



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Η ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: Δημητρίου Χαριτωμένη

Παπαδημητρίου Μαρία

Επιβλέπων Καθηγητής: κ. Τσεκούρα Μαρία

ΑΙΓΙΟ-2017

**THE EFFECTIVENESS OF THE THERAPEUTIC  
PHYSICAL EXERCISE IN OLDER SARCOPENIC  
PEOPLE**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστούμε πολύ τον κύριο Ιωάννη Μανδρέκα, τον κύριο Ιωάννη Διονυσιώτη καθώς και την υπεύθυνη της πτυχιακή μας Τσεκούρα Μαρία για την πολύτιμη βοήθεια τους.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η σαρκοπενία στην τρίτη ηλικία είναι συχνή και σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η αποτελεσματικότητα της θεραπευτικής άσκησης στην σαρκοπενία με αποτέλεσμα την βελτίωση της σωματικής λειτουργικής δραστηριότητας και ποιότητας ζωής αυτών των ασθενών. Λόγω των πολλών συνοδών προβλημάτων στους ηλικιωμένους είναι δύσκολο να τεκμηριωθεί ένα πλάνο φυσικοθεραπευτικής αντιμετώπισης για τους σαρκοπενικούς ασθενείς. Υπάρχουν όμως πολλοί τρόποι όπως αναφέρονται στην ανασκόπηση, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα κατάλληλο πλάνο φυσικοθεραπευτικής αντιμετώπισης σε ατομικό επίπεδο για να επιτευχθεί η επιθυμητή λειτουργικότητα στον ασθενή και να αυξηθεί η ποιότητα ζωής του.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Καθώς αυξάνεται ο μέσος όρος ζωής στους ηλικιωμένους τόσο πιο συχνό φαινόμενο είναι και η σαρκοπενία. Από πολλούς μελετητές χαρακτηρίζεται ως ένα γηριατρικό σύνδρομο με σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου που μπορεί να οδηγήσει σε νοσηρότητα ακόμη και θνησιμότητα. Η γήρανση συνοδεύεται από απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης που μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη αντοχή, και λειτουργική ανικανότητα. Πολλές μελέτες κατά καιρούς έχουν ασχοληθεί με την αποτελεσματικότητα της άσκησης. Ένας συνδυασμός θεραπειών φυσικοθεραπευτικής άσκησης και διατροφής έχει αποδειχθεί σε πρόσφατες μελέτες ότι μπορεί να αυξήσει πολύ τον μυϊκό ιστό και κατ' επέκταση την λειτουργικότητα του σαρκοπενικού ασθενούς. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης, αντίστασης, ιδιοδεκτικότητας, ισορροπίας καθώς και η αερόβια άσκηση έχουν μεγάλα και θετικά αποτελέσματα τόσο στην πρόληψη όσο και στην αντιμετώπιση της νόσου, με ακόμα περισσότερες μελέτες να τεκμηριώνουν κάθε χρόνο τα θετικά αποτελέσματα αυτών. Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η ανάδειξη της θεραπευτικής άσκησης ως βασικό μέσο πρόληψης αλλά και κλινικής αντιμετώπισης σε ασθενείς με σαρκοπενία.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## 1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑ

1.1. Ορισμός και Ιστορική αναδρομή.....	3-4
1.2. Κλινικός ορισμός της σαρκοπενίας.....	5-6
1.3. Επιδημιολογία.....	6-7
1.4. Γηριατρικά σύνδρομα και Σαρκοπενία.....	7
1.5. Αίτια Σαρκοπενίας.....	8-9
1.5.1.Σύνδρομο ευπάθειας και Σαρκοπενία.....	10-12
1.5.2.Καχεξία.....	12-16
1.6. Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.....	16-17
1.6.1.Κόστος δημόσιας υγείας για τη σαρκοπενία υγεία.....	17-19

## 2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΜΥΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2.1. Είδη μυϊκού ιστού.....	20-21
2.2. Δομή σκελετικών μυών.....	21-22
2.3. Αρχιτεκτονική σκελετικών μυών.....	22-23
2.4. Είδη μυϊκών ινών.....	23-24
2.5. Μυϊκή συστολή.....	24-26
2.6. Κινητική μονάδα.....	26-27
2.7. Χημική ενέργεια.....	28-29
2.8. Μυϊκή λειτουργία.....	29
2.8.1.Τύποι σύσπασης.....	29-30

## 3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΦΥΣΙΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

3.1. Μηχανισμοί γήρανσης σκελετικών μυών.....	31-32
3.2. Παθολογικοί μηχανισμοί σαρκοπενίας.....	32-35
3.3. Σαρκοπενία και μυϊκή λειτουργία.....	35-37
3.4. Διάγνωση και αξιολόγηση.....	37-39
3.4.1.Κλινικά εξέταση σαρκοπενίας.....	39-45
3.4.2.Πότε ένας ασθενής θεωρείται Σαρκοπενικός.....	45-48
3.5. Αντιμετώπιση σαρκοπενίας και άσκηση.....	48-49
3.5.1Αντιμετώπιση και διατροφή.....	50-52
3.5.2 Φαρμακευτική αγωγή.....	52-55

## 4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΗ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑ

4.1. Τα οφέλη της άσκησης.....	56-57
4.2. Οφέλη της άσκησης στην πρόληψη και αντιμετώπιση της σαρκοπενίας.....	57-58
4.3. Οι επιδράσεις της άσκησης στην ψυχολογία.....	59-60
4.4. Φυσιολογία άσκησης.....	60-64
4.5. Ο ρόλος της αερόβιας άσκησης.....	64-65

4.6. Ο ρόλος των ασκήσεων με αντιστάσεις.....	65-69
4.7. Πλεονεκτήματα ασκήσεων αντίστασης και αερόβιας.....	70-72
4.8. Ο ρόλος των ασκήσεων ισορροπίας, ιδιοδεκτικότητας και νευρομυϊκού Συντονισμού.....	72-75
4.9. Κριτήρια ένταξης σε πρόγραμμα άσκησης-Βασικές κατευθυντήριες οδηγίες.....	75-77
<b>5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ</b>	
5.1. Σκοπός των κλινικών ερευνών.....	
5.2. ....	78
5.3. Ανάλυση των κλινικών ερευνών.....	78-91
5.4. Συζήτηση.....	92-96
5.5. Συμπεράσματα.....	97
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>99-107</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κύριοι στόχοι της παρούσας πτυχιακής είναι δύο. Αρχικά, σε πρώτη φάση αποσκοπεί στο να πληροφορήσει τον αναγνώστη για ένα σχετικά άγνωστο γηριατρικό σύνδρομο που είναι η «σαρκοπενία». Τα τελευταία χρόνια αυτό το σύνδρομο μαστίζει σε μεγάλα ποσοστά την τρίτη ηλικία για αυτό είναι απαραίτητο να γίνουν πολλές μελέτες όσον αφορά την πρόληψη και αντιμετώπιση αυτής της νόσου. Επομένως, δεύτερος κύριος στόχος είναι να θέσει επι τάπητος όλες τις νέες θεραπευτικές προσεγγίσεις (διατροφή, φαρμακευτική αγωγή και άσκηση) που έχουν προταθεί από την σύγχρονη βιβλιογραφία, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος άσκησης (τύπος άσκησης, ένταση, συχνότητα) για την πρόληψη και αντιμετώπιση της. Είναι ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα που σχετίζεται με την υγεία και που μας αφορά όλους, είτε στο παρόν είτε με την πάροδο των χρόνων στο μέλλον. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να υπάρξει περισσότερη πληροφόρηση γύρω από αυτό το θέμα και να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες γύρω από το θεραπευτικό κομμάτι της άσκησης σε σαρκοπενικούς ασθενείς με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους.

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑ

Με την αύξηση της γήρανσης του πληθυσμού, οι χρόνιες παθήσεις στους ηλικιωμένους έχουν αποτελέσει σημαντικό κοινωνικό πρόβλημα παγκοσμίως. Μεταξύ των ασθενειών που απευθύνονται σε ηλικιωμένους εκτός από τις καρδιοεγκεφαλικές ασθένειες, τον διαβήτη, τους όγκους και άλλες συνήθεις ασθένειες, πολλές παθήσεις προκύπτουν από αλλαγές στην σύνθεση του σώματος οι οποίες είναι εύκολο να παραμεληθούν. (Xin-Zizhou et al, 2017).

Οι χρόνιες παθήσεις όπως και η γήρανση σχετίζεται με δυσμενή αποτελέσματα στην υγεία του ανθρώπου όπως διατροφικές διαταραχές,απώλεια μυϊκής μάζας,φτωχή ποιότητα ζωής,αύξηση των πτώσεων, μειωμένη λειτουργικότητα ακόμα και θνησιμότητα. (Muscaritoli et al, 2010 ; McArdle et al, 2014) Η απώλεια της μυϊκής μάζας και της λειτουργικότητας που σχετίζεται με την ηλικία είναι πολύ σημαντική δεδομένου ότι οι επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής των ηλικιωμένων πληθυσμων και η συνακόλουθη αύξηση των ασθενειών που σχετίζονται με την ηλικία,έχουν σημαντική οικονομική επίπτωση στις αρχές υγειονομικής περίθαλψης παγκοσμίως. (Mc Ardle et al, 2014)

Με την πάροδο του χρόνου καθώς το σώμα υπόκειται στη διαδικασία εκφύλισης,η σύνθεση του σώματος αλλάζει με την αύξηση των λιπιδίων και την μείωση των μυϊκών ιστών. Σύμφωνα με μελέτες αυτή η αλλαγή στη σύνθεση του σώματος καθώς και οι χρόνιες φλεγμονές και οι προφλεγμονώδεις παράγοντες που παράγονται από τους λιπώδεις ιστούς,μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της σαρκοπενίας. (Xin-Zizhou et al, 2017)

Συγκεκριμένα, η σαρκοπενία είναι μια παθολογική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από απώλεια μυϊκής μάζας και αντοχής και είναι υπεύθυνη για τη μειωμένη λειτουργική ικανότητα και δύναμη του ατόμου. (Muscaritoli et al, 2010) Είναι ένα σύνδρομο με δυσμενείς συνέπειες όπως αναπηρία,ανάπτυξη ευπάθειας,φτωχή ποιότητα ζωής ακόμη και θάνατο. (Tsekoura et al, 2017)

Παρόλο που σαρκοπενία είναι μία ασθένεια που πλήττει κύριως τα ηλικιωμένα άτομα,η εμφάνιση της όμως μπορεί να συσχετιστεί με συνθήκες που δεν εμφανίζονται αποκλειστικά τους ηλικιωμένους όπως είναι η αδράνεια,ο υποσιτισμός



και η καχεξία.Όπως στην περίπτωση της οστεοπενίας έτσι και η σαρκοπενία μπορεί να εμφανιστεί σε νεαρά άτομα με φλεγμονώδη νοσήματα. (Muscaritoli et al, 2010) Η εμφάνιση της σαρκοπενίας είναι πολυπαραγοντική καθώς μπορεί να οφείλεται σε χρόνιες παθήσεις,μειωμένη θερμιδική πρόσληψη,μιτοχονδριακή δυσλειτουργία,κακή ροή αίματος,μείωση των αναβολικών ορμονών και αύξηση των φλεγμονώδων κιτοκινών (Haeling et al, 2014) Επιπλέον,η διείδυση λίπους στον σκελετικό μυ και η παχυσαρκία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη σαρκοπενία. (Tsekoura et al, 2017) Ο συνδυασμός σαρκοπενίας και παχυσαρκίας έχει σοβαρά αρνητικά αποτελέσματα όχι μόνο στους ηλικιωμένους αλλά και στους νέους ανθρώπους. Αυτό ονομάζεται σαρκοπική παχυσαρκία. Γι αυτό το λόγο κρίνεται αναγκαίο να γίνουν ολοένα και περισσότερες αποτελεσματικές παρεμβάσεις εξαιτίας του υψηλού κινδύνου και των σοβαρών επιπτώσεων στη δημόσια υγεία (Freiberger et al, 2015)

### **1.1 Ορισμός και Ιστορική αναδρομή**

Ο όρος σαρκοπενία προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «sarx» που σημαίνει σάρκα και «penia» που σημαίνει φτώχεια. Ορίζεται ως μία παθολογική κατάσταση που σχετίζεται με την απώλεια της μυϊκής μάζας και δύναμης και μπορεί να επιφέρει λειτουργικές διαταραχές,μειωμένη αντοχή,αυξημένη πιθανότητα πτώσεων και απώλεια αυτονομίας του ατόμου (Muscaritoli et al, 2010 ; Nikolaou, 2016; Tsekoura et al, 2017) Η προέλευση της σαρκοπενίας είναι πολυπαραγοντική και η κλινική της σημασία παρόλου που αναγνωρίζεται παγκοσμίως δεν είναι καθολικά αποδεκτή. (Kanis et al, 2013) Το 1989, ο IrwinRosenberg πρότεινε τον όρο σαρκοπενία για να περιγράψει τη μείωση της μυϊκής μάζας λόγω ηλικίας. Ωστόσο, εξακολουθούσε να μην υπάρχει ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός για τη σαρκοπενία για τη σωστή χρήση στην έρευνα και τη κλινική πρακτική.Επιπλέον χωρίς έναν καθολικά αποδεκτό ορισμό ήταν αδύνατο να διαμορφωθούν διαγνωστικά κριτήρια,η ένατη Διεθνή Ταξινόμηση των Ασθενειών (International Clasification of Diseases 9<sup>th</sup>Revision (ICD-9)) καθώς και οδηγίες θεραπείας. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα η Ευρωπαϊκή Ένωση Γηριατρικής Ιατρικής (European Union Geriatric Medicine Society (EUGMS) ) αποφάσισε να δημιουργήσει σε συνεργασία με τρεις μεγάλους διεθνείς οργανισμούς, την Ευρωπαϊκή Ομάδα Κλινικής Διατροφής και Μεταβολισμού (European Society of Clinical Nutritionand Metabolism (ESPEN) ), τη

Διεθνή Ακαδημία Διατροφής και Γήρανσης ( International Academy of Nutrition and Aging (IANA) ) και τη Διεθνή Ένωση Γεροντολογίας και Γηριατρικής–Ευρωπαϊκής Περιφέρειας ( International Association of Gerology and Geriatrics-European Region (IAGG-ER) ) μια Ευρωπαϊκή ομάδα Εργασίας για τη σαρκοπενία σε Ηλικιωμένους Ανθρώπους (European Working Group of Sarcopenia in Older People) (EWGSOP). Και οι τέσσερις αυτοί μεγάλοι διεθνείς οργανισμοί αποτέλεσαν τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ομάδας Εργασίας για τη Σαρκοπενία σε Ηλικιωμένους Ανθρώπους (EWGSOP). Η ομάδα αυτή πραγματοποίησε την πρώτη της συνάντηση τον Ιανουάριο του 2009. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν άλλες δυο επιπλέον συναντήσεις την ίδια χρονιά. Η συνεδρίαση αυτή στηρίχτηκε στα εξής ερωτήματα: τι είναι σαρκοπενία και ποιες είναι οι παράμετροι που την καθορίζουν, ποιες είναι οι μεταβλητές, τα εργαλεία μέτρησης και τα σημεία αποκοπής και πως σχετίζεται η σαρκοπενία με άλλες ασθένειες. Έτσι σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας για τη Σαρκοπενία σε Ηλικιωμένους Ανθρώπους (EWGSOP) η σαρκοπενία είναι ένα σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από προοδευτική και γενικευμένη απώλεια της μυϊκής μάζας και δύναμης των σκελετικών μυών με δυσμενή αποτελέσματα στην υγεία του ανθρώπου. Για να υπάρξει σαρκοπενία συνίσταται η παρουσία τόσο της χαμηλής μυϊκής μάζας όσο και της χαμηλής μυϊκής λειτουργίας (δύναμη και απόδοση). Για τη διάγνωση της είναι απαραίτητη η εμφάνιση του πρώτου κριτηρίου δηλαδή χαμηλή μυϊκή μάζα καθώς και η εμφάνιση είτε του δεύτερου είτε του τρίτου κριτηρίου. Η χρήση αυτών των δύο κριτηρίων γίνεται στηριζόμενη στο ότι η μυϊκή δύναμη δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη μυϊκή μάζα και η σχέση μάζας και αντοχής δεν είναι γραμμική. (Samboni et al, 2010) Αν και ορισμένοι μελετητές υποστηρίζουν ότι η σαρκοπενία εξαρτάται αποκλειστικά από τη μυϊκή μάζα σύμφωνα με τη (EWGSOP), οι περισσότεροι μελετητές έχουν χρησιμοποιήσει ένα συνδυασμό μυϊκής μάζας, δύναμης και απόδοσης για τον ορισμό της σαρκοπενίας. (Shinkai et al, 2016) Κάποιοι ερευνητές υποστήριξαν ότι ο όρος dynapenia ήταν ο καταλληλότερος ορισμός για τη περιγραφή της απώλειας της μυϊκής μάζας, δύναμης και απόδοσης. Ωστόσο, επειδή η σαρκοπενία ήταν πλέον ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός παγκοσμίως η αντικατάσταση του θα προκαλούσε περεταίρω σύγχυση και δυσκολία στην κλινική πρακτική (Samboni et al, 2010)

## 1.2 Κλινικός ορισμός της σαρκοπενίας

Η έννοια και ο ορισμός της σαρκοπενίας δεν είναι τόσο σαφής. Πράγματι, η κλασική άποψη αναφέρει ότι η σαρκοπενία είναι ένα συστατικό του συνδρόμου αδυναμίας και αναφέρεται στην εκφυλιστική απώλεια της μάζας του σκελετικού μυός, την ποιότητα και τη δύναμη που συνδέονται με την γήρανση. Η σαρκοπενία οφείλεται στη μείωση των νευρικών κυττάρων που σχετίζεται με την ηλικία - υπεύθυνη για την αποστολή σημάτων από τον εγκέφαλο στους μυς για να προκληθεί η μετακίνηση - μαζί με μείωση των συγκεντρώσεων ορισμένων ορμονών, συμπεριλαμβανομένης της αυξητικής ορμόνης, της τεστοστερόνης και του αυξητικού παράγοντα τύπου ινσουλίνης. Μείωση της ικανότητας συνθέσεως πρωτεΐνης και ανεπαρκής πρόσληψη θερμίδων και / ή πρωτεΐνης για τη διατήρηση της μυϊκής μάζας συνεισφέρουν επίσης στον σαρκοπενικό φαινότυπο. Το 2010 οι ομάδες ειδικού ενδιαφέροντος (SIG) «Καχεξία, Ανορεξία σε Χρόνιες Απώλειες Παθήσεις» (Cachexia-Anorexia in Chronic Wasting Diseases) και η «Διατροφή στην Γηριατρική» ('Nutrition in Geriatrics) της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Κλινικής Διατροφής και Μεταβολισμού (ESPEN) (European Society of Clinical Nutrition and Metabolism) ορίζει την σαρκοπενία με την ευρύτερη έννοια « ως απώλεια σκελετικής μάζας και δύναμης που εμφανίζεται με την προχωρημένη ηλικία και δευτερογενώς σε χρόνιες παθήσεις συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου ». Η σαρκοπενία με «περιορισμένη κινητικότητα» ορίζεται ως «το άτομο με μυϊκή απώλεια της οποίας η ταχύτητα περπατήματος είναι ίση ή μικρότερη από 1 m/s ή που περπατά λιγότερο από 400 m κατά τη διάρκεια 6 λεπτών με τα πόδια» ενώ η σαρκοπενική παχυσαρκία ορίζεται ως μυϊκή απώλεια και δυσλειτουργία που σχετίζεται με την παθολογική συσσώρευση λιπώδους ιστού. Οι δύο παράγοντες που συμβάλλουν στη σαρκοπενική παχυσαρκία είναι: α) η έλλειψη σωματικής άσκησης σε συνδυασμό με μια μεγάλη ενεργειακή πρόσληψη και β) οι χρόνιες συννοσηρότητες που υπάρχουν σε παχύσαρκους ασθενείς που οδηγούν σε συστηματική φλεγμονή. (Argiles et al, 2015)

Ένας συναινετικός κλινικός ορισμός της σαρκοπενίας ή της σαρκοπικής παχυσαρκίας δεν υπάρχει προς το παρόν. Αυτό οφείλεται εν μέρει στην έλλειψη τυποποιημένων μετρήσεων που συλλαμβάνουν τη λειτουργική μάζα των σκελετικών μυών, επειδή οι μετρήσεις της μάζας των σκελετικών μυών δεν καταγράφουν λειτουργικότητα και επειδή δεν υπήρξε συναίνεση στις ερευνητικές ή κλινικές κοινότητες όσον αφορά τον

ορισμό της. Πολλές προηγούμενες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει είτε μετρήσεις μυϊκής μάζας, μυϊκής δύναμης είτε φυσικές λειτουργίες μόνο ή σε συνδυασμό ως δείκτες για τη σαρκοπενία. Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές και οι κλινικοί γιατροί συνηγορούν υπέρ της συμπερίληψης μυϊκής ισχύος ή λειτουργικών μετρήσεων που σχετίζονται με την αντοχή όπως η αντοχή στη λαβή ή και η ταχύτητα περπατήματος μαζί με μέτρηση μυϊκής μάζας προκειμένου να βελτιωθεί η διαγνωστική ακρίβεια της σαρκοπενίας. Πρόσφατα συνέδρια συναίνεσης έχουν οργανωθεί για να προχωρήσουν προς έναν αποδεκτό κλινικό ορισμό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για διάγνωση όσο και για σκοπούς κλινικής έρευνας. Για παράδειγμα, η Εταιρεία Σαρκοπενίας, Καχεξίας και Διαταραχών δημοσίευσε πρόσφατα έναν ορισμό της σαρκοπενίας με περιορισμένη κινητικότητα που χρησιμοποίησε ένα μέτρο ταχύτητας περπατήματος και μυϊκής μάζας. Η Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας για τη Σαρκοπενία στους Ηλικιωμένους (EWGSOP) πρόσφατα συνέστησε να χρησιμοποιηθούν μέτρα χαμηλής μυϊκής μάζας και χαμηλής μυϊκής ισχύος ή απόδοσης σε οποιοδήποτε κλινικό ορισμό. Αυτή η ομάδα εργασίας βοήθησε επίσης να παράσχει σημαντικές ενημερώσεις σχετικά με τα σημερινά διαθέσιμα σημεία περικοπής για συγκεκριμένες μετρήσεις που σχετίζονται με τους μυς και υπογραμμίζει την ανάγκη για πρόσθετα εμπειρικά δεδομένα που συλλέγονται για να διευκολυνθεί η λειτουργία και επικύρωση μιας μεθοδολογίας διάγνωσης της σαρκοπενίας που μπορεί να αναπαράχθει σε πολλούς πληθυσμούς και να ενσωματωθεί στην πρακτική των Γηριατρικών. (Walston et al, 2014).

### **1.3 Επιδημιολογία**

Η σαρκοπενία έχει αναφερθεί ότι επηρεάζει πάνω από το 40% των ηλικιωμένων ατόμων ηλικίας  $\geq 70$  ετών, περίπου 50 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως. Ο αριθμός αυτός εκτιμάται ότι θα αυξηθεί σε 500 εκατομμύρια άτομα το έτος 2050. Ως εκ τούτου, υπήρξε μεγάλο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη στρατηγικών για τη μείωση των μειονεκτημάτων της σαρκοπενίας και για τη μείωση και της αναπηρίας. Στην παρούσα ανακοίνωση σχολιάζουμε τη σχέση μεταξύ της σαρκοπενίας και των οστεοπορωτικών καταγμάτων και τη διαχείριση της σαρκοπενίας για την πρόληψη των οστεοπορωτικών καταγμάτων. (Hida et al, 2014)

Ο επιπολασμός της σαρκοπενίας στη βιβλιογραφία ποικίλλει ευρέως και είναι πιθανό να επηρεαστεί από τον πληθυσμό που μελετήθηκε (συμπεριλαμβανομένου του υπό έρευνα πληθυσμού και του πληθυσμού αναφοράς) και από τις διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης και της σωματικής απόδοσης. Αν και τα αποτελέσματα μπορεί επίσης να οφείλονται σε πραγματικές διαφορές στον επιπολασμό της σαρκοπενίας. Δεδομένου ότι μελέτες που καθόριζαν τη σαρκοπενία ως μυϊκή μάζα συν τη μυϊκή δύναμη προς σωματική απόδοση είναι λίγες, οι συγκρίσεις του επιπολασμού μεταξύ των μελετών είναι δύσκολες λόγω των διαφορετικών μεθόδων και των σημείων αποκοπής που χρησιμοποιούνται. Ο επιπολασμός της σαρκοπενίας στην κοινότητα χρησιμοποιώντας έναν ορισμό σύμφωνα με το EWGSOP ήταν 1-33% σε διάφορους πληθυσμούς (δεδομένα ανδρών και γυναικών σε συνδυασμό), με υψηλότερο επιπολασμό, όπως αναμενόταν, σε χώρους όπου φροντίζονται μεγάλης ηλικίας άτομα, με πιο σύνθετα ή οξεία νοσήματα. Η εθνικότητα μπορεί επίσης να διαδραματίσει κάποιο ρόλο, ειδικά εάν οι πληθυσμοί αναφοράς και μελέτης δεν ταιριάζουν. (Cruz-Jentoft et al, 2014)

#### **1.4 Γηριατρικά σύνδρομα και Σαρκοπενία**

Η σαρκοπενία θα πρέπει να θεωρείται ως γηριατρικό σύνδρομο και όχι ως κλασικό ιατρικό σύνδρομο. Τα γηριατρικά σύνδρομα έχουν οριστεί ως κοινές, πολύπλοκες και δαπανηρές καταστάσεις εξασθενημένης υγείας σε ηλικιωμένα άτομα, οι οποίες προκύπτουν από ανεπαρκώς κατανοητές αλληλεπιδράσεις ασθένειας και σε πολλαπλά συστήματα που παράγουν σημεία και συμπτώματα.

