



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

“ Διατροφικά συμπληρώματα και ο ρόλος τους στην αύξηση της αθλητικής απόδοσης ”

Παρίσης Εμμανουήλ



Αθήνα, 2019



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Σκουρολιάκου Μαρία

**Επίκουρη Καθηγήτρια Εντερικής και Παρεντερικής Διατροφής,
Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας και Διατροφής,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

Νομικός Τζώρτζης

**Επίκουρος Καθηγητής Βιοχημείας
Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας και Διατροφής,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

Καλιώρα Ανδριάννα

**Επίκουρη Καθηγήτρια Διατροφής του Ανθρώπου
Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας και Διατροφής,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

Ο Εμμανουήλ Παρίσης δηλώνω υπεύθυνα ότι:

1. Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζετε η εργασία σας δεν συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
2. Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας σας, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.
3. Επιτρέπω στη ΒΚΠ να θέσει αυτό το αδημοσίευτο έργο υπό την άδεια «Αναφορά Δημιουργού- Μη Εμπορική Χρήση- Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές (CC BY-NC-ND 4.0)», που επιτρέπει σε άλλους να έχουν ελεύθερη πρόσβαση, να χρησιμοποιούν και να διαμοιράζονται το έργο αναφέροντας την πατρότητά του και την παρουσία του στην ΕΣΤΙΑ.

Περίληψη

Τα συμπληρώματα διατροφής απευθύνονται σε ανθρώπους ασκούμενους και μη, με στόχο τη βελτίωση της υγείας, της φυσικής κατάστασης, της διατροφής και της αθλητικής απόδοσης. Διάφοροι παράγοντες συμβάλουν στην ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση ισορροπημένης ενεργειακά πυκνής διατροφής, η ορθή εκπαίδευση σχετικά με τη διατροφή και η επαρκής ανάπαυση. Υποστηρίζεται η χρήση περιορισμένου αριθμού συμπληρωμάτων διατροφής θα μπορούσε να λειτουργήσει ευεργετικά στη διαθεσιμότητα ενέργειας καθώς και στην αύξηση της απόδοσης και της αντοχής.

Οι διαιτολόγοι και οι διατροφολόγοι θα πρέπει να ενημερώνονται διαρκώς για την τρέχουσα έρευνα σχετικά με το ρόλο της διατροφής στην άσκηση, ώστε να μπορούν να παρέχουν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με το ρόλο των διατροφικών συμπληρωμάτων στην απόδοση στην άσκηση.

Ευχαριστίες

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την στήριξη που μου παρέχουν
όλα αυτά τα χρόνια.*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ</u>	<u>ΣΕΛΙΔΑ</u>
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1) Διατροφικά συμπληρώματα και αθλητική απόδοση	8
1.2) Διατροφικά Συμπληρώματα – Ορισμός	8
1.3) Διατροφικά Συμπληρώματα – Κατηγορίες	10
1.4) Χρήση διατροφικών αθλητικών συμπληρωμάτων σήμερα	14
1.4) Αθλητισμός, νομοθεσία και κίνδυνοι στα διατροφικά συμπληρώματα	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΒΟΤΑΝΑ	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΡΩΤΕΙΝΗ, ΑΜΙΝΟΞΕΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΑ	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΛΙΠΟΕΙΔΗ, ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΑ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71

ΚΑΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Διατροφικά συμπληρώματα και αθλητική απόδοση

Η εκπαίδευση των ασκούμενων και μη, σχετικά με τη διατροφή και τον τρόπο διαμόρφωσης της δίαιτας τους για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης αποτελούν βασικά σημεία στα οποία μπορούν να συμβάλουν οι διαιτολόγοι και διατροφολόγοι.

Επί του παρόντος, η χρήση συμπληρωμάτων διατροφής από αθλητές είναι ευρέως διαδεδομένη, ενώ η αποτελεσματικότητά τους παραμένει υπό συζήτηση. Τα συμπληρώματα διατροφής μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο βοηθώντας τους αθλητές να προσλάβουν επαρκή ποσότητα θερμίδων, μακρο- και μικροθρεπτικών συστατικών. Τα συμπληρώματα διατροφής δεν προορίζονται για να αντικαταστήσουν μια υγιεινή διατροφή. Επί του παρόντος υπάρχουν πολλές παραπλανητικές πληροφορίες σχετικά με το κατά πόσον ορισμένα διατροφικά συμπληρώματα επηρεάζουν την αθλητική απόδοση. Με βάση την διαθέσιμη βιβλιογραφία οι αναλύσεις και οι μεταanalύσεις επικεντρώνονται πρωτίστως στο κατά πόσο μια θρεπτική ουσία επηρεάζει τις απόδοση μέσω της αύξησης της μυϊκής υπερτροφίας καθώς και μέσω της εργογόνου επίδρασης του συμπληρώματος.

1.2 Διατροφικά Συμπληρώματα - Ορισμός

- Στην Ελλάδα ως συμπληρώματα διατροφής νοούνται τα διατροφικά προϊόντα αρμοδιότητας ΕΟΦ με σκοπό τη συμπλήρωση της συνήθους δίαιτας, τα οποία

αποτελούν συμπυκνωμένες πηγές θρεπτικών συστατικών (δηλαδή βιταμίνες και ιχνοστοιχεία), ή άλλων ουσιών με θρεπτικές ή φυσιολογικές επιδράσεις (πχ βρώσιμα εκχυλίσματα φυτών και άλλα συστατικά φυσικής προέλευσης με θρεπτικά συστατικά όπως βιταμινούχα, μέταλλα, αμινοξέα, πρωτεΐνες αντιοξειδωτικές ουσίες κτλ), μεμονωμένων ή σε συνδυασμό και τα οποία διατίθενται στο εμπόριο σε δοσιμετρικές μορφές (κάψουλες, δισκία, φακελάκια σκόνης, φύσιγγες υγρού προϊόντος, φιαλίδια με σταγονόμετρο κλπ) που προορίζονται να ληφθούν σε προσμετρημένες μικρές μοναδιαίες ποσότητες.

- Στις **Η.Π.Α**, το D.S.H.E.A. (Dietary Supplement Health Education Act) όρισε το διαιτητικό συμπλήρωμα ως “ ένα προϊόν που επιδιώκει να συμπληρώσει την καθημερινή διατροφή και μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω διαιτητικά συστατικά: βιταμίνη, μεταλλικό στοιχείο, βότανο, αμινοξύ, ένα διαιτητικό υποκατάστατο, που η χρήση του θα αυξήσει την ολική ημερήσια πρόσληψη είτε ως συμπύκνωμα είτε ως μεταβολίτης, εκχύλισμα, συστατικό ή συνδυασμός των παραπάνω συστατικών” (Hathcock, 2001).

Τα διατροφικά συμπληρώματα βρίσκονται σε διάφορες μορφές, όπως χάπια, κάψουλες, ζέλε, υγρά ή σκόνη. Οι συμβατικές τροφές δεν είναι διατροφικά συμπληρώματα. Το συμπλήρωμα είναι ένα προϊόν που λαμβάνεται από το στόμα με στόχο την ‘συμπλήρωση’ της διατροφής και περιέχει ένα ή περισσότερα ‘διατροφικά συστατικά’ (βιταμίνες, μέταλλα/μεταλλικά στοιχεία, βότανα ή συστατικά από βότανα, αμινοξέα, άλλες ενώσεις που βρίσκονται στην ανθρώπινη διατροφή, όπως ένζυμα κ.ά.) (Poole, 2012).

1.3 Διατροφικά Συμπληρώματα – Κατηγορίες

- Σύμφωνα με τον **ΕΟΦ** τα συμπληρώματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση τους

1. **Συμπληρώματα διατροφής:** Πρόκειται για διατροφικά προϊόντα με σκοπό την συμπλήρωση της συνήθους διαίτας.

2. **Τρόφιμα ειδικής διατροφής:** Πρόκειται για ροφήματα τα οποία, λόγω της ειδικής σύνθεσής τους, προορίζονται για ειδική διατροφή συγκεκριμένων ομάδων πληθυσμού π.χ. για υγιή βρέφη ή νήπια, για ειδικές κατηγορίες ατόμων με διαταραγμένο μεταβολισμό, ή για κατηγορίες ατόμων που βρίσκονται σε ειδική κατάσταση της φυσιολογίας τους.

- Τα διατροφικά συμπληρώματα στην **Αμερική** μπορεί να είναι μία εκ των παρακάτω ενώσεων:
 - Μία βιταμίνη
 - Ένα μέταλλο
 - Ένα βότανο ή μία ένωση από ένα βότανο
 - Ένα αμινοξύ
 - Μία διαιτητική ουσία προς χρήση από άτομα με στόχο την αύξηση της συνολικής διαιτητικής πρόσληψης
 - Μία συμπυκνωμένη τροφή, ένα εκχύλισμα
- Τα συμπληρώματα διατροφής μπορούμε να τα χωρίσουμε σε κατηγορίες ανάλογα με τα **συστατικά τους ή τη δράση τους**. Έτσι, μπορούμε να τα χωρίσουμε σε αυτά που περιέχουν βασικά διατροφικά στοιχεία, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη,

βιταμίνες και ιχνοστοιχεία και σε αυτά που περιέχουν στοιχεία με ειδική δράση (Nieman, 2009).

Στην **πρώτη κατηγορία** διακρίνουμε αυτά που περιέχουν:

- α) Πρωτεΐνες και αμινοξέα
- β) Υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες
- γ) Λίπη και λιπαρά οξέα
- δ) Βιταμίνες και ιχνοστοιχεία
- ε) Φυτικές ίνες

Στη **δεύτερη κατηγορία** διακρίνουμε αυτά που περιέχουν:

- α) Βότανα και εκχυλίσματα βοτάνων
- β) Λιποτροπικά στοιχεία
- γ) Αντιοξειδωτικά στοιχεία
- δ) Συνδυασμό αμινοξέων
- ε) Στοιχεία με ειδική δράση

- Μπορούμε να χωρίσουμε τα διατροφικά συμπληρώματα ανάλογα με τη **χρήση** τους (Williams, 2009)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Κατηγορία	Παραδείγματα	Σχόλια
Αθλητικά		
τρόφιμα: Εξειδικευμένα προϊόντα που χρησιμοποιούνται ως πηγή θρεπτικών συστατικών, όταν δεν είναι πρακτικό να καταναλωθούν κανονικά τρόφιμα	Αθλητικά ποτά, τα αθλητικά gel, υγρό γεύμα	Τα περισσότερα αθλητικά τρόφιμα δεν περιέχουν απαγορευμένες ουσίες ντόπινγκ
Ιατρικά συμπληρώματα: Χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία των κλινικών προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένων διαγνωσμένες ελλείψεις θρεπτικών συστατικών	Σίδηρο, ασβέστιο, πολυβιταμινούχα σκευάσματα, ανόργανα στοιχεία, βιταμίνη D, προβιοτικά	
Εργογόνα συμπληρώματα: συμπληρώματα που προορίζονται για την ενίσχυση της απόδοσης	Η καφεΐνη, β-αλανίνη, κρεατίνη	Εργογόνα συμπληρώματα που υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης με απαγορευμένες ουσίες. Συνήθως σκόπιμη νόθευση με την προσθήκη φαρμακευτικών παραγόντων.

Κατηγορία	Παραδείγματα	Σχόλια
Λειτουργικά τρόφιμα και superfoods: χρησιμοποιούνται για να βελτιστοποιήσουν την υγεία και την απόδοση	Βότανα, φύκια, σπιρουλίνα βιολογικά τρόφιμα, φυτικές ίνες, σπόροι (σπόροι Chia), φυσικό αλκαλοποιητικό φρούτα, ακατέργαστος χυμό και μούρων, (acai, goji) εκχυλίσματα	Καμία εγγύηση του ποσού των ενεργών βιολογικών ουσιών. Η ετερογένεια των προϊόντων καθιστά δύσκολο τον εντοπισμό και την κατηγοριοποίηση βιολογικά ενεργών συστατικών.
Άλλα συμπληρώματα: Περιλαμβάνεται ένα ευρύ φάσμα βοτάνων και εκχυλίσματα βοτάνων	Συμπληρώματα για: απώλεια βάρους (shakes, δισκία), αυξημένη ενέργεια, αυξημένη λίμπιντο, την πρόληψη της τριχόπτωσης	Μπορεί να περιέχουν διεγερτικά του κεντρικού νευρικού συστήματος (π.χ., εφεδρίνη) και ορμόνες ή πρόδρομες ορμόνες (π.χ., norandrostenedione και norandrostenediol). Θεωρούνται υψηλού κινδύνου για νοθεία λόγω της ανάγκης για ταχεία και αισθητά

Κατηγορία	Παραδείγματα	Σχόλια
		αποτελέσματα από τον καταναλωτή για την προώθηση της συνέχισης της χρήσης του προϊόντος. Για την επίτευξη αυτών των αποτελεσμάτων, ισχυροί φαρμακευτικοί παράγοντες προστίθενται μερικές φορές από τους κατασκευαστές.

1.4 Χρήση διατροφικών αθλητικών συμπληρωμάτων σήμερα

Υπάρχουν πολλά άλλα συμπληρώματα που περιλαμβάνουν την άμεση βελτίωσης της απόδοσης (κρεατίνη, ανθρώπινη αυξητική ορμόνη), συμπληρώματα ενέργειας (καφεΐνη) και συμπληρώματα που βοηθούν στη φάση της ανάνηψης (πρωτεΐνες, BCAAs).

Τα συμπληρώματα διατροφής για την ενίσχυση της άσκησης και της αθλητικής απόδοσης διατίθενται σε ποικίλες μορφές, όπως δισκία, κάψουλες, υγρά, σκόνες και ράβδοι. Αυτά τα προϊόντα περιέχουν συστατικά σε διάφορους συνδυασμούς και ποσότητες. Μεταξύ των πιο κοινών συστατικών είναι τα αμινοξέα, η πρωτεΐνη, η κρεατίνη και η καφεΐνη. Σύμφωνα με μια εκτίμηση, οι πωλήσεις λιανικής της κατηγορίας «αθλητικά συμπληρώματα διατροφής» ανήλθαν στα 5,67 δισεκατομμύρια

δολάρια το 2017 ή 13,8% στις συνολικές πωλήσεις 41,16 δισεκατομμυρίων δολαρίων για διατροφικά συμπληρώματα και συναφή διατροφικά προϊόντα για το έτος αυτό. (Hallmark, 2018)

Είναι δύσκολο να γίνουν γενικεύσεις σχετικά με την έκταση της χρήσης διαιτητικών συμπληρωμάτων από τους αθλητές, διότι οι μελέτες σχετικά με αυτό το θέμα είναι ετερογενείς. Αλλά τα στοιχεία δείχνουν ότι :

- Ένα μεγαλύτερο ποσοστό αθλητών από τον γενικό πληθυσμό των ΗΠΑ παίρνει συμπληρώματα διατροφής. (Drummond, 2007)
- Οι ελίτ αθλητές (π.χ. επαγγελματίες αθλητές και όσοι ανταγωνίζονται σε εθνικό ή διεθνές επίπεδο) χρησιμοποιούν διατροφικά συμπληρώματα πιο συχνά από τους αντίστοιχους μη ελίτ. (Hallmark, 2018)
- Τα συμπληρώματα που χρησιμοποιούνται από άνδρες και γυναίκες αθλητές είναι παρόμοια. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένα μεγαλύτερο ποσοστό γυναικών χρησιμοποιεί σίδηρο και ένα μεγαλύτερο ποσοστό ανδρών λαμβάνει βιταμίνη Ε, πρωτεΐνη και κρεατίνη (Haines, 2015).

1.5 Αθλητισμός, νομοθεσία και κίνδυνοι στα διατροφικά συμπληρώματα

Η επιτυχία στον αθλητισμό εξαρτάται κυρίως από τη γενετική ενδυνάμωση σε αθλητές με μορφολογικά, ψυχολογικά, φυσιολογικά και μεταβολικά χαρακτηριστικά τέτοια ώστε να έχουν τη μέγιστη απόδοση.

Αυτοί οι γενετικά προικισμένοι αθλητές πρέπει επίσης να λαμβάνουν τη βέλτιστη εκπαίδευση για την αύξηση της φυσικής δύναμης, την ενίσχυση της ψυχικής δύναμης και την παροχή ενός μηχανικού πλεονεκτήματος.

