ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

«Οι επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης στην βελτίωση της δύναμης παιδιών δώδεκα με δεκαοκτώ ετών. Βιβλιογραφική ανασκόπηση»

Δημητράκος Κωνσταντίνος ΑΜ: ΥΔ2525

Κολόμβος Γιάννης ΑΜ: ΥΔ2432

Παντελής Παναγιώτης ΑΜ: ΥΔ2411

Επιβλέπουσα: Ειρήνη Σφακιανάκη MSc

ΣΗΤΕΙΑ, ΜΑΙΟΣ, 2024

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY

SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS SCIENCES

THESIS

for the Undergraduate Degree

« The effects of protein supplementation on improving the strength of twelve- to eighteen-year-old children»

Dimitrakos Konstantinos YD2525

Kolomvos Giannis YD2432

Pantelis Panagiotis YD2411

Supervisor: Irini Sfakianaki, MSc

SITIA May, 2024

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Αποδέχομαι ότι η Βιβλιοθήκη μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από την 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.

«Ευχαριστίες ή Αφιέρωση»

Περίληψη

Τα συμπληρώματα πρωτεϊνών και αμινοξέων διατίθενται εκτενώς στο εμπόριο ως χρήσιμα εργαλεία για την ενίσχυση της μυϊκής μάζας και την αύξηση της φυσικής αντοχής σε μια μεγάλη βάση καταναλωτών, που περιλαμβάνει αθλητές, άτομα με ενεργό τρόπο ζωής αλλά και άτομα με καθιστική ζωή που θέλουν να βελτιώσουν την σωματική τους κατάσταση. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να παρουσιάσει και να αναλύσει τα τελευταία επιστημονικά δεδομένα για τις επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης στην βελτίωση της δύναμης παιδιών δώδεκα με δεκαοκτώ ετών. Για την βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε αναζήτηση λέξεων-κλειδιών (protein supplements, children, adolescents, muscle building, muscle strength, safety and efficacy) σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων και επιλεγμένους ιστότοπους (PubMed, Medline, Scopus και Google scholar), με σκοπό την εύρεση πρόσφατων επιστημονικών μελετών που σχετίζονται με θέμα. Συμπεριελήφθησαν μελέτες που είναι γραμμένες στα αγγλικά και στα ελληνικά με ημερομηνία δημοσίευσης από το 2000 και μετά. Αναφορικά με την χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους ηλικίας από 12 έως 18 ετών, οι νεαροί αθλητές είναι εκείνοι που φαίνεται να τα χρησιμοποιούν συχνότερα. Ένα από τα πιο συχνά συμπληρώματα σε αθλητές ηλικίας από 12 έως 18 ετών είναι η πρωτεΐνη ορού γάλακτος. Πολλές είναι οι μελέτες που δείχνουν ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω συμπληρωμάτων οδηγεί σε ενίσχυση της μυϊκής δύναμης και μάζας, στον ενήλικο πληθυσμό. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, φαίνεται ότι οι αντίστοιχες μελέτες σε παιδιά και εφήβους είναι λίγες. Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών δείχνουν ότι σε έφηβους αθλητές η λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης βοηθά στην αύξηση της μυϊκής μάζας και της δύναμης. Ταυτόχρονα, η λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης έχει βοηθήσει στην αύξηση της μυϊκής μάζας και της δύναμης παιδιών με σοβαρά χρόνια νοσήματα και διαταραχές (καρκίνος, κυστική ίνωση, υποθρεψία στις ΜΕΘ, σπαστική εγκεφαλική παράλυση). Είναι σημαντικό για τους έφηβους και τους γονείς τους να συζητήσουν τη χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης με έναν πάροχο υγειονομικής περίθαλψης ή με έναν ειδικό διαιτολόγο για να διασφαλίσουν ότι χρησιμοποιούν αυτά τα συμπληρώματα με ασφάλεια.

Λέξεις – Κλειδιά: protein supplements, children, adolescents, muscle building, muscle strength, safety and efficacy

Abstract

Protein and amino acid supplements are widely marketed as useful tools for increasing muscle mass and improving physical endurance to a large consumer base that includes athletes, active lifestylers, and sedentary individuals looking to improve their physical condition. The purpose of this study is to analyze the latest scientific data related to the effects of protein supplementation on improving the strength of twelve- to eighteen-year-old children. For the literature review, keywords (protein supplements, children, adolescents, muscle building, muscle strength, safety and efficacy) were searched in electronic databases and selected websites (PubMed, Medline, Scopus and Google scholar), in order to find recent scientific studies related to the topic. Studies written in English and Greek with a publication date from 2000 onwards were included. Regarding the use of protein supplements in children and adolescents aged 12 to 18, young athletes seem to use them more often. One of the most common supplements taken by athletes between the ages of 12 and 18 is whey protein. There are many studies that show that protein intake through supplements leads to an increase in muscle mass and muscle strength in the adult population. From the literature review, it appears that the corresponding studies in children and adolescents are few. The results of these studies show that in adolescent athletes, protein supplementation helps increase muscle mass and strength. At the same time, protein supplementation has helped increase muscle mass and strength in children with serious chronic diseases and disorders (cancer, cystic fibrosis, malnutrition in the ICU, spastic cerebral palsy). It is important for teens and their parents to discuss the use of protein supplements with a health care provider or a nutritionist to ensure they are using these supplements safely.

Keywords: protein supplements, children, adolescents, muscle building, muscle strength, safety and efficacy

Περιεχόμενα

Περίληψη ..... **v**

Abstract ..... **vii**

Περιεχόμενα ..... **viii**

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων ..... **xi**

Κατάλογος Πινάκων ..... **xi**

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια ..... **xii**

Εισαγωγή **1**

Σκοπός **5**

1. Κεφάλαιο: Πρωτεΐνη **6**

1.1. Δομή Αμινοξέων 6

1.2. Δομή και Λειτουργικός ρόλος πρωτεϊνών 8

1.2.1 Πρωτεϊνικές ανάγκες στον υγιή πληθυσμό 11

1.2.2 Πρωτεϊνικές ανάγκες σε παιδιά 12

1.2.2 Πρωτεϊνικές ανάγκες σε αθλητές 14

1.2.3 Πρωτεϊνικές ανάγκες σε παθολογικές καταστάσεις 16

2. Κεφάλαιο: Κατηγορίες συμπληρωμάτων Πρωτεΐνης **18**

2.1. Πρωτεΐνες τυρογάλακτος (Whey proteins) 18

2.2. Βιολογικά συστατικά των πρωτεϊνών τυρογάλακτος 19

2.1.1 Χαρακτηριστικά και ιδιότητες πρωτεϊνών τυρογάλακτος 21

2.1.2 Προϊόντα ορού γάλακτος 22

2.1.3 Συμπυκνωμένος τύπος ορού γάλακτος με πρωτεΐνη 22

2.1.4 Καθαρή πρωτεΐνη ορού γάλακτος 22

2.1.5 Γλυκός ορός γάλακτος σε σκόνη (Sweet whey powder) 23

2.1.6 Πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε σκόνη σε όξινες συνθήκες (Acid whey powder) 23

2.1.7 Ορός γάλακτος με μειωμένη λακτόζη (Reduced lactose whey) 23

2.1.8 Απιονισμένος ορός γάλακτος (Demineralized whey) 23

2.1.9 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 34% (Whey protein concentrate 34% protein, WPC34).....24

2.1.10 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 50% (Whey protein concentrate 50% protein, WPC50).....24

2.1.11 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 60% (Whey protein concentrate 60% protein, WPC60).....24

2.1.12 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 75% (Whey protein concentrate 75% protein, WPC75).....25

2.1.13 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 80% (Whey protein concentrate 80% protein, WPC80).....25

2.1.14 Πρωτεΐνη ορού γάλακτος (Whey protein isolate, WPI).....25

2.2 Βιολογικές λειτουργίες των πρωτεϊνών τυρογάλακτος.....25

2.3 Συμπληρώματα αμινοξέων.....29

2.3. Πρωτεΐνες αυγών.....39

2.4. Πρωτεΐνη σόγιας 41

3. Κεφάλαιο: Επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε παιδιά ηλικίας 12 έως 18 ετών 43

3.1 Στάσεις και συμπεριφορές παιδιών και εφήβων απέναντι στα συμπληρώματα πρωτεΐνης 43

3.2 Θετικές και αρνητικές επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε υγιή παιδιά και εφήβους.....53

3.3 Θετικές και αρνητικές επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους με χρόνια προβλήματα υγείας.....55

3.4 Χορήγηση συμπληρώματος πρωτεΐνης και βελτίωση της δύναμης παιδιών και εφήβων 57

Συμπεράσματα.....65

Βιβλιογραφία 70

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1-1**:**Δομή αμινοξέων. Η πλευρική ομάδα R διαφοροποιείται ανάλογα με το αμινοξύ 6

Εικόνα 1-2: Τα 20 βασικά αμινοξέα και η δομή τους.....7

Εικόνα 1-3: Σχηματισμός πεπτιδικού δεσμού με την αντίδραση της συμπύκνωσης και την ταυτόχρονη απομάκρυνση ενός μορίου H_2O.....8

Εικόνα 1-4: Τα διαφορετικά επίπεδα της οργάνωσης της δομής των πρωτεϊνών 9

Εικόνα 2-1 Επιδράσεις των πεπτιδίων του ορού γάλακτος στην φυσιολογία 27

Εικόνα 2-2 Πιθανές παρενέργειες της λήψης συμπληρωμάτων αμινοξέων 30

Εικόνα 3-1 Ανατομία σκελετικού μυός 58

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1-1 Εκτιμώμενες ανάγκες σε πρωτεΐνη από αναγνωρισμένους διεθνείς οργανισμούς υγείας και χώρες – Παιδιά & Έφηβοι.....13

Πίνακας 1-2 Τρέχουσες συστάσεις για τις ανάγκες σε πρωτεΐνη, εκτιμώμενες ανά ηλικία και φύλο, για τα παιδιά (Garcia-Iborra et al, 2023). 14

Πίνακας 3-1 Συμπληρώματα διατροφής σε παιδιά και εφήβους. Αντιλήψεις γονέων και τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα σκευάσματα.....47

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

BCAA	Branched-chain amino acids,
BLF	Bovine lactoferrin
DRIs	Dietary Reference Intakes,
DRVs	Dietary Reference Values
EAR	Estimated Average Requirement
EFSA	European Food Safety Authority
Glutathione	GSH
GSD II	Γλυκογονίαση τύπου 2
HIIS	High-intensity interval swimming
NHMRC	National Health and Medical Research Council
PDCAAS	Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score
RDI	Recommended Dietary Intake
TNF	Tumor necrosis factor,
WPC34	Whey protein concentrate 34% protein
WPC50	Whey protein concentrate 50% protein
WPC60	Whey protein concentrate 60% protein
WPC75	Whey protein concentrate 75% protein
WPC80	Whey protein concentrate 80% protein
WPI	Whey protein isolate
IoM	Institute of Medicine
NK	Natural Killers

Εισαγωγή

Τα παιδιά χρειάζονται κατάλληλα θρεπτικά συστατικά για να παραμείνουν υγιή και δυνατά και να αναπτυχθούν πλήρως. Επιπρόσθετα, η υγιεινή διατροφή των παιδιών συμβάλλει στη σωματική ανάπτυξη και στη νοητική εξέλιξη. Για αυτό το λόγο, πρέπει να ακολουθείται ένα πρότυπο υγιεινής διατροφής έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι κατάλληλες συγκεντρώσεις μικροθρεπτικών και μακροθρεπτικών συστατικών, τα οποία βοηθούν στην παραγωγή ενέργειας και στην ανάπτυξη ενός οργανισμού (Cohen et al, 2016).

Οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, και τα λιπίδια ανήκουν στα μακροθρεπτικά συστατικά και συντελούν στην παραγωγή ενέργειας για την επιτυχή εκτέλεση των διαφορετικών κυτταρικών λειτουργιών. Οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία που ανήκουν στα μικροθρεπτικά συστατικά εντοπίζονται σε μικρές ποσότητες και είναι χρήσιμα για την ανάπτυξη και την μεταβολική υγεία. Οι υδατάνθρακες αποτελούν την βασική ενεργειακή πηγή και εντοπίζονται σε υψηλά επίπεδα σε διαφορετικά τρόφιμα (όσπρια, δημητριακά, φρούτα, λαχανικά). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα μη επεξεργασμένα δημητριακά είναι ποιοτικά καλύτερα καθώς περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα διαιτητικών ινών και μικροθρεπτικών συστατικών. Επιπρόσθετα, τα φρέσκα λαχανικά και φρούτα βοηθούν στην πρόσληψη απαραίτητων μικροθρεπτικών και μακροθρεπτικών συστατικών, ενισχύουν το αίσθημα κορεσμού και έχουν βοηθούν στην καλή γαστρεντερική λειτουργία, στην μείωση της χοληστερόλης και στον αποτελεσματικό έλεγχο του γλυκαιμικού δείκτη. Η μεσογειακή διατροφή που περιλαμβάνει την πρόσληψη άφθονων φρούτων και λαχανικών μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης σοβαρών χρόνιων ασθενειών όπως είναι τα καρδιαγγειακά νοσήματα (Chen et al, 2018).

Μια ισορροπημένη διατροφή επηρεάζει θετικά τόσο την σωματική όσο και την ψυχική υγεία ενώ προωθεί το φυσιολογικό βάρος σώματος, την ανάπτυξη, τα υψηλά επίπεδα ενέργειας και την καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος. Σε περίπτωση που ένα άτομο δεν ακολουθεί μια ισορροπημένη διατροφή, αυξάνεται ο κίνδυνος για την εμφάνιση ανεπαρκειών σε διάφορα θρεπτικά συστατικά, παχυσαρκίας και σοβαρών ασθενειών που μειώνουν την ποιότητα ζωής. Υιοθετώντας υγιεινές διατροφικές συνήθειες μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης της παχυσαρκίας στα παιδιά, οι επιπτώσεις της οποίας είναι πολυδιάστατες, σε σωματικό και σε ψυχικό επίπεδο. Ειδικότερα, η παιδική παχυσαρκία

δημιουργεί διαφορετικά προβλήματα σχεδόν σε κάθε σύστημα του σώματος (καρδιαγγειακό, γαστρεντερικό, αναπνευστικό, ενδοκρινικό, μυοσκελετικό), ενώ αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης του μεταβολικού συνδρόμου, του σακχαρώδους διαβήτη τύπου 2, και της δυσλιπιδαιμίας (Yanovski, 2015).

Αναφορικά με τις ψυχικές επιπτώσεις της παιδικής παχυσαρκίας, φαίνεται ότι σχετίζεται με χαμηλά επίπεδα αυτοεκτίμησης και υψηλό επιπολασμό ψυχιατρικών νοσημάτων (κατάθλιψη, αγχώδης διαταραχή). Επιπλέον, τα παχύσαρκα παιδιά είναι συχνά θύματα σχολικού bullying ενώ αντιμετωπίζουν προβλήματα στις κοινωνικές τους σχέσεις (Bacchini et al, 2015). Επιπρόσθετα, εξαιτίας του ψυχοκοινωνικού στρες, τα παχύσαρκα παιδιά έχουν συχνά προβλήματα στην σχολική τους απόδοση ενώ κάνουν πολλές απουσίες εξαιτίας των διαφορετικών προβλημάτων υγείας που αντιμετωπίζουν (Sobol-Goldberg & Rabinowitz, 2016). Ταυτόχρονα, η παιδική παχυσαρκία συνιστά σημαντικό προδιαθεσικό παράγοντα για καρδιαγγειακά νοσήματα και διαφορετικούς τύπους νεοπλασμάτων στην ενήλικη ζωή. Επισημαίνονται επίσης οι μακροπρόθεσμες οικονομικές συνέπειες της παιδικής παχυσαρκίας στα συστήματα υγείας, λόγω του υψηλού κόστους νοσηλείας και της φαρμακευτικής αγωγής (Reilly & Kelly, 2011).

Η υγιεινή διατροφή των παιδιών βοηθά στη βελτίωση της ακαδημαϊκής επίδοσης. Η διατροφή επηρεάζει επίσης έμμεσα τις σχολικές επιδόσεις. Ένα διατροφικό πρότυπο το οποίο παρέχει τα κατάλληλα μακροθρεπτικά (ενέργεια, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπαρά οξέα, σάκχαρα) και μικροθρεπτικά συστατικά (βιταμίνες και ιχνοστοιχεία όπως η βιταμίνη B12, το φολικό οξύ, η χολίνη, ο σίδηρος, το ιώδιο και ο ψευδάργυρος) μπορεί να ενισχύσει τα επίπεδα ενέργειας, την γνωστική ικανότητα και την ικανότητα συγκέντρωσης των παιδιών (Nyaradi et al, 2013). Επιπρόσθετα, μια υγιεινή διατροφή οδηγεί στην ενίσχυση της θετικής εικόνας σώματος και της αυτοπεποίθησής των παιδιών (Neves et al, 2017). Σημειώνεται ότι η κακής ποιότητας διατροφή (δυτικού τύπου) έχει συσχετιστεί με την αύξηση του κινδύνου εμφάνισης ψυχολογικών νοσημάτων, σε παιδιά, εφήβους και σε ενήλικους (O'Neil et al, 2014).

Οι διατροφικές συνήθειες επηρεάζονται από βιολογικούς παράγοντες, όπως είναι η όρεξη, το αίσθημα πείνας, και η γεύση, τους οικονομικούς παράγοντες που σχετίζονται με το κόστος και την διαθεσιμότητα τροφίμων, τους κοινωνικοπολιτισμικούς παράγοντες (οικογένεια, διαφημίσεις, θρησκεία, παράδοση), τους ψυχολογικούς παράγοντες (άγχος, διάθεση), τον τρόπο ζωής και το επίπεδο γνώσεων ενός ατόμου (EUFIC, 2016).

Οι διατροφικές συνήθειες των παιδιών επηρεάζονται από ποικίλους εξωτερικούς παράγοντες. Ο ρόλος του οικογενειακού, σχολικού και του κοινωνικού περιβάλλοντος είναι κεντρικός στη διαμόρφωση υγιεινών διατροφικών συμπεριφορών. Όσο αφορά τα παιδιά προσχολικής ηλικίας, το οικογενειακό και σχολικό περιβάλλον και η κατάλληλη ενημέρωση των παιδιών από τους γονείς και το εκπαιδευτικό προσωπικό, μπορούν να συμβάλουν σε σημαντικό βαθμό στην υιοθέτηση υγιεινών διατροφικών συνηθειών. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός της διατροφής των παιδιών μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία κατάλληλων θεμελίων για την υιοθέτηση υγιεινών διατροφικών συνηθειών που το παιδί μπορεί να εφαρμόσει και ως ενήλικας (Riley et al, 2018).

Οι γονείς παίζουν καίριο ρόλο στις διατροφικές συνήθειες των παιδιών. Οι γονείς είναι υπεύθυνοι για την δημιουργία ευνοϊκών περιβαλλόντων για την ανάπτυξη υγιεινών συμπεριφορών διατροφής και την διατήρηση ενός φυσιολογικού βάρους. Οι γονείς ελέγχουν την διαθεσιμότητα των ποιοτικών τροφίμων στο σπίτι ενώ ταυτόχρονα αποτελούν διατροφικά πρότυπα, προωθώντας έτσι στάσεις και συμπεριφορές. Επιπλέον, οι γονείς εφαρμόζουν διαφορετικές στρατηγικές για να ελέγξουν την κατανάλωση συγκεκριμένων τροφίμων και την ποσότητα τους. Μια άλλη στρατηγική είναι η πίεση που ασκούν στα παιδιά να καταναλώσουν συγκεκριμένες τροφές (DeCosta et al, 2017).

Σημειώνεται ότι ο κίνδυνος για την εμφάνισης παχυσαρκίας αυξάνεται τόσο με ελεύθερες όσο και με πιο αυστηρές γονικές συμπεριφορές. Στην περίπτωση που οι γονείς δεν βάζουν διατροφικά όρια, τα παιδιά τείνουν να καταναλώνουν τρόφιμα και ροφήματα με πολλές θερμίδες και μειωμένες ποσότητες φρούτων και λαχανικών. Επίσης, όταν οι γονείς ακολουθούν μια αυστηρή στάση στην ποσότητα και στο είδος συγκεκριμένων τροφών, τα παιδιά δεν μπορούν να ρυθμίσουν μόνα τους την πρόσληψη τροφής και θερμίδων. Οι γονείς των παιδιών που είναι υπέρβαρα ή παχύσαρκα δεν είναι κατάλληλα ενημερωμένοι για διαφορετικές πτυχές της διατροφής ενώ βρίσκουν δυσκολίες στον αποτελεσματικό έλεγχο των των διατροφικών συνηθειών των παιδιών (Enright et al, 2020). Συμπερασματικά, η υιοθέτηση υγιεινών διατροφικών προτύπων των παιδιών συνιστά προϋπόθεση για την επίτευξη της σωματικής και ψυχοσυναισθηματικής τους ανάπτυξης, στα πλαίσια ενός υγιεινού και ενεργού τρόπου ζωής.

Τα τελευταία χρόνια εντοπίζεται αυξημένο ενδιαφέρον σχετικά με την χρήση συμπληρωμάτων διατροφής από διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες, όπως είναι τα παιδιά και οι έφηβοι. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία ορίζει ότι τα συμπληρώματα διατροφής αποτελούν

τρόφιμα με συμπυκνωμένες πηγές θρεπτικών συστατικών ή άλλων ουσιών με φυσιολογικές ή θρεπτικές δράσεις, σε προμετρημένες μοναδιαίες ποσότητες, που στοχεύουν στη συμπλήρωση της διατροφής. Οι εμπορικά διαθέσιμες μορφές των συμπληρωμάτων περιλαμβάνουν τις κάψουλες, τις παστίλιες, τα δισκία, τα χάπια, τις μορφές σε σκόνη και τα φιαλίδια με σταγονόμετρο (Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/46/ΕΚ).

Σύμφωνα με τον Αμερικανικό FDA (Food & Drug Administration), τα συμπληρώματα διατροφής είναι προϊόντα κατάποσης με ένα συστατικό που στοχεύει στην συμπλήρωση της θρεπτικής αξίας της διατροφής. Τα συμπληρώματα διατροφής μπορεί να περιέχουν αμινοξέα, βιταμίνες, μέταλλα, βότανα, πρωτεΐνες, εκχυλίσματα ή μεταβολίτες (Swann, 2016).

Η χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής παρουσιάζει σημαντική αύξηση σε παγκόσμιο επίπεδο. Στις ΗΠΑ, πάνω από το 50% των ενηλίκων κάνει χρήση συμπληρωμάτων και σε ορισμένες μελέτες σχεδόν το 40% είχε λάβει συμπληρώματα διατροφής τον προηγούμενο μήνα. Μόνο το ένα τέταρτο των ατόμων που λαμβάνουν συμπληρωμάτων ακολουθεί ιατρικές οδηγίες, γεγονός που σημαίνει ότι η συντριπτική πλειοψηφία χρησιμοποιεί συμπληρώματα διατροφής από δική της πρωτοβουλία. Οι κύριοι λόγοι για τη χρήση συμπληρωμάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι η ενίσχυση της συνολικής υγείας και ευεξίας, η πρόληψη των ασθενειών, η κάλυψη θρεπτικών κενών στη διατροφή, η προστασία του ανοσοποιητικού συστήματος και η βελτίωση του δέρματος και των μαλλιών (Wierzejska, 2021).

Ειδικότερα, για τα συμπληρώματα πρωτεΐνης, πριν από μερικές δεκαετίες καταναλώνονταν αποκλειστικά από bodybuilders. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, η δημοφιλία των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης έχει αυξηθεί στο κοινό, με ένα σημαντικό μέρος του να χρησιμοποιεί συμπληρώματα πρωτεΐνης για την αντικατάσταση γευμάτων, την μείωση βάρους και την μυϊκή ενδυνάμωση. Επιπρόσθετα, τα συμπληρώματα πρωτεΐνης προτιμώνται έναντι των παραδοσιακών πηγών πρωτεΐνης λόγω της ευκολίας διαθεσιμότητας και της χρήσης τους. Σύμφωνα με στοιχεία της Euromonitor, εκτιμάται ότι ξοδεύονται 8 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως σε συμπληρώματα πρωτεΐνης (Samal & Samal, 2017).

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αναλύσει τα τελευταία επιστημονικά δεδομένα που σχετίζονται με τις επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης στην βελτίωση της δύναμης παιδιών δώδεκα με δεκαοκτώ ετών. Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης είναι τα εξής:

1) Ποιες είναι οι θετικές και οι αρνητικές επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε υγιή παιδιά και εφήβους δώδεκα με δεκαοκτώ ετών;

2) Ποιες είναι οι θετικές και οι αρνητικές επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους δώδεκα με δεκαοκτώ ετών με χρόνια προβλήματα υγείας;

3) Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των παιδιών που λαμβάνουν συμπληρώματα πρωτεΐνης;

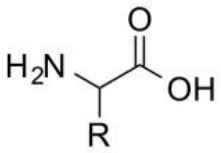
4) Ποια είναι η συσχέτιση της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης με την βελτίωση της δύναμης παιδιών και εφήβων δώδεκα με δεκαοκτώ ετών;

Για την βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε αναζήτηση λέξεων-κλειδιών (protein supplements, children, adolescents, muscle building, muscle strength, safety and efficacy) σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων και επιλεγμένους ιστότοπους (PubMed, και Google scholar), έτσι ώστε να βρεθούν σχετικές επιστημονικές μελέτες. Συμπεριελήφθησαν μελέτες που είναι γραμμένες στα αγγλικά και στα ελληνικά με ημερομηνία δημοσίευσης από το 2000 και μετά.

1. Κεφάλαιο: Πρωτεΐνη

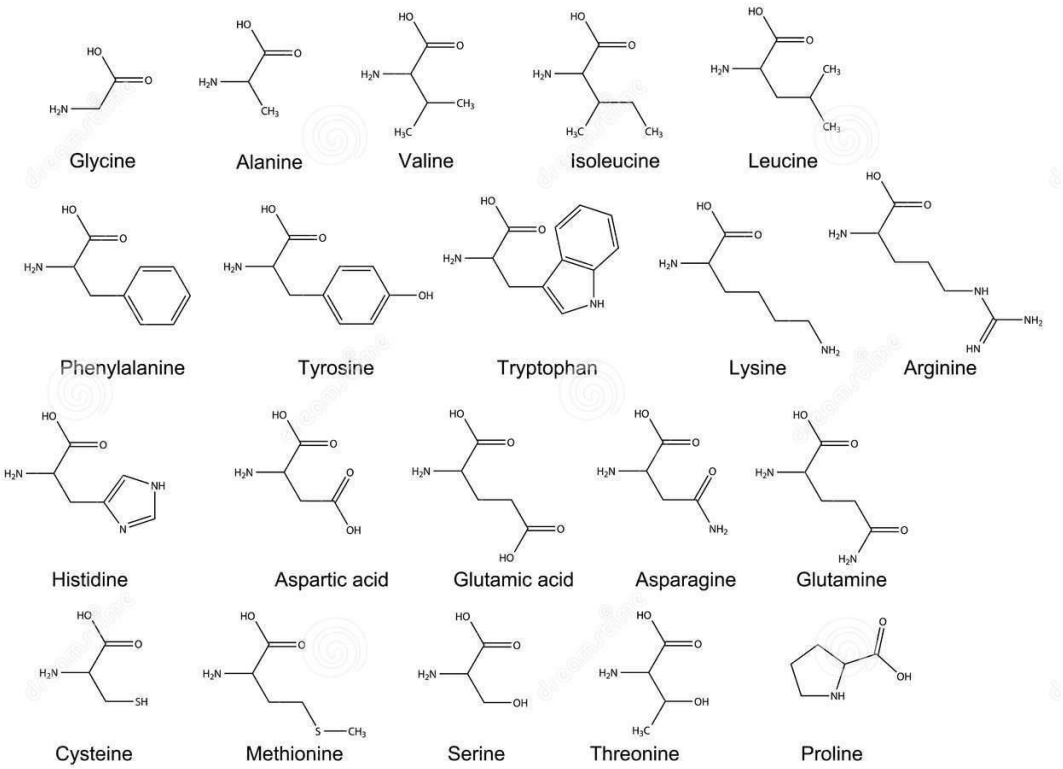
1.1. Δομή Αμινοξέων

Τα αμινοξέα αποτελούνται από μια αμινομάδα, μια καρβοξυλομάδα και μια πλευρική ομάδα, η οποία είναι διαφορετική σε κάθε αμινοξύ. Υπάρχουν 20 διαφορετικά αμινοξέα, από τον συνδυασμό των οποίων σχηματίζονται οι πρωτεΐνες (πολυπεπτίδια) (Lopez et al, 2022).



Εικόνα 1-1**:**Δομή αμινοξέων. Η πλευρική ομάδα R διαφοροποιείται ανάλογα με το αμινοξύ

(Lopez et al, 2022)



Εικόνα 1-2: Τα 20 βασικά αμινοξέα και η δομή τους

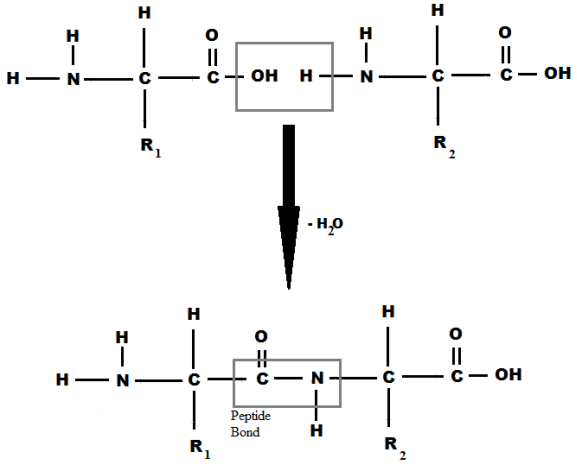
(Lopez et al, 2022).

Από τα 20 αμινοξέα, τα εννιά ονομάζονται απαραίτητα καθώς δεν μπορούν να παραχθούν σε επαρκή ποσότητα και για αυτό το λόγο ο οργανισμός τα λαμβάνει μέσω της διατροφής (ισολευκίνη, ιστιδίνη, λευκίνη, φαινυλαλανίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, βαλίνη, θρεονίνη και τρυπτοφάνη) (Lopez et al, 2022).

Ανάλογα με την πλευρική τους ομάδα, τα αμινοξέα είναι δυνατόν να κατηγοριοποιηθούν σε ασθενείς βάσεις ή οξέα, σε υδρόφοβα, σε υδρόφιλα και πολικά και μη πολικά. Ειδικότερα, τα φορτισμένα αμινοξέα όπως είναι το γλουταμικό οξύ περιέχουν οξέα ή βάσεις, τα μη πολικά αμινοξέα (λευκίνη) περιέχουν μεθύλια στις πλευρικές τους ομάδες ενώ οι πλευρικές ομάδες των πολικών αμινοξέων (θρεονίνη) περιέχουν υδρογόνο ή οξυγόνο μόνο. Επιπρόσθετα, υπάρχουν τα αρωματικά αμινοξέα (φαινυλαλανίνη) τα οποία στις πλευρικές τους ομάδες εντοπίζονται αρωματικοί δακτύλιοι και τα αμινοξέα με συγκεκριμένες λειτουργίες όπως είναι η μεθειονίνη η οποία αποτελεί το πρώτο αμινοξύ που τοποθετείται κατά την σύνθεση των πρωτεϊνών (Shen et al, 2023).

1.2. Δομή και Λειτουργικός ρόλος πρωτεϊνών

Μια πρωτεΐνη αποτελείται από διαφορετικά αμινοξέα που συνδέονται με ομοιοπολικούς πεπτιδικούς δεσμούς. Η καρβοξυλομάδα (-COOH) του πρώτου αμινοξέος ενώνεται με την αμινομάδα ($-NH_2$) του δεύτερου αμινοξέος, με την ταυτόχρονη απομάκρυνση ενός μορίου H_20 (αντίδραση συμπύκνωσης). Οι πρωτεΐνες περιέχουν εκτός από άτομα υδρογόνου, άνθρακα και οξυγόνου, άτομα φωσφόρου, θείου, αζώτου και σιδήρου (Lopez et al, 2022).