Ωστόσο, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στον τρόπο ζωής, ιδιαίτερα στη διατροφή και στη σωματική δραστηριότητα, καθώς τα προβλήματα με καθένα από αυτά είναι συνήθως εμφανή στα περισσότερα άτομα με σαρκοπενία. Επιπλέον, οι ειδικές διατροφικές προσεγγίσεις και τα προγράμματα σωματικής άσκησης αντιπροσωπεύουν τις πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις για την πρόληψη και τη θεραπεία της σαρκοπενίας. (Cruz-Jentoft et al, 2014)

## 1.5 Αίτια Σαρκοπενίας

Η αιτία της σαρκοπενίας γενικά θεωρείται πολυπαραγοντική, με περιβαλλοντικά αίτια, και διάφορες εκφυλιστικές αλλαγές όπως ενεργοποίηση φλεγμονώδους οδού, μιτοχονδριακές ανωμαλίες, απώλεια νευρομυϊκών συνδέσμων, μειωμένους αριθμούς κυττάρων και ορμονικές αλλαγές που πιστεύεται ότι συμβάλλουν. Εκτός από αυτά τα αίτια, η πρόσφατη πρόοδος στην κατανόηση των μοριακών οδών που συμβάλλουν στη διατήρηση του σκελετικού μύος βοήθησε να τονιστεί περαιτέρω η σηματοδότηση του αυξητικού παράγοντα ιστού (TGF) - $\beta$ , η ενεργοποίηση της απόπτωσης και η πτώση της μιτοχονδριακής λειτουργίας ως δυνητικά σημαντική για την ενεργοποίηση της σαρκοπενίας. (Walston et al, 2014)

Αν και η μυϊκή πρωτεόλυση είναι αυξημένη στους σαρκοπενικούς ασθενείς, μια σημαντική μείωση του ρυθμού της πρωτεϊνικής σύνθεσης φαίνεται να είναι περισσότερο σημαντική. Η αναβολική αντίσταση στους σκελετικούς μύες εμπλέκεται σε αυτή την ανισορροπία της πρωτεϊνικής σύνθεσης και έτσι μειώνονται οι αναβολικές διεγέρσεις από ορμόνες - τεστοστερόνη - και IGF-1 κατά τη διάρκεια της σαρκοπενίας. Επιπλέον, η ικανότητα των αμινοξέων να διεγείρουν την πρωτεϊνική σύνθεση στην τροφοδοτούμενη κατάσταση μειώνεται σημαντικά. Κατά συνέπεια, η ανάκαμψη της μυϊκής μάζας μετά την αδράνεια παρεμποδίζεται με αποτέλεσμα τη συσσώρευση εκτοπικού λίπους των μυών. (Argile' s et al, 2015)

Τα περιβαλλοντικά αίτια συνήθως κατανέμονται μεταξύ των μειώσεων της δραστηριότητας και των μειώσεων της διατροφικής πρόσληψης. Οι ηλικιωμένοι είναι λιγότερο ενεργοί, εν μέρει λόγω της αυξημένης επιβάρυνσης των χρόνιων παθήσεων που οδηγεί σε πόνο και κόπωση. Επιπλέον, οι μειώσεις στην επαρκή πρόσληψη πρωτεϊνών και θερμίδων, καθώς και η υπερκατανάλωση που έχει ως αποτέλεσμα την σαρκοπική παχυσαρκία και την επιτάχυνση της απώλειας μυϊκής μάζας και λειτουργίας, συνεισφέρουν σημαντικά στη σαρκοπενία σε ηλικιωμένους ενήλικες. Συνολικά, αυτές οι περιβαλλοντικές επιρροές επικαλύπτονται από μια πολυπαραγοντική, ηλικιακή αλλαγή της βιολογίας που ωθεί προς την πτώση της μάζας και της δύναμης των σκελετικών μυών.

Πρώτον, η μείωση του αριθμού των νευρομυϊκών συνδέσμων, με αποτέλεσμα την πτώση των ινών ταχείας σύσπασης ή τύπου II, θεωρείται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην πτώση μυών που σχετίζεται με την ηλικία. Δεύτερον, οι μειώσεις στις ορμόνες που είναι σημαντικές στη διατήρηση της μυϊκής μάζας, συμπεριλαμβανομένου του ινσουλινοειδούς αυξητικού παράγοντα-1, της θειικής δεϋδροεπιανδροστερόνης, της τεστοστερόνης και του οιστρογόνου, συμβάλλουν πιθανώς στη σαρκοπενία. Αυτές οι οδοί προσφέρουν επίσης σημαντικές δυνατότητες για παρεμβάσεις. Τρίτον, η ενεργοποίηση της φλεγμονώδους οδού, πιθανώς λόγω ποικιλίας ασθενειών και αιτιών γήρανσης, είναι γνωστό ότι συμβάλλει σημαντικά στη σαρκοπενία. Μια μελέτη των επιπέδων ορού της φλεγμονώδους κυτοκίνης ιντερλευκίνης-6 και της σχέσης της με την μυϊκή δύναμη σε ηλικιωμένες γυναίκες κατέδειξε μια πιο απότομη πτώση στην ικανότητα περπατήματος, υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης σωματικής αναπηρίας, που εξηγείται εν μέρει από μια παράλληλη μείωση της σκελετικής μυϊκής δύναμης. Αυτό μπορεί εν μέρει να οφείλεται στη σημαντική επίδραση της χρόνιας έκθεσης φλεγμονωδών κυτοκινών σε δορυφορικά κύτταρα στις μυϊκές ίνες. Η συμβολή της φλεγμονής σε ηλικιωμένους ενήλικες μπορεί να προέρχεται από πολλαπλές πηγές. Βεβαίως, οι καταστάσεις χρόνιας νόσου είναι από τις πιο κοινές αιτίες ενεργοποίησης της φλεγμονώδους οδού. Πολλές φλεγμονώδεις ρευματολογικές παθήσεις όπως συστηματικός ερυθρεμάτης λύκος και ρευματοειδής αρθρίτιδα, σχετίζονται με απώλεια μυών που πιστεύεται ότι σχετίζεται με τη χρόνια ενεργοποίηση φλεγμονωδών οδών οι οποίες με τη σειρά τους επηρεάζουν αρνητικά την αναγέννηση των μυών. Πολλές άλλες χρόνιες παθήσεις, συμπεριλαμβανομένης της νεφρικής ανεπάρκειας και της συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας, πιθανόν επιταχύνουν την ανάπτυξη της σαρκοπενίας μέσω της αύξησης των φλεγμονωδών μεσολαβητών.

Τέλος, η απώλεια ικανότητας αναπλήρωσης και αντικατάστασης του σκελετικού μυός που σχετίζεται με τη γήρανση είναι όλο και πιο εμφανής. Τα βλαστοκύτταρα των σκελετικών μυών, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για την αναγέννηση των σκελετικών μυών σε ηλικιωμένους και νεαρούς ενήλικες, φαίνεται να διακυβεύονται σε ηλικιωμένους ενήλικες δεδομένου ότι μεταναστεύουν με πολύ χαμηλότερες ταχύτητες από ό, τι τα νεότερα κύτταρα και η κινητικότητα τους περιορίζεται ίσως εν μέρει λόγω χαμηλών επιπέδων έκφρασης ιντεγκρίνης. (Walston et al, 2014)

### 1.5.1 Σύνδρομο ευπάθειας και Σαρκοπενία

Η ευπάθεια, είναι γηριατρικό σύνδρομο, είναι μια κατάσταση σχετιζόμενη με την ηλικία με φυσιολογική αδυναμία όπου οφείλεται στα μειωμένα λειτουργικά αποθέματα και στην μεγάλη ευαισθησία σε δυσμενείς εκβάσεις υγείας. Τα σημεία και συμπτώματα περιλαμβάνουν την μειωμένη δραστηριότητα, την ανορεξία, την απώλεια βάρους, την κόπωση, την σαρκοπενία, την οστεοπενία, την ελλειμματική ισορροπία και ανωμαλίες στο τρόπο βάδισης και στη γνωστική δυσλειτουργία. Αυτή η γενική αδυναμία μπορεί να οδηγήσει σε ασθένειες, πτώσεις, τραυματισμούς, αναπηρίες, νοσηλεία και θνησιμότητα για τον ηλικιωμένο. Οι αρνητικές επιπτώσεις σχετικά με την υγεία έχουν μεγάλη επίπτωση στην ποιότητα ζωής του ασθενούς. (Chang et al, 2012)

Η ευπάθεια εμφανίζεται σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 20% του πληθυσμού των ατόμων που κατοικούν σε κοινότητες με ανθρώπους ηλικίας άνω των 85 ετών, εξαιρουμένων εκείνων με συγκεκριμένες χρόνιες ασθένειες, όπως το εγκεφαλικό επεισόδιο και τη νόσο του Πάρκινσον, όπου έχουν διαφορετική αιτιολογία αδυναμίας.

Κατά τους João A. et.al, (2009) η ευπάθεια είναι μια κατάσταση που σχετίζεται με την ηλικία με μεγάλη ευαισθησία και δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία μετά από ένα γεγονός άγχους. Σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, αυτή η κλινική κατάσταση οφείλεται σε μείωση των αποθεμάτων σε πολλαπλά φυσιολογικά συστήματα που είναι συνήθως υπεύθυνα για υγιή προσαρμογή στην ψυχολογική πίεση και stress. Εναλλακτικά, θεωρείται ότι η αδυναμία οφείλεται στην κρίσιμη συσσώρευση της δυσλειτουργίας σε σημαντικές οδούς σηματοδότησης και στη μετέπειτα εξάντληση του ομοιοστατικού αποθέματος και της ελαστικότητας.

Άλλοι συγγραφείς περιγράφουν αυτή την κατάσταση αυξημένης ευπάθειας, καθώς σχετίζονται με μειωμένη ικανότητα αντιστάθμισης της μοριακής και κυτταρικής βλάβης που σχετίζεται με τη γήρανση.

Για διαγνωστικούς σκοπούς, πρέπει να τηρούνται τουλάχιστον τρία από τα σημεία και συμπτώματα, ενώ η παρουσία μόνο ενός ή δύο από αυτά θεωρείται ως δείκτης της κατάστασης προ-ευπάθειας. Από μια ευρύτερη εικόνα, θεωρείται ότι η αδυναμία μπορεί επίσης να εκδηλωθεί μέσω της γνωστικής εξασθένησης, αν και, σύμφωνα με



στοιχεία, η μείωση της γνώσης είναι πολύ επιλεκτική, περιορίζεται σε εκτελεστικές λειτουργίες, προσοχή, λεκτική ευχέρεια και επεξεργασία ταχύτητας. Είναι επίσης καλά τεκμηριωμένο ότι οι ευπαθείς ηλικιωμένοι εμφανίζουν κάποια βλάβη στις καθημερινές τους λειτουργικές δραστηριότητες και αναφέρουν σημαντική μείωση της ποιότητας ζωής. Επιπλέον, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η αδυναμία μπορεί να σχετίζεται με την αλλαγή της διάθεσης αν και η φύση αυτής της σύνδεσης, καθώς και η συνάφειά της σε σχέση με την αδυναμία, πρέπει να αποσαφηνιστούν.

Όσον αφορά τον επιπολασμό της ευπάθειας, η συστηματική σύγκριση πολυάριθμων μελετών δείχνει ότι η ευπάθεια σε ενήλικες ηλικίας 65 ετών και άνω κυμαίνονται από 4% έως 17%. Σε περίπτωση προ-ευπάθειας, η συχνότητα κυμαίνεται μεταξύ 19% και 53%. Οι διαφορές στις εκτιμήσεις συχνά οφείλονται στον ορισμό της ευπάθειας (με βάση τους φυσικούς δείκτες ή στην ενσωμάτωση μιας ευρύτερης πολυδιάστατης προσέγγισης) και των μελετών ανά πληθυσμό (π.χ. τα αποτελέσματα των επιδημιολογικών μελετών μπορούν να επηρεαστούν από δημογραφικές μεταβλητές, όπως η ηλικία και το φύλο, καθώς και η παρουσία χρόνιας νόσου ή άλλων συνωστωδών συνθηκών). (João et al, 2016)

Οι Collardet.al, υποστηρίζουν πως αν και είναι γενικά αποδεκτό ότι ο επιπολασμός της ευπάθειας αυξάνεται με την ηλικία, είναι όμως υψηλότερη στις γυναίκες από τους άνδρες. Οι γυναίκες είχαν υψηλότερα ποσοστά αδυναμίας από ό, τι οι άνδρες, προφανώς ο λόγος μεγαλύτερου ποσοστού είναι ότι οι γυναίκες έχουν χαμηλότερες μέσες ποσότητες της άλιπης μάζας σώματος και λιγότερους δυνατούς μυς σε σχέση με τους άντρες.

Η ευπάθεια οδηγεί σε μείωση της συνολικής ποιότητας ζωής στους ηλικιωμένους, με αποτέλεσμα τα άτομα αυτά να εξαρτώνται από τους άλλους. Επιπλέον, οι αδύναμοι ηλικιωμένοι είναι οι υψηλότεροι καταναλωτές των πόρων υγειονομικής περίθαλψης, τοποθετώντας μια σημαντική οικονομική επιβάρυνση για το καναδικό σύστημα υγείας (Buckinx et al, 2015). Με την αντιστροφή της αδυναμίας μέσω παρεμβάσεων άσκησης σε γυμναστήριο, οι ηλικιωμένοι μπορούν να παραμείνουν σωματικά ανεξάρτητοι και μη ευπαθείς σε όλη τη μακρά περίοδο της ζωής τους. Η άσκηση είναι το φάρμακο που μπορεί να αποτρέψει την ευπάθεια καθώς και να την αντιστρέψει

Η ευπάθεια και η σαρκοπενία μοιράζονται αρκετά κοινά στοιχεία, πρόκειται για δύο γηριατρικά σύνδρομα με δυσμενείς επιπτώσεις στα διάφορα συστήματα του

ανθρώπου με τη πάροδο του χρόνου. Σε άρθρο του το 2016 ο φυσικοθεραπευτής Δημήτριος Νικολάου, χαρακτηρίζει τη σαρκοπενία και την ευπάθεια ως τις «δύο όψεις του ίδιου νομίσματος».

### **1.5.2 Καχεξία και σαρκοπενία**

Ο όρος καχεξία είναι κατά βάση ελληνικός διότι παράγεται από τις λέξεις κακό και έξις που σημαίνει κατάσταση. Είναι ένα περίπλοκο μεταβολικό πολυπαραγοντικό σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από μειωμένο σωματικό βάρος που οφείλεται στην απώλεια τόσο της άπαχης όσο και της λιπώδους μάζας καθώς και σε αυξημένο καταβολισμό πρωτεϊνών λόγω υποκείμενων ασθενειών. Η καχεξία αποτελεί ένα αρκετά σοβαρό κλινικό νόσημα, καθώς αυξάνει ανά πληθυσμό τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα των ασθενών. Στο αρχικό στάδιο της καχεξίας παρατηρείται ανορεξία και σιγά σιγά μεταβολικές αλλοιώσεις όπως η φλεγμονώδης κατάσταση, η αυξημένη πρωτεόλυση των μυών, ο μειωμένος υδατάνθρακας καθώς και ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών και λιπιδίων. Η καχεξία είναι στην ουσία το αποτέλεσμα μιας πολύπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ της υποκείμενης νόσου, των μεταβολικών αλλοιώσεων που σχετίζονται με αυτή και μερικές φορές της μειωμένης διαθεσιμότητας θρεπτικών ουσιών όπως μειωμένη πρόσληψη και απορρόφηση αυτών. Ο υποσιτισμός είναι μια κατάσταση διατροφής στην οποία μια ανισορροπία ενέργειας, πρωτεϊνών και άλλων θρεπτικών ουσιών προκαλεί δυσμενείς επιδράσεις στη μορφή ιστού/σώματος (σχήμα σώματος, μέγεθος και σύνθεση) και στη λειτουργία του. Η μειωμένη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην παθογένεση της καχεξίας και παρατηρείται πως οι υποσιτισμένοι ασθενείς δεν είναι απαραίτητο να είναι καχεκτικοί αλλά όλοι οι καχεκτικοί ασθενείς είναι σταθερά υποσιτισμένοι. (Muscaritoli et al, 2010)

Στον σκελετικό μυ του καχεκτικού ασθενούς παρατηρείται μια μεγάλη αύξηση του ποσοστού πρωτεόλυσης των σκελετικών μυών. Πολλοί πρωτεολυτικοί μηχανισμοί εμπλέκονται με την ουβικιτίνη οδό να είναι η πιο σημαντική. Στους καχεκτικούς ασθενείς συμβαίνει μια αυξημένη επιτάχυνση στην απώλεια των μυών τους εξαιτίας της αυξημένης απόπτωσης των μυϊκών μυοκυττάρων και της έλλειψης διαφοροποίησης των δορυφορικών κυττάρων. (Argile' s et al, 2015)

Η καχεξία είναι μια ασθένεια που μπορεί να συμβεί στα τελικά στάδια πολλών χρόνιων ασθενειών, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου, χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια, χρόνια νεφρική ανεπάρκεια ή χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Επίσης η καχεξία είναι ένα σύνδρομο που μπορεί να συνοδεύει μια πληθώρα ασθενειών, όπως οι χρόνιες λοιμώξεις, το AIDS και η ρευματοειδής αρθρίτιδα. Συνδέεται με κεντρικές και συστηματικές αυξήσεις των προ-φλεγμονωδών παραγόντων, με μειωμένη ποιότητα ζωής, ανεπαρκής φαρμακολογική θεραπεία και συντομότερη επιβίωση. Η εκτεταμένη απώλεια μυϊκής μάζας μπορεί να αντιπαραβληθεί με απλή πείνα στην οποία το λίπος αντικαθιστά τη γλυκόζη ως το προτιμώμενο καύσιμο για να προστατεύει την άλιπη σωματική μάζα. Η καχεξία του καρκίνου είναι αποτέλεσμα αλλαγμένου μεταβολισμού και είναι αδύνατον να αντιστραφεί με συμβατική θρεπτική υποστήριξη. Οι καχεκτικοί ασθενείς έχουν κακή ανοχή για χειρουργική επέμβαση, χημειοθεραπεία και ακτινοθεραπεία. Πιο συγκεκριμένα, εικόνες εγκάρσιας διατομής στο επίπεδο των τεσσάρων οσφυϊκών σπονδύλων σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση αποκάλυψαν ότι η μεταβληθείσα με τη μεταβλητή θνησιμότητα αυξήθηκε σημαντικά καθώς μειώθηκε η έκταση του μυϊκού πυρήνα. (Ohnuma, 2017)

Οι αιτίες της καχεξίας που σχετίζονται με τον καρκίνο είναι πολλαπλές και ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες: ανορεξία και πρώιμο κορεσμό, μηχανική παρεμπόδιση της διατροφικής οδού και μεταβολική διαταραχή.

Η ανορεξία σε ασθενείς με καρκίνο μπορεί να σχετίζεται με τη νόσο, να σχετίζεται με τη θεραπεία ή με τη συναισθηματική δυσφορία. Επίσης, μπορεί να οφείλεται σε πρόωρο κορεσμό, ναυτία ή μια αλλαγή στη γεύση.

Ο επιπολασμός της καχεξίας είναι υψηλός και κυμαίνεται από 5% έως 15% σε συγγενής καρδιακή ανεπάρκεια (CHF) και 60% έως 80% σε χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (COPD) στον προχωρημένο καρκίνο. Τα ποσοστά θνησιμότητας των καχεκτικών ασθενών με ΧΑΠ κυμαίνονται από 10% έως 15% ετησίως, με CHF από 20% έως 30% ετησίως και με νεφρική νόσο CKD έως 80% όσον αφορά καχεκτικούς ασθενείς με καρκίνο. (Ohnuma, 2017)

Πολλοί κλινικοί ιατροί και ερευνητές έχουν αναπτύξει ένα σύνολο διαγνωστικών κριτηρίων προκειμένου να προβούν σε οριστική διάγνωση καχεξίας. Το βασικό διαγνωστικό κριτήριο ήταν απώλεια τουλάχιστον 5% του σωματικού βάρους χωρίς οίδημα κατά τους τελευταίους 12 μήνες. Το χρονικό πλαίσιο είναι ειδικό για κάθε

νόσο και είναι πιθανό να είναι βραχύτερο στον καρκίνο (3-6 μήνες) και περισσότερο στη χρόνια νεφρική ή καρδιακή ανεπάρκεια ή ΧΑΠ (12 μήνες). Στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να τεκμηριωθεί ιστορικό απώλειας βάρους, ένας ΔΜΣ  $<20,0 \text{ kg} / \text{m}^2$  θεωρήθηκε επαρκής για να διαπιστώσει τη διάγνωση της καχεξίας. Άλλα διαγνωστικά κριτήρια για καχεξία εκτός από την απώλεια μυϊκής μάζας είναι η μειωμένη μυϊκή δύναμη, η κόπωση, η ανορεξία, και οι βιοχημικές ανωμαλίες που είναι χαρακτηριστικές της φλεγμονής, της αναιμίας ή της υποαλβουμιναιμίας. Οι Evans et al. πιστεύουν ότι ο βαθμός της καχεξίας ίσως και να αποδεικνύεται χρήσιμος και για μελλοντική έρευναμπροτείνουν να ταξινομηθεί ο βαθμός καχεξίας ως ήπιος, μέτριος ή σοβαρός, ανάλογα με το αν η παρατηρούμενη απώλεια βάρους κατά τους προηγούμενους 12 μήνες είναι  $> 5$   $> 10$  ή  $> 15$  αντίστοιχα. (Evans et al, 2008)

Στην προχωρημένη καχεξία, η κατακράτηση νερού μπορεί να συμβεί ως συνέπεια της σοβαρής υποαλβουμιναιμίας. Η κατακράτηση νερού μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του σωματικού βάρους και έτσι η απώλεια σωματικού βάρους σε ασθενείς με σοβαρή καρδιακή ανεπάρκεια, κίρρωση ήπατος ή νεφρική ανεπάρκεια, να επισκιάζεται με κατακράτηση υγρών. Η απώλεια μυϊκού ιστού πρέπει να θεωρείται ως το πιο κλινικό χαρακτηριστικό της καχεξίας, ανεξάρτητα από την υποκείμενη ασθένεια. Η προοδευτική απώλεια μυϊκής μάζας έχει αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα ζωής του ατόμου με κίνδυνο αναπηρίας. Η ανισορροπία μεταξύ αναβολικών και καταβολικών ρυθμών εντός των μυών είναι υπεύθυνη για την επιτάχυνση της απώλειας μυών. Η συστηματική φλεγμονή που ευθύνεται κυρίως για τη μυϊκή δυσλειτουργία αλλά και οι ορμόνες, παράγοντες που προέρχονται από όγκους όπως παράγοντας πρόκλησης πρωτεόλυσης (PIF), η σωματική αδράνεια και η ανεπαρκής πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, η γήρανση, η πείνα και ο υποσιτισμός, η καθιστική ζωή, η παρατεταμένη σωματική αδράνεια και η απονεύρωση μπορούν να συμβάλουν στην μυϊκή ατροφία. Ως εκ τούτου, η καχεξία πρέπει να διακρίνεται από άλλες μορφές που σχετίζονται με μείωση της μυϊκής μάζας, ιδίως αυτής της σαρκοπενίας. Όμως, δεν είναι πάντα εύκολο να διαχωριστεί η καχεξία από τη σαρκοπενία γιατί ενώ η απώλεια μάζας είναι χαρακτηριστικό της καχεξίας και της σαρκοπενίας πολλοί σαρκοπενικοί δεν είναι καχεκτικοί. (Muscaritoli et al, 2010)

Οι επιλογές θεραπείας για την καχεξία είναι περιορισμένες και μια αλλαγή στη διατροφή του ασθενούς με καχεξία δεν διορθώνει το υποκείμενο πρόβλημα. Η μυϊκή μάζα του ασθενούς θα συνεχίζει να μειώνεται και να αλλοιώνεται ακόμη και αν το

βάρος του σταθεροποιηθεί με συνολική παρεντερική διατροφή. Σε σύγκριση με την πείνα, η καχεξία είναι αρκετά ανθεκτική στην υπεραλιγοειδή τροφή και πιθανόν να υπάρχουν στρατηγικές που να στοχεύουν στη διατήρηση μυϊκής μάζας με ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα διατροφής. Ωστόσο, πολλά φάρμακα μπορούν να προκαλέσουν αύξηση του βάρους σε καχεκτικές και ανοριξικές καταστάσεις ρυθμίζοντας την παραγωγή κυτοκίνης. Σε τέτοιες καταστάσεις χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως τα στεροειδή και οι ορμονικοί παράγοντες όπως η οξική μεγεστερόλη. Αυτά τα φάρμακα δρουν μέσω πολλαπλών οδών, όπως η αύξηση των επιπέδων νευροπεπτιδίου-Y για την αύξηση της όρεξης και την μείωση της ρύθμισης των προφλεγμονωδών κυτοκινών. Η θαλιδομίδη μείωσε σημαντικά την απώλεια καθαρής μυϊκής μάζας σε ασθενείς με καρκίνο και σύνδρομο επίκτητης ανοσοανεπάρκειας ενώ το εικοσαπεντανοϊκό οξύ μπορεί να σταματήσει την απώλεια βάρους στην καχεξία του καρκίνου και μπορεί να αυξήσει την άλιπη σωματική μάζα σε υψηλές δόσεις. Τα αποτελέσματα αυτών των φαρμακολογικών δοκιμών υποδηλώνουν ότι η βελτίωση της καχεξίας είναι αποτέλεσμα μιας κοινής επίδρασης αυτών των παραγόντων σε προφλεγμονώδεις κυτοκίνες. (Ruigui et al, 2012)

Σε μοριακό επίπεδο, η καχεξία και η σαρκοπενία έχουν κοινές τάσεις, οι οποίες συνοψίζονται παρακάτω. Κατ'αρχήν, η φλεγμονή που επηρεάζει ιδιαίτερα τους σκελετικούς μύες ενυπάρχει και στις δύο περιπτώσεις. Πολλοί παράγοντες όπως η αυξημένη αποικοδόμηση πρωτεϊνών και η μειωμένη πρωτεϊνική σύνθεση, η αυξημένη απόπτωση των μυοκυττάρων και η μειωμένη αναγέννηση των μυών μαζί με μιτοχονδριακή δυσλειτουργία επηρεάζουν σημαντικά την απώλεια μάζας και αυτή με τη σειρά της την αντοχή και τη λειτουργικότητα του ατόμου. Η φλεγμονώδης ανταπόκριση είναι πολύ έντονη στην καχεξία λόγω της υποκείμενης νόσου, ενώ στη σαρκοπενία υπάρχει μόνο ένας μικρός βαθμός χρόνιας φλεγμονής. Τώρα, όσον αφορά τη θεραπεία, ενδέχεται να ισχύουν ορισμένες κοινές στρατηγικές. Η άσκηση ενώ αποδεικνύεται πολύ αποτελεσματική στη σαρκοπενία, η χρήση της, αν και αποτελεσματική, είναι πιο αμφισβητήσιμη στην καχεξία. Επίσης, στη σαρκοπενία, η διατροφή έχει πολύ ξεκάθαρο ρόλο, καθώς σε πολλές περιπτώσεις η διατροφική πρόσληψη είναι ατελής, σε αντίθεση με την καχεξία που η διατροφή από μόνη της απέχει πολύ από το να είναι αποτελεσματική και πρέπει να υποστηρίζεται από φαρμακολογική παρέμβαση. Γενικά, οι θεραπευτικές προσεγγίσεις που διεγείρουν τη μιτοχονδριακή βιογένεση και μειώνουν την πρωτεόλυση των μυών και τη φλεγμονή έχουν τη δυνατότητα θεραπείας τόσο της καχεξίας όσο και της σαρκοπενίας.

