

Αθλητική Διατροφή Θεωρία

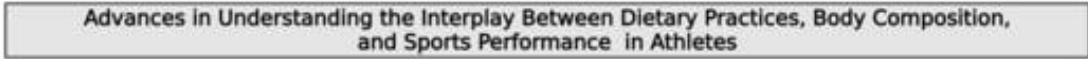
Dr Αναστάσιος Βαμβάκης

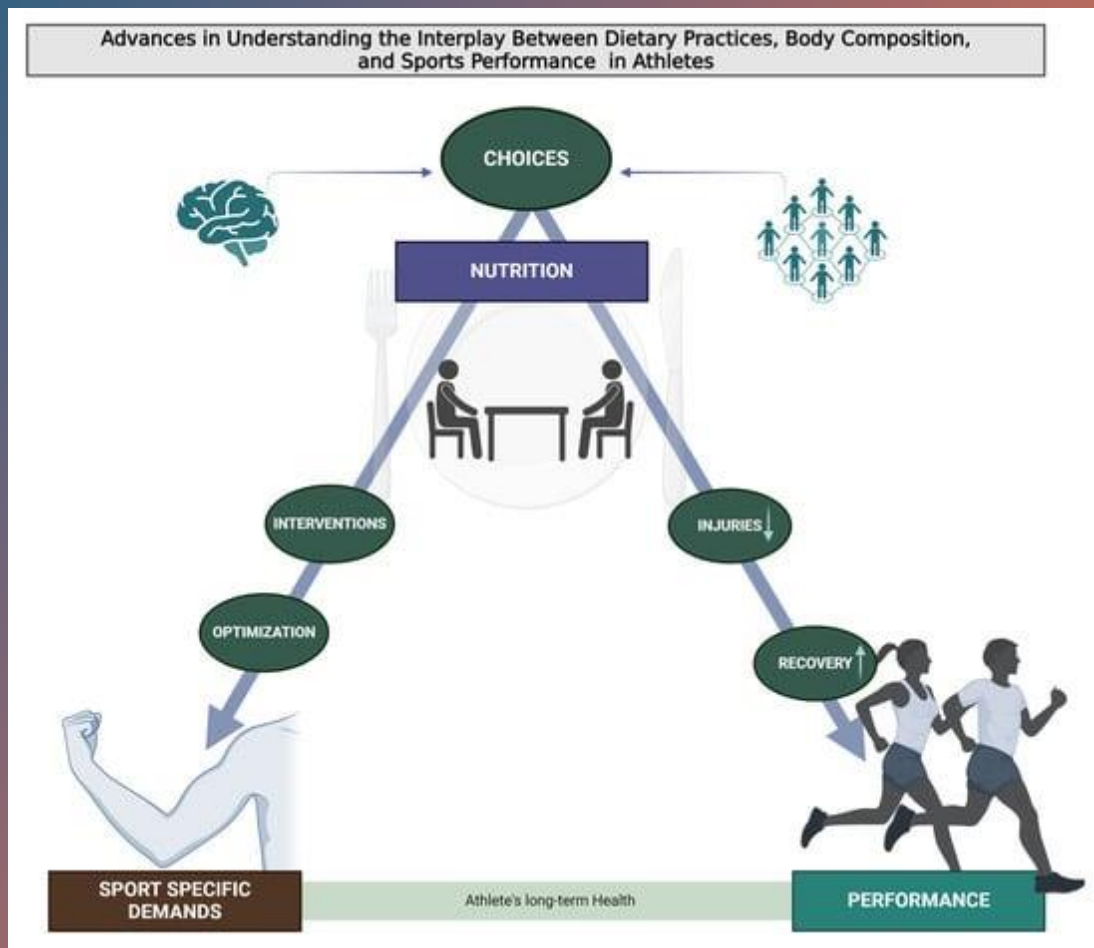
Κλινικός – Αθλητικός

Διαιτολόγος – Διατροφολόγος

Εκπαιδευτής Ανθρωπομετρίας ISAK







- Η τακτική σωματική δραστηριότητα οδηγεί σε προσαρμογές που τελικά οδηγούν σε βελτιωμένη φυσιολογική λειτουργία
- Πολλές προσαρμογές πραγματοποιούνται σε όλα τα επίπεδα και σε διαφορετικά όργανα του σώματος, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης των τριχοειδών, της μετατροπής τύπου μυϊκής ίνας από γρήγορης σε αργή, του αυξημένου μεγέθους της καρδιάς, της αυξημένης μιτοχονδριακής μάζας, της αυξημένης μυϊκής μάζας κλπ.

Προσαρμογές της Προπόνησης Άσκησης

	Άσκηση αντοχής	Άσκηση με αντιστάσεις
Πυκνότητα τριχοειδών αγγείων	++	=
Μυϊκό γλυκογόνο	++	++
Αριθμός μιτοχονδρίων	++	+
Πυκνότητα μιτοχονδρίων	++	+
ΑΤΡ στην ηρεμία	-	+
PCr στην ηρεμία	-	+
Γλυκολυτικά ένζυμα	-	+
Φωσφοφρουκτοκινάση	-	+
Οξειδωτικά ένζυμα	++	-/+
Ηλεκτρική αφυδρογονάση	++	+
Κιτρική συνθάση	++	+
β-υδροξυακυλο αφυδρογονάση	++	+
Μέγιστη καρδιακή παροχή	++	+
Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου	++	+
Μέγιστη καρδιακή συχνότητα	-	-
Όγκος πλάσματος	++	=
Μέγεθος μυϊκής ίνας	-	++
Οξείδωση λιπών	++	+

++ μεγάλη αύξηση· + αύξηση· = καμία αλλαγή· - μείωση·

ΑΤΡ: τριφωσφορική αδενοσίνη· PCr: Φωσφοκρεατίνη

Προπονητικές Προσαρμογές

- Η προπόνηση με αντιστάσεις έχει ως αποτέλεσμα έναν αριθμό προσαρμογών στους μυς, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της διατομής των μυών (υπερτροφία) και των αλλαγών στα μοτίβα νευρικής στρατολόγησης
- Η προπόνηση αντοχής χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη βελτιωμένης αντίστασης στην κόπωση, εν μέρει λόγω της αυξημένης μιτοχονδριακής πυκνότητας των σκελετικών μυών και συνεπώς της μιτοχονδριακής πρωτεΐνης
- Μια άλλη σημαντική προσαρμογή στην προπόνηση είναι η βελτίωση της παροχής αίματος στους μυς που συμμετέχουν στην άσκηση. Αυτό προκαλείται από αυξημένο αριθμό τριχοειδών αγγείων στους μυς και αναφέρεται ως διαδικασία αγγειογένεσης. Αυτές οι αυξήσεις είναι μεγαλύτερες στις μυϊκές ίνες τύπου I και τύπου IIA
- Η άσκηση θα αυξήσει την καθαρή μυϊκή πρωτεϊνική σύνθεση (βλέπε Κεφάλαιο 8) εάν η πρόσληψη πρωτεΐνης και ενέργειας από τη διατροφή είναι επαρκής
- Όλες οι προσαρμογές, είτε πρόκειται για αύξηση της μυϊκής μάζας είτε για αύξηση της μιτοχονδριακής μάζας, προκύπτουν από αυξήσεις σε ορισμένες πρωτεΐνες

Προπονητικές Προσαρμογές

- Η πολύπλοκη αυτή διαδικασία προσαρμογής που προκαλείται από την άσκηση στους σκελετικούς μυς ξεκινά με ένα μίγμα πιέσεων που πυροδοτούν συγκεκριμένα μοριακά συμβάντα
- Οι καταπονήσεις είναι διαφορετικές για την αντοχή και την προπόνηση δύναμης
- Με την προπόνηση δύναμης, οι καταπονήσεις είναι κυρίως μηχανικές, ενώ κατά τη διάρκεια της άσκησης αντοχής οι καταπονήσεις είναι κυρίως μεταβολικές. Υπάρχουν γενικά τέσσερις κατηγορίες τάσεων:
 1. Μηχανικό φορτίο
 2. Νευρική ενεργοποίηση
 3. Ορμονικές προσαρμογές
 4. Μεταβολικές διαταραχές

