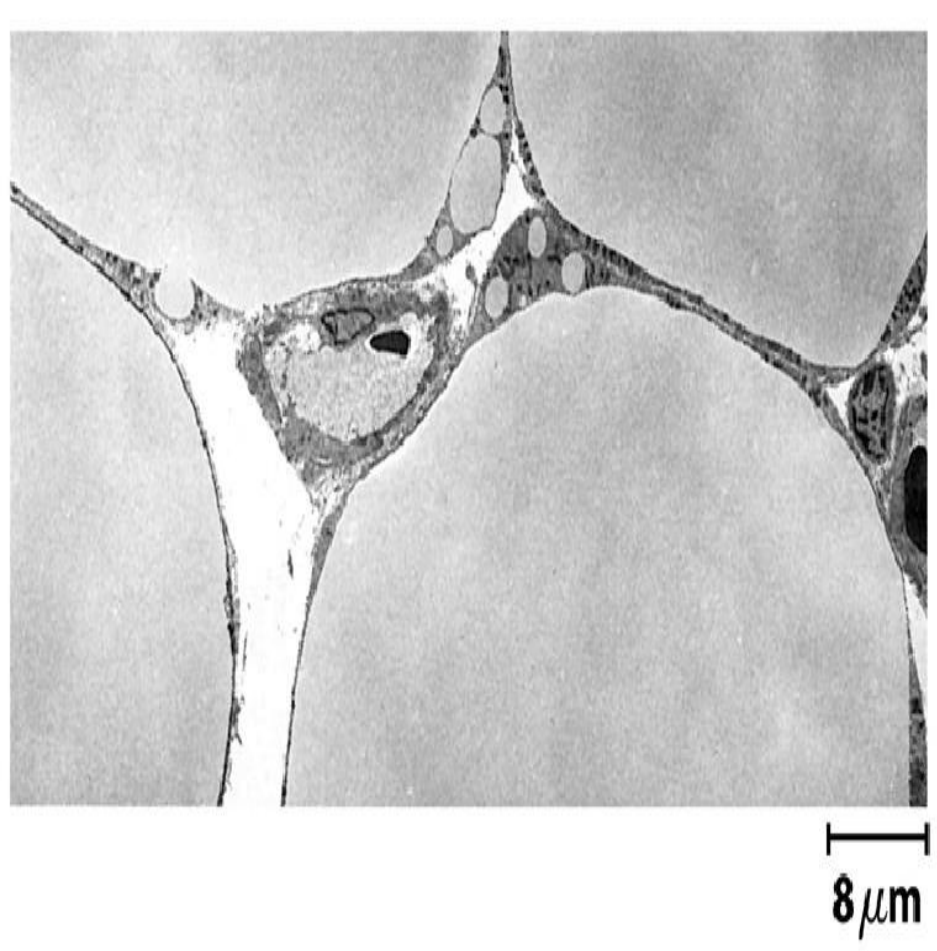
Στεροειδή

- Παράγωγα της χοληστερόλης.
- Αμφιφιλικός χαρακτήρας (K.M.).
- Υπάρχουν και φυτικής προέλευσης (εργοστερόλη).
- Νευρικό σύστημα, χολικά οξέα, ορμόνες.
- Προβιταμίνη D.

Χρησιμότητες των λιπών

- Σωστή σύνθεση των κυττάρων (Κ.Μ.-ορμόνες-βιταμίνες)
- Ενέργεια (9 kcal/γραμ. λίπους)
- Προστασία ζωτικών οργάνων
- Απόθεμα ενέργειας
- Γεύση
- Πείνα
- Θερμορύθμιση

ΛΙΠΟΚΥΤΤΑΡΑ:



- ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΛΙΠΟΥΣ

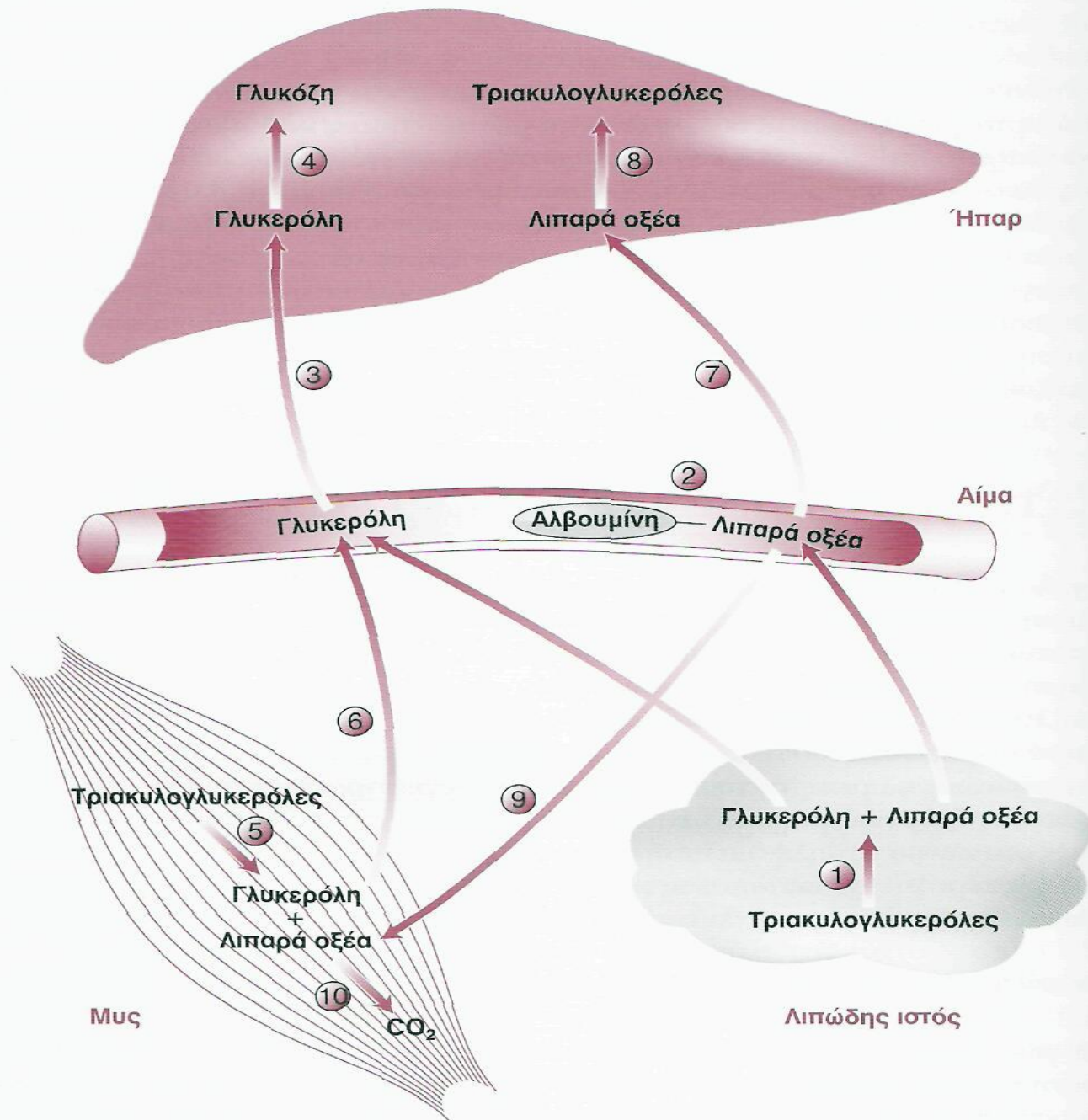
- ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΑ ΕΝΕΡΓΟΣ

