



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΝΟΣΟ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Οι επιδράσεις των ω-3 λιπαρών οξέων στους ηλικιωμένους με
σαρκοπενία»**

Θωμάς Νταραράς, Νοσηλευτής ΠΕ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Σγάντζος Μάρκος, Αναπληρωτής Καθηγητής Ανατομίας-Ιστορίας της Ιατρικής, Τμήμα Ιατρικής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Επιβλέπων Καθηγητής

Καψωριτάκης Ανδρέας, Καθηγητής Παθολογίας-Γαστρεντερολογίας, Τμήμα Ιατρικής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Μπόγδανος Δημήτριος, Καθηγητής Παθολογίας και Αυτοάνοσων Νοσημάτων, Τμήμα Ιατρικής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Λάρισα, 2022



**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF MEDICINE
POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM
NUTRITION IN HEALTH AND DISEASE**



DIPLOMA THESIS

“The effects of omega 3 fatty acids in the elderly with sarcopenia”

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	3
<i>Ευχαριστίες</i>	5
Περίληψη	6
Abstract	7
Εισαγωγή.....	8
Κεφάλαιο 1 ^ο : Σαρκοπενία	10
1.1. Ορισμός-Ταξινόμηση.....	10
1.2. Σημεία και συμπτώματα	10
1.3. Αιτίες.....	11
1.4. Παθοφυσιολογία	12
1.5. Διάγνωση.....	12
1.6 Διαχείριση	14
1.6.1. Άσκηση.....	14
1.6.2. Φάρμακα.....	14
1.6.3. Διατροφή.....	15
1.6.4. Συμπληρώματα.....	15
1.7. Επιδημιολογία.....	16
1.8. Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία	17
1.9. Έρευνα	17
Κεφάλαιο 2 ^ο : Ωμέγα-3 λιπαρά οξέα	19
2.1. Εισαγωγικά Στοιχεία	19
2.2. Συνιστώμενη Πρόσληψη	20
2.3. Πηγές Πρόσληψης	21
2.3.1. Διατροφή.....	21
2.3.2. Συμπληρώματα Διατροφής	22
2.4. Ωμέγα-3 και Υγεία	23

2.4.1. Καρδιαγγειακά νοσήματα	23
2.4.2. Υγεία βρεφών και Νευροανάπτυξη	23
2.4.3. Πρόληψη του καρκίνου	24
2.4.3.1 Καρκίνος του παχέος εντέρου	24
2.4.3.2 Καρκίνος του μαστού	24
2.4.3.3 Καρκίνος του προστάτη	24
2.4.4. Νόσος Alzheimer, Άνοια και Γνωστική λειτουργία	25
2.4.5. Ρευματοειδής αρθρίτιδα	25
2.4.6. Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου II	26
Κεφάλαιο 3 ^ο : 3 ^η ηλικία	27
3.1. Εισαγωγικά Στοιχεία	27
3.2. Αλλαγές	27
3.2.1. Φυσικές αλλαγές	27
3.2.2. Ψυχικές αλλαγές	27
3.3. Συχνά προβλήματα υγείας	28
3.3.1. Σωματικές παθήσεις	28
3.3.2. Ψυχικές παθήσεις	28
3.4. Σαρκοπενία: Ηλικία και Φύλο	28
Κεφάλαιο 4 ^ο : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	30
4.1. Στόχοι Έρευνας	30
4.2. Υλικό και μέθοδος	30
4.3. Αποτελέσματα	30
Διάγραμμα Ροής 1.	32
<i>Ανάλυση Αποτελεσμάτων</i>	41
Κεφάλαιο 5 ^ο : Συζήτηση - Συμπεράσματα	45
Βιβλιογραφία	48

Ευχαριστίες

Μέσα από αυτές τις λίγες γραμμές, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν για την εκπόνηση και την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Η εκπόνηση της εργασίας αυτής ήταν μια πρόκληση για μένα διότι είναι η βασική προϋπόθεση για την ολοκλήρωση του κύκλου σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Πρώτα από όλα θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου, κ. Σγάντζο Μάρκο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την ανάθεση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας. Το αμείωτο ενδιαφέρον, οι υποδείξεις, η καθοδήγηση, η προθυμία του και η συμπαράστασή του κατά τη συγγραφή της εργασίας, ήταν καθοριστική. Θερμές ευχαριστίες απευθύνω σε όλους τους καθηγητές που είχα όλα τα χρόνια της ακαδημαϊκής μου ζωής, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν και με έκαναν καλύτερο άνθρωπο.

Ένα μεγάλο και εγκάρδιο ευχαριστώ στους καρδιακούς μου φίλους για τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, όπως επίσης, σε όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Τέλος ένα τεράστιο ευχαριστώ αξίζουν δύο ήρωες της καθημερινότητάς μου, οι γονείς μου, που με στηρίζουν ηθικά και οικονομικά όλα αυτά τα χρόνια, δίνοντάς μου κουράγιο να προχωρώ και τελικά να επιτύχω τους στόχους μου.

Περίληψη

Εισαγωγή: Υπάρχει ένας αυξανόμενος όγκος στοιχείων που συνδέουν τη διατροφή με τη μυϊκή μάζα, τη δύναμη και τη λειτουργία σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας, υποδηλώνοντας ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην πρόληψη όσο και στη διαχείριση της σαρκοπενίας.

Σκοπός: Η διερεύνηση των επιδράσεων της κατανάλωσης συμπληρωμάτων Ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στους ηλικιωμένους με σαρκοπενία.

Υλικό/Μέθοδος: Η παρούσα μελέτη είναι μια βιβλιογραφική ανασκόπηση η οποία αποτελεί μέθοδο συλλογής, ανασκόπησης και σύνθεσης δεδομένων από έναν καθορισμένο με συγκεκριμένα κριτήρια αριθμό πηγών. Έπειτα από εκτενή έρευνα μεγάλου διαστήματος και μελέτη πληθώρα άρθρων 13 μελέτες συμπεριλήφθησαν.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα ήταν αντικρουόμενα. Η πλειοψηφία των μελετών βρίσκει μια συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης συμπληρωμάτων Ωμέγα-3 λιπαρών οξέων και της σαρκοπενίας. Ωστόσο εξαιτίας πολλών παραγόντων δεν μπορούν, προς το παρόν, να διεξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Συμπεράσματα: Παρά τα ευρήματα, όλες οι μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα πως είναι ανάγκη ύπαρξης περισσότερων και μεγαλύτερων δειγματικά μελετών με επιπλέον παράγοντες υπόψη.

Λέξεις κλειδιά: σαρκοπενία, ηλικιωμένοι/τρίτη ηλικία, ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, συμπληρώματα διατροφής

Abstract

Introduction: There is a growing body of evidence linking diet to muscle mass, strength and function in older adults, suggesting that it plays an important role in both the prevention and management of sarcopenia.

Purpose: To investigate the effects of omega-3 fatty acid supplementation in the elderly with sarcopenia.

Material / Method: The present study is a bibliographic review which is a method of collecting, reviewing and synthesizing data from a number of criteria defined by specific criteria. After extensive research and study of a plethora of articles 13 studies were included.

Results: The results were contradictory. The majority of studies find a correlation between omega-3 fatty acid supplementation and sarcopenia. However, due to many factors, safe conclusions cannot be drawn at this time.

Conclusions: Despite the findings, all studies conclude that there is a need for more and larger sample studies with additional factors in mind.

Keywords: sarcopenia, elderly / elderly, omega-3 fatty acids, dietary supplements

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η σαρκοπενία έχει γίνει μια σημαντική κατάσταση δημόσιας υγείας και ως εκ τούτου έχει μεγάλη κλινική σημασία. Ωστόσο, ο ρόλος της διατροφής, και πιο συγκεκριμένα της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, στη σαρκοπενία παραμένει ασαφής (1). Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της ασθένειας είναι το σύνδρομο απώλειας μυών, το οποίο χαρακτηρίζεται από μια προοδευτική και συστηματική εκφυλιστική απώλεια της μάζας των σκελετικών μυών, της ποιότητας όπως και της δύναμης που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής διαδικασίας γήρανσης ενός ατόμου.

Οι ασθενείς με σαρκοπενία, υποφέρουν κυρίως από απώλεια μυϊκής δύναμης και εξασθένηση κινητικότητας, η οποία μειώνει την ποιότητα ζωής τους, με αποτέλεσμα υψηλότερη νοσηρότητα (πτώσεις, κατάγματα, μεταβολικές παθήσεις) και θνησιμότητα. Αρκετοί μηχανισμοί έχουν αναλυθεί ως η αιτία της σαρκοπενίας, που περιλαμβάνουν διαφορετικά επίπεδα μυϊκής φυσιολογίας (2). Η σαρκοπενία επιβάλλει σημαντική επιβάρυνση στη νοσηρότητα, τη θνησιμότητα και το κοινωνικοοικονομικό κόστος. Ως εκ τούτου, μπορεί να ειπωθεί ότι χρειάζονται κατάλληλες προληπτικές και θεραπευτικές στρατηγικές (3).

Οι ηλικιωμένοι και τα άτομα με σαρκοπενία παρουσιάζουν πολυνοσηρότητα και αρκετά περίπλοκες ανάγκες που ασκούν τεράστια πίεση στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Στις περίπλοκες ανάγκες των ασθενών αυτών, συγκαταλέγεται και η παρουσία της φλεγμονής στους ασθενείς, η οποία θα μπορούσε είτε να αποτελέσει κύρια αιτία της σαρκοπενίας είτε να συνδράμει στην εξέλιξη της νόσου. Οι αποτελεσματικές διατροφικές παρεμβάσεις μπορεί να είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των ειδικών για την αντιμετώπιση των αναγκών των ασθενών, τη βελτίωση των κλινικών αποτελεσμάτων και τη μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης (4). Τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα είναι γνωστό ότι μειώνουν την ήδη υπάρχουσα φλεγμονή και προάγουν τη διάσπασή της, υποδηλώνοντας ότι παίζει ευεργετικό ρόλο σε διάφορες θεραπευτικές περιοχές. Μια ομάδα ειδικών εξέτασε δεδομένα για τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα σε συγκεκριμένη πληθυσμιακή κατηγορία ασθενών.

Η χρήση των ω-3 λιπαρών οξέων έχει αναγνωριστεί με πολλά οφέλη για την υγεία ατόμων σε διάφορες καταστάσεις που σχετίζονται με απώλεια μυϊκής μάζας λόγω ηλικίας και ασθένειας, θεραπείας καρκίνου, χειρουργικούς ασθενείς και κρίσιμων ασθενειών (4). Σε αυτό το σημείο, πρέπει να σημειωθεί ότι τα δεδομένα για τις επιδράσεις των ωμέγα-3 είναι ασυνεπή σε πολλές περιπτώσεις λόγω πολλών διαφορετικών παραγόντων μεταξύ των δοκιμών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τη δόση, τον χρόνο και τη διάρκεια (5).

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για τα λιπαρά οξέα ως τροποποιήσιμοι παράγοντες διατήρησης της μυϊκής υγείας λόγω των αντιφλεγμονωδών ιδιοτήτων τους. Σε μια μελέτη των Jang και συν.(2020), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα λιπαρά οξέα μπορεί να έχουν προστατευτική επίδραση στην ομοιόσταση των μυών στους ανθρώπους. Οι ερευνητές πιστεύουν ότι απαιτούνται

περαιτέρω καλά σχεδιασμένες μελέτες μεγάλης κλίμακας για την κατανόηση του ρόλου των λιπαρών οξέων στην αξιολόγηση του κινδύνου σαρκοπενίας (6). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα μπορούν να χαρακτηριστούν ως εναλλακτικός θεραπευτικός παράγοντας για τη σαρκοπενία λόγω των αντιφλεγμονωδών ιδιοτήτων τους.

Αυτές οι ιδιότητες στοχεύουν στη χρόνια φλεγμονή που σχετίζεται με την ηλικία και πιστεύεται ότι συμβάλλουν στην ανάπτυξη σαρκοπενίας. Επιπλέον, τα ωμέγα-3 πιστεύεται ότι μπορεί να έχουν αναβολικά αποτελέσματα στους μύς και μειώνουν την αντίσταση στην ινσουλίνη (3). Η πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων συσχετίστηκε αντιστρόφως με τη σαρκοπενία σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας με διαβήτη τύπου 2 (7). Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα είναι ωφέλιμα σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας με μειωμένη μυϊκή μάζα (3). Συμπερασματικά, η σαρκοπενία είναι μια ασθένεια που σχετίζεται με τη γήρανση και τις χρόνιες ασθένειες και τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα είναι μια άλλη μορφή πρόληψης και βελτίωσης των κλινικών εκδηλώσεων της σαρκοπενίας λόγω των υποσχόμενων αντιφλεγμονωδών επιδράσεών τους.

Κεφαλαίο 1^ο : Σαρκοπενία

1.1. Ορισμός-Ταξινόμηση

Η «σαρκοπενία» αναφέρεται ως η μυϊκή απώλεια (ή ατροφία) που συμβαίνει με τη γήρανση ή/και την ακινησία. Περιλαμβάνει την εκφυλιστική απώλεια σκελετικής μυϊκής μάζας καθώς επίσης και τη μείωση της δύναμης. Το European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) (2019), έχει αναπτύξει έναν ευρύ κλινικό ορισμό της σαρκοπενίας, ο οποίος ορίζεται ως: μια προοδευτική και γενικευμένη διαταραχή των σκελετικών μυών, η οποία σχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα ανεπιθύμητων εκβάσεων, όπως οι πτώσεις, τα κατάγματα, η σωματική αναπηρία και η θνησιμότητα (8).

Σύμφωνα με την ταξινόμηση της EWGSOP η σαρκοπενία κατηγοριοποιείται σε πρωτοπαθή, εξαρτώμενη με την ηλικία, και δευτεροπαθή που σχετίζεται με την μειωμένη σωματική δραστηριότητα, με τα νοσήματα και με τις διατροφικές συνήθειες (8) .

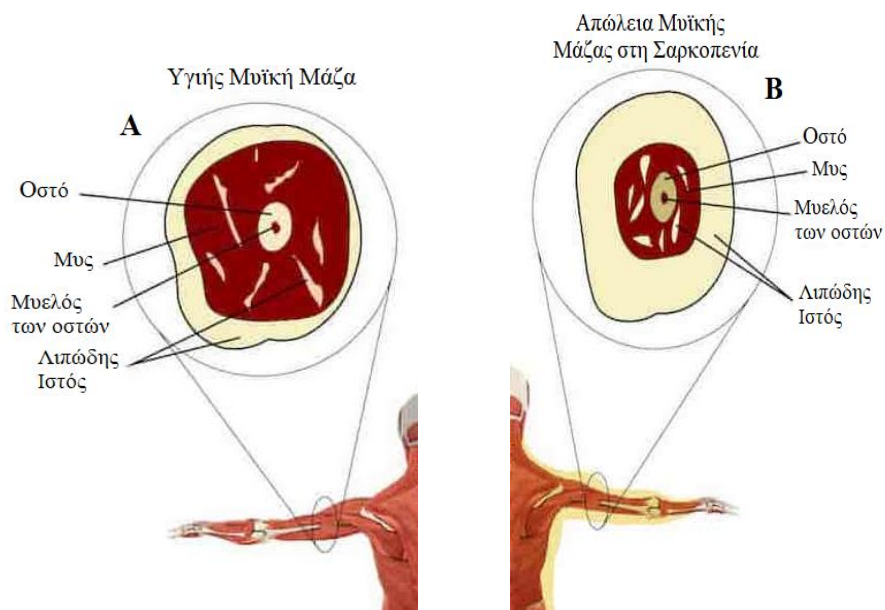
Η μυϊκή απώλεια έχει συσχετιστεί με αλλαγές που συμβαίνουν στις οδούς σηματοδότησης της σύνθεσης των μυών και ο ρυθμός της εξαρτάται από τη διατροφή του ατόμου, το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας του, τις συννοσηρότητες και άλλους παράγοντες. Διακρίνεται από την καχεξία, στην οποία οι μυς υποβαθμίζονται μέσω της αποικοδόμησης που προκαλείται από την κυτοκίνη, αν και οι δύο συνθήκες μπορεί να συνυπάρχουν (9). Η σαρκοπενία μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ποιότητα ζωής, πτώσεις, κατάγματα και αναπηρία (10).

Η σαρκοπενία είναι ένας παράγοντας στην αλλαγή της σύστασης του σώματος που σχετίζεται με τη γήρανση του πληθυσμού με ορισμένες μυϊκές περιοχές αναμένεται να επηρεάζονται πρώτα· συγκεκριμένα ο πρόσθιος μηρός και οι κοιλιακοί μύες (11). Σε πληθυσμιακές μελέτες, ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) φαίνεται να μειώνεται στους ηλικιωμένους πληθυσμούς ενώ η ανάλυση βιοηλεκτρικής σύνθετης αντίστασης (BIA) δείχνει αύξηση του ποσοστού σωματικού λίπους (12). Ο όρος σαρκοπενία προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «σαρξ» και «πενία» δηλαδή έλλειψη/φτώχεια και προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Rosenberg το 1989 (13).

1.2. Σημεία και συμπτώματα

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της σαρκοπενίας είναι η απώλεια μυϊκής μάζας. Οι μεταβολές στη σύσταση του σώματος είναι δύσκολο να εντοπιστούν λόγω της παχυσαρκίας, των αλλαγών στη λιπώδη μάζα ή στην παρουσία οιδήματος. Επιπλέον, αλλαγές στο σωματικό βάρος, στην περιφέρεια των άκρων ή στην περιφέρεια της μέσης δεν είναι αξιόπιστοι δείκτες αλλαγών στη μυϊκή μάζα. Η σαρκοπενία οδηγεί επίσης σε μειωμένη αντοχή, κατάθλιψη και αυξημένο κίνδυνο πτώσεων. Μπορεί επίσης να μην έχει συμπτώματα έως ότου είναι σοβαρή και συχνά μη αναγνωρισμένη (9). Ωστόσο, μελέτες έχουν δείξει ότι υπερτροφία του άνω μέρους του σώματος μπορεί να συμβεί για να αντισταθμίσει την απώλεια μυϊκής μάζας (14). Έτσι, πρώιμοι δείκτες σαρκοπενίας μπορούν να

φανούν όταν υπάρχει σημαντική μείωση της μυϊκής μάζας στην πρόσθια επιφάνεια του μηρού και στους κοιλιακούς μύες (10).