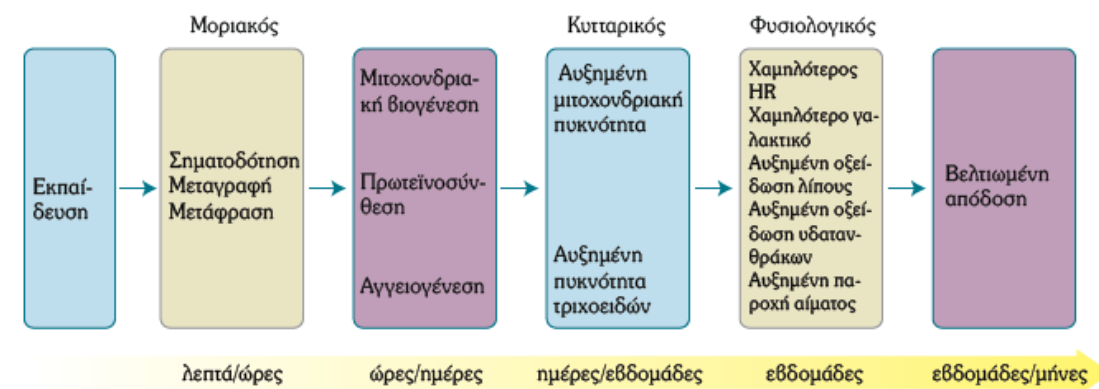


ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΟΠΑΤΙΩΝ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΣΗΜΑΤΟΣ

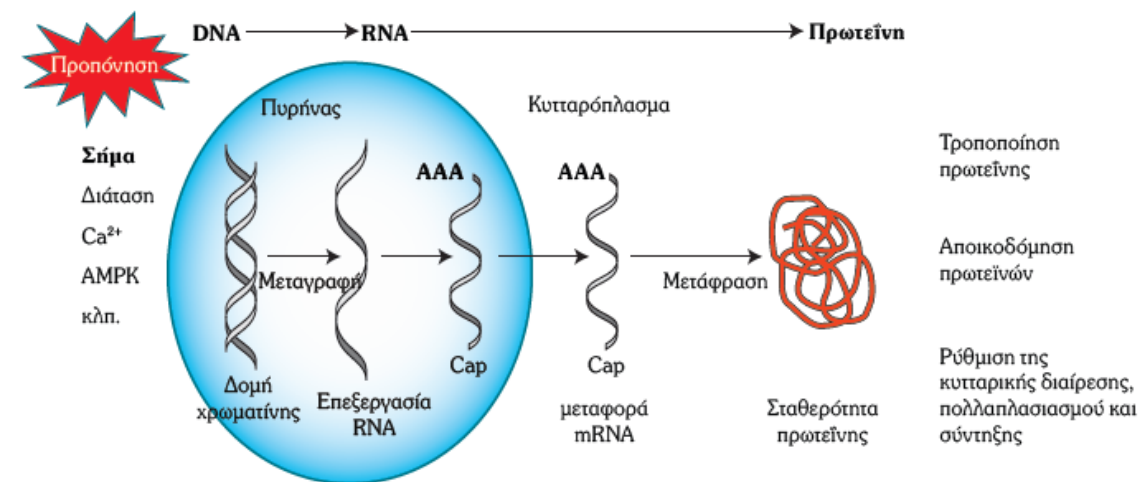
Οι οδοί μεταγωγής σήματος ελέγχουν τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Μεταγραφή γονιδίων (ειδικές αλληλουχίες DNA) σε mRNA
- Μετάφραση mRNA σε πρωτεΐνη
- Τροποποίηση πρωτεΐνης που μεταβάλλει την καταλυτική δραστηριότητα
- Ρύθμιση αποικοδόμησης πρωτεϊνών
- Ρύθμιση της κυτταρικής διαίρεσης, πολλαπλασιασμού και σύντηξης

- Οι προσαρμογές της προπόνησης προκύπτουν από την αύξηση της πρωτεϊνικής σύνθεσης ως απόκριση σε επαναλαμβανόμενες συνεδρίες άσκησης.
- Πιστεύεται ότι μια συνεδρία άσκησης προκαλεί ένα σήμα για τη μεταγραφή του DNA στον πυρήνα σε RNA, το οποίο στη συνέχεια μεταφέρεται έξω από τον πυρήνα και μεταφράζεται σε πρωτεΐνη.
- Το σήμα που προκαλείται από το ερέθισμα της άσκησης καθορίζει ποιες πρωτεΐνες συντίθενται.
- Η ποσότητα της πρωτεΐνης που σχηματίζεται καθορίζεται όχι μόνο από το σήμα, τη μεταγραφή και τη μετάφραση αλλά και από την επεξεργασία του RNA και τη σταθερότητα των πρωτεϊνών. Το AAA υποδεικνύει ένα τριπλό κωδικόνιο (στην περίπτωση αυτή αποτελείται από 3 βάσεις αδενίνης που κωδικοποιεί το αμινοξύ λυσίνη).

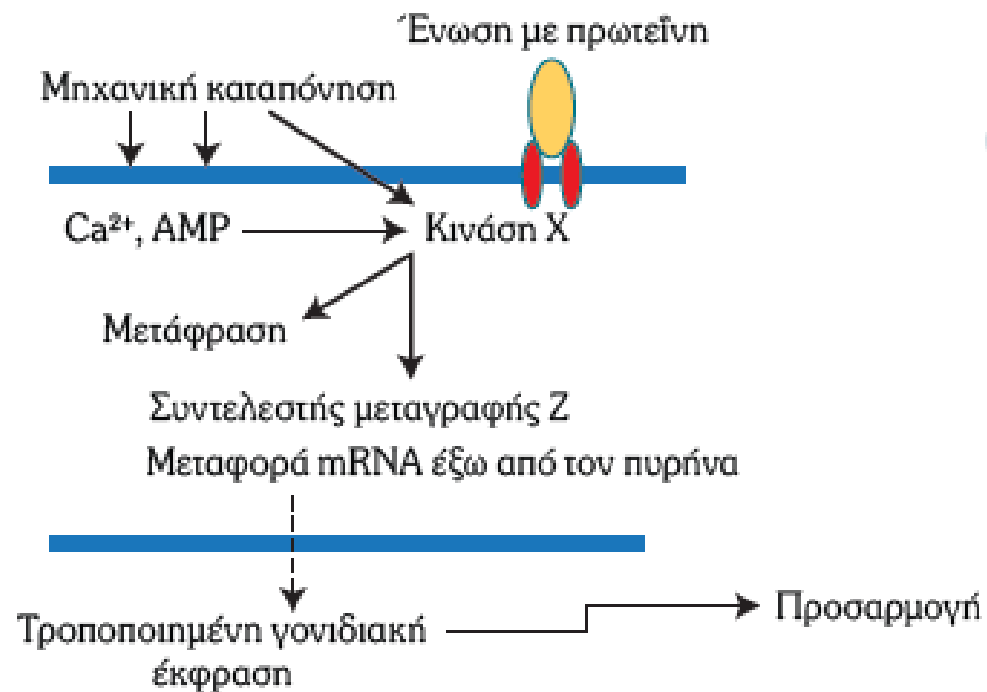


Εικόνα 12.1 Απλοποιημένο μοντέλο τυπικής οδού σηματοδότησης κίνησης. HR = καρδιακός ρυθμός.