Ωστόσο, οι αθλητές προσπαθούν συχνά να προχωρήσουν πέρα από την εκπαίδευση και να χρησιμοποιήσουν ουσίες και τεχνικές, συχνά αναφερόμενες ως εργογόνες, σε προσπάθειες να αποκτήσουν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Φαρμακολογικοί παράγοντες όπως τα αναβολικά στεροειδή και οι αμφεταμίνες έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, αλλά τέτοιες πρακτικές από τους αθλητές έχουν οδηγήσει στη θέσπιση νομοθεσίας κατά της φαρμακοδιέγερσης και αποτελεσματικών πρωτοκόλλων δοκιμών για να αποτρέψουν τη χρήση τους.

Έτσι, πολλοί αθλητές έχουν στραφεί σε διάφορες διατροφικές στρατηγικές, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης διατροφικών συμπληρωμάτων (αθλητικά συμπληρώματα), τα οποία θεωρούν αποτελεσματικά, ασφαλή και νόμιμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Οι βιταμίνες είναι απαραίτητες οργανικές ενώσεις που συμβάλουν στη ρύθμιση μεταβολικών και νευρολογικών διεργασιών, στην ενεργειακή σύνθεση και την πρόληψη της καταστροφής των κυττάρων.

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E, & K) μπορεί να οδηγήσουν σε τοξικότητα εάν καταναλώνονται σε υπερβολικές ποσότητες. Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες αποτελούνται από ολόκληρο το σύμπλεγμα βιταμινών B και βιταμίνης C. Καθώς αυτές οι βιταμίνες είναι υδατοδιαλυτές, η υπερβολική πρόσληψη αυτών των βιταμινών αποβάλλεται στα ούρα, με λίγες εξαιρέσεις (π.χ. βιταμίνη B6, που μπορεί να προκαλέσει βλάβη στο περιφερικό νεύρο όταν καταναλώνονται σε υπερβολικές ποσότητες) (Zemel, 2008)

Έρευνες έχουν δείξει ότι συγκεκριμένες βιταμίνες έχουν διάφορα οφέλη για την υγεία (π.χ. βιταμίνη E, νιασίνη, φυλλικό οξύ, βιταμίνη C κ.λπ.), ενώ λίγες δημοσιευμένες μελέτες έχουν αναφέρει ότι βρήκαν εργογόνο επίδραση των βιταμινών στους αθλητές (Cammani, 2004)

Εάν ένας αθλητής έχει ανεπάρκεια σε μια βιταμίνη, με διαιτητικές τροποποιήσεις μπορεί να βελτιώσει σταθερά την υγεία και την απόδοση. Για παράδειγμα, ο Paschalis και οι συνεργάτες του (2012) παρείχαν συμπλήρωμα σε άτομα που ήταν χαμηλά σε βιταμίνη C για 30 ημέρες και ανέφεραν ότι αυτά τα άτομα είχαν σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα VO2Max από την ομάδα που

είχαν υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι μερικές βιταμίνες μπορούν να βοηθήσουν τους αθλητές να ανεχθούν σε μεγαλύτερο το οξειδωτικό στρες (βιταμίνη E, C) και / ή να βοηθήσουν στη διατήρηση ενός υγιούς ανοσοποιητικού συστήματος κατά την έντονη άσκηση (βιταμίνη C). Έχει επιπλέον βρεθεί ότι η κατάποση υψηλών δόσεων βιταμινών C και E μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τις ενδοκυτταρικές προσαρμογές που παρατηρούνται ως ανταπόκριση στην άσκηση (Galango, 1999) , γεγονός που μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση του αθλητή. Επιπλέον, ενώ τα βέλτιστα επίπεδα βιταμίνης D έχουν συνδεθεί με τη βελτίωση της υγείας των μυών και της αντοχής στους γενικούς πληθυσμούς, οι ερευνητικές μελέτες που διεξάγονται σε αθλητές γενικά δεν αναφέρουν εργογόνο επίδραση της βιταμίνης D στους αθλητές (Eslami, 2006) . Οι υπόλοιπες βιταμίνες που εξετάστηκαν φαίνεται να έχουν μικρή εργογόνο δράση στους αθλητές που ακολουθούν μία ισορροπημένη διατροφή.

Δεδομένου ότι οι διαιτητικές αναλύσεις των αθλητών δείχνουν συνήθως ότι οι αθλητές δεν καταναλώνουν αρκετές θερμίδες και κατά συνέπεια δεν καταναλώνουν επαρκείς ποσότητες από κάθε βιταμίνη, πολλοί διαιτολόγοι και διατροφολόγοι συνιστούν στους αθλητές να καταναλώνουν καθημερινά χαμηλή δόση πολυβιταμινών ή / και βιταμίνη εμπλουτισμένη μετά την προπόνηση συμπλήρωμα υδατανθράκων / πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια περιόδων βαριάς κατάρτισης (Bailey, 2010)

Τέλος, οι αθλητές μπορεί να επιθυμούν να καταναλώσουν μια βιταμίνη ή ανόργανα άλατα για διάφορους λόγους που σχετίζονται με την υγεία (και όχι για λόγους αύξησης της απόδοσης). Η νιασίνη συμβάλει στην αύξηση των επιπέδων χοληστερόλης υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών (HDL) και στη μείωση του κινδύνου καρδιακής νόσου . Επιπλέον η βιταμίνη D χρησιμοποιείται με γνώμονα την ικανότητά της να διατηρεί τη μυοσκελετική λειτουργία και η βιταμίνη C για την προαγωγή και διατήρηση ενός υγιούς ανοσοποιητικού συστήματος. (Cade, 1997)

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται το RDA, το πιθανό εργογόνο όφελος και τη σύνοψη των ευρημάτων της έρευνας για λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές βιταμίνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΒΙΤΑΜΙΝΗ	RDA	ΠΙΘΑΝΗ ΕΡΓΟΓΟΝΟΣ ΔΡΑΣΗ	ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΩΝ
Βιταμίνη Α	Άνδρες: 900 mcg/d Γυναίκες: 700 mcg/d	Συστατικό της ροδοψίνης (οπτική χρωστική ουσία) και εμπλέκεται στη νυχτερινή όραση. Μερικοί υποστηρίζουν ότι η χορήγηση βιταμίνης Α μπορεί να βελτιώσει την όραση.	Δεν υπάρχουν μελέτες που έδειξαν ότι η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης Α βελτιώνει την άσκηση (Tahavorgar, 2014)
Βιταμίνη D	5 mcg /d (ηλικία <51)	Προωθεί την ανάπτυξη των οστών .Ενισχύει την απορρόφηση του ασβεστίου. Η ταυτόχρονη συμπληρωματική χορήγηση ασβεστίου μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της μείωσης οστικής πυκνότητας σε αθλητές με οστεοπόρωση.	Η συμπληρωματική χορήγηση μαζί με ασβέστιο μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της απώλειας οστικής μάζας σε αθλητές που είναι ευαίσθητοι στην οστεοπόρωση. Ωστόσο, η χορήγηση βιταμίνης D δεν βελτιώνει την απόδοση άσκησης (Tipton 1999)

Βιταμίνη Ε	15 mg/d	Ως αντιοξειδωτικό, έχει αποδειχθεί ότι βοηθά στην πρόληψη του σχηματισμού ελευθέρων ριζών κατά τη διάρκεια της έντονης άσκησης και αποτρέπει την καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων, βελτιώνοντας την παροχή οξυγόνου στους μύες κατά τη διάρκεια της άσκησης. Μερικά στοιχεία υποδηλώνουν ότι μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο για καρδιακή νόσο.	Πολλές μελέτες δείχνουν ότι η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης Ε μπορεί να μειώσει το επαγόμενο από άσκηση οξειδωτικό στρες. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες δεν δείχνουν επιπτώσεις στην απόδοση σε επίπεδο θάλασσας. Σε μεγάλα υψόμετρα, η βιταμίνη Ε μπορεί να βελτιώσει την απόδοση άσκησης. Ωστόσο παραπάνω έρευνα είναι απαραίτητη για να καθοριστεί εάν η μακροχρόνια συμπληρωματική χορήγηση μπορεί να βοηθήσει τους αθλητές και να αυξήσει την απόδοση. (Alvares, 2012)
Βιταμίνη Κ	Άνδρες: 120 mcg/d Γυναίκες: 90 mcg/d	Σημαντικό για την πήξη του αίματος. Υπάρχουν επίσης ορισμένες ενδείξεις ότι μπορεί να επηρεάσει τον μεταβολισμό των οστών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.	Η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης Κ (10 mg/d) σε γυναίκες αθλήτριες έχει αναφερθεί ότι αυξάνει την ικανότητα δέσμευσης ασβεστίου της οστεοκαλσίνης και προάγει αύξηση 15-20% στους δείκτες σχηματισμού οστών και 20-25% μείωση των δεικτών οστικής απορρόφησης (Harris, 2018)
Η θειαμίνη (Β₁)	Άνδρες: 1.2 mg/d Γυναίκες: 1.1 mg/d	Το συνένζυμο πυροφωσφορική θειαμίνη συμμετέχει στην απομάκρυνση του CO ₂ από πλήθος αντιδράσεων του μεταβολισμού. Η	Η διατροφική διαθεσιμότητα της θειαμίνης δεν φαίνεται να επηρεάζει την ικανότητα άσκησης σε αθλητές με επαρκή πρόσληψη

		πυροφωσφορική θειαμίνη θεωρείται ότι βελτιώνει το αναερόβιο κατώφλι και τη μεταφορά CO₂ . Ανεπάρκεια στην πυροφωσφορική θειαμίνη ενδέχεται να μειώσει τη δραστηριότητα των ενεργειακών συστημάτων.	(Gruber, 2007)
Ριβοφλαβίνη (B₂)	Άνδρες: 1,3 mg /d Γυναίκες: 1,7 mg/d	Συστατικό των συνενζύμων νουκλεοτιδίων φλαβίνης που εμπλέκονται στον ενεργειακό μεταβολισμό. Θεωρείται ότι αυξάνει τη διαθεσιμότητα ενέργειας κατά τον οξειδωτικό μεταβολισμό.	Η διατροφική διαθεσιμότητα της ριβοφλαβίνης δεν φαίνεται να επηρεάζει την ικανότητα άσκησης σε αθλητές με επαρκή πρόσληψη (West, 2012)
Νιασίνη (B₃)	Άνδρες: 16 mg/d Γυναίκες: 14 mg/d	Ανήκει στην κατηγορία των συνενζύμων που εμπλέκονται στον ενεργειακό μεταβολισμό. Θεωρείται ότι οδηγεί στην αύξηση κατανάλωσης των λιπαρών οξέων κατά τη διάρκεια της άσκησης, στη μείωση της χοληστερόλης, στην ενίσχυση της θερμορύθμισης και στη βελτίωση της διαθεσιμότητας ενέργειας κατά τη διάρκεια του οξειδωτικού μεταβολισμού.	Μελέτες δείχνουν ότι η συμπληρωματική χορήγηση νιασίνης (100-500 mg/d) μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των επιπέδων λιπιδίων στο αίμα και στην αύξηση των επιπέδων ομοκυστεΐνης σε ασθενείς με υπερχοληστερολαιμία. Ωστόσο, η συμπληρωματική χορήγηση της νιασίνης (280 mg) κατά τη διάρκεια της άσκησης έχει αναφερθεί ότι μειώνει την ικανότητα άσκησης μειώνοντας την κινητοποίηση των λιπαρών οξέων (Tang, 2009)

Πυριδοξίνη (B₆)	1,3 mg/d (ηλικία <51)	Διατίθεται στο εμπόριο ως συμπλήρωμα που θα μπορεί να βελτιώσει τη μυϊκή μάζα, τη δύναμη και την αερόβια ισχύ στα συστήματα γαλακτικού οξέος και οξυγόνου.	Σε αθλητές με ισορροπημένη διατροφή , η πυριδοξίνη απέτυχε να βελτιώσει την αερόβια απόδοση ή τη συσσώρευση γαλακτικού οξέος. Ωστόσο, όταν συνδυάζεται με βιταμίνες B ₁ και B ₁₂ , μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα σεροτονίνης και να βελτιώσει λεπτές κινητικές δεξιότητες που μπορεί να είναι απαραίτητες σε αθλήματα όπως σκοποβολή και τοξοβολία (Imagawa,2009)
Κυανο-κοβαλαμίνη (B₁₂)	2,4 mcg/d	Ένα συνένζυμο που εμπλέκεται στην παραγωγή DNA και σεροτονίνης. Το DNA είναι σημαντικό στη σύνθεση πρωτεϊνών και ερυθρών αιμοσφαιρίων. Θεωρητικά μπορεί να αυξήσει τη μυϊκή μάζα, την ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου στο αίμα και να μειώσει το άγχος.	Σε αθλητές με ισορροπημένη διατροφή , δεν έχει αναφερθεί εργογόνος επίδραση. Ωστόσο, όταν συνδυάζεται με τις βιταμίνες B ₁ και B ₆ , η κυανοκοβαλαμίνη έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την απόδοση σε αθλήματα όπως η σκοποβολή . Αυτό μπορεί να οφείλεται στην αύξηση των επιπέδων σεροτονίνης, ενός νευροδιαβιβαστή στον εγκέφαλο, που μπορεί να μειώσει το άγχος. (Wu, 2006)
Φυλλικό οξύ	400 mcg/d	Λειτουργεί ως συνένζυμο στο σχηματισμό DNA και ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η αύξηση στα ερυθρά αιμοσφαίρια θα μπορεί θεωρητικά να βελτιώσει την	Μελέτες δείχνουν ότι η αύξηση της διατροφικής διαθεσιμότητας του φυλλικού οξέος κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μπορεί να μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης γενετικών ανωμαλιών. Επιπλέον

		παροχή οξυγόνου στους μύες κατά τη διάρκεια της άσκησης. Πιστεύεται ότι είναι σημαντική η συμπληρωματική χορήγηση για την πρόληψη των γεννητικών ανωμαλιών και μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των επιπέδων ομοκυστεΐνης.	μπορεί να μειώσει τα επίπεδα ομοκυστεΐνης (παράγοντας κινδύνου για καρδιοπάθειες). Στους αθλητές με ανεπάρκεια η συμπληρωματική χορήγηση φυλλικού οξέος δεν βελτίωσε την απόδοση άσκησης. (Telford, 2011)
Παντοθενικό οξύ	5 mg/d	Λειτουργεί ως συνένζυμο για το ακέτυλο-συνένζυμο Α . Αυτό θα μπορούσε να ωφελήσει σε αερόβια άσκηση.	Η έρευνα δεν έχει αναφέρει βελτιώσεις στην αερόβια απόδοση με συμπληρωματική χορήγηση παντοθενικού οξέος. Ωστόσο, μία μελέτη ανέφερε μείωση της συσσώρευσης γαλακτικού οξέος, χωρίς όμως τη βελτίωση της απόδοσης. (Tamopolsky, 2005)
Β καροτένιο	Δεν υπάρχει	Ανήκει στην κατηγορία των αντιοξειδωτικών. Θεωρείται ότι συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση της επαγόμενης από την άσκηση υπεροξειδωσής των λιπιδίων και της βλάβης των μυών.	Οι έρευνες δείχνουν ότι η συμπληρωματική χορήγηση βήτα καροτένιου με ή χωρίς άλλα αντιοξειδωτικά μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της επαγόμενης από άσκηση υπεροξειδωσής. Ωστόσο, δεν είναι σαφές εάν η αντιοξειδωτική συμπλήρωση επηρεάζει την απόδοση άσκησης. (Fry, 2003)
Βιταμίνη C	Άνδρες: 90 mg/d Γυναίκες: 75 mg/d	Χρησιμοποιείται σε διάφορες μεταβολικές διεργασίες στο σώμα. Συμμετέχει στη σύνθεση της	Σε αθλητές με ισορροπημένη διατροφή , η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης C δεν φαίνεται να βελτιώνει την απόδοση

		επινεφρίνης, στην απορρόφηση σιδήρου και είναι αντιοξειδωτικό. Θεωρητικά, θα μπορούσε να ωφελήσει την απόδοση της άσκησης βελτιώνοντας το μεταβολισμό κατά τη διάρκεια της άσκησης. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι η βιταμίνη C μπορεί να ενισχύσει την ανοσία.	Ωστόσο, υπάρχουν κάποια στοιχεία ότι η συμπλήρωση βιταμίνης C (π.χ. 500 mg / ημέρα) μετά από έντονη άσκηση μπορεί να μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. (Thomson, 2009)
--	--	---	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΑ **ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Τα μέταλλα είναι απαραίτητα ανόργανα στοιχεία για μια σειρά μεταβολικών διεργασιών. Τα μέταλλα είναι σημαντικά ως δομικά συστατικά του ιστού, ως συστατικά ενζύμων ορμονών καθώς και ως ρυθμιστές του μεταβολικού και νευρικού ελέγχου.