Εικόνα 1.1. Μυϊκή Μάζα υγιούς ατόμου (15)

Εικόνα 1.2. Μυϊκή Μάζα ατόμου με σαρκοπενία (15)

1.3. Αιτίες

Οι πιθανές αιτίες της σαρκοπενίας είναι πολλές με μεγάλη πιθανότητα να είναι το συνολικό αποτέλεσμα όλων των παραγόντων που αλληλεπιδρούν. Τα αίτια της σαρκοπενίας είναι ελλιπή, αλλά καταστάσεις όπως οι ορμονικές αλλαγές, η ακινησία, οι μυϊκές αλλαγές σχετιζόμενες με την ηλικία, η διατροφή και οι νευροεκφυλιστικές αλλαγές έχουν αναγνωριστεί ως πιθανές αιτιολογίες (8,16). Ο βαθμός της σαρκοπενίας καθορίζεται από δύο κύριους παράγοντες: την αρχική ποσότητα μυϊκής μάζας και τον ρυθμό μείωσης της μυϊκής μάζας. Λόγω της μεταβλητότητας αυτών των παραγόντων στο γενικό πληθυσμό, ο ρυθμός εξέλιξης και ο βαθμός στον οποίο η μυϊκή απώλεια γίνεται εμφανής είναι μεταβλητός (17). Η αδράνεια μπορεί να αυξήσει σημαντικά τον ρυθμό απώλειας μυών, ακόμη και σε νεαρούς ενήλικες. Άλλοι παράγοντες που μπορεί να αυξήσουν την εξέλιξη της σαρκοπενίας περιλαμβάνουν μειωμένη διατροφική πρόσληψη, ανεπαρκή σωματική δραστηριότητα ή χρόνια νόσο (9). Επιπλέον, επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι πρώιμες περιβαλλοντικές επιρροές μπορεί να έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία των μυών. Για παράδειγμα, το χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση είναι δείκτης κακού πρώιμου περιβάλλοντος και έχει συσχετιστεί με μειωμένη μυϊκή μάζα και δύναμη στην ενήλικη ζωή (18).

1.4. Παθοφυσιολογία

Μια σειρά από θεωρίες έχουν προταθεί για να εξηγήσουν τους μηχανισμούς των σαρκοπενικών μυϊκών αλλαγών, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στην πρόσληψη δορυφορικών κυττάρων, των αλλαγών στην αναβολική σηματοδότηση, της οξειδωσης των πρωτεϊνών, της φλεγμονής και των αυξητικών παραγόντων. Οι παθολογικές αλλαγές στη σαρκοπενία περιλαμβάνουν μειωμένη μάζα μυϊκού ιστού, η οποία αντανακλάται στην αντικατάσταση των μυϊκών ινών από λίπος, αυξημένη ίνωση, μεταβολικές αλλαγές των μυών, οξειδωτικό στρες και εκφυλισμό της νευρομυϊκής σύνδεσης (19).

Η κατανομή των τύπων μυϊκών ινών αλλάζει επίσης στις λίγες μυϊκές ομάδες, με αποτέλεσμα τη μείωση των Τύπου II μυϊκών ινών (ή «ταχείας συστολής») και παρατηρείται μικρή μείωση στις Τύπου I μυϊκές ίνες (ή «αργής συστολής»). Οι απονευρωμένες Τύπου II ίνες συχνά μετατρέπονται σε Τύπου I ίνες με αργή εννεύρωση Τύπου I ινών από αργά κινητικά νεύρα (20). Η αδυναμία ενεργοποίησης δορυφορικών κυττάρων μετά από τραυματισμό ή άσκηση έχει επίσης προταθεί ότι συμβάλλει στην παθοφυσιολογία της σαρκοπενίας (19). Επιπλέον, οι οξειδωμένες πρωτεΐνες οδηγούν στη συσσώρευση λιποφουσκίνης και διασυνδεδεμένων πρωτεϊνών, οδηγώντας στη συσσώρευση μη συσταλικών ουσιών στους σκελετικούς μύες, οδηγώντας στην απώλεια μυϊκής μάζας (17).

1.5. Διάγνωση

Διαφορετικές ομάδες εμπειρογνομόνων και ειδικών έχουν προτείνει πολλά διαγνωστικά κριτήρια καθώς το θέμα εξακολουθεί να αποτελεί πεδίο έρευνας και συζήτησης. Παρά την έλλειψη ενός ευρέως αποδεκτού ορισμού, η σαρκοπενία έλαβε έναν κωδικό ICD-10 το 2016, κατατάσσοντάς της ως ασθένεια (21). Όταν η μυϊκή μάζα του ασθενούς είναι τουλάχιστον δύο τυπικές αποκλίσεις χαμηλότερη από τον μέσο όρο του σχετικού πληθυσμού και η ταχύτητα βάδισης είναι πιο αργή, μπορεί να διαγνωστεί η σαρκοπενία.

Τα κριτήρια που έχουν προταθεί από άλλους διεθνείς οργανισμούς περιλαμβάνουν τη μέτρηση της ταχύτητας περπατήματος, της απόστασης 6 λεπτών ή στη δύναμη της λαβής των χεριών (21). Η δύναμη του κρατήματος/σφιξίματος των χεριών από μόνη της έχει επίσης θεωρηθεί κλινικός δείκτης σαρκοπενίας, καθώς είναι απλή, οικονομικά αποδοτική και με καλή προγνωστική δύναμη, παρόλο που δεν παρέχει ολοκληρωμένες πληροφορίες που χρειάζονται (22). Υπάρχουν εργαλεία προσυμπτωματικού ελέγχου για τη σαρκοπενία που αξιολογούν ασθενείς που αναφέρουν δυσκολία στις καθημερινές δραστηριότητες, όπως το περπάτημα, το ανέβασμα σκαλιών ή το σήκωμα από την καρέκλα και έχουν αποδειχθεί ότι προβλέπουν τη σαρκοπενία και τα κακά λειτουργικά αποτελέσματα (23).

Η διάγνωση απαιτεί δύο κριτήρια: χαμηλή μυϊκή μάζα και δύναμη και/ή χαμηλή σωματική απόδοση (μειωμένη μυϊκή δύναμη και λειτουργία) χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες μετρήσεις. Η ακτινογραφία (διπλής ενέργειας απορρόφηση ακτίνων X, DXA), η οποία είναι χαμηλού κόστους, εύκολη στη χρήση και αξιόπιστη, μετρά τη σκελετική μυϊκή μάζα των άκρων, επομένως είναι δυνατός ο υπολογισμός της μυϊκής μάζας του περιφερικού σκελετού (appendicular skeletal mass, ASM), καθιστώντας το χρήσιμο εργαλείο στη διάγνωση της σαρκοπενίας. Οι τιμές που αντιπροσωπεύουν τις μετρήσεις κάθε ασθενή είναι απαραίτητες για τη μελέτη του ASM, έτσι ώστε η σαρκοπενία σε κάθε άτομο να μπορεί να οριστεί ως εξής: ASM/Υψος² ή Δείκτης Σκελετικής Μάζας Μυών (skeletal muscle mass index, SMI) σε kg/m² (kg/m²). Σαρκοπενικά θεωρούνται τα άτομα με τιμές SMI μικρότερες από δύο τυπικές αποκλίσεις από το μέσο SMI του εφηβικού πληθυσμού αναφοράς. Τα όρια σαρκοπενίας είναι 7,26 kg/m² και 5,45 kg/m² για άνδρες και γυναίκες, αντίστοιχα, με βάση μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί(8). Η δοκιμασία Timed up and go (TGUG) είναι ένα μέτρο απόδοσης που αξιολογεί την ισορροπία μετρώντας το χρόνο που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί μια σειρά κινήσεων (κάθισμα σε μια καρέκλα, περπάτημα σε μικρή απόσταση, στροφή, επιστροφή και επιστροφή σε καθιστή θέση) (8). Ένα άλλο διαγνωστικό εργαλείο είναι το Short Physical Performance Battery (SPPB), το οποίο είναι μία από τις πιο αξιόπιστες τεχνικές για τη μέτρηση της φυσικής απόδοσης. Περιλαμβάνει μια σειρά από τεστ που έχουν σχεδιαστεί για την αξιολόγηση της λειτουργίας των κάτω άκρων. Αυτή η σειρά δοκιμών αποτελείται από τρία διακριτά μέρη: το πρώτο είναι η αξιολόγηση της ισορροπίας με τρεις δοκιμές: α) η διατήρηση της όρθιας θέσης με τα πόδια ενωμένα για δέκα δευτερόλεπτα, β) η διατήρηση του μεγάλου δάχτυλου του ενός ποδιού κοντά στη φτέρνα του άλλου (semi-tandem position) για δέκα δευτερόλεπτα γ) η διατήρηση του δάχτυλου του ενός ποδιού πίσω από τη φτέρνα του άλλου (tandem position) για δέκα δευτερόλεπτα. Το δεύτερο μέρος στοχεύει στην αξιολόγηση της ταχύτητας βαδίσματος σε ευθεία 4 μέτρων. Το τρίτο μέρος διερευνά την ικανότητα και τον χρόνο που απαιτείται για την εκτέλεση της δοκιμής κάθισμα-όρθια, θέση-κάθισμα (sitto stand) πέντε φορές στη σειρά χωρίς τη βοήθεια του άνω μέρους του σώματος. Παρόλα αυτά, η σαρκοπενία μπορεί να αξιολογηθεί στην καθημερινή κλινική πράξη. Το ερωτηματολόγιο SARC-F περιλαμβάνει πέντε στοιχεία, συμπεριλαμβανομένης της δύναμης στη βάδιση, στην έγερση από καρέκλα, στο ανέβασμα της σκάλας και στις πτώσεις. Οι βαθμολογίες στην κλίμακα SARC-F κυμαίνονται από 0 έως 10 και ταξινομούνται ώστε να γίνεται διάγνωση των συμπτωματικών (+4) έναντι υγιών (0 -3). Το ερωτηματολόγιο έχει παγκόσμια ισχύ (8).

1.6 Διαχείριση

1.6.1. Άσκηση

Η άσκηση παραμένει αποτελεσματική παρέμβαση για τη σαρκοπενία, αλλά οι προτεινόμενες ασκήσεις στην κλινική πράξη απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή, διότι οι ανεπιθύμητες ενέργειες δεν αναφέρονται επαρκώς. Η έλλειψη άσκησης είναι σημαντικός παράγοντας κινδύνου για σαρκοπενία και η άσκηση μπορεί να επιβραδύνει δραματικά το ρυθμό απώλειας μυών (24). Η άσκηση μπορεί να είναι μια αποτελεσματική παρέμβαση επειδή η γήρανση των σκελετικών μυών διατηρεί την ικανότητα σύνθεσης πρωτεϊνών ως απάντηση σε βραχυπρόθεσμη άσκηση αντίστασης (25). Η προοδευτική προπόνηση αντίστασης σε μεγαλύτερους ενήλικες μπορεί να βελτιώσει τη φυσική απόδοση (ταχύτητα βάδισης) και τη μυϊκή δύναμη (26).

Σημαντική είναι η συμβολή της άσκησης, ιδιαίτερα της άσκησης με αντίσταση στην πρόληψη της σαρκοπενίας. Η άσκηση με αντίσταση επηρεάζει το νευρομυϊκό σύστημα, τη σύνθεση πρωτεϊνών και τις ορμόνες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε σαρκοπενία όταν δεν λειτουργούν σωστά. Έπειτα, από ένα πρόγραμμα προπόνησης με αντίσταση, μελέτες έχουν δείξει αυξημένη πυροδότηση κινητικών νευρώνων και σύνθεση πρωτεϊνών (απαραίτητα και τα δύο για την οικοδόμηση μυϊκής μάζας) ακόμη και σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας (24). Οι προαναφερόμενες αλλαγές υποδηλώνουν ότι η μυϊκή δύναμη μπορεί να αποκατασταθεί ακόμη και σε προχωρημένη ηλικία. Η αεροβική άσκηση δείχνει να βοηθά στην αντιμετώπιση της σαρκοπενίας. Με αυτή τη μορφή άσκησης γίνεται αύξηση της πρωτεϊνικής σύνθεσης, μιας σημαντικής λειτουργίας στη διατήρηση της μυϊκής μάζας και της δύναμης σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας (25).

1.6.2. Φάρμακα

Μέχρι σήμερα, δεν υπάρχουν εγκεκριμένα φάρμακα για τη θεραπεία της σαρκοπενίας (27). Έχουν μελετηθεί ουσίες όπως η τεστοστερόνη και άλλα αναβολικά στεροειδή ως θεραπευτικό σχήμα, παρουσιάζοντας κάποιες θετικές επιδράσεις στη μυϊκή δύναμη και μάζα, ωστόσο μπορεί να προκαλέσουν κάποιες ανεπιθύμητες παρενέργειες εγείροντας ανησυχίες για τον καρκίνο του προστάτη στους άνδρες και την αλλοίωση του γυναικείου σώματος (28). Επιπλέον, πρόσφατες μελέτες υποδηλώνουν ότι η θεραπεία με τεστοστερόνη μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα καρδιαγγειακά επεισόδια (19). Η DHEA (δεϋδροεπιανδροστερόνη) και η ανθρώπινη αυξητική ορμόνη έχει αποδειχθεί ότι έχουν μικρή επίδραση σε αυτή τη ρύθμιση.

Ο ρόλος της αυξητικής ορμόνης είναι η αύξηση της σύνθεσης των πρωτεϊνών των μυών αυξάνοντας τη μυϊκή μάζα χωρίς όμως να οδηγεί σε αύξηση της δύναμης και της λειτουργικότητας στις περισσότερες μελέτες (28). Αυτό, και η παρόμοια έλλειψη αποτελεσματικότητας του τελεστή του παράγοντα που μοιάζει με ινσουλίνη 1 (IGF-1), πιθανότατα λόγω της τοπικής αντίστασης στον IGF-1

στους γηρασμένους μύες λόγω φλεγμονής και άλλων αλλαγών που σχετίζονται με την ηλικία. Άλλα φάρμακα υπό μελέτη για πιθανή θεραπεία της σαρκοπενίας περιλαμβάνουν τη γκρελίνη, τη βιταμίνη D, τους αναστολείς του μετατρεπτικού ενζύμου της αγγιοτενσίνης και το εικοσαπεντανοϊκό οξύ (28).

1.6.3. Διατροφή

Η πρόσληψη των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών για τη σύνθεση πρωτεϊνών των μυών είναι πολύ σημαντική (30). Οι ηλικιωμένοι χρησιμοποιούν τις πρωτεΐνες τόσο αποτελεσματικά όσο και τα μικρότερης ηλικίας άτομα ενώ μπορεί να χρειάζονται και μεγαλύτερες ποσότητες για την πρόληψη της μυϊκής ατροφίας. Ομάδες εμπειρογνομών συνιστούν την αύξηση της πρόσληψης της διατροφικής πρωτεΐνης στους ηλικιωμένους σε 1,0-1,2 g/kg σωματικού βάρους την ημέρα (31). Ένα πρόγραμμα πλήρους διατροφής για τους ηλικιωμένους που σχετίζεται με την πρόληψη της σαρκοπενίας και της αδυναμίας, αποτελεί μια απλή, χαμηλού κόστους θεραπεία χωρίς εμφανείς παρενέργειες (32).

Είναι γνωστό ότι ο υποσιτισμός είναι υπεύθυνος για πολλά προβλήματα υγείας και η απώλεια μυϊκής μάζας είναι ένα από αυτά. Συγκεκριμένα, τα άτομα που ήδη υποφέρουν από σαρκοπενία, ο υποσιτισμός μπορεί να επιδεινώσει περαιτέρω την απώλεια μυϊκής μάζας. Σε έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί αναφέρεται ότι το 32-41% των γυναικών και το 22-38% των ανδρών στην ηλικιακή ομάδα 50 ετών και άνω κατανάλωσαν λιγότερη από την ημερήσια συνιστώμενη ποσότητα πρωτεΐνης. Διατροφικές συνήθειες που περιέχουν τροφές, οι οποίες παράγουν οξέα (όπως κρέας και δημητριακά) και μειωμένες σε οξέα (φρούτα και λαχανικά) έχει επίσης αποδειχθεί ότι επηρεάζουν αρνητικά τη μυϊκή μάζα(30,31).

Η σωματική δραστηριότητα αναφέρεται με θετικό πρόσημο στην πρόληψη της σαρκοπενίας, ωστόσο, η αποτελεσματική άσκηση απαιτεί και την υιοθέτηση σωστής διατροφής, αφού η επαρκής πρόσληψη τροφής σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας, είναι ικανή να αποτρέψει τη σαρκοπενία. Έρευνες που έχουν ολοκληρωθεί έχουν δείξει ότι οι ηλικιωμένοι μπορεί να χρειάζονται περισσότερη πρωτεΐνη ανά κιλό σε σχέση με τους νεότερους ενήλικες για να διατηρήσουν επαρκή επίπεδα πρωτεΐνης και έτσι να αυξήσουν τη μυϊκή μάζα. Μια ικανοποιητική δόση πρωτεΐνης για τον ενήλικο πληθυσμό μεγαλύτερης ηλικίας μπορεί να είναι 1,0-1,2 g/kg σωματικού βάρους την ημέρα. Το γεγονός ότι οι ηλικιωμένοι γενικότερα, τείνουν να καταναλώνουν λιγότερες θερμίδες, θα μπορούσε να οδηγήσει σε σοβαρή ανεπάρκεια πρωτεϊνών καθώς και σε ελλείψεις άλλων σημαντικών θρεπτικών συστατικών (31).

1.6.4. Συμπληρώματα

Η επαρκής πρόσληψη πρωτεΐνης, καθώς και η επάρκεια στην πρόσληψη θερμίδων είναι σημαντικές στην θεραπεία της σαρκοπενίας. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, μπορούν να χορηγηθούν διάφορα σκευάσματα και συμπληρώματα διατροφής. Υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι η λήψη

συμπληρωμάτων κρεατίνης μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη των μυών σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας έπειτα από ένα πρόγραμμα προπόνησης με αντιστάσεις. Επίσης, η διατήρηση επαρκών επιπέδων βιταμίνης D στο αίμα βοηθούν στη διατήρηση της μυϊκής δύναμης και της αποκατάστασης. Δόσεις της τάξεως των 50.000 IU βιταμίνης D ανά εβδομάδα είναι ασφαλείς ή δόσεις 1000 έως 3000 IU βιταμίνης D3 ανά ημέρα. Η ελάχιστη ημερήσια δόση είναι τα 600 IU ενώ κατά περίπτωση χορηγείται και συμπλήρωμα ασβεστίου εάν απαιτείται (32). Σε μελέτη κλινικής παρέμβασης για τη σαρκοπενία, στην οποία συμμετείχαν φαινομενικά υγιείς ηλικιωμένοι, βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ της πρόσληψης πρωτεΐνης ανά γεύμα και της απώλειας μυϊκής μάζας. Ισορροπημένα συμπληρώματα πρωτεϊνών και ενέργειας πιθανόν να έχουν αξία στην πρόληψη και θεραπεία της σαρκοπενίας στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης και πολύπλευρης προσέγγισης. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι επιβαρυντικοί παράγοντες, όπως είναι η αντίσταση στην ινσουλίνη, οι κυτοκίνες, η ανεπάρκεια βιταμίνης D και ο καθιστικός τρόπος ζωής, με απώτερο σκοπό την απόκτηση μιας πιο σαφούς εικόνας των επιπτώσεων στη σύσταση του σώματος με την ηλικία και στον σχεδιασμό μιας πλήρους θεραπευτικής παρέμβασης (32).

Όπως αναφέρθηκε και πρωτότερα, χαρακτηριστικό της σαρκοπενίας αποτελεί η αδυναμία των γηρασμένων σκελετικών μυών να ανταποκριθούν σε αναβολικά ερεθίσματα. Παρά την γήρανση, ο οργανισμός διατηρεί την ικανότητα αναβολικής απόκρισης σε υψηλότερες δόσεις πρωτεΐνης/αμινοξέων. Συμπληρώματα που περιέχουν υψηλότερες δόσεις αμινοξέων, ιδιαίτερα λευκίνη, έχει αναφερθεί ότι εξουδετερώνουν την απώλεια μυών που προέρχεται με τη γήρανση (33). Τα συμπληρώματα μπορούν να συνδυαστούν με άσκηση. Το β-υδροξυ-μεθυλβουτυρικό οξύ (HMB) είναι ένας μεταβολίτης ενός αμινοξέος, της λευκίνης, που δρα ως διεγέρτης σηματοδότησης της πρωτεϊνικής σύνθεσης. Οι κλινικές δοκιμές υποστηρίζουν σταθερά τη χρήση του για την πρόληψη της απώλειας άλιπης μάζας σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας. Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα για τον ακριβή προσδιορισμό των επιπτώσεων του HMB στη μυϊκή δύναμη και λειτουργία αυτής της ηλικιακής ομάδας (34).