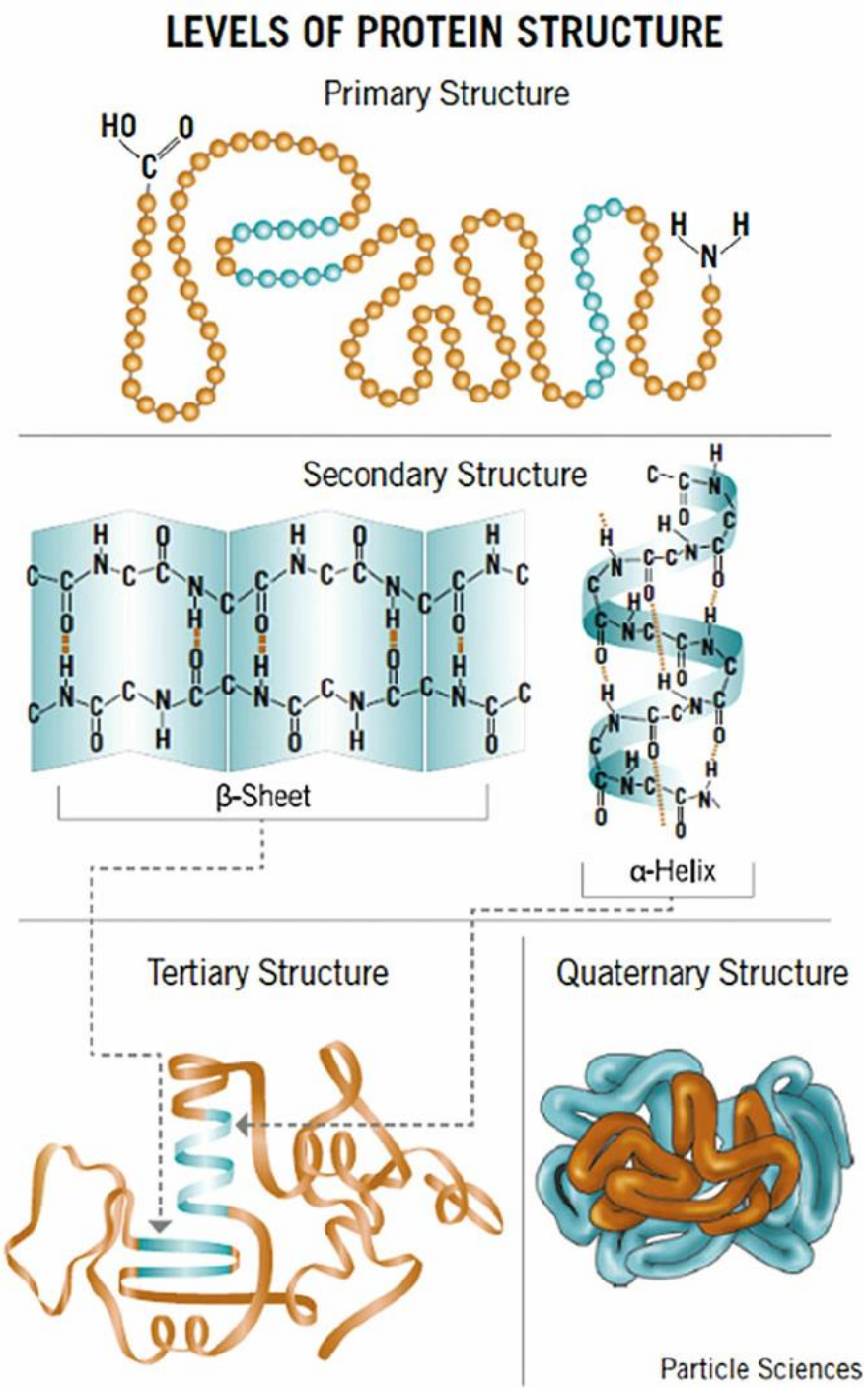


Εικόνα 1-3: Σχηματισμός πεπτιδικού δεσμού με την αντίδραση της συμπύκνωσης και την ταυτόχρονη απομάκρυνση ενός μορίου H_2O

(Sai Kranthi, 2014).

Η λειτουργικότητα μιας πρωτεΐνης εξαρτάται από την τρισδιάστατη δομή της. Τα επίπεδα οργάνωσης της δομής μιας πρωτεΐνης είναι το πρωτοταγές, το δευτεροταγές, το τριτοταγές και το τεταρτοταγές επίπεδο, στην περίπτωση που η πρωτείνη αποτελείται από πάνω από δύο πολυπεπεπτιδικές αλυσίδες. Η πρωτοταγής δομή ουσιαστικά είναι η αλληλουχία των αμινοξέων, η οποία υπαγορεύεται από το αντίστοιχο γονίδιο. Η δευτεροταγής δομή περιλαμβάνει τις διαφορετικές αναδιπλώσεις της πρωτεΐνης στο χώρο οι οποίες μπορεί να πάρουν την μορφή β- πτυχωτών φύλλων ή α- έλικας. Στη συνέχεια το μόρια της πρωτεΐνης αναδιπλώνεται περαιτέρω σε διαφορετικά σημεία, με αποτέλεσμα να έχουν την τριτοταγή δομή. Η τριτοταγής δομή μιας πρωτεΐνης εξαρτάται από τους δεσμούς

που αναπτύσσονται ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες των διαφορετικών αμινοξέων (Sanvictores et al, 2022).



Εικόνα 1-4: Τα διαφορετικά επίπεδα της οργάνωσης της δομής των πρωτεϊνών (Wijaya et al, 2015).

Οι πρωτεΐνες μπορούν να διαχωριστούν σε δομικές όπως είναι το κολλαγόνο και οι κερατίνες και σε λειτουργικές όπως είναι οι ορμόνες και τα ένζυμα. Οι πρωτεΐνες αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας και απαραίτητων αμινοξέων. Η ποιότητα της πρωτεΐνης εξαρτάται από την ικανότητα πέψης και ικανοποίησης των αναγκών ενός οργανισμού σε αμινοξέα. Η επαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της μάζας σώματος. (Wu et al, 2016).

Η διατροφική πρωτεΐνη υδρολύεται από πρωτεάσες και πεπτιδάσες για να δημιουργήσει αμινοξέα, διπεπτίδια και τριπεπτίδια στον αυλό του γαστρεντερικού σωλήνα. Οι πρωτεΐνες διακρίνονται σε εκείνες με υψηλή και χαμηλή βιολογική αξία, ανάλογα με το αν περιέχουν απαραίτητα αμινοξέα. Οι πρωτεΐνες προέρχονται από ζωικές πηγές (ψάρια, κρέας, αυγά, γαλακτοκομικά προϊόντα) και φυτικές (όσπρια, σόγια, ξηροί καρποί). Οι πρωτεΐνες με υψηλή βιολογική αξία, εντοπίζονται σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης ενώ οι πρωτεΐνες χαμηλής βιολογικής αξίας, απαντώνται σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης (EFSA, 2012).

Οι ζωικές πρωτεΐνες θεωρούνται ότι έχουν υψηλότερη βιολογική αξία, εξαιτίας της υψηλής πεπτικότητας, της αυξημένης βιοδιαθεσιμότητας και του περιεχομένου τους σε αμινοξέα. Όμως, η κατανάλωση ζωικών πρωτεϊνών σχετίζεται με την πρόσληψη κορεσμένων λιπαρών οξέων, η οποία ευνοεί την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων, δυσλιπιδαιμίας, αντίστασης στην ινσουλίνη και στην ανάπτυξη ορισμένων νεοπλασμάτων (Song et al, 2016).

Όλοι οι οργανισμοί δίνουν συστάσεις αναφορικά με τις ανάγκες σε πρωτεΐνες. Οι οργανισμοί δίνουν διαφορετικές συστάσεις, ανάλογα με την ηλικία και το φύλο των παιδιών. Οι συστάσεις πρόσληψης πρωτεϊνών σε παιδιά και εφήβους κυμαίνονται από 5-30% Ε. Οι χαμηλότερες συστάσεις προτείνονται για τα μικρότερα παιδιά (1 έως 3 ετών). Οι συστάσεις κυμαίνονται από 5-20% Ε ενώ για τα μεγαλύτερα παιδιά (4-18 ετών) οι συστάσεις κυμαίνονται από 10-30% Ε. Για τους οργανισμούς στους οποίους έγινε αναγωγή, το ποσοστό κυμαίνεται από 6-8% της προσλαμβανόμενης ενέργειας (Λινού, 2014).

1.2.1 Πρωτεϊνικές ανάγκες στον υγιή πληθυσμό

Οι διατροφικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνη επηρεάζονται από: (α) διατροφικούς παράγοντες (ενεργειακή πρόσληψη, υιοθέτηση συγκεκριμένης δίαιτας (β) χαρακτηριστικά των ατόμων (π.χ. ηλικία, φύλο, γενετικό υπόβαθρο, κιρκάδιος ρυθμός, ορμόνες, εγκυμοσύνη, γαλουχία και σωματική δραστηριότητα). (γ) παθολογικές καταστάσεις (λοίμωξη, τραύμα, νεοπλασία, διαβήτης, παχυσαρκία, καρδιαγγειακές παθήσεις και ανάπτυξη εμβρύου) (δ) περιβαλλοντικοί παράγοντες (θερμοκρασία, τοξικοί παράγοντες, ατμοσφαιρική ρύπανση, προσωπική υγιεινή) (Wu, 2016).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η συνιστώμενη δόση πρωτεΐνης, που αναφέρεται ως συνιστώμενη διατροφική αποζημίωση (RDA) στους ενήλικες είναι 0,8 g/kg βάρους σώματος ημερησίως (Samal et al., 2017).

Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην πληθυσμιακή ομάδα των ηλικιωμένων ατόμων (>65 ετών). Τα ηλικιωμένα άτομα λόγω των χαμηλών επιπέδων σωματικής δραστηριότητας, έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε πρωτεΐνη, προκειμένου να διατηρηθεί ο μυϊκός ιστός. . Επιπλέον, το σώμα ενός ηλικιωμένου υφίσταται πολλαπλές αλλαγές σε φυσιολογικό επίπεδο, όπως είναι η αναβολική αντίσταση, η αντίσταση στην ινσουλίνη, η μειωμένη πέψη, η φλεγμονή και μειωμένα επίπεδα IGF-1. Τα προηγούμενα έχουν επιπτώσεις στην χρήση των πρωτεϊνών και συνεπώς στις απαιτήσεις σε αυτές (Lonnie et al, 2018).

Η Διεθνής Ομάδα Μελέτης PROT-AGE και η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Κλινικής Διατροφής και Μεταβολισμού (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, ESPEN) ορίζουν ότι η ημερήσια απαίτηση πρωτεΐνης υγιών ατόμων άνω των 65 ετών είναι 1,0–1,2 g πρωτεΐνης/kg/σωματικό βάρος. Μια περαιτέρω αύξηση συνιστάται για άτομα με οξείες ή χρόνιες ασθένειες (1,2–1,5 g πρωτεΐνης/kg/σωματικό βάρος) και σοβαρές ασθένειες, τραυματισμούς ή υποσιτισμό (2,0 πρωτεΐνη g/kg/ σωματικό βάρος) (Deutz et al, 2014).

Η μακροχρόνια κατανάλωση πρωτεΐνης που αντιστοιχεί σε 2 g ανά kg σωματικού βάρους την ημέρα είναι ασφαλής για υγιείς ενήλικες με το ανώτατο όριο να είναι 3,5 g ανά kg σωματικού βάρους. Η χρόνια υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών (>2 g ανά kg σωματικού βάρους ανά ημέρα για ενήλικες) μπορεί να οδηγήσει σε πεπτικές, νεφρικές και αγγειακές διαταραχές και θα πρέπει να αποφεύγεται (Wu, 2016).

1.2.2 Πρωτεϊνικές ανάγκες σε παιδιά

Στα παιδιά, η ημερήσια συνιστώμενη δόση πρόσληψης πρωτεΐνης είναι 1,5 g/kg του σωματικού βάρους, ενώ για τους εφήβους 1,0 g /kg του σωματικού βάρους (Samal et al., 2017). Σύμφωνα με μελέτες που διενεργήθηκαν σε αντιπροσωπευτικό κομμάτι του πληθυσμού των Ελλήνων παιδιών και εφήβων, η πρωτεϊνική πρόσληψη βρίσκεται, επίσης, στα συνιστώμενα όρια (10-30%). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η πρωτεϊνική πρόσληψη στα παιδιά αφορούσε το 11,1-17,6% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης και ήταν, επομένως, ανώτερη της σύστασης των 10-15% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης. Η συνεισφορά των πρωτεϊνών ως ποσοστό της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης ήταν 12,4-17,8% στους εφήβους και 12-18% στις έφηβες, δηλαδή εντός ή ελάχιστα πάνω από τη συνιστώμενη (Diethelm et al, 2014).

Ενώ η υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών σε ηλικιωμένα άτομα μπορεί να προάγει ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία, η αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών στη βρεφική ηλικία αποθαρρύνεται, καθώς έχει συσχετιστεί με υψηλό κίνδυνο παχυσαρκίας, αργότερα στη ζωή. Ωστόσο, σε παιδιά και εφήβους (4-18 ετών), υπάρχει λίγες μελέτες που να αξιολογούν τις επιπτώσεις της υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης αργότερα στη ζωή, παρά το γεγονός ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης είναι συνήθως δύο έως τρεις φορές υψηλότερη από τις συστάσεις στις ανεπτυγμένες χώρες (Garcia-Iborra et al, 2023).

Οι συστάσεις για την πρόσληψη πρωτεΐνης στον παιδιατρικό πληθυσμό (<18 ετών) ποικίλλουν ελαφρώς ανάλογα με την υγειονομική αρχή που τις εκδίδει. Οι πιο κοινές συστάσεις που αναφέρονται είναι οι Διατροφικές Προσλήψεις Αναφοράς (Dietary Reference Intakes, DRIs) από το Ινστιτούτο Ιατρικής των ΗΠΑ (Institute of Medicine, 2005) και οι Διατροφικές Τιμές Αναφοράς (Dietary Reference Values, DRVs), που δημοσιεύθηκαν από την EFSA (EFSA, 2012). Αν και αυτές οι συστάσεις περιλαμβάνουν διαφορετικούς όρους (Recommended Dietary Allowances, RDA; Population Reference Intake, PRI) είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες στην πράξη. Ωστόσο, πέρα από τις διατροφικές συστάσεις για την πρόληψη της ανεπάρκειας σε πρωτεΐνη, δεν υπάρχουν οδηγίες για την βέλτιστη πρόσληψη πρωτεΐνης στον παιδιατρικό πληθυσμό, για την προώθηση της υγιούς ανάπτυξης (Garcia-Iborra et al, 2023).

Πίνακας 1-1 Εκτιμώμενες ανάγκες σε πρωτεΐνη από αναγνωρισμένους διεθνείς οργανισμούς υγείας και χώρες – Παιδιά & Έφηβοι

Οργανισμός	**Ηλικία (έτη)**	**Πρωτεΐνες γραμ./ημέρα**
EFSA	από 6 μηνών έως 18 ετών	0,66 γραμ./κιλό σωματικού βάρους
IoM 2005	1-3	5-20% E (ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης)
	4-18	10-30% E
NNR 2012	1-2	10-15% E
	>2	10-20% E
NHMRC 2006	1-3	12 (EAR) 14 (RDI)
	4-8	16 (EAR) 20 (RDI)
	9-13	♂ 31 (EAR) ♂ 40 (RDI)
		♀ 24 (EAR) ♀ 35 (RDI)
	14-18	♂ 49 (EAR) ♂ 65 (RDI)
		♀ 35 (EAR) ♀ 45 (RDI)
EAR= Estimated Average Requirement RDI= Recommended Dietary Intake		

(Λινού, 2014).

Πίνακας 1-2 Τρέχουσες συστάσεις για τις ανάγκες σε πρωτεΐνη, εκτιμώμενες ανά ηλικία και φύλο, για τα παιδιά

	EFSA		DRI				
	AR (g/kg bw/d)	**PRI (g/kg bw/d)**	**PRI (g/d)**	**EAR (g/kg bw/d)**	**RDA (g/kg bw/d)**	**RDA (g/d)**	**AMDR (%E)** [3]
4–8 ετών	0.72	0.89	19.30	0.76	0.95	19	10–30%
9–13 ετών	0.72	0.90	34.50	0.76	0.95	34	10–30%
14–17 ετών, αγόρια	0.71	0.88	53.25	0.73	0.85	52	10–30%
14–17 ετών, κορίτσια	0.69	0.85	46.50	0.71	0.85	46	10–30%

MDR, Acceptable Macronutrient Distribution Range; AR, Average Requirement; DRI, Dietary Reference Intakes; EAR, Estimated Average Requirements; EFSA, European Food Safety Authority; PRI, Population Reference Intake; RDA, Recommended Dietary Allowance.

(Garcia-Iborra et al, 2023).

1.2.2 Πρωτεϊνικές ανάγκες σε αθλητές

Για τους αθλητές, η ημερήσια συνιστώμενη δόση πρόσληψης πρωτεΐνης είναι 1,4-2,0 g/kg του σωματικού βάρους (Samal et al., 2017). Ο οργανισμός ISSN (International Society of Sports Nutrition, ISSN), με βάση την τρέχουσα διαθέσιμη βιβλιογραφία, ορίζει τα εξής (Jäger et al, 2017):

- Ένα ερέθισμα οξείας άσκησης, ιδιαίτερα η άσκηση με αντίσταση, σε συνδυασμό με την πρόσληψη πρωτεΐνης διεγείρουν τη σύνθεση πρωτεϊνών των μυών.
- Για την αύξηση και την διατήρηση της μυϊκής μάζας, μια συνολική ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης από 1,4–2,0 g πρωτεΐνης/kg σωματικού βάρους/ημέρα (g/kg/d) είναι επαρκής για τα περισσότερα άτομα που ασκούνται.
- Για να μεγιστοποιηθεί η διατήρηση της άλιπης μάζας σώματος σε άτομα που ασκούνται με αντιστάσεις κατά τη διάρκεια υποθερμιδικών περιόδων μπορεί να χρειαστούν υψηλότερα επίπεδα πρόσληψης πρωτεϊνών (2,3–3,1 g/kg/ημέρα).

- Υπάρχουν νέα στοιχεία που υποδηλώνουν ότι η υψηλότερη πρόσληψη πρωτεϊνών (>3,0 g/kg/ημέρα) μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στη σύσταση του σώματος σε άτομα που ασκούνται με αντίσταση και να ενισχύεται η απώλεια λιπώδους μάζας.
- Οι συστάσεις σχετικά με τη βέλτιστη πρόσληψη πρωτεΐνης ανά μερίδα για τους αθλητές για τη μεγιστοποίηση της μυϊκής πρωτεΐνοσύνθεσης εξαρτώνται από την ηλικία και τα πρόσφατα ερεθίσματα άσκησης με αντίσταση. Οι γενικές συστάσεις είναι 0,25 g πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας ανά κιλό σωματικού βάρους ή απόλυτη δόση των 20-40 g.
- Η πρόσληψη των πρωτεϊνών θα πρέπει να εξασφαλίζει 700–3000 mg λευκίνης, επιπλέον μιας ισορροπημένης πρόσληψης βασικών αμινοξέων.
- Αυτές οι δόσεις πρωτεΐνης θα πρέπει ιδανικά να κατανέμονται ομοιόμορφα, κάθε 3-4 ώρες, κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Ενώ είναι εφικτό για τα σωματικά δραστήρια άτομα να ικανοποιήσουν τις ημερήσιες ανάγκες τους σε πρωτεΐνη μέσω της κατανάλωσης συγκεκριμένων τροφών, τα συμπληρώματα είναι ένας πρακτικός τρόπος για να διασφαλιστεί η επαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης σε ποιότητα και ποσότητα, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την πρόσληψη θερμίδων, ιδιαίτερα για αθλητές υψηλού επιπέδου.
- Οι ταχέως αφομοιούμενες πρωτεΐνες που περιέχουν υψηλές αναλογίες βασικών αμινοξέων και επαρκή λευκίνη, είναι πιο αποτελεσματικές στην ενίσχυση της μυϊκής πρωτεΐνοσύνθεσης.
- Διαφορετικοί τύποι πρωτεΐνης μπορεί να επηρεάσουν τη βιοδιαθεσιμότητα των αμινοξέων μετά από τη λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης.
- Οι αθλητές αντοχής θα πρέπει να επικεντρωθούν στην επίτευξη επαρκούς πρόσληψης υδατανθράκων για την προώθηση της βέλτιστης απόδοσης. Η προσθήκη πρωτεΐνης μπορεί να βοηθήσει στην αντιστάθμιση της μυϊκής βλάβης και στην προώθηση της μυϊκής αποκατάστασης.
- Η πρόσληψη της πρωτεΐνης καζεΐνης πριν τον ύπνο (30-40 g) αυξάνει το ρυθμό της μυϊκής πρωτεΐνοσύνθεσης και του μεταβολικού ρυθμού, κατά τη διάρκεια της νύχτας, χωρίς να επηρεάζει τη λιπόλυση.

1.2.3 Πρωτεϊνικές ανάγκες σε παθολογικές καταστάσεις

Η ανεπαρκής διατροφή και ο υποσιτισμός σε νοσηλευόμενους ασθενείς αποτελούν συχνό φαινόμενο. Τα δεδομένα από την ετήσια έρευνα «Nutrition Day» (από το 2006 έως το 2014) δείχνουν ότι σχεδόν 1 στους 2 ασθενείς που νοσηλεύονται έχουν ανεπαρκή πρόσληψη τροφής. Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, φαίνεται η σημασία των πρωτεϊνών και των αμινοξέων στη διατήρηση της ομοιόστασης του σώματος, ειδικά στους ασθενείς στη μονάδα εντατικής θεραπείας (ΜΕΘ). Η επαρκής παροχή ενέργειας και πρόσληψη πρωτεϊνών μειώνει τα ποσοστά θνησιμότητας, συντομεύει την παραμονή στη ΜΕΘ, μειώνει τον χρόνο του μηχανικού αερισμού, μειώνει τις μολυσματικές επιπλοκές και βελτιώνει την ποιότητα ζωής (De Waele et al, 2021).

Η πρόσληψη πρωτεΐνης φαίνεται ότι παίζει ευεργετικό ρόλο στην επούλωση των ελκών πίεσης σε νοσηλευόμενους ασθενείς. Τα έλκη από πίεση εμφανίζονται περίπου στο 10% των νοσηλευόμενων ασθενών και είναι δυνητικά θανατηφόρα, ιδιαίτερα σε ηλικιωμένους και πιο ευπαθείς ασθενείς. Οι συστάσεις των ειδικών με βάση στοιχεία κλινικών δοκιμών για την επούλωση των ελκών πίεσης είναι η πρόσληψη 1,25–1,5 g/kg/ημέρα πρωτεΐνης (Posthauer et al, 2015).

Ενώ οι συστάσεις για την επούλωση των ελκών πίεσης επικεντρώνονται στην κατανάλωση τροφών πλούσιων σε πρωτείνη, αυτό δεν είναι πάντα εφικτό. Αρκετές μελέτες που χρησιμοποιούν συμπληρώματα πρωτεΐνης εμπλουτισμένα με αργινίνη έχουν αποδειχθεί ότι έχουν θετικά αποτελέσματα στην επούλωση των ελκών πίεσης. Η πιο πρόσφατη μετα-ανάλυση για τη διατροφική υποστήριξη της επούλωσης των ελκών πίεσης περιλάμβανε 23 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες που εξέτασαν την δράση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης. Τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης έδειξαν ότι οι ανάγκες σε πρωτεΐνη φαίνεται να είναι αυξημένες σε ασθενείς με έλκη πίεσης. Οι συστάσεις των ερευνητών είναι για υψηλότερη πρόσληψη πρωτεΐνης που θα βοηθήσει στην επούλωση των ελκών πίεσης, σε ηλικιωμένα άτομα (Langer & Fink, 2014).

Αναφορικά με την επίδραση της πρόσληψης πρωτεΐνης στη βελτίωση των καρδιομεταβολικών παραμέτρων, υπάρχουν λίγες μετα-αναλύσεις που έχουν εξετάσει τον αντίκτυπό της πρόσληψης πρωτεΐνης στην καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνησιμότητα. Τα αποτελέσματα των μελετών δεν έδειξαν σημαντική συσχέτιση, χωρίς την εφαρμογή αυστηρών τιμών για τον καθορισμό της υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης (Zhang et al, 2016).

Στη μετα-ανάλυση των Mantzouranis et al, (2023), αξιολογήθηκε η επίδραση της υψηλής πρωτεΐνης δίαιτας σε σύγκριση με την κανονική κατανάλωση πρωτεΐνης στα καρδιαγγειακά αποτελέσματα σε ενήλικες χωρίς εδραιωμένη καρδιαγγειακή νόσο. Συμπεριλήφθηκαν δεκατέσσερις προοπτικές μελέτες κοόρτης. Συνολικά 6 μελέτες, συμπεριλαμβανομένων 221.583 συμμετεχόντων, ανέφεραν δεδομένα σχετικά με τον καρδιαγγειακό θάνατο, χωρίς να δείχνουν στατιστικά σημαντική διαφορά (λόγος πιθανοτήτων: 0,94, διάστημα εμπιστοσύνης: 0,60-1,46, I2 = 98%, p = 0,77). Η ανάλυση τριών μελετών, που περιελάμβαναν 90.231 συμμετέχοντες έδειξε ότι μια δίαιτα πλούσια σε πρωτεΐνη δεν συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο εγκεφαλικού (αναλογία πιθανοτήτων: 1,02, διάστημα εμπιστοσύνης: 0,94-1,10, I2 = 0%, p = 0,66). Όσον αφορά τη δευτερογενή έκβαση του μη θανατηφόρου εμφράγματος του μυοκαρδίου, του εγκεφαλικού επεισοδίου ή του καρδιαγγειακού θανάτου, 13 μελέτες που περιελάμβαναν 525.047 συμμετέχοντες δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά (λόγος πιθανοτήτων; 0,87, διάστημα εμπιστοσύνης: 0,70-1,07, I2 = 901%, p = 90,9 = p). Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, η υψηλή κατανάλωση πρωτεϊνών δεν επηρεάζει την καρδιαγγειακή πρόγνωση.

2. Κεφάλαιο: Κατηγορίες συμπληρωμάτων Πρωτεΐνης

Οι διαφορετικές κατηγορίες συμπληρωμάτων πρωτεΐνης περιλαμβάνουν την πρωτείνη ορού γάλακτος (whey protein), την πρωτείνη από γάλα σόγιας, την πρωτεΐνη από κρέας (beef protein), την πρωτεΐνη από αυγό (egg protein) και την καζεΐνη.

2.1. Πρωτεΐνες τυρογάλακτος (Whey proteins)

Οι πρωτεΐνες του τυρογάλακτος αντιστοιχούν στο 20% των ολικών πρωτεϊνών του γάλακτος. Οι πρωτεΐνες του τυρογάλακτος είναι ένας όρος που περιγράφει τις πρωτεΐνες εκείνες που είναι παρούσες στο τυρόγαλα, το οποίο προκύπτει κατά την παρασκευή του τυριού. Η καζεΐνη αφαιρείται από το αποβουτυρωμένο γάλα με την προσθήκη ανόργανων οξέων και αυτό που προκύπτει είναι ένα διάλυμα των πρωτεϊνών του ορού του γάλακτος. (Madureira et al, 2010).

Οι πρωτεΐνες του τυρογάλακτος είναι σφαιρικά μόρια με πολλά μοτίβα α έλικας όπου τα όξινα/ βασικά και τα υδρόφοβα/ υδροφιλικά αμινοξέα βρίσκονται σε ισορροπία. Οι πρωτεΐνες αυτές περιλαμβάνουν την β-γαλακτογλοβουλίνη (β-LG), την α-γαλακτογλοβουλίνη (α-LA), τις ανοσοσφαιρίνες (IgG, IgA, IgM), την αλβουμίνη ορού βοοειδών (BSA), την βόεια λακτοφερίνη (bovine lactoferrin, BLF) και την λακτοπεροξειδάση καθώς και μικρότερα πρωτεϊνικά στοιχεία όπως το γλυκομακροπεπτίδιο το οποίο απελευθερώνεται από την κ-καζεΐνη (Madureira et al, 2010).

Το κλάσμα αυτό περιλαμβάνει τις πρωτεΐνες του γάλακτος που δεν κατακρημνίζονται και διαλύονται σε 20°C και pH 4.6 (Fox και Mulvihill, 1982). Επίσης, παραμένουν κατά την υπερφυγοκέντρηση και κατά την πήξη του γάλακτος με πυτιά, οπότε αφαιρούνται με το τυρόγαλα. Από το τυρόγαλα παραλαμβάνονται με θέρμανση και με οξίνιση. Οι συγκεκριμένες πρωτεΐνες του γάλακτος αναφέρονται και ως πρωτεΐνες τυρογάλακτος (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009).

2.2. Βιολογικά συστατικά των πρωτεϊνών τυρογάλακτος

Αμινοξικό περιεχόμενο: Ο ορός γάλακτος όπως αναφέρθηκε και παραπάνω αποτελείται από έναν αριθμό πρωτεϊνών που συλλογικά περιέχουν ένα μεγάλο φάσμα αμινοξέων όπως η ισολευκίνη, η λευκίνη και η βαλίνη, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και την επιδιόρθωση των ιστών. Ειδικά η λευκίνη διαδραματίζει καίριο ρόλο στη μετάφραση-έναρξη της πρωτεϊνοσύνθεσης. Το θείο που περιέχεται στα αμινοξέα κυστεΐνη και μεθειονίνη βρίσκεται επίσης σε υψηλές συγκεντρώσεις στον ορό γάλακτος, συμβάλλοντας στην αυξημένη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος μέσω της ενδοκυτταρικής μετατροπής σε γλουταθειόνη. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ο ορός γάλακτος στερείται των αρωματικών αμινοξέων φαινυλαλανίνη, τρυπτοφάνη και τυροσίνη γεγονός που το καθιστά μια βιώσιμη επιλογή πρωτεΐνης για άτομα με PKU (φαινυλκετονουρία) (Marshall, 2004).

Λακτοφερρίνη: Η λακτοφερρίνη διαθέτει αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Αποτελείται από μια πολυπεπτιδική αλυσίδα με δύο θέσεις πρόσδεσης για τα ιόντα του τρισθενούς σιδήρου, επηρεάζοντας έτσι την ρύθμιση της απορρόφησης του σιδήρου. Το ποσοστό της λακτοφερρίνης στις σκόνες πρωτεΐνης ορού γάλακτος κυμαίνεται από 0,35-2% (Bayford, 2010).

α-λακταλβουμίνη: Η α-λακταλβουμίνη περιέχεται στο ανθρώπινο γάλα και στο γάλα βοοειδών. Αντιστοιχεί στο 20-25% του συνόλου των πρωτεϊνών ορού γάλακτος. Αυτή ή πρωτεΐνη υπάρχει σε δύο γενετικές μορφές, την Α και την Β (Gin —> Arg). Περιέχει 8 μόρια κυστεΐνης. Η ακολουθία των αμινοξέων της, η οποία είναι παρόμοια με αυτή της λυσοζύμης, έχει αποσαφηνιστεί. Δισουλφιδικοί δεσμοί και ένα ιόν Ca2+ συμμετέχουν στην σταθεροποίηση της τριτοταγούς δομής. Η α-λακταλβουμίνη έχει βιολογική λειτουργία καθώς αποτελεί τη Β υποομάδα του ενζύμου συνθετάση της λακτόζης. Η υποομάδα Α του ενζύμου είναι μια μη επιλεκτική UDP-γαλακτοζυλοτρανσφεράση. Η υποομάδα Β εξασφαλίζει τη μεταφορά γαλακτόζης στις χαμηλές συγκεντρώσεις γλυκόζης που επικρατούν στα θηλαστικά. Η συγγένεια μόνο της τρανσφεράσης με τη γλυκόζη είναι πολύ χαμηλή (Km = 2 mol/1). Η συγγένεια αυτή αυξάνεται 1000 φορές με τη συνεργασία της α-λακταλβουμίνης (Belitz et al, 2011).