- ΕΝΔΟΚΡΙΝΕΣ ΟΡΓΑΝΟ

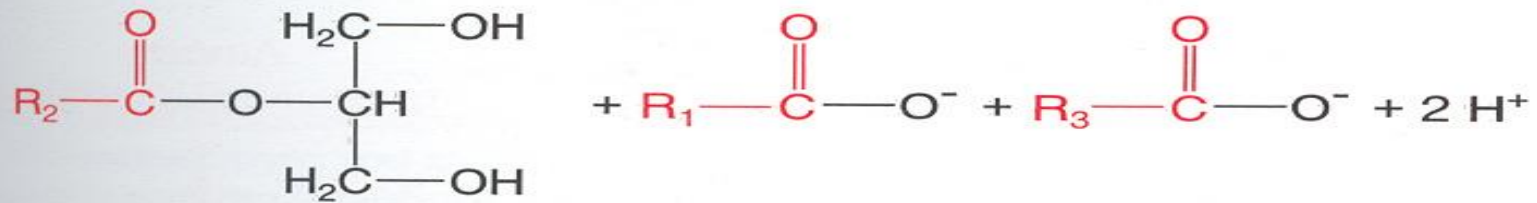
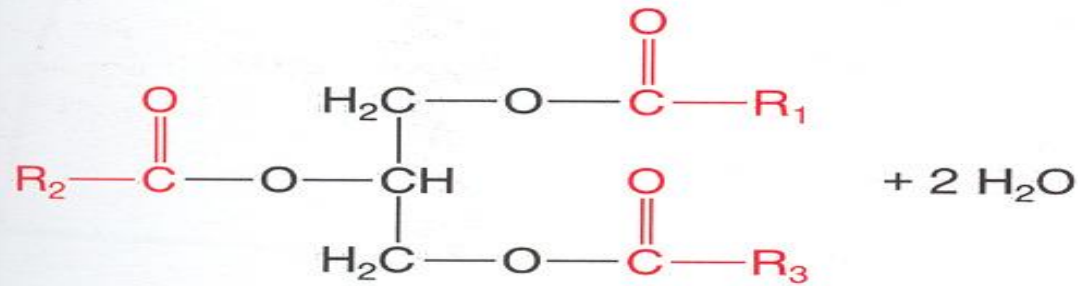
ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΑ ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ ΛΙΠΩΝ

- Σύνθεση τριγλυκεριδίων
- Διάσπαση τριγλυκεριδίων
- Β-οξείδωση λιπαρών οξέων
- Σύνθεση κετονών
- Γλουκονεογένεση από γλυκερόλη

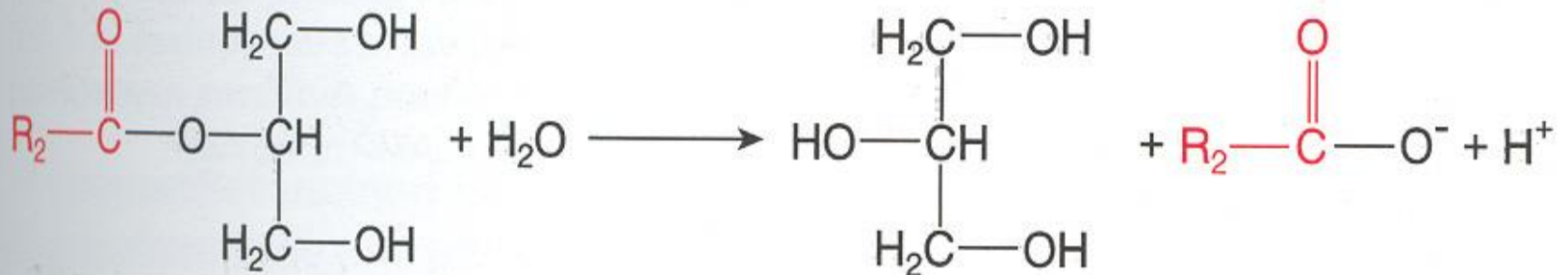
Εικόνα 10.7 Η τύχη των λιπολυτικών προϊόντων κατά την άσκηση. Οι τριακυλογλυκερόλες στο λιπώδη ιστό διασπώνται προς λιπαρά οξέα και γλυκερόλη (1), τα οποία απελευθερώνονται στην αιματική ροή και προσλαμβάνονται από άλλους ιστούς. Τα λιπαρά οξέα κυκλοφορούν συνδεδεμένα με αλβουμίνη (2). Η γλυκερόλη εισέρχεται στο ήπαρ (3), το οποίο τη χρησιμοποιεί για να συνθέσει γλυκόζη (4). Η μυϊκή γλυκερόλη, που προέρχεται από την υδρόλυση των μυοκυτταρικών τριακυλογλυκερολών (5), έχει την ίδια τύχη (6). Τα λιπαρά οξέα του αίματος μπορούν είτε να εισέλθουν στο ήπαρ (7), το οποίο τα χρησιμοποιεί για να παράγει τριακυλογλυκερόλες (8), είτε να εισέλθουν στους μύες (9). Εκεί συναντούν τα παραγόμενα από τη διάσπαση των μυοκυτταρικών τριακυλογλυκερολών λιπαρά οξέα και οξειδώνονται προς CO_2 (10).