1.7. Επιδημιολογία

Ο ορισμός της σαρκοπενίας που χρησιμοποιείται στις επιδημιολογικές μελέτες καθορίζει και τον επιπολασμό της (16). Παγκόσμια, αναφέρεται πως ο αριθμός ατόμων που παρουσιάζουν σαρκοπενία μετά από τα 60 έτη ανέρχεται στα 600 εκατομμύρια, ενώ αυτή η εικόνα υπολογίζεται ότι θα μεταβληθεί τα επόμενα έτη με τον αριθμό των ατόμων με σαρκοπενία να αγγίζει τα 2 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050, λόγω της αύξησης του προσδόκιμου ζωής.

Η συνολική μυϊκή μάζα στο σώμα ενός υγιούς ενήλικα αποτελεί το 60%. Με την πάροδο των χρόνων παρατηρείται απώλεια αυτής σε διάφορες ηλικιακές δεκαετίες. Ένα ποσοστό απώλειας της τάξης του 1-2%, καταγράφεται μετά τα 30 έτη. Ενώ, υπάρχει αύξηση αυτού του ποσοστού από τα 40 έως τα 70

έτη, το οποίο μπορεί να ανέρχεται στο 40%. Η απώλεια αυτή αυξάνεται αισθητά μετά την ηλικία των 70 ετών, με ποσοστό που μπορεί να κυμανθεί από 13-24%. Στην ηλικία μεταξύ 65-70 ετών η εμφάνιση της σαρκοπενίας αυξάνεται σε 14%, ενώ υπάρχει στους ηλικιωμένους άνω των 80 ετών μπορεί να αγγίξει το 55%. Ο επιπολασμός άνω των 60 ετών κυμαίνεται από 5-13%, ενώ στα άτομα άνω των 80 ετών από 11-50% (16).

Για την εμφάνιση της νόσου συντελούν διάφοροι παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στην προδιάθεση, όπως για παράδειγμα το βάρος γέννησης, το φύλο, η γήρανση, η υιοθέτηση μη υγιεινού τρόπου ζωής, όπως είναι ο υποσιτισμός, το αλκοόλ, το κάπνισμα, η μειωμένη φυσική δραστηριότητα, τα χρόνια νοσήματα – η νεφρική ανεπάρκεια, η γνωστική δυσλειτουργία, ο σακχαρώδης διαβήτης, η καρδιακή ανεπάρκεια). Όλοι οι προαναφερόμενοι παράγοντες συνδράμουν στην παρουσία της σαρκοπενίας με διάφορες επιπτώσεις στο άτομο που εντοπίζονται κυρίως στην κινητικότητα, την βάδιση, την αντοχή και την απόδοση. Ο συνδυασμός όλων αυτών μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα, να καταστεί το άτομο ανίκανο να ανταποκριθεί στις καθημερινές του ανάγκες, γεγονός που επηρεάζει την ποιότητα ζωής του (16).

1.8. Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία

Η σαρκοπενία εμφανίζεται ως μείζον πρόβλημα δημόσιας υγείας, δεδομένης της αυξημένης μακροζωίας των πληθυσμών των ανεπτυγμένων χωρών και του ολοένα και αυξανόμενου γηριατρικού πληθυσμού. Η σαρκοπενία είναι ένας προγνωστικός παράγοντας πολλών δυσμενών αποτελεσμάτων, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης αναπηρίας, των πτώσεων και της θνησιμότητας. Η ακινησία ή ο καθιστικός τρόπος ζωής, ιδιαίτερα στους πληθυσμούς που έχουν προδιάθεση για σαρκοπενία μπορεί να προκαλέσουν δραματικές επιπτώσεις στα λειτουργικά αποτελέσματα. Στους ηλικιωμένους, αυτό συχνά οδηγεί σε μειωμένο βιολογικό απόθεμα και αυξημένη ευπάθεια σε στρεσογόνους παράγοντες γνωστούς ως «σύνδρομο ευπάθειας». Η απώλεια άπαχης μάζας σώματος σχετίζεται επίσης με αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης, μειωμένη ανοσία και κακή επούλωση πληγών. Η αδυναμία που συνοδεύει τη μυϊκή ατροφία οδηγεί σε υψηλότερο κίνδυνο πτώσεων, καταγμάτων, σωματικής αναπηρίας, ανάγκης για θεσμική περίθαλψη, μειωμένη ποιότητα ζωής, αυξημένη θνησιμότητα και αυξημένο κόστος υγειονομικής περίθαλψης. Αυτό αντιπροσωπεύει μια σημαντική προσωπική και κοινωνική επιβάρυνση και ο αντίκτυπός του στη δημόσια υγεία αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο (16).

1.9. Έρευνα

Υπάρχουν σημαντικές ευκαιρίες για την καλύτερη κατανόηση των αιτιών και των συνεπειών της σαρκοπενίας και την καθοδήγηση της κλινικής περίθαλψης. Αυτό περιλαμβάνει τη διαλεύκανση των μοριακών και κυτταρικών μηχανισμών της σαρκοπενίας, περαιτέρω βελτίωση των πληθυσμών

αναφοράς, επικύρωση διαγνωστικών κριτηρίων και κλινικών εργαλείων, καθώς και παρακολούθηση της συχνότητας εισαγωγών, νοσηρότητας και θνησιμότητας. Απαιτείται επίσης ταυτοποίηση και έρευνα σχετικά με πιθανές θεραπευτικές προσεγγίσεις και το χρόνο των παρεμβάσεων (35). Οι νέες φαρμακευτικές θεραπείες στην κλινική ανάπτυξη περιλαμβάνουν τη μυοστατίνη και τους εκλεκτικούς ρυθμιστές υποδοχέων ανδρογόνων (SARMs) (36). Τα μη στεροειδή SARM έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, δεδομένου ότι παρουσιάζουν σημαντική επιλεκτικότητα μεταξύ των αναβολικών επιδράσεων της τεστοστερόνης στους μυς, αλλά με ελάχιστα έως καθόλου στοιχεία ανδρογόνων επιδράσεων (όπως η διέγερση του προστάτη στους άνδρες) (36). Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η επίδραση των συμπληρωμάτων των Ω_3 λιπαρών οξέων.

Κεφάλαιο 2^ο : Ωμέγα-3 λιπαρά οξέα

2.1. Εισαγωγικά Στοιχεία

Τα λιπαρά οξέα (fatty acids) είναι υποκατηγορία των λιπιδίων. Τα λιπίδια μπορούν να ταξινομηθούν σε απλά και σε σύνθετα λιπίδια. Τα απλά λιπίδια είναι εστέρες λιπαρών οξέων με διάφορες αλκοόλες. Περιλαμβάνουν τα λίπη, που είναι εστέρες της γλυκερόλης με λιπαρά οξέα και τους κηρούς, που είναι εστέρες αλκοολών υψηλού μοριακού βάρους με λιπαρά οξέα. Τα σύνθετα λιπίδια είναι εστέρες λιπαρών οξέων που εκτός από την αλκοόλη και το λιπαρό οξύ περιλαμβάνουν και άλλες ομάδες. Ανάλογα με τη φύση των ομάδων αυτών διακρίνονται σε: φωσφολιπίδια (περιέχουν φωσφορικό οξύ), γλυκολιπίδια (περιέχουν υδατάνθρακες) και λιποπρωτεΐνες (περιέχουν πρωτεΐνες).

Τα λιπαρά οξέα διακρίνονται σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA-saturated fatty acids) όταν έχουν απλούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων άνθρακα και σε ακόρεστα λιπαρά οξέα (UFA-unsaturated fatty acids) όταν έχουν έναν ή περισσότερους διπλούς δεσμούς. Όταν τα ακόρεστα λιπαρά οξέα έχουν στην υδρογονανθρακική τους αλυσίδα έναν μόνο διπλό δεσμό τότε ονομάζονται μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA-monounsaturated fatty acids) ενώ από την άλλη, όταν διαθέτουν δύο ή περισσότερους διπλούς δεσμούς ονομάζονται πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA-polyunsaturated fatty acids).

Οι δύο κύριες κατηγορίες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFAs) είναι τα ωμέγα-3 και τα ωμέγα-6 λιπαρά οξέα. Όπως όλα τα λιπαρά οξέα, αποτελούνται από μακριές αλυσίδες ατόμων άνθρακα με μια ομάδα καρβοξυλίου στο ένα άκρο της αλυσίδας και μια ομάδα μεθυλίου στο άλλο. Τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα έχουν έναν διπλό δεσμό άνθρακα (C=C) που βρίσκεται τρεις άνθρακες μακριά από το άκρο του μεθυλίου της αλυσίδας. Τα ωμέγα-3, υπάρχουν σε τρόφιμα όπως ο λιναρόσπορος και τα ψάρια, καθώς και σε συμπληρώματα διατροφής, όπως, το ιχθυέλαιο (37).

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά ωμέγα-3, αλλά η πλειοψηφία της επιστημονικής έρευνας επικεντρώνεται σε τρία: άλφα-λινολενικό οξύ (ALA), εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA) και εικοσιδυαεξανοϊκό οξύ (DHA). Το ALA περιέχει 18 άτομα άνθρακα, ενώ τα EPA και DHA θεωρούνται ωμέγα-3 «μακράς αλυσίδας» (LC) επειδή το EPA περιέχει 20 άνθρακες και το DHA 22. Τα PUFA συχνά χαρακτηρίζονται από τον αριθμό των ατόμων άνθρακα και τους διπλούς δεσμούς τους. Το ALA, για παράδειγμα, είναι γνωστό ως C18:3n-3 επειδή έχει 18 άνθρακες και 3 διπλούς δεσμούς και είναι ένα n-3, ή ωμέγα-3, λιπαρό οξύ. Ομοίως, το EPA είναι γνωστό ως C20:5n-3 και το DHA ως C22:6n-3 (37).

Το ανθρώπινο σώμα έχει την ικανότητα σχηματισμού διπλών δεσμών άνθρακα μετά τον 9^ο άνθρακα από το μεθυλικό άκρο ενός λιπαρού οξέος (37). Επομένως, το ALA θεωρείται απαραίτητο λιπαρό οξύ, καθώς πρέπει να λαμβάνεται από τη διατροφή. Το ALA μπορεί να μετατραπεί σε EPA και έπειτα σε DHA, αλλά η μετατροπή (η οποία συμβαίνει κυρίως στο ήπαρ) είναι πολύ περιορισμένη, με αναφερόμενα ποσοστά μικρότερα του 15% (38). Επομένως, η κατανάλωση EPA και DHA από τα

τρόφιμα ή/και συμπληρώματα αποτελεί τους τρόπους πρόσληψης και αύξησης των επιπέδων στο σώμα.

Κατά την κατάποση γίνεται υδρόλυση των λιπιδίων στον εντερικό σωλήνα (37). Τα προϊόντα υδρόλυσης -μονογλυκερίδια και ελεύθερα λιπαρά οξέα- στη συνέχεια ενσωματώνονται σε μικκύλια (σχεδόν σφαιρικά σωματίδια που έχουν ένα υδρόφιλο και ένα υδρόφοβο άκρο) τα οποία περιέχουν χολικό άλας και απορροφώνται στα εντεροκύτταρα, σε μεγάλο βαθμό με παθητική διάχυση (υψηλότερη → χαμηλότερη συγκέντρωση). Η διαδικασία είναι αποτελεσματική, με ποσοστό απορρόφησης περίπου 95% (37). Μέσα στα κύτταρα του εντέρου, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα ενσωματώνονται κυρίως στα χυλομικρά και εισέρχονται στην κυκλοφορία μέσω του λεμφικού συστήματος (39). Μόλις εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος, τα σωματίδια λιποπρωτεΐνης κυκλοφορούν μέσα στο σώμα, παρέχοντας λιπίδια σε διάφορα όργανα για επακόλουθη οξείδωση, μεταβολισμό ή αποθήκευση στον λιπώδη ιστό (39).

Τα ωμέγα-3 διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο σώμα ως συστατικά των φωσφολιπιδίων που σχηματίζουν τις δομές των κυτταρικών μεμβρανών. Πιο συγκεκριμένα, στον αμφιβληστροειδή, τον εγκέφαλο και το σπέρμα τα επίπεδα DHA, είναι υψηλά (40). Εκτός από τον δομικό τους ρόλο στις κυτταρικές μεμβράνες, τα ωμέγα-3 (μαζί με τα ωμέγα-6) παρέχουν ενέργεια στον οργανισμό και χρησιμοποιούνται για το σχηματισμό εικοσανοειδών. Τα εικοσανοειδή είναι ορμόνες-μόρια σηματοδότησης που έχουν παρόμοιες χημικές δομές με τα λιπαρά οξέα από τα οποία προέρχονται και ευρείες λειτουργίες στο καρδιαγγειακό, πνευμονικό, ανοσοποιητικό και ενδοκρινικό σύστημα του σώματος (37).

2.2. Συνιστώμενη Πρόσληψη

Οι συστάσεις πρόσληψης για λιπαρά οξέα και άλλα θρεπτικά συστατικά παρέχονται στις Διαιτητικές Προσλήψεις Αναφοράς (DRIs) που αναπτύχθηκαν από το "*Institute of Occupational Medicine*" (IOM) (σήμερα, "*National Academy of Medicine*") (41). Το DRI είναι ο γενικός όρος για ένα σύνολο τιμών αναφοράς που χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών από υγιείς ανθρώπους. Αυτές οι τιμές, οι οποίες διαφέρουν ανάλογα με την ηλικία και το φύλο και περιλαμβάνουν:

- Συνιστώμενη Διαιτητική Δόση (Recommended Dietary Allowance): RDA Αντιστοιχεί στη μέση ημερήσια διαιτητική πρόσληψη, η οποία είναι επαρκής για να καλύψει τις απαιτήσεις σχεδόν ολόκληρου του υγιούς πληθυσμού μιας συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας και φύλου.(97%-98%)
- Επαρκής πρόσληψη (Adequate Intake) AI: Το AI χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα για τον υπολογισμό του RDA. Βασίζεται σε καθορισμένες

προσεγγίσεις της μέσης πρόσληψης θρεπτικών συστατικών από μια ομάδα (ή ομάδες) υγιών ανθρώπων.

- Μέση Εκτιμώμενη Απαιτήση (Estimated Average Requirement) EAR: Εκφράζει το μέσο ημερήσιο επίπεδο πρόσληψης ενός θρεπτικού συστατικού που αναμένεται να καλύψει τις απαιτήσεις του 50% των υγιών ατόμων.
- Ανώτατη πρόσληψη (Tolerable Upper Level) UL: Το UL αποτελεί την μέγιστη ημερήσια πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, το οποίο είναι σχεδόν απίθανο να δημιουργήσει αρνητικές επιδράσεις στην υγεία.

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 1.1. παραθέτονται οι τρέχουσες ΑΙ (η μικρότερη επαρκής πρόσληψη) για τα ωμέγα-3 σε γραμμάρια την ημέρα

Πίνακας 1.1. Επαρκής πρόσληψη (ΑΙ) για Ωμέγα-3(42)

Ηλικία:	Άντρες	Γυναίκες	Κύηση	Θηλασμός
Γέννηση - 6μηνών	0,5 g	0,5 g		
7-12 μηνών*	0,5 g	0,5 g		
1 - 3 χρονών**	0,7 g	0,7 g		
4 - 8 χρονών**	0,9 g	0,9 g		
9 - 13 χρονών**	1,2 g	1,0 g		
14 - 18 χρονών**	1,6 g	1,1 g	1,4 g	1,3 g
19 - 50 χρονών**	1,6 g	1,1 g	1,4 g	1,3 g
51+ χρονών**	1,6 g	1,1 g		
* Συνολικά ωμέγα 3 λιπαρά οξέα				
** Άλφα-λινολενικό οξύ				

2.3. Πηγές Πρόσληψης

2.3.1. Διατροφή

Τα φυτικά έλαια που περιέχουν ALA περιλαμβάνουν λιναρόσπορο, έλαιο σόγιας και κραμβέλαιο (37). Οι σπόροι Chia και τα καρύδια περιέχουν επίσης ALA. Η περιεκτικότητα των ψαριών σε ωμέγα-3 ποικίλλει ευρέως. Τα λιπαρά ψάρια, όπως ο σολομός, το σκουμπρί, ο τόνος, η ρέγγα και οι σαρδέλες, περιέχουν υψηλές ποσότητες LC ωμέγα-3, ενώ τα ψάρια όπως το λαβράκι και ο μπακαλιάρος καθώς και τα οστρακοειδή περιέχουν χαμηλότερα επίπεδα (38). Η περιεκτικότητα των ψαριών σε ωμέγα-3 εξαρτάται επίσης από τη σύνθεση της τροφής που καταναλώνει το ψάρι. Τα εκτρεφόμενα ψάρια έχουν συνήθως υψηλότερα επίπεδα EPA και DHA από τα ψάρια που αλιεύονται

ελεύθερα (43). Μια ανάλυση της σύνθεσης λιπαρών οξέων του σολομού που εκτρέφεται στη Σκωτία έδειξε ότι η περιεκτικότητα σε EPA και DHA ήταν σημαντικά μειωμένη μεταξύ 2006 και 2015 λόγω της αντικατάστασης των παραδοσιακών θαλάσσιων συστατικών στις ιχθυοτροφές με άλλα συστατικά (44).

Το βόειο κρέας είναι πολύ χαμηλό σε ωμέγα-3, αλλά το βόειο κρέας από αγελάδες που τρέφονται με χόρτο περιέχει κάπως υψηλότερα επίπεδα ωμέγα-3, κυρίως ALA σε σχέση με τις αγελάδες που τρέφονται με σιτηρά. Ορισμένα τρόφιμα, όπως αυγά, γιαούρτι, χυμοί, γάλα και ροφήματα σόγιας, είναι εμπλουτισμένα με DHA και άλλα ωμέγα-3. Από το 2002, οι κατασκευαστές έχουν προσθέσει DHA και αραχιδονικό οξύ (τα δύο πιο διαδεδομένα LCPUFA στον εγκέφαλο) στα περισσότερα βρεφικά παρασκευάσματα που είναι διαθέσιμα στις Ηνωμένες Πολιτείες (45).

2.3.2. Συμπληρώματα Διατροφής

Τα LC ωμέγα-3 υπάρχουν σε διάφορα σκευάσματα συμπληρωμάτων διατροφής, όπως ιχθυέλαιο, κριλέλαιο (KrillOil), μουρουνέλαιο και χορτοφαγικά προϊόντα που περιέχουν λάδι φυκιών. Ένα μέσο συμπλήρωμα ιχθυελαίου περιέχει περίπου 1.000 mg - 180mgEPA και 120 mgDHA- με τις δόσεις να ποικίλλουν ευρέως. Τα συμπληρώματα μουρουνέλαιου παρέχουν βιταμίνη A και βιταμίνη D εκτός από τα LC ωμέγα-3. Παρόλο που τα θαλασσινά περιέχουν ποικίλα επίπεδα μεθυλυδράργυρου (ένα τοξικό βαρύ μέταλλο) (46), τα συμπληρώματα δεν είναι σίγουρο πως περιέχουν αυτόν τον ρύπο επειδή ελέγχονται και σε περίπτωση ύπαρξης αφαιρείται.