β –λακτογλοβουλίνη: Απαντάται σε τρεις γενετικές παραλλαγές τις A, B και C για τις αγελάδες «Jersey» και την παραλλαγή D της αγελάδας «Montbeliarde». Η μονομερής β-λακτογλοβουλίνη έχει μοριακό βάρος 18 kdal και αποτελείται από 162 αμινοξέα. Εμφανίζει έναν αντιστρεπτό, εξαρτώμενο από το pH, ολιγομερισμό. Επομένως το μονομερές είναι σταθερό μόνο σε pH < 3,5 ή > 7,5. Το οκταμερές απαντάται με την παραλλαγή A, άλλα όχι και με τις παραλλαγές B και C. Μη αντιστρεπτή μετουσίωση παρατηρείται σε pH πάνω από 8,6 καθώς και με θέρμανση ή με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ιόντων Ca2+. Η β-λακτογλοβουλίνη έχει 5 μόρια κυστεΐνης, ένα εκ των οποίων είναι ελεύθερο. Στη φυσική κατάσταση της πρωτεΐνης, η κυστεΐνη είναι εγκλωβισμένη μέσα στη δομή. Αυτή η SH ομάδα αποκαλύπτεται με μερική μετουσίωση και μπορεί είτε να συμμετάσχει σε διμερισμό πρωτεϊνών με το σχηματισμό δισουλφιδικής γέφυρας είτε σε αντιδράσεις με άλλες γαλακτοπρωτεΐνες, ιδιαίτερα με την κ-καζεΐνη και την α-λακταλβουμίνη, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά την θέρμανση του γάλακτος (Belitz et al, 2011).

Ανοσοσφαιρίνες: Οι ανοσοσφαιρίνες αποτελούν σημαντικό ποσοστό (10 έως 15%) του συνόλου των πρωτεϊνών ορού γάλακτος που προέρχονται από το γάλα των βοοειδών. Η IgG έχει βρεθεί σε συγκεντρώσεις 0,6-0,9 mg / ml. 1,5. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μιας in vitro μελέτης, η IgG που προέρχεται από το γάλα βοοειδών σε συγκεντρώσεις τόσο χαμηλές όσο τα 0,3 mg/ml κατέστειλε τη σύνθεση της ανθρώπινης IgG, IgA και IgM έως και 98%. Με βάση αυτά τα ευρήματα, η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το αγελαδινό γάλα έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζουν την ανοσοαπόκριση στους ανθρώπους (Kulczycki και Macdermott, 1985).

Λακτοϋπεροξειδάση: Η λακτοϋπεροξειδάση είναι το πιο άφθονο ένζυμο στον ορό γάλακτος με αντιβακτηριακή δράση απέναντι σε ένα ευρύ φάσμα παθογόνων. Οι λειτουργίες της συνδέονται με την ικανότητά της να μειώνει το υπεροξείδιο του υδρογόνου ενώ καταλύει την υπεροξείδωση των θειοκυανιούχων και ορισμένων αλογόνων όπως είναι το ιώδιο και το βρώμιο. Η λακτοϋπεροξειδάση δεν απενεργοποιείται κατά τη διάρκεια της παστερίωσης (Bayford, 2010).

Γλυκομακροπεπτίδιο (GMP): Το γλυκομακροπεπτίδιο προέρχεται από την υδρόλυση της κ-καζεΐνης από τη χυμοσίνη και ανιχνεύεται στον ορό γάλακτος σε ποσοστό 10-15% (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009). Χαρακτηρίζεται από υψηλή συγκέντρωση αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας ενώ δεν περιέχει αρωματικά αμινοξέα (φαινυλαλανίνη, τυροσίνη,

τρυπτοφάνη). Δεν περιέχει επίσης φαινυλαλανίνη, και για αυτό η κατανάλωση του είναι την ασφαλής για άτομα με φαινυλκετονουρία (Marshall, 2004).

Αλβουμίνη ορού βοοειδών (BSA): Η αλβουμίνη ορού βοοειδών είναι μια μεγάλη σε μέγεθος πρωτεΐνη η οποία συνιστά σημαντική πηγή απαραίτητων αμινοξέων. Αποτελεί το 10-15% της ολικής πρωτεΐνης ορού γάλακτος (Marshall, 2004).

2.1.1 Χαρακτηριστικά και ιδιότητες πρωτεϊνών τυρογάλακτος

Οι πρωτεΐνες τυρογάλακτος είναι ομοιόμορφες πρωτεΐνες με πολλές υδρόφιλες περιοχές σε σχέση με τις υδρόφοβες. Η συγκεκριμένη δομή εξασφαλίζει την ικανότητα αναδίπλωσης στο χώρο έτσι ώστε οι υδρόφοβες περιοχές να εντοπίζονται στο εσωτερικό των πρωτεϊνών. Οι πρωτεΐνες τυρογάλακτος δεν έχουν την τάση να δημιουργούν συσσωματώματα. Οι πρωτεΐνες ορού εμφανίζουν μεγάλη διαλυτότητα χάρη στο υψηλό αρνητικό φορτίο στην επιφάνεια τους. Επιπλέον, παραμένουν ευδιάλυτες και στο ισοηλεκτρικό τους σημείο (pI 4.8- 5.2), καθώς εμφανίζουν ένα μεγάλο αριθμό φορτισμένων υδρόφιλων αμινοξέων. Οι πρωτεΐνες ορού του γάλακτος εμφανίζουν μειωμένη δομική σταθερότητα σε υψηλές θερμοκρασίες. Η γαλακτωματοποιητική ικανότητα των πρωτεϊνών ορού βελτιώνεται αν λάβει χώρα μερική αποδιοργάνωση της δομής τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι πρωτεΐνες αυτές στερούνται της αμφιφιλικής δομής των καζεϊνών, με αποτέλεσμα να έχουν μειωμένη ικανότητα αποδιοργάνωσης στη διεπιφάνεια (Reference Manual for U.S. Whey and Lactose Products, 2004).

Οι πρωτεΐνες του ορού περιέχουν πολλά αμινοξέα με θείο (κυστεΐνη, μεθειονίνη). Η υψηλή περιεκτικότητα σε αμινοξέα με θείο, βοηθά στην αντιοξειδωτική τους δράση. Επίσης, επειδή οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος περιέχουν πολλά βασικά αμινοξέα (ισολευκίνη, θρεονίνη, μεθειονίνη λυσίνη), αποτελούν αποτελεσματικά συμπληρώματα των φυτικών πρωτεϊνών (Walzem et al., 2002).

Οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος περιέχουν την υψηλότερη συγκέντρωση στα διακλαδισμένα αμινοξέα L-λευκίνη, L-ισολευκίνη και L-βαλίνη. Τα διακλαδισμένα αμινοξέα παίζουν σημαντικό ρόλο στην σύνθεση πρωτεϊνών στα μυϊκά κύτταρα. Τα συγκεκριμένα αμινοξέα μπορούν να μεταβολιστούν στους μύες για την παραγωγή ενέργειας. Τα διακλαδισμένα αμινοξέα παρέχουν ισχυρή θρεπτική στήριξη στους αθλητές

που επιδιώκουν αύξηση της μυϊκής τους μάζα. Προϊόντα ορού γάλακτος με χαμηλή περιεκτικότητα σε λακτόζη εντοπίζονται συχνά σε τρόφιμα και ποτά αθλητικής διατροφής (Walzem et al., 2002)

2.1.2 Προϊόντα ορού γάλακτος

Υπάρχουν δύο κατηγορίες πρωτεϊνών ορού γάλακτος: Η συμπυκνωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος (whey protein concentrate) η οποία έχει χαμηλές συγκεντρώσεις σε λιπαρά οξέα και χαρακτηρίζεται από υψηλή βιολογική αξία (75+ καθαρή πρωτεΐνη κατά βάρος). Η απομονωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος (whey protein isolate) παράγεται μέσω ειδικής επεξεργασίας που επιτυγχάνει την απομάκρυνση του λίπους και της λακτόζης. Περιέχει περίπου 90% + καθαρή πρωτεΐνη κατά βάρος. Παρακάτω γίνεται αναφορά στα κυριότερα προϊόντα πρωτεϊνών ορού γάλακτος (Reference Manual for U.S. Whey and Lactose Products, 2004).

2.1.3 Συμπυκνωμένος τύπος ορού γάλακτος με πρωτεΐνη

Ο συμπυκνωμένος τύπος ορού γάλακτος με πρωτεΐνη έχει χαμηλή συγκέντρωση σε λιπίδια και υδατάνθρακες και λακτόζη. Η κατανάλωση του προτείνεται για άτομα που ασκούνται και θέλουν να αυξήσουν την μυϊκή τους μάζα.

2.1.4 Καθαρή πρωτεΐνη ορού γάλακτος

Η καθαρή πρωτεΐνη ορού γάλακτος έχει χαμηλή συγκέντρωση σε λιπίδια και υδατάνθρακες ενώ περιέχει <1% λακτόζη. Χαρακτηρίζεται από γρήγορη απορρόφηση, και για αυτό το λόγο προτείνεται η κατανάλωση της για αναγέννηση των μυϊκών ιστών, μετά την προπόνηση. Ο υδρολυμένος τύπος πρωτεΐνης ορού γάλακτος χαρακτηρίζεται από γρήγορη πέψη και μπορεί να αποτελέσει μια καλή επιλογή για τα άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη ή αλλεργίες σε ζωικές πρωτεΐνες.

2.1.5 Γλυκός ορός γάλακτος σε σκόνη (Sweet whey powder)

Ο γλυκός ορός γάλακτος σε σκόνη λαμβάνεται με ξήρανση φρέσκου ορού γάλακτος (που προέρχεται από την παραγωγή τυριών όπως το τυρί Cheddar και η μοτσαρέλα που έχει παστεριωθεί και στο οποίο δεν έχουν προστεθεί συντηρητικά. Ο γλυκός ορός γάλακτος σε σκόνη περιέχει όλα τα συστατικά του φρέσκου ορού γάλακτος, εκτός του νερού, στην ίδια σχετική αναλογία. Το ποσοστό πρωτεΐνης είναι 11.0%–14.5%, της λακτόζης 63.0%–75.0%, του λίπους 1.0%–1.5% και της υγρασίας 3.5%–5.0%

2.1.6 Πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε σκόνη σε όξινες συνθήκες (Acid whey powder)

Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε σκόνη σε όξινες συνθήκες λαμβάνεται με ξήρανση από φρέσκο ορό γάλακτος (που προέρχεται από την παραγωγή των τυριών, όπως το cottage, τυρί κρέμα και ρικότα) που έχει παστεριωθεί και στο οποίο δεν έχουν προστεθεί συντηρητικά. Η σκόνη ορού γάλακτος περιέχει όλα τα συστατικά του αρχικού όξινου ορού γάλακτος , εκτός του νερού, με την ίδια σχετική αναλογία.

2.1.7 Ορός γάλακτος με μειωμένη λακτόζη (Reduced lactose whey)

Ο ορός γάλακτος με μειωμένη λακτόζη λαμβάνεται με την επιλεκτική απομάκρυνση ή η υδρόλυση της λακτόζης από το τυρόγαλο . Η περιεκτικότητα σε λακτόζη του ξηρού προϊόντος δεν μπορεί να υπερβαίνει το 60 % . Η Μείωση της λακτόζης επιτυγχάνεται με φυσικές τεχνικές διαχωρισμού, όπως η καταβύθιση ή διήθηση ή με ενζυματική υδρόλυση της λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη . Η οξύτητα του ορού γάλακτος με μειωμένη λακτόζη μπορεί να ρυθμιστεί με την προσθήκη των κατάλληλων συστατικών.

2.1.8 Απιονισμένος ορός γάλακτος (Demineralized whey)

Ο απιονισμένος ορός γάλακτος λαμβάνεται με απομάκρυνση ενός τμήματος των ιχνοστοιχείων από παστεριωμένο ορό γάλακτος. Τυπικά επίπεδα αφαλάτωσης είναι 25%, 50% και 90%. Το ξηρό προϊόν δεν μπορεί να υπερβαίνει το 7% σε τέφρα. Παράγεται από

τεχνικές διαχωρισμού, όπως η ανταλλαγή ιόντων, διήθηση ή ηλεκτροδιάλυση. Η οξύτητα του απιονισμένου ορού γάλακτος μπορεί να ρυθμιστεί από την προσθήκη ασφαλών και κατάλληλων συστατικών.

2.1.9 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 34% (Whey protein concentrate 34% protein, WPC34)

Το συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος λαμβάνεται με την απομάκρυνση των μη πρωτεϊνικών συστατικών από παστεριωμένο τυρογάλα έτσι ώστε το ξηρό προϊόν που λαμβάνεται να περιέχει < 34% πρωτεΐνη . Η WPC34 παράγεται με διεργασίες διαχωρισμού μεμβράνης. Η οξύτητα μπορεί να ρυθμιστεί με την προσθήκη κατάλληλων συστατικών.

2.1.10 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 50% (Whey protein concentrate 50% protein, WPC50)

Το συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος λαμβάνεται με απομάκρυνση των μη πρωτεϊνικών συστατικών από παστεριωμένο τυρόγαλα έτσι ώστε το ξηρό προϊόν που λαμβάνεται να περιέχει <50% πρωτεΐνης. Η WPC50 παράγεται από διεργασίες διαχωρισμού μεμβράνης. Η οξύτητα μπορεί να ρυθμιστεί με την προσθήκη κατάλληλων συστατικών.

2.1.11 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 60% (Whey protein concentrate 60% protein, WPC60)

Το συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος λαμβάνεται με την απομάκρυνση των μη πρωτεϊνικών συστατικών από παστεριωμένο τυρογάλα έτσι ώστε το ξηρό προϊόν που λαμβάνεται να περιέχει < 60% πρωτεΐνη. Η WPC60 παράγεται με διεργασίες διαχωρισμού μεμβράνης. Η οξύτητα μπορεί να ρυθμιστεί με την προσθήκη κατάλληλων συστατικών.

2.1.12 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 75% (Whey protein concentrate 75% protein, WPC75)

Το συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος λαμβάνεται με την απομάκρυνση των μη πρωτεϊνικών συστατικών από παστεριωμένο τυρογάλα έτσι ώστε το ξηρό προϊόν που λαμβάνεται να περιέχει < 75% πρωτεΐνη. Η WPC75 παράγεται με διεργασίες διαχωρισμού μεμβράνης. Η οξύτητα μπορεί να ρυθμιστεί με την προσθήκη κατάλληλων συστατικών.

2.1.13 Συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος 80% (Whey protein concentrate 80% protein, WPC80)

Το συμπύκνωμα της πρωτεΐνης του τυρογάλακτος λαμβάνεται με την απομάκρυνση των μη πρωτεϊνικών συστατικών από παστεριωμένο τυρογάλα έτσι ώστε το ξηρό προϊόν που λαμβάνεται να περιέχει < 80% πρωτεΐνη. Η WPC80 παράγεται με διεργασίες διαχωρισμού μεμβράνης. Η οξύτητα μπορεί να ρυθμιστεί με την προσθήκη κατάλληλων συστατικών.

2.1.14Πρωτεΐνη ορού γάλακτος (Whey protein isolate, WPI)

Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος λαμβάνεται με απομάκρυνση των μη πρωτεϊνικών συστατικών από τυρόγαλο, έτσι ώστε το τελικό ξηρό προϊόν να περιέχει όχι λιγότερο από 90% πρωτεΐνη. Η WPI παράγεται από διεργασίες διαχωρισμού μεμβράνης ή ανταλλαγής ιόντων.

2.2 Βιολογικές λειτουργίες των πρωτεϊνών τυρογάλακτος

Οι πρωτεΐνες τυρογάλακτος διαθέτουν σημαντικές βιολογικές και διαθρεπτικές ιδιότητες, ειδικά σε σχέση με την εξασφάλιση υψηλών επιπέδων υγείας και την πρόληψη διαφορετικών νοσημάτων (Madureira et al., 2007). Επιπρόσθετα, ο ορός γάλακτος διαθέτει αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση ενώ δρα ως χηλικός παράγοντας Παράλληλα, προστατεύει απέναντι στην υπέρταση και στην εμφάνιση νεοπλασιών. Οι πολλαπλές

δράσεις του ορού γάλακτος επιτυγχάνονται χάρη στην ενδοκυτταρική μετατροπή της κυστεΐνης σε γλουταθειόνη, η οποία συνιστά ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό του οργανισμού (Marshall, 2004).

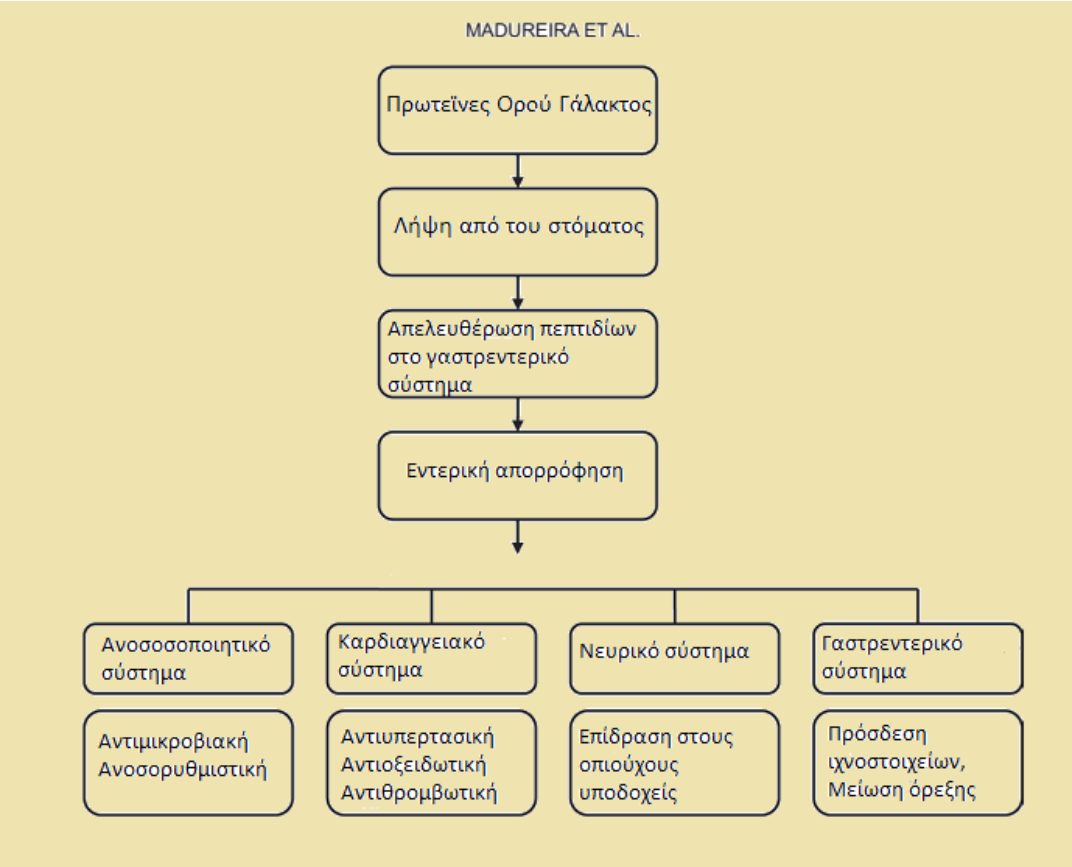
Η αντιοξειδωτική δράση του ορού γάλακτος είναι πολύ πιθανό να συνδέεται με τη συμβολή του στη σύνθεση της γλουταθειόνη (GSH). Η κυστείνη συνδυάζεται με γλυκίνη και γλουταμινικό να σχηματίσουν την GSH. Η GSH είναι ο κύριος ενδογενής αντιοξειδωτικός παράγοντας που παράγεται από τα κύτταρα, παρέχοντας προστασία στο RNA, το DNA και τις πρωτεΐνες μέσω του κύκλου οξειδοαναγωγής της. Μέσα από την άμεση σύζευξη, η GSH αποτοξινώνει μια σειρά από ενδογενείς όσο και εξωγενείς τοξίνες, συμπεριλαμβανομένων των τοξικών μετάλλων, των υπεροξείδιων των λιπιδίων, της χολερυθρίνης και των προσταγλαδινών. Τα αμινοξέα της γλουταθειόνης που εντοπίζονται στον ορό γάλακτος αυξάνουν τα επίπεδα της γλουταθειόνης στους ιστούς, 2) ενισχύουν τη δράση του ανοσολογικού συστήματος και βοηθούν στην αποτοξίνωση του οργανισμού (Marshall, 2004).

Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος φθάνουν στην νήστιδα γρήγορα μετά την είσοδό τους στο γαστρεντερικό σωλήνα. Στο λεπτό έντερο, ο ορός γάλακτος υποβάλλεται σε αργή υδρόλυση η οποία ενθαρρύνει την μεγαλύτερη απορρόφηση του σε όλο το μήκος του εντέρου. Αυτή η γρήγορη απορρόφηση τον ορό γάλακτος ιδανική πηγή πρωτεΐνης για τα άτομα με μειωμένη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος όπως στην περίπτωση της ειλεοστομίας (Marshall, 2004).

Επιπρόσθετα, η ικανότητα του ορού γάλακτος να δεσμεύει το σίδηρο ίσως συμβάλλει στη αντικαρκινική του δράση, καθώς ο σίδηρος δρα ως μεταλλαξιγόνος παράγοντας, προκαλώντας αυξημένο οξειδωτικό στρες στους ιστούς (Marshall, 2004). Ειδικότερα, η λακτοφερίνη λόγω της ικανότητας της να δεσμεύει τον σίδηρο, καθιστά μικροοργανισμούς που απαιτούν αυτό το μέταλλο για την αναπαραγωγή τους ευάλωτους. Επίσης, η λακτοφερίνη διεγείρει το ανοσοποιητικό σύστημα μέσω της διέγερσης των φυσικών φονικών κύτταρων (Natural Killers, NK), των ουδετερόφιλων και των μακροφάγων και της ρύθμισης των επιπέδων του παράγοντα νέκρωσης όγκων (Tumor necrosis factor, TNF) και της ιντερλευκίνης 6 (interleukin 6, IL-6) (Gahr et al, 1991)

Η βητα-λακτοσφαιρίνη περιέχει αντιυπερτασικά πεπτίδια τα οποία δρουν ως σημαντικοί αναστολείς της αγγειοτασίνης 1 του μετατρεπτικού ενζύμου (ACE).

Επιπρόσθετα, προωθεί την μείωση της χοληστερόλης ως αποτέλεσμα των μεταβολών της μυκηλιακής διαλυτότητα της χοληστερόλης στο έντερο (Pihlanto-Leppala et al, 2000).



Εικόνα 2-1 Επιδράσεις των πεπτιδίων του ορού γάλακτος στην φυσιολογία

(Madureira et al., 2009)

Επίσης, η λακτοφερρίνη παίζει ρόλο στην άμυνα του οργανισμού απέναντι σε ιούς και βακτήρια (Valenti και Antonini, 2005). Στην μελέτη των Di Mario et al. (2003) όπου συμμετείχαν ασθενείς με λοίμωξη από H. Pylori, σε όσους χορηγήθηκαν αντιβιοτικά σε συνδυασμό με λακτοφερρίνη παρατηρήθηκε 100% εξάλειψη του βακτηρίου. Στην μελέτη των Velusamy et al (2014) αναδείχτηκε ο προστατευτικός ρόλος της λακτοφερρίνης απέναντι στην βακτηριαιμία από Streptococcus mutans, υπεύθυνη για την οδοντική τερηδόνα. Επίσης, σε ασθενείς με ηπατίτιδα Β οι οποίοι λάμβαναν 12 g ορού γάλακτος (Immunocal) δύο φορές ημερησίως για 12 εβδομάδες, παρατηρήθηκε μείωση των λιπιδίων

υπεροξειδάσης και αύξηση της δραστηριότητας των φυσικών φονικών λεμφοκυττάρων, της ιντερλευκίνης 2 και της γλουταθειόνης (Watanabe et al, 2000).

Τα άτομα με HIV έχουν συνήθως χαμηλά επίπεδα GSH. Αρκετές μελέτες έχουν προσπαθήσει να αντιμετωπίσουν αυτή την κατάσταση δοκιμάζοντας την επίδραση της πρωτεΐνης ορού γάλακτος στις συγκεντρώσεις GSH των οροθετικών ατόμων. Σε μία περίπτωση, οι συμμετέχοντες λάμβαναν ημερήσιες δόσεις πρωτεΐνης τυρογάλακτος των 45 g από δύο διαφορετικά προϊόντα σε μια περίοδο έξι μηνών. Μόνο ένα από τα προϊόντα οδήγησε σε σημαντικά αυξημένα επίπεδα GSH (Protectamin®, που κατασκευάζεται από την Fresenius Kabi, Γερμανία) (Micke et al, 2002).

Στις μελέτες των Rosaneli et al. (2002) και των Matsumoto et al (2001), σε πειραματόζωα (αρουραίοι) που τρεφόντουσαν με συμπύκνωμα πρωτεΐνης ορού γάλακτος ή α-λακταλβουμίνη παρατηρήθηκε ελάττωση σε έλκη που προκλήθηκαν από την χορήγηση αιθανόλης.

Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Kawase et al (2000) η χορήγηση γάλακτος που είχε υποστεί ζύμωση και είχε προστεθεί πρωτεΐνη ορού γάλακτος οδήγησε σε αύξηση των συγκεντρώσεων της HDL και την ελάττωση των τριγλυκεριδίων και της συστολικής πίεσης.

Ο ορός γάλακτος έχει σημαντικό εμπορικό αντίκτυπο στη βιομηχανία απώλειας βάρους λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Τα αμινοξέα στον ορό γάλακτος δρουν ως υποστρώματα για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και μπορεί να βελτιώσουν το δείκτης μάζας σώματος ειδικά σε άτομα που ασκούνται (Marshall, 2004).

Ιδιαίτερα η λευκίνη που περιέχεται στον ορό γάλακτος παίζει καίριο ρόλο στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών και αποτελεί βασικό συστατικό για την έναρξη της πρωτεϊνοσύνθεσης των μυών. Η λευκίνη συμμετέχει στην φωσφορυλίωση των πρωτεϊνών που ελέγχουν την σύνδεση του mRNA με την 40S ριβοσωμική υπομονάδα. Αυτό το στάδιο εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των ευκαρυωτικών παράγοντων έναρξης (ΕΤΕ). Ενώ τα ακριβή σηματοδοτικά μονοπάτια στον σκελετικό μυ δεν έχουν χαρακτηρισθεί με λεπτομέρεια, τα αμινοξέα βοηθούν στην έναρξη της πρωτεϊνοσύνθεσης μέσω ενός ενισχυμένου σχηματισμού συμπλόκου που αποτελείται από αυτούς τους παράγοντες για να

καταστεί δυνατή η πρόσδεση του mRNA στην ριβοσωμική υπομονάδα (Ha και Zemel, 2002).

Επίσης, η απομονωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος περιέχει μέταλλα, ιχνοστοιχεία και βιταμίνες. Είναι γνωστό ότι το ασβέστιο στα γαλακτοκομικά προϊόντα επιταχύνει την απώλεια βάρους και βοηθά στην ελάττωση της συσσώρευση λίπους, κατά τη διάρκεια λήψη χαμηλής ποσότητας θερμίδων (Zemel, 2003).

Ο ορός γάλακτος έχει θετική επίδραση στην οστεοπόρωση. Ειδικότερα, μελέτες σε αρουραίους έδειξαν ότι η βασική πρωτεΐνη γάλακτος (MBP), που περιέχεται στον ορό γάλακτος, έχει την ικανότητα να διεγείρει τον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση των οστεοβλαστικών κυττάρων καθώς και να καταστέλλει την οστική επαναρρόφηση και να αυξάνει την μηριαία αντοχή των οστών (Kato et al., 2000).

2.3 Συμπληρώματα αμινοξέων

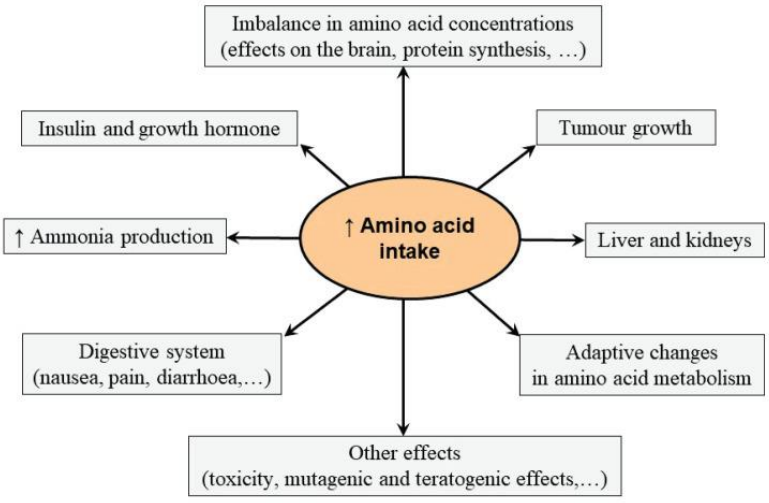
Επίσης, πολλοί είναι εκείνοι που καταναλώνουν συμπληρώματα αμινοξέων για να ενισχύσουν το ανοσολογικό τους σύστημα, να ενισχύσουν τη μνήμη, να βελτιώσουν την διάθεση τους, να αποφύγουν την εμφάνιση πονοκεφάλων και να αντιμετωπίσουν τις αυπνίες. Ειδικότερα, διάφορα αμινοξέα συνιστώνται ή διερευνώνται για τη θεραπεία διαταραχών όπως είναι η μυϊκή απώλεια, σήψης, η κίρρωση του ήπατος, η νεφρική ανεπάρκεια, το έκζεμα καθώς και διαταραχών που σχετίζονται με τη γήρανση. Σημειώνεται ότι στην βιβλιογραφία δεν εντοπίζονται πολλές τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες κλινικές μελέτες στον άνθρωπο για τις ανεπιθύμητες ενέργειες της αυξημένης πρόσληψης συγκεκριμένων αμινοξέων (Holeček, 2022).

Αρκετές επιστημονικές μελέτες έχουν διερευνήσει τις πιθανές μεταλλαξιογόνες τερατογόνες, τοξικές και καρκινογόνες επιδράσεις των υψηλών δόσεων των συμπληρωμάτων αμινοξέων και έχουν καταγράψει τα ασφαλή όρια της πρόσληψής τους. Πολλές επιστημονικές μελέτες έχουν αξιολογήσει τις επιδράσεις στο γαστρεντερικό σύστημα, όπως είναι η εμφάνιση ναυτιών, κοιλιακού άλγους, εμετών και διάρροιας (Kim et al, 2011; Holeček, et al, 2016; Holeček, 2022). Πολλές επιστημονικές μελέτες εξετάζουν την επίδραση των συμπληρωμάτων αμινοξέων στη νεφρική και ηπατική λειτουργεία,

καθώς τα συγκεκριμένα όργανα συμμετέχουν στον μεταβολισμό και στην αποβολή ουσιών (Albaugh et al, 2017).

Ωστόσο, υπάρχει μια σειρά από άλλες παρενέργειες, οι οποίες αξιολογούνται μόνο σποραδικά, αν και μπορεί να είναι επιβλαβείς, ειδικά σε παιδιά, στις έγκυες και στους ηλικιωμένους. Για παράδειγμα, μελέτες έχουν δείξει ξεκάθαρα ότι ορισμένα αμινοξέα, όπως η γλουταμίνη και η αργινίνη είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων (Albaugh et al, 2017). Επιπλέον, σε άτομα με ελαττωμένη νεφρική ή ηπατική λειτουργία, η αυξημένη πρόσληψη αμινοξέων όπως είναι η γλουταμίνη, η ιστιδίνη και η αργινίνη μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγή αμμωνίας. Δυστυχώς, οι μελέτες που εξετάζουν τις επιπτώσεις της χρόνιας πρόσληψης αμινοξέων στην ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων και στην αύξηση των επιπέδων αμμωνίας στους ανθρώπους είναι λίγες (Holeček, 2022).