Καθίσταται όμως σαφές ότι πρέπει να γίνει περισσότερη μελλοντική έρευνα στην κατανόηση τόσο της καχεξίας όσο και της σαρκοπενίας προκειμένου να σχεδιαστούν αποτελεσματικές θεραπείες για την αντιμετώπιση αυτών. (Argile' s et al, 2015)

## **1.6 Επιπτώσεις της σαρκοπενίας στη δημόσια υγεία**

Πολλές συνέπειες της σαρκοπενίας είναι προγνωστικοί δείκτες στην επιβάρυνση της δημόσιας υγείας, όπως η σωματική αναπηρία, η εισαγωγή σε νοσοκομείο, η νοσηλεία ακόμη και η θνησιμότητα.

Η σαρκοπενία συνδέεται επίσης με πολλές συννοσηρότητες που έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη δημόσια υγεία. Μπορεί να συνυπάρχει με την οστεοπόρωση και να αυξήσει τον κίνδυνο κατάγματος. Ακόμη πολλές ενδοκρινικές παθήσεις (διαβήτης, υπογοναδισμός, υπερκορτισμός κλπ) καθώς και η παχυσαρκία ή η χρόνια νεφρική νόσο συνδέονται με τη σαρκοπενία γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε σωματική αναπηρία. Η σαρκοπενία έχει κακές εκβάσεις σε ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική ή αγγειακή χειρουργική επέμβαση. Όλες αυτές οι σχετικές με την υγεία συνέπειες της σαρκοπενίας υποτίθεται ότι αλλοιώνουν την ποιότητα ζωής σε αυτούς τους ασθενείς.

Σε αυτό το πλαίσιο, η σαρκοπενία συσχετίζεται με μεγαλύτερη πιθανότητα νοσηλείας και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στους ηλικιωμένους που γίνονται δεκτοί σε θαλάμους βραχείας φροντίδας ή σε νοσοκομεία

Το υψηλό ποσοστό των αναπηριών, η απώλεια της ανεξαρτησίας, το αποτέλεσμα των κακών συννοσηροτήτων, ή η θνησιμότητα, όλα αυτά συμβάλλουν σε μεγάλο κόστος υγειονομικής περίθαλψης και εξάρτησης σε ηλικιωμένους με σαρκοπενία. Ωστόσο, κανένας από τους προτεινόμενους ορισμούς της σαρκοπενίας δεν προβλέπει αυτά τα αρνητικά αποτελέσματα που σχετίζονται με την υγεία, όπως τα κατάγματα, οι πτώσεις, η είσοδος σε γηροκομεία ή η θνησιμότητα. Αυτές οι συνέπειες προκαλούν άμεσα υψηλό κόστος προσωπικού, κοινωνικού και υγειονομικού συστήματος, το οποίο ασφαλώς θα αυξηθεί σταθερά με τη γήρανση του πληθυσμού. Ο προσδιορισμός καθοριστικών παραγόντων για τη σαρκοπενία και η εφαρμογή αποτελεσματικών παρεμβάσεων σε αυτή είναι ένα απαραίτητο πρώτο βήμα για τον περιορισμό των επιπτώσεών της στη δημόσια υγεία. Εκτός από την αναγνώριση των καθοριστικών

παραγόντων της απώλειας σκελετικών μυών, οι ερευνητικές στρατηγικές θα πρέπει να περιλαμβάνουν μια προσέγγιση που να επικεντρώνεται σε παράγοντες που συνδέονται με την μέγιστη μυϊκή μάζα και δύναμη, όπως το βάρος κατά τη γέννηση και την πρόιμη διατροφή. Έχουν δοκιμαστεί διάφορες παρεμβάσεις σχετικές με την άσκηση ( άσκηση αντίστασης, βάδισμα, ισορροπία, συντονισμός και λειτουργικές ασκήσεις), με στόχο τη μυϊκή δύναμη, τη φυσική λειτουργία, την αποφυγή πτώσης και την ανάκτηση καλής ισορροπίας στους ηλικιωμένους. Έχουν προταθεί ισχυρές φαρμακευτικές θεραπείες, αλλά μέχρι σήμερα, έχουν ελάχιστα πειστικά αποτελέσματα. Μια από τις πιο ελπιδοφόρες προσεγγίσεις μπορεί να είναι η αναστολή της μυοστατίνης, ενός ρυθμιστή της μυϊκής αύξησης και ανάπτυξης. Είναι πιθανόν ο συνδυασμός διατροφικών, φαρμακολογικών και φυσικών παρεμβάσεων να είναι η πιο ελπιδοφόρα στρατηγική. Ο λόγος κόστους / οφέλους αυτών των παρεμβάσεων θα πρέπει να αξιολογηθεί σε οικονομικά μοντέλα υγείας που βασίζονται στη χρήση της υγειονομικής περίθαλψης και στη συχνότητα εμφάνισης χρόνιων ασθενειών. Ωστόσο η επικύρωση συγκεκριμένων, αντικειμενικών αποτελεσμάτων ή εργαλείων είναι απαραίτητο βήμα προτού εξεταστούν θεραπευτικές παρεμβάσεις που να στοχεύουν στη σαρκοπενία και να αναγνωριστούν τόσο από την επιστημονική όσο και από την ιατρική κοινότητα .

Χρειάζονται σαφώς μελλοντικές έρευνες στον τομέα αυτό για να αποσαφηνιστεί ποιος ορισμός της σαρκοπενίας θα πρέπει να ενσωματωθεί στην κλινική πρακτική για τη διάγνωση και τη στόχευση της σαρκοπενίας όσον αφορά τις επιπτώσεις της στη δημόσια υγεία. (Beaudart et al, 2014)

### **1.6.1 Κόστος δημόσιας υγείας για τη σαρκοπενία**

Δεδομένου του πόσο μεγάλη επίδραση έχει η σαρκοπενία στην αναπηρία, η οποία συνδέεται πολλές φορές με νοσοκομειακή νοσηλεία, δαπάνες για την υγειονομική περίθαλψη, ένταξη σε γηροκομεία και άλλα, το κόστος δημόσιας υγείας αναμένεται να είναι υψηλό. Επί του παρόντος, τα οικονομικά δεδομένα σχετικά με τη σαρκοπενία είναι πολύ χαμηλά. Μόνο μία μελέτη αναφέρει μέχρι στιγμής τα έξοδα υγειονομικής περίθαλψης της σαρκοπενίας στις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι εκτιμήσεις αυτές έλαβαν υπόψη το άμεσο κόστος της σαρκοπενίας, το οποίο αυξήθηκε το 2000 σε 18,5 δισεκατομμύρια δολάρια, 10,8 δισεκατομμύρια δολάρια σε άνδρες και 7,7

δισεκατομμύρια δολάρια σε γυναίκες. Αυτές οι δαπάνες αντιπροσωπεύονται από νοσηλεία σε νοσοκομείο, νοσηλεία στο γηροκομείο και δαπάνες για την υγειονομική περίθαλψη στο σπίτι. Το 2000, το ποσό αυτό αντιπροσώπευε περίπου το 1,5% των συνολικών δαπανών για την υγεία στις Ηνωμένες Πολιτείες. Δεδομένου ότι αυτοί οι συνυπολογισμοί σχετίζονταν με το κόστος υγειονομικής περίθαλψης που ελήφθη υπόψη, το οικονομικό βάρος της σαρκοπενίας μπορεί να είναι ακόμη σημαντικότερο από αυτό που αναφέρθηκε στη μελέτη του Janssen Ietal, (2004). Αυτή η μελέτη είναι σήμερα μοναδική και μέχρι σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί αξιόπιστη οικονομική αξιολόγηση της σαρκοπενίας στην Ευρώπη. (Beaudart et al, 2014)

Ωστόσο, μια άλλη μελέτη εξετάζει το χρονικό διάστημα νοσηλείας σε νοσοκομείο που χρειάζεται ένας σαρκοπενικός ασθενής σε σχέση με ένα μη σαρκοπενικό μετά από μια οξεία ασθένεια. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρει πως επιλέχθηκαν τυχαία 432 ασθενείς που είχαν διαγνωστεί με τα ίδια κλινικά συμπτώματα και αξιολογήθηκαν εντός 72 ωρών από την εισαγωγή τους στο νοσοκομείο, στις 6 βδομάδες και μετά στους 6 μήνες. Οι ασθενείς που διαγνώστηκαν με σαρκοπενία με τη χρήση ανθρωπομετρικών κριτηρίων της ομάδας Ερωπαϊκής Εργασίας (European Working group) βρέθηκε ότι είχαν χαμηλή μυϊκή μάζα και μειωμένη δύναμη χειρολαβής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διάρκεια νοσοκομειακής περίθαλψης ήταν αρκετά μεγαλύτερη στους σαρκοπενικούς ασθενείς σε σχέση με τους μη σαρκοπενικούς. (μέσος όρος παραμονής  $13,4 \pm 8,8$  ημερών για τα σαρκοπενικά άτομα έναντι  $9,4 \pm 7$  ημερών για τα μη σαρκοπενικά). Επιπλέον ο κίνδυνος επανεισαγωγής στο νοσοκομείο ήταν σαφώς χαμηλότερος στους ασθενείς χωρίς σαρκοπενία σε σχέση με εκείνους που είχαν (προσαρμοσμένος λόγος κινδύνου 32 προς 87). Το ποσοστό θνησιμότητας ήταν επίσης χαμηλότερο στους πρώτους (10%) σε σχέση με τους δεύτερους (27%). (Gariballa et al, 2013).

Μια παρόμοια μελέτη εξέτασε τη δύναμη, τη λειτουργικότητα, την άπαχη μάζα και την πυκνότητα των μυών σε σχέση με τον κίνδυνο νοσηλείας. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν δύναμη λαβής, δύναμη επέκτασης γόνατος, ταχύτητα περπατήματος και ρυθμού της καρέκλας ενώ η πυκνότητα των μυών ανιχνεύθηκε με αξονική τομογραφία του μηρού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες με χαμηλή πυκνότητα μυών καθώς και ασθενέστερη δύναμη ήταν πιο πιθανόν να νοσηλευθούν ξανά ενώ η άλιπη μάζα δεν βρέθηκε να συνδέεται με τον κίνδυνο νοσηλείας. (Cawthon et al, 2009)



Η σαρκοπενία συνδέεται επίσης με άλλες δαπάνες στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, όπως απώλεια παραγωγικότητας, μειωμένη ποιότητα ζωής, απώλεια αυτονομίας αλλά και ψυχολογικά προβλήματα. Ωστόσο, αυτά τα έμμεσα κόστη της σαρκοπενίας δεν έχουν ποσοτικοποιηθεί ποτέ, ούτε στις ΗΠΑ ούτε στην Ευρώπη.

Οι Janssen et al. εξέτασαν επίσης την επίδραση που θα είχε ο μειωμένος επιπολασμός της σαρκοπενίας στις δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης, μέσω φαρμακολογικής θεραπείας, εκστρατείες δημόσιας υγείας ή παρεμβάσεις σωματικής άσκησης. Διαπίστωσαν ότι η μείωση της επικράτησης της σαρκοπενίας κατά 10% θα είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση 1,1 δολάρια ετησίως στις ΗΠΑ. Σε ένα πλαίσιο δημόσιας υγείας, αυτή η δυνητική εξοικονόμηση είναι σημαντική. Σε σύγκριση με τα οστεοπορωτικά κατάγματα, για τα οποία το οικονομικό κόστος είναι παρόμοιο και για το οποίο οργανώνονται πολλές εκστρατείες δημόσιας υγείας με στόχο τη μείωση της εμφάνισής τους, πρέπει να σημειωθεί ότι για την σαρκοπενία, οι εκστρατείες δημόσιας υγείας δεν στοχεύουν άμεσα στη μείωση της επικράτησης αυτού του σημαντικού γηριατρικού συνδρόμου. Επειδή ο αριθμός των ηλικιωμένων αυξάνεται σε όλο τον κόσμο, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων για την πολιτική υγείας θα πρέπει να εξετάσουν ορισμένες επενδύσεις χρημάτων για την πρόληψη και θεραπεία της σαρκοπενίας ώστε να εξασφαλιστούν σημαντικές μελλοντικές εξοικονομήσεις. (Beudart et al, 2014)

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΜΥΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα ζώα η κίνηση είναι σημαντική για την επιβίωση. Κάθε κίνηση που εκτελούμε στην καθημερινότητα μας όπως είναι το περπάτημα, τρέξιμο, το πιάσιμο αντικειμένων αλλά και το να κοιτάζουμε, να ακούμε, να φωνάζουμε ή να αναπνέουμε όλα αυτά γίνονται με τη βοήθεια του μυϊκού συστήματος και απαιτείται μυϊκή σύσπαση. Υπάρχει μια τεράστια ποικιλία μυών μέσα στο ανθρώπινο σώμα που διαφέρουν σε μέγεθος, σχήμα και λειτουργία.

(MacIntosh et al, 2006)

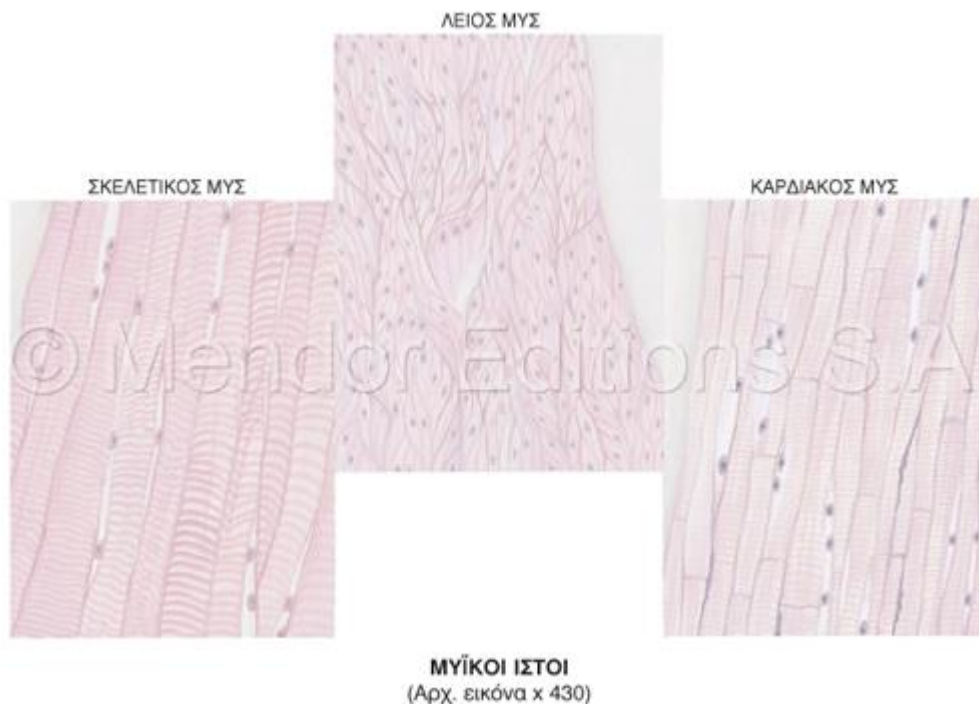
#### 2.1 Είδη μυϊκού ιστού

Ο μυϊκός ιστός ανάλογα με την λεπτή υφή και τη λειτουργία του διακρίνεται σε τρία είδη:

α) Γραμμωτός μυϊκός ιστός: σε αυτό το είδος ιστού κατανέμονται εκείνοι οι μύες (σκελετικοί) οι οποίοι προσφύονται σε οστά μέσω των τενόντων και παίρνοντας ερεθίσματα από το Κ.Ν.Σ. προκαλούν την κίνηση στο ανθρώπινο σώμα. Οι κινήσεις αυτές γίνονται εκούσια, δηλαδή υπόκεινται στην θέλησή μας.

β) Λείος μυϊκός ιστός : από αυτόν σχηματίζεται κυρίως ο μυϊκός χιτώνας των σπλάγχων και το τοίχωμα των αγγείων. Οι λείες μυϊκές ίνες μπορούν είτε να διεγείρονται αυθόρμητα με ειδικές συνδέσεις (χασματικές σήραγγες) όπως είναι ο μυϊκός χιτώνας του εντέρου είτε να νευρώνονται από το Α.Ν.Σ. όπως είναι η ίριδα του ματιού. Και στις δύο περιπτώσεις αυτές οι κινήσεις-συσπάσεις των οργάνων γίνονται ακούσια από τον άνθρωπο.

γ) Καρδιακός μυϊκός ιστός (μυοκάρδιο) : στη σύστασή του παρουσιάζει ομοιότητες του λείου και του γραμμωτού ιστού. Το μυοκάρδιο μπορεί να θεωρηθεί και ως ένα «λειτουργικό συγκύτιο» επειδή η διέγερση μιας καρδιακής ίνας μπορεί να μεταδοθεί εύκολα και στην διπλανή της. Χαρακτηρίζεται από αυτονομία αφού συσπάται και χαλαρώνει από μόνο του χωρίς να δέχεται κάποιο νευρικό ερέθισμα. (βλέπε εικόνα 2.1.1). (Παρασκευάς, 2008)



Εικόνα 2.1.1 (τροποποιημένο από εικόνες google.com)

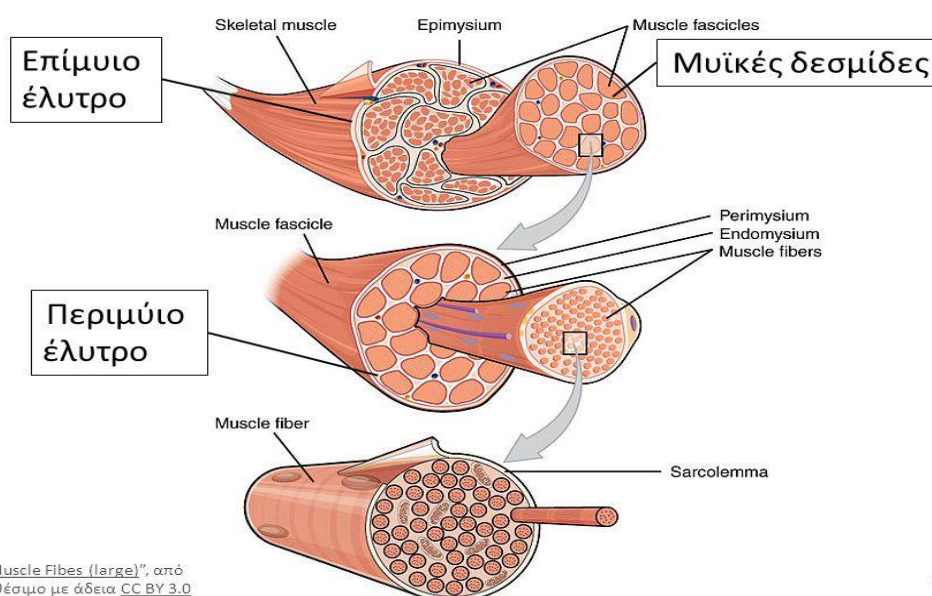
## 2.2 Δομή σκελετικών μυών

Μέσα στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν περίπου 400 σκελετικοί μύες οι οποίοι συνολικά αποτελούν περίπου το 50% του σωματικού βάρους και καθένας από αυτούς έχει τη δικιά του λειτουργία. Όμως για να λειτουργήσει σωστά όλο το μυϊκό σύστημα απαιτούνται 3 προϋποθέσεις: α) ένας μηχανισμός συστολής β) ένας τρόπος διέγερσης και ελέγχου του μηχανισμού συστολής και γ) ενέργεια για να λειτουργήσει. (Chaffin et al, 2006)

Ένας μύς αποτελείται από τρία στοιχεία: α) συνδετικό ιστό, β) μυϊκά κύτταρα ή μυϊκές ίνες και γ) νεύρα. Για να πραγματοποιηθεί μια κίνηση σε μια άρθρωση χρειάζονται η γαστέρα του μυός και οι τένοντες που συνδέουν τη γαστέρα με το οστά. (βλέπε εικόνα 2.2.1) Η γαστέρα αποτελείται από συνδετικό ιστό, μυϊκά κύτταρα και τις νευρομυϊκές συνάψεις που περιβάλλονται από αυτόν. Το εξωτερικό περίβλημα του μυαλού καλύπτεται από συνδετικό ιστό που ονομάζεται επιμύιο. Μέσα στη γαστέρα υπάρχουν πολλά δεμάτια μυϊκών ινών που καλύπτονται επίσης από συνδετικό ιστό το περιμύιο και κάθε μια ίνα που βρίσκεται μέσα σε αυτά τα δεμάτια περιβάλλεται από το ενδομύιο. Ακριβώς κάτω από το ενδομύιο που αποτελείται από άμορφη θεμέλια ουσία και δίκτυο ινών υπάρχει μια λεπτή ελαστική μεμβράνη το σαρκεύλημμα που παίζει σημαντικό ρόλο στη δραστηριοποίηση του μυός, καθώς

κάτω από αυτό καταλήγει μια απώληξη των κινητικών νεύρων που ονομάζεται τελική κινητική πλάκα ή νευρομυϊκή σύναψη. Συμπεραίνεται λοιπόν πως ολόκληρος ο μυς είναι επενδυμένος από ένα δίκτυο συνδετικού ιστού το οποίο διαφέρει σε ποσότητα αναλόγως με το μέγεθος των μυών. Ο συνδετικός ιστός είναι αρκετά σημαντικός σε έναν σκελετικό μυ αφού παρέχει μια με δύο περιοχές μέσα από τις οποίες διέρχονται τα νεύρα και τα αιμοφόρα αγγεία καθώς επίσης επηρεάζει και τις μηχανικές ιδιότητες του μυός επειδή είναι πιο ανθεκτικός στην διάταση και στην παραμόρφωση που μπορεί να υποστεί ένας μυς. (Oatis, 2010 ; Chaffin et al, 2006).