Τα συμπληρώματα διατροφής μπορούν να περιέχουν πολλές διαφορετικές μορφές ωμέγα-3, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών τριγλυκεριδίων, των ελεύθερων λιπαρών οξέων, των αιθυλεστέρων, των επανεστεροποιημένων τριγλυκεριδίων και των φωσφολιπιδίων (47). Τα φυσικά τριγλυκερίδια είναι η μορφή που απαντάται φυσικά στο ιχθυέλαιο, ενώ οι αιθυλεστέρες συντίθενται από φυσικά τριγλυκερίδια με αντικατάσταση του μορίου γλυκερίνης του τριγλυκεριδίου με αιθανόλη. Τα τριγλυκερίδια σχηματίζονται με τη μετατροπή των αιθυλεστέρων πίσω σε τριγλυκερίδια. Τα ωμέγα-3 ως επανεστεροποιημένα τριγλυκερίδια, φυσικά τριγλυκερίδια και ελεύθερα λιπαρά οξέα έχουν κάπως υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα από τους αιθυλεστέρες, αλλά η κατανάλωση όλων των μορφών αυξάνει σημαντικά τα επίπεδα EPA και DHA στο πλάσμα (47).

Το έλαιο κριλ περιέχει ωμέγα-3 κυρίως ως φωσφολιπίδια και περιορισμένη έρευνα υποδηλώνει ότι αυτά έχουν κάπως υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα από τα ωμέγα-3 στο ιχθυέλαιο (48). Οι φυτικές πηγές ωμέγα-3 από έλαιο φυκών συνήθως παρέχουν περίπου 100-300 mgDHA, μερικά περιέχουν επίσης EPA. Αυτά τα συμπληρώματα περιέχουν συνήθως ωμέγα-3 σε μορφή τριγλυκεριδίων. Σύμφωνα με μια μικρή μελέτη, η βιοδιαθεσιμότητα του DHA από το έλαιο φυκών είναι ισοδύναμη με αυτή από τον μαγειρεμένο σολομό. Τα σκευάσματα των συμπληρωμάτων διατροφής ωμέγα-3 ποικίλλουν

ευρέως, επομένως είναι σημαντικό ο έλεγχος των ετικετών των προϊόντων για τον προσδιορισμό των τύπων και των ποσοτήτων πρόσληψης ωμέγα-3 από αυτά τα προϊόντα (48).

2.4. Ωμέγα-3 και Υγεία

2.4.1. Καρδιαγγειακά νοσήματα

Πολλές μελέτες έχουν αξιολογήσει τις επιδράσεις των ωμέγα-3 -κυρίως EPA και DHA- σε παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου, όπως υψηλή αρτηριακή πίεση και αυξημένα τριγλυκερίδια. Τα αποτελέσματα από μελέτες παρατήρησης συμφωνούν με αυτά τα ευρήματα, με αρκετές συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις που δείχνουν ότι η υψηλότερη κατανάλωση ψαριών και τα υψηλότερα επίπεδα ωμέγα-3 στη διατροφή σχετίζονται με χαμηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης καρδιακής ανεπάρκειας, στεφανιαίας νόσου, καθώς και της στεφανιαίας νόσου με υψηλά επίπεδα θνησιμότητας (49).

Πιο συγκεκριμένα, η Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία (American Heart Association) (AHA) και οι διατροφικές οδηγίες για τους Αμερικανούς συστήνουν την κατανάλωση μίας έως δύο μερίδων θαλασσινών την εβδομάδα για την μείωση του κινδύνου της καρδιακής ανεπάρκειας, στεφανιαίας νόσου, ισχαιμικού εγκεφαλικού και αιφνίδιου καρδιακού θανάτου, ιδιαίτερα όταν αντικαθιστούν λιγότερο υγιεινά φαγητά. Για ανθρώπους με στεφανιαία νόσο, όπως πρόσφατο έμφραγμα του μυοκαρδίου, η AHA προτείνει στα άτομα αυτά να καταναλώνουν περίπου 1gr την ημέρα EPA συν DHA, με βαρύτητα στα λιπαρά ψάρια. Επιπλέον, η κατανάλωση περίπου 200 gr την εβδομάδα ποικιλίας ψαριών έχουν την δυνατότητα να παρέχουν 250 mgEPA και DHA την ημέρα μπορεί να συσχετιστεί με λιγότερους καρδιακούς θανάτους τόσο σε υγιή άτομα όσο και σε άτομα με προϋπάρχουσα καρδιαγγειακή νόσο.(49)

Εν κατακλείδι, οι έρευνες δείχνουν ότι η κατανάλωση ψαριών και άλλων τύπων θαλασσινών, όταν αποτελούν σημαντικό κομμάτι μιας ισορροπημένης διατροφής έχουν την δυνατότητα να προάγουν την υγεία της καρδιάς. Το ιχθυέλαιο και άλλα συμπληρώματα ωμέγα-3 λιπαρών οξέων, έχοντας την ικανότητα να μειώσουν τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων, μπορούν να περιορίσουν τον κίνδυνο ορισμένων καρδιαγγειακών σημείων, ειδικά όταν τα άτομα αυτά έχουν χαμηλή πρόσληψη ωμέγα-3 από τη διατροφή τους. Οι ενδείξεις της προστατευτικής δράσης των ωμέγα-3 είναι ισχυρότερες για ανθρώπους με ήδη υπάρχουσα στεφανιαία νόσο παρά σε υγιή άτομα.(49)

2.4.2. Υγεία βρεφών και Νευροανάπτυξη

Πολυάριθμες μελέτες έχουν εξετάσει τις επιπτώσεις της μητρικής πρόσληψης θαλασσινών και ωμέγα-3 στο βάρος γέννησης του βρέφους, τη διάρκεια της κύησης, την οπτική και γνωστική ανάπτυξη και άλλα αποτελέσματα για την υγεία των βρεφών. Υψηλές συγκεντρώσεις DHA υπάρχουν στις κυτταρικές μεμβράνες του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδούς, με το DHA να είναι σημαντικό

στην ανάπτυξη του εμβρύου. Η συσσώρευση του DHA στον αμφιβληστροειδή είναι πλήρης με τη γέννηση, ενώ η συσσώρευση στον εγκέφαλο συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια των πρώτων 2 ετών μετά τη γέννηση.(41)

Επιπρόσθετα, άλλες μελέτες δείχνουν ότι η κατανάλωση, κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης και του θηλασμού, τουλάχιστον 200 gr την εβδομάδα θαλασσινίων που περιέχουν DHA σχετίζεται με καλύτερα αποτελέσματα για την υγεία των βρεφών.(41)

2.4.3. Πρόληψη του καρκίνου

Οι ερευνητές έχουν υποστηρίξει ότι η υψηλότερη πρόσληψη ωμέγα-3 είτε από τροφές είτε από συμπληρώματα μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο καρκίνου λόγω των αντιφλεγμονωδών επιδράσεών τους και της δυνατότητας αναστολής των παραγόντων ανάπτυξης των κυττάρων. Ωστόσο, τα αποτελέσματα από μελέτες παρατήρησης ήταν ασυνεπή και ποικίλλουν ανάλογα με τη θέση του καρκίνου και άλλους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του φύλου και του γενετικού κινδύνου (51).

2.4.3.1 Καρκίνος του παχέος εντέρου

Τα στοιχεία και οι μελέτες που συσχετίζονται με την κατανάλωση LC ωμέγα-3 με τον καρκίνο του παχέος εντέρου είναι περιορισμένες και αντικρουόμενες. Για τα άτομα με χαμηλό γενετικό κίνδυνο, η υψηλότερη κατανάλωση ψαριών και η υψηλότερη πρόσληψη EPA και DHA συσχετίστηκαν με μειωμένο κίνδυνο καρκίνου του παχέος εντέρου. Αντιθέτως, τα άτομα με πολύ υψηλό γενετικό κίνδυνο συσχετίστηκαν θετικά με τον καρκίνο του παχέος εντέρου (52).

2.4.3.2 Καρκίνος του μαστού

Η πρόληψη του καρκίνου του μαστού εξακολουθεί να είναι ένα σημαντικό ζήτημα της δημόσιας υγείας, ειδικά η συσχέτισή του με το κομμάτι της διατροφής και του τρόπου ζωής. Διάφορες μελέτες παρατήρησης υποδηλώνουν ότι η υψηλότερη πρόσληψη LC ωμέγα-3 σχετίζονται με χαμηλότερο κίνδυνο καρκίνου του μαστού. Παρόλα αυτά, χρειάζονται περισσότερες κλινικές δοκιμές και διερεύνηση για να επιβεβαιωθούν αυτά τα ευρήματα (53).

2.4.3.3 Καρκίνος του προστάτη

Οι μελέτες για την συσχέτιση των ωμέγα-3 λιπαρών με τον καρκίνο του προστάτη είναι αντικρουόμενες και χρειάζεται προσεκτική προσέγγιση των αποτελεσμάτων, καθώς περιλαμβάνονται σύνθετοι προσδιορισμοί για την καρκινογένεση του προστάτη και τον μεταβολισμό των ωμέγα-3 λιπαρών. Σε μια πρόσφατη μετα-ανάλυση, η συγκέντρωση στο αίμα του DHA εμφάνιζε αμελητέα

συσχέτιση με τον καρκίνο του προστάτη κάτι που δεν συνέβαινε το ίδιο με τις συγκεντρώσεις του ALA και του EPA(54).

2.4.4. Νόσος Alzheimer, Άνοια και Γνωστική λειτουργία

Η νόσος Alzheimer αποτελεί το συχνότερο αίτιο της άνοιας και είναι μία χρόνια εκφυλιστική νόσος του εγκεφάλου. Συνοδεύεται από διαταραχή και απώλεια της μνήμης, όπου είναι το κύριο γνώρισμα της νόσου, από διαταραχή του λόγου και της αντίληψης του χώρου, δυσκολία στον προγραμματισμό και στην εκτέλεση σύνθετων δραστηριοτήτων, απραξία και ψυχικές διαταραχές όπως κατάθλιψη, άγχος, διέγερση, επιθετικότητα και διαταραχές του ύπνου(50).Μερικές, αλλά όχι όλες, μελέτες παρατήρησης υποδηλώνουν ότι οι δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε LC ωμέγα-3 σχετίζονται με μειωμένο κίνδυνο γνωστικής έκπτωσης, νόσου Alzheimer και άνοιας. Επειδή το DHA είναι βασικό συστατικό των φωσφολιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης στον εγκέφαλο, οι ερευνητές υποθέτουν ότι τα LC ωμέγα-3 μπορεί να προστατεύουν τη γνωστική λειτουργία βοηθώντας στη διατήρηση της νευρωνικής λειτουργίας και της ακεραιότητας της κυτταρικής μεμβράνης εντός του εγκεφάλου. Αυτή η υπόθεση υποστηρίζεται από ευρήματα από μελέτες περιπτώσεων ελέγχου που υποδεικνύουν ότι οι ασθενείς με νόσο Alzheimer έχουν χαμηλότερα επίπεδα DHA στον ορό από ότι οι γνωστικά υγιείς άνθρωποι. Τα χαμηλότερα επίπεδα DHA στον ορό σχετίζονται επίσης με περισσότερη εγκεφαλική αμυλοείδωση (συσσώρευση πρωτεϊνικών εναποθέσεων που ονομάζονται αμυλοειδή) σε υγιείς ηλικιωμένους ενήλικες, ενώ υψηλότερο DHA συσχετίζεται με τη διατήρηση του όγκου του εγκεφάλου (50).

2.4.5. Ρευματοειδής αρθρίτιδα

Η ρευματοειδής αρθρίτιδα είναι ένα αυτοάνοσο νόσημα που χαρακτηρίζεται από φλεγμονή των αρθρώσεων. Τα συχνότερα και κύρια συμπτώματα περιλαμβάνουν πόνο, οίδημα στις αρθρώσεις, δυσκαμψία και άλλες λειτουργικές βλάβες. Μπορεί να προσβάλει όλες τις ηλικίες, αλλά εμφανίζεται όλο και πιο συχνά με την πάροδο του χρόνου. Οι γυναίκες παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης ρευματοειδούς αρθρίτιδας απ ότι οι άντρες. Για την αντιμετώπιση της ρευματοειδούς αρθρίτιδας συνήθως χρησιμοποιούνται τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (ΜΣΑΦ), αντιρρευματικά φάρμακα, κορτικοστεροειδή και διάφορα παυσίπονα για την ανακούφιση των συμπτωμάτων (55).

Λόγω της αντιφλεγμονώδους δράσης των ωμεγα-3, ορισμένοι επιστήμονες πιστεύουν ότι τα LC ωμεγα-3 μπορούν να μετριάσουν μερικά από τα συμπτώματα της ρευματοειδούς αρθρίτιδας και την εξάρτησή τους από τα ΜΣΑΦ και τα κορτικοστεροειδή φάρμακα. Ωστόσο, αν και τα ευρήματα μπορεί να δείχνουν συσχέτιση και τα LC ωμεγα-3 να είναι χρήσιμα ως μια συμπληρωματική θεραπεία απαιτείται περισσότερη έρευνα.(55).

2.4.6. Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου II

Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II, χαρακτηρίζεται από την αντίσταση στην ινσουλίνη, τα αυξημένα τελικά προϊόντα προηγμένης γλυκοζυλίωσης (AGEs), τον προφλεγμονώδη φαινότυπο και το οξειδωτικό στρες, που μπορούν να οδηγήσει σε αγγειακές επιπλοκές. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ικανά να επηρεάσουν τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων και να προκαλέσουν κυτταρικό θάνατο. Κατά συνέπεια, στον κυτταρικό θάνατο οφείλεται η απώλεια στη μάζα, η δύναμη και η λειτουργία των σκελετικών μυών, οδηγώντας σταδιακά στην ανάπτυξη σαρκοπενίας.

Από την άλλη πλευρά, η χαμηλή μυϊκή μάζα και η λειτουργία στη σαρκοπενία μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένο μεταβολικό ρυθμό, καθώς και μειωμένα επίπεδα γλυκόζης και σωματικής δραστηριότητας, θέτοντας τους ηλικιωμένους με σαρκοπενία σε αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης σακχαρώδους διαβήτη τύπου II.

Υπάρχουν αμφίδρομες σχέσεις μεταξύ του σακχαρώδους διαβήτη τύπου II και της σαρκοπενίας και η ύπαρξη μιας πάθησης μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης της άλλης. Παράγοντες όπως η αντίσταση στην ινσουλίνη, η φλεγμονή, το αυξημένο οξειδωτικό στρες και οι αγγειακές επιπλοκές μπορούν όλοι να επηρεάσουν διάφορα συστατικά της μυϊκής υγείας και η μειωμένη μυϊκή υγεία μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη και εξέλιξη του σακχαρώδους διαβήτη τύπου II.

Αλλαγές στον τρόπο ζωής μπορούν να βελτιώσουν ή και να διατηρήσουν τη λειτουργική και μεταβολική υγεία σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II και σαρκοπενία. Θα πρέπει όμως, να πραγματοποιηθούν αποτελεσματικές παρεμβάσεις σε άτομα με συννοσηρότητα, για να επιτευχθεί η βελτίωση της ποιότητας ζωής των πασχόντων (56).

Κεφάλαιο 3^ο : 3^η ηλικία

3.1. Εισαγωγικά Στοιχεία

Η γήρανση (ή η τρίτη ηλικία) αναφέρεται στην ηλικία που το άτομο πλησιάζει ή ξεπερνά το προσδόκιμο ζωής. Ως τρίτη ηλικία ορίζεται το χρονικό διάστημα από τα 60 έτη έως το βιολογικό θάνατο ενός ανθρώπου. Ο προσδιορισμός είναι περισσότερο συμβατικός, αφού σε παλαιότερες εποχές αρχή της τρίτης ηλικίας ήταν τα 50 έτη. Τα άτομα της τρίτης ηλικίας αντιμετωπίζονταν από τα αρχαία χρόνια με ιδιαίτερο σεβασμό σε όλες ανεξαιρέτως τις κοινωνίες. Θεωρούνταν πρόσωπα άξια προσοχής, λόγω της αδιαμφισβήτητης πείρας τους και η κοινωνική θέση τους ήταν ιδιαίτερα σημαντική. Οι ηλικιωμένοι παλαιότερα έμεναν συνήθως μαζί με τα παιδιά τους και είχαν βαρύνοντα λόγο στις οικογενειακές υποθέσεις.

3.2. Αλλαγές

Τα διακριτά χαρακτηριστικά των γηρατειών είναι τόσο σωματικά όσο και ψυχικά. Τα σημάδια του γήρατος είναι τόσο διαφορετικά από τα σημάδια της μέσης ηλικίας. Αυτά τα σημάδια δεν εμφανίζονται την ίδια χρονολογική ηλικία για όλους. Εμφανίζονται σε διαφορετικούς ρυθμούς σε διαφορετικά άτομα και μπορούν εύκολα να διαφέρουν μεταξύ ατόμων της ίδιας χρονολογικής ηλικίας (56). Ένα βασικό σημάδι που επηρεάζει τόσο το σώμα όσο και το μυαλό είναι η «βραδύτητα στη συμπεριφορά» (56). Αυτή η «αρχή επιβράδυνσης» βρίσκει μια συσχέτιση μεταξύ της προχωρημένης ηλικίας και της βραδύτητας αντίδρασης τόσο της σωματικής όσο και της διανοητικής απόδοσης.

3.2.1. Φυσικές αλλαγές

Τα φυσικά σημάδια γήρατος περιλαμβάνουν αλλαγές: *στα οστά, στις αρθρώσεις και στο μυοσκελετικό σύστημα, που καθίστανται αραιότερα σε ασβέστιο και πιο αδύναμα (57) στις χρόνιες ασθένειες όπως η αυξημένη πίεση του αίματος, η διάγνωση αρθρίτιδας και οι καρδιακές παθήσεις, στο πεπτικό σύστημα (πεπτικές διαταραχές), στις αισθήσεις (όραση, ακοή και γεύση), στην μεταβολή βάρους και στις πτώσεις (επιβράδυνση ταχύτητας βαδίσματος και αυξημένη τάση για πτώσεις).*

3.2.2. Ψυχικές αλλαγές

Οι αλλαγές στη ζωή των ηλικιωμένων έχουν αναπόφευκτα και συναισθηματικές επιπτώσεις. Τα κυριότερα ψυχολογικά προβλήματα των ηλικιωμένων είναι (58): η απομόνωση, ο μαρασμός, η πλήρης σωματική και ψυχολογική κατάπτωση και η αδυναμία αυτοφροντίδας.