Επιπλέον, η αυξημένη πρόσληψη ενός ή περισσότερων αμινοξέων μπορεί να διαταράξει τα επίπεδα άλλων αμινοξέων, να αυξήσει τα επίπεδα των μεταβολιτών τους, να μειώσει την απορρόφηση άλλων αμινοξέων στις εντερικές λάχνες και στην αιματική κυκλοφορία και την μεταφορά τους μέσω του αιματοεγκεφαλικού φραγμού. Η χρόνια πρόσληψη υψηλών ποσοτήτων μεμονωμένων αμινοξέων ή παραγώγων τους μπορεί να επηρεάσει ποικίλες βιοχημικές οδούς και λειτουργίες του κυττάρου (Holeček, et al, 2016; Holeček, 2022).



Εικόνα 2-2 Πιθανές παρενέργειες της λήψης συμπληρωμάτων αμινοξέων (Holeček, 2022).

Η L-αργινίνη συνιστά το υπόστρωμα για διάφορες ισομορφές της συνθάσης του μονοξειδίου του αζώτου (NOS) που καταλύει την παραγωγή μονοξειδίου του αζώτου (NO). Η L-αργινίνη παίζει ρόλο στην απομάκρυνση της αμμωνίας από το σώμα μέσω του κύκλου της ουρίας, χρησιμεύει ως υπόστρωμα για τη σύνθεση της κρεατίνης και της προλίνης και έχει διεγερτικό ρόλο στην έκκριση της ινσουλίνης και της αυξητικής ορμόνης (Holecek et al, 2016). Επιπλέον, η L-αργινίνη μειώνει τα τριγλυκερίδια του πλάσματος και ασκεί θετική επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα και στη σύνθεση κολλαγόνου (Holecek, 2022). Το μεγαλύτερο μέρος της ενδογενούς L-αργινίνης συντίθεται από την κιτρουλίνη στα νεφρά. Η σύνθεση της ενδογενούς L-αργινίνης μπορεί να μην είναι επαρκής σε νεογνά, σε καταβολικές καταστάσεις και μετά από εκτομή του λεπτού εντέρου (Albaugh et al, 2017). Ως εκ τούτου, η L-αργινίνη ταξινομείται ως ένα υπό όρους απαραίτητο αμινοξύ. Χαμηλές συγκεντρώσεις της L-αργινίνης στο πλάσμα ανευρίσκονται σε ασθενείς με σήψη (Luiking et al, 2015).

Η λήψη συμπληρωμάτων L-αργινίνης συνιστάται για την αύξηση της βιοδιαθεσιμότητας του NO στα ενδοθηλιακά κύτταρα, για τη βελτίωση της κατάστασης της υγείας στους ηλικιωμένους, για τη θεραπεία ασθενών με καρδιαγγειακά νοσήματα και για τη βελτίωση των σεξουαλικών λειτουργιών (Holeček, et al, 2016; Holeček, 2022).

Επιπλέον, η L-αργινίνη συνιστάται για την ενίσχυση της μυϊκής απόδοσης σε αθλητές και bodybuilders, την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας και του μεταβολικού συνδρόμου και για την επούλωση τραυμάτων. Η συχνότερη δόση της L-αργινίνης που συνιστάται είναι τα 6 g την ημέρα, αν και έχουν αναφερθεί επίσης και δοσολογίες έως και 30 g την ημέρα. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η πλειοψηφία των από του στόματος λαμβανόμενων συμπληρωμάτων L-αργινίνης αποικοδομείται στα εντεροκύτταρα και στο ήπαρ και παράγονται ορνιθίνη, κιτρουλίνη και ουρία. (Liu et al, 2017).

Αναφορικά με τις παρενέργειες της λήψης συμπληρωμάτων L-αργινίνης, έχουν αναφερθεί γαστρεντερικές διαταραχές, όπως η ναυτία και η διάρροια. Σημαντική αύξηση του της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη στους νεφρούς παρατηρήθηκε μετά από δίμηνη πρόσληψη συμπληρωμάτων L-αργινίνης σε πειραματόζωα (αρουραίοι) (Holeček, et al, 2016). Η υπερδιέγερση της NOS λόγω της υψηλής συγκέντρωσης L-αργινίνης στο αίμα μπορεί να προκαλέσει υπόταση λόγω αγγειοδιαστολής που προκαλείται από το NO (Huang et al, 2021).

Ένα σοβαρό πρόβλημα με τη χρήση της L-αργινίνης στη θεραπεία καρδιαγγειακών διαταραχών είναι ότι τα ευεργετικά του αποτελέσματα εξαφανίζονται εάν χορηγείται για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Τα θετικά οφέλη της λήψης συμπληρωμάτων L-αργινίνης (3–9 g/d) που παρατηρήθηκαν μετά από 3 μήνες σε ασθενείς με περιφερική αποφρακτική αρτηριοπάθεια και ασθενείς που είχαν υποστεί έμφραγμα του μυοκαρδίου, (Bednarz et al, 2005; Oka et al, 2005), δεν εντοπίστηκαν ξανά μετά από 6 μήνες. Πιστεύεται ότι η απώλεια των μακροχρόνιων θεραπευτικών αποτελεσμάτων της λήψης συμπληρωμάτων L-αργινίνης οφείλεται στην εμφάνιση έντονου οξειδωτικού στρες (Huang et al, 2021).

Η β- αλανίνη παίζει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση της καρνοσίνης (β-αλανυλ-L-ιστιδίνη), ενός διπεπτιδίου με υψηλή ρυθμιστική και αντιοξειδωτική δράση που εντοπίζεται στους σκελετικούς μύες. Η β- αλανίνη είναι πιο αποτελεσματική στην αύξηση της συγκέντρωσης της καρνοσίνης σε σχέση με την ιστιδίνη το HIS. Η συνιστώμενη δόση είναι 1–3 g/ημέρα. Σε ορισμένες μελέτες, χορηγήθηκαν περισσότερα από 6 g/ημέρα (Saunders et al, 2020).

Αναφορικά με τις παρενέργειες που σχετίζονται με την λήψη συμπληρωμάτων β-αλανίνης, δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες για πιθανές τοξικές ή καρκινογόνες επιδράσεις. Οι μόνες αναφερόμενες παρενέργειες είναι η βραχυπρόθεσμη παραισθησία και η ελαφρά αύξηση των επιπέδων της αμινοτρανσφεράσης της αλανίνης. Η χορήγηση συμπληρωμάτων β- αλανίνης στα 6,4 g/ημέρα για 24 εβδομάδες δεν επηρέασε σημαντικά τους κλινικούς δείκτες της νεφρικής, ηπατικής και μυϊκής λειτουργίας, ούτε οδήγησε σε χρόνιες αισθητικές παρενέργειες (Dolan et al, 2019). Ωστόσο, έχει αναφερθεί σημαντική μείωση της περιεκτικότητας σε ιστιδίνη (~30 %) στους μύες και στο πλάσμα του αίματος, μετά τη λήψη συμπληρωμάτων β- αλανίνης (Blancquaert et al, 2017).

Τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας (Branched-chain amino acids, BCAA) τα οποία περιλαμβάνουν την λευκίνη, την βαλίνη και την ισολευκίνη είναι απαραίτητα αμινοξέα, τα οποία χρησιμεύουν ως υποστρώματα σε πολλές ενζυμικές αντιδράσεις ενώ συνιστούν και ρυθμιστές του μεταβολισμού των πρωτεϊνών, ιδιαίτερα στους μύες. Οι θετικές επιδράσεις των BCAA στη σύνθεση πρωτεϊνών, ιδιαίτερα της λευκίνης, πραγματοποιούνται μέσω του μοριακού σηματοδοτικού μονοπατιού mTOR, της φωσφορυλίωσης των παραγόντων έναρξης της μετάφρασης και των ριβοσωμικών

πρωτεϊνών καθώς και της διεγερτικής επίδρασης στην έκκριση της ινσουλίνης (Holeček, 2021).

Ο καταβολισμός των BCAA αυξάνεται σε όλες τις καταστάσεις μυϊκής απώλειας, συμπεριλαμβανομένης της σήψης, του τραύματος, του καρκίνου, της χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας και της κίρρωσης του ήπατος. Ωστόσο, τα επίπεδα των BCAA μειώνονται σημαντικά μόνο στην κίρρωση του ήπατος, ενώ αυξημένα επίπεδα παρατηρούνται στοος ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη. Η μείωση των επιπέδων των BCAA στην κίρρωση του ήπατος οφείλεται στη χρήση τους ως δότης αμινομάδας για τη σύνθεση του γλουταμικού, το οποίο συμμετέχει στην απομάκρυνση της αμμωνίας στους μύες. Η αύξηση των επιπέδων των BCAA στο διαβήτη οφείλεται στον μειωμένο καταβολισμό τους που συνδεέται με την μειωμένη γλυκόλυση και το πλεόνασμα NADH, το οποίο παρατηρείται από την αυξημένη οξείδωση των λιπαρών οξέων (Holeček, 2020).

Τα συμπληρώματα των BCAA πιστεύεται ότι προάγουν τα αναβολικά μονοπάτια στους αθλητές, μετριάζουν την καχεξία σε διαταραχές μυϊκής απώλειας, προλαμβάνουν ή θεραπεύουν τα συμπτώματα της ηπατικής εγκεφαλοπάθειας, μετριάζουν την κόπωση κατά τη διάρκεια της άσκησης, προάγουν την επούλωση τραυμάτων και διεγείρουν την παραγωγή ινσουλίνης (Holecek et al, 2016).

Η συχνότερη δόση των συμπληρωμάτων των BCAA που χρησιμοποιείται είναι τα 10-20 g/ημέρα, αν και σε ορισμένες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν έως και 60 g/ημέρα. Οι περισσότερες μελέτες για την φαρμακολογική χορήγηση των BCAA έχουν χρησιμοποιήσει μείγματα που περιέχουν 50 έως 100 % περισσότερο λευκίνη από ισολευκίνη και βαλίνη (Yoon, 2016).

Δεν υπάρχουν ενδείξεις καρκινογένεσης και μεταλλαξιογένεσης, ή νευρολογικής βλάβης από την χρήση συμπληρωμάτων BCAA. Επειδή τα BCAA μεταφέρονται στον εγκέφαλο μέσω ενός κοινού μεταφορέα για μεγάλου μεγέθους ουδέτερα αμινοξέα, η περίσσεια των BCAA μπορεί να μειώσει την πρόσληψη από τον εγκέφαλο άλλων ουδέτερων αμινοξέων όπως η φαινυλαλανίνη, η τυροσίνη, η ιστιδίνη και η τρυπτοφάνη, που λειτουργούν ως πρόδρομες ουσίες της ντοπαμίνης, της νορεπινεφρίνης, της ισταμίνης και της σεροτονίνης. Αν και αυτός ο μηχανισμός μπορεί να χρησιμεύσει στην αποφυγή της ηπατικής εγκεφαλοπάθειας και της εμφάνισης κόπωσης κατά την άσκηση, μπορεί να έχει επιζήμια επίδραση στις ψυχικές λειτουργίες ασθενών με νευρολογικές και ψυχιατρικές

διαταραχές. Λόγω της μειωμένης σύνθεσης της σεροτονίνης από την τρυπτοφάνη, μπορεί να εμφανιστεί αυξημένη επιθετικότητα σε ασθενείς με σχιζοφρένεια (Gibson, 2018).

Ορισμένοι ερευνητές προτείνουν ότι οι αυξημένες συγκεντρώσεις των BCAA και των μεταβολιτών τους είναι υπεύθυνοι για την εμφάνιση αντίστασης στην ινσουλίνη και μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση της εμφάνισης επιπλοκών που σχετίζονται με τον διαβήτη (Yoon, 2016).

Η καρνοσίνη (β-αλανυλ-L-ιστιδίνη) παρουσιάζει χρήσιμες ρυθμιστικές και αντιοξειδωτικές δράσεις ενώ είναι ένας αποτελεσματικός χηλικός παράγοντας βαρέων μετάλλων και αντιγλυκοζυλιωτικός παράγοντας στους μύες. Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες παρέμβασης με τη χρήση της καρνοσίνης για να εξεταστούν οι επιδράσεις της στη μυϊκή απόδοση σε νευροεκφυλιστικές διαταραχές και διαταραχές που σχετίζονται με την ηλικία, στο μεταβολικό σύνδρομο και στη φλεγμονώδη νόσο του εντέρου. Στις περισσότερες μελέτες, οι ημερήσιες δόσεις συμπληρωμάτων καρνοσίνης κυμαίνονταν από 0,1 έως 2 g (Liu et al, 2015).

Η κρεατίνη (μεθυλογουανιδοοξικό οξύ) αποτελεί το πιο συχνό χρησιμοποιούμενο συμπλήρωμα διατροφής σε αθλητές προκειμένου να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε φωσφορική κρεατίνη, η οποία αποτελεί σημαντική πηγή ATP στους μύες. Υπάρχουν διάφορες διαθέσιμες μορφές της κρεατίνης στο εμπόριο με την πιο κοινή να είναι η μονοϋδρική κρεατίνη. Οι ευεργετικές επιδράσεις της εξωγενούς κρεατίνης αποδεικνύονται σε αναερόβιες επιστήμες (π.χ. σπριντ). Η συνιστώμενη δόση είναι 3–5 g/ημέρα (Kreider et al, 2017).

Η πιο κοινή παρενέργεια της λήψης συμπληρωμάτων κρεατίνης είναι η κατακράτηση νερού στην αρχή της λήψης συμπληρωμάτων. Ορισμένες μελέτες αναφέρουν επίσης την εμφάνιση μυϊκών κράμπων, αφυδάτωσης, γαστρεντερικών διαταραχών (έμετος, διάρροια) και ηπατικής δυσλειτουργίας (Hall & Trojian, 2013).

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες της International Society of Sports Nutrition που δημοσιεύθηκαν το 2017, η μονοϋδρική κρεατίνη είναι ένα ασφαλές και αποτελεσματικό εργογονικό συμπλήρωμα. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για την επίδραση των συμπληρωμάτων της κρεατίνης στα νεφρά και το ήπαρ σε ηλικιωμένους, σε άτομα με νεφρική νόσο και σε άτομα που

λαμβάνουν κρεατίνη σε υψηλότερες από τις συνιστώμενες δόσεις για αρκετούς μήνες (Kreider et al, 2017).

Έχει προταθεί ότι τα συμπληρώματα κρεατίνης υψηλής δόσης (>5 g/ημέρα) δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται από άτομα με προϋπάρχουσα νεφρική νόσο. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η αυξημένη κατανάλωση κρεατίνης οδηγεί σε αυξημένη μετατροπή της σε σαρκοσίνη και σε κυτταροτοξικούς και καρκινογόνους παράγοντες όπως η μεθυλαμίνη και η φορμαλδεΰδη. Αν και η απέκκριση της μεθυλαμίνης και της φορμαλδεΰδης δεν φθάνει τις οριακές τιμές για υγιή άτομα, απαιτούνται μακροχρόνιες μελέτες για την διερεύνηση των κινδύνων που προκύπτουν από την παραγωγή αυτών των παραγόντων (Davani-Davari et al, 2018).

Επιπρόσθετα, επειδή η πρόσληψη κρέατος και/ή κρεατίνης αυξάνει τα επίπεδα της κρεατινίνης στο πλάσμα του αίματος, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικές εξετάσεις για την αξιολόγηση των επιπέδων της κρεατίνης στο πλάσμα, της απέκκρισης της κρεατινίνης στα ούρα και της νεφρικής λειτουργίας σε άτομα που καταναλώνουν κρεατίνη (Holeček, 2022).

Η γλουταμίνη είναι σημαντικό αμινοξύ το οποίο λειτουργεί ως σημαντικό ενεργειακό καύσιμο για τα ταχέως αναπτυσσόμενα κύτταρα (ειδικά ανοσοκύτταρα, εντεροκύτταρα και καρκινικά κύτταρα), ως πρόδρομο μόριο για τη σύνθεση της γλυκόζης, της αμμωνίας και των νουκλεϊκών οξέων, ενώ παίζει καίριο ρόλο σε ποικίλα μοριακά μονοπάτια που επηρεάζουν την έκφραση διαφορετικών γονιδίων. Το μεγαλύτερο μέρος της γλουταμίνης συντίθεται στους μύες, ενώ σε μικρότερες ποσότητες απελευθερώνεται στο αίμα από τον εγκέφαλο, τους πνεύμονες και τον λιπώδη ιστό (Holeček, 2022).

Η συγκέντρωση της γλουταμίνης στο πλάσμα του αίματος και τους ιστούς μειώνεται μετεγχειρητικά, σε πολλαπλά τραύματα, σε εξαντλητική άσκηση, σε εγκαυματίες και σε ασθενείς με σήψη. Η μείωση των επιπέδων της γλουταμίνης συμβάλλει στο αρνητικό ισοζύγιο των πρωτεϊνών, στην ανοσοκαταστολή και στην αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα σε υποκείμενο νόσημα (Holeček, 2013).

Ως εκ τούτου, η γλουταμίνη θεωρείται ως ένα υπό όρους απαραίτητο αμινοξύ με ευνοϊκές επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα, στην λειτουργία του εντέρου και στο ισοζύγιο της πρωτεΐνης. Οι δόσεις των συμπληρωμάτων της γλουταμίνης κυμαίνονται από

2 g/ημέρα έως 40 g/ημέρα (συμπλήρωμα γλουταμίνης υψηλής δόσης). Λόγω της αστάθειας της γλουταμίνης και της περιορισμένης διαλυτότητάς του, τα διπεπτίδια του (γλυκυλ-γλουταμίνη ή αλανυλ-γλουταμίνη) χρησιμοποιούνται μερικές φορές αντί της γλουταμίνης (Wong et al, 2011).

Η λήψη συμπληρωμάτων γλουταμίνης δεν σχετίζεται με τοξικότητα και μεταλλαξογόνου δράση. Ωστόσο, η αυξημένη πρόσληψη γλουταμίνης, ειδικά μέσω της παρεντερικής οδού, αυξάνει σημαντικά τον ρυθμό σπειραματικής διήθησης, την παραγωγή αμμωνίας και την συγκέντρωση της πρωτεΐνης στους νεφρούς. Υψηλότερες συγκεντρώσεις αζώτου, ουρίας και κρεατινίνης στον ορό και μείωση του ρυθμού σπειραματικής διήθησης ανιχνεύτηκαν σε ηλικιωμένους εθελοντές που έλαβαν 0,5 g γλουταμίνης/kg/ημέρα από ότι σε άτομα μέσης ηλικίας. Έχει αποδειχθεί ότι η χρόνια πρόσληψη διατροφής εμπλουτισμένη με γλουταμίνη έχει αρνητική επίδραση στο ισοζύγιο των πρωτεϊνών στους μύες ενώ μεταβάλλει τις συγκεντρώσεις αμινοξέων στο πλάσμα και στους ιστούς σε υγιείς αρουραίους (Holeček, 2016; Holeček, 2022).

Επειδή το μεγαλύτερο μέρος της χορηγούμενης γλουταμίνης χρησιμοποιείται για το σχηματισμό της αμμωνίας, η αυξημένη πρόσληψη γλουταμίνης μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις σε άτομα με υπεραμμωνιαιμία, όπως άτομα με ηπατική νόσο ή διαταραχές του κύκλου της ουρίας. Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι η συσσώρευση της γλουταμίνης στα αστροκύτταρα συμβάλλει στο εγκεφαλικό οίδημα, στην οξεία ηπατική ανεπάρκεια και στη νόσο Alzheimer τύπου ΙΙ στη χρόνια υπεραμμωναιμία. Οι βλάβες στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και τα νευρολογικά ελλείμματα σε κιρρωτικούς ασθενείς στου οποίους χορηγήθηκαν συμπληρώματα γλουταμίνης υποδεικνύουν ότι η λήψη συμπληρωμάτων γλουταμίνης σε ασθενείς με ηπατική νόσο θα πρέπει να περιορίζεται (Dabrowska et al, 2018).

Ο δακτύλιος ιμιδαζόλης στο αμινοξύ ιστιδίνη καθορίζει τον ρόλο της ως σημαντικό ρυθμιστικό, αντιοξειδωτικό και χηλικό παράγοντα. Η περιεκτικότητα σε ιστιδίνη είναι υψηλή στις αιμοπρωτεΐνες (αιμοσφαιρίνη, μυοσφαιρίνη, κυτοχρώματα) και στην πρωτεΐνη επιδερμικού φραγμού που ονομάζεται φιλαγκρίνη. Η ατοπική δερματίτιδα και η αναιμία αποτελούν τις πρώτες συνέπειες της παρατεταμένης διατροφής που χαρακτηρίζεται από έλλειψη ιστιδίνης (Holeček, 2020).

Τα διπεπτίδια που περιέχουν ιστιδίνη, όπως η καρνοσίνη, διερευνώνται προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση τους στην μυϊκή απόδοση, στην καθυστέρηση της εμφάνισης κόπωσης στους αθλητές, στην μείωση της επίδρασης των αντιδραστικών ριζών οξυγόνου σε διαταραχές που σχετίζονται με τη γήρανση, τις νευροεκφυλιστικές ασθένειες, το μεταβολικό σύνδρομο, την ρευματοειδή αρθρίτιδα και το έκζεμα. Οι δόσεις των συμπληρωμάτων ιστιδίνης κυμαίνονται από 1 έως 4 g/ημέρα. Υψηλές ποσότητες ιστιδίνης βρίσκονται σε διαλύματα που χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση οργάνων πριν από τη μεταμόσχευση και την προστασία του μυοκαρδίου στην καρδιοχειρουργική (Thalacker-Mercer & Gheller, 2020).

Δεν υπάρχουν δεδομένα για τις τοξικές ή μεταλλαξιογόνες επιδράσεις της αυξημένης πρόσληψης της ιστιδίνης. Αν και η ιστιδίνη είναι πρόδρομο μόρια της ισταμίνης, δεν υπάρχουν δεδομένα για την εμφάνιση αλλεργιών ή πεπτικού έλκους (Holeček, 2020). Αρκετά μελέτες έχουν αναφέρει ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων ιστιδίνης μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα της αμμωνίας και να επηρεάσει την συγκέντρωση άλλων αμινοξέων. Ειδικότερα, η αύξηση των επιπέδων της ιστιδίνης οδηγεί σε αυξημένα επίπεδα αλανίνης, γλουταμίνης και γλουταμικού οξέος και σε μειωμένα επίπεδα γλυκίνης και BCAA (Holeček, 2022). Επιπλέον, έχουν αναφερθεί υπερχοληστερολαιμία και διόγκωση του ήπατος μετά από μακροχρόνια λήψη συμπληρωμάτων ιστιδίνης (Thalacker-Mercer & Gheller, 2020).

Από όλα τα αμινοξέα, η λευκίνη αποτελεί τον πιο ισχυρό αναβολικό παράγοντα. Οι υποστηρικτές της χρήσης της λευκίνης μόνο ως συμπληρώματος διατροφής ισχυρίζονται ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ της λευκίνης και άλλων ουδέτερων αμινοξέων για την μεταφορά τους στα μυϊκά κύτταρα εμποδίζει την ανάπτυξη των θετικών δράσεων της λευκίνης στη σύνθεση πρωτεϊνών. Για αυτό το λόγο, η χρήση μόνο της λευκίνης κρίνεται πιο αποτελεσματική από ένα μείγμα και των τριών BCAA (λευκίνη, βαλίνη και ισολευκίνη) (Holeček, 2022).

Τα αποτελέσματα της δράσης των συμπληρωμάτων λευκίνης μελετώνται κυρίως σε αθλητές και ηλικιωμένους. Η πιο συχνή χρησιμοποιούμενη δόση είναι 5 g/ημέρα.Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι η λευκίνη μπορεί να αυξήσει την μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση στους ηλικιωμένους, να θεραπεύσει τη σαρκοπενία και να βελτιώσει τον γλυκαιμικό έλεγχο στον διαβήτη τύπου 2 (Guo et al, 2022).

Οι περισσότερες μελέτες που αναφέρουν θετικές επιδράσεις της λευκίνης στους μύες είναι βραχυπρόθεσμες μελέτες, οι οποίες αναφέρουν θετικές επιδράσεις στη σύνθεση των πρωτεϊνών και όχι στη μάζα της μυϊκής πρωτεΐνης (Guo et al, 2022; Holeček, 2022). Η θετική επίδραση των συμπληρωμάτων λευκίνης στο ισοζύγιο πρωτεϊνών δεν παρατηρήθηκε στις περισσότερες μακροχρόνιες μελέτες. Η αύξηση της πρόσληψης της λευκίνης μπορεί να οδηγήσει σε μείωση στις συγκεντρώσεις της βαλίνης και της ισολευκίνης στο πλάσμα και στους μύες. Τα μειωμένα επίπεδα της βαλίνης και της ισολευκίνης οφείλονται στην επαγωγή της αφυδρογονάσης BCKA και στον ανταγωνισμό τους για τη μεταφορά τους μέσω του μεμβανικού συστήματος L-carrier (Avery et al, 2023).

Η τρυπτοφάνη είναι ένα απαραίτητο αμινοξύ που η λήψη του συνιστάται για τη θεραπεία της αϋπνίας και της κατάθλιψης. Η τρυπτοφάνη οδηγεί σε αύξηση στη σύνθεση της σεροτονίνης (5-υδροξυτρυπταμίνη), ενός νευροδιαβιβαστή που είναι γνωστός ότι ρυθμίζει τα νευρικά δίκτυα που ελέγχουν τον ύπνο και τη διάθεση. Εκτός από το ρόλο της ως νευροδιαβιβαστή, η σεροτονίνη αποτελεί πρόδρομο μόριο της μελατονίνης, η οποία ρυθμίζει τις λειτουργίες του εντέρου και του ανοσοποιητικού και παίζει ρόλο στην αιμόσταση (Holeček, 2022). Τα συμπληρώματα τρυπτοφάνης έχουν χρησιμοποιηθεί ως πιθανή θεραπεία για την κατάθλιψη και τις διαταραχές του ύπνου από τις αρχές της δεκαετίας του 1960. Επιπλέον, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις για τις ευεργετικές επιδράσεις της τρυπτοφάνης στη διάθεση και την κοινωνική συμπεριφορά. Η τρυπτοφάνη μπορεί να μειώσει την επιθετικότητα σε σχιζοφρενείς ασθενείς και σε άτομα με τάση για ευερεθιστότητα ή επιθετικότητα (Gibson, 2018).

Η πιο συχνή χρησιμοποιούμενη δόση της τρυπτοφάνης είναι 3 g/ημέρα. Αν και η τρυπτοφάνη έχει μελετηθεί εδώ και έξι δεκαετίες, έχουν αναφερθεί λίγες ανεπιθύμητες ενέργειες, που περιλαμβάνουν τρόμο, ναυτία και ζάλη. Μια πιο κοινή παρενέργεια των υψηλών δόσεων τρυπτοφάνης, είναι η κόπωση ή η υπνηλία. Στην περίπτωση που γίνεται ταυτόχρονη χορήγηση συμπληρωμάτων τρυπτοφάνης και φαρμάκων που ενισχύουν τη διαθεσιμότητα σεροτονίνης, όπως είναι οι αναστολείς επαναπρόσληψης σεροτονίνης, μπορεί να εμφανιστεί μια απειλητική για τη ζωή κατάσταση που ονομάζεται «σύνδρομο σεροτονίνης» το οποίο περιλαμβάνει νευρομυϊκές ανωμαλίες, αυτόνομη υπερκινητικότητα και αλλαγές στην ψυχική κατάσταση (Scotton et al, 2019).

2.3. Πρωτεΐνες αυγών

Τα αυγά αποτελούν ένα αμφιλεγόμενο διατροφικό είδος λόγω της σχετικά υψηλής περιεκτικότητάς τους σε χοληστερόλη. Οι Διατροφικές Κατευθυντήριες Γραμμές του Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (USDA, U.S. Department of Agriculture) του 2015 αφαίρεσαν το ανώτατο όριο για τη διατροφική χοληστερόλη, τονίζοντας ότι η κατανάλωση αυγών δεν χρειάζεται πλέον να περιορίζεται (Puglisi & Fernandez, 2022).

Επιπλέον, πολλές μελέτες που έγιναν σε υγιείς και μη υγιείς πληθυσμούς δείχνουν ότι τα αυγά δεν αυξάνουν τους βιοδείκτες που σχετίζονται με τον κίνδυνο καρδιακής νόσου. Αντίθετα, τα αυγά περιέχουν πολλά θρεπτικά συστατικά που προστατεύουν από χρόνιες ασθένειες, όπως η λουτεΐνη, η ζεαξανθίνη, η χολίνη, η βιταμίνη D, το σελήνιο και η βιταμίνη A (Fernandez, 2010).

Ένα επιπλέον ωφέλιμο θρεπτικό συστατικό που υπάρχει στα αυγά είναι η πρωτεΐνη. Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι τα αυγά είναι μια από τις καλύτερες διατροφικές πηγές πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας, με όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, και αναγνωρίζονται για την υψηλή βιολογική τους αξία Στην πραγματικότητα, τα αυγά θεωρούνται η τέλεια πηγή πρωτεΐνης, που χρησιμεύει ως πρότυπο για σύγκριση για άλλες πηγές πρωτεΐνης. Σύμφωνα με την Εθνική Βάση Δεδομένων Διατροφικών Προϊόντων του USDA (2018), ένα μεγάλο αυγό περιέχει 6,3 g πρωτεΐνης που κατανέμεται μεταξύ του κρόκου και του λευκού (3,6 g στο ασπράδι και 2,7 g στον κρόκο αυγού) (Réhault-Godbert et al, 2019).

Η σύσταση και η λειτουργία της πρωτεΐνης στο ασπράδι και τον κρόκο του αυγού ποικίλλει και σχετίζεται με βιολογικές και αντιμικροβιακές δραστηριότητες. Για παράδειγμα, στα ασπράδια αυγού, η ωοτρανσφερίνη δεσμεύει μεταλλικά ιόντα, η ωομυκίνη έχει αντιικές ιδιότητες και η λυσοζύμη καταστρέφει τα κυτταρικά τοιχώματα των θετικών κατά Gram βακτηρίων. Ομοίως, ο κρόκος αυγού περιέχει λιποβιτελίνη, και φωσβιτίνη, η οποία προστατεύει από την οξείδωση των λιπιδίων, δεσμεύοντας ιόντα βαρέων μετάλλων. Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η παρουσία στα παιδιά συχνών αλλεργιών στα αυγά, οι οποίες οφείλονται κυρίως στις πρωτεΐνες που υπάρχουν στο ασπράδι του αυγού (Sanlier & Üstün, 2021).

Η πρωτεΐνη του αυγού προσφέρει διάφορα οφέλη για την υγεία πληθυσμών με διαφορετικές ηλικίες και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Η ποιότητα της πρωτεΐνης αξιολογείται από την

διορθωμένη ως προς την πεπτικότητα βαθμολογία αμινοξέων ή αλλιώς PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score). Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του PDCAAS, τόσο καλύτερα η πρωτεΐνη πληροί τις απαιτήσεις για όλα τα απαραίτητα αμινοξέα όσον αφορά τις παρεχόμενες ποσότητες και την πεπτικότητα. Για παράδειγμα, για παιδιά ηλικίας από 6 μηνών έως 5 ετών, το PDCAAS για τα αυγά είναι 118%, σε σύγκριση με το 92–94% για το κρέας και το ψάρι, το 90–93% για τη σόγια και το 35–57% για τα δημητριακά, συμπεριλαμβανομένου του ρυζιού, του σιταριού. και καλαμπόκι (Matsuoka & Sugano, 2022).