## Σκελετική Μυϊκή ίνα 1/2



Εικόνα 2.2.1.(τροποποιημένο από εικόνες google.com)

### 2.3 Αρχιτεκτονική σκελετικών μυών

Ανάλογα με το πως είναι διατεγμένες οι μυϊκές ίνες στον μυ προκύπτει το σχήμα και η οργάνωσή τους. Όσον αφορά την διάταξη των ινών προκύπτουν δύο κατηγορίες: α) η παράλληλη και β) η πτεροειδής. Στην παράλληλη διάταξη οι ίνες είναι παράλληλες κατά μήκος του μυός και σε αυτήν την κατηγορία εμπεριέχονται και μύες που χαρακτηρίζονται ως ατρακτοειδείς (π.χ. δικέφαλος βραχιόνιος) και ως επιμήκεις (π.χ. ραπτικός). Στους επιμήκεις μύες οι τένοντες προεξέχουν λιγότερο οπότε οι μυϊκές ίνες λεπτύνονται λιγότερο στα δύο άκρα του μυός σε σχέση με τους ατρακτοειδείς

μύες των οποίων οι μυϊκές ίνες λεπτύνονται περισσότερο για να εισαχθούν στους τένοντες. Η διάταξη των ινών στους πτεροειδείς μύες είναι πλάγια και ανάλογα με τον αριθμό των τενόντων που διαθέτουν διακρίνονται σε μονοπτεροειδείς (π.χ μακρός καμπτήρας του αντίχειρα), αμφιπτεροειδείς (π.χ. ορθός μηριαίος) και πολυπτεροειδείς (π.χ. υποπλάτιος). Οι τένοντες στους πτεροειδείς μύες εκτείνονται στο μεγαλύτερο μέρος του μυός και αποτελούνται από πυκνό ινώδη συνδετικό ιστό. Ακόμη, όταν οι τένοντες είναι αποπλατυσμένοι ονομάζονται απονευρώσεις (π.χ. λοξοί κοιλιακοί) ενώ όταν η γαστέρα του μυός χωρίζεται με ενδιάμεσο τένοντα σε δύο μέρη (μοίρες) ο μύς ονομάζεται διγάστρος (π.χ μύες άνωθεν του υοειδούς οστού). Τέλος, ανάλογα με τον αριθμό των εκφύσεων οι μύες χωρίζονται σε δικέφαλους, τρικέφαλους και τετρακέφαλους. Μια μικρή κατηγορία μυών είναι και οι σφιγκτήρες μύες δηλαδή κυκλοτεροί που περιβάλλουν τις φυσιολογικές οπές του σώματος (π.χ. σφιγκτήρας του στόματος). Αξίζει ακόμη να επισημανθεί πως μύες με παράλληλη διάταξη διαθέτουν μακρύτερες ίνες από εκείνους με πλάγια διάταξη. Αυτό είναι σημαντικό επειδή το πόσο θα βραχυνθεί ένας μύς εξαρτάται από το μήκος των ινών του με αποτέλεσμα ένας επιμήκης μύς να βραχύνεται περισσότερο από έναν πτεροειδή. Η κινητικότητα μιας άρθρωσης δεν επηρεάζεται μόνο από το μήκος των ινών αλλά και από το μήκος του μοχλοβραχίονα του μυός. (Oatis, 2010 ; Παρασκευάς, 2008).

## 2.4 Είδη μυϊκών ινών

Δύο βασικοί τύποι μυϊκών ινών υπάρχουν:

A) Τύπου I ή ίνες βραδείας συστολής ή τονικές γιατί μπλέκονται σε στατικές δραστηριότητες. Οι ίνες βραδείας συστολής βρίσκονται στις μικρότερες κινητικές μονάδες, έχουν μεγάλη ικανότητα για αερόβιο μεταβολισμό και αντοχή στην κόπωση. Χαρακτηρίζονται και αργές οξειδωτικές ίνες.

B) Τύπου II ή ίνες ταχείας συστολής ή φασικές επειδή εμπλέκονται σε εκρηκτικές δραστηριότητες, όπως όταν αλλάζουμε από την μία θέση στην άλλη. Οι ίνες τύπου II βρίσκονται σε μεγάλες κινητικές μονάδες και βασίζονται στον αερόβιο μεταβολισμό. Χαρακτηρίζονται και ως γρήγορες – γλυκολυτικές ίνες.

Επιπλέον υπάρχουν δύο υποκατηγορίες ινών ταχείας συστολής. Είναι ο τύπος ΙΙα ή ταχείες οξειδωτικές-γλυκολυτικές που χαρακτηρίζονται από μέτρια αντίσταση στη

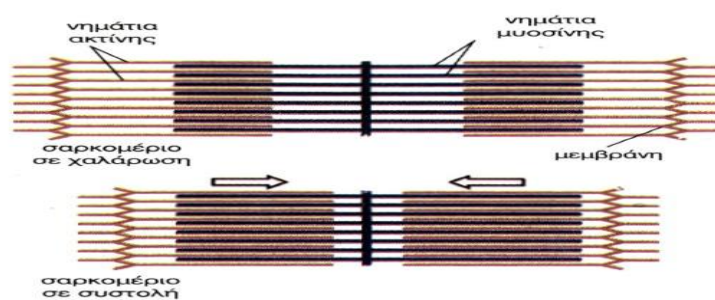
κόπωση και ο τύπος Ιβ ή ταχείες γλυκολυτικές που χαρακτηρίζονται από γρήγορη κόπωση και θεωρούνται <<αληθείς>> ίνες ταχείας συστολής. (Πλουμέντης, 2007 ; Δεσποτόπουλος, 2010 ; Sells & Prentice, 2014).

Η κατανομή του τύπου των μυϊκών ινών εξαρτάται από τον τύπο του μυός. Μυϊκές ίνες βραδείας συστολής κυριαρχούν στους ερυθρούς μύες όπως στον πελματιαίο μυ που αποτελεί βασικό μυ για την διατήρηση της στάσης στην όρθια θέση, ενώ οι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής κυριαρχούν στους λευκούς μύες όπως είναι ο γαστροκνήμιος που συμμετέχει σε δραστηριότητες όπως είναι το τρέξιμο και η βιάδιση. Ο κάθε τύπος μυϊκής ίνας μπορεί να μετατραπεί σε άλλον τύπο. Για παράδειγμα η παρατεταμένη ενεργοποίηση των ινών ταχείας συστολής μπορεί να οδηγήσει σε χρόνια αύξηση του κυτταροπλασματικού  $Ca^{2+}$  και οι ίνες αυτές θα μετατραπούν σε βραδείας και αντίστροφα. (Δεσποτόπουλος, 2010)

## 2.5 Μυϊκή συστολή

Εξαιτίας της δομής της μυϊκής ίνας που βρίσκεται μέσα στα μυϊκά δεμάτια επιτυγχάνεται η διαδικασία της σύσπασης του μυός. Μια μυϊκή ίνα είναι ένα μακρύ, πολυπύρηνο κυλινδρικό κύτταρο με διάμετρο 10-100  $\mu m$  που περικλείει μέσα της μικρότερες μονάδες ινιδίων. Αυτά είναι διεταγμένα παράλληλα προς την ίδια κατεύθυνση με τον επιμήκη άξονα της μυϊκής ίνας. Οι μυϊκές ίνες είναι επενδεδυμένες από μια κυτταρική μεμβράνη που ονομάζεται σαρκείλλημα η οποία περιλαμβάνει το σαρκόπλασμα στο οποίο υπάρχουν πολλά μιτοχόνδρια και εκεί συντίθεται η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) που τα τροφοδοτεί με ενέργεια. Μέσα στο σαρκόπλασμα βρίσκεται το ενδοπλασματικό ή σαρκοπλασματικό δίκτυο που περικλύει ολόκληρο το σαρκομέριο. Το κάθε μυοϊνίδιο υποδιαιρείται από τις γραμμές ή δίσκους Z σε γραμμωτά διαμερίσματα μήκους 2 $\mu m$  που ονομάζονται σαρκομέρια. Στο μικροσκόπιο τα σαρκομέρια χαρακτηρίζονται ως εναλλασσόμενες φωτεινές και σκοτεινές ταινίες και γραμμές (από όπου προκύπτει ο όρος γραμμωτοί μύες) λόγω της διάταξης των παχύτερων νηματίων μυοσίνης και των λεπτών νηματίων ακτίνης σε ειδικούς παράλληλους σχηματισμούς. Υπάρχουν και άλλες δυο πρωτεΐνες η τροπομυοσίνη Β και η τροπονίνη που αποτελούν συστατικά μέρη της ακτίνης. Η πρώτη βρίσκεται στην ζώνη Ι ή αλλιώς στην γραμμή Z όπου το σαρκομέριο

αποτελείται αποκλειστικά από νημάτια ακτίνης ενώ η δεύτερη αν και αποτελεί το 10% της σύστασης της ακτίνης είναι σημαντική για τη συστολική διαδικασία. Ωστόσο, η μυοσίνη ως το παχύτερο μυονημάτιο και το μεγαλύτερο από τις τέσσερις πρωτεΐνες εκτελεί το 50% της συτολής. Τα νημάτια ακτίνης συνδέονται στις δύο άκρες του σαρκομερίου στην γραμμή Z και περιβάλλουν στο εσωτερικό τους τη μυοσίνη. Η περιοχή στην οποία τα νημάτια ακτίνης και μυοσίνης αλληλεπικαλύπτονται ονομάζεται ταινία A. Οι αλυσίδες ακτίνης ολισθαίνουν επι των αλυσίδων μυοσίνης σχηματίζοντας μεταξύ τους διασταυρούμενες γέφυρες που προκύπτουν από την ένωση ασβεστίου-τροπονίνη. (βλέπε εικόνα 2.5.1) Ο αριθμός των γεφυρών που διαμορφώνονται από τα μυονημάτια ακτίνης-μυοσίνης καθορίζουν την ένταση της σύσπασης, η οποία θα ξεκινήσει με ένα ηλεκτρικό ερέθισμα από τον αντίστοιχο κινητικό νευρώνα, προκαλώντας αποπόλωση των μυικών ιών. Όταν λοιπόν μια μυική ίνα αποπολώνεται απελευθερώνει μέσα στο κύτταρο ιόντα ασβεστίου τα οποία συνδέονται με την τροπονίνη. Ο συνδυασμός αυτός ασβεστίου-τροπονίνης προκαλεί μια μεταβολή στον πρωτεϊνικό σχηματισμό τόσο της ακτίνης όσο και της μυοσίνης με αποτέλεσμα να σχηματίζουν μεταξύ τους γέφυρες. Οι γέφυρες αυτές δημιουργούνται σε μια γωνία των νηματίων ακτίνης και έπειτα στρέφονται σε μια άλλη γωνία ώστε να σπρώξουν τα νημάτια ακτίνης πέρα από εκείνα της μυοσίνης. Έτσι στις διασταυρούμενες γέφυρες οι αντίθετες πλευρές της ζώνης στρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις με αποτέλεσμα να μειώνεται η απόσταση μεταξύ των γραμμών Z και έτσι να ξεκινάει η μυική σύσπαση. (Oatis, 2010 ; Chaffin et al, 2006 ; Παρασκευάς, 2008 ; Πουλμέντης, 2007 ; Δεσποτόπουλος, 2010).



Εικόνα 2.5.1.

(τροποποιημένο από εικόνες google.com)

Για να προκληθεί μυική σύσπαση χρειάζεται επίσης να υπάρξει και ένα νευρικό ερέθισμα που θα μεταδοθεί από τις μεγάλες εμμύελες νευρικές ίνες στους μύες μέσω της νευρομυικής σύναψης. Το νευρικό ερέθισμα που παράγεται στις εξερχόμενες νευρικές ίνες ή κινητικούς νευρώνες από το Κ.Ν.Σ. εκφράζεται ως αποπόλωση, δηλαδή μια αλλαγή που συμβαίνει στη διαπερατότητα της μεμβράνης των διαφόρων ιόντων. Το δυναμικό ενέργειας του νεύρου που προκύπτει μεταδίδεται κατά μήκος του άξονα στις τελικές κινητικές πλάκες με την παρουσία χημικών μεσολαβητών. Με την εμφάνιση ιόντων ασβεστίου, η ακετυλοχολίνη (ACh) απελευθερώνεται από τις απολήξεις του νευρικού άξονα προκαλώντας την αποπόλωση της μυικής μεμβράνης (σαρκείλημμα). Τα μυοϊνίδια περιβάλλονται από ένα δίκτυο σωλήνων και σάκων που ονομάζεται σαρκοπλασματικό δίκτυο. Αυτή η μυική μεμβράνη σχηματίζει ραβδώσεις (sleeves) γύρω από τα μυοϊνίδια και αποθηκεύει ιόντα ασβεστίου που είναι το κλειδί για τη μυική σύσπαση. Τέλος, η συστολή του μύος ξεκινάει όταν τα ιόντα ασβεστίου είναι διαθέσιμα στα λεπτά νημάτια της ακτίνης και σταματάει όταν αυτά απομακρύνονται. (Chaffin et al, 2006)

## **2.6 Κινητική μονάδα**

Αντίθετα με κάποιους τύπους λείων μυών και τις καρδιακές μυϊκές ίνες όπου το ηλεκτρικό ερέθισμα μεταδίδεται μέσω χασματικών συνδέσμων, στους σκελετικούς μύες το ηλεκτρικό ερέθισμα μεταδίδεται μέσω των κινητικών νευρώνων. Κινητική μονάδα είναι η λειτουργική μονάδα του σκελετικού μύος όπου πολλές μυϊκές ίνες, δεχόμενες ερέθισμα από έναν κινητικό νευρώνα συνεργάζονται μεταξύ τους για την επίτευξη μιας κίνησης. Σύμφωνα με τον Sherrington (1929) όλες οι αντανακλαστικές και εκούσιες συστολές ενός μύος επιτυγχάνονται με διάφορους συνδυασμούς ενεργών κινητικών μονάδων. Μια κινητική μονάδα αποτελείται από έναν κινητικό νευρώνα μαζί με τις μυϊκές ίνες που νευρώνου. Οι μυϊκές ίνες μιας κινητικής μονάδας διανέμονται εντός μεγάλου τμήματος της επιφάνειας της διατομής του μύος. Επιπλέον, επειδή οι μυϊκές ίνες μιας κινητικής μονάδας μπορούν να κατανέμονται σε ολόκληρο τον μύο νευράζονας του κινητικού νευρώνα διαιρείται σε πολλούς παράπλευρους άξονες για να καλύψει τη νευρώση. Οι κινητικοί νευρώνες είναι σε θέση να νευρώνουν



από 25(μιμικτικοί μύες) μέχρι άνω των 1000 μυϊκών ινών(κροταφικός μύς). Η κάθε κινητική μονάδα διαφέρει σε μέγεθος ανάλογα με τη λειτουργία της. Για παράδειγμα στον μυ του σφυγκτήρα του ματιού υπάρχουν μόνο 10 ίνες σε κάθε κινητική μονάδα ενώ στον υποκνημίδιο πάνω απο1900 ίνες. Στις κινητικές μονάδες ισχύει ο νόμος «όλα ή τίποτα» δηλαδή οι μυϊκές ίνες μιας κινητικής μονάδας δεχόμενες ένα νευρικό ερέθισμα θα διεγερθούν όλες μαζί ταυτόχρονα. Το νευρικό σύστημα όμως εκτός από το να άγει ερεθίσματα στους μύες, λαμβάνει επίσης και αναπληροφόρηση για τη μυϊκή σύσπαση μέσω των μυϊκών ατράκτων, γεγονός που το καθιστά πολύ σημαντικό. Η μυϊκή δραστηριότητα διαβαθμίζεται ανάλογα με τον αριθμό των κινητικών μονάδων που ενεργοποιούνται. Όσο περισσότερες είναι οι κινητικές μονάδες περιέχει ένα μύς τόσο λεπτότερη είναι η διαβαθμιση της δραστηριότητας του. Για παράδειγμα στους έξω οφθαλμικούς μύες η δραστηριότητα είναι περισσότερο λεπτή καθώς διαθέτουν περίπου 2000 κινητικές μονάδες σε σχέση με τους οσφυϊκούς μύες που διαθέτουν μόνο 100 κινητικές μονάδες. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κινητικών μονάδων που ενεργοποιούνται(επιστρατεύονται) τόσο ισχυρότερη είναι η μυϊκή σύσπαση. Ο αριθμός και ο τύπος των κινητικών μονάδων που ενεργοποιούνται εξαρτάται από τον τύπο της κίνησης(εκούσια κίνηση,αντανακλαστική κίνηση,φασική ή τονική συστολή). Επιπροσθέτως, αυξάνοντας τη συχνότητα των νευρικών ώσεων μπορεί να αυξηθεί και η ταση της κάθε κινητικής μονάδας όπως συμβαίνει στην περίπτωση της τετανικής σύσπασης των σκελετικών μυών. Τέλος, πολλοί ανατομιστές έρχονται αντιμέτωποι με το πρόβλημα να απαριθμίσουν τις κινητικές μονάδες που υπάρχουν στον κάθε μυ του σώματος ξεχωριστά. Η πιο συνηθισμένη προσέγγιση που χρησιμοποιούν για να το βρουν είναι στα ζώα, κόβοντας τις ραχιαίες ρίζες και αφήνοντας χρόνο ώστε να εκφυλιστούν οι αποκομμένες αισθητικές νευρικές ίνες. Επομένως όταν ο μύς αυτός εξεταστεί, θα μπορέσουν να τεθούν σε λειτουργία μόνο οι εναπομείναντες κινητικές νευρικές ίνες. (MacIntosh et al, 2006 ; Chaffin et al, 2006 ; Δεσποτόπουλος, 2010)

## 2.7 Χημική ενέργεια

Πολλές ενζυματικές αντιδράσεις που συμβαίνουν μέσα στα κύτταρα των μυών χρειάζονται ενέργεια. Η μηχανική ενέργεια της μυικής συστολής προέρχεται από χημική ενέργεια, την τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP), ένα πλούσιο ενεργειακά μόριο που περικλείει μέσα του μεγάλα ποσά ενέργειας. Η απελευθέρωση της ενέργειας αυτής γίνεται όταν η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) διασπάται σε διφωσφορική αδενοσίνη (ADP), φωσφορικό άλας (Pi) και ενέργεια (E) μέσω της διαδικασίας της υδρόλυσης ( $ATP=ADP+P_i+E$ ). Την ενέργεια αυτή τη χρησιμοποιεί το μυοϊνίδιο για να εκτελέσει μια μυική συστολή. Ωστόσο τα μυικά κύτταρα διαθέτουν ένα περιορισμένο ποσοστό ATP ικανό να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του οργανισμού. Γι αυτό τον λόγο το ATP που καταναλώνεται αναγεννάται συνεχώς προκειμένου να διατηρήσει την ενδοκυττάρια συγκέντρωση του σταθερή ακόμα και όταν απαιτούνται μεγάλες ποσότητες. Η αναγέννηση του ATP γίνεται μέσω τριών πηγών: 1) την αποφωσφοριλίωση της φωσφοκρεατίνης, 2) την αναερόβια γλυκόλυση και 3) την αερόβια οξείδωση της γλυκόζης και των λιπαρών οξέων. Η αναερόβια γλυκόλυση αρχίζει λίγο αργότερα σε σχέση με την διάσπαση της φωσφοκρεατίνης (το μέγιστο περίπου μετά από 30s). Στην αναερόβια γλυκόλυση το γλυκογόνο διασπάται σε γαλακτικό οξύ το οποίο κατά τη διάρκεια μίας ελαφριάς άσκησης καταβολίζεται στο μυοκάρδιο και το ήπαρ όπου χρησιμοποιούνται ως ιόντα  $H^+O$  μηχανισμός αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει κυρίως έντονες δραστηριότητες. Η αερόβια οξείδωση της γλυκόζης και των λιπαρών οξέων πραγματοποιείται περίπου 1 λεπτό μετά την λιγότερο παραγωγική αναερόβια αναγέννηση ATP. Ο μηχανισμός αυτός γίνεται μέσω του κύκλου του νιτρικού οξέως ή κύκλος του Krebs. Αυτός είναι η κύρια πηγή ενέργειας για συστολές 90 δευτερολέπτων και πάνω και χρησιμοποιώντας υδατάνθρακα, λίπος και πρωτεΐνη από τα διάφορα τρόφιμα. Χαρή σε αυτές τις μεταβολικές διαδικασίες εμποδίζεται η υπο άλλες συνθήκες αναπόφευκτη μείωση συγκέντρωσης ATP που θα είχε αρνητικές συνέπειες στη βιωσιμότητα των κυττάρων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί και ο σημαντικός ρόλος της ATP ο οποίος παρέχοντας ενέργεια μέσω της υδρόλυσης βοηθάει τις γέφυρες ακτίνης-μυοσίνης να βρεθούν σε μια κατάσταση παραγωγής δύναμης. Πιο συγκεκριμένα, ο συνδυασμός της ATP με το μόριο της μυοσίνης είναι απαραίτητος ώστε να ελευθερωθεί το τελευταίο από την ακτίνη, γεγονός που αν δεν συνέβαινε οι δύο τύποι μυοϊνιδίων θα παρέμεναν μαζί κλειδωμένοι σε μια σφιχτή

κατάσταση ως επακόλουθο τον θάνατο (νευρική ακαμψία). (MacIntosh et al, 2006 ; Chaffin et al, 2006 ; Δεσποτόπουλος, 2010).

## **2.8. Μυϊκή λειτουργία**

Οι μύες σπάνια δρουν μόνοι τους, συνήθως διαφορετικοί μύες συνεργάζονται μεταξύ τους για να επιτύχουν την απαιτούμενη κίνηση, μέσα από μια αλληλεπίδραση από ξεχωριστές αυξήσεις και μειώσεις της τάσης μέσα σ' αυτούς. Σε εξάρτηση με την κίνηση που επιτελείται κάθε μυς παίζει τον δικό του ρόλο στην παραγωγή της κίνησης. Σε μια άλλη κίνηση όμως ο ίδιος μυς μπορεί να έχει διαφορετικό ρόλο.

- 1) Ένας μυς μπορεί να δραστηροποιηθεί ως: Πρωταγωνιστής, ο οποίος είναι ο μυς που αρχίζει, πραγματοποιεί και υποστηρίζει μια συγκεκριμένη κίνηση. Άλλοι μυς στην ίδια ομάδα μπορεί να παίζουν ένα σημαντικό αλλά μικρότερο ρόλο στην παραγωγή της κίνησης και ονομάζονται βοηθητικοί.
- 2) Ανταγωνιστής, ο οποίος εξολοκλήρου ανταγωνίζεται τον πρωταγωνιστή. Οι ανταγωνιστές χαλαρώνουν αμοιβαία στην διάρκεια συστολής των πρωταγωνιστών.
- 3) Σταθεροποιός, ο οποίος συστέλλεται για να σταθεροποιήσει σε μια θέση ένα οστό και να το κρατήσει σαν ελεγχόμενη σταθερή βάση από την οποία μπορεί να ενεργήσει ο πρωταγωνιστής. Συνεπώς, εξασφαλίζονται οι σταθερές προσφύσεις ενός άλλου μυ.
- 4) Συνεργός, όπου ο μυς δημιουργεί μια ομάδα με άλλον μυ για την παραγωγή μιας κίνησης που δεν θα μπορούσε να εκτελέσει μόνος του. (Chaffin et al, 2006)

### **2.8.1 Τύποι σύσπασης**

Οι σκελετικοί μύες συσπώνται με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- **Ισομετρικά:** Ο μύς συσπάται για τη παραγωγή τάσης, χωρίς να μεταβάλλεται το μήκος του. Μπορεί να παραχθεί υψηλού βαθμού με αντίσταση χωρίς να παρατηρείται κίνηση.

- Έκκεντρα: Η αντίσταση που εφαρμόζεται είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που παράγει ο μύς με αποτέλεσμα ο μύς να επιμηκύνεται ενώ παράγει τάση.
- Σύγκεντρα: Ο μύς βραχύνεται ενώ ταυτόχρονα η τάση αυξάνεται για να υπερνικήσει ο μύς την εφαρμοζόμενη αντίσταση.

Επιπλέον, υπάρχει ο συνδυασμός έκκεντρης και σύγκεντρης σύσπασης όπου περιλαμβάνει μία ελεγχόμενη σύγκεντρη σύσπαση με μία ταυτόχρονη έκκεντρη σύσπαση του ίδιου του μύος. Για παράδειγμα, σε ανοιχτή κινητική αλυσίδα, κατά τη διάρκεια της σύσπασης των οπίσθιων μηριαίων σε πρηνή θέση, οι οπίσθιοι μηριαίοι συσπώνται σύγκεντρα για να κάμψουν το γόνατο ενώ το ισχίο πραγματοποιεί έκκεντρη κάμψη προκαλώντας επιμήκυνση των οπισθίων μηριαίων. Αυτός ο συνδυασμός μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μύες που απαρτίζονται από δύο ή περισσότερες αρθρώσεις. (Sells & Prentice, 2014).