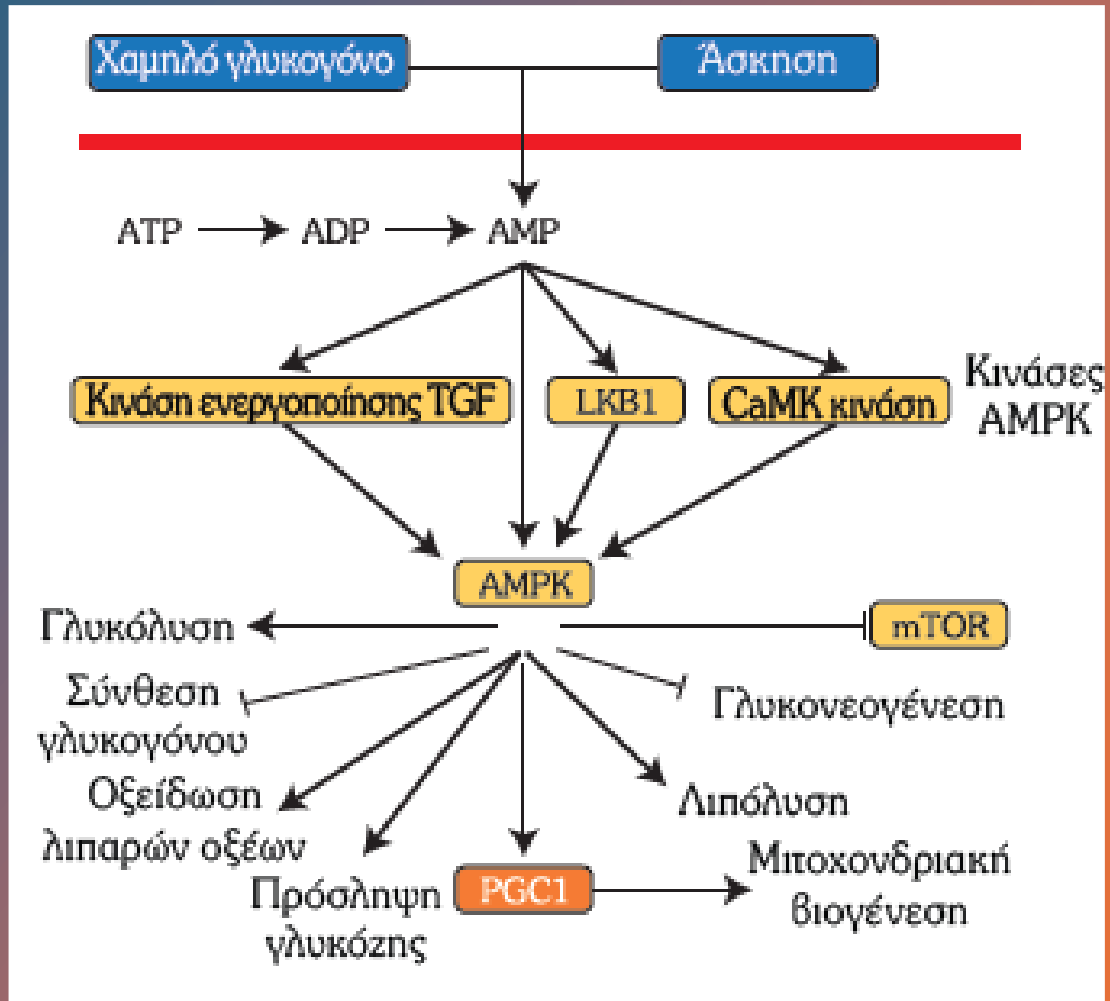


Απλοποιημένο μοντέλο μεταγωγής σήματος σε σχέση με την άσκηση

- Η μυϊκή σύσπαση μπορεί να οδηγήσει σε διαταραχή της ομοιόστασης.
- Η μηχανική καταπόνηση (έκταση, τάση), το Ca^{2+} και η συσσώρευση AMP ή μεταβολιτών είναι τα κύρια σήματα που επηρεάζουν την κατάσταση φωσφορυλίωσης διαφόρων κινασών.
- Αυτές οι κινάσες μπορούν να επηρεάσουν τη διαδικασία μεταγραφής, τη μεταφορά του mRNA έξω από το κύτταρο και τη μετάφραση.
- Οι ορμόνες και άλλοι παράγοντες σύνδεσης μπορούν να επηρεάσουν αυτά τα σήματα. Οι αλλαγές στη γονιδιακή έκφραση μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικές προσαρμογές.



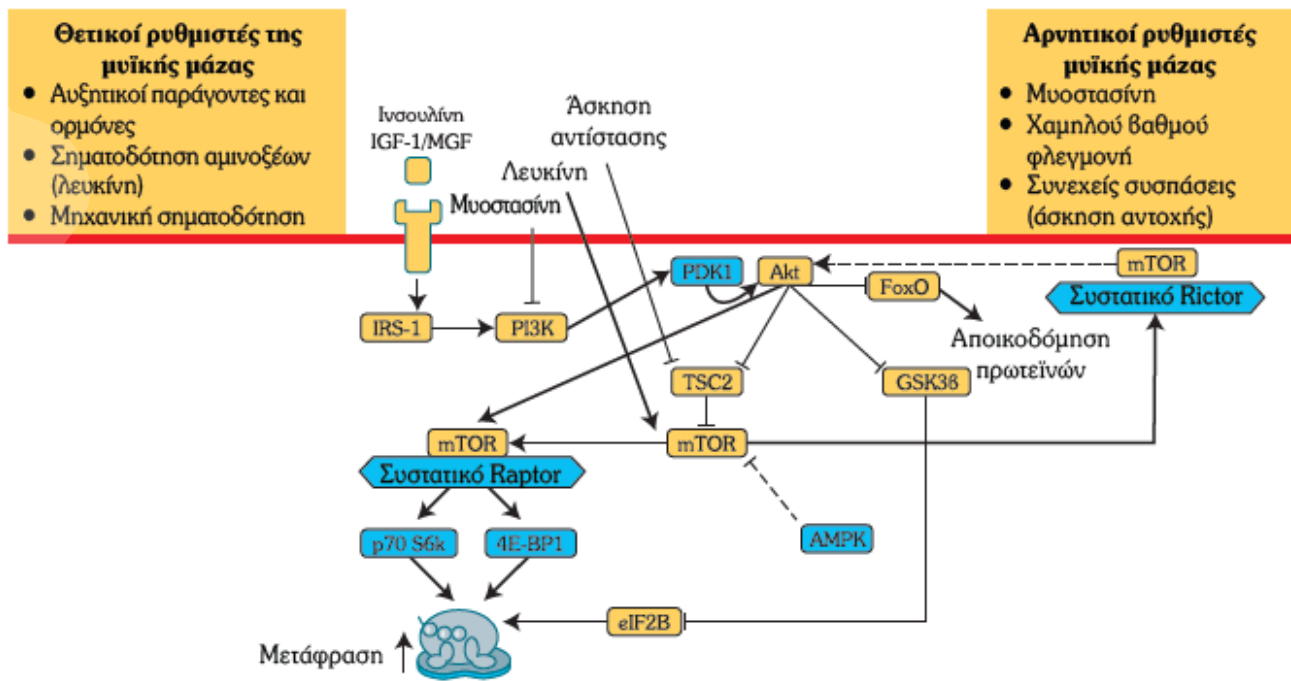
Δευτερεύοντα Σήματα



- Μια αλλαγή στην αναλογία AMP προς ATP ενεργοποιεί την AMPK ενεργοποιώντας τις κινάσες AMPK (LKB1, CaMK και την κινάση που ενεργοποιεί το TGF-β).
- Στη συνέχεια, το AMPK λειτουργεί ως κύριος διακόπτης μεταβολισμού ενεργοποιώντας διεργασίες που παράγουν ATP και απενεργοποιώντας διεργασίες που χρησιμοποιούν ATP.
- Προκαλεί επίσης μια προσαρμογή έτσι ώστε την επόμενη φορά που θα εφαρμοστεί το ίδιο στρες, το κύτταρο να προσαρμοστεί καλύτερα.