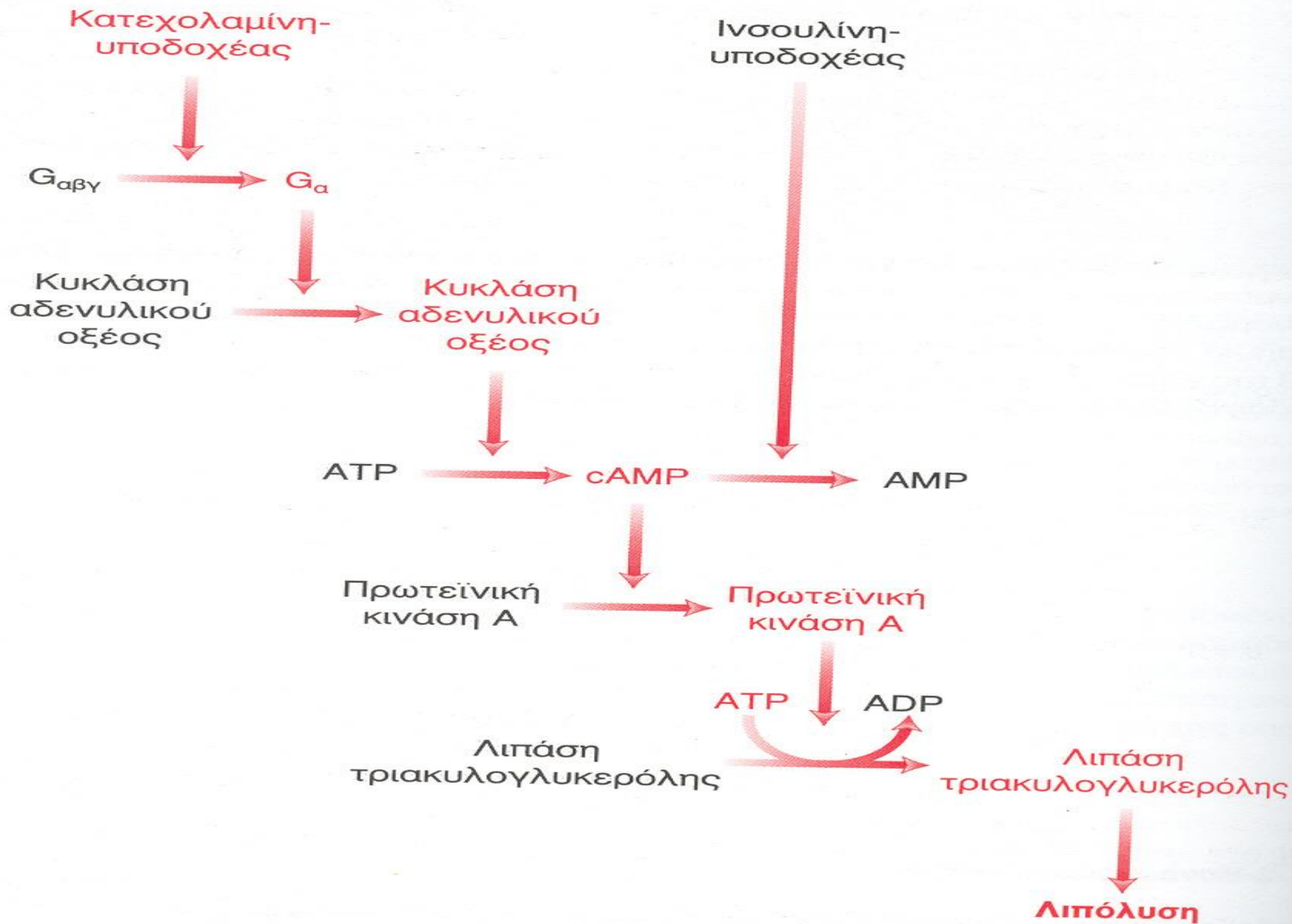


Η ΛΙΠΟΛΥΣΗ

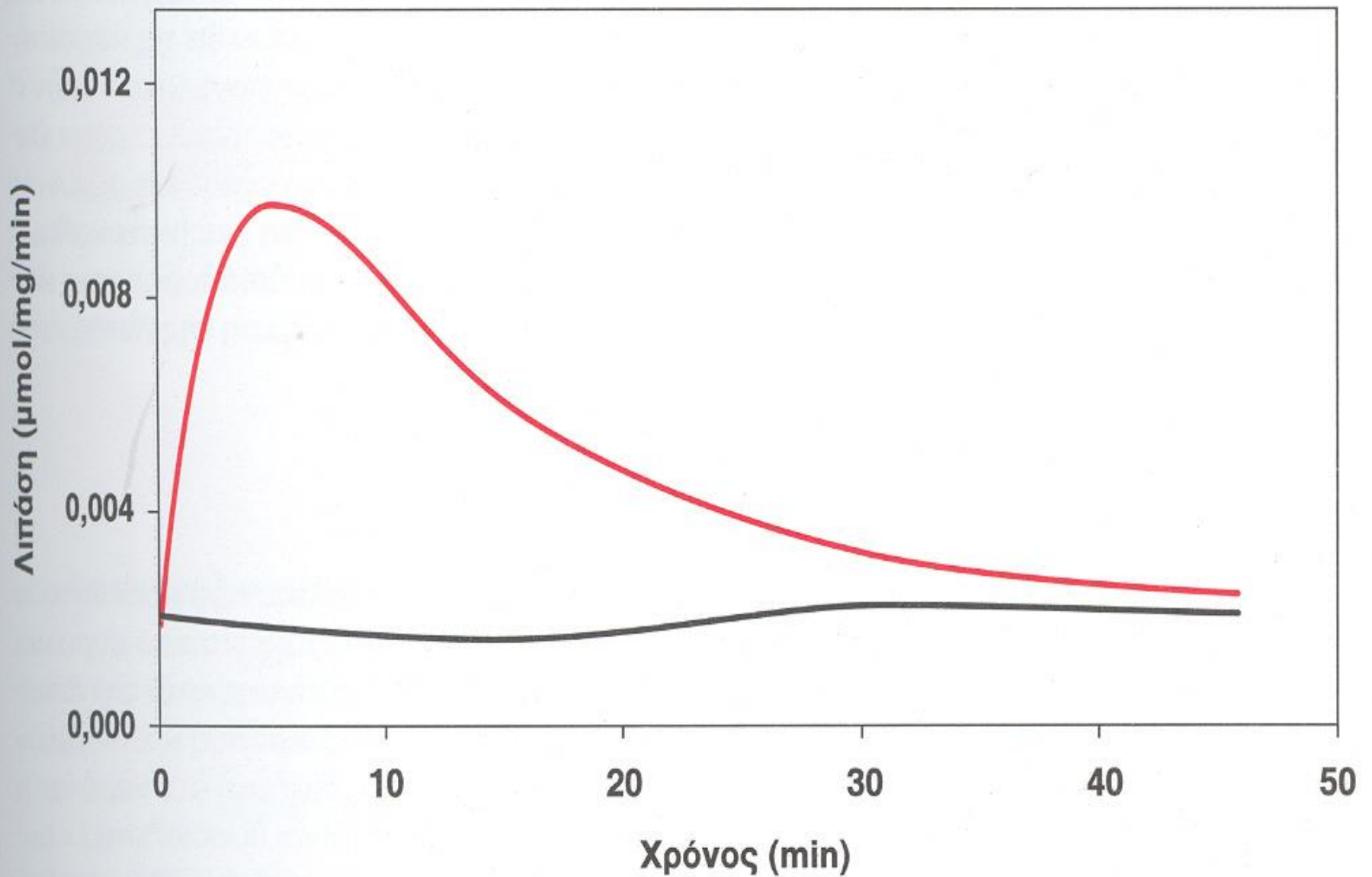


2-Μονοακυλογλυκερόλη





Ο καταρράκτης του cAMP στα λιποκύτταρα.