### **3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ**

## **ΦΥΣΙΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑΣ ΚΑΙ**

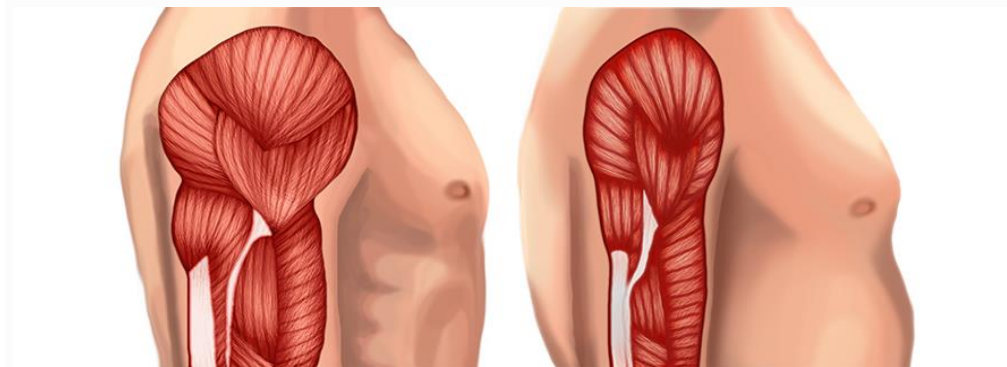
## **ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

### **3.1 Μηχανισμοί γήρανσης σκελετικών μυών**

Η γήρανση είναι μία διαδικασία που συμβάλλει τόσο στην απώλεια των οστών όσο και των μυών και αποτελεί μείζων πρόβλημα της ανεξαρτησίας των ηλικιωμένων. Τα οστά προσαρμόζονται στα μηχανικά φορτία που δημιουργούνται από την εθελοντική μηχανική χρήση, υποστηρίζοντας μία άμεση σχέση μεταξύ της υγείας των οστών και των μυών. Για παράδειγμα, η οστεοπόρωση αποτελεί σημαντικό πρόβλημα της δημόσιας υγείας καθώς συνδέεται με κατάγματα ευθραυστότητας του ισχίου, της σπονδυλικής στήλης και του περιφερικού αντιβραχίου. Η σαρκοπενία, η ηλικιακή απώλεια της μυϊκής μάζας και λειτουργίας μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο θραύσης αυξάνοντας τον κίνδυνο πτώσης. Μετά από μελέτη του Hertfordshire Cohort από κοινού η Αμερικανική και Βρετανική Γηριατρική εταιρεία για τη πρόληψη των πτώσεων σε ηλικιωμένους, περιέγραψαν την μυϊκή αδυναμία ως το μοναδικό παράγοντα κινδύνου των πτώσεων. (Curtis et al, 2015).

Η γήρανση είναι ένα πολυπαραγοντικό φαινόμενο που οφείλεται σε νευρομυϊκές αλλαγές στις οποίες υπόκειται το σώμα αλλά και στη δράση ειδικών γονιδίων, δράση ευεργετική για την ανάπτυξη του οργανισμού, αλλά που συντελεί σημαντικά στην γήρανση του. Η απώλεια της ποσότητας των μυών οφείλεται τόσο στον μικρότερο αριθμό μυϊκών ινών όσο και στο μικρότερο μέγεθος τους. (βλέπε εικόνα 3.1.1) Παρατηρείται μία επιλεκτική ατροφία των μυϊκών ινών τύπου II παρά του τύπου I. (Σφετσιώρης, 2005 ; Choi et al, 2016). Οι αλλαγές στην εκατοστιαία αναλογία των μυϊκών ινών τύπου I και II είναι ότι υπάρχει ποσοστιαία αύξηση των ινών τύπου I, επιλεκτική ατροφία των ινών τύπου II και μετάπτωση ινών τύπου II σε τύπου I. Επίσης, οι ίνες τύπου II ατροφούν κυρίως σε σύγκριση με τις ίνες τύπου I. Η επιλεκτική αυτή ατροφία των μυϊκών ινών οφείλεται στην προοδευτική απώλεια των κινητικών νευρώνων με σοβαρές επιπτώσεις στην παραγωγή μέγιστης δύναμης καθώς για να υπάρξει παραγωγή μέγιστης δύναμης πρέπει να ενεργοποιηθεί ολόκληρη η ομάδα των κινητικών νευρώνων. Πραγματοποιείται ελάττωση των

κινητικών νευρώνων μεγαλύτερης διαμέτρου που με την σειρά τους νευρώνουν τις μυϊκές ίνες τύπου II που είναι υπεύθυνες για δραστηριότητες υψηλής δύναμης. (Σφεισιώρης, 2005) Αυτό μπορεί να οφείλεται και σε μηχανισμούς όπως στην αύξηση του επιπέδου ενδομυϊκού κολλαγόνου και λίπους, σε μείωση της ειδικής δύναμης, αλλοίωση της σύζευξης EC (διέγερσης-συστολής), σε νευρογενείς παράγοντες ή αναδιαμόρφωση μονάδας κινητήρα (απονεύρωση και επανανεύρωση). (Choi et al, 2016) Παράλληλα όμως, παρατηρούνται αλλαγές στη δράση των γλυκολυτικών ενζύμων και αλλαγές στη συγκέντρωση του ATP,PC και φωσφογενών καθώς και στη σύνθεση του ATP μετά την άσκηση. (Σφεισιώρης, 2005) Τέλος, η γήρανση δεν οφείλεται μόνο στην έκπτωση της λειτουργίας του νευρομυϊκού συνόλου αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως σε γενετικούς, αναπτυξιακούς και ενδοκρινικούς παράγοντες, στον τρόπο ζωής όπως άσκηση, κάπνισμα και αλκοόλ. Όλα αυτά επηρεάζουν τόσο την μυϊκή όσο και την οστική μάζα του ατόμου σε όλη την μετέπειτα ζωή του. (Curtis et al, 2015)



Εικόνα 3.1.1 (τροποποιημένο από εικόνες google.com)

### **3.2. Παθολογικοί μηχανισμοί σαρκοπενίας**

Η σαρκοπενία είναι ένα σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από προοδευτική και γενικευμένη απώλεια της μυϊκής μάζας και της δύναμης του σκελετικού μυός με δυσμενείς συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου. (Tsekoura et al, 2017 ; Kang et al, 2017; Khor et al, 2017) Η μείωση μυϊκής μάζας και δύναμης συνδεδεμένη με την ηλικία είναι στενά συσχετισμένη με την αναπηρία και απώλεια ανεξαρτησίας. Υπολογίζεται ότι ενήλικες άνω των 50 ετών χάνουν 1-2% μυϊκή μάζα το χρόνο και η μυϊκή δύναμη μειώνεται κατά 1,5% ετησίως μεταξύ 50 και 60 ετών

και κατά 3% μετέπειτα. (Shivani et al, 2015) Χαρακτηριστικά της σαρκοπενίας περιλαμβάνουν, μειωμένη μυϊκή μάζα και περιοχή εγκάρσιας διατομής, διήθηση λίπους στους μύες και τον συνδετικό ιστό, μείωση των ινών τύπου II σε μέγεθος και αριθμό, αλλά και των ινών τύπου I, συσσώρευση εσωτερικών πυρήνων, ινών δακτυλίου και ραγισμένων ινών, διαταραχή των μυοϊνών και γραμμών Z, πολλαπλασιασμό του σαρκοπλασματικού δικτύου και του τ-σωληνοειδές συστήματος, συσσώρευση λιποφουσκίνης και μειωμένο αριθμό κινητικών μονάδων. Η παθοφυσιολογία της σαρκοπενίας στους ηλικιωμένους είναι πολύπλοκη. Υπάρχει μια πληθώρα εσωτερικών και εξωτερικών διαδικασιών που συμβάλλουν στην ανάπτυξή της. Όσον αφορά τις εσωτερικές διαδικασίες είναι σημαντική η μείωση των αναβολικών ορμονών (τεστοστερόνη, οιστρογόνα, αυξητική ορμόνη, ινσουλίνη όπως ο αυξητικός παράγοντας -1), αύξηση των αποπτωτικών δραστηριοτήτων στις μυοϊνες, αύξηση των προφλεγμονωδών κυτοκινών (ιδιαίτερα TNF- $\alpha$ , IL-6), πρόκληση οξειδωτικού στρες που οφείλεται στην συσσώρευση ελεύθερων ριζών, αλλαγές στη λειτουργία των μιτοχονδρίων των μυϊκών κυττάρων και μείωση του αριθμού των α-μονονευρών. (Muscaritoli et al, 2010). Τα επίπεδα τεστοστερόνης μειώνονται σταδιακά στους ηλικιωμένους άνδρες με ρυθμό 1% ετησίως. Υπογοναδισμός εμφανίζεται περίπου στο 20% των ανδρών άνω των 50 ετών και στο 50% άνω των 80. Επιδημιολογικές μελέτες υποστηρίζουν ότι η χαμηλή τεστοστερόνη στους ηλικιωμένους άνδρες συνδέεται με απώλεια της μυϊκής μάζας, δύναμης και λειτουργικότητας. Η τεστοστερόνη μπορεί να αποτρέψει την σαρκοπενία με την αύξηση του ρυθμού σύνθεσης των μυϊκών πρωτεϊνών και τον αριθμό των δορυφορικών κυττάρων. Η αυξητική ορμόνη GH συμβλαλλει στην ανάπτυξη των μυών μέσω της ωρίμανσης των δορυφορικών κυττάρων. Προκαλεί επίσης αύξηση των μυϊκών οξειδωτικών ενζύμων και αντοχή στην κόπωση μέσω της βελτίωσης της λειτουργίας των μιτοχονδρίων των μυών. Αυτές οι παρενέργειες προκαλούνται από τον ινσουλινοειδή αυξητικό παράγοντα I (IGF-1) που παράγεται από το ήπαρ ή τοπικά από τους μύς σε απόκριση της GH ή της άσκησης. Ο IGF-1 διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρωτεϊνική σύνθεση μέσω ενεργοποίησης της οδού Akt-mTOR που ρυθμίζει την πρωτεϊνική σύνθεση και επίσης ρυθμίζει προς τα κάτω την παραγωγή προφλεγμονωδών κυτοκινών. (Rolland et al, 2011 ; Tieland et al, 2017) Επιπλέον, οι γυναίκες βιώνουν μια επιταχυνόμενη απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης κατά την εμμηνόπαυση. Αλλαγές στις συνήθειες του τρόπου ζωής, όπως το χαμηλό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και οι

ορμονικές αλλαγές μπορεί να είναι οι δύο κύριοι καθοριστικοί παράγοντες απώλειας μυϊκής μάζας και δύναμης. Σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, η αντικατάσταση οιστρογόνου έχει ως αποτέλεσμα μια υψηλότερη γονιδιακή έκφραση μυογονικού ρυθμιστικού παράγοντα, μια μεγαλύτερη μυογονική απόκριση στη μέγιστη εκκεντρική άσκηση, και μειωμένη μυϊκή βλάβη μετά από μέγιστη εκκεντρη άσκηση. Επιπλέον, η θεραπεία αντικατάστασης οιστρογόνων έχει αναφερθεί ότι βελτιώνει την ανταπόκριση της ινσουλίνης κατά τη διάρκεια μιας άσκησης. (Rolland et al, 2011) Μελέτες έχουν δείξει ότι οι ηλικιωμένοι παρουσιάζουν μειωμένη ευαισθησία την ινσουλίνη με τη μεσολάβηση λιπώδους μάζας στους μύες. Τα άτομα αυτά παρουσιάζουν επιταχυνόμενη απώλεια μυϊκής μάζας αυξάνοντας τον κίνδυνο ανάπτυξης της σαρκοπενίας. (Tieland et al, 2017) Όσον αφορά τις εξωτερικές διαδικασίες, οι οξείες και οι χρόνιες συννοσηρότητες και ο τρόπος ζωής μπορούν να οδηγήσουν στην εμφάνιση της σαρκοπενίας. (Muscaritoli et al, 2010 ; Martone et al, 2017) Αρκετές ιατρικές καταστάσεις σχετίζονται με αυξημένη ευαισθησία σε οστεοπόρωση, σαρκοπενία και κάταγμα ευθραυστότητας. Αυτές περιλαμβάνουν ρευματολογικές παθήσεις όπως ρευματοειδή αρθρίτιδα και αγκυλοποιητική σπονδυλίτιδα όπου παίζουν ρόλο παράγοντες κινδύνου όπως ακινησία, χαμηλό δείκτη μάζας σώματος, ενδοκρινικές διαταραχές όπως υπερπαραθυρεοειδισμός και υπερθυρεοειδισμός. Άλλες χρόνιες παθήσεις όπως η ΧΑΠ, η καρδιακή ανεπάρκεια και ο καρκίνος σχετίζονται με την απώλεια σωματικού βάρους, συμπεριλαμβανομένης της άλιπης μάζας. Αυτό μπορεί να συμβεί σε άτομα όλων των ηλικιών και ονομάζεται καχεξία, αν και αυτό είναι πιο διαδεδομένο στους ηλικιωμένους. Αυτές οι συνθήκες οδηγούν σε αυξημένη παραγωγή προ-φλεγμονωδών κυτοκινών και σε οξεία κατάσταση υπερκαταβολισμού. Ωστόσο, αυξάνεται η παραγωγή προ-φλεγμονωδών κυτοκινών, ιδιαίτερα των IL-6, IL-1 και TNF. Επίσης αυξάνονται και ως μέρος της φυσιολογικής γήρανσης και αυξάνεται σε ένα φάσμα ασθενειών που συνδέονται με την ηλικία. (Curtis et al, 2015). Επιπλέον, η διαδικασία της γήρανσης συνδέεται με την μείωση της όρεξης και της πρόσληψης τροφής γνωστή ως ανορεξία της γήρανσης. Περίπου το 21% των ηλικιωμένων παρουσιάζουν ανορεξία της γήρανσης που σε συνδυασμό με την επακόλουθη απώλεια βάρους μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ηλικιωμένων όπως πτώσεις, ακινησία και σαρκοπενία. Τα επιδημιολογικά στοιχεία από την μελέτη του Ilisirente έδειξαν 88% υψηλότερο κίνδυνο για σαρκοπενία σε ηλικιωμένους που παρουσιάζουν ανορεξία σε σύγκριση με τους μη ανορεξικούς ηλικιωμένους. Ο



υποσιτισμός σχετίζεται με την μείωση της προσληψης πρωτεϊνών και μικροθρεπτικών συστατικών. (Tieland et al, 2017) Συγκεκριμένα η μείωση της βιταμίνης D έχει συσχετιστεί με χαμηλή λειτουργικότητα στους ηλικιωμένους ανθρώπους. (Muscaritoli et al, 2010) Η βιταμίνη D διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κυκλοφορία των μυϊκών πρωτεϊνών που η έλλειψη της σε συνδυασμό με την έλλειψη ασβεστίου στους σαρκοπενικούς ασθενείς, μειώνει την παραγωγή δύναμης. (Tieland et al, 2017) Τέλος, η σωματική δραστηριότητα συμβάλλει σημαντικά στη μυϊκή μάζα και δύναμη. Η αδράνεια σχετίζεται με τη μείωση μυϊκής μάζας και αντοχής σε οποιαδήποτε ηλικία. Η αύξηση της σωματικής δραστηριότητας έχει δείξει βελτίωση της κινητικότητας κατά το γήρας και μείωση του κινδύνου βλάβης. Η κατανόηση αυτών των παραγόντων μπορεί να μας βοηθήσει να εντοπίσουμε τα άτομα που κινδυνεύουν από τη σαρκοπενία σε ένα προγενέστερο στάδιο της ζωής τους. (Curtis et al, 2015)

### **3.3.Σαρκοπενία και μυϊκή λειτουργία**

Η διαδικασία της γήρανσης συνοδεύεται από εγγενείς φυσιολογικές αλλαγές, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε λειτουργικούς περιορισμούς που φθάνουν στο σημείο όπου το άτομο δεν μπορεί να διατηρήσει την ανεξαρτησία του με σοβαρό αντίκτυπο στο οικογενειακό και ιατρικό κόστος. Η έγκαιρη ανίχνευση των ηλικιωμένων που κινδυνεύουν να χάσουν τη φυσική τους ανεξαρτησία και η καλύτερη κατανόηση των παραγόντων, αποτελούν βασικούς καθοριστικούς παράγοντες για την υγιή γήρανση. Η απώλεια της μυϊκής μάζας (MM) και της μυϊκής δύναμης (MF) ανεξάρτητα από άλλους παράγοντες, αυξάνουν τον κίνδυνο ανεξαρτησίας, της γνωστικής αυτονομίας, της συννοσηρότητας ακόμα και της θνησιμότητας. (Santos et al, 2017)

Περίπου στη ηλικία των 50 ετών και άνω παρατηρείται μείωση της μυϊκής μάζας 1-2% ανα χρόνο. Κατά την διάρκεια της γήρανσης παρατηρείται μείωση της επιφάνειας διατομής των μυϊκών ινών και η προτιμησιακή μείωση των ινών τύπου II. (Lightfoot et al, 2014). Οι μυϊκές ίνες μειώνονται και σε αριθμό αλλά και σε μέγεθος που σε συνδυασμό με αλλαγές που παρουσιάζονται στο νευρικό σύστημα αλλά και στη δραστηριότητα της μυϊκής συστολής αποτελούν τις κύριες αιτίες της μυϊκής

ατροφίας και ανάπτυξης της σαρκοπενίας. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται αλλαγές στην ποσότητα των μυϊκών ινών, με αύξηση των ινών τύπου I, επιλεκτική ατροφία των ινών τύπου II και μετάπτωση των ινών τύπου II σε τύπου I. Βέβαια η κατανομή των μυϊκών ινών στους ηλικιωμένους εξαρτάται τόσο από την φυσική δραστηριότητα όσο και από την κληρονομικότητα. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η πλαστικότητα των μυών ανεξαρτήτως από την ηλικία, στον τύπο της μυϊκής ίνας αναλόγως του προπονητικού ερεθίσματος. Η επιλεκτική ατροφία των μυϊκών ινών τύπου II οφείλεται στην επιλεκτική μείωση των κινητικών νευρώνων μεγαλύτερης διαμέτρου που με την σειρά τους νευρώνουν αυτές τις μυϊκές ίνες. Οι μυϊκές ίνες τύπου II είναι υπεύθυνες για δραστηριότητες υψηλής δύναμης.

Η εξαιτίας της γήρανσης παρατηρούμενη μείωση των κινητικών νευρώνων έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της τροφικής επίδρασης στους εναπομείναντες κινητικούς νευρώνες που σε συνδυασμό με την απομυελίνωση των νωτιαίων και των περιφερικών νεύρων παρατηρείται απονεύρωση και στη συνέχεια ατροφία ορισμένων μυϊκών ινών. Επιπλέον, παρατηρείται αλλαγή στην ταχύτητα αξονικής αγωγής, αύξηση αριθμού μυϊκών ινών στην κινητική μονάδα, ελάττωση στη δραστηριότητα του σαρκοπλασματικού δικτύου και στην ταχύτητα ολίσθησης της ακτίνης επί την μυοσίνη και αλλοίωση στις νευρομυϊκές συνάψεις με τη μείωση ενζύμων και πρωτεϊνών στις τελικές κινητικές πλάκες. Επιπροσθέτως, παρουσιάζονται προβλήματα στη διαδικασία ερεθισμού-συστολής εξαιτίας προβλημάτων στην εκπόλωση του σαρκειλλήματος, στην αγωγή του δυναμικού δια του συστήματος των εγκάρσιων σωλήνων, στην απελευθέρωση ιόντων ασβεστίου  $Ca^{++}$ , στη σύνδεση των ιόντων  $Ca^{++}$  σε ρυθμιστικές πρωτεΐνες, στην ενεργοποίηση των δεσμών ακτίνης μυοσίνης, στην επανασυγκέντρωση των ιόντων  $Ca^{++}$ . Παράλληλα, όμως παρατηρούνται αλλαγές στην δραστηριότητα των γλυκολητικών ενζύμων κατά την γήρανση όπως αλλαγές στη συγκέντρωση του ATP, PC ούτε στο χρόνο ανασύνθεσης του ATP μετά από άσκηση. (Σφεισιώρης, 2005)

Η σαρκοπενία είναι ένας γενικός όρος που χαρακτηρίζεται από μείωση της μυϊκής μάζας αλλά και τη σταδιακή επιδείνωση της λειτουργίας των μυών όπως τη μείωση παραγωγής δύναμης και τη γενική επιβράδυνση της μυϊκής συστολής. Σε έρευνα του SeungHeekang υποστηρίζεται, ότι μπορεί να υπάρξει ευαισθησία στους ηλικιωμένους μύες μετά από έκκεντρη συστολή και συγκεκριμένα έκκεντρη άσκηση στους εκτείνοντες του γόνατος και των καμπτήρων του αντιβραχίου. Επιπλέον, αναφέρει ότι

άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι υπάρχει απώλεια στη μέγιστη ισομετρική συστολή στους ηλικιωμένους. Αυτά τα αντιφατικά αποτελέσματα της έκκεντρης μυϊκής βλάβης μπορεί να οφείλονται στον ελλιπή έλεγχο των παραγόντων που συμβάλλουν στη μυϊκή βλάβη όπως το μέγεθος και τον τύπο των μυϊκών ινών και τη μηχανική καταπόνηση. Λίγες μελέτες έχουν εξετάσει την ευαισθησία των ανθρώπινων μυϊκών ινών μετά από έκκεντρη συστολή, ειδικά στους μύες που βιώνουν τη σαρκοπενία. Παράλληλα, οποιαδήποτε προτιμησιακή βλάβη στις ίνες ταχείας συσπάσεως μπορεί να επιδεινώσει τα συμπτώματα της σαρκοπενίας. (Choi et al, 2016)

Η απώλεια της μυϊκής μάζας και η διήθηση λιπώδους μάζας στους μύες συμβάλλει στην εξασθένηση της κινητικότητας, στην αύξηση της νοσηρότητας ακόμη και θνησιμότητας. Η απώλεια της μυϊκής δύναμης μπορεί να οδηγήσει σε μία σειρά από μείζονα γηριατρικά σύνδρομα εκτός από τη σαρκοπενία, με σημαντική αρνητική επίδραση στη δημόσια υγεία. (Hunkyung & Kim, 2017)

### **3.4. Διάγνωση και αξιολόγηση**

Η σαρκοπενία είναι μία παθολογική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από απώλεια μυϊκής μάζας και μυϊκής δύναμης. Ο μύς αντιπροσωπεύει το 60% των αποθεμάτων των πρωτεϊνών του σώματος. Η μυϊκή μάζα είναι άμεσα υπεύθυνη για την πρόκληση λειτουργικής βλάβης με απώλεια αντοχής, αύξηση των πτώσεων και περιορισμένη αυτονομία. (Muscaritoli et al, 2010) Το 2010 η Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας σε Ηλικιωμένους (EWGSOP), ανέπτυξε έναν πρακτικό κλινικό ορισμό και συναινετικά διαγνωστικά κριτήρια για την σαρκοπενία. Αυτά τα διαγνωστικά κριτήρια είναι τόσο η παρουσία χαμηλής μυϊκής μάζας όσο και η χαμηλή μυϊκή λειτουργία (δύναμη και απόδοση). Για τη διάγνωση της σαρκοπενίας απαιτείται τόσο η τεκμηρίωση του πρώτου κριτηρίου (χαμηλή μυϊκή μάζα) όσο και η τεκμηρίωση του δεύτερου (χαμηλή μυϊκή δύναμη) ή του τρίτου (χαμηλή απόδοση). (Cruz-Jentoft et al, 2010)

Η Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας στους Ηλικιωμένους επίσης προτείνει κάποια εννοιολογικά στάδια της σαρκοπενίας, το προσαρκοπενία, τη σαρκοπενία και τη σοβαρή σαρκοπενία. Στο στάδιο της «προσαρκοπενίας» επηρεάζει τη μυϊκή μάζα χωρίς να επηρεάζεται η δύναμη και η φυσική απόδοση. Στο στάδιο της «σαρκοπενίας» χαρακτηρίζεται τόσο από τη χαμηλή μυϊκή μάζα όσο και από τη

χαμηλή μυϊκή δύναμη ή φυσική απόδοση. Η «σοβαρή σαρκοπενία» χαρακτηρίζεται και από τα τρία κριτήρια (χαμηλή μυϊκή μάζα, χαμηλή μυϊκή δύναμη και φυσική απόδοση). (Cruz-Jentoft et al 2010 ; Thuy et al, 2014) Η EWGSOP πρότεινε και άλλα διάφορα πιθανά μέτρα επιδόσεων (αντοχή στη λαβή, στάση καρέκλας, ταχύτητα βηματισμού), μεθόδους αξιολόγησης της άλιπης μάζας (DEXA, βιομεγέθυνση, υπολογιστική τομογραφία και απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού. (Thuy et al, 2014)

Ένας από τους ευκολότερους τρόπους εκτίμησης της σαρκοπενίας είναι η μέτρηση της βιοηλεκτρικής σύνθετης αντίστασης (BIA) (Bioimpedance) που υπολογίζει τον όγκο της άλιπης σωματικής μάζας και του λίπους σε συνδυασμό με την ταχύτητα του κάτω άκρου ή η δύναμη χειρολαβής. Η μέτρηση της βιοηλεκτρικής σύνθετης αντίστασης είναι μία μη ιδιαίτερα οικονομικά δαπανηρή διαδικασία και εύκολα αξιοποιήσιμη στην καθημερινή κλινική πρακτική. (Haehling et al, 2017 ; Cruz-Jentoft et al, 2010) Ένας άλλος εύκολος τρόπος εκτίμησης είναι το ερωτηματολόγιο SARC-F το οποίο είναι σε θέση να ελέγξει γρήγορα τη σαρκοπενία και τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου έχουν συσχετιστεί με φυσικές επιδόσεις, δύναμη πρόσφυσης και νοσηλεία στα νοσοκομεία τα προηγούμενα 2 χρόνια. Επιπλέον, για την διάγνωση της σαρκοπενίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και απεικονιστικά μέσα όπως η αξονική (CT) και η μαγνητική τομογραφία (MRI) καθώς και οι ακτίνες X διπλής ενέργειας (DEXA). Εξαιτίας όμως του υψηλού κόστους της αξονικής και της μαγνητικής τομογραφίας που έχουν τη δυνατότητα αναγνώρισης του ενδομυϊκού λίπους από άλλους μαλακούς ιστούς, καθώς και οι κίνδυνοι της έκθεσης στην ακτινοβολία, περιορίζουν την εφαρμογή τους στην καθημερινή κλινική πρακτική. (Beurttat et al, 2017; Cruz-Jentoft et al, 2010 ; Drescher et al, 2015)