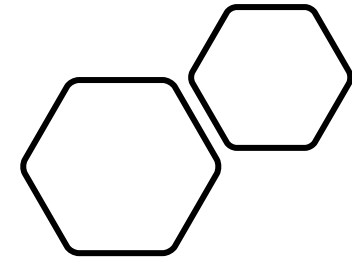
Δευτερεύοντα Σήματα

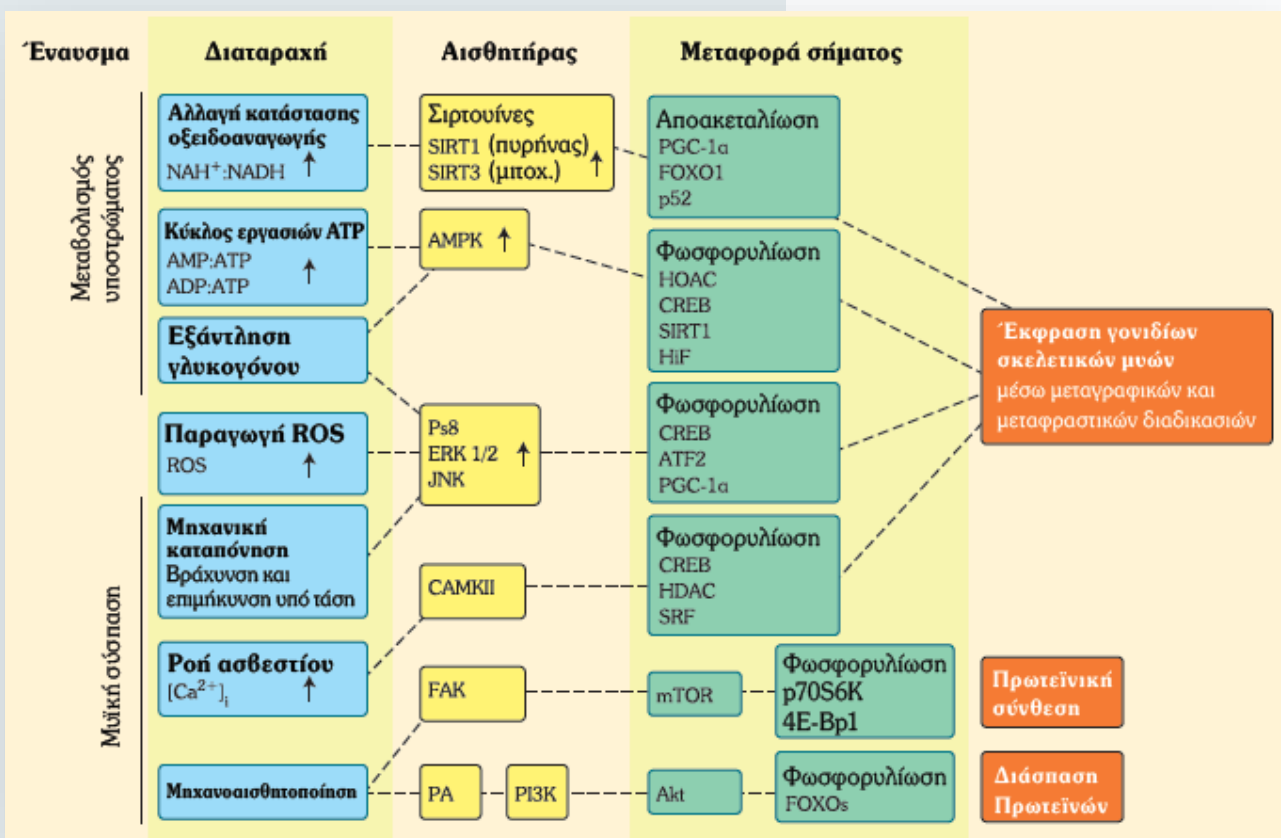
- Τα μονοπάτια της ινσουλίνης και του αυξητικού παράγοντα της ινσουλίνης παίζουν σημαντικό ρόλο στη μυϊκή υπερτροφία μέσω του στόχου Akt-θηλαστικού της αλληλουχίας σηματοδότησης της ραπαμυκίνης (Akt-mTor).
- Οι γραμμές που τελειώνουν σε βέλη υποδηλώνουν θετικές επιρροές και οι διακεκομμένες γραμμές που τελειώνουν σε ράβδους υποδηλώνουν αρνητικές (ανασταλτικές) επιρροές.
- eIF2B = παράγοντας έναρξης ευκαρυωτικής μετάφρασης 2B.



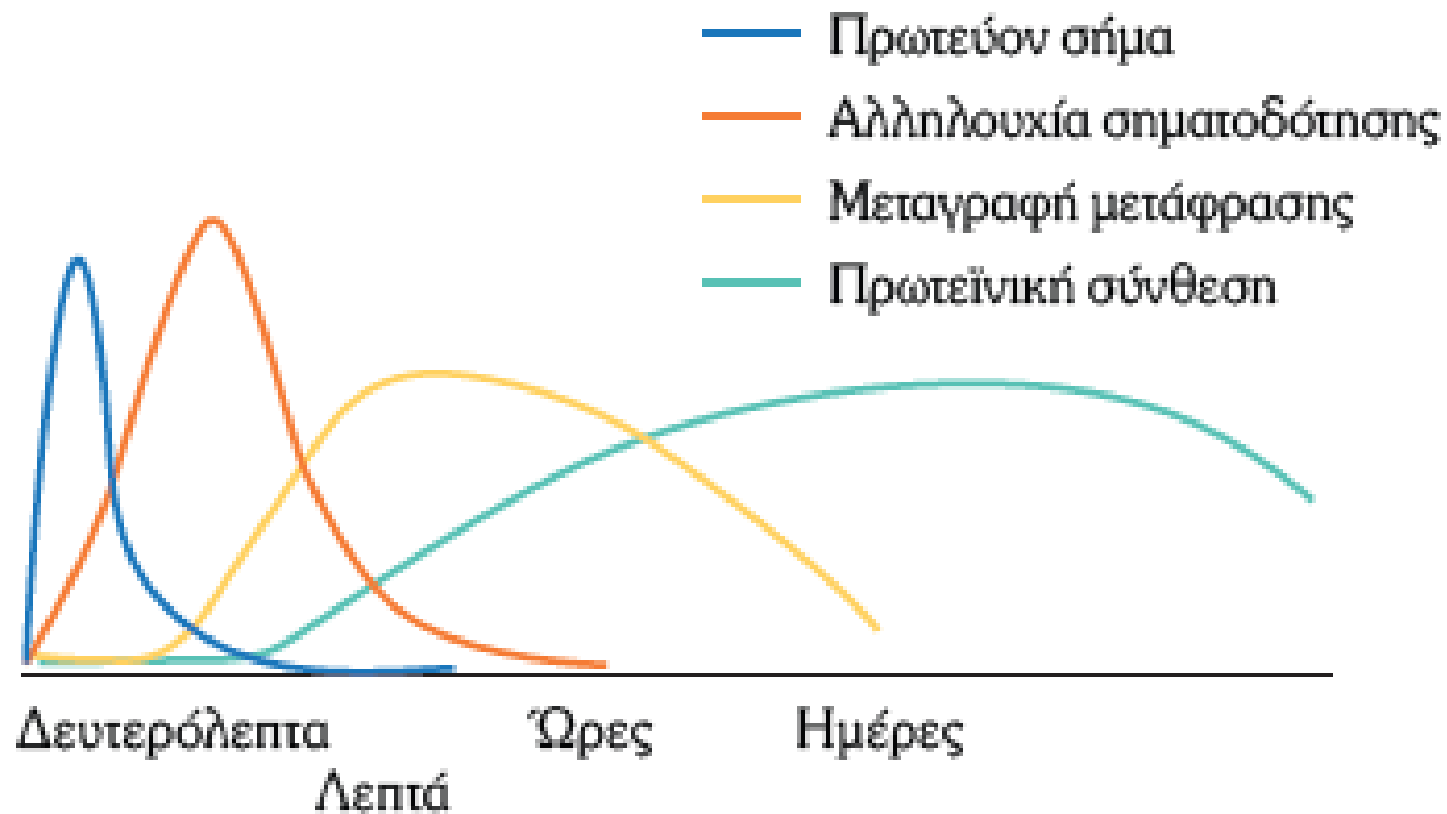
ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΔΕΝ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΩΤΕΪΝΟΣΥΝΘΕΣΗ

Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τις οδούς σηματοδότησης που ενεργοποιούνται από την άσκηση, αλλά λίγες μελέτες έχουν συνδέσει αυτές τις αλλαγές με πραγματικές αλλαγές στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Σημειώστε ότι αν και αυτά τα σήματα μπορούν να αυξήσουν τη σύνθεση του mRNA, η πρωτεϊνοσύνθεση μπορεί να μην αυξηθεί απαραίτητα. Ο ρυθμός της πρωτεϊνικής σύνθεσης εξαρτάται από την αποικοδόμηση του mRNA, τους πρόσθετους μεταφραστικούς μηχανισμούς ελέγχου, τη μεταφορά του mRNA έξω από τον πυρήνα και τη διαδικασία μετάφρασης.