3.3. Συχνά προβλήματα υγείας

3.3.1. Σωματικές παθήσεις

Οι σωματικές παθήσεις που σχετίζονται με τη σωματική λειτουργία των ηλικιωμένων περιλαμβάνουν:

- **Καρδιαγγειακές παθήσεις** (π.χ. αρτηριακή πίεση)
- **Παθήσεις του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος** (π.χ. διαταραχές - εξασθένιση μνήμης)
- **Παθήσεις του μυοσκελετικού συστήματος** (π.χ. σαρκοπενία)
- **Παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος** (π.χ. χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια)
- **Παθήσεις του γαστρεντερικού συστήματος** (π.χ. καρκίνος του παγκρέατος)
- **Παθήσεις του ουροποιητικού συστήματος** (π.χ. ακράτεια)
- **Παθήσεις του ενδοκρινικού συστήματος** (π.χ. νεοπλασματικές ασθένειες και μη ασθένειες)
- **Παθήσεις του αιματοποιητικού συστήματος** (π.χ. δυσκολία στην πήξη του αίματος)
- **Παθήσεις των αισθητήριων οργάνων** (π.χ. καταρράκτης, εμβοές)
- **Διαταραχές ύπνου** (π.χ. άπνοια ύπνου)

3.3.2. Ψυχικές παθήσεις

Τα γεράματα δεν είναι εύκολη κατάσταση. Παρά τις απώλειες και την αδυναμία που βιώνουν, οι περισσότεροι ηλικιωμένοι προσαρμόζονται αρκετά καλά. Ωστόσο, όταν κάποιες καταστάσεις είναι εξαιρετικά δυσάρεστες μπορούν να προκαλέσουν κατάθλιψη, άγχος ή άλλες ψυχικές παθήσεις.

- Διαταραχές της διάθεσης
- Αγχώδεις διαταραχές
- Διαταραχή Πανικού και Αγοραφοβία
- Ψυχαναγκαστική Καταναγκαστική διαταραχή
- Γενικευμένη αγχώδης διαταραχή
- Γνωστικές διαταραχές
- Παραλήρημα
- Άνοια - Άνοια τύπου Alzheimer
- Αγγειακή ή πολυεμφρακτική άνοια

3.4. Σαρκοπενία: Ηλικία και Φύλο

Η διαδικασία γήρανσης συνοδεύεται από δραστικές αλλαγές στη σύσταση του σώματος, οι οποίες πιστεύεται ότι είναι συνέπεια των ανισορροπιών μεταξύ της ενεργειακής πρόσληψης και των ενεργειακών αναγκών που σχετίζονται με τον όλο και πιο καθιστικό τρόπο ζωής. Εκτός από τη γενική αύξηση βάρους με την πρόοδο της ηλικίας, παρατηρείται περισσότερη σωματική μάζα λίπους που

σχετίζεται με την ηλικία, ειδικά η συσσώρευση εναποθέσεων λίπους στην κοιλιά και η απώλεια σωματικής μάζας χωρίς λίπος.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η μυϊκή μάζα και η δύναμη μειώνονται με την πάροδο των χρόνων στους ενήλικες, κατά κύριο λόγο μετά την ηλικία των 65 ετών αυτή η απώλεια επιταχύνεται και οδηγεί σε ανεπάρκεια σχετικής σκελετικής μυϊκής μάζας. Αυτή η μείωση της σκελετικής μυϊκής μάζας μπορεί να έχει δραματικές συνέπειες για το κάθε άτομο (59).

Η μείωση της σκελετικής μυϊκής μάζας που σχετίζεται με την ηλικία οδηγεί σε μειωμένη λειτουργική απόδοση, σε αυξημένη σωματική αναπηρία, σε αδυναμία και σε αυξημένο κίνδυνο πτώσεων. Οι ευάλωτοι ηλικιωμένοι εμφανίζουν αυξημένη τάση για πτώση αλλά και για σπασίματα οστών, εξαιτίας αυτών των πτώσεων και κατά συνέπεια τη σαρκοπενία.

Πολλοί αλληλένδετοι παράγοντες συμβάλλουν στην ανάπτυξη της σαρκοπενίας. Εκτός από τη γενετική προδιάθεση, τη σωματική αδράνεια, τον καθιστικό τρόπο ζωής, τους διατροφικούς παράγοντες, οι ενδοκρινικές αλλαγές όπως η μείωση των στεροειδών του φύλου φαίνεται να συνδράμουν στην ανάπτυξη και εξέλιξη της σαρκοπενίας. Ένας ιδιαίτερος παράγοντας που επηρεάζει την εμφάνιση σαρκοπενίας φαίνεται να είναι το φύλο. Οι διαφορές του φύλου σχετικά με τη σύσταση είναι κοινώς αποδεκτές και αυτό παρατηρείται σε όλη την ενήλικη ζωή των ατόμων. Οι διαφορές των φύλων στη μυϊκή μάζα είναι μερικές φορές παρατηρήσιμες κατά την προεφηβική ηλικία, αλλά γενικά γίνονται εμφανείς κατά την εφηβεία. Ακόμη και τα προεφηβικά αρσενικά άτομα ξεπερνούν τα θηλυκά σε άλιπη μάζα σώματος, ενώ τα θηλυκά εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερη ποσότητα σωματικού λίπους και αυτό ισχύει σε όλα τα στάδια της ζωής (59).

Τα αρσενικά άτομα επιτυγχάνουν υψηλότερες τιμές στο συνολικό κάλιο του σώματος, ένα συστατικό που σχετίζεται με τους μυς, και υψηλότερες απόλυτες και σχετικές ποσότητες σκελετικής μυϊκής μάζας από τα θηλυκά κατά τη διάρκεια των ενηλίκων. Μια σημαντικά υψηλότερη ποσότητα άλιπης μάζας σώματος ή μυϊκής μάζας βρέθηκε επίσης στην παρούσα μελέτη. Οι άνδρες ξεπέρασαν τις γυναίκες τους όχι μόνο σε απόλυτη άλιπη μάζα σώματος, αυτό ίσχυε επίσης για την απόλυτη και σχετική σκωληκοειδή σκελετική μυϊκή μάζα και την απόλυτη και σχετική ολική σκελετική μάζα. Με την πρώτη ματιά, αυτή η υψηλότερη μυϊκή μάζα στους άνδρες φαίνεται να υπονοεί ότι η μείωση της μυϊκής μάζας με την πρόοδο της ηλικίας είναι ιδιαίτερα προβληματική για τις γυναίκες, επειδή η μυϊκή τους μάζα ήταν αρχικά χαμηλότερη. Σε μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί, αναφέρεται ότι οι άνδρες έχουν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα μυϊκής μάζας, δύναμης και λειτουργικότητας σε οποιαδήποτε δεδομένη ηλικία εν συγκρίσει με αυτή των γυναικών (59).

Κεφάλαιο 4^ο : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

4.1. Στόχοι Έρευνας

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών, οι οποίες αξιολογούν την επίδραση των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων σε ηλικιωμένους με σαρκοπενία, δημοσιευμένες την περίοδο 2015-2021. Επιμέρους στόχοι που θα διερευνηθούν περιλαμβάνουν:

- Ο βαθμός, στον οποίο τα συμπληρώματα των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων μπορούν να βοηθήσουν και να προσφέρουν μια εναλλακτική πηγή θεραπείας και αντιμετώπισης της σαρκοπενίας στους ηλικιωμένους ασθενείς
- Επικέντρωση στην αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων διατροφής των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων για την βελτίωση του μεταβολισμού των πρωτεϊνών στην πρόληψη της σαρκοπενίας.
- Και τέλος, θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στο αν τα ωμέγα 3 λιπαρά οξέα μετριάζουν την φλεγμονή και την απώλεια μυϊκής μάζας που προκύπτει λόγω της σαρκοπενίας.

4.2. Υλικό και μέθοδος

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση, αποτελεί μέθοδο συλλογής, ανασκόπησης και σύνθεσης δεδομένων από έναν καθορισμένο με συγκεκριμένα κριτήρια αριθμό πηγών. Τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν για να τεκμηριώσουν επιστημονικά τη μελέτη μας, εντοπίστηκαν στην Διεθνή επιστημονική βάση, PubMed και στην μηχανή αναζήτησης ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων, Google Scholar, με λέξεις/φράσεις κλειδιά αναζήτησης: "sarcopenia", "muscle tissue loss", "elderly", "aged people", "older people", "omega-3 fatty acids"&"omega-3 supplements".

→ **Κριτήρια ένταξης:** Θέλοντας η εργασία να περιλαμβάνει τόσο τα πιο σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα, όσο και τα τελευταία δεδομένα, το πρώτο κριτήριο ήταν η ημερομηνία δημοσίευσης του άρθρου, επιλέγοντας άρθρα της τελευταία 7ετίας (2015-2021). Το επόμενο κριτήριο αποδοχής ήταν η γλώσσα δημοσίευσης έγιναν αποδεκτά τα άρθρα που ήταν γραμμένα στα αγγλικά. Τέλος, τα άρθρα που επιλέχθηκαν έπρεπε να «απαντούν» σε έναν από τους στόχους που τέθηκαν στην αρχή.

→ **Κριτήρια αποκλεισμού:** Αποκλείστηκαν όλα τα άρθρα που δεν σχετίζονταν με το θέμα αυτής της εργασίας, καθώς και τα άρθρα, στα οποία δεν ήταν διαθέσιμο το πλήρες κείμενο..

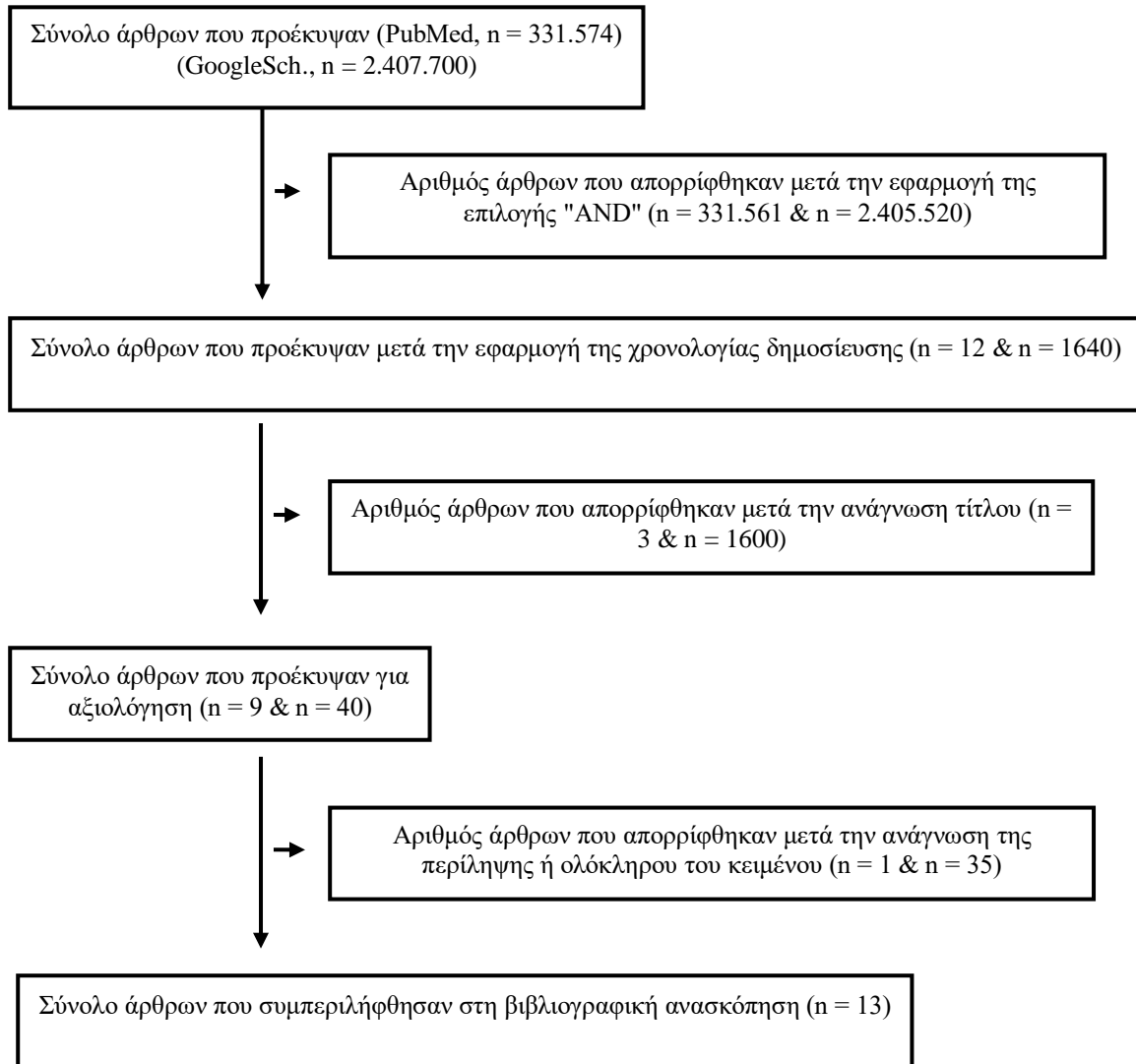
4.3. Αποτελέσματα

Η αρχική αναζήτηση στην Διεθνή επιστημονική βάση, PubMed και στην μηχανή αναζήτησης ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων, Google Scholar με τους όρους (sarcopenia OR "muscle tissue loss"[tw]) είχε ως αποτέλεσμα 13.919 & 869.000 συνολικά άρθρα αντίστοιχα. Η επόμενη αναζήτηση με λέξεις κλειδιά "omega-3 fatty acids"[tw] OR "Omega-3 Supplements"[tw] «απέδωσε» 8,044 & 18.700 αποτελέσματα αντίστοιχα και η αναζήτηση με λέξεις κλειδιά elderly[tw] OR "aged people"[tw] OR

"older people"[tw] επέστρεψε 309.611 & 1.520.000 άρθρα αντίστοιχα. Σε συνέχεια, της αναζήτησης στις βάσεις δεδομένων, συνδυάζοντας τους όρους μεταξύ τους και συμπεριλαμβάνοντας τη λέξη επιλογής AND, "sarcopenia and omega-3 fatty acids in elderly", "muscle tissue loss and Omega-3 Supplements in older people", βρέθηκαν 13 αποτελέσματα στο PubMed και 2.180 στο Google Scholar. Επιπλέον, θέτοντας και τον περιορισμό της χρονολογίας βρήκαμε 12 και 1.640 αποτελέσματα. Από τη βάση δεδομένων PubMed 8 άρθρα πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης ενώ από το Google Scholar 4. Στο Διάγραμμα Ροής 1 παρουσιάζονται σχηματικά οι παραπάνω αναζητήσεις.

Διάγραμμα Ροής 1. Διάγραμμα ροής της αξιολόγησης των μελετών που εντοπίστηκαν από τη βιβλιογραφική αναζήτηση

(Λέξεις-κλειδιά: *sarcopenia and omega-3 fatty acids in elderly*, “*muscle tissue loss and Omega-3 Supplements in older people*”)



Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
<p>1. Troesch, B., Eggersdorfer, M., Laviano, A., Rolland, Y., Smith, A. D., Warnke, I., Weimann, A., & Calder, P. C. (2020). Expert Opinion on Benefits of Long-Chain Omega-3 Fatty Acids (DHA and EPA) in Aging and Clinical Nutrition (4)</p>	<p>Η διερεύνηση των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων (Λ.Ο.) στον ηλικιακό πληθυσμό των ηλικιωμένων και σε διάφορες ιατρικές καταστάσεις υγείας.</p>	<p><i>Ανασκόπηση (Review)</i></p>	<p>Υπάρχουν δεδομένα πως τα LC ωμέγα-3 λιπαρά οξέα μειώνουν τη φλεγμονή ενώ ωφελούν επίσης, τη γνωστική υγεία, τη μείωση της μυϊκής μάζας που σχετίζεται με την ηλικία και τις ασθένειες, τη θεραπεία του καρκίνου και τις σοβαρές ασθένειες. Ωστόσο, λόγω μιας σειράς παραγόντων που ποικίλλουν μεταξύ των δοκιμών, τα δεδομένα εξακολουθούν να είναι ασυνεπή. Στους παράγοντες περιλαμβάνονται: η δόση, η διάρκεια, η αρχική κατάσταση ωμέγα-3 του ατόμου και η πρόσληψη άλλων θρεπτικών συστατικών. Ενκατακλείδι απαιτούνται καλά σχεδιασμένες μελέτες παρέμβασης και πιο εξατομικευμένες στρατηγικές πάνω στο θέμα.</p>
<p>2. Farshidfar, F., Shulgina, V., & Myrie, S.B. (2016). Nutritional supplementations and administration considerations for sarcopenia in older adults (60)</p>	<p>Η επικέντρωση στα πιο ευρέως μελετημένα, ισχυρά θρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση/μείωση της σαρκopenίας: πρωτεΐνες/αμινοξέα, βιταμίνη D και ασβέστιο, αντιοξειδωτικά και ωμέγα-3 Λ.Ο.</p>	<p><i>Ανασκόπηση (Review)</i></p>	<p>Η εξέταση του μηχανισμού δράσης κάθε θρεπτικού συστατικού μπορεί να βοηθήσει στην εντόπιση των κυτταρικών στόχων, των πιθανών αλληλεπιδράσεων, των επιδράσεων αυτών των θρεπτικών στοιχείων. Προς το παρόν υπάρχει έλλειψη πληροφοριών σχετικά με συνδυαστικές διατροφικές θεραπείες που περιλαμβάνουν πρωτεΐνες/αμινοξέα, βιταμίνη D και ασβέστιο, ωμέγα-3 Λ.Ο. και αντιοξειδωτικά. Συνολικά, απαιτείται περισσότερη έρευνα για να καθοριστεί η ακριβής ηλικία έναρξης των συμπληρωμάτων, οι ακριβείς ποσότητες, οι συνδυασμοί θρεπτικών συστατικών, η βέλτιστη μορφή και το πρόγραμμα χορήγησης.</p>

Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
<p>3. Tessier, A. J., & Chevalier, S. (2018). An Update on Protein, Leucine, Omega-3 Fatty Acids, and Vitamin D in the Prevention and Treatment of Sarcopenia and Functional Decline (30)</p>	<p>Η εξέταση των πρόσφατων παρατηρητικών και παρεμβατικών ενδείξεων σχετικά με τις συσχετίσεις και το ρόλο των πρωτεϊνών, της λευκίνης, της βιταμίνης D και των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στη μυϊκή μάζα, τη δύναμη, την κινητικότητα και τη φυσική λειτουργία των ηλικιωμένων</p>	<p><i>Ανασκόπηση (Review)</i></p>	<p>Οι πρωτεΐνες, η λευκίνη, η βιταμίνη D και τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα μπορούν μεμονωμένα να διαδραματίσουν προστατευτικό ρόλο στην υγεία των σκελετικών μυών. Ομάδες συγγραφέων συνιστούν πρόσληψη πρωτεΐνης 1,0-1,2 g/kg/ημέρα για ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας. Δόσεις βιταμίνης D 800–1000 IU/ημέρα φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικές σε σύγκριση με χαμηλότερες δόσεις. Για τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα 3 g/ημέρα μπορεί να έχουν θετικό αντίκτυπο στη φυσική απόδοση, τη μυϊκή δύναμη και τη μυϊκή μάζα σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας όταν δεν λαμβάνονται συνδυαστικά με άλλα θρεπτικά συστατικά. Η ετερογένεια των μελετών καθιστά δύσκολη τη σύγκρισή τους. Η συμπλήρωση βασικών θρεπτικών συστατικών σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας παρουσιάζει ενδιαφέρον για την πρόληψη της σαρκοπενίας και της αδυναμίας, καθώς είναι μια απλή, χαμηλού κόστους θεραπευτική προσέγγιση χωρίς σημαντικές παρενέργειες.</p>
<p>4. Smith GI. The Effects of Dietary Omega-3s on Muscle Composition and Quality in Older Adults. CurrNutrRep. 2016 Jun 5(61)</p>	<p>Η επικέντρωση στα ευρήματα μελετών σχετικά με τις αλλαγές στον κύκλο εργασιών μυϊκής πρωτεΐνης, άλιπης ή μυϊκής μάζας και στη φυσική λειτουργία μετά από θεραπεία με ωμέγα-3</p>	<p><i>Ανασκόπηση (Review)</i></p>	<p>Υπάρχουν συσσωρευμένες ενδείξεις ότι τα αυξημένα επίπεδα ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στα ερυθρά αιμοσφαίρια σχετίζονται θετικά με τη δύναμη και καλύτερη σωματική λειτουργία. Ως αποτέλεσμα, η αυξημένη κατανάλωση ωμέγα-3 λιπαρών οξέων μπορεί να αποδειχθεί μια πολλά υποσχόμενη διατροφική προσέγγιση χαμηλού κόστους για την άμβλυνση ή την πρόληψη της μείωσης της μυϊκής μάζας και της λειτουργίας που σχετίζεται με τη</p>

Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
	Λ.Ο. που προέρχονται από ιχθυέλαιο.		γήρανση.
5. Buoite Stella, A., GortanCappellari, G., Barazzoni, R., & Zanetti, M. (2018). Update on the Impact of Omega 3 Fatty Acids on Inflammation, Insulin Resistance and Sarcopenia: A Review (16)	Η ανασκόπηση πρόσφατων τυχαιοποιημένων κλινικών μελετών που αξιολογούν τις επιπτώσεις μιας χρόνιας συμπλήρωσης ωμέγα-3 Λ.Ο. στις φλεγμονές, στο μεταβολικό προφίλ και σε καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από σαρκοπενία (γήρανση, αντίσταση στην ινσουλίνη, διαβήτη τύπου 2, χρόνια νεφρική ανεπάρκεια).	<i>Ανασκόπηση (Review)</i>	Τα ωμέγα 3 FA απέφεραν μικτά αποτελέσματα. Δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στην αντίσταση στην ινσουλίνη. Οι παράμετροι που σχετίζονται με τους μυς βελτιώθηκαν σε ηλικιωμένους και σε ασθενείς με νεφρικά προβλήματα. Συμπερασματικά, στη σαρκοπενία που σχετίζεται με τη γήρανση και τη χρόνια νόσο, τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα είναι πολλά υποσχόμενα ανεξάρτητα από τα σχετικά αναβολικά ερεθίσματα (στους μύες) ή από τα αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα. Οι ενδείξεις για βελτιωμένο μεταβολισμό της γλυκόζης σε ανθεκτικές στην ινσουλίνη και σε χρόνιες φλεγμονώδεις καταστάσεις είναι λιγότερο στέρες.
6. Robinson, S. M., Reginster, J. Y., Rizzoli, R., Shaw, S. C., Kanis, J. A., Bautmans, I., Bischoff-Ferrari, H., Bruyère, O., Cesari, M., Dawson-Hughes,	Η σύνοψη των συζητήσεων μιας ομάδας εργασίας, που συνεδρίασε για να εξετάσει τα τρέχοντα στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις της διατροφής στις στρατηγικές πρόληψης και	<i>Ανασκόπηση (Review)</i>	Επισημαίνεται η σημασία των «πιο υγιεινών» διατροφικών προτύπων ώστε να διασφαλίζεται η επαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών, βιταμίνης D, αντιοξειδωτικών και ωμέγα-3 λιπαρών οξέων. Ωστόσο, πολλά από τα στοιχεία προέρχονται από χώρες υψηλού εισοδήματος. Απαιτούνται περαιτέρω δοκιμές υψηλής ποιότητας, ιδιαίτερα από περισσότερους διαφορετικούς πληθυσμούς, για να καταστεί δυνατή η κατανόηση των επιδράσεων της δόσης και της

Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
<p>B., Fielding, R. A., Kaufman, J. M., Landi, F., Malafarina, V., Rolland, Y., van Loon, L. J., Vellas, B., Visser, M., Cooper, C., & ESCEO working group (2018). Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia? (28)</p>	<p>θεραπείας της σαρκοπενίας.</p>		<p>διάρκειας των παραπάνω θρεπτικών συστατικών σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας.</p>
<p>7. Krzywińska-Siemaszko, R., Czepulis, N., Lewandowicz, M., Zasadzka, E., Suwalska, A., Witowski, J., & Wiczorowska-Tobis, K. (2015). The Effect of a 12-Week Omega-3</p>	<p>Η αξιολόγηση της επίδρασης ενός συμπληρώματος πολύ-ακόρεστων ω-3 Λ.Ο. στις παραμέτρους της σωματικής σύστασης, της μυϊκής δύναμης και της φυσικής απόδοσης σε ηλικιωμένους με μειωμένη μυϊκή μάζα</p>	<p><i>Αυθεντική έρευνα - (Original Research):</i> 53 ηλικιωμένα άτομα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά κατανεμήθηκαν τυχαία σε ομάδες που έλαβαν PUFA ή ομάδες ελέγχου. <i>Ομάδα PUFA:</i> λήψη 1,3 g PUFA και 10 mg βιταμίνης E <i>Ομάδα ελέγχου:</i> 11 mg βιταμίνης E ημερησίως για 12 εβδομάδες.</p>	<p>Η σύσταση του σώματος, η μυϊκή δύναμη και η φυσική απόδοση αξιολογήθηκαν πριν και μετά τη λήψη συμπληρωμάτων. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία από τις αξιολογήσεις σε καμία ομάδα.</p>

Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
Supplementation on Body Composition, Muscle Strength and Physical Performance in Elderly Individuals with Decreased Muscle Mass (62)	(DMM).		
8. Okamura, T., Hashimoto, Y., Miki, A., Kaji, A., Sakai, R., Iwai, K., Osaka, T., Ushigome, E., Hamaguchi, M., Yamazaki, M., & Fukui, M. (2020). Reduced dietary omega-3 fatty acids intake is associated with sarcopenia in elderly patients with type 2 diabetes: a cross-sectional study of	<p>Η σχέση μεταξύ της πρόσληψης ωμέγα-3 λιπαρών οξέων και της σαρκοπενίας σε ηλικιωμένους ασθενείς με διαβήτη τύπου 2</p>	<p>Αυθεντική έρευνα - (OriginalResearch): Χρήση σύντομου ερωτηματολογίου & μέτρηση της σύστασης των ασθενών με ανάλυση βιο-σύνθετης αντίστασης.</p>	<p>Η πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων συσχετίστηκε αρνητικά με την παρουσία σαρκοπενίας μετά από προσαρμογή για ηλικία, φύλο, άσκηση, κατάσταση καπνίσματος, διάρκεια διαβήτη, πρόσληψη ενέργειας, πρόσληψη πρωτεΐνης, πρόσληψη λίπους και πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων. Η πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων συσχετίστηκε αρνητικά με την παρουσία σαρκοπενίας σε ηλικιωμένους ασθενείς με διαβήτη τύπου 2.</p>

Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
KAMOGAWA-DM cohort study (63)			
9. Huang, Y. H., Chiu, W. C., Hsu, Y. P., Lo, Y. L., & Wang, Y. H. (2020). Effects of Omega-3 Fatty Acids on Muscle Mass, Muscle Strength and Muscle Performance among the Elderly: A Meta-Analysis (64)	Αξιολόγηση των πιθανών επιδράσεων των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στις επιδόσεις που σχετίζονται με τη σαρκοπενία μεταξύ των ηλικιωμένων.	Μετα-ανάλυση - (Meta-Analysis): Αναζήτηση μελετών στις βάσεις δεδομένων PubMed , CochraneLibrary, ClinicalTrials.gov και CumulativeIndextoNursingandAlliedHealthLiterature (CINAHL) και συλλογή 10 άρθρων.	Υπήρχαν ελάχιστα οφέλη για την αύξηση της μυϊκής μάζας και την απόδοση χρονομέτρησης. Οι αναλύσεις υποομάδων σχετικά με τη μυϊκή μάζα και την ταχύτητα βαδίσματος έδειξαν ότι τα συμπληρώματα ωμέγα-3 λιπαρών οξέων με περισσότερα από 2 g/ημέρα μπορεί να συμβάλλουν στην αύξηση της μυϊκής μάζας και να βελτιώσουν την ταχύτητα βαδίσματος, ειδικά για όσους λαμβάνουν περισσότερο από 6 μήνες παρέμβασης. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης παρέχουν κάποια εικόνα για τις επιδράσεις των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στη μυϊκή μάζα, ειδικά για όσους λαμβάνουν συμπληρώματα με περισσότερα από 2 g/ημέρα. Επιπλέον μια μακρά περίοδος λήψης συμπληρωμάτων ωμέγα-3 λιπαρών οξέων μπορεί να βελτιώσει την ταχύτητα βαδίσματος.
10. Rondanelli, M., Perna, S., Riva, A., Petrangolini, G., Di Paolo, E., & Gasparri, C. (2021). Effects of n-3 EPA and DHA supplementation on fat free mass and physical	Η διερεύνηση της επίδρασης των συμπληρωμάτων n-3 EPA και DHA στη μάζα χωρίς λίπος και σε διαφορετικούς δείκτες σωματικής απόδοσης στους ηλικιωμένους.	Συστηματική ανασκόπηση & Μετα-ανάλυση (Systematic Review & Meta-Analysis): Οι επιλέξιμες μελέτες περιελάμβαναν μελέτες RCT που διερεύνησαν την παρέμβαση EPA και DHA και συγκεντρώθηκαν 14 μελέτες.	Τα ευρήματα των 14 μελετών (n = 2220 συμμετέχοντες) διάρκειας από 6 έως 144 εβδομάδες έδειξαν ότι η καθημερινή συμπλήρωση n-3 EPA + DHA (από 0,7 g σε 3,36 g) μειώνει τον χρόνο της δοκιμής κινητικότητας (TUG) κατά - 0,28s. Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές επιπτώσεις στους υπόλοιπους δείκτες φυσικής (τεστ βάδισης, μυϊκή μάζα και δύναμη). Η άλιπη μάζα ακολουθεί μια τάση βελτίωσης +0,30 kg αλλά όχι στατιστικά σημαντική. Η συμπλήρωση με n-3 EPA + DHA θα μπορούσε να είναι μια πολλά

Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
performance in elderly. A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trial (65)			υποσχόμενη στρατηγική για τη βελτίωση της ποιότητας των μυών και την πρόληψη ή θεραπεία της σαρκοπενίας.
11. Riviati, N., Indrajaya, T., Bahar, E., & Burni, D. S. (2021). Potential of Omega-3 Supplementation on Muscle Mass, Muscle Strength, and Physical Performance in Elderly Community (66)	Η διερεύνηση της επίδρασης των συμπληρωμάτων ωμέγα-3 στη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη και τη σωματική απόδοση στην ηλικιωμένη κοινότητα στο Palembang της Ινδονησίας.	Ανοιχτή κλινική δοκιμή (Openclinicaltrial): Χορήγηση 1,2g ωμέγα-3 λιπαρών οξέων μια φορά τη μέρα για 12 εβδομάδες από το στόμα & μέτρηση μυϊκής ισχύς με ανάλυση βιοηλεκτρικής αντίστασης και μυϊκής δύναμης με μυϊκό δυναμόμετρο.	Τα συμπληρώματα ωμέγα-3 έδειξαν ισχυρή αποτελεσματικότητα μόνο στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης σε γηριατρικούς ασθενείς και όχι σημαντική βελτίωση στη μυϊκή μάζα και στην ικανότητα βάδισης σε ηλικιωμένους ασθενείς. Σε αυτή τη μελέτη φαίνεται τα συμπληρώματα ωμέγα-3 λιπαρών οξέων να βελτιώνουν τη μυϊκή δύναμη, αλλά δεν αυξάνουν τη μυϊκή μάζα και τη φυσική απόδοση στους γηριατρικούς ασθενείς.
12. Witard, O. C., Combet, E., & Gray, S. R. (2020). Long- chain n-3 fatty acids as an essential link between musculoskeletal and	Η κριτική αξιολόγηση των επιστημονικών στοιχείων που διερευνούν τον/τους θεραπευτικό/ους ρόλο/ους των n-3 PUFA μακράς αλυσίδας στο πλαίσιο της γήρανσης, και	Αφηγηματική Ανασκόπηση (Narrative Review)	Το πρόσφατο ενδιαφέρον για την πιθανή δράση των n-3 PUFA βασίζεται σε ευρήματα από πειραματικές μελέτες που μέτρησαν οξείες αλλαγές στη διέγερση της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης (MPS) και/ή χρόνιες αλλαγές στη μυϊκή μάζα και δύναμη ως απόκριση σε συμπληρώματα ιχθυέλαιου. Συμπερασματικά, πολλές σειρές στοιχείων υποδηλώνουν ότι τα διαιτητικά n-3 PUFA παρέχουν μια ουσιαστική σχέση μεταξύ της μυοσκελετικής και της

Συγγραφείς, Χρονολογία, Τίτλος	Σκοπός	Σχεδιασμός - Μεθοδολογία	Αποτελέσματα - Συμπεράσματα
cardio-metabolic health in older adults (67)	συγκεκριμένα, της σαρκοπενίας.		καρδιομεταβολικής υγείας σε ηλικιωμένους ενήλικες. Δεδομένου ότι οι δυτικές δίαιτες είναι συνήθως πενιχρές σε περιεκτικότητα σε n-3 PUFA, οι διατροφικές συστάσεις για τη διατήρηση της μυϊκής υγείας με την πρόοδο της ηλικίας θα πρέπει να δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη διατροφική πρόσληψη n-3 PUFA.
13. Dupont, J., Dedeyne, L., Dalle, S., Koppo, K., & Gielen, E. (2019). The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia (3)	Η παροχή μιας επισκόπησης της τρέχουσας γνώσης σχετικά με τα ωμέγα-3 PUFA και τον ρόλο τους στην πρόληψη και τη θεραπεία της σαρκοπενίας.	<i>Αφηγηματική Ανασκόπηση (Narrative Review)</i>	Υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις για την ευεργετική επίδραση των συμπληρωμάτων ωμέγα-3 PUFA σε σαρκοπενικά ηλικιωμένα άτομα, η οποία μπορεί να αυξήσει την επίδραση της άσκησης ή/και της συμπλήρωσης πρωτεΐνης. Ωστόσο, η ακριβής δόση, η συχνότητα και η χρήση (μόνη ή συνδυασμένη) στη θεραπεία και την πρόληψη της σαρκοπενίας χρειάζονται ακόμη περαιτέρω διερεύνηση.

Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Βιβλιογραφικά, η άποψη για τα οφέλη των ωμέγα – 3 λιπαρών οξέων στη γήρανση και στην διατροφή, ενισχύεται από την έρευνα των Troesch et.al. (2020), όπου καταλήγουν στο συμπέρασμα πως τα LC ωμέγα-3 λιπαρά οξέα μειώνουν τη φλεγμονή. Επίσης, αναφέρουν ότι ωφελούν τη γνωστική υγεία, τη μείωση της μυϊκής μάζας, η οποία σχετίζεται με την ηλικία και τις ασθένειες, τη θεραπεία του καρκίνου και τις σοβαρές ασθένειες. Παρόλα αυτά, υπάρχει μια σειρά παραγόντων που ποικίλλουν μεταξύ των δοκιμών, καθιστώντας τα δεδομένα ασυνεπή. Στους προαναφερθέντες παράγοντες περιλαμβάνονται η δόση, η διάρκεια, η αρχική κατάσταση ωμέγα-3 του ατόμου και η πρόσληψη άλλων θρεπτικών συστατικών. Σαν κατακλείδα της μελέτης, οι ερευνητές επισημαίνουν ότι απαιτούνται περαιτέρω καλά σχεδιασμένες μελέτες παρέμβασης και πιο εξατομικευμένες στρατηγικές πάνω στο θέμα (4). Σχετικά, με τα οφέλη που παρέχουν τα ωμέγα-3 στη φλεγμονή και την αντίσταση ινσουλίνης οι Buoite et.al. (2018), αναφέρουν ότι τα λιπαρά οξέα απέφεραν μικτά αποτελέσματα και δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στην αντίσταση στην ινσουλίνη. Αναφέρουν ότι οι παράμετροι που σχετίζονται με τους μυς βελτιώθηκαν σε ηλικιωμένους και σε ασθενείς με νεφρικά προβλήματα. Συμπερασματικά, στη σαρκοπενία που σχετίζεται με τη γήρανση και τη χρόνια νόσο, τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα είναι πολλά υποσχόμενα ανεξάρτητα από τα σχετικά αναβολικά ερεθίσματα (στους μύες) ή από τα αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα (6).

Οι Farshidfar et.al. (2016), μελετούν τα συμπληρώματα διατροφής και της χορήγησής τους στα ηλικιωμένα άτομα με σαρκοπενία. Από την έρευνα που πραγματοποίησαν συμπεραίνουν πως η εξέταση του μηχανισμού δράσης κάθε θρεπτικού συστατικού μπορεί να βοηθήσει στην εντόπιση των κυτταρικών στόχων, των πιθανών αλληλεπιδράσεων, των επιδράσεων αυτών των θρεπτικών στοιχείων. Και σε αυτή τη μελέτη επισημαίνεται ότι προς το παρόν υπάρχει έλλειψη πληροφοριών σχετικά με συνδυαστικές διατροφικές θεραπείες που περιλαμβάνουν πρωτεΐνες/αμινοξέα, βιταμίνη D και ασβέστιο, ωμέγα-3 Λ.Ο. και αντιοξειδωτικά. Συμπερασματικά, θα μπορούσε να πει κανείς πως, απαιτείται περισσότερη έρευνα για να καθοριστεί η ακριβής ηλικία έναρξης των συμπληρωμάτων, οι ακριβείς ποσότητες, οι συνδυασμοί θρεπτικών συστατικών, η βέλτιστη μορφή και το πρόγραμμα χορήγησης (60).

Ο ρόλος των πρωτεϊνών, της λευκίνης, της βιταμίνης D και των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων τόσο στη μυϊκή μάζα, στη δύναμη, στην κινητικότητα όσο και στη φυσική λειτουργία των ηλικιωμένων εξετάστηκε από τους Tessier et.al. (2018). Γίνεται αναφορά ότι, οι πρωτεΐνες, η λευκίνη, η βιταμίνη D και τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα μπορούν μεμονωμένα να διαδραματίσουν προστατευτικό ρόλο στην υγεία των σκελετικών μυών. Η συνιστώμενη πρόσληψη πρωτεΐνης είναι 1,0-1,2 g/kg/ημέρα για τους ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας. Οι δόσεις βιταμίνης D 800–1000 IU/ημέρα φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικές σε σύγκριση με χαμηλότερες. Σχετικά με τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα 3 g/ημέρα μπορεί

να έχουν θετικό αντίκτυπο στη φυσική απόδοση, στη μυϊκή δύναμη και στη μυϊκή μάζα σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας όταν δεν λαμβάνονται συνδυαστικά με άλλα θρεπτικά συστατικά. Επισημαίνεται ότι η συμπλήρωση βασικών θρεπτικών συστατικών σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον για την πρόληψη της σαρκοπενίας και της αδυναμίας (30).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η σαρκοπενία είναι ικανή να επηρεάσει την κινητικότητα των ατόμων και κατ' επέκταση και την ποιότητα ζωής τους. Ο Smith (2016), αναφέρει σε ανασκόπηση που πραγματοποίησε ότι υπάρχουν συσσωρευμένες ενδείξεις πως τα αυξημένα επίπεδα ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στα ερυθρά αιμοσφαίρια παρουσιάζουν θετική συσχέτιση με τη δύναμη και καλύτερη σωματική λειτουργία. Συμπερασματικά, η αυξημένη κατανάλωση ωμέγα-3 λιπαρών οξέων μπορεί να αποδειχθεί μια πολλά υποσχόμενη διατροφική προσέγγιση χαμηλού κόστους για την άμβλυνση ή την πρόληψη της μείωσης της μυϊκής μάζας και της λειτουργίας που σχετίζεται με τη γήρανση (61).