Η πρωτεΐνη αυγού είναι επίσης η πρωτεΐνη με το χαμηλότερο κόστος, σε σύγκριση με πολλές άλλες πηγές, καθιστώντας την προσιτή για χαμηλές κοινωνικοοικονομικές ομάδες. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα ασπράδια των αυγών περιέχουν αναστολείς πρωτεάσης που μπορεί να μειώσουν την πεπτικότητα των αμινοξέων. Ωστόσο, οι αναστολείς της πρωτεάσης μπορούν εύκολα να καταστραφούν από τη θερμότητα, αναδεικνύοντας τη σημασία των μαγειρεμένων αυγών ως η καλύτερη πηγή βιοδιαθέσιμης πρωτεΐνης (Stănciuc et al, 2018).

Η κατανάλωση αυγών ποικίλλει μεταξύ ηπείρων και χωρών. Για παράδειγμα, στη Λατινική Αμερική, ένα μεγαλύτερο ποσοστό μικρών παιδιών καταναλώνει αυγά σε σύγκριση με τις ασιατικές ή αφρικανικές χώρες. Στο Νεπάλ, οι έγκυες γυναίκες έχουν αναφέρει ότι η θρησκεία είναι ένας από τους πιο σημαντικούς λόγους για τους οποίους δεν καταναλώνουν αυγά. Αντίθετα, στην Αιθιοπία, τα αυγά πιστεύεται ότι είναι μια σημαντική πηγή τροφής για την σωματική και πνευματική ανάπτυξη των παιδιών. Σε παιδιά από άλλες αναπτυσσόμενες χώρες, τα αυγά και άλλες πηγές υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη δεν εισάγονται σε επαρκή ποσότητα, οδηγώντας σε ποικίλες μορφές πρωτεϊνικού υποσιτισμού (Iannotti et al, 2014).

Έχει επίσης αποδειχθεί ότι η εισαγωγή των αυγών μετά τον απογαλακτισμό οδηγεί σε σημαντικά χαμηλότερες περιπτώσεις πρωτεϊνικού υποσιτισμού. Η κατανάλωση αυγών από τη μητέρα κατά τη διάρκεια της γαλουχίας μπορεί να ενισχύσει τη σύνθεση των θρεπτικών συστατικών στο μητρικό γάλα και να προάγει την ανάπτυξη των παιδιών που θηλάζουν (Lutter et, 2018).

Άλλες μελέτες στην Κίνα έχουν δείξει ότι τα συμπληρώματα αυγών βοηθούν στην βελτίωση της σωματικής ανάπτυξης των βρεφών και των παιδιών και στην μειωμένη

εμφάνιση αναιμίας σε μητέρες που ενθαρρύνονται να καταναλώνουν αυγά σε εκπαιδευτικές συνεδρίες, σε σύγκριση με εκείνες της ομάδας ελέγχου. Στο τέλος της μελέτης, περισσότερες μητέρες από την ομάδα ελέγχου δήλωσαν ότι ο κρόκος αυγού θα πρέπει να είναι η πρώτη συμπληρωματική τροφή που δίνεται στα βρέφη (Cao et al, 2013).

Η τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Iannotti et al, (2017), που έλαβε χώρα στον Ισημερινό, έδειξε ότι στα παιδιά που κατανάλωναν ένα αυγό την ημέρα για 6 μήνες, ο επιπολασμός της μειωμένης ανάπτυξης και των μειωμένου σωματικού βάρους λόγω υποσιτισμού μειώθηκε κατά 47% και κατά 74%, αντίστοιχα. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημασία της λήψης υψηλής ποιότητας πρωτεΐνης στην πρόληψη του υποσιτισμού.

Έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες για αύξηση της κατανάλωσης αυγών σε πολλές χώρες, έτσι ώστε να μειωθεί ο υποσιτισμός, ειδικά σε παιδιά υψηλού κινδύνου. Στην Ινδονησία, μια μεγάλη εκστρατεία μάρκετινγκ που προωθούσε την πρόσληψη αυγών και φυλλωδών λαχανικών ήταν πολύ επιτυχημένη στην αύξηση της κατανάλωσης αυγών και στην αύξηση των επιπέδων της βιταμίνης Α και της ρετινόλης του πλάσματος (Puglisi & Fernandez, 2022).

Τα αποτελέσματα πολλών μελετών δείχνουν ότι η αυξημένη κατανάλωση αυγών μπορεί να βοηθήσει στην σωματική ανάπτυξη των παιδιών και στην αποτροπή του υποσιτισμού. Για αυτό το λόγο, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι ανάγκη οι γονείς να εκπαιδευτούν στην κατανάλωση αυτής της εξαιρετικά ολοκληρωμένης πηγής πρωτεΐνης (Puglisi & Fernandez, 2022).

2.4. Πρωτεΐνη σόγιας

Η πρωτεΐνη σόγιας (soy protein), προέρχεται από τη σόγια, είναι φυτικής προέλευσης και συνιστά μια πρωτεΐνη αργής απορρόφησης. Ενώ δεν είναι ζωική πρωτεΐνη, η πρωτεΐνη σόγιας περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα ενώ έχει υψηλή περιεκτικότητα σε BCAAs. Για το λόγο αυτό αποτελεί μια εξαιρετική επιλογή για τα άτομα που δεν θέλουν να καταναλώνουν ζωικές πρωτεΐνες και για τα άτομα με δυσανεξία στη γλυκόζη (Piri Damaghi et al, 2022).

Έχουν διεξαχθεί σχετικά λίγες μελέτες που αφορούν παιδιά, και πολλές από αυτές που έχουν γίνει είναι μικρού μεγέθους. Αν και τα δεδομένα είναι περιορισμένα, τα στοιχεία δείχνουν ότι η σόγια δεν έχει δυσμενείς ορμονικές επιδράσεις στα παιδιά ούτε επηρεάζει την ανάπτυξη της εφηβείας. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν ενδιαφέροντα στοιχεία που δείχνουν ότι όταν η σόγια καταναλώνεται κατά την παιδική ηλικία ή/και την εφηβεία, ο κίνδυνος ανάπτυξης καρκίνου του μαστού μειώνεται σημαντικά. Σχετικά λίγα παιδιά είναι αλλεργικά στην πρωτεΐνη σόγιας. Το σύνολο των διαθέσιμων στοιχείων δείχνει ότι οι τροφές σόγιας μπορούν να είναι υγιεινές προσθήκες στη διατροφή των παιδιών, αλλά απαιτείται περισσότερη έρευνα για να επιτραπεί η εξαγωγή οριστικών συμπερασμάτων (Messina et al, 2017).

3. Κεφάλαιο: Επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε παιδιά ηλικίας 12 έως 18 ετών

3.1 Στάσεις και συμπεριφορές παιδιών και εφήβων απέναντι στα συμπληρώματα πρωτεΐνης

Τα συμπληρώματα διατροφής συνιστούν προϊόντα που χρησιμοποιούνται από το στόμα και στοχεύουν στη συμπλήρωση της διατροφής υγιών ατόμων. Χρησιμοποιούνται επίσης για τη συμπλήρωση της διατροφής ατόμων με αυξημένο κίνδυνο ανεπάρκειας συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών ή με νοσήματα που περιορίζουν τη βιοδιαθεσιμότητά τους. Περιλαμβάνουν μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά, βιοδραστικές ουσίες, ένζυμα ή προβιοτικά, σε απομονωμένη ή συνδυασμένη μορφή. Τα συμπληρώματα διατροφής πωλούνται χωρίς ρύθμιση και διατίθενται σε σούπερ μάρκετ και σε φαρμακεία ως δισκία, κάψουλες, σκόνες, ποτά και μπάρες. Εμφανίζουν μεγάλη απήχηση σε διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες (Agostoni et al, 2016).

Τα συμπληρώματα διατροφής μπορούν να συνεισφέρουν στην ολική πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών. Σύμφωνα με τον εθνικό οδηγό διατροφής των Η.Π.Α για την περίοδο 2015-2020, λίγα συμπληρώματα διατροφής συνίστανται για κατανάλωση από παιδιά και εφήβους και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (US Department of Health and Human Services, 2015). Άλλες χώρες, όπως η Αυστραλία και η Κίνα, έχουν επίσης υψηλή κατανάλωση, με το 22,6% και το 32,4% των παιδιών, αντίστοιχα, να χρησιμοποιούν συμπληρώματα. Chen et al, 2014; Stierman et al, 2020). Σε αυτές τις μελέτες, οι πολυβιταμίνες, τα μέταλλα και οι πρωτεΐνες και τα αμινοξέα ήταν τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα συμπληρώματα διατροφής (23,8 %) και όσο υψηλότερο ήταν το οικογενειακό εισόδημα και το επίπεδο σχολικής εκπαίδευσης, τόσο μεγαλύτερη ήταν η χρήση τους. Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Βραζιλία με δείγμα 7528 παιδιά από

πέντε διαφορετικές περιοχές, ο επιπολασμός της χρήσης συμπληρωμάτων βιταμινών ήταν 4,8 % (Diel et al, 2018). Οι κύριοι λόγοι για τη χρήση συμπληρωμάτων διατροφής είναι η βελτίωση ή η διατήρηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής, η συμπλήρωση της δίαιτας με θρεπτικά συστατικά, η μείωση του κινδύνου προβλημάτων υγείας ή η αύξηση του ανοσοποιητικού (Bailey et al, 2013; Agostini et al, 2016).

Ωστόσο, για να επιτευχθεί μια διατροφική ισορροπία, οι γονείς θα πρέπει να ενθαρρύνονται να προσφέρουν στα παιδιά τους μια πλούσια διατροφή με ποικιλία στις τροφές. Τα συμπληρώματα διατροφής δεν είναι απαραίτητα για υγιή παιδιά που ακολουθούν μια υγιεινή διατροφή (Woźniak et al, 2017)

Η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων διατροφής αποτελεί το επίκεντρο πολλών ανησυχιών που εκφράζονται από διαφορετικούς επαγγελματίες υγείας. Εντοπίζονται στην βιβλιογραφία λίγες προοπτικές, τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων διατροφής . Υπάρχει επίσης έλλειψη εθνικών κατευθυντήριων γραμμών για τη χρήση συμπληρωμάτων διατροφής (Stierman et al, 2020). Τα περισσότερα συμπληρώματα διατροφής που χρησιμοποιούνται από παιδιά δεν παρέχονται από επαγγελματίες υγείας, αλλά από το οικογενειακό και το φιλικό περιβάλλον. Οι επαγγελματίες υγείας οφείλουν να ενημερώνουν τους γονείς και να ενισχύουν το επίπεδο κατανόησης τους για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων διατροφής στον παιδιατρικό πληθυσμό (Agostini et al, 2016).

Η χρήση συμπληρωμάτων διατροφής έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Πάνω από το 30% των παιδιών στις Ηνωμένες Πολιτείες τα χρησιμοποιούν συχνά. Στη μελέτη των Stierman et al, (2020), αναλύονται τα αποτελέσματα της πιο πρόσφατης έκδοση της Εθνικής Έρευνας Εξέτασης Υγείας και Διατροφής των Η.Π.Α (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES) που εξέτασε τον επιπολασμό και το είδος κατανάλωσης συμπληρωμάτων διατροφής σε παιδιά και εφήβους κατά τα έτη 2017–2018. Το NHANES είναι μια συγχρονική έρευνα που έχει σχεδιαστεί για την παρακολούθηση της υγείας και της διατροφής του πληθυσμού των ΗΠΑ (https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/index.htm). Η έρευνα εγκρίθηκε από το Εθνικό Κέντρο Δεοντολογίας. Ελήφθη ενυπόγραφη συγκατάθεση από γονείς/κηδεμόνες και συμμετέχοντες ηλικίας ≥18 ετών. Κατά την διενέργεια των

συνεντεύξεων, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να δείξουν τα σκευάσματα για όλα τα συμπληρώματα διατροφής που ελήφθησαν τις τελευταίες 30 ημέρες. Οι ερευνητές κατέγραψαν πληροφορίες από τις ετικέτες των προϊόντων. Το ποσοστό ανταπόκρισης στη έρευνα NHANES για παιδιά και εφήβους κατά την περίοδο 2017–2018 ήταν 59,3%. Οι ηλικιακές ομάδες κατηγοριοποιήθηκαν ως εξής: <2, 2–5, 6–11, και 12–19 έτη. Τα συμπληρώματα διατροφής κατηγοριοποίηθηκαν ως εξής:: 1) συμπληρώματα που περιείχαν πολυβιταμίνες και ιχνοστοιχεία (πάνω από ≥3 βιταμίνες και ≥1 ιχνοστοιχείο; 2) συμπληρώματα που περιείχαν ασβέστιο (μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλα θρεπτικά συστατικά) 3) συμπληρώματα που περιείχαν ωμέγα-3 λιπαρά οξέα 4) συμπληρώματα που περιείχαν προβιοτικά 5) συμπληρώματα που περιείχαν φυτικές ίνες; 6) συμπληρώματα που περιείχαν μελατονίνη 7) προϊόντα βοτάνων με ≥1 βοτανικό στοιχείο χωρίς βιταμίνες και ιχνοστοιχεία; 8) πολυβιταμίνες με ≥2 βιταμίνες χωρίς ιχνοστοιχεία; 9) συμπληρώματα αμινοξέων με ≥1 αμινοξύ; και 10) συμπληρώματα μεμονωμένων θρεπτικών συστατικών, κατηγοριοποιημένα ξεχωριστά, όπως μεμονωμένες βιταμίνες (π.χ., βιταμίνη D, βιταμίνη C) και μεμονωμένα ιχνοστοιχεία (π.χ., σίδηρος). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το 34.0% των παιδιών και των εφήβων των Η.Π.Α χρησιμοποίησε κάποιο συμπλήρωμα διατροφής τις τελευταίες 30 ημέρες, πριν την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου της έρευνας. Η χρήση πάνω από δύο συμπληρωμάτων διατροφής αυξήθηκε από 4.3% κατά τα έτη 2009–2010 σε 7.1% κατά τα έτη 2017–2018. Οι πολυβιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία χρησιμοποιούνταν από το 23.8% των παιδιών και των εφήβων. Επειδή η χρήση συμπληρωμάτων διατροφής είναι συχνή, ο έλεγχος της χρήσης των συμπληρωμάτων διατροφής αποτελεί σημαντικό συστατικό της παρακολούθησης της ολικής διατροφικής πρόσληψης σε παιδιά και εφήβους. Η κατανάλωση συμπληρωμάτων διατροφής ήταν υψηλότερη στα κορίτσια (37.3%) σε σύγκριση με τα αγόρια (30.8%). Ο υψηλότερος επιπολασμός της κατανάλωσης συμπληρωμάτων διατροφής καταγράφτηκε στην ομάδα των παιδιών με ηλικία από 2 έως 5 ετών (43.3%), ακολουθούμενος από την ηλικιακή ομάδα των 6–11 ετών (37.5%), την ηλικιακή ομάδα των 12–19 ετών (29.7%), και τέλος την ηλικιακή ομάδα των παιδιών <2 ετών (21.8%). Ο επιπολασμός της χρήσης συμπληρωμάτων διατροφής ήταν υψηλότερος στην ομάδα των παιδιών ασιατικής καταγωγής (41.1%) και στα παιδιά καυκάσιας φυλής (39.9%) σε σύγκριση με τα παιδιά αφρικανικής καταγωγής (20.8%) και στα ισπανόφωνα παιδιά (26.9%). Η χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής αυξήθηκε αναλογικά με το εισόδημα και το μορφωτικό επίπεδο.

Οι αντιλήψεις των γονέων για τη χρήση συμπληρωμάτων διατροφής ποικίλλουν. Κάποιοι πιστεύουν ότι τα συμπληρώματα διατροφής αποτελούν έναν πρακτικό τρόπο διασφάλισης της πρόσληψης των διάφορων θρεπτικών συστατικών. Άλλοι προτιμούν τα παιδιά να λαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά τους από μια υγιεινή διατροφή. Υπάρχουν επίσης εκείνοι που ανησυχούν για την ασφάλεια του συμπληρωμάτων διατροφής επειδή δεν ρυθμίζονται όπως τα διάφορα φάρμακα (Stierman et al, 2020).

Μελέτη για χρήση συμπληρωμάτων διατροφής σε παιδιά στη Βόρεια Αμερική ηλικίας 1-10 ετών έδειξε ότι το 52% των γονέων έδιναν κάποιο είδος συμπληρώματος διατροφής στα παιδιά τους, όπως είναι οι πολυβιταμίνες, τα προβιοτικά, τα μέταλλα, οι πρωτεΐνες και τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα. Μόνο το 43% ανέφερε ότι είχε συμβουλευτεί έναν επαγγελματία υγείας και η χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής ήταν πιο συχνή σε οικογένειες με υψηλότερο εισόδημα. Οι κύριοι λόγοι για τη χρήση των συμπληρωμάτων ήταν: τα διατροφικά πρότυπα σνακ και η ανεπαρκής πρόσληψη φρούτων και λαχανικών (C. S. Mott Children's Hospital, 2022).

Μια μελέτη στην Κίνα, που αξιολόγησε παιδιά μεταξύ 6 και 12 ετών, έδειξε ότι το 20,4 % χρησιμοποιούσε συμπληρώματα διατροφής. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα συμπληρώματα ήταν το ασβέστιο, η βιταμίνη C και η βιταμίνη D. Οι λόγοι λήψης των συμπληρωμάτων ήταν η βελτίωση του ανοσοποιητικού και η τόνωση της ανάπτυξης. Περίπου το 37,5 % των γονέων δεν έλαβαν ιατρική συμβουλή για τη χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής (Liu et al, 2019).

Μια πρόσφατη μελέτη που διερεύνησε τη χρήση συμπληρωμάτων διατροφής από παιδιά μεταξύ 3 και 12 ετών, στη Πολωνία, έδειξε ότι το 54,8 % των γονέων έδινε στα παιδιά τους διάφορα συμπληρώματα διατροφής. Οι κύριοι λόγοι για την χρήση συμπληρωμάτων διατροφής ήταν η βελτίωση της ανοσίας έναντι της γρίπης και των διαφόρων αναπνευστικών λοιμώξεων, η προστασία από τις ανεπιθύμητες ενέργειες των αντιβιοτικών και η αύξηση της πρόσληψης βιταμινών και μετάλλων (Piekara et al, 2020).

Στους εφήβους, η χρήση συμπληρωμάτων διατροφής επηρεάζεται από τις διαφημίσεις που ισχυρίζονται ότι τα συμπληρώματα περιέχουν θρεπτικά συστατικά ικανά να βελτιώσουν την αθλητική απόδοση των εφήβων και να τους εξασφαλίζουν το «ιδανικό σώμα». Άλλες πηγές πληροφοριών για την χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής είναι φίλοι στο

γυμναστήριο, καθώς και διαφημίσεις στα social media από διάφορες διασημότητες. Λίγοι είναι οι έφηβοι που λαμβάνουν πληροφορίες από ειδικούς επιστήμονες όπως είναι οι διατροφολόγοι ή οι ιατροί και συχνά κάνουν υπερβολική χρήση αυτών των προϊόντων, πιστεύοντας ότι θα έχουν καλύτερα αποτελέσματα (Stierman et al, 2020).

Πίνακας 3-1 Συμπληρώματα διατροφής σε παιδιά και εφήβους. Αντιλήψεις γονέων και τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα σκευάσματα

Αντιλήψεις γονέων	**Συχνότερα χρησιμοποιούμενα σκευάσματα σε παιδιά**
- Εξασφάλιση επαρκούς πρόσληψης θρεπτικών συστατικών - Ενίσχυση ανάπτυξης και πρόσληψη βάρους -Αύξηση της πρόσληψης βιταμίνων και ιχνοστοιχείων -Προστασία απέναντι σε λοιμώξεις -Ανεπαρκής πρόσληψη φρούτων και λαχανικών -Μικρότερο κόστος	- Πολυβιταμίνες, βιταμίνη C, βιταμίνη D, ασβέστιο, προβιοτικά, ωμέγα-3 λιπαρά οξέα
Αντιλήψεις εφήβων	**Συχνότερα χρησιμοποιούμενα σκευάσματα σε εφήβους**
-Ενίσχυση αθλητικής απόδοσης - Αύξηση μυϊκής μάζας - Απόκτηση «ιδανικού» σώματος» - Βελτίωση ύπνου	- Πρωτεΐνη ορού γάλακτος, αμινοξέα, καρνιτίνη, ενεργειακά ποτά, μελατονίνη

(Barretto et al, 2023).

Τα συμπληρώματα πρωτεϊνών και αμινοξέων διατίθενται εκτενώς στο εμπόριο ως χρήσιμα εργαλεία για την αύξηση της μυϊκής μάζας και της φυσικής αντοχής σε μια μεγάλη βάση καταναλωτών, που περιλαμβάνει αθλητές, άτομα με ενεργό τρόπο ζωής αλλά και άτομα με καθιστική ζωή που θέλουν να βελτιώσουν την σωματική τους κατάσταση (Kårlund et al, 2019). Επιπρόσθετα, μια διατροφή υψηλή σε πρωτεϊνικό περιεχόμενο έχει χρησιμοποιηθεί συστηματικά ως μια αποτελεσματική στρατηγική για την απώλεια και την καλύτερη διαχείριση του σωματικού βάρους. Οι ενήλικες φαίνεται να χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό συμπληρώματα πρωτεΐνης για σκοπούς υγείας και βελτίωσης της φυσικής κατάστασης (απώλεια βάρους, αύξηση της αντοχής κατά την άσκηση, βελτίωση της καρδιο-απόδοσης). Στην περίπτωση των ηλικιωμένων ατόμων, σε μεγάλο βαθμό η λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης αποσκοπεί στη διατήρηση της μυϊκής μάζας, στην προστασία του ανοσοποιητικού συστήματος και τη διατήρηση της ευεξίας. Η αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης ποικίλλει ανάλογα διάφορους παράγοντες όπως είναι το επίπεδο ατομικής δραστηριότητας, η διατροφή και η μεταβολική κατάσταση του κάθε ατόμου (Ambulkar et al, 2023).

Αναφορικά με την χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους ηλικίας από 12 έως 18 ετών, οι νεαροί αθλητές είναι εκείνοι που φαίνεται να τα χρησιμοποιούν συχνότερα, καθώς πιστεύουν ότι τους δίνει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, για να ξεχωρίσουν από τους υπόλοιπους συνομηλίκους τους. Αυτό συχνά τους οδηγεί στο να αναπαράγουν όχι μόνο την προπόνηση των επαγγελματιών αθλητών που θαυμάζουν, αλλά και τις διατροφικές πρακτικές καθώς και την λήψη διαφόρων συμπληρωμάτων (McDowall, 2007).

Οι πρωτεΐνες και τα αμινοξέα αποτελούν τα συμπληρώματα διατροφής που χρησιμοποιούνται συχνότερα από τους εφήβους, ειδικά εκείνους που ασχολούνται με τον αθλητισμό, με στόχο την αύξηση της δύναμης και της μυϊκής μάζας (Chen et al, 2014). Ωστόσο, η συνιστώμενη προσέγγιση για την πρόσληψη της πρωτεΐνης είναι η κατανάλωση πρωτεΐνης καλής ποιότητας από διαφορετικές πηγές τροφίμων, με εξαίρεση τους έφηβους αθλητές ή τους χορτοφάγους εφήβους που δεν επιτυγχάνουν τον πρωτεϊνικό στόχο τους με τη συνήθη διατροφή τους (Burke et al, 2019).

Επιπροσθέτως, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και η έντονη πίεση από συνομηλίκους τους είναι πιθανό να στρέψει τους έφηβους αθλητές να

χρήση παράνομων και επικίνδυνων για την υγεία μέσων (χρήση στεροειδών) για την βελτίωση της φυσικής εμφάνισης και της απόδοσης τους (Eisenberg et al, 2012).

Ενώ υπάρχουν αρκετές επιστημονικές μελέτες για τη χρήση συμπληρωμάτων σε ενήλικες αθλητές, οι μελέτες για τη χρήση συμπληρωμάτων από έφηβους αθλητές είναι λιγότερες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης των Jovanov et al, (2019), το 82,2% των αθλητών ηλικίας 15-18 ετών χρησιμοποιούσαν κάποια μορφή συμπληρώματος, με τα συμπληρώματα πρωτεΐνης να χρησιμοποιούνται από το 54,5% του δείγματος της μελέτης. Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι προπονητές αποτελούσαν την κύρια πηγή πληροφοριών σχετικά με τα συμπληρώματα (41,4%). Η ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης (35,4%) ήταν το κύριο κίνητρο για τη λήψη συμπληρωμάτων. Η πλειοψηφία των αθλητών (72,1%) γνώριζε τους σχετικούς κινδύνους για την υγεία. Οι νεαροί αθλητές διαθέτουν διαφορετικά επίπεδα γνώσεων σχετικά με τα συμπληρώματα. Λιγότερο από το 40% των αθλητών γνώριζαν για τη σωστή χρήση πρωτεΐνης, κρεατίνης, αμινοξέων, βήτα αλανίνης και γλουταμίνης, ενώ είχαν υψηλότερα επίπεδα γνώσεων για τις βιταμίνες, τα μέταλλα, τα αθλητικά ποτά και την καφεΐνη. Οι αθλητές στις αναπτυγμένες χώρες είχαν μεγαλύτερη πρόσβαση σε διάφορα συμπληρώματα και σε επαγγελματίες υγείας όπως οι διαιτολόγοι.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης των Wiens et al, (2014), που πραγματοποιήθηκε στον Καναδά, οι συνήθεις λόγοι για την κατανάλωση συμπληρωμάτων σε νεαρούς αθλητές είναι παρόμοιοι με εκείνους που αναφέρονται σε ενήλικες όπως η βελτίωση της αθλητικής απόδοσης και η μυϊκή αποκατάσταση. Το ενενήντα οκτώ τοις εκατό των αθλητών που συμμετείχε στη μελέτη έπαιρνε τουλάχιστον ένα συμπλήρωμα διατροφής. Τα αγόρια ήταν πιο πιθανό να καταναλώνουν σκόνη πρωτεΐνης, ενεργειακά ποτά, αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας, βήτα-αλανίνη και γλουταμίνη ($p < .01$), συμπληρώματα που συνήθως σχετίζονται με αυξημένη μυϊκή μάζα. Οι αθλητές ηλικίας 11-17 ετών προτιμούσαν συμπληρώματα βιταμινών και μετάλλων, ενώ οι αθλητές ηλικίας 18-25 ετών προτιμούσαν εργογονικά συμπληρώματα. Οι αθλητές που ασχολούνταν με προπονήσεις δύναμης είχαν περισσότερες πιθανότητες να καταναλώσουν κρεατίνη, γλουταμίνη και σκόνες πρωτεΐνης ($p < 0,02$). Οι λόγοι για τη χρήση συμπληρωμάτων περιλαμβάνουν τη διατήρηση της υγείας, την αύξηση της ενέργειας, την καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, την μυϊκή αποκατάσταση και τη συνολική αθλητική

απόδοση. Οι βασικές πηγές πληροφοριών ήταν η οικογένεια και οι φίλοι, οι προπονητές και οι αθλητικοί προπονητές, με το 48% των αθλητών να έχουν συναντηθεί με διαιτολόγο.

Πολλοί νεαροί αθλητές αποφασίζουν για τη χρήση συμπληρωμάτων χωρίς να λαμβάνουν συμβουλές από άλλους ενώ περιστασιακά η λήψη αποφάσεων τους για τα συμπληρώματα επηρεάζεται από γονείς, προπονητές ιατρούς ή διαιτολόγους (Diehl et al, 2012).

Ένα από τα πιο κοινά συμπληρώματα που λαμβάνουν οι αθλητές ηλικίας από 12 έως 18 ετών είναι η πρωτεΐνη ορού γάλακτος. Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος χρησιμοποιείται σε πολλά προϊόντα διατροφής, από παρασκευάσματα για βρέφη (σύμφωνα με τη νομοθεσία για τρόφιμα που προορίζονται για βρέφη), έως συμπληρώματα διατροφής για παιδιά και ενήλικες, σε αναλογίες επαρκείς για τις συνιστώμενες ηλικιακές κατηγορίες. Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη πρωτεΐνης ορού γάλακτος (απομονωμένη, συμπυκνωμένη και υδρολυμένη). Η συμπυκνωμένη μορφή πρωτεΐνης ορού γάλακτος υπόκειται σε λιγότερη επεξεργασία και για αυτό το λόγο περιέχει υψηλό θερμιδικό περιεχόμενο και συγκέντρωση πρωτεΐνης μεταξύ 34 και 89 %. Η απομονωμένη μορφή πρωτεΐνης ορού γάλακτος υπόκειται σε διήθηση για την απομάκρυνση των λιπιδίων και των υδατανθράκων και περιέχει περίπου 90 % πρωτεΐνη. Η υδρολυμένη μορφή πρωτεΐνης ορού γάλακτος έχει υποστεί υδρόλυση κατά την διάρκεια της οποίας παράγονται ολιγοπεπτίδια που απορροφώνται ευκολότερα (Minj & Anand, 2020).

Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος από εφήβους που ασκούν φυσική δραστηριότητα χρησιμοποιείται κυρίως στην προπόνηση μυϊκής υπερτροφίας όταν οι ανάγκες σε πρωτεΐνη δεν καλύπτονται με την τροφή. Αν και η πρόσληψη πριν και μετά την άσκηση είναι σημαντική, η πρωτεϊνοσύνθεση είναι υψηλότερη στην περίοδο μεταξύ των 16 και 48 ωρών μετά την άσκηση με αντίσταση. Επομένως, η συνολική ημερήσια πρόσληψη, ειδικά μετά από 24 ώρες σωματικής δραστηριότητας, φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική για την αποκατάσταση των μυών και τη σύνθεση πρωτεϊνών (Burke et al, 2019).

Για τους έφηβους αθλητές που στοχεύουν στην αύξηση της μυϊκής μάζας, συστήνεται η πρόσληψη της πρωτεΐνης ορού γάλακτος , ανάλογα με τις ανάγκες και τους στόχους της προπόνησης. Στους ενήλικες, προτείνεται η λήψη πρωτεΐνης από 1.3 έως 1.7 g/kg/day (Agostoni et al, 2016).

Στην μελέτη των Sato et al, (2012), στην οποία έλαβαν μέρος νεαροί Ιάπωνες αθλητές που συμμετείχαν στους Ολυμπιακούς Αγώνες Νέων (2010), αναφέρθηκε ότι το πιο συχνό συμπλήρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν η πρωτεΐνη σε σκόνη, με το 21,3% των αθλητών να δηλώνουν ότι την έχουν καταναλώσει. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, νεαροί αθλητές υψηλού επίπεδου, ηλικίας 12 έως 18 ετών που αθλούνταν συστηματικά δήλωσαν ότι κατανάλωναν πρωτεΐνη ορού γάλακτος έτσι ώστε να διατηρήσουν και να αυξήσουν την δύναμη τους και την αντοχή τους, κατά την προπόνηση (Petróczi et al, 2008). Επιπροσθέτως, η χρήση σκόνης πρωτεΐνης σε μορφή σέικ από εφήβους είναι μια συχνή πρακτική που η οποία στοχεύει στην βελτίωση της εμφάνισης και της μυϊκής δύναμης (Field et al, 2005).