Η έναρξη των μηχανικών και μεταβολικών διαταραχών από τη συστολή των σκελετικών μυών κατά τη διάρκεια της άσκησης που ανιχνεύονται από μηχανισμούς ενδοκυτταρικών αισθητήρων οδηγεί στην ενεργοποίηση δικτύων σηματοδοτών μορίων, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνικών κινασών, της φωσφατάσης και των αποακετυλασών, τα οποία με τη σειρά τους μεταβάλλουν τις καταστάσεις μεταγραφής, και μεταγραφικοί συνρρυθμιστές που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοιωμένη γονιδιακή έκφραση και αλλαγμένους ρυθμούς πρωτεϊνικής σύνθεσης και διάσπασης.



Μια γενική επισκόπηση της χρονικής πορείας των αλλαγών σε διάφορα γεγονότα που προκαλούν προσαρμογή στην προπόνηση άσκησης.

Διάφοροι προτεινόμενοι παράγοντες

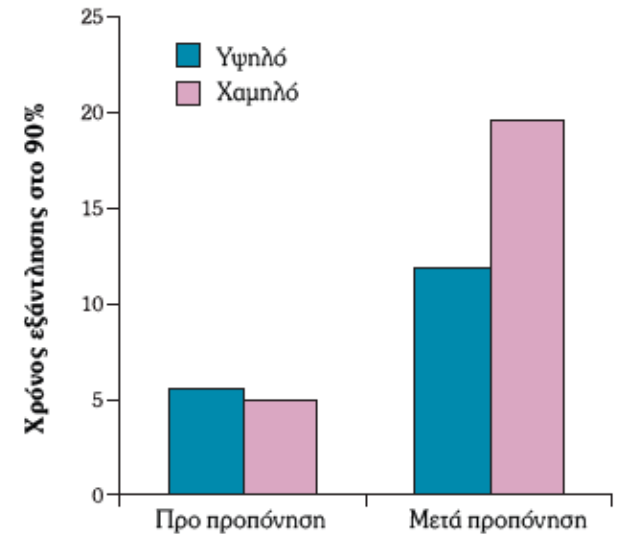
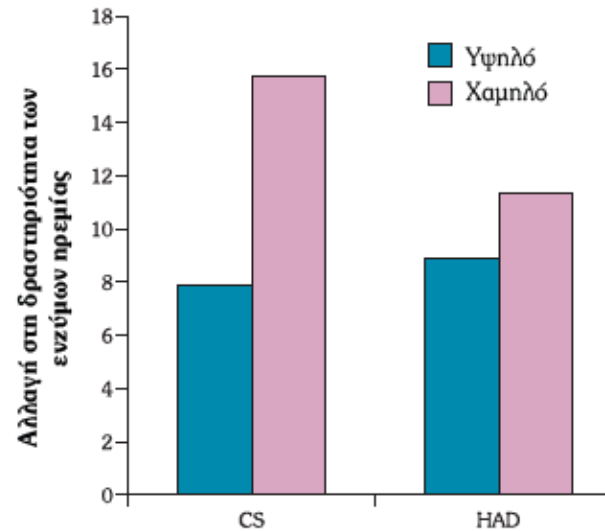
- Προπονηθείτε με Χαμηλό
- Γλυκογόνο, Αγωνιστείτε με Υψηλό Προπόνηση Νηστείας
- Πρόσληψη Υδατανθράκων κατά τη Διάρκεια της Άσκησης
- Η Λευκίνη και η Σηματοδοτική Απόκριση
- Αντιοξειδωτικά και Προπονητικές Προσαρμογές
- Μη Στεροειδή Αντιφλεγμονώδη Φάρμακα και Προπονητικές Προσαρμογές

Το Γλυκογόνο και η Απόκριση Σηματοδότησης

- Μελέτη προπόνησης με ένα πόδι, στην οποία το ένα πόδι προπονήθηκε με χαμηλό γλυκογόνο το 50% του χρόνου (χαμηλό) και το άλλο πόδι προπονήθηκε πάντα με υψηλό γλυκογόν (υψηλό)
- Η προπόνηση με χαμηλό γλυκογόνο είχε ως αποτέλεσμα

(α) αύξηση των οξειδωτικών ενζύμων (κιτρική συνθάση και β-υδροξυακυλο CoA αφυδρογονάση)

(β) βελτιωμένη ικανότητα αντοχής μετά από 10 εβδομάδες προπόνησης εκτάσεων γόνατος



Ορισμένες
λεπτομέρειες
καθιστούν δύσκολη
την προέκταση
αυτών των
ευρημάτων

Πρώτον, τα άτομα που συμμετείχαν δεν ήταν προπονημένα, επομένως δεν είναι ακόμη γνωστό εάν η προπόνηση με χαμηλό μυϊκό γλυκογόνο θα μεταφραστεί σε βελτιωμένες προσαρμογές σε καλά προπονημένους αθλητές.

Δεύτερον, τα άτομα εκτελούσαν μια σταθερή ποσότητα έργου, παρόλο που τα υψηλότερα αποθέματα γλυκογόνου θα επέτρεπαν κανονικά την άσκηση σε υψηλότερες εντάσεις ή μεγαλύτερης διάρκειας.

Τρίτον, είναι δύσκολο να μεταφραστούν τα αποτελέσματα από μια άσκηση εκτάσεων με ένα πόδι σε εκείνα των πραγματικών αθλητικών καταστάσεων που περιλαμβάνουν δραστηριότητες όπως τρέξιμο, ποδηλασία ή κολύμπι.

Υπερπροσπάθεια και το Σύνδρομο Υπερπροπόνησης

ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Υπέρβαση

Συσσώρευση προπονητικού ή μη προπονητικού στρες, το οποίο οδηγεί σε βραχυπρόθεσμη μείωση της ικανότητας απόδοσης με ή χωρίς σχετικά φυσιολογικά και ψυχολογικά συμπτώματα και συμπτώματα υπερπροπόνησης. Η αποκατάσταση της ικανότητας απόδοσης μπορεί να διαρκέσει από αρκετές ημέρες έως αρκετές εβδομάδες.

Υπερπροπόνηση

Συσσώρευση προπονητικού ή μη προπονητικού στρες, το οποίο οδηγεί σε μακροπρόθεσμη μείωση της ικανότητας απόδοσης με ή χωρίς σχετικά φυσιολογικά και ψυχολογικά συμπτώματα και συμπτώματα υπερπροπόνησης. Η αποκατάσταση της ικανότητας απόδοσης μπορεί να διαρκέσει αρκετές εβδομάδες ή μήνες.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Τα συμπτώματα μπορεί να είναι διαφορετικά κατά την υπερπροσπάθεια και την υπερβολική προπόνηση και μπορεί να είναι πολύ μεμονωμένα. Δεν θα έχουν όλοι όλα τα συμπτώματα και αντίστοιχα δεν θα έχουν όλοι τα ίδια συμπτώματα. Τα ακόλουθα είναι ορισμένα πιθανά συμπτώματα:

- Πτώση της απόδοσης (σημειώστε ότι χωρίς μείωση της απόδοσης, δεν υπάρχει υπερπροπόνηση ή υπέρβαση)
- Αίσθημα διακοπής της προπόνησης, κούρασης ή εξάντλησης· έλλειψη ενέργειας
- Ήπιος πόνος στα πόδια, γενικοί πόνοι
- Πόνος σε μυς και αρθρώσεις
- Προβλήματα ύπνου, αϋπνία
- Πονοκέφαλοι
- Μειωμένη ανοσία (αυξημένος αριθμός κρυολογημάτων, πονόλαιμος)
- Μειωμένη ικανότητα ή ένταση προπόνησης, αδυναμία ολοκλήρωσης προπονήσεων
- Κυκλοθυμία και ευερεθιστότητα
- Κατάθλιψη
- Απώλεια ενθουσιασμού για το άθλημα
- Μειωμένη όρεξη, διατροφικά προβλήματα
- Αυξημένη συχνότητα τραυματισμών
- Μειωμένο μέγιστο γαλακτικό
- Μειωμένος μέγιστος καρδιακός ρυθμός
- Αυξημένος καρδιακός ρυθμός ηρεμίας, αυξημένος καρδιακός ρυθμός ύπνου
- Καμία αύξηση της κορτιζόλης ως απάντηση σε μια αγχωτική περίοδο άσκησης