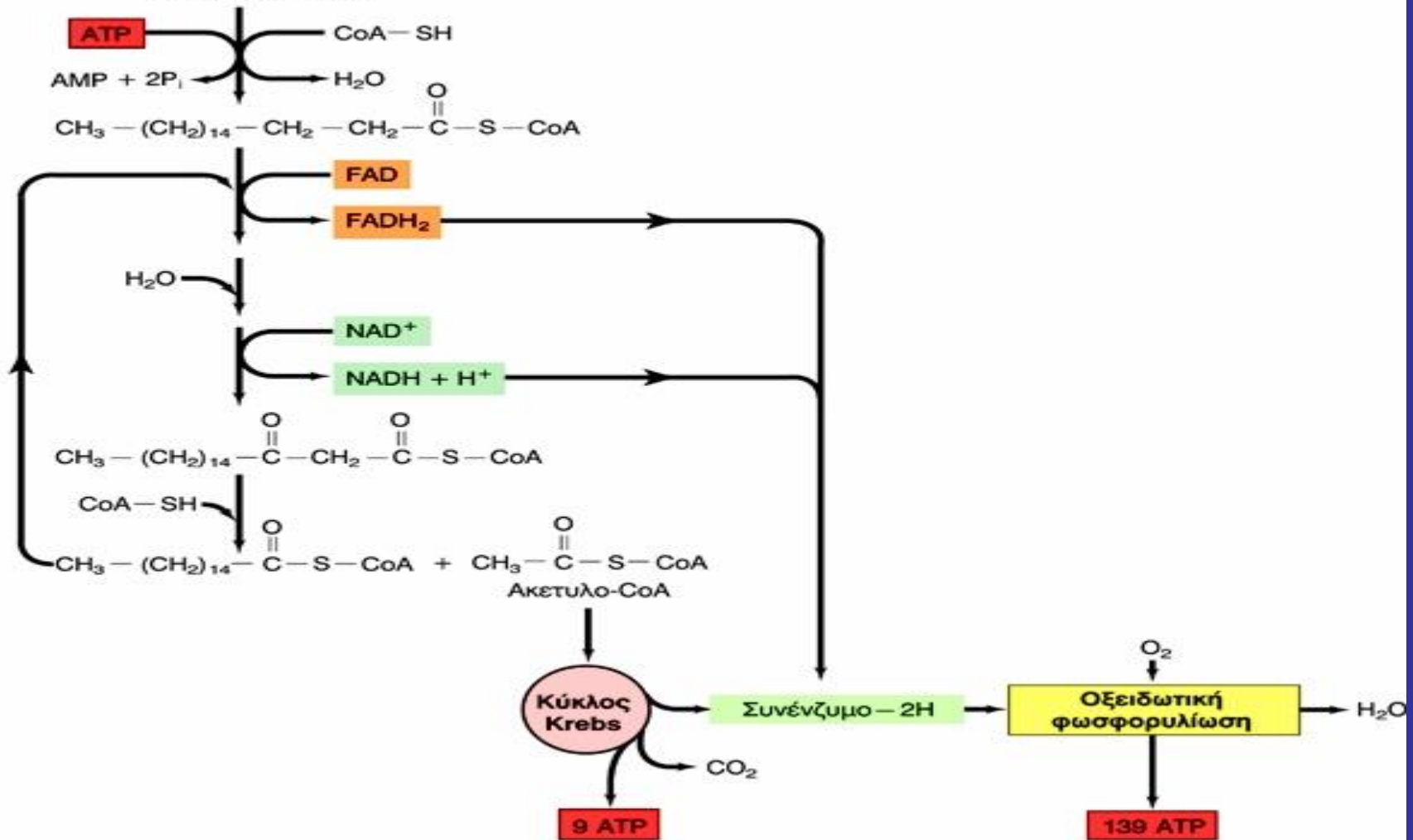


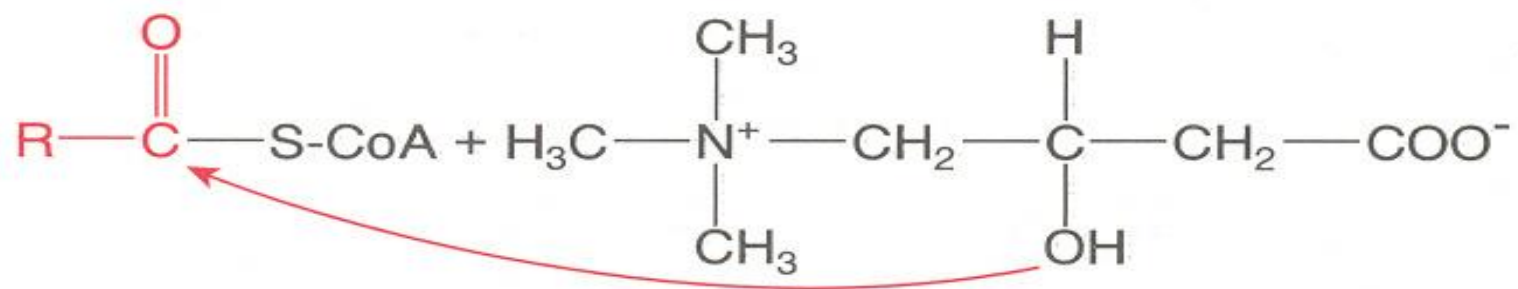
Η δραστηριότητα της λιπάσης της τριακυλογλυκερόλης κατά την άσκη-

Ο ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ

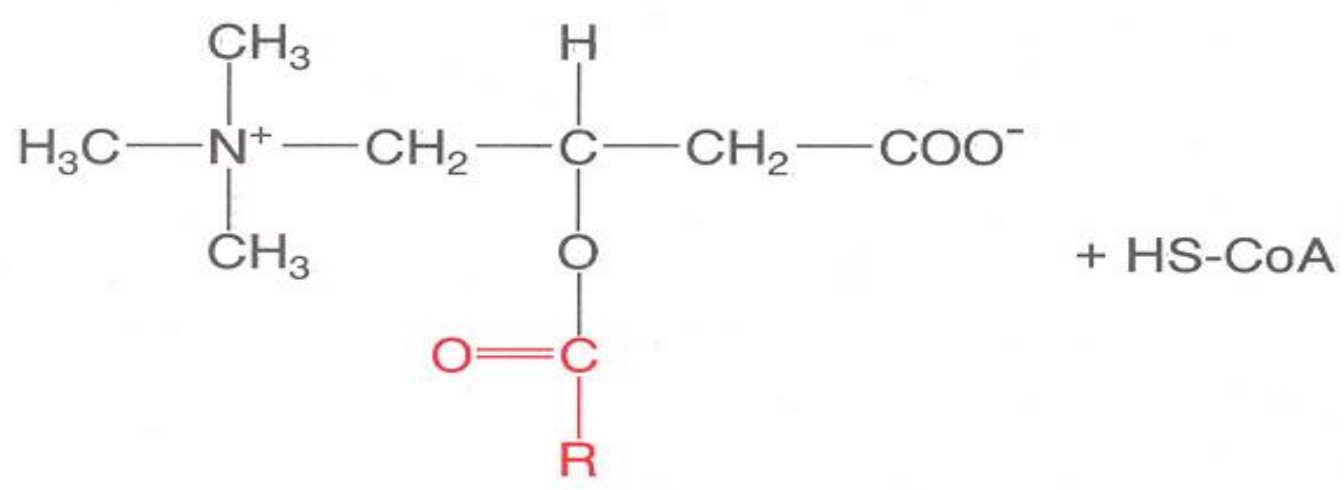


C₁₈ Λιπαρά οξέα





Καρνιτίνη



Ακυλοκαρνιτίνη

**Ακυλοτρανσφεράση
καρνιτίνης I**

Κυτταρόπλασμα



**Εξωτερική
μιτοχονδριακή μεμβράνη**

ΑκυλοCoA → **CoA**

Καρνιτίνη

Ακυλοκαρνιτίνη

Διαμεμβρανικός χώρος

Τρανσλοκάση



**Εσωτερική
μιτοχονδριακή μεμβράνη**

**Ακυλοτρανσφεράση
καρνιτίνης II**

Εσωτερικό μιτοχονδρίου

Καρνιτίνη

Ακυλοκαρνιτίνη

ΑκυλοCoA

CoA

Η μεταφορά των λιπαρών οξέων από το κυτταρόπλασμα στα μιτοχόν-

ΑκυλοCoA
(n άνθρακες)



ΕνοϋλοCoA



3-ΥδροξυακυλοCoA



3-ΚετοακυλοCoA



ΑκυλοCoA + ΑκετυλοCoA
($n-2$ άνθρακες)

Η β οξείδωση των λιπαρών

Η διάσπαση του παλμιτικού οξέος :

C₁₆CoA



C₁₄CoA



C₁₂CoA



C₁₀CoA



C₈CoA



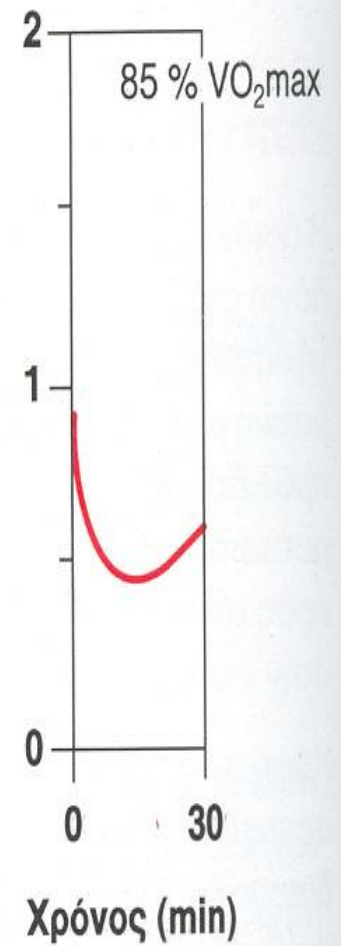
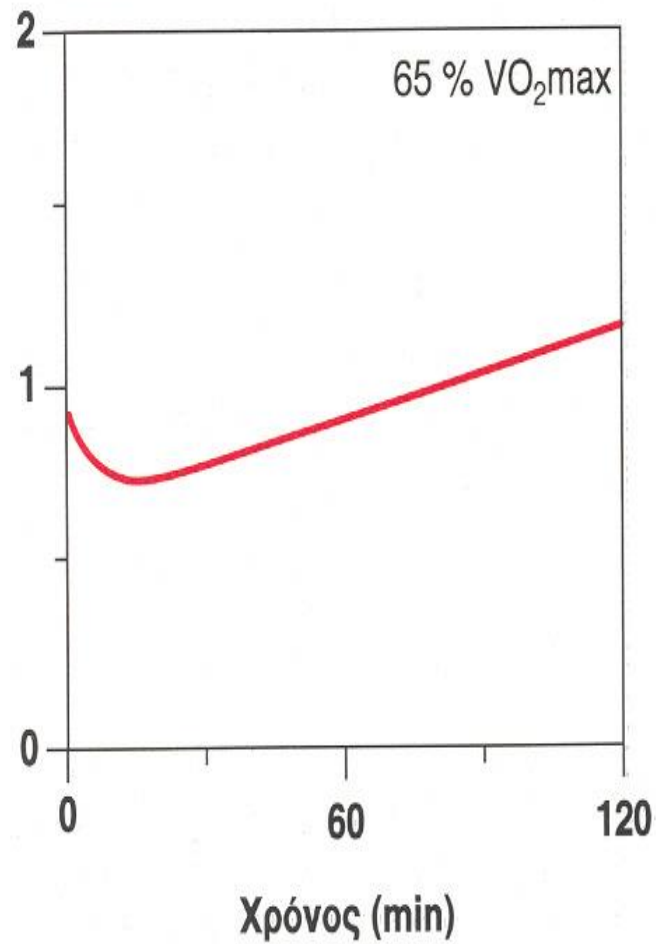
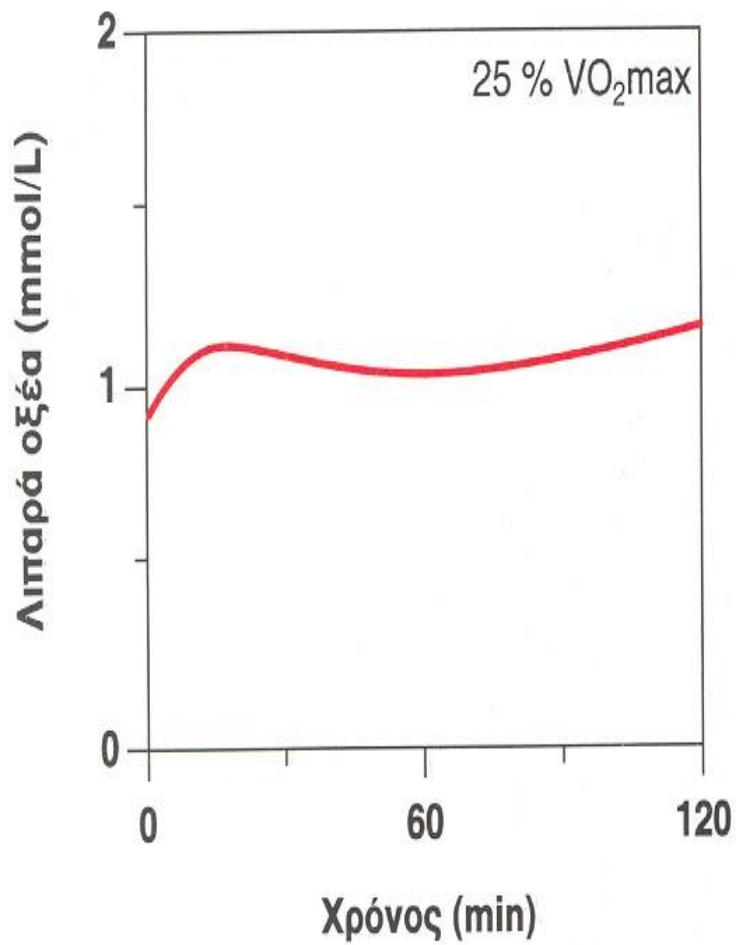
C₆CoA