Οι Robinson et.al. (2018), πραγματοποίησαν μελέτη για τη διερεύνηση του ρόλου της διατροφής στην πρόληψη και την διαχείριση της σαρκοπενίας. Οι ερευνητές επισημαίνουν ότι τη σημασία των «πιο υγιεινών» διατροφικών προτύπων, με σκοπό να διασφαλίζεται η επαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών, βιταμίνης D, αντιοξειδωτικών και ωμέγα-3 λιπαρών οξέων. Αναφέρουν πως απαιτούνται περαιτέρω δοκιμές υψηλής ποιότητας, ιδιαίτερα από περισσότερους διαφορετικούς πληθυσμούς, για να καταστεί δυνατή η κατανόηση των επιδράσεων της δόσης και της διάρκειας των παραπάνω θρεπτικών συστατικών σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας (28).

Η αξιολόγηση της επίδρασης ενός συμπληρώματος πολύ-ακόρεστων ω-3 λιπαρών οξέων στις παραμέτρους της σωματικής σύστασης, της μυϊκής δύναμης και της φυσικής απόδοσης στους ηλικιωμένους με μειωμένη μυϊκή μάζα, ήταν ο σκοπός της έρευνας των Krzymińska-Siemaszko et.al. (2018). Στα αποτελέσματά τους οι ερευνητές αναφέρουν ότι η σύσταση του σώματος, η μυϊκή δύναμη και η φυσική απόδοση αξιολογήθηκαν πριν και μετά τη λήψη συμπληρωμάτων και δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία από τις αξιολογήσεις σε καμία ομάδα. Στην παρέμβαση συμμετείχαν 53 ηλικιωμένα άτομα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Έγινε τυχαία κατανομή σε ομάδες που έλαβαν PUFA ή ομάδες ελέγχου. Στην ομάδα PUFA έγινε λήψη 1,3 g PUFA και 10 mg βιταμίνης, ενώ η ομάδα ελέγχου λάμβανε 11 mg βιταμίνης E ημερησίως για 12 εβδομάδες (62).

Την σχέση μεταξύ της πρόσληψης ωμέγα-3 λιπαρών οξέων και της σαρκοπενίας σε ηλικιωμένους ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 μελέτησαν οι Okamura et.al. (2020). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη χρήση σύντομου ερωτηματολογίου και τη μέτρηση της σύστασης των ασθενών με ανάλυση βιο-σύνθετης αντίστασης. Οι ερευνητές αναφέρουν στα συμπεράσματά τους ότι η πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων συσχετίστηκε αρνητικά με την παρουσία σαρκοπενίας μετά από προσαρμογή για ηλικία, φύλο, άσκηση, κατάσταση καπνίσματος, διάρκεια διαβήτη, πρόσληψη ενέργειας, πρόσληψη πρωτεΐνης, πρόσληψη λίπους και πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων. Η πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών

οξέων συσχετίστηκε αρνητικά με την παρουσία σαρκοπενίας σε ηλικιωμένους ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 (63).

Η αξιολόγηση των πιθανών επιδράσεων των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στις επιδόσεις που σχετίζονται με τη σαρκοπενία μεταξύ των ηλικιωμένων, ήταν ο σκοπός της μετά- ανάλυσης των Huanget.al. (2020).Όπου παρουσιάζουν πως υπήρχαν ελάχιστα οφέλη για την αύξηση της μυϊκής μάζας και την απόδοση χρονομέτρησης. Οι αναλύσεις των υποομάδων σχετικά με τη μυϊκή μάζα και την ταχύτητα βαδίσματος έδειξαν ότι τα συμπληρώματα ωμέγα-3 λιπαρών οξέων με περισσότερα από 2 g/ημέρα μπορεί να συμβάλλουν στην αύξηση της μυϊκής μάζας και να βελτιώσουν την ταχύτητα βαδίσματος, ειδικά για όσους λαμβάνουν περισσότερο από 6 μήνες παρέμβασης. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης παρέχουν εικόνα για τις επιδράσεις των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στη μυϊκή μάζα, ειδικά για όσους λαμβάνουν συμπληρώματα με περισσότερα από 2 g/ημέρα. Επιπλέον μια μακρά περίοδος λήψης συμπληρωμάτων ωμέγα-3 λιπαρών οξέων μπορεί να βελτιώσει την ταχύτητα βαδίσματος (64).

Η διερεύνηση της επίδρασης των συμπληρωμάτων n-3 EPA και DHA στη μάζα χωρίς λίπος και σε διαφορετικούς δείκτες σωματικής απόδοσης στους ηλικιωμένους, απασχόλησε τους Rondanelli et.al. (2021).Τα ευρήματα συμπεριλάμβανα 14 μελετες (n = 2220 συμμετέχοντες) διάρκειας από 6 έως 144 εβδομάδες όπου έδειξαν ότι η καθημερινή συμπλήρωση n-3 EPA + DHA (από 0,7 g σε 3,36 g) μειώνει τον χρόνο της δοκιμής κινητικότητας (TUG) κατά - 0,28s. Η συμπλήρωση με n-3 EPA + DHA θα μπορούσε να είναι μια πολλά υποσχόμενη στρατηγική για τη βελτίωση της ποιότητας των μυών και την πρόληψη ή θεραπεία της σαρκοπενίας (65).

Οι Riviatì et.al. (2021) σε κλινική δοκιμή που πραγματοποίησαν διερεύνησαν την επίδραση των συμπληρωμάτων ωμέγα-3 στη μυϊκή μάζα, στη μυϊκή δύναμη και στη σωματική απόδοση στον ηλικιωμένο πληθυσμό περιοχής της Ινδονησίας. Στους συμμετέχοντες χορηγήθηκαν 1,2g ωμέγα-3 λιπαρών οξέων μια φορά τη μέρα για 12 εβδομάδες από το στόμα και έγινε μέτρηση μυϊκής ισχύς με ανάλυση βιοηλεκτρικής αντίστασης και μυϊκής δύναμης με μυϊκό δυναμόμετρο. Στα αποτελέσματά τους αναφέρουν ότι τα συμπληρώματα ωμέγα-3 έδειξαν ισχυρή αποτελεσματικότητα μόνο στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης σε γηριατρικούς ασθενείς, αλλά όχι σημαντική βελτίωση στη μυϊκή μάζα και στην ικανότητα βάδισης σε ηλικιωμένους ασθενείς. Σε αυτή τη μελέτη φαίνεται ότι τα συμπληρώματα ωμέγα-3 λιπαρών οξέων έχουν τη δυνατότητα να βελτιώνουν τη μυϊκή δύναμη, αλλά δεν μπορούν να αυξήσουν τη μυϊκή μάζα και τη φυσική απόδοση στα ηλικιωμένα άτομα (66).

Η κριτική αξιολόγηση των επιστημονικών στοιχείων που διερευνούν τον θεραπευτικό ρόλο των n-3 PUFA μακράς αλυσίδας στο πλαίσιο της γήρανσης και πιο συγκεκριμένα, της σαρκοπενίας, μελέτησαν οι Witardet.al. (2020).Οι ερευνητές τονίζουν το πρόσφατο ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για την πιθανή δράση των n-3 PUFA που βασίζεται σε ευρήματα από πειραματικές μελέτες που μέτρησαν οξείες αλλαγές στη διέγερση της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης και οι χρόνιες αλλαγές στη μυϊκή μάζα και δύναμη ως απόκριση σε συμπληρώματα ιχθυέλαιου. Συμπερασματικά,

πολλάστοιχεία είναι αυτά που υποδηλώνουν ότι τα διαιτητικά n-3 PUFA παρέχουν μια ουσιαστική σχέση μεταξύ της μυοσκελετικής και της καρδιομεταβολικής υγείας σε ηλικιωμένους ενήλικες. Με βάση ότι οι δυτικές δίαιτες είναι συνήθως μειωμένες σε περιεκτικότητα σε n-3 PUFA, οι μελετητές προτείνουν ότι οι διατροφικές συστάσεις για τη διατήρηση της μυϊκής υγείας με την πρόοδο της ηλικίας θα πρέπει να δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη διατροφική πρόσληψη n-3 PUFA (67).

Τέλος, ο ρόλος των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στην πρόληψη αλλά και τη θεραπεία της σαρκοπενίας απασχόλησε τους Dupont et.al. (2019). Στην ανασκόπηση που διεξήγαγαν έθεσαν ως στόχο την διερεύνηση της τρέχουσας γνώσης σχετικά με τα ωμέγα-3 PUFA και τον ρόλο τους στην πρόληψη και τη θεραπεία της σαρκοπενίας. Στα αποτελέσματά τους οι ερευνητές επισημαίνουν ότι υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις για την ευεργετική επίδραση των συμπληρωμάτων ωμέγα-3 PUFA σε σαρκοπενικά ηλικιωμένα άτομα, η οποία μπορεί να αυξήσει την επίδραση της άσκησης ή/και της συμπλήρωσης πρωτεΐνης. Ωστόσο και εδώ οι μελετητές τονίζουν ότι, η ακριβής δόση, η συχνότητα και η χρήση (μόνη ή συνδυασμένη) στη θεραπεία και την πρόληψη της σαρκοπενίας χρειάζονται ακόμη περαιτέρω διερεύνηση (3).

Κεφάλαιο 5^ο : Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η μυϊκή δύναμη είναι η ικανότητα των μυών να χειρίζονται ένα φορτίο (68). Η συστολή ξεκινά με μια επικάλυψη μεταξύ των νηματίων ακτίνης και μυοσίνης. Τα νήματα ακτίνης και μυοσίνης διατάσσονται σε περιοδικές ζώνες που ονομάζονται σαρκομερή και η επαναλαμβανόμενη αλληλουχία τους σχηματίζει σωλήνες που ονομάζονται ίνες. Οι κινητικοί νευρώνες νευρώνουν τους μύες. Ο συνδυασμός ενός κινητικού νευρώνα και των μυϊκών ινών που νευρώνονται από τους κλάδους ονομάζεται κινητική μονάδα. Οι αλλαγές στη μυϊκή δύναμη λόγω ηλικίας μπορεί να επηρεαστούν από τον αριθμό και το μέγεθος των μυών που μετατρέπονται σε ατροφικούς και υποπλαστικούς, από τη μείωση των αργών και γρήγορων κινητικών μονάδων και από την παρουσία ατροφίας στις μυϊκές ίνες τύπου I και II (ίνες αργής και ταχείας συστολής, αντίστοιχα). Αυτό μπορεί να συμβεί επειδή η ακτίνη και η μυοσίνη είναι απαραίτητα συστατικά στη μυϊκή σύσπαση. Η μείωση της πρωτεϊνικής σύνθεσης και η αύξηση της υποβάθμισης της μυϊκής πρωτεΐνης επηρεάζουν τη μυϊκή δύναμη στους ηλικιωμένους προκαλώντας σταδιακά σαρκοπενία (69).

Η σαρκοπενία αποτελεί ένα γηριατρικό σύνδρομο με αυξανόμενη σημασία λόγω της γήρανσης του πληθυσμού. Αποτελεί μια σοβαρή και εξουθενωτική κατάσταση με προοδευτική, συχνά μη αναστρέψιμη φύση. Επιπλέον, έχει καταστεί γνωστό ότι επιβάλλει σημαντική επιβάρυνση όσον αφορά τη νοσηρότητα, τη θνησιμότητα και το κοινωνικοοικονομικό κόστος. Απαιτείται ένα ευρύ φάσμα ερευνών για την κατανόηση της παθοφυσιολογίας της, προκειμένου να βρεθούν εφικτές θεραπευτικές προσεγγίσεις για την καταπολέμηση αυτής της διαταραχής που σχετίζεται με την ηλικία. Χωρίς αμφιβολία, η διατροφή διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην άμβλυνση της απώλειας μυϊκής μάζας στο γηραιότερο πληθυσμό, με ορισμένες έρευνες μέχρι σήμερα να τονίζουν τους ρόλους των πρωτεϊνών και των αμινοξέων, της βιταμίνης D και του ασβεστίου, των αντιοξειδωτικών και των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων ως μερικά από τα πιο υποσχόμενα θρεπτικά συστατικά.

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση συμπεριέλαβε 13 έρευνες των τελευταίων 6 ετών, οι οποίες είχαν ως σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων (με τη μορφή συμπληρώματος διατροφής) καθώς και άλλων θρεπτικών συστατικών, στη μυϊκή δύναμη, στην μυϊκή μάζα, τη φυσική απόδοση και την μείωση της φλεγμονής. Η φλεγμονή μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της σαρκοπενίας προσφέροντας έναν νέο στόχο για την πρόληψη και τη θεραπεία της. Συνολικά τα αποτελέσματα μεταξύ των μελετών ήταν αντικρουόμενα. Ενώ φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ω-3 λιπαρών οξέων και σαρκοπενίας η επιστημονική κοινότητα δεν μπορεί να καταλήξει σε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα προς το παρόν.

Σύμφωνα με έναν αριθμό μελετών που έχει διεξαχθεί σχετικά με την επίδραση των PUFA στη σύνθεση του σώματος, ιδιαίτερα στη μυϊκή και την άλιπη μάζα σώματος υγιών ατόμων, έπειτα από συμπλήρωση 6 εβδομάδων λήψης ω-3 λιπαρών δοσολογία 1,6 g EPA + 0,8 g DHA ημερησίως σε νεαρά, υγιή άτομα οι Noreen και συν.(2010), έδειξαν ότι είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της

άλιπτης μάζας σώματος (70). Επιπλέον, οι Smith και συν.(2010), που μελέτησαν οκτώ υγιή, αλλά σωματικά αδρανή ηλικιωμένα άτομα ανέφεραν μετά από 8 εβδομάδων συμπληρωμάτων με 1,86 g EPA και 1,5 g DHA ημερησίως, ότι είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της πρωτεϊνσύνθεσης των μυών(71). Από την άλλη, οι Couet και συν.(1997), δεν παρατήρησαν σημαντική αύξηση της άλιπτης μάζας σώματος σε νεαρά, υγιή άτομα μετά από 3 εβδομάδες λήψης 6g ημερησίως ωμέγα-3 λιπαρών οξέων(72). Και οι 3 μελέτες είχαν πολύ μικρό δείγμα. Οι Welch και συν.(2014) ανακάλυψαν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της διατροφικής πρόσληψης ωμέγα-3 και της άλιπτης μάζας σώματος σε μια μελέτη κοόρτης σε 1354 γυναίκες ηλικίας 50 ετών και άνω, με φυσιολογική μυϊκή μάζα(73).

Στη μελέτη των Krzymińska-Siemaszko και συν.(2015), οι 12 εβδομάδες με συμπληρώματα ωμέγα-3 δεν επηρέασαν σημαντικά τη μυϊκή δύναμη(62). Σε συμφωνία με αυτή τη μελέτη, οι Hutchins-Wiese και συν.(2014), υποστήριξαν ότι σε 85 ηλικιωμένες γυναίκες (μέση ηλικία: $75,0 \pm 6,0$) που ήταν προαδύναμες ή ευπαθείς, ότι η δοσολογία 1,2 g ωμέγα-3 (0,72 g EPA και 0,48 g DHA) για έξι μήνες ήταν αναποτελεσματική σχετικά με τη μυϊκή δύναμη(74). Η ταχύτητα βάρδισης επίσης δεν άλλαξε μετά τις 12 εβδομάδες παρέμβασης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η παρέμβαση ήταν πολύ σύντομη. Οι Rodacki και συν.(2012), βρήκαν, ότι όταν υγιείς ηλικιωμένες γυναίκες (μέση ηλικία: $63,3 \pm 2,0$ έτη) έλαβαν θεραπεία με PUFA (1,2 g EPA και 0,9 g DHA) για 60 ημέρες, η παρέμβαση δεν ήταν αποτελεσματική(75). Ωστόσο, τα αποτελέσματά της μελέτης Krzymińska-Siemaszko και συν.(2015), έδειξαν ότι όταν υπήρξε ταυτόχρονη παρέμβαση συμπληρωμάτων και σωματικής δραστηριότητας (μέση ηλικία: $64,9 \pm 1,0$ έτη), παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βελτίωση σε σύγκριση μόνο με την σωματική δραστηριότητα(μέση ηλικία: $63,8 \pm 1,4$)(62).

Σύμφωνα με μια άλλη πρόσφατη ανασκόπηση από τους Tessier και συν. (2018), τα συμπληρώματα με δόσεις EPA + DHA περίπου 3 g/δίαιτα είχε θετικό αντίκτυπο στη σωματική απόδοση, τη μυϊκή δύναμη και τη μυϊκή μάζα σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας, και αυτή η ελάχιστη ποσότητα μπορεί να απαιτείται για ευεργετικά αποτελέσματα όταν παρέχεται μόνο του, δηλαδή, δεν συνδυάζεται με άλλα θρεπτικά συστατικά (30). Ο ακριβής μηχανισμός της αναβολικής δράσης των n-3 PUFA στους σκελετικούς μύες εξακολουθεί να συζητείται. Ωστόσο, η βιβλιογραφία περιγράφει ορισμένους υποθετικούς μηχανισμούς: μείωση των προφλεγμονωδών κυτοκινών (αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα), διέγερση της σύνθεσης μυϊκής πρωτεΐνης μέσω της ενεργοποίησης της οδού mTOR-p70S6k, βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και μείωση της εκπομπής μιτοχονδριακών ενεργών ειδών οξυγόνου (3).

Σε μια πρόσφατη ανασκόπηση από τους Tachtis και συν. (2018), παρατηρήθηκε ότι οι δόσεις που κυμαίνονται από 2 έως 5 g/δίαιτα για τουλάχιστον τέσσερις εβδομάδες οδήγησαν σε βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα της αναβολικής σηματοδότησης και στα αποτελέσματα της μυϊκής δύναμης (76). Μια άλλη σημαντική ανησυχία είναι ότι πολλές μελέτες που περιλαμβάνονται στην τρέχουσα ανασκόπηση θεωρούν ότι τα συμπληρώματα EPA και DHA ταυτίζονται με τη σωματική

δραστηριότητα, κυρίως τη σωματική δραστηριότητα ασκήσεων με αντιστάσεις, επομένως δεν είναι σαφές σε τι οφειλόταν η θετική επίδραση στη μυϊκή. Στην πραγματικότητα, εκτός από τη δίαιτα και τα συμπληρώματα, είναι ευρέως γνωστό ότι η σωματική άσκηση έχει θετική επίδραση στα επιμέρους συστατικά της σαρκοπενίας, όπως η μυϊκή δύναμη, η ποιότητα και η ποσότητα των μυών και η σωματική απόδοση (77).