Το DEXA είναι μία τεχνική απορρόφησης ακτίνων διπλής ενέργειας και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της μυϊκής μάζας. Συγκεκριμένα, το DEXA αξιολογεί τη σκελετική άπαχη μάζα (ALM) ως άθροισμα της μη οστικής και της μη λιπαρής μάζας των κάτω άκρων. Τα κατώτατα όρια SMI σε δύο τυπικές αποκλίσεις κάτω από το μέσο όρο SMI των νεαρών αρσενικών και θηλυκών ομάδων αναφοράς έχουν προταθεί ως σημεία αποκοπής ειδικών για το φύλο για τη σαρκοπενία. Αυτό οδηγεί σε δύο κατώτατα όρια που προτάθηκαν από το EWGSOP , το πρώτο από τα 5,5 kg / m<sup>2</sup> για τις γυναίκες και 7,26 kg / m<sup>2</sup> για τους άνδρες και το δεύτερο με 5,67 kg / m<sup>2</sup> για τις γυναίκες και 7,25 kg / m<sup>2</sup> για τους άνδρες, ανάλογα με την ομάδα

αναφοράς στην οποία έχουν καθοριστεί αυτές οι αποκοπές. Χρησιμοποιώντας μια διαφορετική προσέγγιση, το έργο FNIIH sarcopenia έχει επίσης καθορίσει πρόσφατα αποκοπές για τη άπαχη μάζα προσαρμοσμένη σε δείκτη μάζας σώματος (BMI), δίνοντας τιμές <0,512 για τις γυναίκες και <0,789 για τους άνδρες. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι αυτές οι αποκοπές ενδέχεται επίσης να τροποποιηθούν ανάλογα με την εθνικότητα. Σε αντίθεση όμως με την μαγνητική και την αξονική τομογραφία, το DEXA δεν μπορεί να αξιολογήσει το ενδομυϊκό λίπος, το οποίο είναι εξαιρετικά σημαντικό για την αξιολόγηση της ποιότητας των μυών. (Beurtat et al, 2017; Cruz-Jentoft et al, 2010) Άλλοι τρόποι μέτρησης είναι η εκτίμηση της μυϊκής μάζας καθώς και η μέτρησης της περιφέρειας της μεσότητας του άνω βραχίονα και το πάχος της πτυχής του δέρματος. Μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση ανθρωπομετρικών μετρήσεων σε συνδυασμό με τη χρήση του DEXA μπορεί να συσχετιστεί με καλύτερα αποτελέσματα. (Beurtat et al, 2017)

### **3.4.1. Κλινική εξέταση Σαρκοπενίας**

#### **Κλινικά Τεστ**

Για να είναι αξιόπιστο ένα κλινικό τεστ και η μέτρησή του όσο γίνεται πιο ακριβής είναι αναγκαίο να αναγνωριστούν οι αλλαγές που θα προκύψουν με την επανάληψη των ίδιων μέτρων στην πάροδο του χρόνου και με τα ίδια άτομα. Υπάρχουν πολλές τεχνικές αξιολόγησης όσον αφορά τη σαρκοπενία όπως η αξιολόγηση α) μυϊκής μάζας με τεχνικές απεικόνισης σώματος (CTscan, MRI, DXA-dualenergyX-ray), με βιοϋπολογισμική ανάλυση (BIA), ή με ανθρωπομετρικά μέτρα β) η αξιολόγηση μυϊκής δύναμης και γ) φυσικής απόδοσης. (Cruz-Jentoft et al, 2010)

#### **Μυϊκή Μάζα**

Η αξιολόγηση μυϊκής μάζας μέσω μαγνητικής απεικόνισης (MRI) και αξονικής τομογραφίας (CTscan) είναι περιορισμένη λόγω κόστους, έλλειψη εξοπλισμού και απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού. Παρέχουν ανατομικές λεπτομέρειες και ειδικότερα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του όγκου των

σκελετικών μυών. Είναι οι μόνες τεχνικές που μπορούν να αξιολογήσουν άμεσα την περιεκτικότητα σε κοιλιακό σπλαγγνικό λίπος. Επιτρέπουν τον υπολογισμό της τμηματικής και ολικής μυϊκής μάζας και την αξιολόγηση της διήθησης του λίπους στους μύες, η οποία επηρεάζει την ποιότητα των μυών και την ανάπτυξη της δύναμης. Ένας περιορισμός της CT είναι η έκθεση στην ακτινοβολία. (Rubbiere et al, 2014)

Η μέθοδος DXA μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική που μετρά τη σχετική εξασθένηση δύο διαφορετικών ακτίνων X ενέργειας από το σώμα και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σύνθεσης του σώματος (λίπος, μάζα οστού και εκτίμηση σκελετικής άλιπης μάζας). Ο χρόνος μέτρησης είναι σύντομος και η έκθεση στην ακτινοβολία είναι ελάχιστη. (Rubbiere et al, 2014) Αν και πολλές φορές η ακρίβεια αυτής της μεθόδου ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία και την παθολογική κατάσταση του ατόμου και δεν μπορεί να αξιολογήσει το ενδομυϊκό λίπος (σε αντίθεση με το MRI και CTscan), εξακολουθεί ωστόσο να επιλέγεται για την τακτική κλινική αξιολόγηση. (Beaudart et al, 2016)

Πολλοί κλινικοί γιατροί που δεν έχουν πρόσβαση στο DXA χρησιμοποιούν τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις. Πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι το 57,5% των κλινικών γιατρών προτιμούν την ανθρωπομετρική μέτρηση για την εκτίμηση της μυϊκής μάζας και ακολουθεί το DXA με το 45,9%. (Bruyereetal, 2016) Υπάρχουν πολλές ανθρωπομετρικές μετρήσεις όπως δείκτης μάζας σώματος, περιφέρεια του άνω μέρους βραχίονα, πάχος δέρματος και άλλα. Είναι απλά εργαλεία κλινικής πρόγνωσης εφαρμόζονται εύκολα σε σαρκοπενικούς και είναι μη επεμβατικές και ανέξοδες τεχνικές για την εκτίμηση της σύνθεσης του ανθρώπινου σώματος. (Yu et al, 2015) Ωστόσο πολλοί συγχυτικοί παράγοντες καθιστούν τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις ευάλωτες σε σφάλματα και αμφισβητήσιμες για αποκλειστική χρήση γι' αυτό και αν ένας ασθενής αναγνωριστεί σαρκοπενικός με τη χρήση ανθρωπομετρικών μετρήσεων μία ακόμη μέτρηση για την εκτίμηση της μυϊκής μάζας προτείνεται το DXA. (Cruz-Jentoft et al, 2010 ; Beaudart et al, 2016)

Τέλος, μία άλλη μέθοδος είναι και η BIA (ανάλυση βιοηλεκτρικής αντίστασης) μια απλή και φορητή τεχνική, εξαιρετικά αποδεκτή από τους ασθενείς και εφαρμόζεται εύκολα στην κλίνη. Περιλαμβάνει τη διέλευση ενός μικρού ηλεκτρικού ρεύματος AC μέσω του σώματος επιτρέποντας έτσι τον υπολογισμό της συνολικής μυϊκής μάζας, που είναι ο μεγαλύτερος πλούσιος σε νερό ιστός στο σώμα. Αυτή η μέθοδος είναι απλή και γρήγορη, δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό, είναι σχετικά φθηνή και δεν

εκθέτει τους ασθενείς σε ακτινοβολία. Ωστόσο, έχει ένα σημαντικό μειονέκτημα, δεδομένου ότι οι μετρήσεις μυϊκής μάζας μπορούν να αλλοιωθούν από την κατάσταση ενυδάτωσης και την παρουσία οιδήματος. Για να αποφευχθεί η πιθανότητα μεταβλητότητας των αποτελεσμάτων, είναι σημαντικό οι μετρήσεις BIA να εκτελούνται με προσεκτικό, τυποποιημένο τρόπο, ιδανικά την ίδια ώρα της ημέρας για διαδοχικές μετρήσεις. που υπολογίζει τον όγκο του λίπους και την άπαχη μάζα σώματος βασισμένη σε μία σχέση μεταξύ του όγκου ενός αγωγού και της ηλεκτρικής του αντίστασης. (Rubbieri et al, 2014)

## **Μυϊκή δύναμη**

Υπάρχουν λίγες αλλά καλά επικυρωμένες τεχνικές μέτρησης της μυϊκής δύναμης. Αν και τα κάτω άκρα είναι πιο συναφή από τα άνω άκρα για το βάδισμα και τη φυσική λειτουργία, η δύναμη χειρός έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως ως τεχνική αξιολόγησης μυϊκής δύναμης. Το κόστος, η διαθεσιμότητα και η ευκολία χρήσης μπορούν να καθορίσουν εάν οι τεχνικές είναι κατάλληλες στην κλινική πρακτική ή στην έρευνα. (Cruz-Jentoft et al, 2010)

**A) Δύναμη λαβής:** Πολλοί κλινικοί ιατροί δείχνουν να προτιμούν τη μέθοδο δύναμη λαβής πάνω από το θωρακικό πρεσάρισμα και το ισοκινητικό δυναμόμετρο κάτω άκρου ως μέθοδο συνολικής μυϊκής δύναμης. (Bruyere et al, 2016) Η ισομετρική δύναμη λαβής δείχνει καλή συσχέτιση με την αντοχή και δύναμη των ποδιών καθώς και με την ροπή έκτασης γόνατος. Η μέτρηση είναι εύκολα εκτελέσιμη, φθηνή και δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό. Οι κλινικοί θα έπρεπε να επιδείξουν τη χρήση δυναμόμετρου και πως καταγραφές δείχνουν ότι η πολύ σφιχτή λαβή έχει καλύτερα αποτελέσματα. Συνολικά γίνονται 6 μετρήσεις, 3 σε κάθε βραχίονα και οι ασθενείς θα πρέπει να συμπιέζουν τη λαβή όσο πιο σφιχτά μπορούν κατά τη διάρκεια των 3-5 δευτερολέπτων και στις 6 μετρήσεις. Το δυναμόμετρο Jamar είναι το ιδανικό για αυτή τη μέτρηση. Ωστόσο για τους ασθενείς με προχωρημένη αρθρίτιδα ίσως να μην είναι κατάλληλα σχεδιασμένο και να προτιμάται ένα πεπιεσμένο δυναμόμετρο όπως το βολτόμετρο Martin. Τα κατώτερα όρια δύναμης λαβής κυμαίνονται στα 16 με 20 κιλά για τις γυναίκες και 26 με 30 κιλά για τους άνδρες. (Beudart et al, 2016)

## **B) Γωνία κάμψης / έκτασης του γόνατος:**

Η ικανότητα του μυός να παράγει δύναμη μπορεί να μετρηθεί με διάφορους τρόπους. Η δύναμη εκτεινόμενου ποδιού μπορεί να μετρηθεί με μια διαθέσιμη εξέδρα του

εμπορίου. Η αντοχή μπορεί να μετρηθεί ισομετρικά ή ισοκινητικά, με την τελευταία να είναι μια καλύτερη ανάκλαση της μυϊκής λειτουργίας στην καθημερινή δραστηριότητα. Αν και το ισοκινητικό δυναμόμετρο αναγνωρίζεται ως το καλύτερο για την μέτρηση μυϊκής δύναμης, περιορίζεται στη χρήση εξαιτίας του υψηλού κόστους. (Cooper et al, 2013) Η δοκιμή ισομετρικής αντοχής των μέγιστων ηθελουμένων συσπάσεων μπορεί να μετρηθεί με σχετικά απλό κατασκευασμένο εξοπλισμό. Συνήθως μετριέται ως η δύναμη που ασκείται στον αστράγαλο, με το υποκείμενο να κάθεται σε μια ρυθμιζόμενη καρέκλα με ευθεία πλάτη, το κάτω πόδι να μην υποστηρίζεται και το γόνατο να κάμπτεται σε 90 °. Τα σύγχρονα εμπορικά ισοκινητικά δυναμόμετρα επιτρέπουν τόσο ισομετρικές όσο και ισοκινητικές μετρήσεις της αντοχής ως ομόκεντρη ροπή σε διάφορες γωνιακές ταχύτητες. Η μέτρηση είναι εφικτή σε ευάλωτους ηλικιωμένους. Αυτές οι τεχνικές είναι κατάλληλες για ερευνητικές μελέτες, αλλά η χρήση τους στην κλινική πρακτική περιορίζεται από την ανάγκη ειδικού εξοπλισμού και εκπαίδευσης. (Cruz-Jentoft et al, 2010)

### **Φυσική απόδοση:**

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία δοκιμών φυσικής απόδοσης, όπως η σύντομη μπαταρία σωματικής απόδοσης (SPPB), η δοκιμή ταχύτητα βάδισης, η δοκιμή βάδισης TimedUpandGo και η δοκιμή ανόδου στην σκάλα. Η πιο συχνή και διαδεδομένη μέθοδος που χρησιμοποιείται στην κλινική πρακτική είναι βέβαια η ταχύτητα βάδισης με τα 2/3 (63,3%) των κλινικών ιατρών να την εφαρμόζουν. (Bruyere et al, 2016)

**A) Σύντομη μπαταρία σωματικής απόδοσης:** Το SPPB αξιολογεί την ισορροπία, το βήδισμα, τη δύναμη και την αντοχή, εξετάζοντας την ικανότητα ενός ατόμου να στέκεται με τα πόδια μαζί δίπλα-δίπλα, ημι-διαδοχικά και διαδοχικά, το χρόνο για να περπατήσει 8 πόδια και το χρόνο να σηκωθεί από μια καρέκλα και να επιστρέψει στην καθιστή θέση πέντε φορές. Πρόκειται για μια σύνθετη δοκιμασία που αποτελείται από πολλές ξεχωριστές δοκιμασίες που έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί μεμονωμένα στην έρευνα για την σαρκωπενία. Είναι μια δοκιμή που έχει βαθμολογηθεί με μέγιστο αριθμό 12 βαθμών. Παίρνει περίπου 10 λεπτά για να ολοκληρωθεί και όσοι συμμετέχοντες παρουσιάζουν βαθμολογία κάτω των 8 έχουν



περιγραφεί με κακή φυσική απόδοση. Συνιστάται επίσης από μια διεθνή ομάδα εργασίας να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο λειτουργικών αποτελεσμάτων σε κλινικές δοκιμές σε ευπαθή ηλικιωμένα άτομα. (Cruz-Jentoft et.al, 2010 ; Beaudart et al, 2016)

**Β) Δοκιμασία ταχύτητα βάδισης:** Το τεστ είναι απόλυτα αξιόπιστο και αποδεκτό τόσο από τους συμμετέχοντες όσο και από τους επαγγελματίες υγείας στην κλινική πρακτική. Η μέτρηση αυτή απαιτεί ελάχιστο χώρο, χρόνο και εκπαίδευση, καθιστώντας το ένα ελκυστικό μέτρο προς χρήση για την ικανότητα άσκησης στην κλινική πρακτική. Έρευνες έχουν δείξει ότι αυτή η δοκιμασία μπορεί να προβλέψει πολλά κλινικά αποτελέσματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης αναπηρίας στους ηλικιωμένους. (Karrman et al, 2014) Μια μελέτη από τους Guralnik et al, πρότεινε ότι η χρονομετρημένη βάδιση παρέχει μια προγνωστική αξία για την εμφάνιση της αναπηρίας. Πιο πρόσφατα, οι Cesari et al, επιβεβαίωσαν τη σημασία της ταχύτητας βηματισμού ως πρόβλεψη των δυσμενών γεγονότων της υγείας (π.χ. σοβαρός περιορισμός της κινητικότητας, θνησιμότητα) αλλά έδειξε ότι οι κακές επιδόσεις σε άλλες δοκιμές της λειτουργίας των κάτω άκρων (σταθερή ισορροπία και χρόνος για να σηκωθεί από μια καρέκλα πέντε φορές) είχαν συγκρίσιμη προγνωστική αξία. Δεν χρειάζεται ειδικός εξοπλισμός παρά μόνο επίπεδο πάτωμα χωρίς εμπόδια σε μια διαδρομή 4 μέτρων όπου έχει περιγραφεί από το EWGSOP ότι ταχύτητα βάδισης <0,8 m/s ως κακή φυσική απόδοση. (Beaudart et al, 2016) Η ταχύτητα βηματισμού αποτελεί μέρος του SPPB, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μεμονωμένα για την κλινική πρακτική και την έρευνα. (Cruz-Jentoft et al, 2010)

**Γ) Χρονομετρημένηδοκιμή "get-up-and-go":**Στη δοκιμή get-up-and-go ζητείται από το άτομο να σηκωθεί από μια καρέκλα, να περπατήσει σε μικρή απόσταση 3 μέτρων όπου θα υπάρχει ένα σημάδι, να στρίψει να επιστρέψει και να καθίσει ξανά. (Beaudart et al, 2016) Επομένως, χρησιμεύει ως εκτίμηση της δυναμικής ισορροπίας. Η ισορροπία παρατηρείται και βαθμολογείται σε κλίμακα πέντε βαθμών. Το TGUG, που χρησιμοποιείται στη γηριατρική αξιολόγηση, μπορεί να χρησιμεύσει και ως μέτρηση απόδοσης. (Cruz-Jentoft et al, 2010)

**Δ) Δοκιμή ανόδου σκάλας:** Η δοκιμή ανόδου της σκάλας (SCPT) έχει προταθεί ως ένα κλινικά σχετικό μέτρο της εξασθενημένης δύναμης του ποδιού. Ο χρόνος ανόδου του σκαλοπατιού μετρήθηκε όπως αναφέρεται ακολούθως. Ο εξεταστής κάθεται με το υποκείμενο στη βάση της σκάλας (10 σκαλοπάτια). Τα άτομα έπρεπε να ανέβουν

την σκάλα όσο πιο γρήγορα μπορούσαν με ασφάλεια και να ξεκινήσουν να ανεβαίνουν μόλις ο εξεταστής έδινε το σήμα. Όταν και τα 2 πόδια θα έφταναν στην κορυφή της σκάλας ο χρόνος σταμάταγε. Ο χρόνος που καταγράφηκε ήταν ο μέσος όρος από 2 δοκιμές. Η SCPT έχει προταθεί κυρίως για το ερευνητικό κομμάτι. (Bean et al, 2007)

Παρακάτω παρέχονται ορισμένα παραδείγματα για τον τρόπο με τον οποίο τα σημεία αναφοράς μιας τεχνικής μέτρησης έχουν προκύψει και επικυρωθεί σε συσχέτισμό με άλλα συναφή κλινικά χαρακτηριστικά.

Ο Baumgartner et al. αθροίωσε τη μυϊκή μάζα τεσσάρων κάτω άκρων από τη σάρωση DXA ως σπαστική μυϊκή μάζα (ASM) και όρισε ένα δείκτη σκελετικής μάζας το (SMI) ως  $ASM / height^2$  (kg / m<sup>2</sup>). Άτομα νεαρής ηλικίας αρσενικών και θηλυκών ομάδων με κάτω από το μέσο όρο σκελετικής μάζας (SMI) ορίστηκε το φύλο ως το ειδικό σημείο αναφοράς για τη σαρκοπενία. Ορισμένο με αυτό τον τρόπο, η σαρκοπενία συσχετίστηκε σημαντικά με τη σωματική αναπηρία και ήταν ανεξάρτητη από την εθνικότητα, την ηλικία, την συννοσηρότητα, τις συμπεριφορές της υγείας και τη λιπώδους μάζα. Αυτή η μέθοδος εξαρτάται από τη μέτρηση της σπαστικής μυϊκής μάζας από την DXA ή την εκτίμηση από τη BIA.

Ο Newman et al. πραγματοποίησε μια μελέτη παρατήρησης ενός λόχου στρατού ηλικιωμένων που ζουν στις ΗΠΑ (ηλικίας 70-79 ετών, n = 2.984, 52% γυναίκες, 41% μαύροι). Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας DXA και ταξινομήθηκαν ως σαρκοπενικοί χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για να προσαρμόσουν τη φτωχή μάζα στο μέγεθος σώματος: καταληκτική μάζα άπαχου διαιρούμενη με ύψος στο τετράγωνο ( $aLM / ht^2$ ) και προσαρμοσμένη άλιπη μάζα προσαρμοσμένη για το ύψος και την σωματική μάζα λίπους (υπολείμματα). Επειδή τα πρότυπα του πληθυσμού για τους νέους ενήλικες μαύρους και λευκούς δεν είναι επί του παρόντος διαθέσιμα, το 20ο εκατοστημόριο για το φύλο επιλέχθηκε αυθαίρετα ως το σημείο αναφοράς για κάθε μέθοδο. Στους άντρες, και οι δύο ταξινομήσεις της σαρκοπενίας συνδέονται με το κάπνισμα, την κακή υγεία, τη χαμηλότερη δραστηριότητα και τη μειωμένη λειτουργία των κάτω άκρων. Στις γυναίκες, η ταξινόμηση βασισμένη τόσο στο ύψος όσο και στη μάζα του λίπους συσχετίστηκε περισσότερο με τη μειωμένη λειτουργία των κάτω άκρων, ενώ άλλες συσχετίσεις ήταν λιγότερες. Ως αποτέλεσμα αυτών των ευρημάτων, οι συγγραφείς

πρότειναν ότι η λιπαρή μάζα θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην εκτίμηση της επικράτησης της σαρκοπενίας σε γυναίκες και σε υπέρβαρα ή παχύσαρκα άτομα.

Ο Norman et al. πραγματοποίησαν μια μελέτη που διερεύνησε τη συσχέτιση μεταξύ BIA και λειτουργία των μυών. Η μελέτη διερεύνησε τη συσχέτιση μεταξύ αντίστασης και αντίδρασης ως προς το ύψος ( $R / h$  και  $Xc / H$ ) και της δύναμη λαβής χειρός. Στη μελέτη συμμετείχαν 363 άνδρες και γυναίκες, με μέση ηλικία 63,1 έτη. Οι ασθενείς ταξινομήθηκαν σε πεμπτημόρια από τη δύναμη χειρολαβής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αντίσταση BIA και άεργη αντίσταση ήταν κανονική ως προς το ύψος και τα οποία σχετίστηκαν με τη δύναμη χειρολαβής ανεξάρτητα από άλλους προγνωστικούς παράγοντες της δύναμης χειρολαβής, όπως η ηλικία και το φύλο. Το  $Xc / H$  συσχετίστηκε θετικά με αυξήσεις στη δύναμη χειρολαβής, ενώ το  $R / H$  σχετίστηκε αρνητικά με αντοχή. Οι σημαντικές διαφορές στη δύναμη χειρολαβής από πεμπτημόριο συσχετίστηκαν με τη μετάπτωση του φορέα στο γράφημα  $RXc$ . Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η BIA ήταν μια κλινικά σημαντική μέτρηση της μυϊκής λειτουργίας, η οποία θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη για τους ασθενείς που δεν ήταν ικανοί ή δεν θέλησαν να εκτελέσουν δοκιμές αντοχής στο κράτημα χειρολαβής. (Cruz-Jentoft et al, 2010)

### **3.4.2 Πότε ένας ασθενής θεωρείται Σαρκοπενικός**

Η εξέταση πιθανής σαρκοπενίας πρέπει να πραγματοποιείται σε άτομα μεγάλης ηλικίας (π.χ.> 65 ετών) με σημεία ή συμπτώματα που υποδηλώνουν την πάθηση. Μπορούν να προταθούν διάφορες μέθοδοι για την ταχεία και φθηνή αναγνώριση των ατόμων που βρίσκονται σε κίνδυνο. Ωστόσο, καμία από αυτές δεν έχει λάβει εκτεταμένη επικύρωση και συνεπώς χρειάζεται περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό.