Εντοπίζεται έλλειψη δεδομένων για την χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στο γενικό εφηβικό πληθυσμό, ειδικά στα κορίτσια. Στην μελέτη των Yager & McLean, (2020), εξετάστηκε ο επιπολασμός της χρήσης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε δείγμα 237 έφηβων αγοριών ηλικίας 14-16 ετών που ζούσαν στην Μελβούρνη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 49.8% του δείγματος κατανάλωνε συμπληρώματα πρωτεΐνης ενώ το 62% ανέφερε ότι θα προχωρήσει σε μελλοντική χρήση αυτών. Οι παράγοντες που σχετίζονταν με την χρήση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης περιελάμβαναν την αύξηση της μυϊκής δύναμης, την συμμετοχή σε προπονήσεις με βάρη και τον αυξημένο αριθμό αθλημάτων στα οποία οι συμμετέχοντες δραστηριοποιούνταν. Στην μελέτη των Whitehouse & Lawlis, (2017), διερευνήθηκε η χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε 87 εφήβους αθλητές της Αυστραλίας που συμμετείχαν σε μια ποικιλία αθλημάτων, μέσω της συμπλήρωσης ειδικά διαμορφωμένων ερωτηματολογίων. Το 60% (n=52) των έφηβων αθλητών ανέφεραν ότι χρησιμοποιούν συμπληρώματα πρωτεΐνης ($P<0,05$). 48 συμμετέχοντες (55%) αντιλήφθηκαν τους πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με την κατανάλωση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης. Διαπιστώθηκε ότι το 19% των εφήβων αθλητών λάμβαναν πληροφορίες σχετικά με τα συμπληρώματα πρωτεΐνης από το Διαδίκτυο και το 17% όλων των καταναλωτών αγοράζουν τα συμπληρώματά τους μέσω Διαδικτύου. Στην μελέτη των Svantorp-Tveitenetal, (2021), η εβδομαδιαία κατανάλωση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης ήταν πιο συχνή στα αγόρια συγκριτικά με τα κορίτσια και συσχετίστηκε με τη συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες, με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης διατροφικών διαταραχών και με το μεταναστευτικό υπόβαθρό των παιδιών. Αναλυτικότερα, οι διαταραχές πρόσληψης τροφής χαρακτηρίζονται από χρόνιες διαταραχές που σχετίζονται με τον έλεγχο

του βάρους. Έχουν καταστροφικές συνέπειες στη σωματική και ψυχική υγεία ενός ατόμου. Στις διατροφικές διαταραχές πρόσληψης τροφής εντοπίζεται απουσία ελέγχου στο θέμα της σίτισης και αδυναμία διαχείρισης των αρνητικών συναισθημάτων του ατόμου. Στις διαταραχές διατροφής περιλαμβάνονται η ψυχογενής ανορεξία, η ψυχογενής βουλιμία και η διαταραχή επεισοδιακής υπερφαγίας (Segura-García et al, 2014).

Η αλβουμίνη είναι μια πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας που λαμβάνεται από τα ασπράδια αυγών, με βραδύτερη απορρόφηση και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λευκίνη, σε σύγκριση με την πρωτεΐνη ορού γάλακτος. Η κατάχρηση της αλβουμίνης παρατηρείται συχνά σε bodybuilders και εφήβους που προπονούνται στο γυμναστήριο, οι οποίοι μπορεί να καταναλώνουν έως και 30 ασπράδια αυγών/ημέρα, ποσότητα που υπερβαίνει τις συνιστώμενες ημερήσιες ανάγκες για μυϊκή υπερτροφία και μπορεί να προκαλέσει υπερφόρτωση των νεφρών. (Stierman et al, 2020).

Τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας (BCAA) χρησιμοποιούνται μετά την προπόνηση και μπορούν να εντοπίζονται σε διαλύματα υδατανθράκων για τη μείωση της κόπωσης και την αύξηση της μυϊκής μάζας. Αν και συνταγογραφούνται για τη μείωση του κινδύνου λοιμώξεων, οι ενδείξεις αυτών των οφελών είναι σπάνιες (Barretto et al, 2023).

Η κρεατίνη είναι μια ένωση που αποτελείται από τρία αμινοξέα (αργινίνη, γλυκίνη και μεθειονίνη). Η συμπλήρωσή με κρεατίνη αυξάνει τη μυϊκή συγκέντρωση της φωσφοκρεατίνης, παρέχοντας ενέργεια για επαναλαμβανόμενες μυϊκές κινήσεις υψηλής έντασης. Επίσης η κρεατίνη ρυθμίζει το γαλακτικό οξύ που παράγεται κατά την άσκηση, καθυστερώντας την εμφάνιση της κόπωση των μυών (Jagim & Kerksick, 2021).

Η κρεατίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από υπερτροφία ή αυξημένη μυϊκή δύναμη με μειωμένη μυϊκή κόπωση, όπως διάφορες νευρομυϊκές παθήσεις και εγκεφαλική βλάβη. Οι ενδείξεις δόσης είναι η φάση κορεσμού (0,3 g/kg/ημέρα μονοϋδρικής κρεατίνης, για 5 έως 7 ημέρες), ακολουθούμενη από τη φάση συντήρησης (3–5 g/ημέρα). Μπορεί να ληφθεί οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας, ανεξάρτητα από το αν λαμβάνεται πριν ή μετά την προπόνηση (Kaufman et al, 2022).

Η συχνότητα της κατανάλωσης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης για την μυϊκή ανάπτυξη είναι σχετικά υψηλός, ειδικά στους εφήβους. Οι ερευνητές προτείνουν την εφαρμογή προγραμμάτων παρέμβασης για την εκπαίδευση των νεαρών αγοριών σχετικά με τα συμπληρώματα μυϊκής ανάπτυξης, με στόχο τη μείωση των αρνητικών σωματικών και ψυχολογικών επιπτώσεων στην υγεία (Yager & McLean, 2020).

3.2 Θετικές και αρνητικές επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε υγιή παιδιά και εφήβους

Μελέτες δείχνουν ταυτόχρονα ότι οι δίαιτες που χαρακτηρίζονται από αυξημένη πρωτεϊνική πρόσληψη και χαμηλή πρόσληψη σε πολυσακχαρίτες προωθούν πιο αποτελεσματικά την διατήρηση της άλιπης μάζας σώματος και την απώλεια βάρους (de Luis et al, 2015). Σύμφωνα με μια πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση που εξετάσε την επίδραση της υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης (≥ 20% αλλά < 35% της ολικής ενεργειακής πρόσληψης) στον ρυθμό σπειραματικής διήθησης, η υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης σε βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα (< 6 μήνες) δεν είχε δυσμενή επίδραση στη λειτουργία των νεφρών στον ενήλικο πληθυσμό (Van Elswyk et al, 2018). Επιπλέον, σε μια πρόσφατη μετα-ανάλυση βρέθηκε ότι η χαμηλή ή κανονική πρόσληψη πρωτεΐνης και η υψηλή πρόσληψη πρωτεΐνης (≥1,5 g/kg σωματικού βάρους ή ≥20% της ολικής ενεργειακής πρόσληψης ή ≥100 g πρωτεΐνης/ημέρα) δεν επηρεάζουν αρνητικά τη λειτουργία των νεφρών (Devries et al, 2018). Παρόμοια ευρήματα έχουν αναφερθεί και για τις επιδράσεις της πρωτεΐνης στην υγεία των οστών, με πολλαπλές μελέτες να αναφέρουν ότ δεν υπάρχουν δυσμενείς επιπτώσεις από την υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών στην οστική πυκνότητα και στην περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα σε έναν υγιή ενήλικο πληθυσμό (Shams-White et al, 2017).

Πολλά άτομα επιλέγουν να προσλαμβάνουν υψηλές ποσότητες πρωτεΐνης ως συμπλήρωμα διατροφής, για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Πρόκειται κυρίως για αθλητές που χρησιμοποιούν συμπληρώματα πρωτεϊνών και αμινοξέων, για να αυξήσουν τη μυϊκή μάζα και τη δύναμη τους (Fabresse et al, 2021). Τα συμπληρώματα πρωτεΐνης βελτιώνουν τη μυϊκή δύναμη όταν συνδυάζονται με προπόνηση με αντιστάσεις, ανεξάρτητα από το φύλο, την ηλικία και την αρχική πρόσληψη πρωτεΐνης. Στους ενήλικες, η πρωτεΐνη ορού γάλακτος οδηγεί στην αύξηση της μυϊκής μάζας και στην ενίσχυση της μυϊκής δύναμης. (Tagawa et al, 2022). Στους ενήλικες, η πρωτεΐνη ορού γάλακτος αποτελεί έναν εξαιρετικό διεγέρτη της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης, η οποία είναι βασική προϋπόθεση για την αύξηση της μυϊκής μάζας. Επίσης, η πρωτεΐνη ορού γάλακτος βελτιώνει τη μυϊκή δύναμη, τις αθλητικές επιδόσεις, την διατήρηση άλιπης μάζας σώματος και την μείωση της λιπώδους μάζας (Devries & Phillips, 2015).

Η χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης συνιστά μια αυξανόμενη τάση και σε μικρότερες ηλικιακές ομάδες καθώς η κατανάλωση τους σχετίζεται με διέγερση της μυϊκής πρωτεϊνικής σύνθεσης, με αύξηση της μυϊκής μάζας, με ενίσχυση της μυϊκής δύναμης και των αθλητικών επιδόσεων, με απώλεια βάρους, με διατήρηση της άλιπης μάζας σώματος και με μείωση της λιπώδους μάζας (Morton et al, 2018; Ng et al, 2019). Όταν συνδυάζεται με προπονήσεις αντίστασης, τα εργογονικά αποτελέσματα της πρωτεΐνης του ορού γάλακτος φαίνεται να είναι ενισχυμένα. Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος προστίθενται συχνά στα πρωτόκολλα προπόνησης με αντίσταση για την αύξηση της μυϊκής δύναμης (Li & Liu, 2019). Προηγούμενες μελέτες δείχνουν ότι ο ρυθμός ανάπτυξης των παιδιών κατά την εφηβεία σχετίζεται με αξιοσημείωτη αύξηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης των πρωτεϊνών. Επίσης, τα παιδιά που είναι ενεργά και ασκούνται συστηματικά επιδεικνύουν μεγαλύτερη συνολική αναβολική ευαισθησία στις διατροφικές πρωτεΐνες και στα αμινοξέα σε σύγκριση με τους ενήλικες, λόγω της αυξημένων αναγκών του σώματός τους να υποστηρίζει την ανάπτυξη του μυϊκού ιστού. Επιπλέον, τα παιδιά και οι έφηβοι που ασκούνται χρειάζονται περισσότερη πρωτεΐνη ανά kg σωματικής μάζας από τους ενήλικες για την υποστήριξη της ανάπτυξης τους. Αυτό υποδηλώνει ότι τα ενεργά παιδιά και οι έφηβοι είναι πιο αποτελεσματικά στη αξιοποίηση της πρωτεΐνης και επομένως η πρωτεΐνη ορού γάλακτος μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργογονικό βοήθημα για τους εφήβους αθλητές (Moore, 2019). Υπήρξαν περιορισμένες μελέτες που διερευνούν τη χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους, με τις περισσότερες να επικεντρώνονται στην επίδρασή τους στο συνολικό ισοζύγιο πρωτεΐνης (Volterman et al, 2017). Δεδομένου της δημοτικότητας των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης ορού γάλακτος σε έφηβους αθλητές και τα γνωστά οφέλη μπορεί να προσφέρει σε έναν ενήλικο πληθυσμό, πρέπει να γίνουν περισσότερες μελέτες για να εξεταστεί πώς η κατανάλωση πρωτεΐνης ορού γάλακτος επηρεάζει τον εφηβικό πληθυσμό σε θέματα αθλητικής επίδοσης και σύστασης σώματος.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι κάποιες μελέτες έχουν εγείρει ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και σε εφήβους. Στην μελέτη των Arnesen et al, (2022), διαπιστώθηκε ότι η υψηλή πρόσληψη πρωτεϊνών συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο παχυσαρκίας και εμφάνισης αντίστασης στην ινσουλίνη, στους εφήβους. Στην μελέτη των Yager & O'Dea (2014) βρέθηκε ότι οι έφηβοι που κατανάλωναν συμπληρώματα πρωτεΐνης είχαν υψηλότερο κίνδυνο διαταραγμένων διατροφικών

συμπεριφορών και ήταν πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν άλλα συμπληρώματα διατροφής και στεροειδή. Στην προοπτική μελέτη κοορτής των Nagata et al, (2022), στην οποία έλαβαν μέρος 1,535 έφηβοι συμμετέχοντες με μέση ηλικία τα 14.4 ± 2.0 έτη, βρέθηκε ότι η χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε σκόνη κατά την διάρκεια της εφηβείας, σχετίζεται με διπλάσιο έως πενταπλάσιο κίνδυνο χρήσης στεροειδών και άλλων προϊόντων μυϊκής ανάπτυξης στην ενήλικη ζωή.

3.3 Θετικές και αρνητικές επιπτώσεις της χορήγησης συμπληρώματος πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους με χρόνια προβλήματα υγείας

Η επίδραση της κατανάλωσης των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης έχει εξεταστεί και σε πληθυσμούς παιδιών και εφήβων με χρόνια νοσήματα. Τα ευρήματα της μετα-ανάλυσης των Poustie et al, (2003), έδειξαν ότι τα από του στόματος συμπληρώματα πρωτεΐνης δεν είναι αποτελεσματικά στην βελτίωση της διατροφικής κατάστασης των παιδιών με χρόνια νόσο. Στην συστηματική ανασκόπηση των Francis et al, (2015), διερευνήθηκε η επίδραση της χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στην ημερήσια πρόσληψη θρεπτικών ουσιών, στους δείκτες επιβίωσης, στην ποιότητα ζωής και στην εμφάνιση παρενεργειών σε παιδιά με χρόνια νόσο (κυστική ίνωση, νεοπλασία). Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε μόνο στην συνολική ενεργειακή πρόσληψη στους έξι και 12 μήνες, μετά την πρόσληψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης. Οι ερευνητές συνιστούν τη διεξαγωγή επιπρόσθετων, τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών, με μεγαλύτερο δείγμα παιδιών με διαφορετικές χρόνιες παθήσεις. Στην μελέτη των Poustie et al, (2006), όπου συμμετείχαν 102 παιδιά ηλικίας 2-15 ετών, με κυστική ίνωση που ήταν μέτρα υποσιτισμένα, αξιολογήθηκε η επίδραση της λήψης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στην διατροφική κατάσταση, στην αύξηση βάρους, στην περιφέρεια μέσου βραχίονα και στον δείκτη μάζας σώμα τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μακροχρόνια χρήση από του στόματος συμπληρωμάτων πρωτεΐνης δεν οδήγησε σε βελτίωση της διατροφικής κατάστασης και των λοιπών κλινικών παραμέτρων σε παιδιά με κυστική ίνωση που ήταν μέτρια υποσιτισμένα. Τα από του

στόματος ενεργειακά συμπληρώματα πρωτεΐνης δεν θα πρέπει να θεωρούνται ουσιαστικό μέρος της διαχείρισης αυτής της ομάδας παιδιών.

Η παιδιατρική υποθρεψία είναι συχνή στους ασθενείς των παιδιατρικών μονάδων εντατικής θεραπείας (ΜΕΘ) με τον επιπολασμό της να κυμαίνεται από 18%-24% σε παγκόσμιο επίπεδο. Η παιδιατρική υποθρεψία ορίζεται ως η ελλιπής πρόσληψη θρεπτικών συστατικών που οδηγεί σε σημαντικά ελλείμματα ενέργειας, πρωτεϊνών και μικροθρεπτικών συστατικών (Mehta et al, 2012). Η πρωτεϊνική υποθρεψία προκαλείται είτε από την ανεπαρκή πρόσληψη πρωτεϊνών είτε από τον αυξημένο καταβολισμό των πρωτεϊνών. Ο επιπολασμός της πρωτεϊνικής υποθρεψίας είναι έως και 40% στα βαρέως πασχόντα παιδιά (Prince et al, 2014). Ο αυξημένος καταβολισμός της πρωτεΐνης πιθανόν οφείλεται σε έναν συνδυασμό διάφορων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της φλεγμονής, της ακινησίας και της ανεπαρκούς διατροφικής στήριξης. Η ανεπαρκής διατροφή έχει αναφερθεί σε αρκετές μελέτες σε παιδιατρικούς ασθενείς των ΜΕΘ, με τα αναφερόμενα ποσοστά της πρωτεϊνικής ανεπάρκειας να κυμαίνονται από 37% έως 87% (Mehta et al, 2015).

Η ανεπαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης σχετίζεται με φτωχά κλινικά αποτελέσματα σε βαρέως πάσχοντα παιδιά. Σε μια μεγάλης κλίμακας, πολυκεντρική μελέτη κοόρτης, η μειωμένη πρόσληψη πρωτεΐνης κατά ≤60% της συνταγογραφούμενης ποσότητας συσχετίστηκε με μεγαλύτερες πιθανότητες θνησιμότητας σε βαρέως πάσχοντα παιδιά με σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας. που απαιτούν μηχανικό αερισμό (Wong et al, 2017). Τα παιδιά με πρόσληψη πρωτεΐνης τουλάχιστον 1,5 g/kg/ημέρα την 3η ημέρα παραμονής στη ΜΕΘ είχαν χαμηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας. Επιπρόσθετα, η ανεπαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης σχετίζεται με την απώλεια άλιπης μάζας σώματος, με μυϊκή απώλεια, με λειτουργική αναπηρία, με καθυστερημένο απογαλακτισμό, με παρατεταμένη παραμονή στο νοσοκομείο και με αυξημένη θνησιμότητα (Puthucheary et al, 2013).

Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Wong et al, (2022) εξετάστηκε η επίδραση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε βαριά άρρωστα παιδιά με υποθρεψία. Τα δείγμα της μελέτης αποτελούνταν από 70 παιδιά που νοσηλεύονταν σε παιδιατρικές ΜΕΘ στη Σιγκαπούρη, τα οποία χρειάστηκαν επεμβατικό μηχανικό αερισμό για πάνω από 48 ώρες. Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ομάδες με τυχαίο τρόπο. Στην πρώτη ομάδα χορηγήθηκε συμπλήρωμα πρωτεΐνης 1,5 g/kg/ημέρα επιπλέον της τυπικής σίτισης ενώ στη δεύτερη

ομάδα δεν χορηγήθηκε συμπλήρωμα πρωτεΐνης. Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν περιλαμβάνουν τα ποσοστά θνησιμότητας, την διάρκεια παραμονής στη ΜΕΘ, την μυϊκή μάζα και δύναμη και τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις. Τα αποτελέσματα για το ισοζύγιο πρωτεϊνών σε βαρέως πάσχοντα παιδιά δείχνουν τις υψηλότερες ανάγκες σε πρωτεΐνη τις έχουν τα βρέφη και τα μικρότερα παιδιά τα οποία να απαιτούν υψηλότερη πρόσληψη πρωτεϊνών ανά σωματικό βάρος σε σύγκριση με τα μεγαλύτερα παιδιά. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας και μειωμένη απώλεια μυικής μάζας στα παιδιά της πρώτης ομάδας που έλαβε τα συμπληρώματα πρωτεΐνης.

3.4 Χορήγηση συμπληρώματος πρωτεΐνης και βελτίωση της δύναμης παιδιών και εφήβων

Η δύναμη ενός ατόμου στηρίζεται στην ικανότητα των διαφορετικών μυϊκών ομάδων του σώματος να ασκούν δύναμη στις περιπτώσεις κίνησης ή ώθησης φορτίων, εναντίον της βαρύτητας. Η δύναμη παράγεται από την συστολή (σύσπαση) των μυών. Η συστολή των σκελετικών μυών που προσφύονται στα οστά του σκελετού κινεί τα οστά, δίνοντας την δυνατότητα στο σώμα να πραγματοποιεί μια μεγάλη ποικιλία κινήσεων. Οι δυνάμεις συστολής σε κυτταρικό επίπεδο αναπτύσσονται χάρη στην κίνηση εξειδικευμένων ενδοκυτταρικών πρωτεϊνών. Οι διαφορετικές ομάδες μυϊκών κυττάρων συστέλλονται συντονισμένα με αποτέλεσμα να παράγεται έργο και να προκαλείται κίνηση. Η συντονισμένη μυϊκή συστολή των μυών έχει σαν αποτέλεσμα (Frontera & Ochala, 2015):

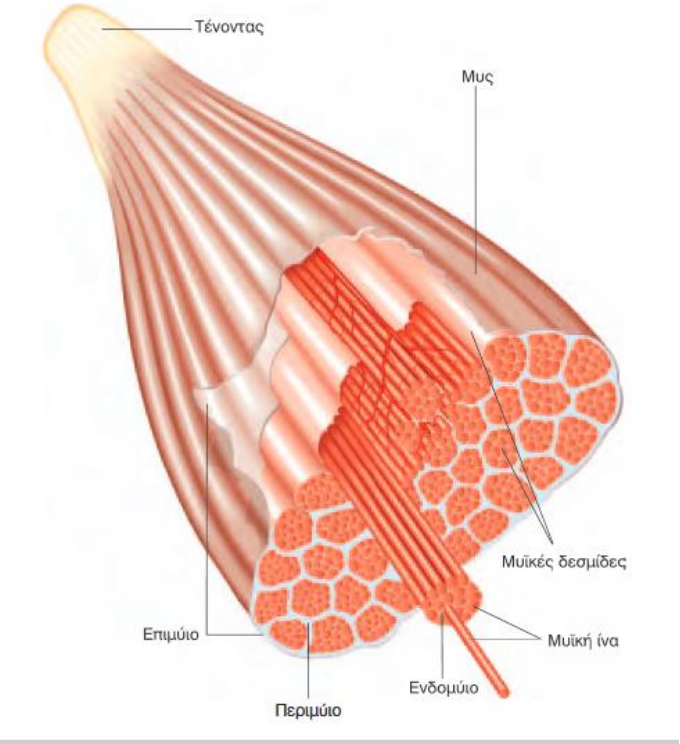
(1) την εκούσια κίνηση διαφορετικών τμημάτων του σώματος (βάδιση, κίνηση άκρων),

(2) τον λεπτό χειρισμό διαφόρων αντικειμένων (οδήγηση, μετακίνηση αντικειμένων),

(3) την προώθηση του περιεχομένου οργάνων που ανήκουν στο γαστρεντερικό σύστημα ή στο κυκλοφορικό σύστημα

(4) την κένωση του περιεχομένου οργάνων στο εξωτερικό περιβάλλον (ούρηση, τοκετός).

Από πλευράς δομής, ο σκελετικός μυς αποτελείται από δέσμες μυϊκών ινών που έχουν την ικανότητα συστολής. Οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από μικρότερες ίνες, τα μυϊκά ινίδια, τα οποία διατάσσονται στα σαρκομερή που αποτελούν τις λειτουργικές μονάδες των σκελετικών μυών. Οι προηγούμενοι μυϊκοί σχηματισμοί περιβάλλονται από συγκεκριμένες μεμβράνες όπως το επιμύιο, το περιμύιο και το ενδομύιο (Vasiliadis, 2015).



Εικόνα 3-1 Ανατομία σκελετικού μυός

(Vasiliadis, 2015)

Οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από μυϊκά κύτταρα τα οποία έχουν μήκος από 1 έως 40 mm. Οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από έναν μεγάλο αριθμό μυοινιδίων που περιβάλλονται από μια μεμβανη, το σαρκείλημμα. Το κυτταρόπλασμό των μυϊκών ινών ονομάζεται σαρκόπλασμα. Τα μυϊκά κύτταρα είναι πολυπύρηνα και χαρακτηρίζονται από τον μεγαλό αριθμό μιτοχονδρίων, ο οποίος εξασφαλίζει την απαραίτητη για την λειτουργία τους ενέργεια. Τα μυοινίδια των μυικών ιστών αποτελούνται από μικρότερες δομικές μονάδες που ονομάζονται μυϊκά νημάτια, τα οποία διακρίνονται στα παχέα και στα λεπτά. Τα μυοινίδια αποτελούνται από χιλιάδες επαναλαμβανόμενες σειρές παχέων και λεπτών νηματίων, τα οποία περιέχουν τις συσταλτές πρωτεΐνες ακτίνη και μυοσίνη (Platzer, 2009).

Κάθε μυϊκό ινίδιο παρουσιάζει εναλλασσόμενες σκοτεινές ζώνες (ζώνες Α) και φωτεινές ζώνες (ζώνες Ι). Οι ζώνες των μυϊκών ινιδίων είναι σε ευθεία γραμμή και παράλληλα η μία με την άλλη, έτσι ώστε να σχηματίζεται οι χαρακτηριστικές γραμμώσεις των σκελετικών μυών, οι οποίες είναι ορατές και με το οπτικό μικροσκόπιο. Τα διαφορετικά μεγέθους νημάτια (παχέα κα λεπτά) επικαλύπτουν το ένα το άλλο και δημιουργούν τις ζώνες Α και Ι. Η χαρακτηριστική μορφολογία των μυϊκών ινιδίων οφείλεται στις διαφορετικές πρωτεΐνες του κυτταροσκελετού. Οι ζώνες Α αποτελούνται από τα άκρα των παχέων νηματίων σε συνδυασμό με τα επιμέρους τμήματα των λεπτών νηματίων. Τα παχέα νημάτια βρίσκονται μόνο κατά μήκος της ζώνης Α. Ουσιαστικά, οι ζώνες Α αρχίζουν από το ακριανό τμήμα των παχέων νηματίων και τελειώνουν στο άλλο άκρο τους. Το μεσαίο τμήμα της ζώνης Α, στο οποίο δεν φτάνουν τα λεπτά νημάτια αποτελεί την ζώνη Η. Στην ζώνη Η, βρίσκονται τα κεντρικά τμήματα των παχέων νηματίων τα οποία δεν έχουν λεπτά νημάτια. Διάφορες βοηθητικές πρωτεΐνες βοηθούν στην διατήρηση της παράλληλης διάταξης των παχέων νηματίων και αποτελούν την γραμμή Μ, που εντοπίζεται στη μέση της ζώνης Η. Κάθε ζώνη Ι αποτελείται από τα υπόλοιπα τμήματα των λεπτών νηματίων, τα οποία δεν επικαλύπτονται από παχέα νημάτια και επομένως δεν περιλαμβάνονται στη ζώνη Α. Στη μέση κάθε ζώνης Ι είναι ορατή μια πυκνή κάθετη γραμμή Z (Z line). Η περιοχή ανάμεσασε δύο γραμμές Z ονομάζεται σαρκομερίδιο και συνιστά τη λειτουργική μονάδα των σκελετικών μυών, δηλαδή το μικρότερο τμήμα του που μπορεί να συσπάται. Η γραμμή Z είναι ένας επίπεδος κυτταροσκελετικός δίσκος που ενώνει τα λεπτά νημάτια των διαφορετικών σαρκομεριδίων. Ένα σαρκομερίδιο που βρίσκεται σε χάλαση έχει μήκος περίπου 2 μm και περιλαμβάνει μια ζώνη Α και τη μισή από από τις δύο ζώνες Ι που εντοπίζονται εκατέρωθεν. Κάθε ζώνη Ι αποτελείται από τα ακριανά τμήματα των λεπτών νηματίων δύο διπλανών σαρκομεριδίων, χωρίς να φτάνει σε όλο το μήκος των λεπτών νηματίων που βρίσκονται σε αυτήν. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, οι μύες αυξάνονται σε μήκος με την προσθήκη νέων σαρκομεριδίων στα άκρα των μυϊκών ινιδίων και όχι με την αύξηση του μεγέθους κάθε σαρκομεριδίου (Vasiliadis, 2015).

Η ενεργοποίηση των σκελετικών μυών λαμβάνει χώρα με τρεις τρόπους, ανάλογα με την δράση των εξωτερικών δυνάμεων και την σχέση της παραγόμενης δύναμης. Ο σκελετικός μυς μπορεί να επιμηκυνθεί, να βραχυνθεί ή να μείνει στο αρχικό μέγεθος του. Αντίστοιχα, εντοπίζονται τρεις διαφορετικοί τύποι είδη μυϊκής δράσης, η πλειομετρική, η μειομετρική και η ισομετρική.

Στην μειομετρική δράση, η δύναμη των μυών που παράγεται είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με την αντίσταση που ασκείται εξωτερικά (Baechle & Earle,2000). Αυτό οδηγεί τα δύο άκρα του μυός, προσφυμένων στα οστά, να έρχονται πιο κοντά μεταξύ τους και έτσι ο σκελετός να κινηθεί. Η μειομετρική δράση πραγματοποιείται ενάντια στην δύναμη της βαρύτητας και οδηγεί σε κινήσεις ανύψωσης και βράχυνση των μυών. Παράδειγμα δραστηριοτήτων που χαρακτηρίζονται από μειομετρική δράση είναι η ποδηλασία και η κολύμβηση. Στην πλειομετρική δράση, τα δύο άκρα του μυός, μετακινούνται σε μεγαλύτερη απόσταση, εξαιτίας της δράσης μιας δύναμης που ασκείται εξωτερικά (Suchomel et al, 2018). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η δύναμη που παράγεται από τον μυ να είναι μικρότερη από την εξωτερική αντίσταση και έτσι να παρατηρείται επιμήκυνση του μυός. Παράδειγμα δραστηριοτήτων που χαρακτηρίζονται από πλειομετρική δράση είναι η προπόνηση με βάρη, στην οποία η δράση των μυών εμποδίζει την κίνηση του βάρους με κατεύθυνση τα κάτω, λόγω της επίδρασης της βαρυτικής δύναμης. Άλλα παραδείγματα πλειομετρικής μυϊκής δράσης είναι η άρση βαρών και η προσγείωση μετά από άλμα (Baechle & Earle, 2000). Στην ισομετρική δράση, το μήκος των μυών παραμένει σταθερό, επειδή οι δυνάμεις που ασκούνται για την επιμήκυνση και για τη βράχυνση των μυών αλληλοεξουδετερώνονται. Παραδείγματα της ισομετρικής δράσης περιλαμβάνουν την άσκηση της δίπλωσης του κορμού κατά την κίνηση του «σταυρού» στους κρίκους και η ανύψωση της μπάρας πάνω από την κεφαλή στο άθλημα της άρσης βαρών (Suchomel et al, 2018).

Η προπόνηση δύναμης ή αλλιώς προπόνησης με αντιστάσεις περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία εξειδικευμένων ασκήσεων με ευρύ φάσμα φορτίων αντίστασης που στοχεύουν στην ενίσχυση της υγείας, της φυσικής κατάστασης και της ευεξίας αλλά και των αθλητικών αποδόσεων (Westcott, 2012).

Η δύναμη και η μυϊκή μάζα σχετίζονται με υψηλές αποδόσεις σε αθλητικό επίπεδο, με υψηλά επίπεδα υγείας και χαμηλά ποσοστά θνησιμότητας ενώ ταυτόχρονα η απώλεια

μυϊκής μάζας μπορεί να οδηγήσει σε ποικίλα προβλήματα υγείας, ειδικά στους ηλικιωμένους (Valenzuela et al, 2019). Πολλές είναι οι επιστημονικές μελέτες που αναφέρουν ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής δύναμης και μάζα, στον ενήλικο πληθυσμό (Ten Haaf et al, 2018; Nunes et al, 2022). Μάλιστα, εντοπίζεται σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην διατροφική πρόσληψη της πρωτεΐνης (>30 g/γεύμα, 2 γεύματα ανά ημέρα) και την αύξηση της μυϊκής μάζας (Loenneke, Loprinzi, Murphy & Phillips, 2016).

Ειδικότερα, η αποτελεσματική πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω της διατροφής παίζει καίριο ρόλο στην υγεία των μυών, καθώς εξασφαλίζει τα απαραίτητα αμινοξέα τα οποία υποστηρίζουν τις αναβολικές δράσεις του μυϊκού ιστού (Gwin et al., 2020). Ένα από τα σημαντικότερα απαραίτητα αμινοξέα με ισχυρή αναβολική δράση είναι η λευκίνη. Τα αμινοξέα προάγουν την έναρξης της πρωτεϊνοσύνθεσης στους μύες μέσω του μοριακού σηματοδοτικού μονοπατιού του συμπλέγματος ραπαμυκίνης- mTORC1 (Bodine, 2022).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα για την επίδραση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στην δύναμη παιδιών ηλικίας από 12 έως 18 ετών. Οι περισσότερες μελέτες που ασχολούνται με το συγκεκριμένο θέμα, χρησιμοποιούν ως δείγμα μελέτης τους παιδιά που ασχολούνται συστηματικά με τον αθλητισμό. Οι περισσότερες μελέτες που διερευνούν τη χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους έχουν πραγματοποιηθεί σε υγιείς αθλητές. Σε υγιή παιδιά και τους εφήβους, η χορήγηση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης έχει συσχετιστεί με θετικές επιπτώσεις. Σε έφηβους αθλητές που έκαναν προπόνηση με αντιστάσεις έχει βρεθεί ότι η πρωτεΐνη ορού γάλακτος βοηθά στην αύξηση της μυϊκής μάζας (Duarte et al, 2020).

Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Laskowski και ο Antosiewicz (2003), συμμετείχαν αθλητές του τζούντο με μέση ηλικία τα 16,8 ± 0,4 έτη. Στην ομάδα παρέμβασης, 12 αθλητές κατανάλωναν 0,5 g/kg μάζα σώματος/ημέρα συμπλήρωμα πρωτεΐνης σόγιας. Στην ομάδα ελέγχου, οι συμμετέχοντες αθλητές με μέση ηλικία τα 15,6 ± 1,3 έτη δεν κατανάλωναν κάποιο συμπλήρωμα πρωτεΐνης και λάμβαναν τις ίδιες θερμίδες με την ομάδα παρέμβασης. Οι συμμετέχοντες συνέχισαν την κανονική τους προπόνηση και μετά τέσσερις εβδομάδες λήψης των συμπληρωμάτων, αναφέρθηκε ότι η ομάδα παρέμβασης παρουσιάζει υψηλότερες αποδόσεις στις δοκιμές VO_2max και Wingate (μέγιστη ισχύς εξόδου και συνολική απόδοση έργου), σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Στην μελέτη των Wilborn et al. (2013), η λήψη συμπληρώματος πρωτεΐνης ορού γάλακτος (24 g) για οκτώ εβδομάδες σε συνδυασμό με προπονήσεις δομημένης αντίστασης είχε σαν αποτέλεσμα την βελτίωση του κατακόρυφου άλματος, του άλματος εις μήκος και της δοκιμής 5-10-5 για την ευκινησία. Σημειώνεται ότι η μελέτη δεν πραγματοποιήθηκε σε αποκλειστικά εφηβικό πληθυσμό, καθώς ο μέσος όρος ηλικία των συμμετεχόντων γυναικών ήταν τα 19± 1,9 έτη.

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν από τους McAdam et al, (2018). Οι συμμετέχοντες με μέση ηλικία τα 18 ± 1 έτος κατανεμήθηκαν τυχαία είτε στην ομάδα που λάμβαναν συμπλήρωμα πρωτεΐνης ορού γάλακτος (77 g/d) είτε στην ομάδα ελέγχου που ακολουθούσε ισοθερμιδική λήψη υδατανθράκων με την ομάδα παρέμβασης. Μετά από οκτώ εβδομάδες βασικής στρατιωτικής εκπαίδευσης, η ομάδα που κατανάλωνε πρωτεΐνη ορού γάλακτος πραγματοποίησε περισσότερα push-ups από την ομάδα ελέγχου.

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες στις οποίες η χορήγηση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης δεν οδήγησε σε κάποιο θετικό αποτέλεσμα, αναφορικά με την μυϊκή δύναμη. Στην μελέτη των McKinlay et al, (2020), διερευνήθηκε η επίδραση της κατανάλωσης πρωτεΐνης ορού γάλακτος μετά από διαλειμματική κολύμβηση υψηλής έντασης (HIIS, high-intensity interval swimming) στη μυϊκή δύναμη, στη μυϊκή βλάβη, στα επίπεδα των φλεγμονώδων κυτοκινώνν και στην απόδοση εφήβων κολυμβητών, ηλικίας από 11 έως 17 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης ορού γάλακτος μετά την άσκηση δεν φαίνεται να έχει πρόσθετο όφελος στους δείκτες μυϊκής δύναμης και αποκατάστασης μετά από την HIIS. Ωστόσο, η πρόσληψη πρωτεΐνης ορού γάλακτος μπορεί να βοηθήσει στην διαχείριση της οξείας φλεγμονώδους απόκρισης των μυών, μετά την άσκηση.

Σκοπός της μελέτης των Thams et al, (2022) ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της κατανάλωσης συμπληρωμάτων βιταμίνης D, κατά τον χειμώνα, και της αυξημένης πρόσληψης γαλακτοκομικών με υψηλή συγκέντρωση πρωτεϊνών στη μυϊκή δύναμη των παιδιών. Στην μελέτη συμμετείχαν 183 υγιή παιδιά 6-8 ετών τα οποία έλαβαν δισκία με 20 μg/ημέρα βιταμίνη D3 ή εικονικό φάρμακο και κατανάλωσαν καθημερινά γιαούρτια με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτείνη (10 g πρωτεΐνη/100 g). Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική μεμονωμένη ή συνδυασμένη επίδραση της λήψης

συμπληρωμάτων βιταμίνης D και/ή της αυξημένης πρόσληψης πρωτεΐνης μέσω της κατανάλωσης γαλακτοκομικών στη μυϊκή δύναμη ή τη σωματική λειτουργία (P > 0,20).

Επιπρόσθετα, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εντοπίζονται λίγες μελέτες στις οποίες αξιολογήθηκε η επίδραση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους με σοβαρά χρόνια προβλήματα υγείας. Στην μελέτη των Bohnert et al, (2021), βρέθηκε ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά με το σύνδρομο Barth, το οποίο χαρακτηρίζεται από την παρουσία καρδιοσκελετικής μυοπάθειας, ουδετεροπενίας και οξονουρίας, βοήθησε στην αύξηση της δύναμης και στην αύξηση της ποιότητας της ζωής τους. Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Krull et al, (2020), αξιολογήθηκε η επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις στην μυϊκή μάζα και την μυϊκή δύναμη παιδιών με καρκίνο, τα οποία έλαβαν συμπληρώματα πρωτεΐνης. Η χαμηλή μυϊκή μάζα και η χαμηλή σωματική απόδοση είναι συχνές καταστάσεις στα παιδιά με καρκίνο. Το δείγμα μελέτης τυχαιοποιήθηκε σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα οι συμμετέχοντες πραγματοποιούσαν προπόνηση αντίστασης με συμπλήρωμα πρωτεΐνης (21 g πρωτεΐνης ορού γάλακτος την ημέρα, 90 kcal) (RT+S) ή προπόνηση αντίστασης με εικονικό φάρμακο (σακχαρόζη, 90 kcal) (RT+P). Τόσο η άλιπη μάζα (P = 0,03) όσο και η δύναμη λαβής (P < 0,001) αυξήθηκαν με την πάροδο του χρόνου.

Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Theis et al, (2021) εξετάστηκε η επίδραση συμπληρώματος λευκίνης στην μυϊκή δύναμη παιδιών με σπαστική εγκεφαλική παράλυση. Οι είκοσι τέσσερις συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία στην ομάδα ελέγχου (n = 12) και στην ομάδα οι οποία λάμβανε καθημερινά για 10 εβδομάδες συμπλήρωμα λευκίνης (192 mg/kg σωματικής μάζας) (n = 12). Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν περιελάμβαναν την μυϊκή δύναμη και τον μυϊκό όγκο των καμπτήρων μυών του αγκώνα και τα επίπεδα φλεγμονής, μέσω της συγκέντρωσης της C-αντιδρώσας πρωτεΐνης (CRP). Μετά από 10 εβδομάδες, σημειώθηκε αύξηση 25,4% στη δύναμη (P = 0,019) και αύξηση 3,6% στον μυϊκό όγκο (P = 0,001) στην ομάδα της λευκίνης, χωρίς αλλαγές στην ομάδα ελέγχου. Επίσης, στην ομάδα παρέμβασης εντοπίστηκε 59,1% μείωση της CRP (P = 0,045). Οι βελτιώσεις στη μυϊκή δύναμη και στον μυϊκό όγκο που παρατηρήθηκαν χάρη στο συμπλήρωμα λευκίνης μπορεί να βοηθήσουν στην ελάττωση της φλεγμονής και στην λειτουργικότητα εφήβων με σπαστική εγκεφαλική παράλυση. Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Scheffers et al, (2023), εξετάστηκε η επίδραση της φυσικής

άσκησης και των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης στην μυϊκή δύναμη παιδιών με την νόσο Pompe ή αλλιώς Γλυκογονίαση τύπου 2 (GSD II) η οποία είναι μια νόσος των λυσοσωμάτων, που επηρεάζει τους σκελετικούς και αναπνευστικούς μύες. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της μυϊκής δύναμης των καμπτήρων του ισχίου, των απαγωγέων του ισχίου, των εκτατών του αγκώνα, των εκτεινόντων του αυχένα, των εκτατών γονάτων.

Συμπεράσματα

Η πρωτεΐνη αποτελεί ένα απαραίτητο διατροφικό συστατικό στη διατροφή του ανθρώπου, καθώς εξασφαλίζει υψηλό ρυθμό ανάπτυξης ειδικά κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, ενισχύει τον μεταβολισμό των οστών και την μυϊκή μάζα, εξασφαλίζει την ανάπτυξη του νευρικού συστήματος και βοηθά στη αύξηση της φυσικής απόδοσης (Passariello et al, 2020).

Τα συμπληρώματα πρωτεϊνών και αμινοξέων που κυκλοφορούν ευρέως στην αγορά απευθύνονται σε αθλητές και άτομα που θέλουν να ενισχύσουν την μυϊκή ανάπτυξη και και την σωματική τους κατάσταση. Είναι γνωστό ότι μια διατροφή με υψηλή πρωτεϊνική περιεκτικότητα βοηθά στην απώλεια βάρους. Ωστόσο, οι τρέχουσες πληροφορίες σχετικά με τη διατροφική σημασία και τις επιδράσεις των συμπληρωμάτων πρωτεϊνών ποικίλλουν και εξαρτώνται από το επίπεδο ατομικής σωματικής δραστηριότητας και τη συνολική διατροφική και μεταβολική κατάσταση του κάθε ατόμου (Kårlund et al, 2019).

Τα άτομα που ακολουθούν έναν ενεργό τρόπο ζωής και οι αθλητές έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε πρωτεΐνες, που είναι απαραίτητες για να διατηρήσουν μια επαρκή πρωτεϊνοσύνθεση και παραγωγή ενέργειας, αυξημένη ανοσοποιητική λειτουργία και καλή λειτουργία του εντέρου. Οι ανάγκες ενός οργανισμού σε πρωτεΐνη αυξάνονται παράλληλα με την αυξανόμενη ένταση και τη διάρκεια μιας έντονης προπονητικής δραστηριότητας. Για αυτό το λόγο, η πρωτεΐνη πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στα γεύματα πριν και μετά την προπόνηση και σε τακτικά χρονικά διαστήματα, κατά τη διάρκεια της ημέρας για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική παροχή απαραίτητων αμινοξέων (Thomas et al, 2016).

Για την ικανοποίηση αυτών των συγκεκριμένων απαιτήσεων, έχουν παραχθεί αρκετά συμπληρώματα πρωτεΐνης, όπως είναι τα συμπληρώματα αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας (βαλίνη, λευκίνη και ισολευκίνη) που χρησιμοποιούνται συχνά από αθλητές και έχει προταθεί η χρήση τους για τη μείωση του μυϊκού πόνου μετά από εντατική άσκηση και για τη βελτίωση της προπονητικής απόδοσης. Η κατανάλωση συμπληρωμάτων BCAA επηρεάζει την παραγωγή και την έκκριση ορισμένων νευροδιαβιβαστών του εγκεφάλου και συνεπώς στην καθυστέρηση της εμφάνιση κόπωσης κατά την άσκηση. Επιπλέον, λόγω της γρήγορης απορρόφησης τους, τα συμπληρώματα

πρωτεΐνης ορού γάλακτος συνιστούν μια δημοφιλή πηγή πρωτεΐνης για τους αθλητές (Clark & Mach, 2016).

Τα αμινοξέα και τα παράγωγά τους χρησιμοποιούνται ευρέως ως συμπληρώματα διατροφής και υπάρχει ένας αριθμός μελετών για τις ευεργετικές τους επιδράσεις σε υγιή αλλά και άτομα με διαφορετικά νοσήματα. Ωστόσο, τα δεδομένα για τις πιθανές παρενέργειές τους, είναι λίγα. Μόνο σποραδικά αναφέρονται οι διάφορες συνέπειες της μακροπρόθεσμης πρόσληψης αμινοξέων. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να διαλευκανθούν οι επιπτώσεις των υψηλών δόσεων και η μακροχρόνια κατανάλωση συμπληρωμάτων αμινοξέων στο ανοσοποιητικό σύστημα, στη λειτουργία του εγκεφάλου, στο ισοζύγιο των μυϊκών πρωτεϊνών, στη σύνθεση τοξικών μεταβολιτών και στην ανάπτυξη νεοπλασμάτων. Επιπρόσθετα, είναι αναγκαίο να εξεταστεί η καταλληλότητα τους υπό ορισμένες συνθήκες και σε διαφορετικές ομάδες του πληθυσμού, όπως είναι τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι, οι έγκυες, οι θηλάζουσες, τα άτομα με διαβήτη και ηπατική νόσο (Holeček, 2016; Holeček, 2022).

Η εξαιρετικά προσοδοφόρα αγορά των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας τεράστιας ποικιλίας συμπληρωμάτων. Αναφορικά με την χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους ηλικίας από 12 έως 18 ετών, οι νεαροί αθλητές είναι εκείνοι που φαίνεται να τα χρησιμοποιούν συχνότερα. Ένα από τα πιο συχνά συμπληρώματα που χρησιμοποιούν οι αθλητές ηλικίας από 12 έως 18 ετών είναι η πρωτεΐνη ορού γάλακτος. Για την ελαχιστοποίηση της εμφάνισης παρενεργειών από την χρήση συμπληρωμάτων, είναι απαραίτητη η εκπαίδευση των νέων αθλητών, των προπονητών και των γονέων σχετικά με πρακτικές αθλητικής διατροφής που εξασφαλίζουν μέγιστη απόδοση σε παιδιά και εφήβους (Whitehouse et al, 2017).

Πολλές είναι οι επιστημονικές μελέτες που δείχνουν ότι η πρόσληψη πρωτεΐνης μέσω συμπληρωμάτων οδηγεί σε αύξηση της μυϊκής δύναμης και της μυϊκής μάζας στον ενήλικο πληθυσμό (Ten Haaf et al, 2018; Nunes et al, 2022). Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, είναι αντιληπτό ότι οι αντίστοιχες μελέτες σε παιδιά και εφήβους είναι λίγες. Σε έφηβους αθλητές που έκαναν προπόνηση με αντιστάσεις έχει βρεθεί ότι η πρωτεΐνη ορού γάλακτος βοηθά στην αύξηση της μυϊκής μάζας (Duarte et al, 2020). Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Laskowski και ο Antosiewicz (2003), οι έφηβοι αθλητές τζούντο μετά τέσσερις εβδομάδες λήψης των συμπληρωμάτων, παρουσίαζαν υψηλότερες αποδόσεις

στις δοκιμές VO_2max και Wingate. Στην μελέτη των Wilborn et al. (2013), η λήψη συμπληρώματος πρωτεΐνης ορού γάλακτος (24 g) για οκτώ εβδομάδες σε συνδυασμό με προπονήσεις δομημένης αντίστασης είχε σαν αποτέλεσμα την βελτίωση του κατακόρυφου άλματος, του άλματος εις μήκος και της δοκιμής ευκινησίας 5-10-5. Στη μελέτη των McAdam et al, (2018), η ομάδα που κατανάλωνε πρωτεΐνη ορού γάλακτος πραγματοποίησε περισσότερα push-ups από την ομάδα ελέγχου. Στην μελέτη των McKinlay et al, (2020), η κατανάλωση πρωτεΐνης ορού γάλακτος μετά την άσκηση δεν φαίνεται να έχει πρόσθετο όφελος στους δείκτες μυϊκής δύναμης και αποκατάστασης μετά από την HIIS έφηβων αθλητών της κολύμβησης. Ωστόσο, η κατανάλωση πρωτεΐνης ορού γάλακτος μπορεί να βοηθήσει στην οξεία φλεγμονώδη απόκριση των μυών μετά την άσκηση.

Επιπρόσθετα, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εντοπίζονται λίγες μελέτες στις οποίες αξιολογήθηκε η επίδραση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά και εφήβους με σοβαρά χρόνια προβλήματα υγείας. Στην μελέτη των Bohnert et al, (2021), αναφέρεται ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά με το σύνδρομο Barth βοήθησε στην αύξηση της δύναμης και στην ενίσχυση της ποιότητας της ζωής τους. Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Krull et al, (2020), βελτιώθηκε σε σημαντικό βαθμό η μυϊκή μάζα και η μυϊκή δύναμη παιδιών με καρκίνο, τα οποία έλαβαν συμπληρώματα πρωτεΐνης. Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Theis et al, (2021) εξετάστηκε η επίδραση συμπληρώματος λευκίνης στην μυϊκή δύναμη παιδιών με σπαστική εγκεφαλική παράλυση. Τα αποτελέσματα έδειξαν η αύξηση της μυϊκής δύναμης και του μυϊκού όγκου που παρατηρήθηκαν χάρη στο συμπλήρωμα λευκίνης μπορεί να μειώσουν την φλεγμονή και να βοηθήσουν στην λειτουργικότητα εφήβων με σπαστική εγκεφαλική παράλυση. Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Scheffers et al, (2023), η λήψη συμπληρωμάτων πρωτεΐνης παιδιών με την νόσο Pompe οδήγησε σε αύξηση της μυϊκής δύναμης των καμπτήρων του ισχίου, των απαγωγέων του ισχίου, των εκτατών του αγκώνα, των εκτεινόντων του αυχένα, των εκτατών γονάτων.

Συμπερασματικά, τα συμπληρώματα πρωτεΐνης μπορούν να είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την αύξηση της μυϊκής δύναμης στους εφήβους, ιδιαίτερα σε εκείνους που κάνουν τακτική προπόνηση με αντιστάσεις. Ωστόσο, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια αυτών των συμπληρωμάτων, ειδικά σε νέους ανθρώπους που

μπορεί να είναι πιο ευάλωτοι στις αρνητικές επιπτώσεις της υψηλής πρόσληψης πρωτεΐνης (Yager & O'Dea, 2014; Nagata et al, 2022),

Είναι σημαντικό για τους έφηβους και τους γονείς τους να συζητήσουν τη χρήση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης με έναν πάροχο υγειονομικής περίθαλψης ή με έναν ειδικό διαιτολόγο για να διασφαλίσουν ότι χρησιμοποιούν αυτά τα συμπληρώματα με ασφάλεια (Svantorp-Tveitenetal, 2021).

Οριοθετήσεις και περιορισμοί της ανασκόπησης ή των μελετών που ανασκοπήθηκαν

Στις μελέτες που ανασκοπήθηκαν, το δείγμα της μελέτης δεν αποτελούνταν μόνο από παιδιά ηλικίας 12 έως 18 ετών. Επιπρόσθετα, σε πολλές από τις μελέτες το δείγμα των συμμετεχόντων ήταν μικρό ενώ η πλειοψηφία των μελετών επικεντρώθηκε σε παιδιά και εφήβους που ασχολούνταν με τον αθλητισμό. Αναφορικά με τις μελέτες που ασχολήθηκαν με την επίδραση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε παιδιά με χρόνια νοσήματα, υπογραμμίζεται ότι τα χρόνια νοσήματα ήταν ποικίλα (καρκίνος, κυστική ίνωση, υποθρεψία στις ΜΕΘ, σπαστική εγκεφαλική παράλυση).

Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Μια επιπρόσθετη πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η διερεύνηση των παραγόντων που παίζουν σημαντικό ρόλο στην αγορά και στην κατανάλωση συμπληρωμάτων διατροφής στα παιδιά και τους εφήβους, συμπεριλαμβανομένων των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στο τρόπο δρασης των διαφορετικών συμπληρωμάτων πρωτεΐνης (π.χ πρωτείνη ορού γάλακτος, συμπληρώματα αμινοξέων και συνδυασμοί τους) σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες νεαρών αθλητών σε διαφορετικά αγωνίσματα, αερόβιας και αναερόβιας άσκησης. Επιπρόσθετες μελέτες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν σε παιδιά και εφήβους όχι μόνο με μεταβολικά νοσήματα, σακχαρώδη διαβήτη και παχυσαρκία άλλα και χρόνια σοβαρά νοσήματα. Αναφορικά με την επίδραση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης, θα μπορούσαν να εξεταστούν διαφορετικές παράμετροι όπως ο δείκτης μάζας σώματος, το σωματικό βάρος, η αθλητική απόδοση σε διάφορα αθλήματα, οι νοητικές λειτουργίες και τα επίπεδα ευεξίας των παιδιών και των εφήβων.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εντοπίζεται ένα χαμηλό επίπεδο γνώσεων παιδιών και εφήβων για την αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης και τον ασφαλή τρόπο χρησιμοποίησης τους. Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την διερεύνηση των συνηθειών χρήσης συμπληρωμάτων πρωτεΐνης από εφήβους που ανήκουν σε διαφορετικές δημογραφικές ομάδες. Χρήσιμες θα είναι οι καλά σχεδιασμένες παρεμβάσεις που θα προωθούν την υγιεινή διατροφή και της λήψης συμπληρωμάτων σε χώρους άσκησης και γυμναστήρια όπου ασκούντα παιδιά και έφηβοι. Ταυτόχρονα, κρίνεται χρήσιμη η οργάνωση ειδικών σεμιναρίων με στόχο την αποτελεσματική πληροφόρηση των γονέων και των παιδιών τους, σε θέματα που αφορούν την υγιεινή διατροφή και την λήψη συμπληρωμάτων.

Βιβλιογραφία

Agostoni, C., Esposito, S., & Nobili, A. (2016). Dietary Supplements in Infants and Children: Only Beneficial?. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, *63*(2), 177–180. https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001180

Albaugh, V. L., Pinzon-Guzman, C., & Barbul, A. (2017). Arginine-Dual roles as an onconutrient and immunonutrient. Journal of surgical oncology, 115(3), 273–280. https://doi.org/10.1002/jso.24490

Ambulkar, P., Hande, P., Tambe, B., Vaidya, V. G., Naik, N., Agarwal, R., & Ganu, G. (2023). Efficacy and safety assessment of protein supplement - micronutrient fortification in promoting health and wellbeing in healthy adults - a randomized placebo-controlled trial. Translational and clinical pharmacology, 31(1), 13–27. https://doi.org/10.12793/tcp.2023.31.e1

Arnesen, E. K., Thorisdottir, B., Lamberg-Allardt, C., Bärebring, L., Nwaru, B., Dierkes, J., Ramel, A., & Åkesson, A. (2022). Protein intake in children and growth and risk of overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. Food & nutrition research, 66, 10.29219/fnr.v66.8242. https://doi.org/10.29219/fnr.v66.8242

Avery, C. L., Howard, A. G., Lee, H. H., Downie, C. G., Lee, M. P., Koenigsberg, S. H., Ballou, A. F., Preuss, M. H., Raffield, L. M., Yarosh, R. A., North, K. E., Gordon-Larsen, P., & Graff, M. (2023). Branched chain amino acids harbor distinct and often opposing effects on health and disease. Communications medicine, 3(1), 172. https://doi.org/10.1038/s43856-023-00382-x

Bacchini, D., Licenziati, M. R., Garrasi, A., Corciulo, N., Driul, D., Tanas, R., Fiumani, P. M., Di Pietro, E., Pesce, S., Crinò, A., Maltoni, G., Iughetti, L., Sartorio, A., Deiana, M., Lombardi, F., Valerio, G. (2015). Bullying and Victimization in Overweight and Obese Outpatient Children and Adolescents: An Italian Multicentric Study. *PloS one*, 10(11), e0142715

Baechle R. Thomas & Earle W. Roger (2000). Essentials of Strength Training and Conditioning-2nd edition. Omaha, Nebraska: Creighton University

Bailey, R. L., Gahche, J. J., Thomas, P. R., & Dwyer, J. T. (2013). Why US children use dietary supplements. Pediatric research, 74(6), 737–741. https://doi.org/10.1038/pr.2013.160

Barretto, J. R., Gouveia, M. A. da C., & Alves, C. (2023). Use of dietary supplements by children and adolescents. Jornal de Pediatria. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.jped.2023.09.008

Bednarz, B., Jaxa-Chamiec, T., Maciejewski, P., Szpajer, M., Janik, K., Gniot, J., Kawka-Urbanek, T., Drozdowska, D., Gessek, J., & Laskowski, H. (2005). Efficacy and safety of oral l-arginine in acute myocardial infarction. Results of the multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled ARAMI pilot trial. Kardiologia polska, 62(5), 421–427.

Blancquaert, L., Everaert, I., Missinne, M., Baguet, A., Stegen, S., Volkaert, A., Petrovic, M., Vervaet, C., Achten, E., DE Maeyer, M., DE Henauw, S., & Derave, W. (2017). Effects of Histidine and β-alanine Supplementation on Human Muscle Carnosine Storage. Medicine and science in sports and exercise, 49(3), 602–609. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001213

Bodine S. C. (2022). The role of mTORC1 in the regulation of skeletal muscle mass. Faculty reviews, 11, 32. https://doi.org/10.12703/r/11-32

Bohnert, K. L., Ditzenberger, G., Bittel, A. J., de Las Fuentes, L., Corti, M., Pacak, C. A., Taylor, C., Byrne, B. J., Reeds, D. N., & Cade, W. T. (2021). Resistance exercise training with protein supplementation improves skeletal muscle strength and improves quality of life in late adolescents and young adults with Barth syndrome: A pilot study. *JIMD reports*, 62(1), 74–84. https://doi.org/10.1002/jmd2.12244

Burke, L. M., Castell, L. M., Casa, D. J., Close, G. L., Costa, R. J. S., Desbrow, B., Halson, S. L., Lis, D. M., Melin, A. K., Peeling, P., Saunders, P. U., Slater, G. J., Sygo, J., Witard, O. C., Bermon, S., & Stellingwerff, T. (2019). International Association of Athletics Federations

Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 29(2), 73–84. https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0065

C. S. Mott Children's Hospital. National Poll on Children's Health: healthy eating and use of dietary supplements in children. 2022; 40(5). [Ανακτήθηκε: 24/02/2024]. Διαθέσιμο: https://mottpoll.org/reports/healthy-eating-and-use-dietary-supplements-children.

Cao, J., Wei, X., Tang, X., Jiang, H., Fan, Z., Yu, Q., Chen, J., Liu, Y., & Li, T. (2013). Effects of egg and vitamin A supplementation on hemoglobin, retinol status and physical growth levels of primary and middle school students in Chongqing, China. Asia Pacific journal of clinical nutrition, 22(2), 214–221. https://doi.org/10.6133/apjcn.2013.22.2.10

Chen, S., Binns, C. W., Maycock, B., Liu, Y., & Zhang, Y. (2014). Prevalence of dietary supplement use in healthy pre-school Chinese children in Australia and China. *Nutrients*, *6*(2), 815–828. https://doi.org/10.3390/nu6020815

Chen, Y., Michalak, M., & Agellon, L. B. (2018). Importance of Nutrients and Nutrient Metabolism on Human Health. *The Yale journal of biology and medicine*, 91(2), 95–103.

Clark, A., & Mach, N. (2016). Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: a systematic review for athletes. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 13, 43. https://doi.org/10.1186/s12970-016-0155-6

Cohen, J. F., Gorski, M. T., Gruber, S. A., Kurdziel, L. B., & Rimm, E. B. (2016). The effect of healthy dietary consumption on executive cognitive functioning in children and adolescents: a systematic review. *The British journal of nutrition*, 116(6), 989–1000. https://doi.org/10.1017/S0007114516002877

Dabrowska, K., Skowronska, K., Popek, M., Obara-Michlewska, M., Albrecht, J., & Zielinska, M. (2018). Roles of Glutamate and Glutamine Transport in Ammonia Neurotoxicity: State of the Art and Question Marks. Endocrine, metabolic & immune disorders drug targets, 18(4), 306–315. https://doi.org/10.2174/1871520618666171219124427

Davani-Davari, D., Karimzadeh, I., Ezzatzadegan-Jahromi, S., & Sagheb, M. M. (2018). Potential Adverse Effects of Creatine Supplement on the Kidney in Athletes and Bodybuilders. Iranian journal of kidney diseases, 12(5), 253–260.

de Luis, D. A., Izaola, O., Aller, R., de la Fuente, B., Bachiller, R., & Romero, E. (2015). Effects of a high-protein/low carbohydrate versus a standard hypocaloric diet on adipocytokine levels and insulin resistance in obese patients along 9 months. Journal of diabetes and its complications, 29(7), 950–954. https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2015.06.002

De Waele, E., Jakubowski, J. R., Stocker, R., & Wischmeyer, P. E. (2021). Review of evolution and current status of protein requirements and provision in acute illness and critical care. Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland), 40(5), 2958–2973. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.12.032

DeCosta, P., Møller, P., Frøst, M. B., & Olsen, A. (2017). *Changing children's eating behaviour - A review of experimental research. Appetite, 113, 327–357.*

Deutz, N. E., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosy-Westphal, A., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Krznariç, Z., Nair, K. S., Singer, P., Teta, D., Tipton, K., & Calder, P. C. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland), 33(6), 929–936. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.04.007

Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2015). Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. Journal of food science, 80 Suppl 1, A8–A15. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12802

Devries, M. C., Sithamparapillai, A., Brimble, K. S., Banfield, L., Morton, R. W., & Phillips, S. M. (2018). Changes in Kidney Function Do Not Differ between Healthy Adults Consuming Higher- Compared with Lower- or Normal-Protein Diets: A Systematic Review and Meta-Analysis. The Journal of nutrition, 148(11), 1760–1775. https://doi.org/10.1093/jn/nxy197

Diehl, K., Thiel, A., Zipfel, S., Mayer, J., Schnell, A., & Schneider, S. (2012). Elite adolescent athletes' use of dietary supplements: characteristics, opinions, and sources of supply and

information. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 22(3), 165–174. https://doi.org/10.1123/ijsnem.22.3.165

Diel, J. D. A. C., Bertoldi, A. D., Pizzol, T. D. S. D., & Grupo PNAUM (2018). Iron salts and vitamins: use, purchase and sources of obtainment among children in Brazil. Cadernos de saude publica, 34(9), e00133317. https://doi.org/10.1590/0102-311X00133317

Diethelm, K., Huybrechts, I., Moreno, L., De Henauw, S., Manios, Y., Beghin, L., Kersting, M. (2014). Nutrient intake of European adolescents: Results of the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *Public Health Nutrition*, 17(3), 486-497. doi:10.1017/S1368980013000463

Dolan, E., Swinton, P. A., Painelli, V. S., Stephens Hemingway, B., Mazzolani, B., Infante Smaira, F., Saunders, B., Artioli, G. G., & Gualano, B. (2019). A Systematic Risk Assessment and Meta-Analysis on the Use of Oral β-Alanine Supplementation. Advances in nutrition (Bethesda, Md.), 10(3), 452–463. https://doi.org/10.1093/advances/nmy115

Duarte, N. M., Cruz, A. L., Silva, D. C., & Cruz, G. M. (2020). Intake of whey isolate supplement and muscle mass gains in young healthy adults when combined with resistance training: a blinded randomized clinical trial (pilot study). The Journal of sports medicine and physical fitness, 60(1), 75–84. https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09741-X

EFSA. (2012). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. EFSA Journal, 10(2), 2557. doi:10.2903/j.efsa.2012.2557

Eisenberg, M. E., Wall, M., & Neumark-Sztainer, D. (2012). Muscle-enhancing behaviors among adolescent girls and boys. Pediatrics, 130(6), 1019–1026. https://doi.org/10.1542/peds.2012-0095

Enright, G., Allman-Farinelli, M., & Redfern, J. (2020). Effectiveness of Family-Based Behavior Change Interventions on Obesity-Related Behavior Change in Children: A Realist Synthesis. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(11), 4099. https://doi.org/10.3390/ijerph17114099

EUFIC. (2016). The Factors That Influence Our Food Choices. Ανακτήθηκε στις 10/7/2023 από https://www.eufic.org/en/healthy-living/article/the-determinants-of-food-choice