Διατροφή και Επιδράσεις στον Ύπνο

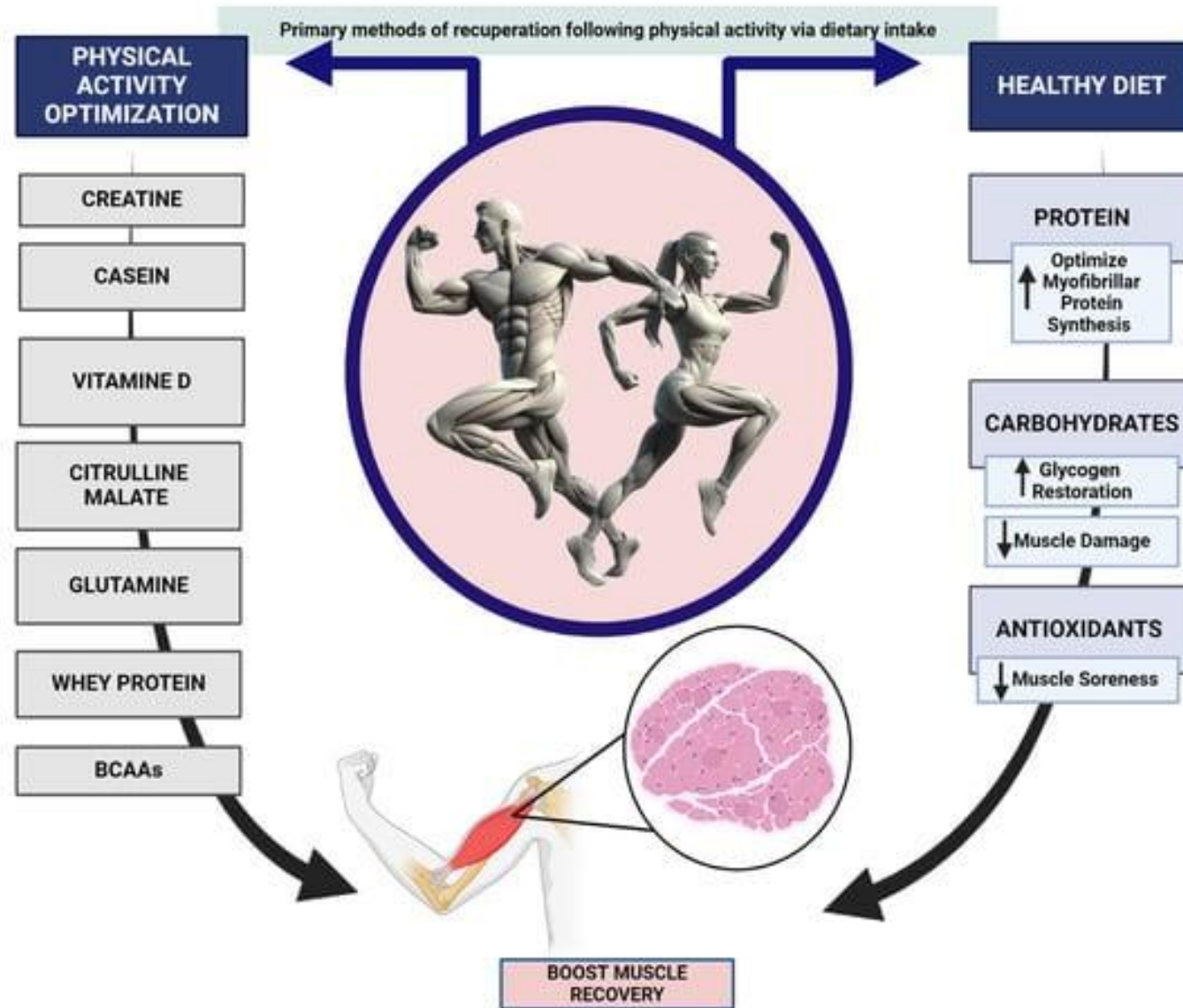
Ορισμένες πρακτικές συστάσεις για τη βελτίωση του ύπνου μέσω διατροφικών παρεμβάσεων:

- Τροφές με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη, όπως το λευκό ρύζι, τα ζυμαρικά, το ψωμί και οι πατάτες, μπορεί να προάγουν τον ύπνο, αλλά θα πρέπει να καταναλώνονται περισσότερο από 1 ώρα πριν τον ύπνο.
- Οι δίαιτες πλούσιες σε υδατάνθρακες μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα μικρότερους λανθάνοντες ύπνους.
- Οι δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες μπορεί να οδηγήσουν σε βελτιωμένη ποιότητα ύπνου.
- Οι δίαιτες με πολλά λιπαρά μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τον συνολικό χρόνο ύπνου.
- Όταν η συνολική θερμιδική πρόσληψη μειώνεται, η ποιότητα του ύπνου μπορεί να διαταραχθεί.
- Μικρές δόσεις τρυπτοφάνης (1 g) μπορεί να βελτιώσουν τον λανθάνοντα χρόνο και την ποιότητα του ύπνου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κατανάλωση ενός συμπληρώματος ή περίπου 300g γαλοπούλας.
- Η ορμόνη μελατονίνη και τα τρόφιμα που έχουν υψηλή συγκέντρωση μελατονίνης (π.χ. τάρτα κεράσι) μπορεί να μειώσουν τον χρόνο έναρξης του ύπνου.
- Η υποκειμενική ποιότητα ύπνου μπορεί να βελτιωθεί με την πρόσληψη του βοτάνου βαλεριάνα.

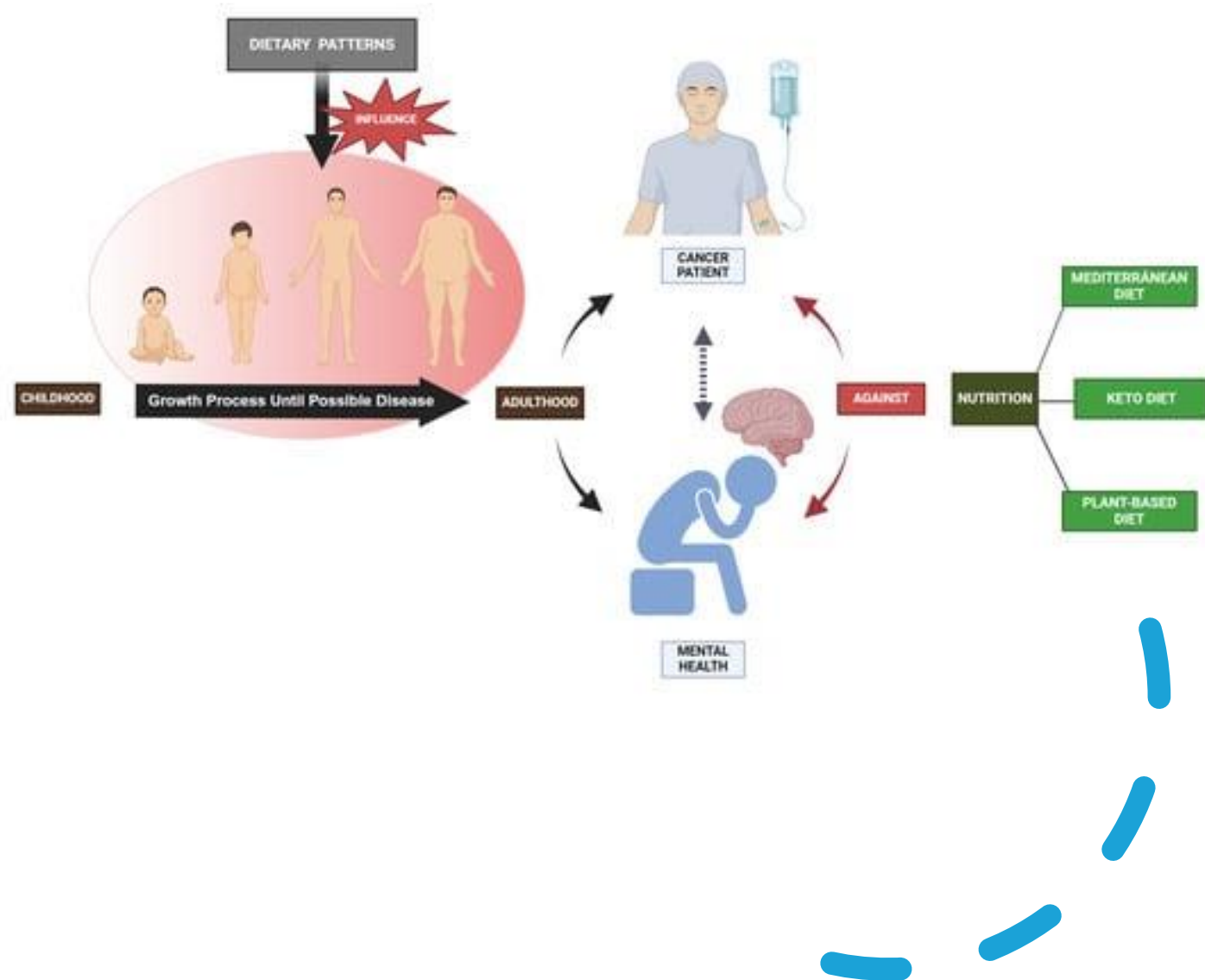
Διατροφή και Επιδράσεις στην Αποκατάσταση