Μέθοδος κόκκινης σημαίας:

Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι η κατανόηση, κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ιατρικής συνεδρίας, της κλινικής κατάστασης των ατόμων με ιδιαίτερη προσοχή στις φυσικές εκδηλώσεις της σαρκοπενίας, όπως γενική αδυναμία, απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης αλλά και απώλεια ενέργειας, πτώσεις κλπ. Θα πρέπει επίσης να γίνει

αξιολόγηση των συνηθειών διατροφής για να ελεγχθεί, εάν το άτομο έχει επαρκή πρόσληψη πρωτεΐνης. Τέλος, η σωματική αδράνεια ή τα υψηλά επίπεδα καθιστικής συμπεριφοράς μπορεί να θεωρηθούν κόκκινη σημαία. Αν η εξέταση εντοπίζει κάποια κόκκινη σημαία που υποδηλώνει την παρουσία σαρκοπενίας, μπορούν να εφαρμοστούν πιο περίπλοκες διαδικασίες αξιολόγησης της σαρκοπενίας. Οι κόκκινες σημαίες έχουν εντοπιστεί μέσω αναθεωρημένων εγγράφων τα οποία και παρουσιάζονται στον πίνακα. (Beudart et al, 2016)

### Κόκκινες σημαίες

Κλινικά χαρακτηριστικά	Γενική αδυναμία του υποκειμένου
	Οπτική αναγνώριση της απώλειας μυϊκής μάζας
	Χαμηλή ταχύτητα περπατήματος
Χαρακτηριστικά του αντικειμένου	Απώλεια βάρους
	Κούραση
	Πτώσεις
	Απώλεια μυϊκής δύναμης, στα χέρια ή στα πόδια
	Απώλεια ενέργειας
	Μειωμένη κινητικότητα

	Γενική αδυναμία
	Δυσκολίες στις σωματικές δραστηριότητες ή στις καθημερινές δραστηριότητες
Εκτίμηση του ιατρού	Θρέψη
	Σωματικό βάρος
	Σωματική δραστηριότητα

Επίσης, το ερωτηματολόγιο SARC-F θα μπορούσε να επιτρέψει στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να αξιολογήσουν γρήγορα και εύκολα τον κίνδυνο της σαρκοπενίας κατά τη διάρκεια μιας ιατρικής συνεδρίας. Στο υποκείμενο, τίθενται 5 ερωτήσεις σχετικά με τη δύναμη, βοήθημα στο περπάτημα, έγερση από μια καρέκλα, αναρρίχηση σκαλοπατιών και πτώσεις. Κάθε στοιχείο βαθμολογείται από 0 έως 2 πόντους, δίνοντας συνολική βαθμολογία του SARC-F μεταξύ 0 και 10 βαθμών. Μια βαθμολογία  $\geq 4$  σημεία αναφέρεται ως προγνωστική για τη σαρκοπενία και θα μπορούσε να αποτελέσει έναυσμα για μια πιο λεπτομερή αξιολόγηση της σαρκοπενίας. (Malmstrom et al, 2013)

Παρά την αμφιλεγόμενη ευαισθησία το ερωτηματολόγιο SARC-F θεωρείται ως ένα από τα καλύτερα διαθέσιμα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην πρωτοβάθμια φροντίδα για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη διάγνωση της σαρκοπενίας. Παρόμοια με τη μέθοδο της κόκκινης σημαίας, ένα αποτέλεσμα  $\geq 4$  για το ερωτηματολόγιο SARC-F θα μπορούσε να αποτελέσει κίνητρο για την αποστολή του υποκειμένου σε πλήρη εκτίμηση της σαρκοπενίας. (Beaudart et al, 2016)

Άλλοι συγγραφείς ανέπτυξαν ανθρωπομετρικές εξισώσεις συγκεκριμένου φύλου, με βάση την ηλικία, το βάρος, τις τιμές ΔΜΣ, για την εκτίμηση της μάζας σκελετικών μυών. Για να επικυρωθούν αυτές οι εξισώσεις πρόβλεψης, εκτιμήθηκε η μυϊκή μάζα χρησιμοποιώντας DXA σε τρεις ομάδες αυστραλιανών υποκειμένων. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των εξισώσεων και της μυϊκής

μάζας που μετρήθηκε χρησιμοποιώντας DXA. Σε μια μεταγενέστερη έρευνα οι εξισώσεις πρόβλεψης αξιολογήθηκαν σε συνδυασμό με την αξιολόγηση της δύναμης της λαβής στο χέρι ως μέθοδος διαλογής για τον εντοπισμό ηλικιωμένων ασθενών που θα έπρεπε να υποβληθούν σε αξιολόγηση DXA για τη σαρκοπενία. Η καλύτερη στρατηγική για τη μείωση του αριθμού των DXA ήταν να εφαρμοστεί πρώτα η εξίσωση, να εκτιμηθεί η δύναμη πιασίματος σε εκείνους με χαμηλή εκτιμώμενη μυϊκή μάζα και να προχωρήσουν στο DXA μόνο με άτομα με χαμηλή δύναμη λαβής. (Beaudart et al, 2016)

Το 2014, οι Ishii et al. ανέπτυξαν ένα νέο εργαλείο για τη σαρκοπενία σε ένα δείγμα 1971 αυτόνομων ηλικιωμένων ατόμων που κατοικούν στην Ιαπωνία. Η σαρκοπενία καθορίστηκε με βάση τη χαμηλή μυϊκή μάζα που μετρήθηκε με BIA και είτε με χαμηλή μυϊκή δύναμη που χαρακτηρίζεται από χειρολαβή είτε χαμηλή σωματική απόδοση χαρακτηριζόμενη από αργή ταχύτητα βηματισμού. Χρησιμοποιώντας μια βάση δεδομένων που περιλαμβάνει δημογραφικές μεταβλητές, αλβουμίνη, χρόνιες παθήσεις, πληροφορίες σωματικής δραστηριότητας και ανθρωπομετρικές μετρήσεις, οι συγγραφείς ανέπτυξαν ένα συγκεκριμένο μοντέλο που περιλαμβάνει τρεις μεταβλητές, δηλαδή την ηλικία, τη δύναμη χειρός και την περιφέρεια της κνήμης. Αυτό το μοντέλο απαιτεί περαιτέρω επικύρωση σε ανεξάρτητες ομάδες, προτού να μπορέσει να προωθηθεί η χρήση του στην κλινική πρακτική. (Ishii et al, 2014)

### **3.5 Αντιμετώπιση Σαρκοπενίας και Άσκηση**

Παρά το γεγονός ότι έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην κατανόηση των πολυπαραγοντικών αιτιών της σαρκοπενίας, οι περισσότερες παρεμβάσεις έχουν επικεντρωθεί κυρίως μέσω της αύξησης της δραστηριότητας και την παροχή επαρκούς διατροφής. Μελέτες αναφέρουν ότι ηλικιωμένοι ενήλικες που είναι λιγότερο σωματικά δραστήριοι διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο ανάπτυξης σαρκοπενίας. Τόσο η αερόβια άσκηση όσο και η άσκηση με αντιστάσεις έχουν δείξει ότι βελτιώνουν το ρυθμό μείωσης μυϊκής μάζας και την δύναμη με την ηλικία. Μέχρι στιγμής καμιά φαρμακολογική παρέμβαση δεν έχει αποδειχτεί τόσο αποτελεσματική όσο η άσκηση με αντιστάσεις στην αντιμετώπιση της σαρκοπενίας. Η αερόβια δραστηριότητα (κολύμπι, τρέξιμο, περπάτημα) έχει δείξει βελτιώσεις στο

καρδιαναπνευστικό σύστημα και στην αντοχή. Αν και συμβάλει λιγότερο στη μυική υπερτροφία μπορεί να αυξήσει την επιφάνεια εγκάρσιας διατομής των μυικών ινών και να μειώσει τη λιπώδη μάζα. Αναφέρεται ακόμη ότι μετά από αερόβια άσκηση αυξάνεται η ενζυμική δραστηριότητα και ο όγκος των μιτοχονδρίων οπότε γίνεται καλύτερα η σύνθεση μυικής πρωτεΐνης και η ποιότητα των μυών βελτιώνεται ανεξάρτητα με την ηλικία. Ωστόσο οι ασκήσεις αντίστασης φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη αύξηση μυικής μάζας και δύναμης και άρα χαμηλά ποσοστά στην ανάπτυξη σαρκοπενίας. Βελτιώσεις στη μυική δύναμη μπορεί να υπάρξουν με μία μόνο άσκηση αντίστασης ανά βδομάδα. Οι Fronteraetal απέδειξαν βελτιώσεις στην επιφάνεια εγκάρσιας διατομής του μυός κατά 11% και στη μυική δύναμη (>100%) μετά από περίοδο 12 βδομάδων υψηλής έντασης προπόνησης με αντιστάσεις σε ηλικιωμένους άντρες. Παρόμοιες βελτιώσεις στη μυική δύναμη φαίνεται να έχουν και άτομα άνω των 90 ετών με τουλάχιστον 10 με 12 βδομάδες προπόνησης. (Burton & Sumukadas, 2010)

Και άλλη μελέτη αναφέρει ότι ένα πρόγραμμα αντιστάσεων είναι καλό και ανεκτό για τους ηλικιωμένους με μεγάλη αξία στην πρόληψη των πτώσεων και της μειωμένης κινητικότητας. Ένα τέτοιο πρόγραμμα άσκησης δεν έχει υψηλές απαιτήσεις σε χρόνο (30'λεπτά) και εξοπλισμό όπως μηχανήματα αντίστασης, λάστιχα, βάρος του σώματος κλπ. Έχει αποδειχτεί ακόμη ότι και άλλες κλινικές παθήσεις όπως οστεοπόρωση, οστεοαρθρίτιδα, καρδιακές παθήσεις, διαβήτης ή κατάθλιψη βελτιώνονται εξίσου από τέτοια προγράμματα άσκησης. (Lang et al, 2010)

Ωστόσο πολλοί ασκούμενοι ιατροί αρνούνται να συνταγογραφήσουν άσκηση υψηλής έντασης σε ευπαθείς ηλικιωμένους και περίπου το 12% των ηλικιωμένων ασθενών στις ΗΠΑ συμμετέχουν σε προγράμματα δύναμης 2 φορές τη βδομάδα. Επίσης ένα νέο πρόγραμμα άσκησης είναι και οι ασκήσεις δόνησης όλου του σώματος ένα ασφαλές απλό και αποτελεσματικό πρόγραμμα για μυοσκελετικές δομές καθώς έχουν επίσης αναφερθεί ευεργετικές επιδράσεις στον πόνο των αρθρώσεων και στο καρδιαγγειακό σύστημα. Όμως απαιτούνται περισσότερες μελέτες σχετικά με το αν οι ασκήσεις δόνησης βοηθούν στην σαρκοπενία. (Cardinale & Rittweger, 2006)

### 3.5.1 Αντιμετώπιση και διατροφή

Αν και η διατροφή θεωρείται σημαντική για τη διαχείριση της σαρκοπενίας, επί του παρόντος, δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία για διατροφικές συστάσεις σε άτομα με σαρκοπενία. (Beaudart et al, 2016) Η πρόσληψη επαρκούς πρωτεΐνης μπορεί να συμβάλει στη διατήρηση της μυϊκής μάζας και δύναμης τόσο σε ενήλικες όσο και σε ηλικιωμένους επειδή η σύνθεση των μυϊκών ινών απαιτεί επάρκεια πρωτεΐνης ενώ η διάσπασή τους συνοδεύεται με την έλλειψη αυτής. Ακόμη αναφέρεται ότι οι τύποι πρωτεϊνών (ζωική πρωτεΐνη, φυτική πρωτεΐνη και συνδυασμός των δύο) μπορούν να επιδράσουν διαφορετικά στη μυϊκή μάζα και τη δύναμη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ζωική πρωτεΐνη επιδρά περισσότερο στην μυϊκή μάζα ενώ η φυτική στην δύναμη. (Shivani et al, 2015) Αρχικά, η διατροφική αξιολόγηση μπορεί να γίνει με ένα από τα διάφορα ερωτηματολόγια, συμπεριλαμβανομένου του Διαγνωστικού Ελέγχου Διατροφικών Κινδύνων (NRS-2000), του Ερωτηματολογίου Απλοποιημένης Διατροφικής Ορεκτικότητας (SNAQ), του Εργαλείου Ελέγχου Διαυγαστικού Ελέγχου (MUST), της Διατροφικής Αξιολόγησης Mini (MNA) και το SNAQ65 (τα 2 τελευταία όργανα έχουν δοκιμαστεί και έχουν αναπτυχθεί για ηλικιωμένα άτομα). (Rizzoli et al, 2013) Ο Bauer et al., συνέστησε την αύξηση της πρόσληψης πρωτεϊνών σε 1,2 g / kg σωματικού βάρους την ημέρα είτε με δίαιτα είτε με συμπληρωματική πρωτεΐνη σε ηλικιωμένους ενήλικες λόγω της συνθετικής απόκρισης των πρωτεϊνών μυϊκής μάζας και της αμβλύνσεως μετά την γευστική αναστολή της καταστροφής των μυϊκών πρωτεϊνών (αναβολική αντίσταση). Οι αδύναμοι ηλικιωμένοι ενήλικες που έχουν οξεία ή χρόνια πάθηση χρειάζονται υψηλότερη διατροφική πρωτεΐνη (δηλαδή 1,2-1,5 g / kg σωματικού βάρους / ημέρα). (Bauer et al, 2013) Πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι η χρονική στιγμή της πρόσληψης πρωτεϊνών είναι επίσης σημαντική μαζί με τη συνολική ημερήσια πρωτεϊνική πρόσληψη για τη διέγερση της σύνθεσης μυϊκών πρωτεϊνών σε ηλικιωμένους. Ακόμη, έχει φανεί ότι ένα σημαντικό ποσοστό ηλικιωμένων καταναλώνει λιγότερη πρωτεΐνη από τη συνιστώμενη ημερήσια δόση τη στιγμή που πολλά στοιχεία δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι χρειάζεται να λαμβάνουν περισσότερη πρωτεΐνη από τους νέους ανθρώπους για μια καλύτερη υγεία (Deer & Volpi, 2015) Μια άλλη έρευνα που διεξήχθη σε υγιείς μεσήλικες διαπίστωσε ότι μια δίαιτα με αρκετή πρωτεΐνη (30g) για να διεγείρει στο μέγιστο τη πρωτεϊνική σύνθεση μυών με την ίδια μοιρασμένη ποσότητα σε κάθε γεύμα (πρωινό, μεσημεριανό και δείπνο) προκάλεσε μεγαλύτερη διέγερση μέσα στο 24ωρο σε σύγκριση με την ίδια



ποσότητα πρωτεϊνών (90 γρ.) που ελήφθη σε λοξή μορφή (πρωινό: 10,7 γρ., μεσημεριανό: 16 γρ δείπνο: 63,4 γρ.), στην οποία μόνο το δείπνο περιείχε αρκετή πρωτεΐνη για να διεγείρει τη μυϊκή σύνθεση. (Mamerow et al, 2014) Ορισμένα άλλα συμπληρώματα διατροφής, όπως το β-υδροξυ β-μεθυλοβουτυρικό, η κρεατίνη και η βιταμίνη D έχουν προταθεί ότι έχουν σημαντική επίδραση στη μυϊκή λειτουργία. Πράγματι, τα β-υδροξυ β-μεθυλοβουτυρικά συμπληρώματα εμφανίζονται να αυξάνουν τη μυϊκή μάζα ενώ τα αποτελέσματά τους στη μυϊκή δύναμη και τη φυσική απόδοση είναι ακόμη αβέβαια. (Cruz-Jentoft et al, 2014 ; Denison et al, 2015) Η συμπλήρωση με κρεατίνη, πρωτεΐνη ή λευκίνη σε συνδυασμό με ασκήσεις αντίστασης φαίνεται να έχει θετικό αντίκτυπο στη μυϊκή μάζα, τη μυϊκή δύναμη και τη φυσική απόδοση. (Devries & Phillips, 2014 ; Gryson et al, 2014 ; Finger et al, 2015) Μια πρόσφατη μετα-ανάλυση έδειξε ότι η συμπλήρωση βιταμίνης D θα μπορούσε να αυξήσει τη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων. (Beaudart et al, 2014) Η συμπλήρωση βιταμίνης D είναι μια απλή και ασφαλής θεραπεία της σαρκοπενίας. Μια τρέχουσα σύσταση για τη διαχείριση της σαρκοπενίας είναι ότι όλα τα σαρκοπενικά άτομα με επίπεδο 25-υδροξυβιταμίνης D χαμηλότερο από 100 nmol / L θα πρέπει να λαμβάνουν συμπληρώματα. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D είναι μια συχνή κατάσταση στους ηλικιωμένους, η οποία οδηγεί σε μυϊκή αδυναμία. Τυχατοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές έχουν αναφέρει ότι η χορήγηση 2 έως 12 μηνών 800 IU βιταμίνης D3 βελτιώνει σημαντικά τη δύναμη και τη λειτουργία των κάτω άκρων. Αυτό το άμεσο αποτέλεσμα της βιταμίνης D στον μυϊκό ιστό μειώνει τον κίνδυνο πτώσης κατά 19% σε ηλικιωμένους. (Rolland et al, 2011) Με βάση αυτά τα στοιχεία, η θερμιδική πρόσληψη, η ποιότητα των πρωτεϊνών, καθώς και η βιταμίνη D, θα μπορούσαν να ελέγχονται από κλινικούς ιατρούς ή και διαιτολόγο χορηγώντας ατομική συνταγή συμπληρωμάτων διατροφής στους ηλικιωμένους ασθενείς. (Beaudart et al, 2016)

Μια άλλη έρευνα διερεύνησε την επίδραση συμπληρωμάτων πρωτεΐνης σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων 12 βδομάδων και έδειξε ότι αυξήθηκε η μυϊκή μάζα αλλά όχι η δύναμη. (Burton & Sumukadas, 2010)

Νέες προσεγγίσεις, βασισμένες σε απαραίτητα αμινοξέα (όπως η λευκίνη), έχουν αναφερθεί πρόσφατα ότι διεγείρουν τον αναβολισμό των πρωτεϊνών στους ηλικιωμένους, ενώ μη απαραίτητα αμινοξέα που προστίθενται δεν έχουν συμπληρωματική επίδραση. (Volpi et al, 2003) Συμπληρώματα διατροφής πλούσια με πρωτεΐνες σε λευκίνη προτείνονται ως απλή και ασφαλής στρατηγική για την

πρόληψη της σαρκοπενίας. (Hayes & Gribb, 2008) Μια μεγάλη ποσότητα από αμινοξέα σε 1 γεύμα την ημέρα έχει αναφερθεί ότι είναι πιο αποτελεσματική στην αύξηση του αναβολισμού απ'ότι η ίδια ποσότητα αμινοξέος να μοιράζεται σε διαφορετικά γεύματα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όλα αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η αναβολική επίδραση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης μπορεί να μεγιστοποιηθεί με μια μεγάλη ποσότητα εξαιρετικά θρεπτικής αξίας συμπληρωμάτων (όπως απαραίτητα αμινοξέα, ειδικά λευκίνη) μία φορά την ημέρα. Τα ευεργετικά αποτελέσματα αυτών των προσεγγίσεων που βασίζονται στη σύνθεση μυϊκών πρωτεϊνών μέσω της λευκίμης είναι υπό μελέτη. (Rolland et al, 2011)

### 3.5.2 Φαρμακευτική αγωγή

Οι φαρμακολογικές θεραπείες παραμένουν προς το παρόν σε ερευνητικό στάδιο. Το θετικό αποτέλεσμα της αναστολής του ενζύμου μετατροπής της αγγειοτενσίνης II βρίσκεται σήμερα σε κλινικές δοκιμές, όπως είναι οι αποκλειστές χρόνιας φλεγμονής. Οι δοκιμές ορμονικών θεραπειών είτε έδειξαν επιπλοκές είτε δεν έδειξαν αποτελεσματικότητα, ενώ οι δοκιμές των αναστολέων μυοστατίνης είναι σε εξέλιξη. (Rizzoli et al, 2013)

Στους ηλικιωμένους άνδρες, οι επιδημιολογικές μελέτες υποστηρίζουν τη σχέση μεταξύ της πτώσης των επιπέδων τεστοστερόνης με την ηλικία και της απώλειας μυϊκής δύναμης και λειτουργικής κατάστασης. Η εμμηνόπαυση και η μείωση των επιπέδων οιστρογόνων που σχετίζονται με την ηλικία των γυναικών μπορεί επίσης να επηρεάσουν τη μυϊκή δύναμη επειδή το οιστρογόνο μετατρέπεται σε τεστοστερόνη, η οποία έχει αναβολική επίδραση στη σύνθεση μυϊκών πρωτεϊνών. Επιπλέον, και οι δύο ορμόνες φύλου μπορούν να καταστέλλουν τις φλεγμονώδεις κυτοκίνες που ασκούν καταβολικές επιδράσεις στους μύες. Έτσι, η αντικατάσταση ορμονών έχει πάντα μεγάλο ενδιαφέρον ως θεραπεία για τη σαρκοπενία. Στις γυναίκες, οι δοκιμές της θεραπείας με οιστρογόνα και τεστοστερόνη απέτυχαν να δώσουν σημαντική αύξηση της μυϊκής δύναμης. Μελέτες της θεραπείας αντικατάστασης τεστοστερόνης στους άνδρες είχαν μικτά αποτελέσματα, ανάλογα με την ηλικία των ασθενών. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η χορήγηση τεστοστερόνης σε υπογοναδικούς νεαρούς άνδρες προκάλεσε σημαντικές αυξήσεις στην άλιπη σωματική μάζα και μυϊκή δύναμη. Οι αυξήσεις αντοχής κυμαίνονταν από 20% έως 60%, αλλά τείνουν να είναι

μικρότερες από τις αυξήσεις που προήλθαν από τις ασκήσεις αντιστάσεων. Τα αναβολικά αποτελέσματα της θεραπείας με τεστοστερόνη σε ηλικιωμένους υπογοναδικούς άνδρες τείνουν να είναι πιο αδύναμα, με τις περισσότερες μελέτες να παρουσιάζουν ελάχιστες αλλαγές στη σύνθεση του σώματος και καμία αύξηση της μυϊκής δύναμης. Ωστόσο, ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει βελτιώσεις μέτριας αντοχής που κυμαίνονται από 10% έως 25%, αλλά σε αντίθεση με τα αρνητικά αποτελέσματα, όλες αυτές οι μελέτες δεν είχαν ομάδες ελέγχου. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι η τεστοστερόνη χορηγείται σε ηλικιωμένους άνδρες σε πολύ χαμηλότερες δόσεις από ό, τι στους νεότερους άνδρες λόγω του αυξημένου κινδύνου καρκίνου του προστάτη και άλλων παρενεργειών. (Lang et al, 2010)

Σημαντικό ενδιαφέρον έχει επίσης αφιερωθεί στη δοκιμή της επίδρασης της αυξητικής ορμόνης (GH) στη σαρκοπενία. Η αυξητική ορμόνη ασκεί έμμεση αναβολική επίδραση στους μύες, διεγείροντας την παραγωγή του IGF-1 στο ήπαρ. Τα επίπεδα αυξητικής ορμόνης είναι συστηματικά χαμηλότερα στους ηλικιωμένους και έτσι υποτίθεται ότι η GH θα ήταν αποτελεσματική στην καταπολέμηση της απώλειας μυών σε ηλικιωμένα άτομα. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες έχουν δείξει ότι η θεραπεία με GH είναι αναποτελεσματική στους ηλικιωμένους, τόσο από την άποψη της μυϊκής μάζας όσο και της μυϊκής δύναμης. Η αποτυχία της θεραπείας με GH για την αύξηση της μυϊκής ισχύος σε ηλικιωμένα άτομα οδήγησε σε άλλες προσεγγίσεις, όπως η θεραπεία με ορμόνη απελευθέρωσης ορμόνης ανάπτυξης, η οποία βρέθηκε ότι αυξάνει την παραγωγή GH και προκαλεί μέτρια αύξηση της μυϊκής δύναμης. Επιπρόσθετα, άλλοι έχουν δοκιμάσει την άμεση χορήγηση του IGF-1. Με συμπλοκοποίηση του IGF-1 με την πρωτεύουσα κυκλοφορούσα πρωτεΐνη σύνδεσης IGFBP-3, είναι δυνατόν να αυξηθεί σημαντικά η δόση του IGF-1 ενώ εξαλείφεται η παρενέργεια της υπογλυκαιμίας που συμβαίνει μόνο με τον IGF-1. Οι Boonenet.al., ανέφεραν ότι η χορήγηση IGF-1 / IGFBP-3 σε ηλικιωμένες γυναίκες με πρόσφατο κάταγμα ισχίου ήταν καλά ανεκτή και οδήγησε σε αυξημένη αντοχή στη λαβή του χεριού. (Lang et al, 2010)

Νεότερες φαρμακολογικές προσεγγίσεις που εξελίσσονται προς την θεραπεία της μυϊκής απώλειας είναι η αναστολή της μυοστατίνης, η οποία βρίσκεται στους σκελετικούς μύες και εξουδετερώνει τους μυογονικούς ρυθμιστικούς παράγοντες που προάγουν τη διαφοροποίηση και τον πολλαπλασιασμό των μυοκυττάρων. Σε μελέτες σε ζώα, ο αποκλεισμός μυοστατίνης χρησιμοποιώντας πειραματικούς παράγοντες και σε άλλες προσεγγίσεις φαίνεται να προκαλεί αυξήσεις στη μυϊκή μάζα και αντοχή σε

μοντέλα τρωκτικών. (Lang et al, 2010) Αρκετά φάρμακα που αναστέλλουν την επίδραση της μυοστατίνης είναι υπό μελέτη. Η ανταγωνιστική μυοστατίνη είναι μια υποσχόμενη θεραπευτική προσέγγιση για την σαρκοπενία. Πρόσφατα ευρήματα αναφέρουν ότι συνδυασμένα ανθρώπινα αντισώματα κατά της μυοστατίνης που δοκιμάστηκαν σε υγιείς μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες αυξήθηκε η άλιπη σωματική τους μάζα κατά 2,5% σε μόλις 15 μέρες θεραπείας. (Rolland et al, 2011) Μια άλλη προσέγγιση περιλαμβάνει τη χορήγηση εκλεκτικών ρυθμιστών υποδοχέων ανδρογόνου (SARMs). Αυτοί οι μη στεροειδείς παράγοντες στοχεύουν τον υποδοχέα ανδρογόνων, ο οποίος βρίσκεται στα γεννητικά όργανα, τους σκελετικούς μύες και τα οστά, αλλά έχει μικρότερο ερεθιστικό αποτέλεσμα στον προστάτη και σε άλλα σεξουαλικά όργανα, καθιστώντας τον υποψήφιο για θεραπεία στα ηλικιωμένα άτομα. (Lang et al, 2010) Τα SARMs μπορεί να είναι εναλλακτικές λύσεις για τη τεστοστερόνη καθώς πρόσφατη έρευνα αναφέρει ότι σχετίζεται με υψηλό κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου σε ευπαθείς ηλικιωμένους. Αυτά έχουν την ίδια αναβολική επίδραση στο μυϊκό ιστό με την τεστοστερόνη αλλά χωρίς τις αρνητικές παρενέργειες. Ευεργετική επίδραση φαίνεται να έχουν και οι αναστολείς του μετατρεπτικού ενζύμου της αγγειοτενσίνης 2 (ACE) στον μυϊκό ιστό. Άνθρωποι που χρησιμοποιούν αυτούς τους αναστολείς έχουν υψηλότερη άπαχη μυϊκή μάζα κάτω άκρου από εκείνους που χρησιμοποιούν υπερτασικά φάρμακα. Η κρεατίνη επίσης έχει προταθεί πρόσφατα από μια ομάδα εμπειρογνομόνων ως πιθανό φάρμακο για την πρόληψη και τη διαχείριση της σαρκοπενίας. Μερικές πρόσφατες μελέτες έχουν αναφέρει ότι η κρεατίνη αυξάνει την άπαχη μάζα (κατά 1,7 kg έως 3,3 kg) μετά από περίπου 3 μήνες προπόνηση αντίστασης. (Rolland et al, 2011)