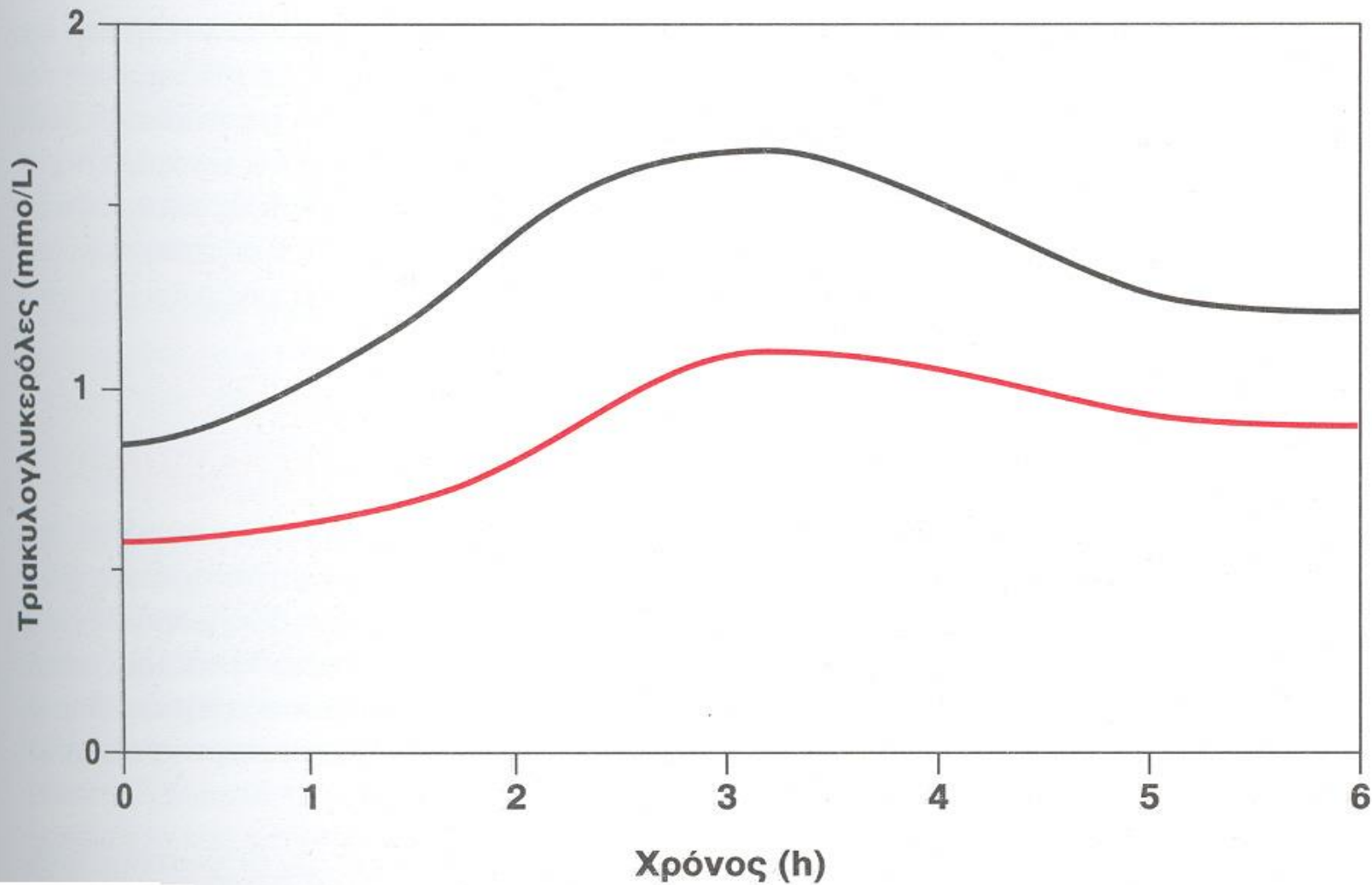
C₄CoA



C₂CoA



Συγκέντρωση λιπαρών οξέων στο πλάσμα κατά την άσκηση.