Στους αθλητές, έχει παρατηρηθεί μείωση στα επίπεδα ορισμένων μετάλλων από την προπόνηση και / ή την παρατεταμένη άσκηση. Συγκεκριμένα, οι οξείες αλλαγές στο νάτριο, το κάλιο και το μαγνήσιο σε μια συνεχή περίοδο άσκησης μέτριας έως υψηλής έντασης είναι σημαντικές. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι αθλητές πρέπει να λάβουν τρόφιμα και υγρά ώστε να αντικαταστήσουν αυτές τις απώλειες. (Huxtable, 1992).

Όπως συμβαίνει και στις βιταμίνες, όταν ένα μέταλλο βρίσκεται σε ανεπάρκεια η ικανότητα για άσκηση μπορεί να μειωθεί. Συνεπώς τα μέταλλα χορηγούνται σε αθλητές με ανεπάρκεια βελτιώνοντας έτσι την απόδοση. Ωστόσο, οι επιστημονικές εκθέσεις δεν καταγράφουν πάντοτε τη βελτίωση της απόδοσης λόγω της συμπληρωματικής χορήγησης μετάλλων όταν οι ποσότητες στον οργανισμό είναι ήδη επαρκείς (Fuller, 2011).

Από τα μέταλλα, αρκετά, φαίνεται να έχουν θετική επίδραση στην υγεία και / ή εργογόνο επίδραση για τους αθλητές υπό ορισμένες συνθήκες. Για παράδειγμα, η συμπληρωματική χορήγηση ασβεστίου στους αθλητές που είναι ευαίσθητοι

στην πρόωρη οστεοπόρωση μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της οστικής μάζας (Nieman, 2000)

Για χρόνια, έχει συζητηθεί η σημασία της κατάστασης σιδήρου σε αθλητές γυναικών και οι πιο πρόσφατες μελέτες έχουν επισημάνει ότι η χορήγηση σιδήρου σε αθλητές με επιρρεπή έλλειψη σιδήρου και / ή αναιμία μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα άσκησης. Η συμπληρωματική χορήγηση φωσφορικού νατρίου μπορεί να αυξήσει τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, την αναερόβια απόδοση και να βελτιώσει την ικανότητα άσκησης αντοχής κατά 8 έως 10% (Macleod, 2011). Η αύξηση της διατροφικής πρόσληψης του αλατιού (χλωριούχο νάτριο) κατά τις αρχικές ημέρες άσκησης βοηθά στη διατήρηση της ισορροπίας υγρών και στην αποφυγή της αφυδάτωσης. Οι συστάσεις του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητιατρικής (ACSM) για τα επίπεδα νατρίου (340 mg) αντιπροσωπεύουν την ποσότητα νατρίου σε λιγότερο από 1/8 κουταλάκι του γλυκού αλατιού και συνιστώμενες οδηγίες για κατάποση νατρίου κατά τη διάρκεια άσκησης (300-600 mg ανά ώρα ή 1,7-2,9 g άλατος κατά τη διάρκεια παρατεταμένης περιόδου άσκησης). Τέλος, η συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου κατά τη διάρκεια της προπόνησης μπορεί συμβάλει στη βελτίωση του ανοσοποιητικού συστήματος (Litte, 2009)

Κατά συνέπεια, μερικά μέταλλα μπορούν να βελτιώσουν την ικανότητα άσκησης ή / και τις προσαρμογές κατάρτισης για τους αθλητές υπό ορισμένες συνθήκες. Ωστόσο, υπάρχουν λίγες ενδείξεις ότι το βόριο, το χρώμιο, το μαγνήσιο ή το βανάδιο επηρεάζουν την ικανότητα άσκησης ή τις προσαρμογές κατάρτισης σε υγιή άτομα που καταναλώνουν μια κανονική διατροφή.

Συνολικά διαφορετικά μέταλλα μπορούν σε κάθε περίπτωση να παράσχουν υποστήριξη για την ενίσχυση της υγείας του αθλητή και της σωματικής του απόδοσης.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται το RDA, το πιθανό εργογόνο όφελος και η σύνοψη των ευρημάτων της έρευνας για ορισμένα μέταλλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ΜΕΤΑΛΛΟ	RDA	ΠΙΘΑΝΗ ΕΡΓΟΓΟΝΟΣ ΔΡΑΣΗ	ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΩΝ
Βόριο	Δεν υπάρχει	Το βόριο διατίθεται ως συμπλήρωμα διατροφής που μπορεί να προάγει την ανάπτυξη των μυών κατά τη διάρκεια της άσκησης αντίστασης. Η λογική βασίστηκε κυρίως σε μια αρχική αναφορά ότι η συμπλήρωση βορίου (3 mg / ημέρα) μπορεί να αυξήσει σημαντικά τα επίπεδα β-οιστραδιόλης και τεστοστερόνης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες που καταναλώνουν δίαιτα χαμηλή σε βόριο.	Μελέτες που διερεύνθησαν τα αποτελέσματα των 7 εβδομάδων. της συμπληρωματικής χορήγησης βορίου (2,5 mg /d) στην αντοχή, στα επίπεδα τεστοστερόνης, στη σύνθεση του μυϊκής μάζας και τη δύναμη δεν ανέφεραν εργογόνο επίδραση (Low, 2009)
Ασβέστιο	1000 mg/d (ηλικίες 19-50 ετών)	Συμμετέχει σε σχηματισμό οστών και δοντιών στην πήξη αίματος και μετάδοση νεύρων. Επιπλέον διενεργεί το	Η συμπληρωματική χορήγηση ασβεστίου μπορεί να είναι ευεργετική σε πληθυσμούς που πάσχουν από

		μεταβολισμό του λίπους. Η δίαιτα θα πρέπει να περιέχει επαρκείς ποσότητες ασβεστίου, ειδικά σε παιδιά [285], γυναίκες αθλητές και γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Η βιταμίνη D συμβάλλει στην απορρόφηση.	οστεοπόρωση. Επιπλέον το ασβέστιο έχει αποδειχθεί ότι προάγει το μεταβολισμό του λίπους και συμβάλλει στη κατανομή της σύστασης του σώματος . Ωστόσο, η συμπληρωματική χορήγηση ασβεστίου δεν παρέχει εργογόνα αποτελέσματα στην άσκηση.(Ransone, 2008)
Χρόμιο	Άνδρες: 35 mcg/d Γυναίκες : 25 mcg/d (ηλικίες 19-50)	Το χρώμιο, που πωλείται συνήθως ως πικολινικό χρώμιο, κυκλοφορεί στο εμπόριο με ισχυρισμούς ότι το συμπλήρωμα θα αυξήσει την άπαχη σωματική μάζα και θα μειώσει τα επίπεδα σωματικού λίπους.	Έρευνα σε ζώα δείχνει ότι η συμπλήρωση χρωμίου αυξάνει την άπαχη σωματική μάζα και μειώνει το σωματικό λίπος. Οι πρώτες έρευνες σε ανθρώπους ανέφεραν παρόμοια αποτελέσματα. Ωστόσο πιο πρόσφατες, καλά ελεγχόμενες μελέτες ανέφεραν ότι η συμπληρωματική χορήγηση χρωμίου (200 έως 800 mcg /d) δεν βελτιώνει τη σωματική μάζα ή μειώνει το σωματικό λίπος (Pierno, 2012)
Σίδηρος	Άνδρες: 8 mg/d Γυναίκες : 18 mg/d (ηλικία 19-50)	Τα συμπληρώματα σιδήρου χρησιμοποιούνται για την αύξηση της απόδοσης σε αερόβια αθλήματα στα αθλήματα, που χρησιμοποιείται το σύστημα οξυγόνου. Ο σίδηρος είναι ένα συστατικό της αιμοσφαιρίνης στο ερυθρό αίμα.	Οι περισσότερες έρευνες δείχνουν ότι τα συμπληρώματα σιδήρου δεν φαίνεται να βελτιώνουν την αερόβια απόδοση εκτός εάν ο αθλητής έχει μειωμένο αιμικό σίδηρο ή /και έχει αναιμία (Purpura, 2001)

		το οποίο είναι φορέας οξυγόνου.	
Μαγνήσιο	Άνδρες: 420 mg /d Γυναίκες : 320 mg /d	Ενεργοποιεί ένζυμα που εμπλέκονται στη σύνθεση πρωτεϊνών. Συμμετέχει σε αντιδράσεις ATP. Τα επίπεδα του ορού μειώνονται με την άσκηση. Κάποιοι υποστηρίζουν ότι το συμπλήρωμα μαγνησίου μπορεί να βελτιώσει τη διαθεσιμότητα του ενεργειακού μεταβολισμού / ATP.	Η πιο καλά ελεγχόμενη έρευνα δείχνει ότι η συμπληρωματική χορήγηση μαγνησίου (500 mg / d) δεν επηρεάζει την απόδοση άσκησης σε αθλητές εκτός αν πρόκειται για περίπτωση ανεπάρκειας (Zhou, 2001)
Φωσφόρος (φωσφορικά άλατα)	700 mg/d	Το φωσφορικό έχει μελετηθεί για την ικανότητά του να βελτιώνει το σύστημα οξυγόνου και την αερόβια απόδοση	Πρόσφατες καλά ελεγχόμενες ερευνητικές μελέτες ανέφεραν ότι η συμπληρωματική χορήγηση φωσφορικού νατρίου (4 g / d για 3 ημέρες) βελτίωσε το ενεργειακό σύστημα οξυγόνου σε άσκηση αντοχής. Φαίνεται να υπάρχει μικρή εργογόνος επίδραση άλλων μορφών φωσφορικών (π.χ. φωσφορικού ασβεστίου, φωσφορικού καλίου). (West, 2012) Απαιτείται περισσότερη έρευνα για τον προσδιορισμό του μηχανισμού.
Κάλιο	2000 mg/d	Ένας ηλεκτρολύτης που βοηθά στη ρύθμιση της ισορροπίας υγρών, της μετάδοσης των νεύρων και της ισορροπίας	Η απώλεια καλίου κατά τη διάρκεια της έντονης άσκησης έχει συνδεθεί ανεπιστρεπτά με μυϊκές κράμπες χωρίς ωστόσο γνωστή

		μεταξύ των οξέων. Αναφέρεται ότι υπερβολικές αυξήσεις ή μειώσεις στο κάλιο μπορεί να προκαλέσουν στους αθλητές κράμπες.	αιτιολογία. Δεν είναι σαφές εάν το συμπλήρωμα καλίου στους αθλητές μειώνει τη συχνότητα εμφάνισης μυϊκής κράμπας. Δεν έχουν αναφερθεί εργογόνες επιδράσεις. (Sytov, 2007)
Σελήνιο	55 mcg/d	Διατίθεται στην αγορά ως συμπλήρωμα για την αύξηση της απόδοσης της αερόβιας άσκησης. Όταν δρα μαζί με τη βιταμίνη Ε και την υπεροξειδάση γλουταθειόνης (αντιοξειδωτικό), το σελήνιο μπορεί να καταστρέψει την καταστροφική παραγωγή ελεύθερων ριζών των λιπιδίων κατά τη διάρκεια της αερόβιας άσκησης.	Αν και το σελήνιο μπορεί να μειώσει την υπεροξειδωση των λιπιδίων κατά τη διάρκεια της αερόβιας άσκησης, δεν έχουν αποδειχθεί βελτιώσεις στην αερόβια ικανότητα (Thomas, 2016)
Νάτριο	500 mg/d		Κατά τις πρώτες μέρες έντονης προπόνησης, μια μεγαλύτερη ποσότητα νατρίου χάνεται στον ιδρώτα. Επιπλέον, η παρατεταμένη άσκηση μπορεί να μειώσει τα επίπεδα νατρίου οπότε και οδηγούμαστε σε υπονατριαιμία. Η αύξηση της διαθεσιμότητας αλατιού κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στη διατήρηση της ισορροπίας υγρών και στην πρόληψη της

			υπονατριαιμίας (Tang, 2011)
Βανάδιο	Δεν υπάρχει	Το βανάδιο συμμετέχει σε αντιδράσεις στο σώμα που οδηγούν σε αποτελέσματα παρόμοια με την ινσουλίνη στον μεταβολισμό των πρωτεϊνών και της γλυκόζης. Λόγω της αναβολικής φύσης της ινσουλίνης, το βανάδιο θεωρείται αξιοσημείωτο συμπλήρωμα για την αύξηση της μυϊκής μάζας, την ενίσχυση της δύναμης και την αύξηση της απόδοσης.	Έρευνα έδειξε ότι οι διαβητικοί τύπου 2 μπορεί να βελτιώσουν τον έλεγχο της γλυκόζης τους με συμπληρωματική χορήγηση βαναδίου. Ωστόσο, δεν υπάρχει καμία απόδειξη ότι το βανάδιο έχει οποιαδήποτε επίδραση στη μυϊκή μάζα, τη δύναμη ή την απόδοση (Escalante, 2016)
Ψευδάργυρος	Ανδρες: 11 mg/d Γυναίκες : 8 mg/d	Συστατικό των ενζύμων που εμπλέκονται στην πέψη. Θεωρείται ότι μπορεί να μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης λοιμώξεων στο ανώτερου αναπνευστικού συστήματος σε αθλητές που συμμετέχουν σε βαριά προπόνηση.	Μελέτες δείχνουν ότι η συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου (25 mg/d) κατά τη διάρκεια της προπόνησης ελαχιστοποίησε τις επαγόμενες από την άσκηση αλλαγές στην ανοσολογική λειτουργία (Humli, 2015)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΒΟΤΑΝΑ

Η χρήση φυτικών συμπληρωμάτων από τους αθλητές έχει αυξηθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία. Τα φυτικά προϊόντα είναι εκχυλίσματα προέρχονται από σπόρους, ρίζες, φύλλα, φλοιούς, μούρα ή λουλούδια και περιέχουν μεγάλο αριθμό φυτοχημικών όπως καροτενοειδή και πολυφαινόλες, συμπεριλαμβανομένων φαινολικών οξέων, αλκαλοειδών, φλαβονοειδών, γλυκοσιδίων, σαπωνινών και λιγνάνων. (Forbes, 2014)

Στον αθλητισμό, τα περισσότερα συμπληρώματα από βότανα ή φυτά χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της μυϊκής ανάπτυξης και της «καύσης λίπους». Τα συμπληρώματα βοτάνων χρησιμοποιούνται σήμερα από αθλητές και μη αθλητές για να βελτιώσουν την αντοχή και την απόδοση τους, ωστόσο δεν έχει αποδειχθεί η ασφαλής χρήση τους σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα του FDA. (Harris, 2006)

Τα φυτά έχουν αποδειχθεί ότι παρέχουν αρκετούς βασικούς μεταβολίτες όπως υδατάνθρακες, λιπίδια και νουκλεϊνικά οξέα και αριθμούς δευτερογενών μεταβολιτών όπως τερπενοειδή, αλκαλοειδή και φαινολικές ενώσεις. Αυτά αναφέρεται ότι να δρουν ως αντι-αλλεργικά, αντιαθηρογόνα, αντιφλεγμονώδη, ηπατοπροστατευτικά, αντιμικροβιακά, αντιαρτηρικά, αντιβακτηριακά, αντικαρκινογόνα, αντιθρομβωτικά, καρδιοπροστατευτικά και

αγγειοδιασταλτικά. Αυτές οι βιολογικές ιδιότητες προκαλούνται από τα αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά τους και τις οξειδοαναγωγικές τους ιδιότητες. Στην πραγματικότητα, παίζουν σημαντικό ρόλο στην σταθεροποίηση της οξειδωτικής βλάβης με την εξουδετέρωση ελευθέρων ριζών, τη δέσμευση οξυγόνου και την αποσύνθεση των υπεροξειδίων.(Aquiari, 2016)

Σε αυτό το πλαίσιο, αρκετές μελέτες τόνισαν το ρόλο των συμπληρωμάτων βοτάνων στη μείωση του οξειδωτικού στρες που προκαλείται από την άσκηση στους αθλητές. Για μερικούς από αυτούς, η μείωση του οξειδωτικού στρες θα ενισχύσει την αποκατάσταση των μυών και τη συντήρηση της ενέργειας κατά τη διάρκεια εντατικών ασκήσεων. (Ballantyne, 2000)