Ενώ ο τακτικός προσυμπτωματικός έλεγχος και η έγκαιρη διάγνωση του υποσιτισμού αποτελούν βασικά συστατικά στρατηγικών πρόληψης, είναι επίσης απαραίτητες οι ευρύτερες προσπάθειες για την προώθηση της ποιότητας της διατροφής παράλληλα με έναν σωματικά πιο δραστήριο τρόπο ζωής. Συνολικά, όλες οι μελέτες ανεξαρτήτως αποτελεσμάτων καταλήγουν στο συμπέρασμα πως απαιτείται περισσότερη έρευνα για να καθοριστεί η ακριβής ηλικία έναρξης των συμπληρωμάτων, οι ακριβείς ποσότητες για τα θρεπτικά συστατικά που ενδιαφέρουν, οι συνδυασμοί θρεπτικών συστατικών, η βέλτιστη μορφή και το ιδανικό πρόγραμμα χορήγησης (77). Επιπλέον, οι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να εξετάσουν το ρόλο των στοχευμένων παρεμβάσεων για την προσέγγιση πιο ευάλωτων υποομάδων του πληθυσμού που έχουν συγκεκριμένα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά ή σε πιο εκτεθειμένους πληθυσμούς (π.χ. ευπαθείς ηλικιωμένους, σαρκοπενικούς παχύσαρκους ενήλικες κ.λπ.) για να αξιολογηθεί η εφαρμογή της λήψης ωμέγα-3 λιπαρών οξέων σε περιόδους έντονης μυϊκής αχρησίας, π.χ. κατάκλιση κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και της νοσηλείας ή που διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο της σαρκοπενίας ή τη συνήθη δίαιτα και την κατάσταση της πρόσληψης των θρεπτικών συστατικών (78).

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει, να αναφερθεί ότι υπήρχαν κάποιοι περιορισμοί κατά την διεξαγωγή της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Οι περιορισμοί εντοπίστηκαν κατά κύριο λόγο από το σχεδιασμό της μελέτης, σχετικά με τη γλώσσα των ερευνών που μελετήθηκαν, καθώς ελήφθησαν υπόψη μελέτες στα αγγλικά, αλλά και στο γεγονός ότι μελετήθηκαν έρευνες, οι οποίες το πλήρες κείμενο ήταν διαθέσιμο.

Βιβλιογραφία

1. Alhussain MH, Alkahtani S, Aljuhani O, Habib SS. Effects of Nutrient Intake on Diagnostic Measures of Sarcopenia among Arab Men: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 2020 Dec 30;13(1):114.
2. Wiedmer P, Jung T, Castro JP, Pomatto LCD, Sun PY, Davies KJA, et al. Sarcopenia – Molecular mechanisms and open questions. *Ageing Research Reviews*. 2021 Jan;65:101200.
3. Dupont J, Dedeyne L, Dalle S, Koppo K, Gielen E. The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2019 Feb 19;31(6):825–36.
4. Troesch B, Eggersdorfer M, Laviano A, Rolland Y, Smith AD, Warnke I, et al. Expert Opinion on Benefits of Long-Chain Omega-3 Fatty Acids (DHA and EPA) in Aging and Clinical Nutrition. *Nutrients*. 2020 Aug 24;12(9):2555.
5. Stocks J, Valdes AM. Effect of dietary omega-3 fatty acid supplementation on frailty-related phenotypes in older adults: a systematic review and meta-analysis protocol. *BMJ Open*. 2018 May 17;8(5):e021344.
6. Jang I-Y, Jung H-W, Park JH, Kim JH, Lee S, Lee E, et al. Lower Serum n-3 Fatty Acid Level in Older Adults with Sarcopenia. *Nutrients*. 2020 Sep 27;12(10):2959.
7. Hartweg J, Perera R, Montori V, Dinneen S, Neil HA, Farmer A. Omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008 Jan 23;2008(1):CD003205. doi: 10.1002/14651858.CD003205.pub2. PMID: 18254017; PMCID: PMC9006221.
8. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, Cooper C, Landi F, Rolland Y, Sayer AA, Schneider SM, Sieber CC, Topinkova E, Vandewoude M, Visser M, Zamboni M; Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019 Jan 1;48(1):16-31.
9. Peterson SJ, Mozer M. Differentiating Sarcopenia and Cachexia Among Patients With Cancer. *Nutrition in Clinical Practice*. 2016 Dec 15;32(1):30–9.
10. Ata AM, Kara M, Kaymak B, Özçakar L. Sarcopenia Is Not “Love.” *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2020 Feb 21;99(10):e119–20.
11. Ranasinghe C, Gamage P, Katulanda P, Andraweera N, Thilakarathne S, Tharanga P. Relationship between Body mass index (BMI) and body fat percentage, estimated by bioelectrical impedance, in a group of Sri Lankan adults: a cross sectional study. *BMC Public Health*. 2013 Sep 3;13(1).

12. Özkal Ö, Kara M, Topuz S, Kaymak B, Bakı A, Özçakar L. Assessment of core and lower limb muscles for static/dynamic balance in the older people: An ultrasonographic study. *Age Ageing*. 2019 Nov 1;48(6):881-887.
13. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*. 2010 Apr 13;39(4):412–23.
14. Ata AM, Kara M, Kaymak B, Gürçay E, Çakır B, Ünlü H, et al. Regional and Total Muscle mass, Muscle Strength and Physical performance: the Potential Use of Ultrasound Imaging for Sarcopenia. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2019 Jul;83:55–60.
15. Marcell TJ. Review Article: Sarcopenia: Causes, Consequences, and Preventions. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2003 Oct 1;58(10):M911–6.
16. Buoite Stella A. Update on the Impact of Omega 3 Fatty Acids on Inflammation, Insulin Resistance and Sarcopenia: A Review. GortanCappellari G, Barazzoni R, Zanetti M, editors. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018 Jan 11;19(1):218.
17. Ryall JG, Schertzer JD, Lynch GS. Cellular and molecular mechanisms underlying age-related skeletal muscle wasting and weakness. *Biogerontology*. 2008 Feb 26;9(4):213–28.
18. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J ApplPhysiol* (1985). 2003 Oct;95(4):1717-27.
19. Anker SD, Morley JE, von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2016 Dec;7(5):512-514.
20. Argilés JM, Campos N, Lopez-Pedrosa JM, Rueda R, Rodriguez-Mañas L. Skeletal Muscle Regulates Metabolism via Interorgan Crosstalk: Roles in Health and Disease. *J Am Med Dir Assoc*. 2016 Sep 1;17(9):789-96.
21. Malmstrom TK, Miller DK, Simonsick EM, Ferrucci L, Morley JE. SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2015 Jul 7;7(1):28–36.
22. Sayer AA. Sarcopenia the new geriatric giant: time to translate research findings into clinical practice. *Age and Ageing*. 2014 Sep 16;43(6):736–7.
23. Yarasheski KE. Review Article: Exercise, Aging, and Muscle Protein Metabolism. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2003 Oct 1;58(10):M918–22.
24. Liu C, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2009 Jul 8;(3).

25. Phillips SM. Nutritional Supplements in Support of Resistance Exercise to Counter Age-Related Sarcopenia. *Advances in Nutrition*. 2015 Jul 1;6(4):452–60.
26. Sakuma K, Yamaguchi A. Sarcopenia and Age-Related Endocrine Function. *International Journal of Endocrinology*. 2012;2012:1–10.
27. Wakabayashi H, Sakuma K. Comprehensive Approach to Sarcopenia Treatment. *Current Clinical Pharmacology*. 2014 Apr;9(2):171–80.
28. Robinson SM, Reginster JY, Rizzoli R, Shaw SC, Kanis JA, Bautmans I, et al. Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia? *Clinical Nutrition*. 2018 Aug;37(4):1121–32.
29. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the prot-age study group. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2013 Aug;14(8):542-559.
30. Tessier A-J, Chevalier S. An Update on Protein, Leucine, Omega-3 Fatty Acids, and Vitamin D in the Prevention and Treatment of Sarcopenia and Functional Decline. *Nutrients*. 2018 Aug 16;10(8):1099.
31. Fujita S, Volpi E. Amino Acids and Muscle Loss with Aging. *The Journal of Nutrition*. 2006 Jan 1;136(1):277S280S.
32. Bauer JM, Verlaan S, Bautmans I, Brandt K, Donini LM, Maggio M, McMurdo ME, Mets T, Seal C, Wijers SL, Ceda GP, De Vito G, Donders G, Drey M, Greig C, Holmbäck U, Narici M, McPhee J, Poggiogalle E, Power D, Scafoglieri A, Schultz R, Sieber CC, Cederholm T. Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults, the PROVIDE study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2015 Sep 1;16(9):740-7. doi: 10.1016/j.jamda.2015.05.021. Epub 2015 Jul 10. PMID: 26170041.
33. Holeček M. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation and skeletal muscle in healthy and muscle-wasting conditions. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017 Aug;8(4):529-541.
34. Sayer AA, Robinson SM, Patel HP, Shavlakadze T, Cooper C, Grounds MD. New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia. *Age Ageing*. 2013 Mar;42(2):145-50.
35. Lynch GS. Emerging drugs for sarcopenia: age-related muscle wasting. *Expert Opinion on Emerging Drugs*. 2004 Nov;9(2):345–61.

36. Jones P, Rideout T. Lipids, sterols, and Their Metabolites. In: Caballero B, Cousins R, Tucker K, Ziegler T, editors. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
37. Harris W. Omega-3 fatty acids. In: Betz J, Blackman et al., M, editors. *Encyclopedia of Dietary Supplements*. London and New York: Informa Healthcare; 2010. p. 577–86.
38. Lichtenstein A, Jones P. Lipids: absorption and transport. In: Macdonald I, Zeisel S, editors. *Present Knowledge in Nutrition*. Wiley-Blackwell: Washington, DC; 2012. p. 118–31.
39. SanGiovanni JP, Chew EY. The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *ProgRetin Eye Res*. 2005 Jan;24(1):87-138.
40. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)* [Internet]. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005.
41. National Institutes of Health. Office of Dietary Supplements - Omega-3 Fatty Acids [Internet]. ods.od.nih.gov. 2021 [cited 2022 Feb 7].
42. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M; Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc*. 2002 Nov;102(11):1621-30. doi: 10.1016/s0002-8223(02)90346-9. Erratum in: *J Am Diet Assoc*. 2003 May;103(5):563. PMID: 12449285.
43. Sprague M, Dick JR, Tocher DR. Impact of sustainable feeds on omega-3 long-chain fatty acid levels in farmed Atlantic salmon, 2006–2015. *Scientific Reports*. 2016 Feb;6(1).
44. Van Elswyk ME, McNeill SH. Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. *Meat Science*. 2014 Jan;96(1):535–40.
45. Aydin Cil M, GhosiGhareaghaji A, Bayir Y, Buyuktuncer Z, Besler HT. Efficacy of krill oil versus fish oil on obesity-related parameters and lipid gene expression in rats: randomized controlled study. *PeerJ*. 2021 Sep 27;9:e12009.
46. Dyerberg J, Madsen P, Møller JM, Aardestrup I, Schmidt EB. Bioavailability of marine n-3 fatty acid formulations. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2010 Sep;83(3):137–41.
47. Cunningham E. Are Krill Oil Supplements a Better Source of n-3 Fatty Acids than Fish Oil Supplements? *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2012 Feb;112(2):344.
48. Arterburn LM, Oken HA, Bailey Hall E, Hamersley J, Kuratko CN, Hoffman JP. Algal-oil capsules and cooked salmon: nutritionally equivalent sources of docosahexaenoic acid. *J Am Diet Assoc*. 2008 Jul;108(7):1204-9.

49. Siscovick DS, Barringer TA, Fretts AM, Wu JH, Lichtenstein AH, Costello RB, Kris-Etherton PM, Jacobson TA, Engler MB, Alger HM, Appel LJ, Mozaffarian D; American Heart Association Nutrition Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; and Council on Clinical Cardiology. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid (Fish Oil) Supplementation and the Prevention of Clinical Cardiovascular Disease: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2017 Apr 11;135(15):e867-e884. doi: 10.1161/CIR.0000000000000482. Epub 2017 Mar 13. PMID: 28289069; PMCID: PMC6903779.
50. Dangour AD, Whitehouse PJ, Rafferty K, Mitchell SA, Smith L, Hawkesworth S, Vellas B. B-vitamins and fatty acids in the prevention and treatment of Alzheimer's disease and dementia: a systematic review. *J Alzheimers Dis*. 2010;22(1):205-24. doi: 10.3233/JAD-2010-090940. PMID: 20847412.
51. Weylandt KH, Serini S, Chen YQ, Su HM, Lim K, Cittadini A, Calviello G. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids: The Way Forward in Times of Mixed Evidence. *Biomed Res Int*. 2015;2015:143109. doi: 10.1155/2015/143109. Epub 2015 Aug 2. PMID: 26301240; PMCID: PMC4537707.
52. Kantor ED, Lampe JW, Peters U, Vaughan TL, White E. Long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acid intake and risk of colorectal cancer. *Nutr Cancer*. 2014;66(4):716-27. doi: 10.1080/01635581.2013.804101. Epub 2013 Sep 20. PMID: 24053119; PMCID: PMC3961554.
53. Zheng JS, Hu XJ, Zhao YM, Yang J, Li D. Intake of fish and marine n-3 polyunsaturated fatty acids and risk of breast cancer: meta-analysis of data from 21 independent prospective cohort studies. *BMJ*. 2013 Jun 27;346:f3706. doi: 10.1136/bmj.f3706. PMID: 23814120.
54. Fu YQ, Zheng JS, Yang B, Li D. Effect of individual omega-3 fatty acids on the risk of prostate cancer: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *J Epidemiol*. 2015;25(4):261-74. doi: 10.2188/jea.JE20140120. Epub 2015 Mar 14. PMID: 25787237; PMCID: PMC4375280.
55. Miles EA, Calder PC. Influence of marine n-3 polyunsaturated fatty acids on immune function and a systematic review of their effects on clinical outcomes in rheumatoid arthritis. *Br J Nutr*. 2012 Jun;107Suppl 2:S171-84. doi: 10.1017/S0007114512001560. PMID: 22591891.
56. Mesinovic J, Zengin A, De Courten B, Ebeling PR, Scott D. Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: a bidirectional relationship. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2019 Jul 8;12:1057-1072. doi: 10.2147/DMSO.S186600. PMID: 31372016; PMCID: PMC6630094.

57. Yang YF, Yang W, Liao ZY, Wu YX, Fan Z, Guo A, Yu J, Chen QN, Wu JH, Zhou J, Xiao Q. MICU3 regulates mitochondrial Ca²⁺-dependent antioxidant response in skeletal muscle aging. *Cell Death Dis.* 2021 Nov 29;12(12):1115.
58. World Health Organization. Mental health of older adults [Internet]. Who.int. World Health Organization: WHO; 2017.
59. Shaw SC, Dennison EM, Cooper C. Epidemiology of Sarcopenia: Determinants Throughout the Lifecourse. *Calcif Tissue Int.* 2017 Sep;101(3):229-247. doi: 10.1007/s00223-017-0277-0. Epub 2017 Apr 18. PMID: 28421264; PMCID: PMC5544114.
60. Farshidfar F, Shulgina V, Myrie SB. Nutritional supplementations and administration considerations for sarcopenia in older adults. *Nutrition and Aging.* 2016 Feb 15;3(2-4):147–70.
61. Smith GI. The Effects of Dietary Omega-3s on Muscle Composition and Quality in Older Adults. *Current Nutrition Reports.* 2016 Apr 2;5(2):99–105.
62. Krzysińska-Siemaszko R, Czepulis N, Lewandowicz M, Zasadzka E, Suwalska A, Witowski J, et al. The Effect of a 12-Week Omega-3 Supplementation on Body Composition, Muscle Strength and Physical Performance in Elderly Individuals with Decreased Muscle Mass. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2015 Aug 28;12(9):10558–74.
63. Okamura T, Hashimoto Y, Miki A, Kaji A, Sakai R, Iwai K, et al. Reduced dietary omega-3 fatty acids intake is associated with sarcopenia in elderly patients with type 2 diabetes: a cross-sectional study of KAMOGAWA-DM cohort study. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition.* 2020;66(3):233–7.
64. Huang YH, Chiu WC, Hsu YP, Lo YL, Wang YH. Effects of Omega-3 Fatty Acids on Muscle Mass, Muscle Strength and Muscle Performance among the Elderly: A Meta-Analysis. *Nutrients.* 2020 Dec 4;12(12):3739.
65. Rondanelli M, Perna S, Riva A, Petrangolini G, Di Paolo E, Gasparri C. Effects of n-3 EPA and DHA supplementation on fat free mass and physical performance in elderly. A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trial. *Mechanisms of Ageing and Development.* 2021 Jun;196:111476.
66. Riviati N, Indrajaya T, Bahar E, Burni DS. Potential of Omega-3 Supplementation on Muscle Mass, Muscle Strength, and Physical Performance in Elderly Community. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences.* 2021 Jan 10;9(B):55–9.
67. Witard OC, Combet E, Gray SR. Long-chain n-3 fatty acids as an essential link between musculoskeletal and cardio-metabolic health in older adults. *Proceedings of the Nutrition Society.* 2019 Jul 8;79(1):47–55.

68. Inouye SK, Studenski S, Tinetti ME, Kuchel GA. Geriatric Syndromes: Clinical, Research, and Policy Implications of a Core Geriatric Concept. *Journal of the American Geriatrics Society* [Internet]. 2007 May;55(5):780–91.
69. Peterson SJ, Mozer M. Differentiating Sarcopenia and Cachexia Among Patients With Cancer. *Nutrition in Clinical Practice*. 2016 Dec 15;32(1):30–9.
70. Noreen EE, Sass MJ, Crowe ML, Pabon VA, Brandauer J, Averill LK. Effects of supplemental fish oil on resting metabolic rate, body composition, and salivary cortisol in healthy adults. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* [Internet]. 2010.
71. Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Rankin D, Rennie MJ, et al. Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2010 Dec 15;93(2):402–12.
72. Couet C, Delarue J, Ritz P, Antoine JM, Lamisse F. Effect of dietary fish oil on body fat mass and basal fat oxidation in healthy adults. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1997 Aug;21(8):637-43.
73. Welch AA, MacGregor AJ, Minihane A-M, Skinner J, Valdes AA, Spector TD, et al. Dietary Fat and Fatty Acid Profile Are Associated with Indices of Skeletal Muscle Mass in Women Aged 18–79 Years. *The Journal of Nutrition*. 2014 Jan 8;144(3):327–34.
74. Hutchins-Wiese HL, Kleppinger A, Annis K, Liva E, Lammi-Keefe CJ, Durham HA, et al. The impact of supplemental N-3 long chain polyunsaturated fatty acids and dietary antioxidants on physical performance in postmenopausal women. *The journal of nutrition, health & aging*. 2012 Dec 3;17(1):76–80.
75. Rodacki CL, Rodacki AL, Pereira G, Naliwaiko K, Coelho I, Pequito D, et al. Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2012 Jan 4;95(2):428–36.
76. Tachtsis B, Camera D, Lacham-Kaplan O. Potential Roles of n-3 PUFAs during Skeletal Muscle Growth and Regeneration. *Nutrients*. 2018 Mar 5;10(3):309.
77. Cornish SM, Myrie SB, Bugera EM, Chase JE, Turczyn D, Pinder M. Omega-3 supplementation with resistance training does not improve body composition or lower biomarkers of inflammation more so than resistance training alone in older men. *Nutrition Research*. 2018 Dec;60:87–95.
78. Studenski S. Target population for clinical trials. *J Nutr Health Aging*. 2009 Oct;13(8):729-32.