Fabresse, N., Gheddar, L., Kintz, P., Knapp, A., Larabi, I. A., & Alvarez, J. C. (2021). Analysis of pharmaceutical products and dietary supplements seized from the black market among bodybuilders. *Forensic science international*, 322, 110771. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110771

Fernandez M. L. (2010). Effects of eggs on plasma lipoproteins in healthy populations. Food & function, 1(2), 156–160. https://doi.org/10.1039/c0fo00088d

Field, A. E., Austin, S. B., Camargo, C. A., Jr, Taylor, C. B., Striegel-Moore, R. H., Loud, K. J., & Colditz, G. A. (2005). Exposure to the mass media, body shape concerns, and use of supplements to improve weight and shape among male and female adolescents. Pediatrics, 116(2), e214–e220. https://doi.org/10.1542/peds.2004-2022

Francis, D. K., Smith, J., Saljuqi, T., & Watling, R. M. (2015). Oral protein calorie supplementation for children with chronic disease. *The Cochrane database of systematic reviews*, *2015*(5), CD001914. https://doi.org/10.1002/14651858.CD001914.pub2

Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). Skeletal muscle: a brief review of structure and function. Calcified tissue international, 96(3), 183–195. https://doi.org/10.1007/s00223-014-9915-y

Garcia-Iborra, M., Castanys-Munoz, E., Oliveros, E., & Ramirez, M. (2023). Optimal Protein Intake in Healthy Children and Adolescents: Evaluating Current Evidence. Nutrients, 15(7), 1683. https://doi.org/10.3390/nu15071683

Gibson E. L. (2018). Tryptophan supplementation and serotonin function: genetic variations in behavioural effects. The Proceedings of the Nutrition Society, 77(2), 174–188. https://doi.org/10.1017/S0029665117004451

Gibson E. L. (2018). Tryptophan supplementation and serotonin function: genetic variations in behavioural effects. The Proceedings of the Nutrition Society, 77(2), 174–188. https://doi.org/10.1017/S0029665117004451

Guo, Y., Fu, X., Hu, Q., Chen, L., & Zuo, H. (2022). The Effect of Leucine Supplementation on Sarcopenia-Related Measures in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of 17 Randomized Controlled Trials. Frontiers in nutrition, 9, 929891. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.929891

Gwin, J. A., Church, D. D., Wolfe, R. R., Ferrando, A. A., & Pasiakos, S. M. (2020). Muscle Protein Synthesis and Whole-Body Protein Turnover Responses to Ingesting Essential Amino Acids, Intact Protein, and Protein-Containing Mixed Meals with Considerations for Energy Deficit. Nutrients, 12(8), 2457. https://doi.org/10.3390/nu12082457

Hall, M., & Trojian, T. H. (2013). Creatine supplementation. Current sports medicine reports, 12(4), 240–244. https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31829cdff2

Holecek M. (2013). Side effects of long-term glutamine supplementation. JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition, 37(5), 607–616. https://doi.org/10.1177/0148607112460682

Holeček M. (2020). Histidine in Health and Disease: Metabolism, Physiological Importance, and Use as a Supplement. Nutrients, 12(3), 848. https://doi.org/10.3390/nu12030848

Holeček M. (2020). Why Are Branched-Chain Amino Acids Increased in Starvation and Diabetes?. Nutrients, 12(10), 3087. https://doi.org/10.3390/nu12103087

Holeček M. (2021). The role of skeletal muscle in the pathogenesis of altered concentrations of branched-chain amino acids (valine, leucine, and isoleucine) in liver cirrhosis, diabetes, and other diseases. Physiological research, 70(3), 293–305. https://doi.org/10.33549/physiolres.934648

Holeček M. (2022). Side effects of amino acid supplements. Physiological research, 71(1), 29–45. https://doi.org/10.33549/physiolres.934790

Holecek, M., & Sispera, L. (2016). Effects of Arginine Supplementation on Amino Acid Profiles in Blood and Tissues in Fed and Overnight-Fasted Rats. Nutrients, 8(4), 206. https://doi.org/10.3390/nu8040206

Holecek, M., Siman, P., Vodenicarovova, M., & Kandar, R. (2016). Alterations in protein and amino acid metabolism in rats fed a branched-chain amino acid- or leucine-enriched diet during postprandial and postabsorptive states. Nutrition & metabolism, 13, 12. https://doi.org/10.1186/s12986-016-0072-3

Huang, J., Ladeiras, D., Yu, Y., Ming, X. F., & Yang, Z. (2021). Detrimental Effects of Chronic L-Arginine Rich Food on Aging Kidney. Frontiers in pharmacology, 11, 582155. https://doi.org/10.3389/fphar.2020.582155

Iannotti, L. L., Lutter, C. K., Bunn, D. A., & Stewart, C. P. (2014). Eggs: the uncracked potential for improving maternal and young child nutrition among the world's poor. Nutrition reviews, 72(6), 355–368. https://doi.org/10.1111/nure.12107

Iannotti, L. L., Lutter, C. K., Stewart, C. P., Gallegos Riofrío, C. A., Malo, C., Reinhart, G., Palacios, A., Karp, C., Chapnick, M., Cox, K., & Waters, W. F. (2017). Eggs in Early Complementary Feeding and Child Growth: A Randomized Controlled Trial. Pediatrics, 140(1), e20163459. https://doi.org/10.1542/peds.2016-3459

Institute of Medicine . Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. The National Academies Press; Washington, DC, USA: 2005. p. 1358.

Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., Hoffman, J. R., … Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 14, 20. https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8

Jagim, A. R., & Kerksick, C. M. (2021). Creatine Supplementation in Children and Adolescents. Nutrients, 13(2), 664. https://doi.org/10.3390/nu13020664

Jovanov, P., Đorđić, V., Obradović, B., Barak, O., Pezo, L., Marić, A., & Sakač, M. (2019). Prevalence, knowledge and attitudes towards using sports supplements among young

athletes. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 16(1), 27. https://doi.org/10.1186/s12970-019-0294-7

Kårlund, A., Gómez-Gallego, C., Turpeinen, A. M., Palo-Oja, O. M., El-Nezami, H., & Kolehmainen, M. (2019). Protein Supplements and Their Relation with Nutrition, Microbiota Composition and Health: Is More Protein Always Better for Sportspeople?. Nutrients, 11(4), 829. https://doi.org/10.3390/nu11040829

Kårlund, A., Gómez-Gallego, C., Turpeinen, A. M., Palo-Oja, O. M., El-Nezami, H., & Kolehmainen, M. (2019). Protein Supplements and Their Relation with Nutrition, Microbiota Composition and Health: Is More Protein Always Better for Sportspeople?. Nutrients, 11(4), 829. https://doi.org/10.3390/nu11040829

Kaufman, M. W., Roche, M., & Fredericson, M. (2022). The Impact of Supplements on Sports Performance for the Trained Athlete: A Critical Analysis. Current sports medicine reports, 21(7), 232–238. https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000972

Kim, H. J., Kim, C. K., Carpentier, A., & Poortmans, J. R. (2011). Studies on the safety of creatine supplementation. Amino acids, 40(5), 1409–1418. https://doi.org/10.1007/s00726-011-0878-2

Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 14, 18. https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z

Krull, M. R., Howell, C. R., Partin, R. E., Lanctot, J., Phipps, S., Klosky, J. L., Carney, G., Mulrooney, D. A., Robison, L. L., Hudson, M. M., & Ness, K. K. (2020). Protein Supplementation and Resistance Training in Childhood Cancer Survivors. *Medicine and science in sports and exercise*, *52*(10), 2069–2077. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002345

Langer, G., & Fink, A. (2014). Nutritional interventions for preventing and treating pressure ulcers. The Cochrane database of systematic reviews, 2014(6), CD003216. https://doi.org/10.1002/14651858.CD003216.pub2

Laskowski, R., & Antosiewicz, J. (2003). Increased adaptability of young judo sportsmen after protein supplementation. The Journal of sports medicine and physical fitness, 43(3), 342–346.

Li, M., , & Liu, F., (2019). Effect of whey protein supplementation during resistance training sessions on body mass and muscular strength: a meta-analysis. Food & function, 10(5), 2766–2773. https://doi.org/10.1039/c9fo00182d

Liu, H., Zhang, S., Zou, H., Pan, Y., Yang, Q., Ouyang, Y., Luo, J., & Lin, Q. (2019). Dietary Supplement Use Among Chinese Primary School Students: A Cross-Sectional Study in Hunan Province. International journal of environmental research and public health, 16(3), 374. https://doi.org/10.3390/ijerph16030374

Liu, P., Shen, W. Q., & Chen, H. L. (2017). Efficacy of arginine-enriched enteral formulas for the healing of pressure ulcers: a systematic review. Journal of wound care, 26(6), 319–323. https://doi.org/10.12968/jowc.2017.26.6.319

Liu, Y., Cotillard, A., Vatier, C., Bastard, J. P., Fellahi, S., Stévant, M., Allatif, O., Langlois, C., Bieuvelet, S., Brochot, A., Guilbot, A., Clément, K., & Rizkalla, S. W. (2015). A Dietary Supplement Containing Cinnamon, Chromium and Carnosine Decreases Fasting Plasma Glucose and Increases Lean Mass in Overweight or Obese Pre-Diabetic Subjects: A Randomized, Placebo-Controlled Trial. PloS one, 10(9), e0138646. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138646

Loenneke, J. P., Loprinzi, P. D., Murphy, C. H., & Phillips, S. M. (2016). Per meal dose and frequency of protein consumption is associated with lean mass and muscle performance. Clinical nutrition, 35(6), 1506-1511.

Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J. M., Corfe, B. M., Green, M. A., Watson, A. W., Williams, E. A., Stevenson, E. J., Penson, S., & Johnstone, A. M. (2018). Protein for Life: Review of

Optimal Protein Intake, Sustainable Dietary Sources and the Effect on Appetite in Ageing Adults. Nutrients, 10(3), 360. https://doi.org/10.3390/nu10030360

Lopez MJ, Mohiuddin SS. Biochemistry, Essential Amino Acids. [Updated 2022 Mar 18]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557845/

Luiking, Y. C., Poeze, M., & Deutz, N. E. (2015). Arginine infusion in patients with septic shock increases nitric oxide production without haemodynamic instability. Clinical science (London, England : 1979), 128(1), 57–67. https://doi.org/10.1042/CS20140343

Lutter, C. K., Iannotti, L. L., & Stewart, C. P. (2018). The potential of a simple egg to improve maternal and child nutrition. Maternal & child nutrition, 14 Suppl 3(Suppl 3), e12678. https://doi.org/10.1111/mcn.12678

Mantzouranis, E., Kakargia, E., Kakargias, F., Lazaros, G., & Tsioufis, K. (2023). The Impact of High Protein Diets on Cardiovascular Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. Nutrients, 15(6), 1372. https://doi.org/10.3390/nu15061372

Matsuoka, R., & Sugano, M. (2022). Health Functions of Egg Protein. Foods (Basel, Switzerland), 11(15), 2309. https://doi.org/10.3390/foods11152309

McAdam, J. S., McGinnis, K. D., Beck, D. T., Haun, C. T., Romero, M. A., Mumford, P. W., Roberson, P. A., Young, K. C., Lohse, K. R., Lockwood, C. M., Roberts, M. D., & Sefton, J. M. (2018). Effect of Whey Protein Supplementation on Physical Performance and Body Composition in Army Initial Entry Training Soldiers. Nutrients, 10(9), 1248. https://doi.org/10.3390/nu10091248

McDowall J. A. (2007). Supplement use by Young Athletes. Journal of sports science & medicine, 6(3), 337–342.

McKinlay, B. J., Theocharidis, A., Adebero, T., Kurgan, N., Fajardo, V. A., Roy, B. D., Josse, A. R., M Logan-Sprenger, H., Falk, B., & Klentrou, P. (2020). Effects of Post-Exercise Whey Protein Consumption on Recovery Indices in Adolescent Swimmers. *International journal*

of environmental research and public health, 17(21), 7761. https://doi.org/10.3390/ijerph17217761

Mehta, N. M., Bechard, L. J., Cahill, N., Wang, M., Day, A., Duggan, C. P., & Heyland, D. K. (2012). Nutritional practices and their relationship to clinical outcomes in critically ill children--an international multicenter cohort study*. Critical care medicine, 40(7), 2204–2211. https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31824e18a8

Mehta, N. M., Bechard, L. J., Zurakowski, D., Duggan, C. P., & Heyland, D. K. (2015). Adequate enteral protein intake is inversely associated with 60-d mortality in critically ill children: a multicenter, prospective, cohort study. The American journal of clinical nutrition, 102(1), 199–206. https://doi.org/10.3945/ajcn.114.104893

Messina, M., Rogero, M. M., Fisberg, M., & Waitzberg, D. (2017). Health impact of childhood and adolescent soy consumption. Nutrition reviews, 75(7), 500–515. https://doi.org/10.1093/nutrit/nux016

Minj, S., Anand, S. (2020). Whey Proteins and Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, and Current Applications. Dairy. 1(3):233-258. https://doi.org/10.3390/dairy1030016

Moore D. R. (2019). Protein Metabolism in Active Youth: Not Just Little Adults. Exercise and sport sciences reviews, 47(1), 29–36. https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000170

Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., Aragon, A. A., Devries, M. C., Banfield, L., Krieger, J. W., & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. British journal of sports medicine, 52(6), 376–384. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608

Nagata, J. M., Hazzard, V. M., Ganson, K. T., Austin, S. B., Neumark-Sztainer, D., & Eisenberg, M. E. (2022). Muscle-building behaviors from adolescence to emerging adulthood: A prospective cohort study. Preventive medicine reports, 27, 101778. https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2022.101778

Ng, A. K., Hairi, N. N., Jalaludin, M. Y., & Majid, H. A. (2019). Dietary intake, physical activity and muscle strength among adolescents: the Malaysian Health and Adolescents Longitudinal Research Team (MyHeART) study. BMJ open, 9(6), e026275. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026275

Nunes, E. A., Colenso-Semple, L., McKellar, S. R., Yau, T., Ali, M. U., Fitzpatrick-Lewis, D., Sherifali, D., Gaudichon, C., Tomé, D., Atherton, P. J., Robles, M. C., Naranjo-Modad, S., Braun, M., Landi, F., & Phillips, S. M. (2022). Systematic review and meta-analysis of protein intake to support muscle mass and function in healthy adults. Journal of cachexia, sarcopenia and muscle, 13(2), 795–810. https://doi.org/10.1002/jcsm.12922

Nyaradi, A., Li, J., Hickling, S., Foster, J., & Oddy, W. H. (2013). The role of nutrition in children's neurocognitive development, from pregnancy through childhood. *Frontiers in human neuroscience*, *7*, 97. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00097

Oka, R. K., Szuba, A., Giacomini, J. C., & Cooke, J. P. (2005). A pilot study of L-arginine supplementation on functional capacity in peripheral arterial disease. Vascular medicine (London, England), 10(4), 265–274. https://doi.org/10.1191/1358863x05vm637oa

O'Neil, A., Quirk, S. E., Housden, S., Brennan, S. L., Williams, L. J., Pasco, J. A., Berk, M., & Jacka, F. N. (2014). Relationship between diet and mental health in children and adolescents: a systematic review. *American journal of public health*, 104(10), e31–e42. https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302110

Passariello, C. L., Marchionni, S., Carcuro, M., Casali, G., Della Pasqua, A., Hrelia, S., Malaguti, M., & Lorenzini, A. (2020). The Mediterranean Athlete's Nutrition: Are Protein Supplements Necessary?. Nutrients, 12(12), 3681. https://doi.org/10.3390/nu12123681

Petróczi, A., Naughton, D. P., Pearce, G., Bailey, R., Bloodworth, A., & McNamee, M. (2008). Nutritional supplement use by elite young UK athletes: fallacies of advice regarding efficacy. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 5, 22. https://doi.org/10.1186/1550-2783-5-22

Piekara, A., Krzywonos, M., & Kaczmarczyk, M. (2020). What Do Polish Parents and Caregivers Think of Dietary Supplements for Children Aged 3-12?. Nutrients, 12(10), 3076. https://doi.org/10.3390/nu12103076

Piri Damaghi, M., Mirzababaei, A., Moradi, S., Daneshzad, E., Tavakoli, A., Clark, C. C. T., & Mirzaei, K. (2022). Comparison of the effect of soya protein and whey protein on body composition: a meta-analysis of randomised clinical trials. The British journal of nutrition, 127(6), 885–895. https://doi.org/10.1017/S0007114521001550

Platzer W. (2009). Εγχειρίδιο Περιγραφικής Ανατομικής. Μετάφραση- Επιμέλεια από Δ. Αρβανίτήσ, Γ. Βλάχος, Π. Κανάρης, Ι. Νούσιος, Δ. Δεμέστιχα. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ Πασχαλίδης

Posthauer, M. E., Banks, M., Dorner, B., & Schols, J. M. (2015). The role of nutrition for pressure ulcer management: national pressure ulcer advisory panel, European pressure ulcer advisory panel, and pan pacific pressure injury alliance white paper. Advances in skin & wound care, 28(4), 175–190. https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000461911.31139.62

Poustie, V. J., Russell, J. E., Watling, R. M., Ashby, D., Smyth, R. L., & CALICO Trial Collaborative Group (2006). Oral protein energy supplements for children with cystic fibrosis: CALICO multicentre randomised controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*, *332*(7542), 632–636. https://doi.org/10.1136/bmj.38737.600880.AE

Poustie, V. J., Watling, R. M., & Smyth, R. L. (2003). Oral protein-energy supplements for children with chronic disease: systematic review. *The Proceedings of the Nutrition Society*, *62*(4), 801–806. https://doi.org/10.1079/PNS2003295

Prince, N. J., Brown, K. L., Mebrahtu, T. F., Parslow, R. C., & Peters, M. J. (2014). Weight-for-age distribution and case-mix adjusted outcomes of 14,307 paediatric intensive care admissions. Intensive care medicine, 40(8), 1132–1139. https://doi.org/10.1007/s00134-014-3381-x

Puglisi, M. J., & Fernandez, M. L. (2022). The Health Benefits of Egg Protein. Nutrients, 14(14), 2904. https://doi.org/10.3390/nu14142904

Puthucheary, Z. A., Rawal, J., McPhail, M., Connolly, B., Ratnayake, G., Chan, P., Hopkinson, N. S., Phadke, R., Dew, T., Sidhu, P. S., Velloso, C., Seymour, J., Agley, C. C., Selby, A., Limb, M., Edwards, L. M., Smith, K., Rowlerson, A., Rennie, M. J., Moxham, J., … Montgomery, H. E. (2013). Acute skeletal muscle wasting in critical illness. JAMA, 310(15), 1591–1600. https://doi.org/10.1001/jama.2013.278481

Réhault-Godbert, S., Guyot, N., & Nys, Y. (2019). The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health. Nutrients, 11(3), 684. https://doi.org/10.3390/nu11030684

Reilly, J.J., Kelly, J. (2011). Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *International Journal of Obesity* (Lond), 35(7), 891-8.

Riley, L. K., Rupert, J., & Boucher, O. (2018). Nutrition in Toddlers. *American family physician*, 98(4), 227–233.

Samal, J. R. K., & Samal, I. R. (2017). Protein supplements: pros and cons. Journal of dietary supplements, 15(3), 365-371. doi: 10.1080/19390211.2017.1353567.

Samal, J. R. K., & Samal, I. R. (2017). Protein Supplements: Pros and Cons. *Journal of Dietary Supplements*, 15(3), 365–371. doi:10.1080/19390211.2017.1353567

Sanlier, N., & Üstün, D. (2021). Egg consumption and health effects: A narrative review. Journal of food science, 86(10), 4250–4261. https://doi.org/10.1111/1750-3841.15892

Sanvictores T, Farci F. Biochemistry, Primary Protein Structure. [Updated 2022 Oct 31]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564343/

Sato, A., Kamei, A., Kamihigashi, E., Dohi, M., Komatsu, Y., Akama, T., & Kawahara, T. (2012). Use of supplements by young elite Japanese athletes participating in the 2010 youth Olympic games in Singapore. Clinical journal of sport medicine : official journal of the

Canadian Academy of Sport Medicine, 22(5), 418–423. https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e318266830a

Saunders, B., Franchi, M., de Oliveira, L. F., da Eira Silva, V., da Silva, R. P., de Salles Painelli, V., Costa, L. A. R., Sale, C., Harris, R. C., Roschel, H., Artioli, G. G., & Gualano, B. (2020). 24-Week β-alanine ingestion does not affect muscle taurine or clinical blood parameters in healthy males. European journal of nutrition, 59(1), 57–65. https://doi.org/10.1007/s00394-018-1881-0

Scheffers, L. E., Somers, O. C., Dulfer, K., Dieleman, G. C., Walet, S., van der Giessen, L. J., van der Ploeg, A. T., van den Hout, J. M. P., van den Berg, L. E., & exercise team (2023). Physical training and high-protein diet improved muscle strength, parent-reported fatigue, and physical quality of life in children with Pompe disease. Journal of inherited metabolic disease, 10.1002/jimd.12607. Advance online publication. https://doi.org/10.1002/jimd.12607

Scotton, W. J., Hill, L. J., Williams, A. C., & Barnes, N. M. (2019). Serotonin Syndrome: Pathophysiology, Clinical Features, Management, and Potential Future Directions. International journal of tryptophan research : IJTR, 12, 1178646919873925. https://doi.org/10.1177/1178646919873925

Segura-García, C., De Fazio, P., Sinopoli, F., De Masi, R., & Brambilla, F. (2014). Food choice in disorders of eating behavior: correlations with the psychopathological aspects of the diseases. Comprehensive psychiatry, 55(5), 1203–1211. https://doi.org/10.1016/j.comppsych.2014.02.013

Shams-White, M. M., Chung, M., Du, M., Fu, Z., Insogna, K. L., Karlsen, M. C., LeBoff, M. S., Shapses, S. A., Sackey, J., Wallace, T. C., & Weaver, C. M. (2017). Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. The American journal of clinical nutrition, 105(6), 1528–1543. https://doi.org/10.3945/ajcn.116.145110

Shen F, Sergi C. Biochemistry, Amino Acid Synthesis and Degradation. [Updated 2023 Jan 11]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559250/

Sobol-Goldberg, S., & Rabinowitz, J. (2016). Association of childhood and teen school performance and obesity in young adulthood in the US National Longitudinal Survey of Youth. *Preventive Medicine*, 89, 57–63.

Song, M., Fung, T. T., Hu, F. B., Willett, W. C., Longo, V. D., Chan, A. T., & Giovannucci, E. L. (2016). Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA internal medicine*, 176(10), 1453–1463. https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.4182

Stănciuc, N., Creţu, A. A., Banu, I., & Aprodu, I. (2018). Advances on the impact of thermal processing on structure and antigenicity of chicken ovomucoid. Journal of the science of food and agriculture, 98(8), 3119–3128. https://doi.org/10.1002/jsfa.8813

Stierman, B., Mishra, S., Gahche, J. J., Potischman, N., & Hales, C. M. (2020). Dietary Supplement Use in Children and Adolescents Aged ≤19 Years - United States, 2017-2018. MMWR. Morbidity and mortality weekly report, 69(43), 1557–1562. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6943a1

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 48(4), 765–785. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z

Svantorp-Tveiten, K. M. E., Friborg, O., Torstveit, M. K., Mathisen, T. F., Sundgot-Borgen, C., Rosenvinge, J. H., Bratland-Sanda, S., Pettersen, G., &Sundgot-Borgen, J. (2021). Protein, Creatine, and Dieting Supplements Among Adolescents: Use and Associations With Eating Disorder Risk Factors, Exercise-, and Sports Participation, and Immigrant Status. Frontiers in sports and active living, 3, 727372. https://doi.org/10.3389/fspor.2021.727372

Swann J. P. (2016). The history of efforts to regulate dietary supplements in the USA. Drug testing and analysis, 8(3-4), 271–282. https://doi.org/10.1002/dta.1919

Swann J. P. (2016). The history of efforts to regulate dietary supplements in the USA. Drug testing and analysis, 8(3-4), 271–282. https://doi.org/10.1002/dta.1919

Tagawa, R., Watanabe, D., Ito, K., Otsuyama, T., Nakayama, K., Sanbongi, C., & Miyachi, M. (2022). Synergistic Effect of Increased Total Protein Intake and Strength Training on Muscle Strength: A Dose-Response Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Sports medicine - open, 8(1), 110. https://doi.org/10.1186/s40798-022-00508-w

Ten Haaf, D. S. M., Nuijten, M. A. H., Maessen, M. F. H., Horstman, A. M. H., Eijsvogels, T. M. H., & Hopman, M. T. E. (2018). Effects of protein supplementation on lean body mass, muscle strength, and physical performance in nonfrail community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. The American journal of clinical nutrition, 108(5), 1043–1059. https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy192

Thalacker-Mercer, A. E., & Gheller, M. E. (2020). Benefits and Adverse Effects of Histidine Supplementation. The Journal of nutrition, 150(Suppl 1), 2588S–2592S. https://doi.org/10.1093/jn/nxaa229

Thams, L., Hvid, L. G., Stounbjerg, N. G., Brønd, J. C., Mølgaard, C., Damsgaard, C. T., & Hansen, M. (2022). Vitamin D supplementation and increased dairy protein intake do not affect muscle strength or physical function in healthy 6-8-year-old children: the D-pro randomized trial. European journal of nutrition, 61(7), 3613–3623. https://doi.org/10.1007/s00394-022-02912-0

Theis, N., Brown, M. A., Wood, P., & Waldron, M. (2021). Leucine Supplementation Increases Muscle Strength and Volume, Reduces Inflammation, and Affects Wellbeing in Adults and Adolescents with Cerebral Palsy. The Journal of nutrition, 151(1), 59–64. https://doi.org/10.1093/jn/nxaa006

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 116(3), 501–528. https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006

US Department of Health and Human Services; US Department of Agriculture. 2015–2020 Dietary Guidelines for Americans. 8th ed. Washington, DC; 2015. https://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/

Valenzuela, P. L., Morales, J. S., Emanuele, E., Pareja-Galeano, H., & Lucia, A. (2019). Supplements with purported effects on muscle mass and strength. European journal of nutrition, 58(8), 1-26. doi.org/10.1007/s00394-018-1882-z

Van Elswyk, M. E., Weatherford, C. A., & McNeill, S. H. (2018). A Systematic Review of Renal Health in Healthy Individuals Associated with Protein Intake above the US Recommended Daily Allowance in Randomized Controlled Trials and Observational Studies. Advances in nutrition (Bethesda, Md.), 9(4), 404–418. https://doi.org/10.1093/advances/nmy026

Vanga, Sai Kranthi. (2014). Thermal and electric field effects on peanut protein using Molecular modeling and In-vitro digestibility. https://www.researchgate.net/publication/280312150_Thermal_and_electric_field_effects_on_peanut_protein_using_Molecular_modeling_and_In-vitro_digestibility

Vasiliadis K. (2015). Εισαγωγή στην φυσιολογία του ανθρώπου.

Volterman, K. A., Moore, D. R., Breithaupt, P., Grathwohl, D., Offord, E. A., Karagounis, L. G., & Timmons, B. W. (2017). Timing and pattern of postexercise protein ingestion affects whole-body protein balance in healthy children: a randomized trial. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 42(11), 1142–1148. https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0185

Westcott W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. Current sports medicine reports, 11(4), 209–216. https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8

Whitehouse, G., & Lawlis, T. (2017). Protein supplements and adolescent athletes: A pilot study investigating the risk knowledge, motivations and prevalence of use. Nutrition & Dietetics, 74(5), 509–515

Whitehouse, G., & Lawlis, T. (2017). Protein supplements and adolescent athletes: A pilot study investigating the risk knowledge, motivations and prevalence of use. Nutrition & dietetics: the journal of the Dietitians Association of Australia, 74(5), 509–515. https://doi.org/10.1111/1747-0080.12367

Wiens, K., Erdman, K. A., Stadnyk, M., & Parnell, J. A. (2014). Dietary supplement usage, motivation, and education in young, Canadian athletes. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 24(6), 613–622. https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0087

Wierzejska R. E. (2021). Dietary Supplements-For Whom? The Current State of Knowledge about the Health Effects of Selected Supplement Use. International journal of environmental research and public health, 18(17), 8897. https://doi.org/10.3390/ijerph18178897

Wierzejska R. E. (2021). Dietary Supplements-For Whom? The Current State of Knowledge about the Health Effects of Selected Supplement Use. International journal of environmental research and public health, 18(17), 8897. https://doi.org/10.3390/ijerph18178897

Wijaya, C. H., Wijaya, W., & Mehta, B. M. (2015). General Properties of Major Food Components. In Handbook of Food Chemistry (pp. 1–32). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41609-5_35-1

Wilborn, C. D., Taylor, L. W., Outlaw, J., Williams, L., Campbell, B., Foster, C. A., Smith-Ryan, A., Urbina, S., & Hayward, S. (2013). The Effects of Pre- and Post-Exercise Whey vs. Casein Protein Consumption on Body Composition and Performance Measures in Collegiate Female Athletes. Journal of sports science & medicine, 12(1), 74–79.

Wong, A. W., Magnuson, B. A., Nakagawa, K., & Bursey, R. G. (2011). Oral subchronic and genotoxicity studies conducted with the amino acid, L-glutamine. Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 49(9), 2096–2102. https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.05.023

Wong, J. J. M., Ong, J. S. M., Ong, C., Allen, J. C., Gandhi, M., Fan, L., Taylor, R., Lim, J. K. B., Poh, P. F., Chiou, F. K., & Lee, J. H. (2022). Protein supplementation versus standard feeds

in underweight critically ill children: a pilot dual-centre randomised controlled trial protocol. BMJ open, 12(1), e047907. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-047907

Wong, J. J., Han, W. M., Sultana, R., Loh, T. F., & Lee, J. H. (2017). Nutrition Delivery Affects Outcomes in Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome. JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition, 41(6), 1007–1013. https://doi.org/10.1177/0148607116637937

Woźniak, D., Przysławski, J., Banaszak, M., & Drzymała-Czyż, S. (2022). Dietary Supplements among Children Ages 0-3 Years in Poland-Are They Necessary?. Foods (Basel, Switzerland), 12(1), 16. https://doi.org/10.3390/foods12010016

Wu G. (2016). Dietary protein intake and human health. Food & function, 7(3), 1251–1265. https://doi.org/10.1039/c5fo01530h

Wu, G. (2016). Dietary protein intake and human health. Food & Function, 7(3), 1251–1265. doi:10.1039/c5fo01530h

Yager, Z., & McLean, S. (2020). Muscle building supplement use in Australian adolescent boys: relationships with body image, weight lifting, and sports engagement. BMC pediatrics, 20(1), 89. https://doi.org/10.1186/s12887-020-1993-6.

Yager, Z., & O'Dea, J. A. (2014). Relationships between body image, nutritional supplement use, and attitudes towards doping in sport among adolescent boys: implications for prevention programs. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 11(1), 13. https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-13

Yanovski J. A. (2015). Pediatric obesity. An introduction. Appetite, 93, 3-12.

Yoon M. S. (2016). The Emerging Role of Branched-Chain Amino Acids in Insulin Resistance and Metabolism. Nutrients, 8(7), 405. https://doi.org/10.3390/nu8070405

Zhang, X. W., Yang, Z., Li, M., Li, K., Deng, Y. Q., & Tang, Z. Y. (2016). Association between dietary protein intake and risk of stroke: A meta-analysis of prospective studies. International journal of cardiology, 223, 548–551. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.08.106

Ελληνική βιβλιογραφία

Λινού, Α. (2014). Εθνικός Διατροφικός Οδηγός για βρέφη, παιδιά και εφήβους. Επιστημονική τεκμηρίωση. Ινστιτούτο Προληπτικής Περιβαλλοντικής και Εργασιακής Ιατρικής, Εκδόσεις Prolepsis Εκτυπώσεις

Οδηγία 2002/46/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών περί των συμπληρωμάτων διατροφής. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0046-20150402&from=ES

Οδηγία 2002/46/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίουγια την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών περί των συμπληρωμάτων διατροφής. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0046-20150402&from=ES