Επίσης αναφέρεται ότι ορισμένα προϊόντα όπως το Ginseng, η καφεΐνη και η εφεδρίνη είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά συστατικά και ως εκ τούτου θεωρούνται τα πιο δραστικά για την ενίσχυση των μυϊκών επιδόσεων. Άλλα φυτά όπως το *Tribulus Terrestris* , το *Ginkgo biloba* , το *Rhodiolarosea*, το *Cordyceps Sinensis* έχουν αποδείξει οφέλη για την ανάπτυξη μυών και τη δύναμη, ενώ άλλα δεν έχουν επιδείξει καμία επίδραση στις μυϊκές επιδόσεις. Τα ετερογενή κλινικά αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν σε προηγούμενες μελέτες οφείλονται σε διάφορους παράγοντες όπως ο τύπος του φυτού, η γεωγραφική θέση από την οποία συλλέχθηκε το φυτό και η μέθοδος εκχύλισης που χρησιμοποιήθηκε. (Fuller, 2011)

Επιπλέον, οι περισσότερες έρευνες υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων βοτάνων χωρίς να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον πιθανό κίνδυνο ή την αρνητική παρενέργεια στους. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ορισμένα φυτά ενδέχεται να έχουν στη σύνθεση τους ουσίες ντόπινγκ. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα των βοτάνων στην αθλητική απόδοση παραμένουν ασαφή συνολικά. (Wilkinson, 2007)

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται η πιθανή εργογόνος επίδραση καθώς και η συνολική επίδραση στην υγεία για ορισμένα φυτά-βότανα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

ΦΥΤΟ-ΒΟΤΑΝΟ ΕΡΓΟΓΟΝΟΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ		
<u>Ginseng</u>	↑ Αερόβια ικανότητα	Αντιφλεγμονώδες,
	↑ Καρδιακή	αντιοξειδωτικό
	αναπνευστική λειτουργία	↑ λειτουργία του
	↓ Απορρόφηση λακτόζης	εγκεφάλου
	↑ απόδοση	Ανοσοδιεγερτικό
	Ø Αντοχή	↑ βιωσιμότητα
	↑ Μυϊκή δύναμη	Θεραπεία πεπτικών
		διαταραχών
		↓ άγχος
		↑ ανοσοποιητική

		λειτουργία
		Σταθεροποιεί την
		αρτηριακή πίεση
<u>Καφεΐνη,</u>	↑ απόδοση	↓ κίνδυνο εκφυλιστικών
<u>Γκουαράν</u>	↑ μυϊκή δύναμη,	νόσων του εγκεφάλου
<u>α,</u>	↑ επίπεδα ορού	που προκαλούνται από
<u>Πράσινο</u>	κατεχολαμίνης	τη γήρανση (γνωστική
<u>Τσάι</u>	↑ ανοσολογικές	πτώση, άνοια)
	αποκρίσεις στον δρομέα	↓ κίνδυνο της νόσου του
	και τον ποδηλάτη	Πάρκινσον
	↑ αίμα κατεχολαμίνη	↑ Κεντρικό νευρικό
	↑ αναερόβιες επιδόσεις	σύστημα (με αύξηση
	↑ αντοχή	πνευματικής
		επαγρύπνησης,
		αντίστασης στην
		κόπωση)
		↑ Θεραπεία
		πονοκεφάλων
		↑ πίεση αίματος,
		και καρδιακή διέγερση
		↑ το αντιοξειδωτικό
		αμυντικό σύστημα και η
		οξείδωση των λιπιδίων

		των μυών σε υγιή ή διαβητικά άτομα
<u>Εφεδρίνη</u>	↑ αερόβια ικανότητα ↓ κόπωση ↑ εγρήγορση και χρόνο αντίδρασης	↑ θεραπεία της χαμηλής αρτηριακής πίεσης, της ακράτειας ούρων και της κατάθλιψης ↑ για τη θεραπεία του βρογχικού άσθματος, της ρινικής φλεγμονής και του κοινού κρυολογήματος
<u>Τζίντζερ</u>	↑ αντοχή σε κόπωση σε αθλητές, σύνθεση Ø σώματικό βάρος Ø κατανάλωση οξυγόνου Ø μυϊκή δύναμη σε αθλητές ↓ δείκτες φλεγμονής (κινάσης της κρεατίνης (CPK), της αμινοτρανσφεράσης της	αντιφλεγμονώδης Ø ρυθμός μεταβολισμού

	αλανίνης (ALT), και ασπαρτική αμινοτρανσφεράση (AST)	
<u>Tribulus</u>	↑ παραγωγή	↓ υπέρταση
<u>Terrestris</u>	τεστοστερόνης	↓ υπερχοληστερολαιμία
	↑ παραγωγή	↑ libido
	ωχρινότροπου ορμόνης (LH)	↑ προστάτης, ↑ ουροποιητικό σύστημα
	↑ Μυϊκή ανάπτυξη.	↑ καρδιαγγειακό σύστημα
	↓ φλεγμονή	
	↓ οξειδωτική βλάβη στους μύες, Ø μέγιστη δύναμη Ø μυϊκή αντοχή	
<u>Rhodiola</u>	↑ αντίσταση στην	↑ πεπτικό σύστημα,
<u>Rosea</u>	κόπωση των μυών	↑ καρδιαγγειακό σύστημα
	↑ απόδοση	
	↑ χρόνος εξάντλησης	↑ σεξουαλική λειτουργία και
	Ø μέγιστη αντοχή	
	μείωση επιπέδων γαλακτικού	↑ λίμπιντο. ↓ σύνδρομο άγχους και

	Ø μυϊκή βλάβη	άγχους
	Ø κατανάλωση οξυγόνου	
	ή μυϊκή δύναμη	↑ νορεπινεφρίνη, σεροτονίνη, ντοπαμίνη και ακετυλοχολίνη. ↑ προσοχή, μνήμη, συγκέντρωση και πνευματική ικανότητα Ø ανταπόκριση του ανοσοποιητικού
<u>Cordyceps</u>	↑ αερόβια ικανότητα	↑ θεραπεία της
<u>Sinensis</u>	↑ αντίσταση στην κόπωση των μυών	χοληστερόλης ↑ Ανοσοποιητικό σύστημα
	↑ παραγωγή γαλακτικού οξέος, μεταβλητότητα της καρδιακής	↑ διέγερση σεξουαλική ↓ στρες
	συχνότητας και πίεση αίματος	↑ νεφρική λειτουργία σε ασθενείς με χρόνια νεφροπάθεια
	↑ καρδιαγγειακές αποκρίσεις	↑ ρύθμιση της
	Ø σε στεροειδείς ορμόνες	αρτηριακής πίεσης με
	Ø σε αερόβια ικανότητα	διέγερση διαστολή αγγείων
	ή άσκηση αντοχής	↑ παραγωγή νιτρικού

		οξειδίου
		↑ ανταλλαγές οξυγόνου
		μέσω τριχοειδών
		φραγμών
<u>Ginkgo</u>	↑ μυϊκή μάζα	↑ κυκλοφορία του
<u>biloba</u>	↑ αντοχή στις επιδόσεις	αίματος και ειδικότερα
	σε μεγαλύτερο VO_{2max}	της εγκεφαλικής
		κυκλοφορίας του
		αίματος
		↓ Ασθένεια του
		Alzheimer,
		↑ μνήμη
		↓ ημικρανίες και
		πονοκεφάλους.
		Νόσος του Parkinson
		↑ γνωστική απόδοση
		ιδιαίτερα σε
		ηλικιωμένους με
		σύνδρομο άνοιας
<u>Κόκκινο</u>	↑ απόδοση σε άσκηση	↑ θεραπεία διάρροιας,
<u>πιπέρι</u>	αντίστασης	κράμπες και μυϊκή
		φλεγμονή

		↑ διέγερση συμπαθητικού νευρικού και οξειδωσης λιπιδίων
<u>Arnica</u>	↓ πόνο ↑ μυϊκή δύναμη	↓ καρδιαγγειακός κίνδυνος ↑ θεραπεία φλεγμονωδών, μολυσματικών ασθενειών ↑ ανοσοποιητικό σύστημα
<u>Astragalus</u>	↑ αερόβια απόδοση	↑ ανοσοποιητικό σύστημα ↑ θεραπεία για φλεγμονή σε καρκινική νόσο
<u>Salix alba</u>	↑ για τη θεραπεία μυοσκελετικών παθήσεων (τραυματισμοί,	↑ θεραπεία του πόνου, της φλεγμονής, της οστεοαρθρίτιδας, των πόνων

	φλεγμονή)	↓ των πυρετών ↓ πόνο των αρθρώσεων σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα ↓ πόνο στην πλάτη στον ασθενή με χαμηλό πόνο στην πλάτη
<u>Saffron</u>	↓ επίπεδα γαλακτικής αφυδρογονάσης (LDH), παράγοντα νέκρωσης όγκου (TNF-α) και κινάσης κρεατίνης (CPK) ↑ δραστηριότητα υπεροξειδίου δισμουτάσης (SOD), καταλάση (CAT) και βλάβη DNA σπέρματος	Αντιυπερτασικό, αντισπασμωδικό, αντιβηχικό, αντιγονοτοξικό, έχει κυτταροτοξικά αποτελέσματα, αγχολυτικό, αντιοξειδωτικό, αντικαταθλιπτικό, αντιφλεγμονώδες ↑ μνήμη και μαθησιακές δεξιότητες ↑ ροή αίματος σε αμφιβληστροειδή

<u>Fenugreek</u>	↑ ικανότητα αντοχής	↑ ελεύθερα επίπεδα τεστοστερόνης ↓ κρεατινίνη ορού Ø στο προφίλ των νεφρών
<u>Myrtus</u>	↑ αναερόβιες επιδόσεις,	αντισηπτικό, τονωτικό
<u>Communis</u>	πρωτεΐνες ορού και σίδηρο ↓ τριγλυκερίδια	μαλλιών, αναλγητικό, καρδιοτονωτικό, διουρητικό, αντιφλεγμονώδες, νεφροπροστατευτικό, αντίδοτο, τονωτικό για τον εγκέφαλο και αντιδιαβητικό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΡΩΤΕΙΝΗ, ΑΜΙΝΟΞΕΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΑ

Η πρωτεΐνη είναι ένα από τα πιο δημοφιλή συμπληρώματα διατροφής που διατίθενται στο εμπόριο για αθλητές και φυσικά ενεργά άτομα. Τα πρωτεϊνικά συμπληρώματα προωθούνται με γνώμονα ότι μπορούν να ενισχύσουν την κατακράτηση αζώτου, να αυξήσουν τη μυϊκή μάζα, να αποτρέψουν τον καταβολισμό πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης καθώς και να προωθήσουν την επανασύνθεση του μυϊκού γλυκογόνου μετά την άσκηση μέσω της αύξησης σύνθεσης αιμοσφαιρίνης, μυοσφαιρίνης, οξειδωτικών ενζύμων κατά τη διάρκεια της άσκησης. (Arnold, 2015)

Ωστόσο, το πόση πρωτεΐνη χρειάζονται οι αθλητές είναι επί του παρόντος συζητήσιμο. Με βάση τις διαθέσιμες έρευνες, το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητικής Ιατρικής, η Αμερικανική Διαιτολογική Εταιρεία και οι Διαιτολόγοι του Καναδά, , κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες είναι υψηλότερες σε πολύ δραστήρια άτομα και πρότειναν ότι οι αθλητές αντίστασης χρειάζονται 1.6-1.7 g πρωτεΐνης / kg σωματικού βάρους, ενώ οι αθλητές αντοχής χρειάζονται περίπου 1.2-1.4 g πρωτεΐνης / kg, οι οποίες είναι περίπου 150-200% των σημερινών συνιστώμενων διαιτητικών επιδομάτων (RDA). Από την άλλη πλευρά στην πρόσφατη παρουσίαση των διαιτητικών αναλύσεων πρόσληψης (DRI) για πρωτεΐνες, η Εθνική Ακαδημία Επιστημών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, ενόψει της έλλειψης σημαντικών αποδεικτικών στοιχείων για το αντίθετο, δεν προτείνεται πρόσθετη διαιτητική πρωτεΐνη για υγιείς ενήλικες

που λαμβάνουν αντίσταση ή άσκηση αντοχής.

Σημειώνεται ακόμα ότι εάν οι αθλητές χρειάζονται περισσότερη πρωτεΐνη, οι συνιστώμενες ποσότητες είναι συμβατές με τις τρέχουσες Αποδεκτές Διατροφικές Συστάσεις (10-35 τοις εκατό της ενέργειας από πρωτεΐνες) μπορούν εύκολα να τηρούν από φυσικά τρόφιμα στη διατροφή . Κατέληξαν επίσης στο γεγονός ότι τα συμπληρώματα πρωτεΐνης δεν είναι απαραίτητα.

(Eslami, 2014)

Η διατροφική πρωτεΐνη αποτελείται από 20 διαφορετικά αμινοξέα, τα οποία, αν ληφθούν μεμονωμένα ενδέχεται να έχουν εργογόνα αποτελέσματα. Τα αμινοξέα θεωρείται ότι ενισχύουν την απόδοση με διάφορους τρόπους, όπως με την αύξηση της έκκρισης αναβολικών ορμονών, την τροποποίηση της χρήσης «καυσίμου» κατά τη διάρκεια της άσκησης, την πρόληψη των δυσμενών επιπτώσεων της υπερβολικής προπόνησης όπως και την πρόληψη της ψυχικής κόπωσης. (Glaister, 2008)

Η ακόλουθη ανάλυση υπογραμμίζει τις πιθανές εργογόνες επιδράσεις μεμονωμένων αμινοξέων, ειδικών συμπληρωμάτων πρωτεΐνης και παραγώγων τους.

Τρυπτοφάνη

Η τρυπτοφάνη (TRYP), είναι το πρόδρομο μόριο για τη σεροτονίνη, έναν νευροδιαβιβαστή του εγκεφάλου που σχετίζεται με την καταστολή του πόνου.

Η ελεύθερη τρυπτοφάνη (fTRYP) εισέρχεται στα εγκεφαλικά κύτταρα για να σχηματίσει σεροτονίνη. Έτσι, η συμπληρωματική χορήγηση τρυπτοφάνης χρησιμοποιείται για την αύξηση της παραγωγής σεροτονίνης σε προσπάθειες να αυξηθεί η ανοχή στον πόνο κατά την έντονη άσκηση. (Leutholtz, 2001)

Ωστόσο δεν αναφέρεται καμία επίδραση της συμπληρωματικής λήψης τρυπτοφάνης στην αύξηση της απόδοσης τόσο αερόβιας όσο και αναερόβιας άσκησης . Συνολικά η τρυπτοφάνη δεν φαίνεται να είναι εργογόνο δράση. (Howatson, 2012)

Τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλύσου (BCAA)

Τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλύσου (BCAA) αναφέρονται σε τρία αμινοξέα: λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη.

Μερικοί ερευνητές πιστεύουν ότι τα αυξημένα επίπεδα σεροτονίνης μπορεί να προκαλέσουν κόπωση. Κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης άσκησης το γλυκογόνο των μυών μπορεί να εξαντληθεί και ο μυς μπορεί να απαιτήσει BCAA ως καύσιμα μειώνοντας τον λόγο BCAA: fTRYP στο πλάσμα. Επειδή τα BCAA έχουν ανταγωνιστική δράση με την fTRYP για την είσοδο στον εγκέφαλο, ένας χαμηλός λόγος BCAA: fTRYP θα διευκόλυνε την είσοδο του fTRYP στον εγκέφαλο και τον σχηματισμό σεροτονίνης. (Nieman, 2010)

Υποθετικά, η συμπλήρωση BCAA μπορεί να καθυστερήσει την κόπωση του κεντρικού νευρικού συστήματος και να βελτιώσει την απόδοση σε

παρατεταμένα αερόβια συμβάντα αντοχής αυξάνοντας τη σχέση BCAA: fTRYP και μετριάζοντας τον σχηματισμό σεροτονίνης. (Loucks, 2004)

Η χορήγηση BCAA έχει μελετηθεί για τις επιδράσεις της σε διάφορους τύπους επιδόσεων άσκησης. Γενικά, τα ευρήματα είναι διφορούμενα, όπως και τα συμπεράσματα από αρκετές πρόσφατες αναθεωρήσεις. Ένας ερευνητής κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η συμπλήρωση BCAA μειώνει την ψυχική κόπωση κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης άσκησης και βελτιώνει τις επιδόσεις μετά την άσκηση . Επίσης υποδηλώνεται ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η συμπλήρωση BCAA μπορεί να βελτιώσει τη φυσική απόδοση όπως κατά τη διάρκεια της άσκησης σε πραγματικούς αγώνες όπου η κεντρική κούραση μπορεί να είναι πιο έντονη απ 'ό, τι σε εργαστηριακά πειράματα.