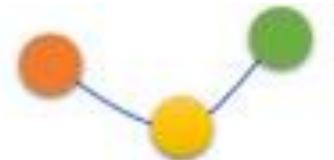
Οι τρέχουσες συστάσεις για όσους θέλουν να περιορίσουν την απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης μετά από τραυματισμό μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Αποφύγετε τις ελλείψεις σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια.
- Καταναλώστε 1.000 έως 4.000 IU συμπληρωματικής βιταμίνης D3 και 1 έως 2 g συμπληρωμάτων ωμέγα-3 λιπαρών οξέων καθημερινά.
- Καταναλώστε επαρκή διατροφική ενέργεια για να διατηρήσετε την ενεργειακή ισορροπία.
- Κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης, όταν είναι δυνατή η προπόνηση με αντιστάσεις, καταναλώστε πρωτεΐνη στην περίοδο μετά την άσκηση σε επαρκείς δόσεις (~ 0,4 g ανά κιλό σωματικού βάρους ανά γεύμα) και σε έως και τρία άλλα γεύματα κατανεμημένα σε όλη τη διάρκεια της ημέρας· η συνολική ημερήσια πρόσληψη πρωτεϊνών από τη διατροφή πρέπει να είναι 1,4 έως 1,6 g ανά κιλό σωματικού βάρους.
- Επιλέξτε ταχέως αφομοιούμενες πρωτεΐνες με υψηλή περιεκτικότητα σε λευκίνη για το γεύμα μετά την άσκηση (π.χ. ορός γάλακτος, αποβουτυρωμένο γάλα).
- Για άλλα γεύματα, επιλέξτε κυρίως άπαχες, υψηλής ποιότητας πρωτεΐνες που περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα σε περίπου ίσες αναλογίες (π.χ. μοσχάρι, ζαμπόν, αρνί, πουλερικά, ψάρι).



- Κατά τη διάρκεια μιας ζωής, η κακή διατροφή μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη ανάπτυξη, συμπεριλαμβανομένης της φθίνουσας ψυχικής υγείας και μεταβολικών προβλημάτων που μπορεί να οδηγήσουν σε καρκίνο.
- Από την άλλη πλευρά, η καλή διατροφή μπορεί επίσης να βοηθήσει στην πρόληψη αυτών των αρνητικών αποτελεσμάτων.





Bioactive peptides



Muscle



Muscle hypertrophy

Strength

Energy supply

Exercise recovery



Muscle damage

Oxidative stress

Connective tissue



Tendons, ligaments, and cartilage

Joint pain

Πιθανές ευεργετικές και επιζήμιες επιπτώσεις δημοφιλών δίαιτων σε αθλητές αντοχής.

(α): Χορτοφαγικές δίαιτες

β) δίαιτες υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά

(γ) Διαλείπουσα νηστεία.

(δ) Δίαιτα χωρίς γλουτένη.

(ε) δίαιτα χαμηλής περιεκτικότητας σε FODMAP.

URTI: Λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. RED-S: σύνδρομο σχετικής ενεργειακής ανεπάρκειας.

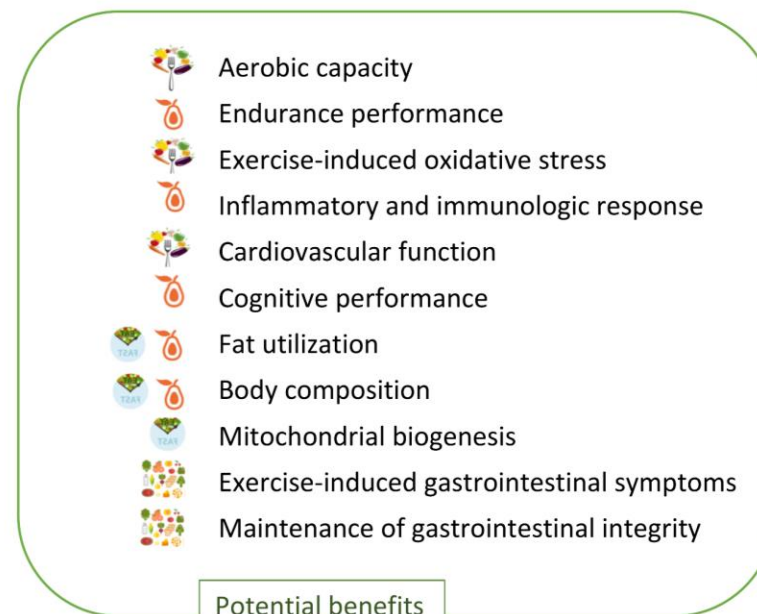
FA: λιπαρά οξέα;

KB: Σώματα κετόνης.

GI: Γαστρεντερικό;

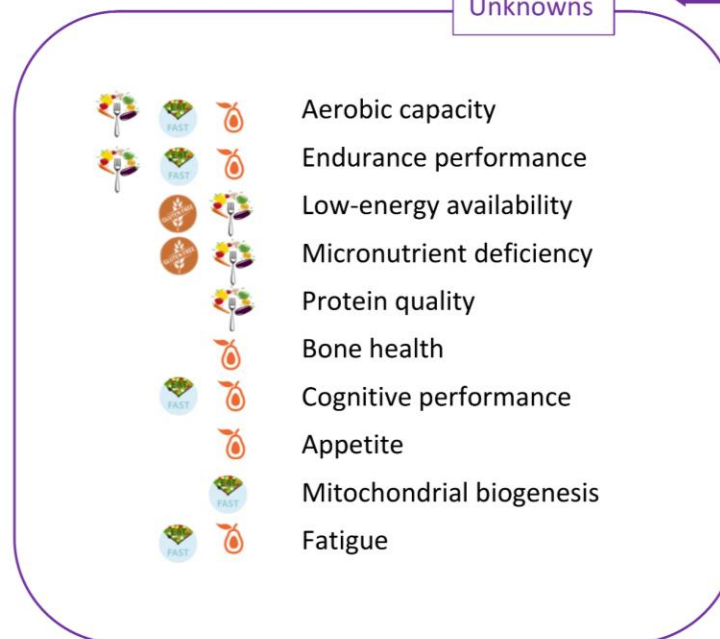
FODMAP: ζυμώσιμοι ολιγοσακχαρίτες, δισακχαρίτες, μονοσακχαρίτες και πολυόλες.