Επίδραση της άσκησης στη μεταγευματική λιπιδαιμία. |

2 ΑκετυλοCoA



ΑκετοακετυλοCoA



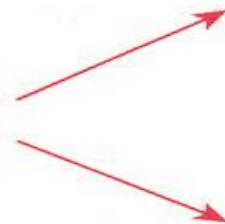
3-Υδροξυ-3-μεθυλογλουταρυλοCoA



Ακετοξικό οξύ



Κετονοσώματα

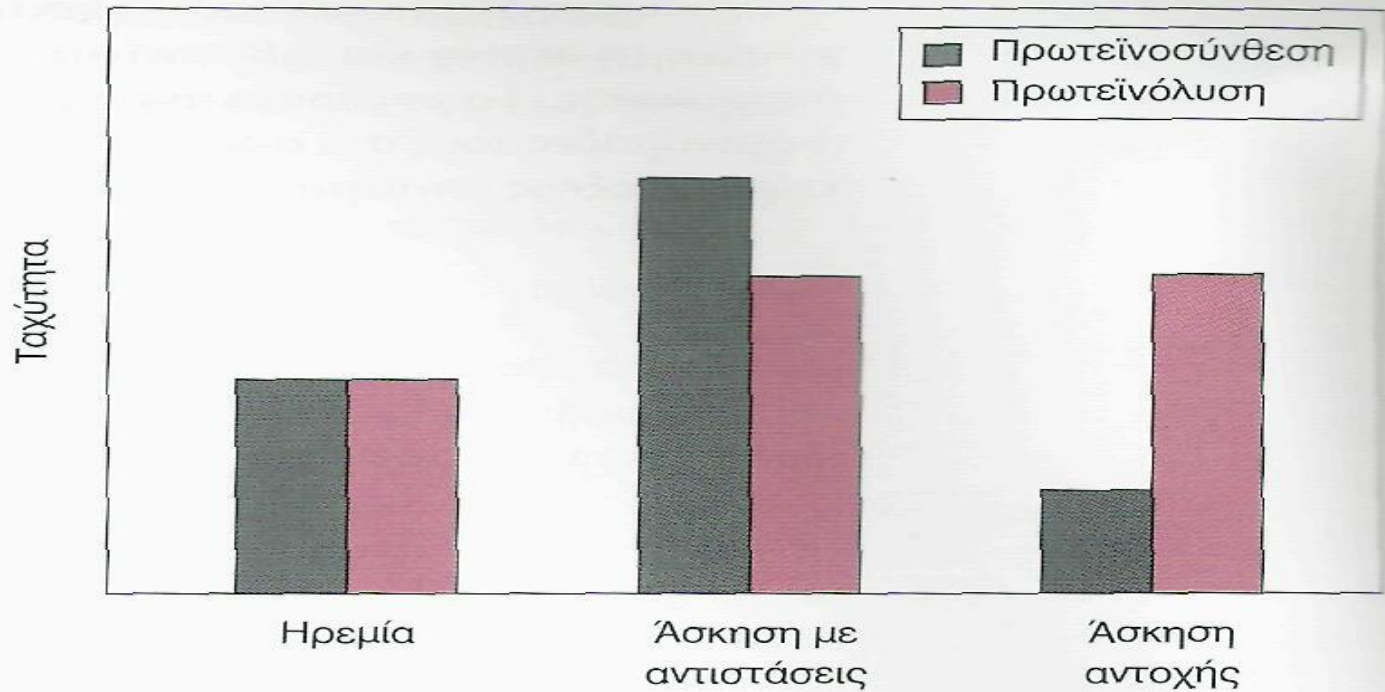


3-Υδροξυβουτυρικό οξύ

Σύνθεση κετονοσωμάτων.

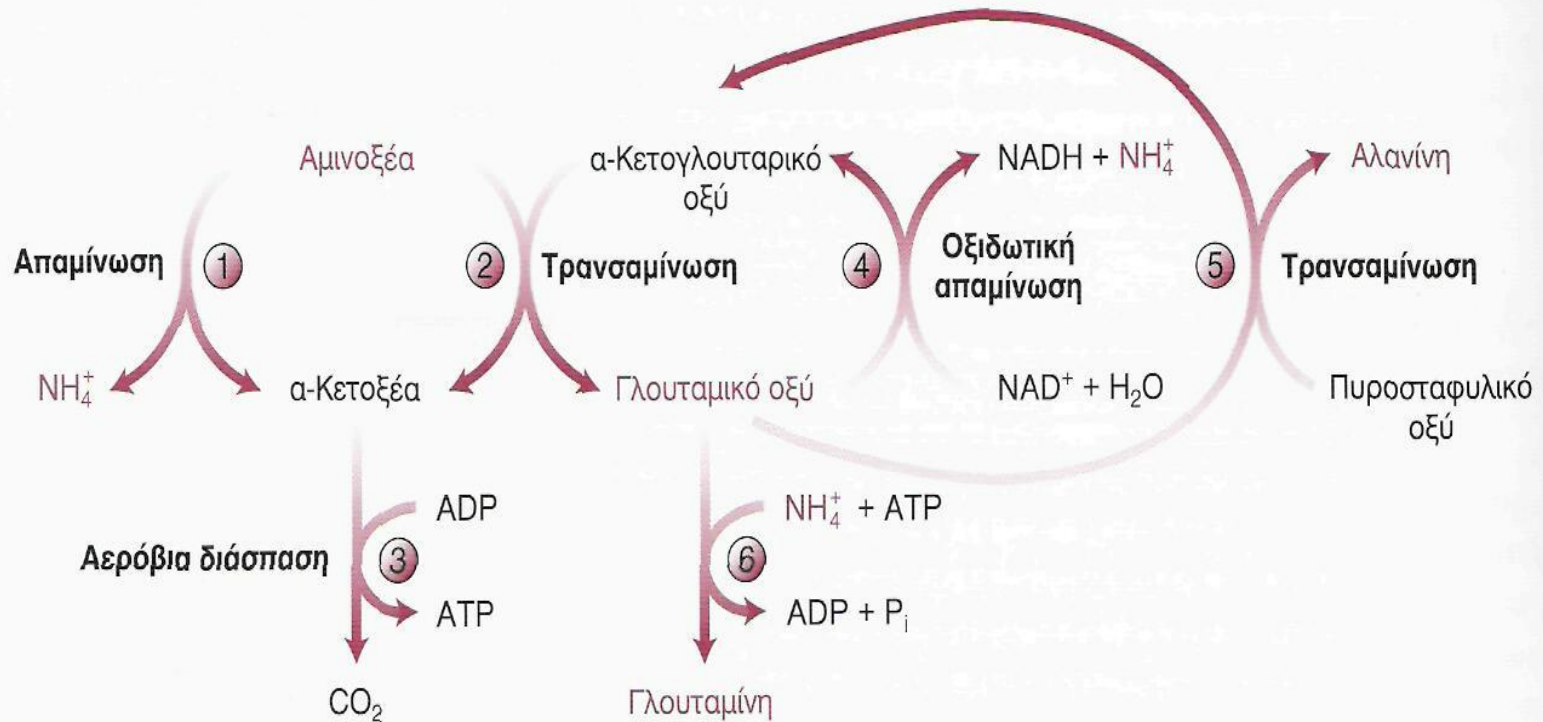
**ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ
ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ
ΑΣΚΗΣΗ**

Η ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΩΝ ΜΥΪΚΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