(Waldon, 2014)

Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες δεν δείχνουν αποτελέσματα επίδρασης BCAA στην πρόληψη της κόπωσης κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης. Στην έρευνα του Watson δεν αναφέρθηκαν ευεργετικά αποτελέσματα BCAA, που καταναλώνονται πριν και κατά τη διάρκεια ενός κύκλου άσκησης έως την εξάντληση στο 50% VO₂max καθώς και στον χρόνο απόδοσης και στον καρδιακό ρυθμό. Ο Cheuvront ανέφερε παρόμοια συμπεράσματα με τα παραπάνω σημειώνοντας ότι δεν υπάρχει σημαντική επίδραση της συμπλήρωσης BCAA στις επιδόσεις του χρόνου-δοκιμής, των γνωστικών επιδόσεων, της διάθεσης, της αντίληψης της προσπάθειας ή της αντιλαμβανόμενης θερμικής άνεσης. Εν κατακλείδι οι περισσότεροι ερευνητές συνιστούν πρόσθετη έρευνα.

Γλουταμίνη

Η γλουταμίνη μπορεί θεωρητικά να έχει εργογόνο δράση με διάφορους τρόπους. Είναι ένα σημαντικό καύσιμο για ορισμένα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως τα λεμφοκύτταρα και τα μακροφάγα, τα οποία μπορεί να μειωθούν με παρατεταμένη έντονη άσκηση. Η γλουταμίνη μπορεί επίσης να προάγει τη σύνθεση μυϊκού γλυκογόνου καθώς και να ενισχύσει τη μυϊκή δύναμη. Αρκετοί ερευνητές θεωρούν ότι οι αθλητές μπορεί να εμφανίσουν μειωμένα επίπεδα γλουταμίνης στο πλάσμα, που μπορεί να βλάψουν τις λειτουργίες του ανοσοποιητικού συστήματος και να οδηγήσουν τον αθλητή σε διάφορες ασθένειες. (Ransone, 2003)

Τα ευρήματα των ερευνών είναι διφορούμενα. Μία μελέτη αναφέρει χαμηλότερα ποσοστά εμφάνισης λοίμωξης μεταξύ αθλητών που κατανάλωσαν ένα ποτό γλουταμίνης-συμπληρώματος μετά από έντονη προπόνηση. Ωστόσο, άλλοι ανέφεραν ότι αν και η χορήγηση γλουταμίνης συνέβαλε στη διατήρηση των επιπέδων γλουταμίνης στο πλάσμα μετά από έντονη άσκηση, δεν είχε καμία επίδραση σε διάφορες δοκιμασίες της ανοσοαπόκρισης. (Liu, 2009)

Πρόσφατες αναθεωρήσεις έδειξαν ότι υπάρχει μικρή ένδειξη από ελεγχόμενες μελέτες για να προταθεί η χορήγηση γλουταμίνης για ενισχυμένη ανοσολογική λειτουργία. Παρόλο που η γλουταμίνη μπορεί να προσομοιώσει τη σύνθεση γλυκογόνου των μυών, οι αξιολογητές κατέληξαν πρόσφατα στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει πλεονέκτημα έναντι της απλής πρόσληψης επαρκούς υδατάνθρακα και μόνο. Επιπλέον, αρκετές πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι

ούτε η βραχυπρόθεσμη ούτε η μακροχρόνια συμπλήρωση γλουταμίνης έχει εργογόνο επίδραση στη μυϊκή μάζα ή την απόδοση της αντοχής. Η συμπλήρωση γλουταμίνης μία ώρα πριν από τη δοκιμασία δεν είχε επίσης καμία επίδραση στην άσκηση αντοχής όσο αναφορά την κόπωση. (Tenover, 2015)

Ασπαραγινικά

Τα ασπαραγινικά καλίου και μαγνησίου είναι άλατα ασπαραγινικού οξέος που πιθανόν να ενισχύουν το μεταβολισμό των λιπαρών οξέων και τη μείωση της χρησιμοποίησης του γλυκογόνου των μυών.

Η επίδραση της συμπληρωματικής χορήγησης ασπαραγινικού άλατος στις σωματικές επιδόσεις είναι διφορούμενη, αλλά περίπου το 50% των διαθέσιμων μελετών έχουν δείξει αυξημένες επιδόσεις στις δοκιμές άσκησης αερόβιας αντοχής. (Suzuki, 2016)

Απαιτούνται συμπληρωματικές έρευνες για τη μελέτη της πιθανής εργογόνου δράσης καθώς και των μηχανισμών που βασίζονται στη χορήγηση ασπαραγινικών. (Zhang, 2004)

Αργινίνη

Η χορήγηση αργινίνης μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι εργογόνος καθώς η αργινίνη αποτελεί υπόστρωμα για τη σύνθεση νιτρικού οξειδίου (NO), ένα

ισχυρό ενδογενές αγγειοδιασταλτικό που μπορεί να ωφελήσει τη ροή του αίματος και την ικανότητα αντοχής. (Limbird, 1985)

Αρκετές μελέτες που αφορούν ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο ή κλινικά συμπτώματα σταθερής στηθάγχης έχουν δείξει βελτιωμένη ικανότητα άσκησης με συμπληρώματα αργινίνης. Ωστόσο, δεν έχει διενεργηθεί έρευνα που να περιλαμβάνει την ανεξάρτητη επίδραση της συμπλήρωσης αργινίνης στην αερόβια ικανότητα αντοχής των υγιών αθλητών. (Pich, 2000)

Τυροσίνη

Η τυροσίνη αποτελεί πρόδρομο μόριο για την κατεχολαμίνη και τους νευροδιαβιβαστές με συγκεκριμένους την επινεφρίνη, νορεπινεφρίνη και ντοπαμίνη. Θεωρείται ότι η ανεπαρκής παραγωγή αυτών των ορμονών ή πομπών θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο τη βέλτιστη φυσική απόδοση. Έτσι, ως πρόδρομος για τον σχηματισμό αυτών των ορμονών και νευροδιαβιβαστών, η τυροσίνη θα μπορούσε να έχει εργογόνο επίδραση. Ωστόσο, σε μια καλά σχεδιασμένη με εικονικό φάρμακο μελέτη διασταύρωσης διαπιστώθηκε ότι η συμπλήρωση τυροσίνης (150 χιλιοστογραμμάρια / κιλό σωματικού βάρους) που καταναλώνεται 30 λεπτά πριν από τη λήψη μιας σειράς δοκιμών φυσικής απόδοσης αύξησε σημαντικά τα επίπεδα τυροσίνης στο πλάσμα, αλλά δεν είχε σημαντικές εργογονικές επιδράσεις στην αερόβια αντοχή, στην αναερόβια ισχύ ή στη μυϊκή δύναμη. (Phillips, 2014)

Ταυρίνη

Η ταυρίνη είναι ένα μη βασικό αμινοξύ που περιέχει θείο, αλλά στερείται ενός γενετικού κωδικονίου που ενσωματώνεται σε πρωτεΐνες και ένζυμα. Παρόλα αυτά, παίζει ρόλο σε αρκετές μεταβολικές διεργασίες, όπως συστολή της καρδιάς και αντιοξειδωτική δράση. Η ταυρίνη είναι ένα συστατικό σε πολλά λεγόμενα ενεργειακά ποτά. (Lukaski, 2001)

Τα ενεργειακά ποτά που περιέχουν ταυρίνη και καφεΐνη, σε σύγκριση με ενεργειακά ποτά χωρίς ταυρίνη, μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση καρδιακών παλμών και σε αυξημένη πιθανότητα για εγκεφαλικό επεισόδιο κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η φυσική απόδοση δεν εξετάστηκε. (Tessier, 1995)

7 ημέρες συμπλήρωματικής χορήγησης ταυρίνης προκάλεσαν σημαντικές αυξήσεις στον χρόνο άσκησης και στο VO₂max. Τα εργογόντα αποτελέσματα αποδόθηκαν στην αντιοξειδωτική δράση της ταυρίνης και στην προστασία των κυτταρικών ιδιοτήτων. (Newshan, 2001)

Κοκτέιλ αμινοξέων

Η παροχή μιας άφθονης ποσότητας απαραίτητων αμινοξέων στον μυ εντός 1-3 ωρών πριν ή μετά την άσκηση μπορεί να βοηθήσει στην περαιτέρω σύνθεση μυϊκής πρωτεΐνης. Ο Gibala έδειξε ότι η κατανάλωση ενός ποτού που περιέχει περίπου 0,1 γραμμάρια βασικών αμινοξέων ανά χιλιόγραμμα σωματικού

βάρους κατά τις πρώτες ώρες ανάκτησης από άσκηση βαριάς αντίστασης μπορεί να προκαλέσει αύξηση των μυϊκών πρωτεϊνών. Ο Gibala σημείωσε επίσης ότι είναι αβέβαιο εάν η κατάποση αμινοξέων, είτε από μόνη της είτε συνδυασμένη με υδατάνθρακες, αμέσως πριν από την άσκηση ή κατά τη διάρκεια της άσκησης ενισχύει περαιτέρω το ρυθμό συσσώρευσης μυϊκών πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια της ανάρρωσης. (Gibala, 2000)

Κάποιοι ερευνητές έχουν προτείνει ότι μπορεί να είναι χρήσιμο να καταναλώνετε, όλη την ημέρα, πολλά μικρά γεύματα που έχουν επαρκή πρωτεΐνη. Φαίνεται ότι αυτή η στρατηγική θα μπορούσε να προωθήσει ένα καθαρά "αναβολικό" περιβάλλον στο σώμα. (Sunderland, 2011)

Άλλοι επίσης σημειώνουν ότι μικρές ποσότητες αμινοξέων σε συνδυασμό με υδατάνθρακες θα μπορούσαν να αυξήσουν παροδικά τον αναβολισμό των μυϊκών πρωτεϊνών, αλλά δεν έχει ακόμη καθοριστεί εάν αυτές οι μεταβατικές αποκρίσεις οδηγούν σε αισθητή αύξηση της μυϊκής μάζας κατά τη διάρκεια μιας παρατεταμένης περιόδου άσκησης. (Pruna, 2016)

Συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα ευρήματα, η κατανάλωση μίας μικρής ποσότητας πρωτεϊνών και υδατανθράκων, είτε ως ενεργειακό ποτό πρωτεΐνης / υδατάνθρακα είτε ως σύνολο, πριν ή μετά την άσκηση μπορεί να έχει εργογόνα αποτελέσματα για πολλούς αθλητές.

Πρωτεΐνη ορού γάλακτος και πρωτόγαλα

Ο ορός γάλακτος και το πρωτόγαλα είναι αμφότερα δύο μορφές πρωτεΐνης που θεωρούνται ότι έχουν εργογόνο δράση. Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος εξάγονται από τον υγρό ορό γάλακτος που παράγεται κατά την παρασκευή τυριού ή καζεΐνης. Το πρωτόγαλα είναι το πρώτο γάλα που εκκρίνεται από τις αγελάδες. Και τα δύο είναι πλούσιες πηγές πρωτεϊνών, βιταμινών και μετάλλων, αλλά ταυτόχρονα περιέχουν διαφορετικά ενεργά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων των παραγόντων ανάπτυξης. Αν και δεν έχει εντοπιστεί κάποιος συγκεκριμένος μηχανισμός, μια θεωρία αναφέρεται στον αυξητικό παράγοντα (IGF-1) ο οποίος μπορεί να είναι αναβολική δράση. Ωστόσο, η έρευνα με συμπλήρωμα πρωτόγαλα δεν δείχνει καμία επίδραση στα επίπεδα πρωτεΐνης δέσμησης IGF-I ή IGF.. Η έρευνα σχετικά με την εργογόνο επίδραση της πρωτεΐνης ορού γάλακτος και της συμπλήρωσης του πρωτογάλακτος είναι πολύ περιορισμένη. (Wilkerson, 2012)

Στις περισσότερες μελέτες αναφέρεται ότι η κατάποση τόσο πρωτεΐνης ορού γάλακτος όσο και καζεΐνης μετά από άσκηση οδηγεί σε αύξηση της μυϊκής μάζας, με αποτέλεσμα την καθαρή σύνθεση μυϊκών πρωτεϊνών. (Lukaski, 2001)

Αν και τα αποτελέσματα αυτών των μελετών υποδηλώνουν εργογόνες επιδράσεις, θα πρέπει να θεωρηθούν προκαταρκτικά καθώς απαιτείται περισσότερη έρευνα.

Μονοϋδρική κρεατίνη

Η μονοϋδρική κρεατίνη θεωρείται το πιο αποτελεσματικό διατροφικό συμπλήρωμα που διατίθεται στους αθλητές για την αύξηση της απόδοσης και της μυϊκής μάζας.

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η χορήγηση κρεατίνης αυξάνει τη μυϊκή μάζα κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Οι αυξήσεις μυϊκής μάζας είναι κατά κανόνα από 1 έως 2 κιλά κατά τη διάρκεια των 4-12 εβδομάδων χορήγησης. Τα οφέλη στη μυϊκή μάζα φαίνεται να είναι αποτέλεσμα μιας βελτιωμένης ικανότητας άσκησης που επιτρέπει σε έναν αθλητή να γυμναστεί πιο σκληρά και έτσι να προωθήσει μεγαλύτερες προσαρμογές κατάρτισης και μυϊκή υπερτροφία. (Thomas, 2016)

Ως μέθοδος αύξησης των αποθεμάτων κρεατίνης μυών προτείνεται η κατανάλωση $\sim 0,3 \text{ g / kg / ημέρα}$ μονοϋδρικής κρεατίνης για 5-7 ημέρες ακολουθούμενη από 3-5 g / ημέρα στη συνέχεια. Επιπλέον η προσθήκη υδατανθράκων ή υδατανθράκων και πρωτεϊνών σε συμπλήρωμα κρεατίνης φαίνεται να αυξάνει τη μυϊκή πρόσληψη κρεατίνης. (Rittig, 1996)

Εάν παρέχονται κατάλληλες προφυλάξεις και επιτήρηση, η συμπληρωματική χορήγηση μονοϋδρικής κρεατίνης σε παιδιά και εφήβους αθλητές είναι αποδεκτή . Ωστόσο, συνιστάται να λαμβάνεται μόνο για χρήση από νεότερους αθλητές οι οποίοι:

- α) εμπλέκονται σε εποπτευόμενη εκπαίδευση
- β) καταναλώνουν μια ισορροπημένη διαίτα
- γ) είναι ενημερωμένοι για την κατάλληλη χρήση κρεατίνης
- δ) δεν υπερβαίνουν τις συνιστώμενες δοσολογίες.

Η μόνη κλινικά σημαντική παρενέργεια που αναφέρθηκε περιστασιακά από τη συμπλήρωση μονοϋδρικής κρεατίνης ήταν η πιθανότητα αύξησης του σωματικού βάρους. Παρότι έχουν διατυπωθεί ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και τις πιθανές παρενέργειες της συμπλήρωσης κρεατίνης, οι πολλαπλές μικρότερες μελέτες και μακροπρόθεσμης ασφάλειας δεν ανέφεραν εμφανείς παρενέργειες. (Talbot, 2014)

Σε γενικές γραμμές κλινικοί πληθυσμοί που έχουν λάβει συμπλήρωμα μονοϋδρικής κρεατίνης (0,3-0,8 g / kg / ημέρα ισοδύναμα με 21-56 g / ημέρα για ένα άτομο 70 kg) για χρόνια δεν έχουν κλινικά σημαντικές ή σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες. Κατά συνέπεια, η συμπλήρωση της διαίτας με σκευάσματα που περιέχουν μονοϋδρική κρεατίνη και / ή κρεατίνη φαίνεται να είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος για την αύξηση της μυϊκής μάζας. (Krywanski, 2016)

Προς το παρόν, η μονοϋδρική κρεατίνη είναι η πιο εκτενώς μελετημένη και κλινικά αποτελεσματική μορφή κρεατίνης για χρήση σε συμπληρώματα διατροφής όσον αφορά την πρόσληψη μυών και την ικανότητα αύξησης της ικανότητας άσκησης υψηλής έντασης.

Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να εξεταστούν τα πιθανά ιατρικά οφέλη της μονοϋδρικής κρεατίνης και των προδρόμων της όπως το γουανιδινοξεικό οξύ στον αθλητισμό, την υγεία και την ιατρική. (Liu, 2009)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΛΙΠΟΕΙΔΗ, ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΑ

Γλυκερόλη

Η λήψη γλυκερόλης με νερό έχει αναφερθεί ότι αυξάνει την κατακράτηση υγρών και διατηρεί μία καλή κατάσταση ενυδάτωσης. Θεωρητικά, αυτό θα μπορούσε να βοηθήσει τους αθλητές να αποτρέψουν την αφυδάτωση και να βελτιώσουν τις θερμορυθμιστικές και καρδιαγγειακές μεταβολές. Αν και οι μελέτες δείχνουν ότι η γλυκερόλη μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τα σωματικά υγρά, τα αποτελέσματα αντικρουόμενα για το αν μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα άσκησης. (Folland, 2018)

Με διφορούμενα συμπεράσματα γύρω από τη γλυκερόλη συμπεραίνεται ότι χρειάζεται περισσότερη έρευνα ώστε να οδηγηθούμε σε σαφές συμπέρασμα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της γλυκερόλης.

β-υδροξυ β-μεθυλοβουτυρικό (HMB)

Το HMB είναι ένας μεταβολίτης της λευκίνης . Είναι καλά τεκμηριωμένο το γεγονός ότι η συμπλήρωση 1,5 έως 3 g ημερησίως με HMB κατά τη διάρκεια της άσκησης αντίστασης μπορεί να αυξήσει τη μυϊκή μάζα (+ 0,5-1 kg για λήψη 3-6 εβδομάδων) και την αντοχή ιδιαίτερα μεταξύ μη εκπαιδευμένων ατόμων που ξεκινούν εκπαίδευση. Η τρέχουσα ελάχιστη αποτελεσματική δόση HMB είναι 1,5 g την ημέρα, με 3 g ημερησίως προσφέροντας

πρόσθετα οφέλη για την άπαχη σωματική μάζα, ενώ τα 6 g ημερησίως δεν παρέχουν επιπλέον κέρδη στην άπαχη μάζα πέραν αυτού που αναφέρθηκε με δόση 3 g. Για να αυξηθεί η απορρόφηση HMB, συνιστάται να χωριστεί η ημερήσια δόση των 3 g σε τρεις ίσες δόσεις του 1 g η καθεμία (με πρωινό, μεσημεριανό γεύμα ή προ-άσκηση, ύπνο). Από την άποψη της ασφάλειας, οι δόσεις των 1,5-6 g ημερησίως θεωρούνται ανεκτές. (Alvares, 2014)

Οι επιδράσεις της συμπλήρωσης HMB σε επαγγελματίες αθλητές είναι λιγότερο σαφείς με επιλεγμένες μελέτες που αναφέρουν μη σημαντικά κέρδη στη μυϊκή μάζα.

Τριγλυκερίδια μεσαίας αλυσού

Τα τριγλυκερίδια μεσαίας αλυσίδας (MCT's) είναι λιπαρά οξέα που εισέρχονται εύκολα στα μιτοχόνδρια και μετατρέπονται σε ενέργεια μέσω βήτα-οξείδωσης.

Οι μελέτες είναι διφορούμενες ως προς το εάν τα MCT είναι εργογόνα και μπορούν να χρησιμεύσουν ως αποτελεσματική πηγή λίπους κατά τη διάρκεια της άσκησης. Σε μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι δόση 60 g / ημέρα MCT ελαίου για 2 εβδομάδες δεν φαίνεται πιθανό ότι επηρεάζει θετικά την οξεία άσκηση και δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία ότι η συμπληρωματική χορήγηση τους μπορεί να επηρεάσει θετικά. Επιπλέον πολλές μελέτες έχουν αναφέρει ότι η κατάποση MCT μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερική αναστάτωση και να μειώσει την άσκηση (Forbes, 2014)

Αραχιδονικό οξύ

Το αραχιδονικό οξύ (ARA) είναι πολυακόρεστο λιπαρό οξύ μακράς αλυσίδας (20: 4, n-6) που βρίσκεται εντός της διπλής στοιβάδας φωσφολιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών σε συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από τη λήψη διατροφής . (Brouns, 1989)

Το ARA δεν βρίσκεται σε υψηλές ποσότητες σε μία τυπική διατροφή. Ωστόσο, μόλις 1.5 g ημερησίως της συμπληρωματικής χορήγησης σε περίοδο 50 ημερών έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει τις αποθήκες μεμβράνης ιστών κυττάρων του ARA. Στους σκελετικούς μύες, υπάρχουν ενδείξεις ότι το ARA οδηγεί κάποια από τη φλεγμονώδη απόκριση στην κατάρτιση δύναμης μέσω ενισχυμένης σηματοδότησης προσταγλανδίνης. Συγκεκριμένα, η άσκηση απελευθερώνει ARA από τη μεμβράνη μυϊκών κυττάρων μέσω ενεργοποίησης φωσφολιπάσης A2. Η προκύπτουσα ελεύθερη ενδοκυτταρική ARA στη συνέχεια μετατρέπεται σε ορισμένες προσταγλανδίνες (π.χ. PGE2 ή PGF2α) μέσω των ενζύμων κυκλοοξυγενάσης (COX) και αυτές οι προσταγλανδίνες μπορούν να σηματοδοτούν συναφείς υποδοχείς με αυτοκρινή και παρακρινή τρόπο για να ρυθμίζουν προς τα πάνω τη σηματοδότηση που σχετίζεται με αυξήσεις στους μυς πρωτεϊνικής σύνθεσης.(Balshaw, 2013)

Δεδομένων των περιορισμένων δεδομένων για τον άνθρωπο και της ασυνέπειας των μελετών (δύο θετικά αποτελέσματα, ένα αρνητικό αποτέλεσμα) σχετικά με την αποτελεσματικότητα του ARA, είναι πολύ νωρίς για να συστήσουμε την ARA αυτή τη στιγμή. Επομένως, απαιτούνται μακροχρόνιες μελέτες σε ανθρώπους που εξετάζουν διαφορετικές δόσεις συμπληρωμάτων ARA για να εξετάσουν πλήρως την ασφάλεια και την πιθανή αποτελεσματικότητά τους ως ενισχυτικά της απόδοσης ή ενίσχυσης των μυών.

Από την άποψη της ασφάλειας και λόγω του ότι το ARA είναι γνωστό προ-φλεγμονώδες λιπαρό οξύ, η χρήση του ARA μπορεί να αντενδείκνυται σε πληθυσμούς που έχουν Νόσο Chron. (Imagawa, 2009)

α-κετογλουταρικό (α-KO)

Το α-κετογλουταρικό (α-KO) είναι ένα ενδιάμεσο στον κύκλο του Krebs που εμπλέκεται στον αερόβιο μεταβολισμό της ενέργειας και μπορεί να λειτουργήσει για να διεγείρει την παραγωγή νιτρικού οξειδίου. Υπάρχουν μερικές κλινικές ενδείξεις ότι το α-KO μπορεί να χρησιμεύσει ως αντικαταβολική θρεπτική ουσία μετά από χειρουργική επέμβαση. Ωστόσο, δεν είναι σαφές εάν η συμπληρωματική χορήγηση α-KG κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης μπορεί να επηρεάσει τις προσαρμογές της εκπαίδευσης. Πολύ λίγες έρευνες έχουν διεξαχθεί μόνο για το α-κετογλουταρικό σε ανθρώπους για να εξεταστούν τα αποτελέσματα της άσκησης. (Brouns, 2009)

Λόγω της έλλειψης έρευνας για το α-KG η χρήση του συνιστάται αυτή τη στιγμή.

Προορμόνες και αναβολικά στεροειδή

Η τεστοστερόνη και η αυξητική ορμόνη είναι δύο κύριες ορμόνες στο σώμα που χρησιμεύουν για να προάγουν τη μυϊκή μάζα (δηλ., Αναβολισμό) και αντοχή μειώνοντας ταυτόχρονα την καταστροφή των μυών (καταβολισμό) και τη λιπώδη μάζα. Η τεστοστερόνη επίσης προάγει τα αρσενικά χαρακτηριστικά του φύλου (π.χ. μαλλιά, βαθιά φωνή κλπ.) (Babault, 2000)

Είναι γνωστό ότι οι αθλητές έχουν πειραματιστεί με μεγάλες δόσεις αναβολικών στεροειδών σε μια προσπάθεια να βελτιώσουν την απόδοση, να αυξήσουν τη μυϊκή μάζα και / ή να προωθήσουν την ανάκαμψη κατά τη διάρκεια έντονης προπόνησης . Η έρευνα έχει δείξει γενικά ότι η χρήση αναβολικών στεροειδών και αυξητικής ορμόνης κατά τη διάρκεια της προπόνησης μπορεί να προάγει κέρδη στη δύναμη και τη μυϊκή μάζα. (Campell, 2013).

Ωστόσο, έχουν αναφερθεί διάφορες δυνητικά απειλητικές για τη ζωή ανεπιθύμητες ενέργειες της κατάχρησης στεροειδών, συμπεριλαμβανομένης της ηπατικής και ορμονικής δυσλειτουργίας, της υπερλιπιδαιμίας (υψηλή χοληστερόλη), του αυξημένου κινδύνου για καρδιαγγειακές παθήσεις και των συμπεριφορικών αλλαγών (δηλ., Της στεροειδούς οργής). Ορισμένες από τις ανεπιθύμητες ενέργειες που συνδέονται με τη χρήση αυτών των παραγόντων είναι μη αναστρέψιμες, ιδιαίτερα στις γυναίκες. Για το λόγο αυτό, τα αναβολικά στεροειδή έχουν απαγορευτεί από τους περισσότερους αθλητικούς οργανισμούς και θα πρέπει να αποφεύγονται εάν δεν έχουν συνταγογραφηθεί από γιατρό για τη θεραπεία μιας ασθένειας. (Cribb, 2006)

Οι προ-ορμόνες (π.χ., ανδροστενδιόνη, 4-ανδροστενοδιόλη, 19-νορ-4-ανδροστενδιόνη, 19-νορ-4-ανδροστενοδιόλη, 7-κετο DHEA και DHEA κλπ.) Είναι πρόδρομα μόρια της τεστοστερόνης ή άλλων αναβολικών στεροειδών. Η χρήση τους έχει προταθεί για τη φυσική αύξηση των επιπέδων αυτών των αναβολικών ορμονών. Ενώ υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία που δείχνουν αυξήσεις στην τεστοστερόνη, ουσιαστικά δεν υπάρχουν στοιχεία που να αποδεικνύουν αυξημένη απόδοση σε νεαρούς άνδρες με φυσιολογικά επίπεδα ορμονών. Στην πραγματικότητα, οι περισσότερες μελέτες δείχνουν ότι δεν επηρεάζουν την τεστοστερόνη και ότι μερικοί μπορεί στην πραγματικότητα να αυξήσουν τα επίπεδα των οιστρογόνων και να μειώσουν την HDL-χοληστερόλη (Dreyer, 2008)

Παρόλο που ενδέχεται να υπάρχουν μερικά πιθανά οφέλη για ηλικιωμένα άτομα με μειωμένα επίπεδα ανδρογόνων, φαίνεται ότι οι προορμόνες δεν έχουν ιδιαίτερη εργογόνο αξία.

Δεδομένου ότι οι προορμόνες είναι "ενώσεις στεροειδούς", οι περισσότερες αθλητικές οργανώσεις έχουν απαγορεύσει τη χρήση τους. Η χρήση συμπληρωμάτων διατροφής που περιέχουν προορμόνες θα οδηγήσει σε θετική δοκιμή φαρμάκων για αναβολικά στεροειδή. Η χρήση συμπληρωμάτων (εν γνώσει ή εν αγνοία τους) που περιέχουν προορμόνες πιστεύεται ότι συνέβαλε σε μια σειρά πρόσφατων θετικών δοκιμών ντοпинγκ μεταξύ των αθλητών. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε κάθε συμπλήρωμα που παίρνει ένας αθλητής να μην περιέχει πρόδρομες προορμόνες, ιδιαίτερα αν υπάρχουν απαγορεύσεις στον αθλητισμό. (Ferreira, 1998)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Διάφοροι παράγοντες λειτουργούν ως ακρογωνιαίοι λίθοι για την ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης, έναν εκ των οποίων αποτελούν τα συμπληρώματα διατροφής.

Οι περισσότερες μελέτες για την εκτίμηση της πιθανής αξίας και της ασφάλειας των συμπληρωμάτων για τη βελτίωση της άσκησης και των αθλητικών επιδόσεων περιλαμβάνουν κυρίως τους επαγγελματίες αθλητές. Επομένως, συχνά δεν είναι σαφές εάν τα συμπληρώματα που συζητούνται μπορεί να έχουν αξία για τους αναψυχικούς αθλητές ή τα άτομα που ασχολούνται με την αθλητική δραστηριότητα μόνο περιστασιακά. Επιπλέον, μεγάλο μέρος της έρευνας σχετικά με αυτά τα συμπληρώματα περιλαμβάνει νέους ενήλικες (συχνότερα άνδρες από γυναίκες) και όχι εφήβους . Η ποιότητα πολλών μελετών περιορίζεται από τα μικρά δείγματα, τη σύντομη διάρκεια, τη χρήση δοκιμασιών απόδοσης που δεν προσομοιώνουν συνθήκες πραγματικού κόσμου ή είναι αναξιόπιστες.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, απαιτούνται πρόσθετες έρευνες για την πλήρη κατανόηση της αποτελεσματικότητας των αθλητικών συμπληρωμάτων διατροφής.

Οι διαιτολόγοι και οι διατροφολόγοι θα πρέπει να ενημερώνονται διαρκώς σχετικά με το ρόλο της διατροφής στην άσκηση, ώστε να μπορούν να παρέχουν ορθή πληροφόρηση σχετικά με το ρόλο των διατροφικών συμπληρωμάτων στην αθλητική απόδοση. Τέλος, οι εταιρείες που πωλούν συμπληρώματα διατροφής ή προωθούν πρωτόκολλα διατροφής ή συμπληρώματος πρέπει να αναπτύξουν προϊόντα με επιστημονική βάση, να διεξάγουν έρευνα για τα προϊόντα τους και να πωλούν με ειλικρίνεια τα αποτελέσματα των μελετών ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να λαμβάνουν αμερόληπτες αποφάσεις.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aguiar AF, Balvedi MC, Buzzachera CF, Altimari LR, Lozovoy MA, Bigliassi M, Januario RS, Pereira RM, Sanches VC, Da Silva DK, Muraoka GA. L-arginine supplementation does not enhance blood flow and muscle performance in healthy and physically active older women. *Eur J Nutr.* 2016;55(6):2053–62.

Aguiar AF, Januario RS, Junior RP, Gerage AM, Pina FL, Do Nascimento MA, Padovani CR, Cyrino ES. Long-term creatine supplementation improves muscular performance during resistance training in older women. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(4):987–96.

Alaswad K, O'keefe JH Jr, Moe RM. Combination drug therapy for dyslipidemia. *Curr Atheroscler Rep.* 1999;1(1):44–9.

Alvares TS, Conte CA, Paschoalin VM, Silva JT, Meirelles Cde M, Bhambhani YN, Gomes PS. Acute l-arginine supplementation increases muscle blood volume but not strength performance. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37(1):115–26.

Alvares TS, Conte-Junior CA, Silva JT, Paschoalin VM. L-arginine does not improve biochemical and hormonal response in trained runners after 4 weeks of supplementation. *Nutr Res.* 2014;34(1):31–9.

Alvares TS, Meirelles CM, Bhambhani YN, Paschoalin VM, Gomes PS. L-arginine as a potential ergogenic aid in healthy subjects. *Sports Med.* 2011;41(3):233–48.

Andre TL, Gann JJ, Mckinley-Barnard SK, Song JJ, Willoughby DS. Eight weeks of 2017;14:16.

Armstrong LE. Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12(2):189–206.

Arnold JT, Oliver SJ, Lewis-Jones TM, Wylie LJ, Macdonald JH. Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(6):590–5.

Arts IC, Coolen EJ, Bours MJ, Huyghebaert N, Stuart MA, Bast A, Dagnelie PC. Adenosine 5'-triphosphate (atp) supplements are not orally bioavailable: a randomized, placebo-controlled cross-over trial in healthy humans. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9(1):16.

Babault N, Paizis C, Deley G, Guerin-Deremaux L, Saniez MH, Lefranc-Millot C, Allaert FA. Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance

training: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial vs. whey protein. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12(1):3.

Bailey SJ, Blackwell JR, Lord T, Vanhatalo A, Winyard PG, Jones AM. L-citrulline supplementation improves o₂ uptake kinetics and high-intensity exercise performance in humans. *J Appl Physiol.* 2015;119(4):385–95.