Studies on five popular diets and endurance performance reviewed

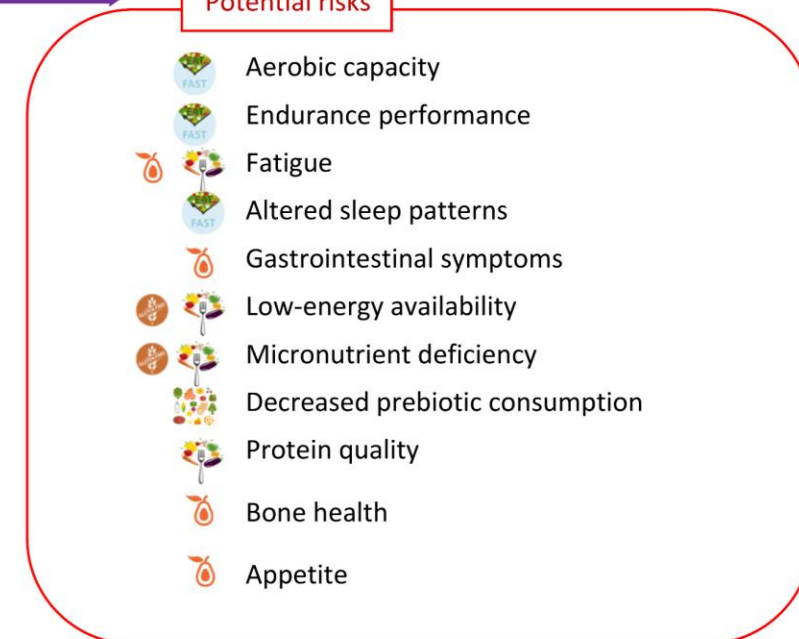


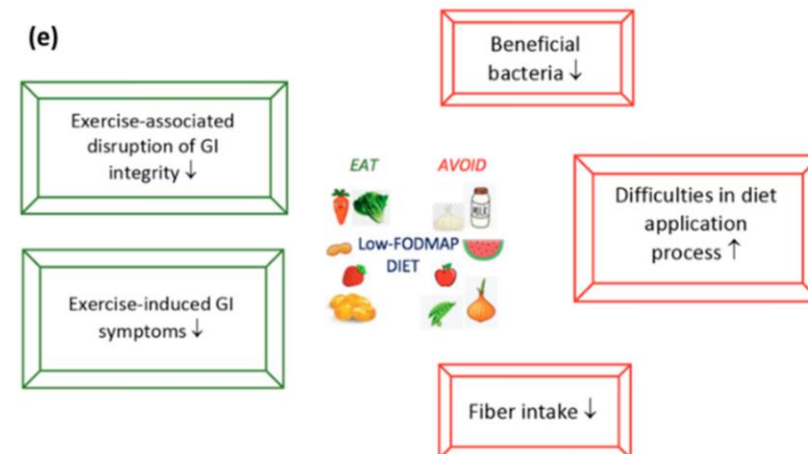
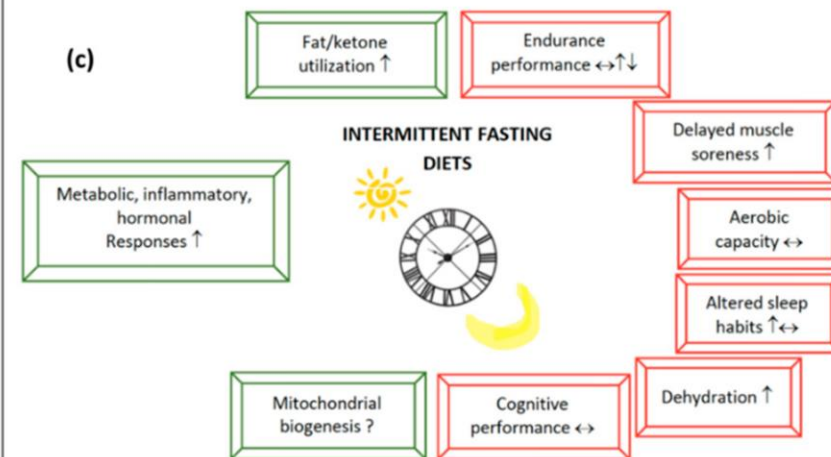
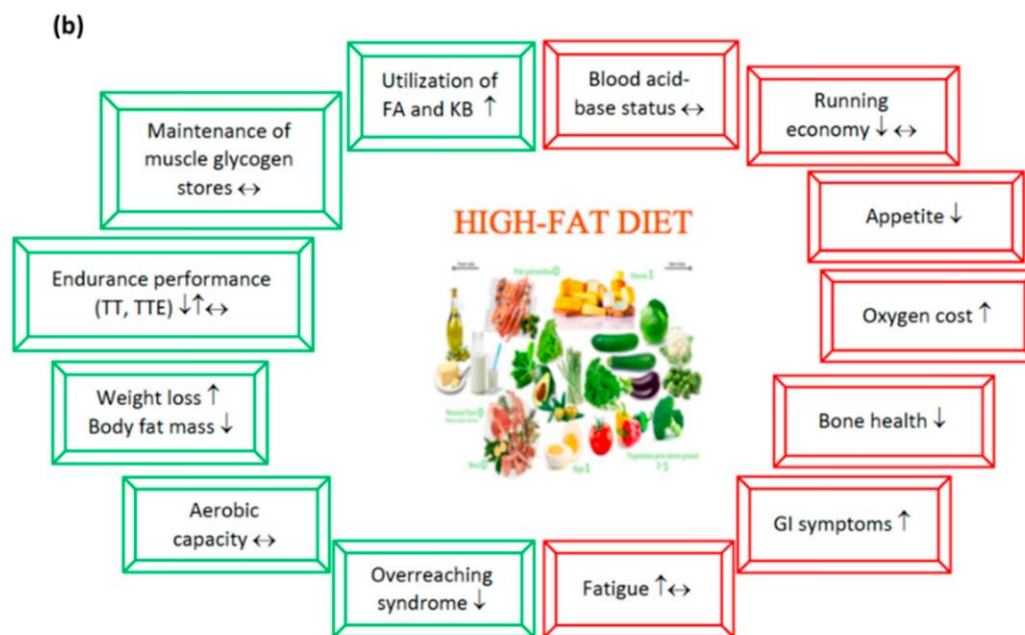
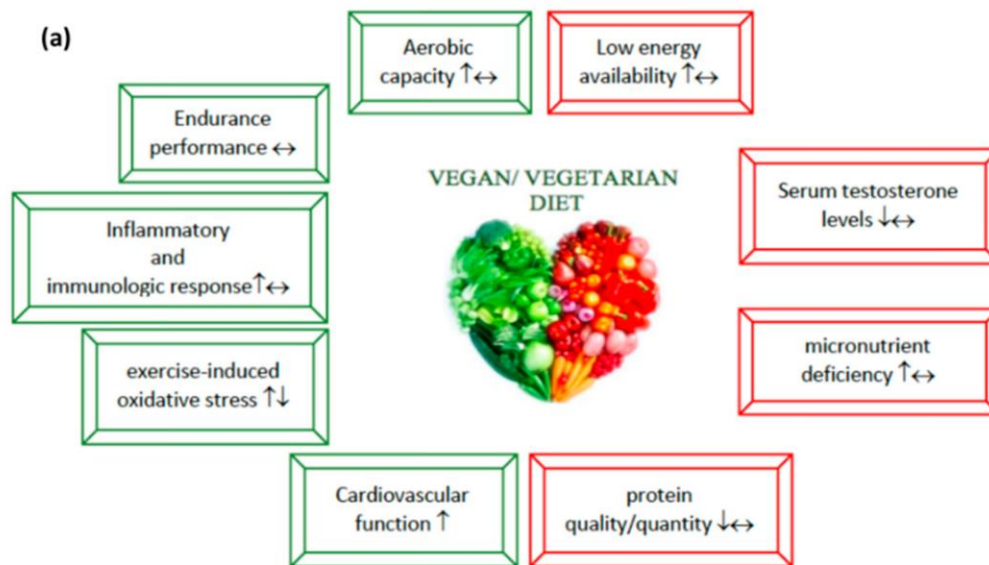
Potential benefits

Unknowns



Potential risks





Βιβλιογραφία

- ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ, Asker Jeukendrup, Michael Gleeson. (415-443)
- Alexandra Martín-Rodríguez et al. Advances in Understanding the Interplay between Dietary Practices, Body Composition, and Sports Performance in Athletes. *Nutrients* 2024, 16(4), 571
- Aslı Devrim-Lanpir et al. Efficacy of Popular Diets Applied by Endurance Athletes on Sports Performance: Beneficial or Detrimental? A Narrative Review. *Nutrients* 2021, 13(2), 491
- Asker E Jeukendrup. Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Med* 2017 Mar;47(Suppl 1):51-63.
- JOHN A. HAWLEY. Promoting training adaptations through nutritional interventions. *Journal of Sports Sciences*, July 2006; 24(7): 709 – 721
- Flueck Joelle Leonie. Nutritional strategies to optimize performance, training adaptation and recovery in team sports. *Sports & Exercise Medicine Switzerland* 2021 69(1). DOI:10.34045/SEMS/2021/3