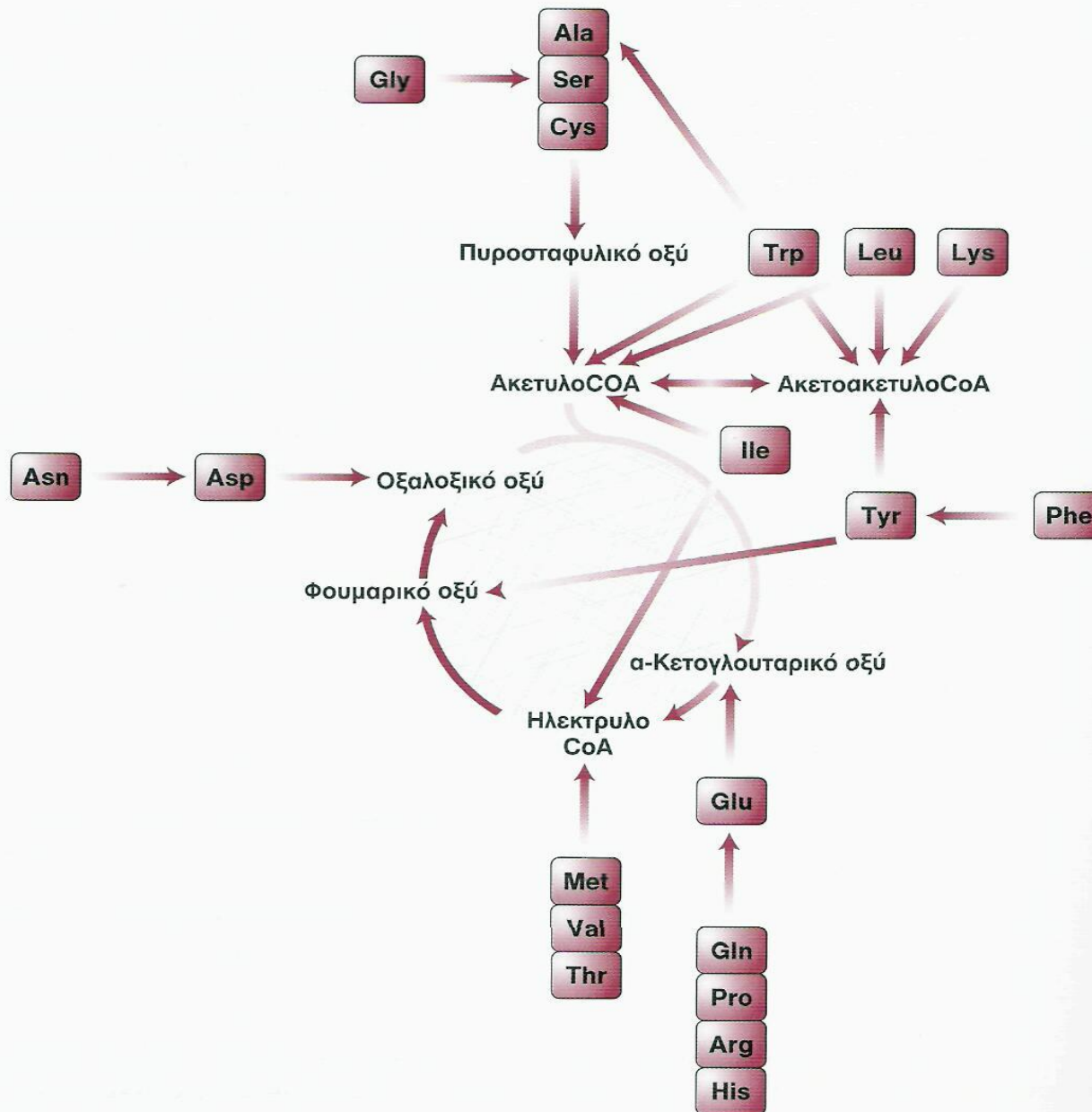


Εικόνα 11.2 Πώς η άσκηση επηρεάζει τον κύκλο των μυϊκών πρωτεϊνών. Οι ταχύτητες πρωτεϊνοσύνθεσης και πρωτεϊνόλυσης είναι συγκρίσιμες στην ηρεμία. Και οι δυο αυξάνονται κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης με αντιστάσεις, αλλά η ταχύτητα πρωτεϊνοσύνθεσης υπερσχύει της ταχύτητας πρωτεϊνόλυσης, με αποτέλεσμα μια αύξηση των μυϊκών πρωτεϊνών. Κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης αντοχής η ταχύτητα πρωτεϊνοσύνθεσης μειώνεται, ενώ εκείνη της πρωτεϊνόλυσης αυξάνεται, με αποτέλεσμα μια μείωση των μυϊκών πρωτεϊνών.

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΗΣ ΑΜΙΝΟΜΑΔΑΣ

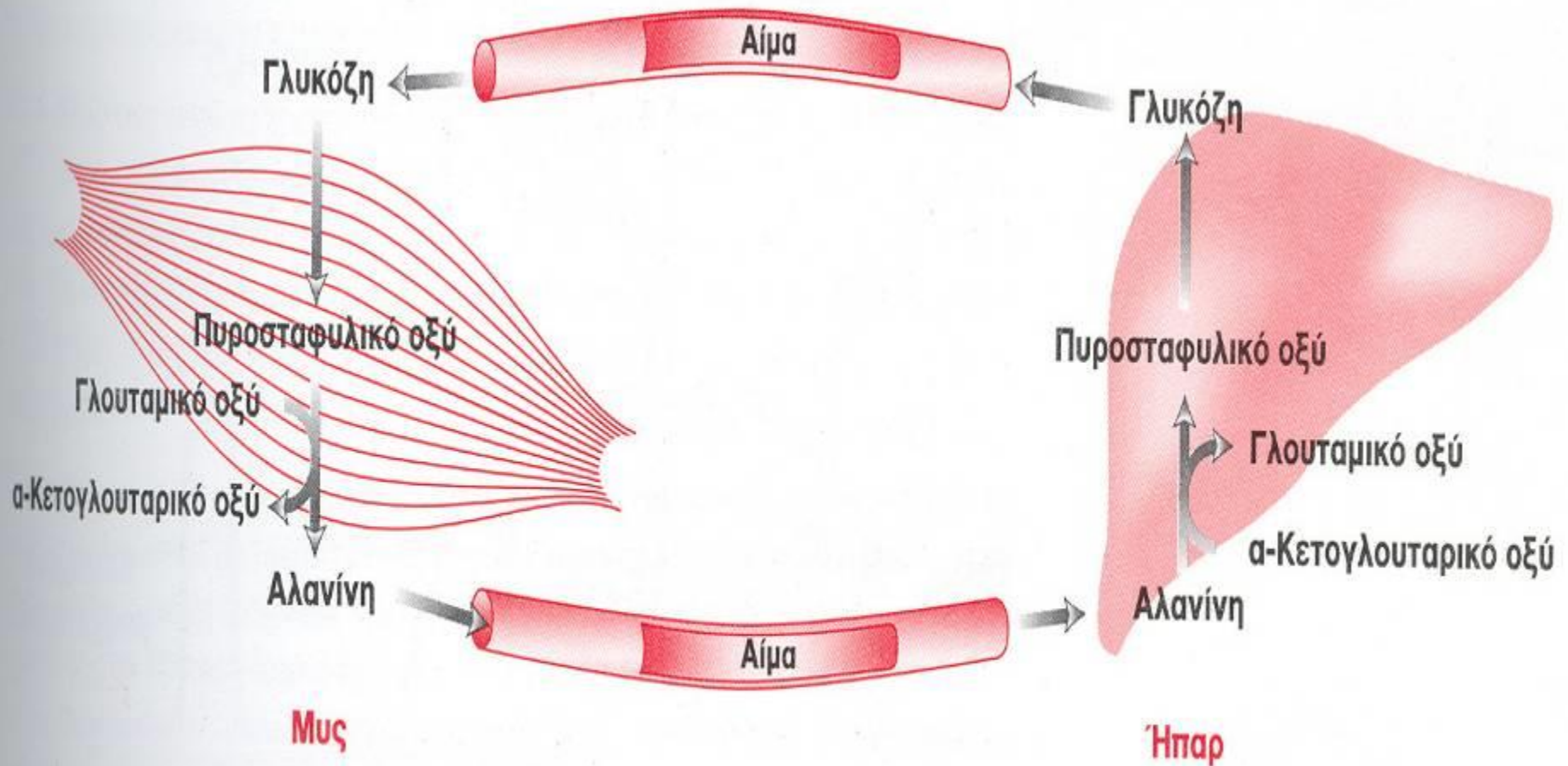


Εικόνα 11.3 Επισκόπηση του καταβολισμού των αμινοξέων. Δύο αμινοξέα αποβάλλουν τις αμινομάδες τους με απαμίνωση (1) και μετατρέπονται στα αντίστοιχα α-κετοξέα. Τα υπόλοιπα αμινοξέα εκτός από το γλουταμικό οξύ μεταβιβάζουν τις αμινομάδες τους στο α-κετογλουταρικό οξύ με τρανσαμίνωση (2), παράγοντας α-κετοξέα και γλουταμικό οξύ. Τα α-κετοξέα μπορούν να αποικοδομηθούν αερόβια μέσω του κύκλου του κιτρικού οξέος αποδίδοντας ATP (3). Το γλουταμικό οξύ μπορεί να αποβάλει την αμινομάδα του με οξειδωτική απαμίνωση (4) ή μπορεί να τη μεταφέρει στο πυροσταφυλικό οξύ με τρανσαμίνωση (5). Και οι δυο διεργασίες αναγεννούν α-κετογλουταρικό οξύ. Εναλλακτικά, το γλουταμικό οξύ μπορεί να μετατραπεί σε γλουταμίνη μέσω πρόσληψης άλλης μιας αμινομάδας (6). Οι έγχρωμες ενώσεις φέρουν αμινομάδες.