Bailey SJ, Winyard PG, Vanhatalo A, Blackwell JR, Dimenna FJ, Wilkerson DP, Jones AM. Acute l-arginine supplementation reduces the o₂ cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance. *J Appl Physiol.* 2010;109(5):1394–403.

Ballantyne CS, Phillips SM, Macdonald JR, Tarnopolsky MA, Macdougall JD. The acute effects of androstenedione supplementation in healthy young males. *Can J Appl Physiol.* 2000;25(1):68–78.

Balshaw TG, Bampouras TM, Barry TJ, Sparks SA. The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. *Amino Acids.* 2013;44(2):555–61.

Borsheim E, Tipton KD, Wolf SE, Wolfe RR. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;283(4):E648–57.

Brouns F, Kovacs EM, Senden JM. The effect of different rehydration drinks on post-exercise electrolyte excretion in trained athletes. *Int J Sports Med.* 1998;19(1):56–60.

Brouns F, Saris WH, Stroecken J, Beckers E, Thijssen R, Rehrer NJ, Ten Hoor F. Eating, drinking, and cycling. A controlled tour de France simulation study, part i. *Int J Sports Med.* 1989;10(Suppl 1):S32–40.

Cade JR, Reese RH, Privette RM, Hommen NM, Rogers JL, Fregly MJ. Dietary intervention and training in swimmers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1991;63(3–4):210–5.

Cade R, Conte M, Zauner C, Mars D, Peterson J, Lunne D, Hommen N, Packer D. Effects of phosphate loading on 2,3 diphosphoglycerate and maximal oxygen uptake. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:263–8.

Calabrese C, Myer S, Munson S, Turet P, Birdsall TC. A cross-over study of the effect of a single oral feeding of medium chain triglyceride oil vs. canola oil on post-ingestion plasma triglyceride levels in healthy men. *Altern Med Rev.* 1999;4(1):23–8.

Camanni F, Ghigo E, Arvat E. Growth hormone-releasing peptides and their analogs. *Front Neuroendocrinol.* 1998;19(1):47–72.

Camilleri M, Madsen K, Spiller R, Greenwood-Van Meerveld B, Verne GN. Intestinal barrier function in health and gastrointestinal disease. *Neurogastroenterol Motil.* 2012;24(6):503–12.

Campbell B, Kreider RB. Conjugated linoleic acids. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7(4):237–41.

Campbell B, Roberts M, Kerksick C, Wilborn C, Marcello B, Taylor L, Nassar E, Leutholtz B, Bowden R, Rasmussen C, Greenwood M, Kreider R. Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of l-arginine alpha-ketoglutarate in trained adult men. *Nutrition*. 2006;22(9):872–81.

Campbell B, Wilborn C, La Bounty P, Taylor L, Nelson MT, Greenwood M, Ziegenfuss TN, Lopez HL, Hoffman JR, Stout JR, Schmitz S, Collins R, Kalman DS, Antonio J, Kreider RB. International society of sports nutrition position stand: energy drinks. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013;10(1):1.

Cribb PJ, Hayes A. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(11):1918–25.

Cribb PJ, Williams AD, Carey MF, Hayes A. The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006;16(5):494–509.

Dorling JL, Earnest CP. Effect of carbohydrate mouth rinsing on multiple sprint performance. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013;10(1):41.

Dreyer HC, Drummond MJ, Pennings B, Fujita S, Glynn EL, Chinkes DL, Dhanani S, Volpi E, Rasmussen BB. Leucine-enriched essential amino acid and carbohydrate ingestion following resistance exercise enhances mtor signaling and protein synthesis in human muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2008;294(2):E392–400.

Drummond MJ, Dreyer HC, Fry CS, Glynn EL, Rasmussen BB. Nutritional and contractile regulation of human skeletal muscle protein synthesis and mtorc1 signaling. *J Appl Physiol*. 2009;106(4):1374–84.

Drummond MJ, Rasmussen BB. Leucine-enriched nutrients and the regulation of mammalian target of rapamycin signalling and human skeletal muscle protein synthesis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(3):222–6.

Escalante G, Alencar M, Haddock B, Harvey P. The effects of phosphatidic acid supplementation on strength, body composition, muscular endurance, power, agility, and vertical jump in resistance trained men. *J Int Soc Sports Nutr*. 2016;13:24.

Eslami S, Esa NM, Marandi SM, Ghasemi G, Eslami S. Effects of gamma oryzanol supplementation on anthropometric measurements & muscular strength in healthy males following chronic resistance training. *Indian J Med Res*. 2014;139(6):857–63.

Evans GW. The effect of chromium picolinate on insulin controlled parameters in humans. *Int Biosc Med Res*. 1989;11:163–80.

Ferreira IM, Verreschi IT, Nery LE, Goldstein RS, Zamel N, Brooks D, Jardim JR. The influence of 6 months of oral anabolic steroids on body mass and respiratory muscles in undernourished copd patients. *Chest*. 1998;114(1):19–28.

- Fletcher RH, Fairfield KM. Vitamins for chronic disease prevention in adults: clinical applications. *JAMA*. 2002;287(23):3127–9.
- Fogelholm M, Ruokonen I, Laakso JT, Vuorimaa T, Himberg JJ. Lack of association between indices of vitamin b1, b2, and b6 status and exercise-induced blood lactate in young adults. *Int J Sport Nutr*. 1993;3(2):165–76.
- Folland JP, Stern R, Brickley G. Sodium phosphate loading improves laboratory cycling time-trial performance in trained cyclists. *J Sci Med Sport*. 2008;11(5):464–8.
- Forbes SC, Harber V, Bell GJ. Oral l-arginine before resistance exercise blunts growth hormone in strength trained males. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2014;24(2):236–44.
- Fry AC, Schilling BK, Chui LZF, Weiss LW, Kreider R, Rasmussen CJ. Muscle fiber and performance adaptations to resistance exercise with myovive, colostrum or casein and whey supplementation. *Res Sports Med*. 2003;11:109–27.
- Fudge BW, Westerterp KR, Kiplamai FK, Onywera VO, Boit MK, Kayser B, Pitsiladis YP. Evidence of negative energy balance using doubly labelled water in elite kenyan endurance runners prior to competition. *Br J Nutr*. 2006;95(1):59–66.
- Fuller JC Jr, Sharp RL, Angus HF, Baier SM, Rathmacher JA. Free acid gel form of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (hmb) improves hmb clearance from plasma in human subjects compared with the calcium hmb salt. *Br J Nutr*. 2011;105(3):367–72.
- Galgano F, Caruso M, Condelli N, Favati F. Focused review: Agmatine in fermented foods. *Front Microbiol*. 2012;3:199.
- Gallagher PM, Carrithers JA, Godard MP, Schulze KE, Trappe SW. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate ingestion, part i: effects on strength and fat free mass. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(12):2109–15.
- Glaister M, Howatson G, Abraham CS, Lockey RA, Goodwin JE, Foley P, McInnes G. Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(10):1835–40.
- Gruber AJ, Pope HG Jr. Psychiatric and medical effects of anabolic-androgenic steroid use in women. *Psychother Psychosom*. 2000;69(1):19–26.
- Gualano B, Ugrinowitsch C, Novaes RB, Artioli GG, Shimizu MH, Seguro AC, Harris RC, Lancha AH Jr. Effects of creatine supplementation on renal function: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(1):33–40.
- Haines RJ, Pendleton LC, Eichler DC. Argininosuccinate synthase: at the center of arginine metabolism. *Int J Biochem Mol Biol*. 2011;2(1):8–23.

Hallmark MA, Reynolds TH, Desouza CA, Dotson CO, Anderson RA, Rogers MA. Effects of chromium and resistive training on muscle strength and body composition. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(1):139–44.

Hamalainen EK, Adlercreutz H, Puska P, Pietinen P. Decrease of serum total and free testosterone during a low-fat high-fibre diet. *J Steroid Biochem.* 1983;18(3):369–70.

Hammarqvist F, Wernerman J, Ali R, Vinnars E. Effects of an amino acid solution enriched with either branched chain amino acids or ornithine-alpha-ketoglutarate on the postoperative intracellular amino acid concentration of skeletal muscle. *Br J Surg.* 1990;77(2):214–8.

Hargreaves M, Mckenna MJ, Jenkins DG, Warmington SA, Li JL, Snow RJ, Febbraio MA. Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. *J Appl Physiol.* 1998;84(5):1687–91.

Harris R, Dunnett M, Greenhaf P. Carnosine and taurine contents in individual fibres of human vastus lateralis muscle. *J Sport Sci.* 1998;16:639–43.

Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, Fallowfield JL, Hill CA, Sale C, Wise JA. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids.* 2006;30(3):279–89.

Howatson G, Hoad M, Goodall S, Tallent J, Bell PG, French DN. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9:20.

Hulmi JJ, Laakso M, Mero AA, Hakkinen K, Ahtiainen JP, Peltonen H. The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:48.

Huxtable RJ. Physiological actions of taurine. *Physiol Rev.* 1992;72(1):101–63.

Imagawa TF, Hirano I, Utsuki K, Horie M, Naka A, Matsumoto K, Imagawa S. Caffeine and taurine enhance endurance performance. *Int J Sports Med.* 2009;30(7):485–8.

Karlsson HK, Nilsson PA, Nilsson J, Chibalin AV, Zierath JR, Blomstrand E. Branched-chain amino acids increase p70s6k phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2004;287(1):E1–7.

Kasper AM, Cocking S, Cockayne M, Barnard M, Tench J, Parker L, Mcandrew J, Langan-Evans C, Close GL, Morton JP. Carbohydrate mouth rinse and caffeine improves high-intensity interval running capacity when carbohydrate restricted. *Eur J Sport Sci.* 2016;16(5):560–8.

Katsanos CS, Chinkes DL, Paddon-Jones D, Zhang XJ, Aarsland A, Wolfe RR. Whey protein ingestion in elderly persons results in greater muscle protein accrual than ingestion of its constituent essential amino acid content. *Nutr Res.* 2008;28(10):651–

- Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ, American Heart Association. Nutrition C. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*. 2002;106(21):2747–57.
- Kronfeld DS, Ferrante PL, Grandjean D. Optimal nutrition for athletic performance, with emphasis on fat adaptation in dogs and horses. *J Nutr*. 1994;124(12 Suppl):2745S–53S.
- Krzywanski J, Mikulski T, Krysztofiak H, Mlynczak M, Gaczynska E, Ziemba A. Seasonal vitamin d status in polish elite athletes in relation to sun exposure and oral supplementation. *PLoS One*. 2016;11(10):e0164395.
- Kuhn CM. Anabolic steroids. *Recent Prog Horm Res*. 2002;57:411–34.
- Kulmacz RJ, Pendleton RB, Lands WE. Interaction between peroxidase and cyclooxygenase activities in prostaglandin-endoperoxide synthase. Interpretation of reaction kinetics. *J Biol Chem*. 1994;269(8):5527–36.
- La Bounty PM, Campbell BI, Wilson J, Galvan E, Berardi J, Kleiner SM, Kreider RB, Stout JR, Ziegenfuss T, Spano M, Smith A, Antonio J. International society of sports nutrition position stand: meal frequency. *J Int Soc Sports Nutr*. 2011;8:4.
- Lamb DR. Anabolic steroids in athletics: how well do they work and how dangerous are they? *Am J Sports Med*. 1984;12(1):31–8.
- Lamboleay CR, Royer D, Dionne IJ. Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on aerobic-performance components and body composition in college students. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2007;17(1):56–69.
- Lane SC, Hawley JA, Desbrow B, Jones AM, Blackwell JR, Ross ML, Zemski AJ, Burke LM. Single and combined effects of beetroot juice and caffeine supplementation on cycling time trial performance. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39(9):1050–7.
- Leutholtz B, Kreider R. Exercise and sport nutrition. In: Wilson T, Temple N, editors. *Nutritional health*. Totowa: Humana Press; 2001. p. 207–39.
- Limbird TJ. Anabolic steroids in the training and treatment of athletes. *Compr Ther*. 1985;11(1):25–30.
- Lindh AM, Peyrebrune MC, Ingham SA, Bailey DM, Folland JP. Sodium bicarbonate improves swimming performance. *Int J Sports Med*. 2008;29(6):519–23.
- Little JP, Forbes SC, Candow DG, Cornish SM, Chilibeck PD. Creatine, arginine alpha-ketoglutarate, amino acids, and medium-chain triglycerides and endurance and performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2008;18(5):493–508.
- Liu TH, Wu CL, Chiang CW, Lo YW, Tseng HF, Chang CK. No effect of short-term arginine supplementation on nitric oxide production, metabolism and performance in intermittent exercise in athletes. *J Nutr Biochem*. 2009;20(6):462–8.

Livolsi JM, Adams GM, Laguna PL. The effect of chromium picolinate on muscular strength and body composition in women athletes. *J Strength Cond Res*. 2001;15(2):161–6.

Long G, Zhang GQ. Effects of adenosine triphosphate (atp) on early recovery after total knee arthroplasty (tka): a randomized, double-blind, controlled study. *J Arthroplast*. 2014;29(12):2347–51.

Longland TM, Oikawa SY, Mitchell CJ, Devries MC, Phillips SM. Higher compared with lower dietary protein during an energy deficit combined with intense exercise promotes greater lean mass gain and fat mass loss: a randomized trial. *Am J Clin Nutr*. 2016;103(3):738–46.

Loucks AB. Energy balance and body composition in sports and exercise. *J Sports Sci*. 2004;22(1):1–14.

Low SY, Taylor PM, Rennie MJ. Responses of glutamine transport in cultured rat skeletal muscle to osmotically induced changes in cell volume. *J Physiol*. 1996;492(Pt

Lukas SE. Current perspectives on anabolic-androgenic steroid abuse. *Trends Pharmacol Sci*. 1993;14(2):61–8.

Lukaski HC, Bolonchuk WW, Siders WA, Milne DB. Chromium supplementation and resistance training: effects on body composition, strength, and trace element status of men. *Am J Clin Nutr*. 1996;63(6):954–65.

Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutrition and athletic performance. *Can J Appl Physiol*. 2001;26(Suppl):S13–22.

Macleod KE, Nugent SF, Barr SI, Koehle MS, Sporer BC, Macinnis MJ. Acute beetroot juice supplementation does not improve cycling performance in normoxia or moderate hypoxia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2015;25(4):359–66.

Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, Tang JE, Glover EI, Wilkinson SB, Prior T, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(1):161–8.

Newshan G, Leon W. The use of anabolic agents in hiv disease. *Int J STD AIDS*. 2001;12(3):141–4.

Nieman DC, Fagoaga OR, Butterworth DE, Warren BJ, Utter A, Davis JM, Henson DA, Nehlsen-Cannarella SL. Carbohydrate supplementation affects blood granulocyte and monocyte trafficking but not function after 2.5 h of running. *Am J Clin Nutr*. 1997;66(1):153–9.

Nieman DC, Williams AS, Shanely RA, Jin F, Mcanulty SR, Triplett NT, Austin MD, Henson DA. Quercetin's influence on exercise performance and muscle mitochondrial biogenesis. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(2):338–45.

- Nieman DC. Exercise immunology: nutritional countermeasures. *Can J Appl Physiol.* 2001;26(Suppl):S45–55.
- Nieman DC. Influence of carbohydrate on the immune response to intensive, prolonged exercise. *Exerc Immunol Rev.* 1998;4:64–76.
- Nieman DC. Nutrition, exercise, and immune system function. *Clin Sports Med.* 1999;18(3):537–48.
- Nieman DC. Risk of upper respiratory tract infection in athletes: an epidemiologic and immunologic perspective. *J Athl Train.* 1997;32(4):344–9.
- Om AS, Chung KW. Dietary zinc deficiency alters 5 alpha-reduction and aromatization of testosterone and androgen and estrogen receptors in rat liver. *J Nutr.* 1996;126(4):842–8.
- Patrizio F, Ditroilo M, Felici F, Duranti G, De Vito G, Sabatini S, Sacchetti M, Bazzucchi I. The acute effect of quercetin on muscle performance following a single resistance training session. *Eur J Appl Physiol.* 2018;118(5):1021–31.
- Paul GL. The rationale for consuming protein blends in sports nutrition. *J Am Coll Nutr.* 2009;28(Suppl):464S–72S.
- Paulsen G, Cumming KT, Holden G, Hallen J, Ronnestad BR, Sveen O, Skaug A, Paur I, Bastani NE, Ostgaard HN, Buer C, Midttun M, Freuchen F, Wiig H, Ulseth ET, Garthe I, Blomhoff R, Benestad HB, Raastad T. Vitamin c and e supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomised, controlled trial. *J Physiol.* 2014;592(Pt 8):1887–901.
- Pauly DF, Pepine CJ. D-ribose as a supplement for cardiac energy metabolism. *J Cardiovasc Pharmacol Ther.* 2000;5(4):249–58.
- Phillips SM. A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. *Sports Med.* 2014;44(Suppl 1):S71–7.
- Phillips SM. A brief review of higher dietary protein diets in weight loss: a focus on athletes. *Sports Med.* 2014;44(Suppl 2):S149–53.
- Phillips SM. Insulin and muscle protein turnover in humans: stimulatory, permissive, inhibitory, or all of the above? *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2008;295(4):E731.
- Phillips SM. The science of muscle hypertrophy: making dietary protein count. *Proc Nutr Soc.* 2011;70(1):100–3.
- Piehl Aulin K, Soderlund K, Hultman E. Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with low and high molecular masses. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81(4):346–51.
- Pierno S, Liantonio A, Camerino GM, De Bellis M, Cannone M, Gramegna G, Scaramuzzi A, Simonetti S, Nicchia GP, Basco D, Svelto M, Desaphy JF, Camerino DC. Potential

benefits of taurine in the prevention of skeletal muscle impairment induced by disuse in the hindlimb-unloaded rat. *Amino Acids*. 2012;43(1):431–45.