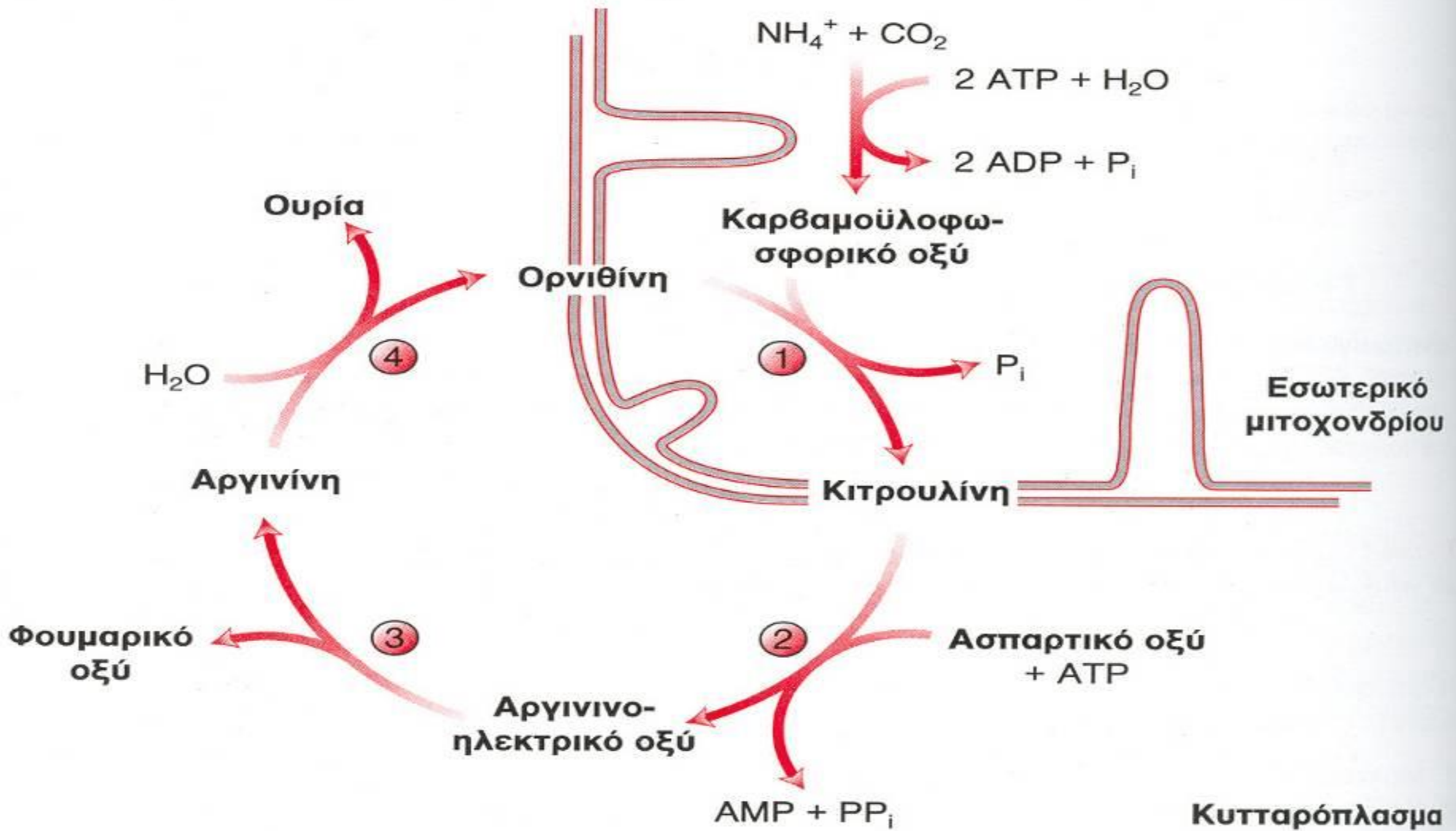
Εικόνα 11.4 Τύχες των ανθρακικών σκελετών των αμινοξέων. Αφού απαλλαγούν από τις α αμινομάδες τους, τα 20 αμινοξέα των πρωτεϊνών (μέσα σε ορθογώνια) ακολουθούν καταβολικές πορείες που οδηγούν σε ενδιάμεσες ενώσεις της διάσπασης των υδατανθράκων ή των λιπιδίων.

Ο ΚΥΚΛΟΣ ΑΛΑΝΙΝΗΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ



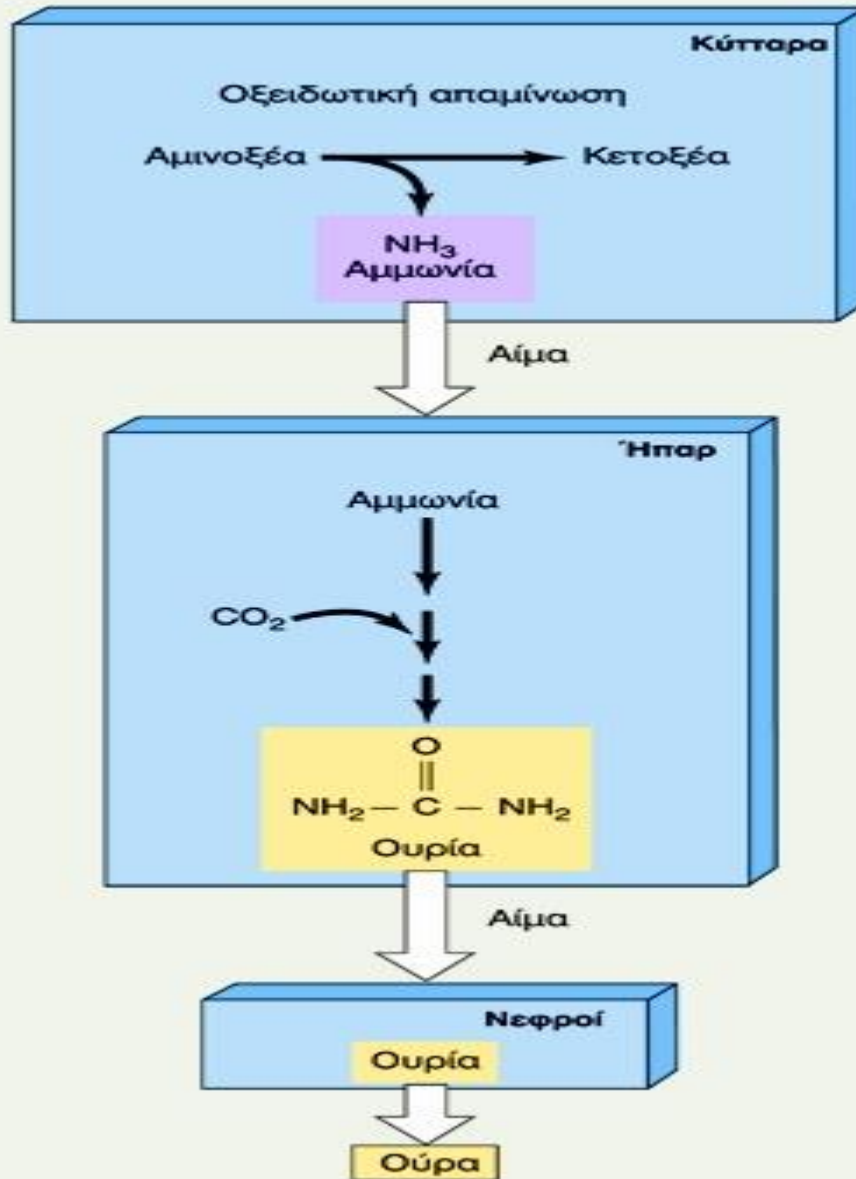
ΕΙΚΟΝΑ 11.5 Ο κύκλος γλυκόζης-αλανίνης.

Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ ΟΥΡΙΑΣ



Ο κύκλος της ουρίας.

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ & ΑΠΕΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΟΥΡΙΑΣ



Προπόνηση με αντιστάσεις

Αύξηση συστατικών πρωτεϊνών

Αύξηση διατομής μυϊκών ινών (υπερτροφία)

Αύξηση διατομής μύος

Αύξηση μέγιστης δύναμης

Επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις στις μυϊκές πρωτεΐνες.

Προπόνηση αντοχής

Αύξηση μιτοχονδριακών πρωτεϊνών

Αύξηση μεγέθους και αριθμού μιτοχονδρίων

Ενίσχυση αερόβιας ανασύνθεσης ATP

Επίδραση της προπόνησης αντοχής στις μυϊκές πρωτεΐνες.