Pinkoski C, Chilibeck PD, Candow DG, Esliger D, Ewaschuk JB, Facci M, Farthing JP, Zello GA. The effects of conjugated linoleic acid supplementation during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(2):339–48.

Pinyot A, Nikolovski Z, Bosch J, Such-Sanmartin G, Kageyama S, Segura J, Gutierrez-Gallego R. Growth hormone secretagogues: out of competition. *Anal Bioanal Chem*. 2012;402(3):1101–8.

Pipe A. Effects of testosterone precursor supplementation on intensive weight training. *Clin J Sport Med*. 2001;11(2):126.

Pirozzo S, Summerbell C, Cameron C, Glasziou P. Should we recommend low-fat diets for obesity? *Obes Rev*. 2003;4(2):83–90.

Pliml W, Von Arnim T, Stablein A, Hofmann H, Zimmer HG, Erdmann E. Effects of ribose on exercise-induced ischaemia in stable coronary artery disease. *Lancet*. 1992;340(8818):507–10.

Pochmuller M, Schwingshackl L, Colombani PC, Hoffmann G. A systematic review and meta-analysis of carbohydrate benefits associated with randomized controlled competition-based performance trials. *J Int Soc Sports Nutr*. 2016;13:27.

Poole C, Bushey B, Foster C, Campbell B, Willoughby D, Kreider R, Taylor L, Wilborn C. The effects of a commercially available botanical supplement on strength, body composition, power output, and hormonal profiles in resistance-trained males. *J Int Soc Sports Nutr*. 2010;7:34.

Pruna GJ, Hoffman JR, McCormack WP, Jajtner AR, Townsend JR, Bohner JD, La Monica MB, Wells AJ, Stout JR, Fragala MS, Fukuda DH. Effect of acute l-alanyl-l-glutamine and electrolyte ingestion on cognitive function and reaction time following endurance exercise. *Eur J Sport Sci*. 2016;16(1):72–9.

Purpura M, Lowery RP, Joy JM, De Souza EO, Kalman D. A comparison of blood amino acid concentrations following ingestion of rice and whey protein isolate: a double-blind, crossover study. *J Nutr Health Sci*. 2014;1(3):306.

Purpura M, Rathmacher JA, Sharp MH, Lowery RP, Shields KA, Partl JM, Wilson JM, Jager R. Oral adenosine-5'-triphosphate (atp) administration increases postexercise atp levels, muscle excitability, and athletic performance following a repeated sprint bout. *J Am Coll Nutr*. 2017;36(3):177–83.

Ra SG, Akazawa N, Choi Y, Matsubara T, Oikawa S, Kumagai H, Tanahashi K, Ohmori H, Maeda S. Taurine supplementation reduces eccentric exercise-induced delayed onset muscle soreness in young men. *Adv Exp Med Biol*. 2015;803:765–72.

Rafraf M, Karimi M, Rashidi M, Jafari A. Effect of l-carnitine supplementation in comparison with moderate aerobic training on insulin resistance and anthropometric indices in obese women. *Sci J Zanjan Univ Med Univ*. 2012;20:17–30.

Ranchordas MK, Dawson JT, Russell M. Practical nutritional recovery strategies for elite soccer players when limited time separates repeated matches. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14:35.

Ransone J, Neighbors K, Lefavi R, Chromiak J. The effect of beta-hydroxy beta-methylbutyrate on muscular strength and body composition in collegiate football players. *J Strength Cond Res*. 2003;17(1):34–9.

Rao A, Steels E, Inder WJ, Abraham S, Vitetta L. Testofen, a specialised trigonella foenum-graecum seed extract reduces age-related symptoms of androgen decrease, increases testosterone levels and improves sexual function in healthy aging males in a double-blind randomised clinical study. *Aging Male*. 2016;19(2):134–42.

Rapaport E, Salikhova A, Abraham EH. Continuous intravenous infusion of atp in humans yields large expansions of erythrocyte atp pools but extracellular atp pools are elevated only at the start followed by rapid declines. *Purinergic Signal*. 2015;11(2):251–62.

Rasmussen BB, Tipton KD, Miller SL, Wolf SE, Wolfe RR. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J Appl Physiol*. 2000;88(2):386–92.

Rasmussen BB, Wolfe RR, Volpi E. Oral and intravenously administered amino acids produce similar effects on muscle protein synthesis in the elderly. *J Nutr Health Aging*. 2002;6(6):358–62.

Rawson ES, Clarkson PM. Acute creatine supplementation in older men. *Int J Sports Med*. 2000;21(1):71–5.

Rawson ES, Miles MP, Larson-Meyer DE. Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(2):188–99.

Reed MJ, Cheng RW, Simmonds M, Richmond W, James VH. Dietary lipids: an additional regulator of plasma levels of sex hormone binding globulin. *J Clin Endocrinol Metab*. 1987;64(5):1083–5.

Rehrer NJ. Fluid and electrolyte balance in the ultra-endurance sport. *Sports Med*. 2001;31(10):701–15.

Reid IR. Therapy of osteoporosis: calcium, vitamin d, and exercise. *Am J Med Sci*. 1996;312(6):278–86.

Rennie MJ, Ahmed A, Khogali SE, Low SY, Hundal HS, Taylor PM. Glutamine metabolism and transport in skeletal muscle and heart and their clinical relevance. *J Nutr*. 1996;126(4 Suppl):1142S–9S.

Rennie MJ, Khogali SE, Low SY, Mcdowell HE, Hundal HS, Ahmed A, Taylor PM. Amino acid transport in heart and skeletal muscle and the functional consequences. *Biochem Soc Trans.* 1996;24(3):869–7

Rittig N, Bach E, Thomsen HH, Moller AB, Hansen J, Johannsen M, Jensen E, Serena A, Jorgensen JO, Richelsen B, Jessen N, Moller N. Anabolic effects of leucine-rich whey protein, carbohydrate, and soy protein with and without beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (hmb) during fasting-induced catabolism: a human randomized crossover trial. *Clin Nutr.* 2017;36(3):697–705.

Street B, Byrne C, Eston R. Glutamine supplementation in recovery from eccentric exercise attenuates strength loss and muscle soreness. *J Exerc Sci Fit.* 2011;9(2):116–22.

Sunderland KL, Greer F, Morales J. Vo2max and ventilatory threshold of trained cyclists are not affected by 28-day l-arginine supplementation. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):833–7.

Suzuki T, Morita M, Kobayashi Y, Kamimura A. Oral l-citrulline supplementation enhances cycling time trial performance in healthy trained men: double-blind randomized placebo-controlled 2-way crossover study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016;13:6.

Syrov VN. Mechanism of the anabolic action of phytoecdisteroids in mammals. *Nauchnye Doki Vyss Shkoly Biol Nauki.* 1984;11:16–20.

Taes YE, Delanghe JR, Wuyts B, Van De Voorde J, Lameire NH. Creatine supplementation does not affect kidney function in an animal model with pre-existing renal failure. *Nephrol Dial Transplant.* 2003;18(2):258–64.

Tahavorgar A, Vafa M, Shidfar F, Gohari M, Heydari I. Whey protein preloads are more beneficial than soy protein preloads in regulating appetite, calorie intake, anthropometry, and body composition of overweight and obese men. *Nutr Res.* 2014;34(10):856–61.

Talbott S, Talbott J. Effect of beta 1, 3/1, 6 glucan on upper respiratory tract infection symptoms and mood state in marathon athletes. *J Sports Sci Med.* 2009;8(4):509–15.

Tang JE, Lysecki PJ, Manolacos JJ, Macdonald MJ, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Bolus arginine supplementation affects neither muscle blood flow nor muscle protein synthesis in young men at rest or after resistance exercise. *J Nutr.* 2011;141(2):195–200.

Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol.* 2009;107(3):987–92.

Tarnopolsky M, Zimmer A, Paikin J, Safdar A, Aboud A, Pearce E, Roy B, Doherty T. Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults. *PLoS One.* 2007;2(10):e991.

- Tarnopolsky MA, Atkinson SA, Macdougall JD, Chesley A, Phillips S, Schwarcz HP. Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. *J Appl Physiol.* 1992;73(5):1986–95.
- Tarnopolsky MA, Atkinson SA, Macdougall JD, Sale DG, Sutton JR. Physiological responses to caffeine during endurance running in habitual caffeine users. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21(4):418–24.
- Tarnopolsky MA, Bosman M, Macdonald JR, Vandeputte D, Martin J, Roy BD. Postexercise protein-carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. *J Appl Physiol.* 1997;83(6):1877–83.
- Tarnopolsky MA, Macdougall JD, Atkinson SA. Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *J Appl Physiol.* 1988;64(1):187–93.
- Tarnopolsky MA. Protein and physical performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 1999;2(6):533–7.
- Telford RD, Catchpole EA, Deakin V, Hahn AG, Plank AW. The effect of 7 to 8 months of vitamin/mineral supplementation on athletic performance. *Int J Sport Nutr.* 1992;2(2):135–53.
- Tenover JS. Androgen replacement therapy to reverse and/or prevent age-associated sarcopenia in men. *Bailliere Clin Endocrinol Metab.* 1998;12(3):419–25.
- Tessier F, Margaritis I, Richard MJ, Moynot C, Marconnet P. Selenium and training effects on the glutathione system and aerobic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(3):390–6.
- Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American college of sports medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(3):543–68.
- Thomson JS, Watson PE, Rowlands DS. Effects of nine weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in resistance trained men. *J Strength Cond Res.* 2009;23(3):827–35.
- Thorburn MS, Vistisen B, Thorp RM, Rockell MJ, Jeukendrup AE, Xu X, Rowlands DS. Attenuated gastric distress but no benefit to performance with adaptation to octanoate-rich esterified oils in well-trained male cyclists. *J Appl Physiol.* 2006;101(6):1733–43.
- Tiidus PM, Houston ME. Vitamin e status and response to exercise training. *Sports Med.* 1995;20(1):12–23.
- Tikuisis P, Ducharme MB, Moroz D, Jacobs I. Physiological responses of exercised-fatigued individuals exposed to wet-cold conditions. *J Appl Physiol.* 1999;86(4):1319–28.

- Tipton KD, Borsheim E, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2003;284(1):E76–89.
- Tipton KD, Gurkin BE, Matin S, Wolfe RR. Nonessential amino acids are not necessary to stimulate net muscle protein synthesis in healthy volunteers. *J Nutr Biochem.* 1999;10(2):89–95.
- Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clin Sports Med.* 2007
- Waldron M, Patterson SD, Tallent J, Jeffries O. The effects of an oral taurine dose
- Webb AJ, Patel N, Loukogeorgakis S, Okorie M, Aboud Z, Misra S, Rashid R, Miall P, Deanfield J, Benjamin N, Macallister R, Hobbs AJ, Ahluwalia A. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. *Hypertension.* 2008;51(3):784–90.
- Webster MJ. Physiological and performance responses to supplementation with thiamin and pantothenic acid derivatives. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998;77(6):486–91.
- Weight LM, Myburgh KH, Noakes TD. Vitamin and mineral supplementation: effect on the running performance of trained athletes. *Am J Clin Nutr.* 1988;47(2):192–5.
- Wernerman J, Hammarqvist F, Vinnars E. Alpha-ketoglutarate and postoperative muscle catabolism. *Lancet.* 1990;335(8691):701–3.
- West DW, Burd NA, Tang JE, Moore DR, Staples AW, Holwerda AM, Baker SK, Phillips SM. Elevations in ostensibly anabolic hormones with resistance exercise enhance neither training-induced muscle hypertrophy nor strength of the elbow flexors. *J Appl Physiol.* 2010;108(1):60–7.
- West DW, Kujbida GW, Moore DR, Atherton P, Burd NA, Padzik JP, De Lisio M, Tang JE, Parise G, Rennie MJ, Baker SK, Phillips SM. Resistance exercise-induced increases in putative anabolic hormones do not enhance muscle protein synthesis or intracellular signalling in young men. *J Physiol.* 2009;587(Pt 21):5239–47.
- West JS, Ayton T, Wallman KE, Guelfi KJ. The effect of 6 days of sodium phosphate supplementation on appetite, energy intake, and aerobic capacity in trained men and women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012;22(6):422–9.
- Weston PM, King RF, Goode AW, Williams NS. Diet-induced thermogenesis in patients with gastrointestinal cancer cachexia. *Clin Sci (Lond).* 1989;77(2):133–8.
- Wilkerson DP, Hayward GM, Bailey SJ, Vanhatalo A, Blackwell JR, Jones AM. Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(12):4127–34.

Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Macdonald MJ, Macdonald JR, Armstrong D, Phillips SM. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr*. 2007;85(4):1031–40.

Williams C, Rollo I. Carbohydrate nutrition and team sport performance. *Sports Med*. 2015;45(Suppl 1):S13–22.

Williams MH, Kreider R, Branch JD. Creatine: the power supplement. Champaign: Human Kinetics; 1999. (Series Editor)

Williams MH, Kreider RB, Hunter DW, Somma CT, Shall LM, Woodhouse ML, Rokitski L. Effect of inosine supplementation on 3-mile treadmill run performance and vo2 peak. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22(4):517–22.

Williams MH. Nutrition for health, fitness, and sport. Dubuque: ACB/McGraw-Hill; 1999. (Series Editor)

Williams MH. Vitamin supplementation and athletic performance. *Int J Vitam Nutr Res Suppl*. 1989;30:163–91.

Willoughby DS, Boucher T, Reid J, Skelton G, Clark M. Effects of 7 days of arginine-alpha-ketoglutarate supplementation on blood flow, plasma l-arginine, nitric oxide metabolites, and asymmetric dimethyl arginine after resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2011;21(4):291–9.

Willoughby DS, Leutholtz B. D-aspartic acid supplementation combined with 28 days of heavy resistance training has no effect on body composition, muscle strength, and serum hormones associated with the hypothalamo-pituitary-gonadal axis in resistance-trained men. *Nutr Res*. 2013;33(10):803–10.

of developing pigs. *Biochem J*. 1995;312(Pt 3):717–23.

Wu J, Oka J, Tabata I, Higuchi M, Toda T, Fuku N, Ezaki J, Sugiyama F, Uchiyama S, Yamada K, Ishimi Y. Effects of isoflavone and exercise on bmd and fat mass in postmenopausal japanese women: a 1-year randomized placebo-controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2006;21(5):780–9.

Wyon MA, Koutedakis Y, Wolman R, Nevill AM, Allen N. The influence of winter vitamin d supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: a controlled study. *J Sci Med Sport*. 2014;17(1):8–12.

Yang Y, Breen L, Burd NA, Hector AJ, Churchward-Venne TA, Josse AR, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *Br J Nutr*. 2012;108(10):1780–8.

Zemel MB. Role of dietary calcium and dairy products in modulating adiposity. *Lipids*. 2003;38(2):139–46.

Zhang M, Izumi I, Kagamimori S, Sokejima S, Yamagami T, Liu Z, Qi B. Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. *Amino Acids*. 2004;26(2):203–7.

Zhou L, Nilsson A. Sources of eicosanoid precursor fatty acid pools in tissues. *J Lipid Res*. 2001;42(10):1521–42.

Zourdos MC, Sanchez-Gonzalez MA, Mahoney SE. A brief review: the implications of iron supplementation for marathon runners on health and performance. *J Strength Cond Res*. 2015;29(2):559–65.