Τέλος, αν και πολλές στρατηγικές για τη θεραπεία της σαρκοπενίας μπορεί να είναι ελπιδοφόρες, είναι σημαντικό να επισημάνουμε τις ανησυχίες που σχετίζονται με τα φάρμακα μικρού μορίου. Λόγω του μικρού μεγέθους, τα μικρά μόρια μπορούν εύκολα να έχουν πρόσβαση στα μη στοχευόμενα κύτταρα και να προκαλέσουν ανεπιθύμητες φυσιολογικές αποκρίσεις. Δύο κύριες προσεγγίσεις που θα μπορούσαν να αναφερθούν γενικά για την υπέρβαση αυτών των ζητημάτων είναι πρώτον η τροποποίηση της χημικής δομής των ενώσεων για να επιτευχθεί υψηλή εκλεκτικότητα για τα μόρια στόχους και δεύτερον η στόχευση του μορίου που έχει υψηλή εξειδίκευση στον σκελετικό μυϊκό ιστό. Η δυνατότητα υιοθέτησης μεθόδων όπως η ενδομυϊκή ένεση, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να αποφευχθεί

το πρόβλημα των συστηματικών παρενεργειών ακόμη και εάν η στοματική θεραπεία είναι όντως η βέλτιστη για τη σαρκοπενικούς ασθενείς. (Watanabe & Suzuki, 2015)

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΗ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑ

#### 4.1 Τα οφέλη της άσκησης

Η τακτική σωματική δραστηριότητα είναι η μόνη παρέμβαση που έχει αποδειχθεί με συνέπεια ότι βελτιώνει την υγεία και μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων, εγκεφαλικού επεισοδίου, διαβήτη, διαφόρων μορφών καρκίνου, κατάθλιψης και πτώσεων. (Marzetti et al, 2017) Μια πρόσφατη μελέτη αναφέρει την θετική επίδραση της άσκησης στη σωματική λειτουργία, γι' αυτό και προτείνει τακτική άσκηση σε παχύσαρκους ηλικιωμένους για μια υγιή γήρανση. Αναφέρει επίσης ότι ένας συνδυασμός άσκησης (αερόβιας και αντιστάσεων) και απώλεια βάρους αποφέρει καλύτερα λειτουργικά αποτελέσματα από ότι το καθένα ξεχωριστά. (Villareal et al, 2017) Διαχρονικές μελέτες έχουν δείξει ότι η τακτική σωματική δραστηριότητα επεκτείνει τη μακροζωία και μειώνει τον κίνδυνο σωματικής αναπηρίας. (Landi et al, 2010) Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν μέσω του MDS-HC - ένα ολοκληρωμένο και τυποποιημένο εργαλείο γηριατρικής αξιολόγησης - η μελέτη AdHOC έδειξε ότι μια μέτρια σωματική δραστηριότητα έχει σημαντική προγνωστική επίδραση σε ευπαθείς ηλικιωμένους που ζουν στην κοινότητα ανεξάρτητα από την ηλικία και άλλες κλινικές και λειτουργικές μεταβλητές (Landi et al, 2007) Η σωματική δραστηριότητα που ξεκίνησε στα τέλη της ζωής, συνεχίζει να βελτιώνει τη λειτουργική ανεξαρτησία και να μειώνει τη θνησιμότητα, διατηρώντας ένα ισχυρό αποτέλεσμα ακόμα και όταν συνοδεύεται με πιθανούς αρνητικούς παράγοντες κινδύνου όπως το κάπνισμα, η υπέρταση, η παχυσαρκία και το οικογενειακό ιστορικό καρδιαγγειακών παθήσεων, καρκίνου ή διαβήτη. (Landi et al, 2008 ; Jeejeebhoy et al, 2012) Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε περισσότερους από 10.000 ηλικιωμένους ενήλικες που συμμετείχαν στους Καθιερωμένους Πληθυσμούς για τις Επιδημιολογικές Μελέτες των Ηλικιωμένων (μελέτες EPESE) έδειξαν σχεδόν διπλάσια αυξημένη πιθανότητα θανάτου στα μη δραστήρια άτομα σε σύγκριση με τους σωματικά δραστήριους. Ομοίως, άλλες μελέτες κατέδειξαν ότι η μέτρια έως έντονη σωματική άσκηση μείωσε τον κίνδυνο κακής σωματικής λειτουργίας και ανέβαλε την έναρξη της αναπηρίας. (Landi et al, 2010 ; Glover & Phillips, 2010) Επομένως, τα οφέλη της άσκησης

συμβάλλουν σε έναν πιο υγιεινό, ανεξάρτητο τρόπο ζωής, βελτιώνοντας σημαντικά τη λειτουργική ικανότητα και την ποιότητα ζωής των ατόμων.

#### **4.2 Οφέλη της άσκησης στην πρόληψη και αντιμετώπιση της σαρκοπενίας**

Ακόμη και σε προχωρημένη ηλικία, η σωματική δραστηριότητα είναι επίσης αποτελεσματική στην αντιμετώπιση της σαρκοπενίας και όχι μόνο. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συστήνει την συμμετοχή σε τακτική σωματική άσκηση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του ατόμου και όχι τη σωματική αδράνεια που αναγνωρίζεται ως μία από τις κύριες αιτίες χρόνιων εκφυλιστικών ασθενειών και παράγοντας που συμβάλλει στη σαρκοπενία και τη λειτουργική αναπηρία. (Marzetti et al, 2017)

Η μεγαλύτερη και μακρύτερη μελέτη στον τομέα αυτό είναι η μελέτη LIFE (Fielding et al, 2011) μια πολυκεντρική τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη που συγκρίνει ένα πρόγραμμα σωματικής άσκησης με ένα πρόγραμμα επιτυχούς γήρανσης σε περισσότερους από 1600 αδρανείς ηλικιωμένους με παρακολούθηση περίπου 3 ετών. Το κύριο αποτέλεσμα της μελέτης είναι η βασική κινητική αναπηρία, όπως εκφράζεται από την ανικανότητα να περπατήσει 400 μ. Το πρόγραμμα σωματικής άσκησης (ομάδα παρέμβασης) αποτελείται από ένα συνδυασμό περπατήματος με μέτρια ένταση, ασκήσεις αντίστασης, ισορροπία, τέντωμα και συμβουλευτική συμπεριφοράς. Το επιτυχημένο πρόγραμμα γήρανσης (ομάδα ελέγχου) αποτελείται από σεμινάρια αγωγής υγείας και ασκήσεις επικάλυψης άνω άκρων. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα από την πιλοτική μελέτη LIFE (Pahor et al, 2006) δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια ενός έτους παρακολούθησης, η βαθμολογία για τη βραχεία σωματική απόδοση (SPPB) βελτιώθηκε σημαντικά στην ομάδα παρέμβασης σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Ομοίως, η ταχύτητα περπατήματος των 400 μέτρων βελτιώνεται σημαντικά από την παρέμβαση. Αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την υπόθεση ότι ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα φυσικών ασκήσεων δηλαδή ένας συνδυασμός ασκήσεων αντοχής και αντίστασης είναι αποτελεσματικό στην πρόληψη σημαντικών αναπηριών κινητικότητας και αδυναμίας σε ηλικιωμένους ενήλικες.

Πολλά στοιχεία δείχνουν πως η άσκηση μπορεί να καταπολεμήσει τη μυϊκή δυσλειτουργία καθώς και τη νευρομυϊκή βλάβη που προκαλείται από τη διαδικασία

της γήρανσης. Διάφοροι τύποι άσκησης μπορούν να επιδράσουν θετικά την υγεία του ατόμου, όμως για καλύτερα αποτελέσματα προτείνονται οι ασκήσεις με βάρη. (Hyunseok & Kim, 2017) Ωστόσο, η έρευνα για τις επιδράσεις της άσκησης στη σαρκοπενία επεκτάθηκε ταχέως κατά τις περασμένες μία έως δύο δεκαετίες. Η άσκηση και ειδικότερα η προπόνηση δύναμης φαίνεται να προκαλεί όχι μόνο μυϊκή υπερτροφία αλλά και ωφέλιμες μεταβολές στη νευρομυϊκή λειτουργία. Άλλοι τύποι παρεμβάσεων άσκησης όπως το βάδισμα, ισορροπία, συντονισμός και λειτουργικές ασκήσεις, μπορεί επίσης να είναι αποτελεσματικές στη βελτίωση της ισορροπίας στους ηλικιωμένους. (Sayer et al, 2013) Υπάρχουν ισχυρές και αυξανόμενες ενδείξεις ότι η προοδευτική άσκηση μπορεί να καταπολεμήσει τη σαρκοπενία (Burton & Sumukadas, 2010), καθώς η άσκηση έχει βαθιά επίδραση σχεδόν σε όλους τους φυσιολογικούς μηχανισμούς στο νευρικό και στο μυϊκό σύστημα που είναι γνωστό ότι επηρεάζει τη δύναμη. (Duchateau & Enoka, 2002 ; Russetal, 2012) Οι μη εξαρτώμενοι από τη μάζα μυϊκοί παράγοντες, όπως το μήκος των μυϊκών ινών και η δυσκαμψία των τενόντων, παρατηρήθηκε επίσης ότι αυξάνονται (10% και 64%, αντίστοιχα) μετά την άσκηση σε ηλικιωμένους. (Reeves et al, 2003) Δεδομένου ότι υπάρχουν ευρέως αποδεκτά στοιχεία ότι η αδράνεια σε ηλικιωμένους (Troianoetal, 2008), οδηγεί σε απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης (Clark, 2009), τα ευρήματα αυτού του είδους θα οδηγήσουν τους κλινικούς γιατρούς να υποστηρίξουν τη χρήση της άσκησης για την αντιμετώπιση και πρόληψη της σαρκοπενίας.

Για την καλύτερη πρόληψη, θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για την επίτευξη μέγιστης οστικής μάζας πριν από την ηλικία των 30, να διατηρηθεί η μυϊκή μάζα και σε μετέπειτα ηλικίες και να διατηρηθεί ένα υγιές σωματικό βάρος. Η σωματική άσκηση (ενδυνάμωση και αερόβια) υποστηρίζει τη διατήρηση οστικής μάζας και σκελετικών μυών και έτσι ελαττώνει την οστεοπενία / οστεοπόρωση καθώς και τη σαρκοπενία. Επίσης, η αερόβια άσκηση και η άσκηση δύναμης διεγείρουν τη λιπόλυση και έτσι συμβάλλουν στη μείωση της παχυσαρκίας. Συμπερασματικά, η συνήθης καθημερινή δραστηριότητα για τους ηλικιωμένους διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην πρόληψη και τη διαχείριση της σαρκοπενίας. (JafariNasabian et al, 2017)



### 4.3 Οι επιδράσεις της άσκησης στην ψυχολογία

Οι επιδράσεις της άσκησης στην εγκεφαλική λειτουργία έχουν λάβει μεγάλη προσοχή. Στις αρχές της δεκαετίας του '80, η άσκηση αποδείχθηκε ότι αύξησε την β-ενδορφίνη στο περιφερικό αίμα στους ανθρώπους (Bortzetal, 1981 ; Carretal, 1981). Οι αυξημένες συγκεντρώσεις β-ενδορφίνης στον ορό που προκαλούνται από την άσκηση έχουν συνδεθεί από τότε με ποικίλες ψυχολογικές και φυσιολογικές αλλαγές, συμπεριλαμβανομένων των μεταβολών της κατάστασης της διάθεσης και της «ευφορίας που προκαλείται από την άσκηση», της αλλοιωμένης αντίληψης του πόνου και των απαντήσεων σε πολλές ορμόνες στρες (Harber & Sutton 1984). Η άσκηση και η αθλητική δραστηριότητα είναι ευεργετικές τόσο σωματικά όσο και ψυχολογικά, αλλά η υπερβολική άσκηση μπορεί να έχει δυσμενείς φυσιολογικές και ψυχολογικές συνέπειες. Περαιτέρω στοιχεία υποδηλώνουν ότι το τρέξιμο συνδέεται με ενδορφίνες και κανναβινοειδή, εξηγώντας έτσι τα ευφορικά συναισθήματα που μπορεί να οδηγήσουν σε εξάρτηση από την άσκηση. Οι ψυχολογικές μελέτες εξηγούν την εξάρτηση από την άσκηση από την άποψη της ανταμοιβής, της συνήθειας, της κοινωνικής υποστήριξης, της ανακούφισης ή της αποφυγής από το στρες και της μείωσης του άγχους. (Weinstein A & Y, 2014) Μερικοί άνθρωποι για την αντιμετώπιση της κατάθλιψης που χαρακτηρίστηκε ως η τέταρτη βασική αιτία επιβάρυνσης μιας ασθένειας προτιμούν εναλλακτικές προσεγγίσεις όπως την άσκηση. Η σωματική δραστηριότητα μπορεί να έχει φυσιολογικές επιδράσεις όπως αλλαγές στα επίπεδα ενδορφίνης και μονοαμίνης ή μείωση των επιπέδων της ορμόνης κορτισόλης στο στρες, όλα από τα οποία μπορούν να βελτιώσουν τη διάθεση. Τέλος, η άσκηση διεγείρει την ανάπτυξη νευρικών κυττάρων και την απελευθέρωση πρωτεϊνών που είναι γνωστό ότι βελτιώνουν την υγεία και την επιβίωση των νευρικών κυττάρων. (Cooney et al, 2013) Πολλές μετααναλυτικές μελέτες πρότειναν ένα πρόγραμμα άσκησης για τη μείωση της κατάθλιψης και του άγχους. Επιπλέον, η άσκηση φαίνεται να είναι πιο επωφελής σε άτομα με κλινικό πρόβλημα υγείας σε σύγκριση με αυτούς που έχουν ασθένεια ψυχολογικής φύσεως. Πιθανές νευροβιολογικές εξηγήσεις προτείνονται για τη θετική επίδραση της άσκησης στις ψυχολογικές διαταραχές όπως το άγχος και η κατάθλιψη. (Wegner et al, 2014) Η άσκηση μπορεί να επηρεάσει ευνοϊκά τη γνωστική λειτουργία (Dishman et al, 2006 ; Vaynman & Gomez-Pinilla, 2006). Η άσκηση βελτιώνει την εκμάθηση και τη μνήμη

(Praag et al, 1999), βελτιώνει την ποιότητα του ύπνου, εξουδετερώνει την πνευματική παρακμή που έρχεται με την ηλικία (Laurin et al, 2001) και διευκολύνει τη λειτουργική αποκατάσταση από τραυματισμό εγκεφάλου. Η άσκηση είναι ένα πολύ ισχυρό ερέθισμα στην επαγωγή της νευρογενέσεως στην έλικα των οδοντοστοιχιών ενηλίκων που μπορεί να συμβάλει στην αναδιαμόρφωση των συναπτικών κυκλωμάτων του ιπποκάμπου και στην ενίσχυση της γνωστικής λειτουργίας (Praag et al, 1999). Μπορεί επίσης να μετριάσει τις συνέπειες της οξείας έκθεσης σε διαφορετικούς τύπους ψυχολογικού στρες. Οι περισσότερες από τις θετικές επιδράσεις της άσκησης έχουν σχέση με την επαγωγή, σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου, νευροτροφικών πρωτεϊνών, συμπεριλαμβανομένου του BDNF, του νευροτροφικού παράγοντα που προέρχεται από νευρογλοιακά κύτταρα (GDNF) και του αυξητικού παράγοντα ινσουλίνης (IGF). Το αν οι μεταβολικές αποκρίσεις του εγκεφάλου στην οξεία σωματική δραστηριότητα εκτείνονται πέρα από περιοχές που εμπλέκονται ειδικά στον κινητικό, αισθητηριακό ή καρδιαγγειακό αυτόνομο έλεγχο δεν είναι ακόμη σαφείς. (Dishman et al, 2006)

#### **4.4 Φυσιολογία της άσκησης**

Η άσκηση αποτελεί μία μορφή φυσικής δραστηριότητας, σχεδιασμένη, δομημένη και επαναλαμβανόμενη σωματική κίνηση που γίνεται με σκοπό τη βελτίωση και/ή την διατήρηση της φυσικής κατάστασης. (Thompson et al, 2013) Η άσκηση εξαρτάται από την ένταση, τη διάρκεια και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Κατά τη διάρκεια της άσκησης αυξάνονται οι απαιτήσεις σε οξυγόνο στους σκελετικούς μύες όπως και η αποχώρηση των μεταβολιτών διοξειδίου του άνθρακα. (Burton et al, 2004)

#### **Ενεργειακή Δαπάνη**

Η συνολική δαπάνη ενέργειας (TEE) λόγω της μυϊκής κατανάλωσης ενέργειας είναι πολύ υψηλότερη και εξαρτάται από το μέσο επίπεδο σωματικής άσκησης και άσκησης που γίνεται κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. (Torun et al, 2005) Έτσι, η άσκηση, ειδικά αν διατηρείται για πολύ μεγάλες χρονικές περιόδους, δεσπόζει στον ενεργειακό μεταβολισμό του σώματος. Η ενεργειακή δαπάνη της σωματικής δραστηριότητας συσχετίζεται έντονα με το φύλο, την ηλικία, το βάρος, τον καρδιακό ρυθμό και το VO<sub>2</sub> max ενός ατόμου, κατά τη διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας. (Keytel et al, 2005)

## Μεταβολικές αλλαγές

### Παραγωγή ενέργειας κατά την άσκηση

Οι μύες είναι μεταβολικά ενεργοί και χρειάζονται ενέργεια προκειμένου να κινητοποιηθούν. Η ενέργεια αυτή προέρχεται από τη διάσπαση ορισμένων θρεπτικών ουσιών που λαμβάνονται από την τροφή. Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται σε ένα μόριο που λέγεται ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη) το οποίο αποτελεί την τελική μορφή ενέργειας για την μυϊκή δραστηριότητα. Το ATP παράγεται στο μυϊκό ιστό από την γλυκόζη του αίματος ή του γλυκογόνου. Για την παραγωγή του ATP μπορούν να μεταβολιστούν και τα λιπαρά οξέα και οι πρωτεΐνες. Η γλυκόζη που δεν αποτελεί άμεση ανάγκη μπορεί να αποθηκευτεί στους μύες όταν βρίσκονται σε ηρεμία και στο ήπαρ σε μορφή γλυκογόνου. Στη συνέχεια, το γλυκογόνο του ήπατος μπορεί να μετατραπεί σε γλυκόζη και να προωθηθεί στην αιματική κυκλοφορία για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες του οργανισμού σε ενέργεια. Η διάρκεια και η ένταση της άσκησης μπορεί να επηρεάσουν την πηγή που χρησιμοποιείται ως <<καύσιμο>> ή το <<μονοπάτι>> παραγωγής ATP. Το ATP προέρχεται είτε από τη διάσπαση της γλυκόζης που κυκλοφορεί στο αίμα (γλυκόλυση) είτε από τον κύκλο του Κρεμπερ (Krebs) και την αναπνευστική αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων (οξειδωτική φωσφοριλλίωση).

Για την παραγωγή ενέργειας λειτουργούν δύο κύρια συστήματα:

- Ο αναερόβιος μεταβολισμός: Η κύρια πηγή παραγωγής ATP που είναι άμεσα διαθέσιμη για βραχυπρόθεσμες υψηλής έντασης δραστηριότητες είναι το σύστημα της φωσφοκρεατίνης. Οι ιστοί αποθηκεύουν την φωσφοκρεατίνη η οποία επαρκεί για παραγωγή ATP για δραστηριότητες λιγότερο των 10 δευτερολέπτων. Ωστόσο μετά από λίγα δευτερόλεπτα οι αποθήκες φωσφοκρεατίνης εξαντλούνται και χρησιμοποιείται το γλυκογόνο ως κύρια πηγή ενέργειας. Το γλυκογόνο μπορεί να διασπαστεί σε γλυκόζη η οποία μεταβολίζεται μέσα στα μυϊκά κύτταρα χωρίς την παρουσία οξυγόνου για την παραγωγή ATP που είναι απαραίτητη για την μυϊκή δραστηριότητα.
- Ο αερόβιος μεταβολισμός: Όταν παρατείνεται η διάρκεια της άσκησης, είναι απαραίτητο να παραχθεί μεγαλύτερη ποσότητα ATP προκειμένου ο

οργανισμός να καλυψει τις ενεργειακές του ανάγκες. Αυτό γίνεται με την παρουσία οξυγόνου. Ωστόσο, στις περισσότερες δραστηριότητες τα δύο αυτά συστήματα λειτουργούν ταυτόχρονα. Ο βαθμός συμμετοχής τους εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης. (Sells & Prentice, 2014 ; Δεσποτόπουλος, 2010)

#### Αναπνευστικό σύστημα

Μέσω της λειτουργίας της αναπνοής, το οξυγόνο εισέρχεται στους πνεύμονες. Η αύξηση της ανάγκης σε οξυγόνο αντιμετωπίζεται με την αύξηση της συχνότητας των αναπνοών. Σε ένα άτομο καλής φυσικής κατάστασης, ο πνευμονικός αερισμός δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα πραγματοποίησης φυσικής δραστηριότητας. Το οξυγόνο φτάνει στις κυψελίδες και διαχέεται σε όλη την επιφάνεια της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης. Η άσκηση μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των κυψελίδων και να βελτιώσει την πνευμονική λειτουργία και την ικανότητα διάχυσης του οξυγόνου λόγω της μεγένθυσης της συνολικής επιφάνειας που διατίθεται για τη διάχυση του.

#### Κυκλοφορικό σύστημα

Το οξυγόνο μετά την κυκλοφορία του στο αίμα πρέπει να προωθηθεί στους μύες. Η καρδιακή παροχή δηλαδή η ποσότητα του αίματος που εξωθείται από τη καρδιά ανά λεπτό, είναι το γινόμενο της ποσότητας του αίματος που εξωθείται με κάθε συστολή (όγκος παλμού) επί την καρδιακή συχνότητα. Η καρδιακή παροχή, είναι περίπου 4-6 λίτρα/λεπτό κατά την ηρεμία, αλλά μπορεί να αυξηθεί μέχρι και 35 λίτρα/λεπτό κατά την ώρα της άσκησης. Ο όγκος παλμού αυξάνει μέχρι και 50% σε μείζονες προσπάθειες σε σχέση με την τιμή ηρεμίας, όχι όμως περισσότερο κατά την διάρκεια μέγιστων ασκήσεων. οι τιμές του όγκου παλμού σε ένα άτομο που δεν εξασκείται ποικίλλουν από 60-70 ml/παλμό κατά την ηρεμία, μέχρι 110-120 ml/παλμού κατά την άσκηση. Ασκήσεις αντοχής μπορούν να αυξήσουν τον όγκο παλμού στα 100-110 ml/παλμό κατά την ηρεμία, μέχρι 150-170 ml κατά την άσκηση. Ο καρδιακός ρυθμός από την άλλη μεριά συνεχίζει να αυξάνεται κατά τη διάρκεια των ασκήσεων, σε άμεση σχέση με την ένταση της άσκησης, μέχρι να φτάσει σε ένα μέγιστο όριο που καθορίζεται από την ηλικία. Επομένως η μέγιστη εισφορά στην αύξηση της καρδιακής παροχής, κατά τη διάρκεια μίας μέγιστης προσπάθειας, θα προέλθει από την αύξηση του καρδιακού ρυθμού. Καθώς ένα άτομο βελτιώνει την φυσική του

κατάσταση αεροβικά, αυξάνεται ο όγκος παλμού, έτσι απαιτείται χαμηλότερος καρδιακός ρυθμός για οποιοδήποτε επίπεδο δραστηριότητας από την ηρεμία μέχρι την μέγιστη προσπάθεια. Η παρακολούθηση της συχνότητας του σφυγμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την εκτίμηση της κατάλληλης έντασης της άσκησης, την ανάνηψη από την άσκηση και την απόκτηση καλής φυσικής κατάστασης. Συγκεκριμένα, ένα άτομο μπορεί αποτελεσματικά και με ασφάλεια να παρακολουθεί και να τροποποιεί ένα πρόγραμμα βελτίωσης της φυσικής κατάστασης σε οποιοδήποτε επίπεδο, σχεδιάζοντας άσκηση για αύξηση του καρδιακού ρυθμού σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο, που σχετίζεται με την ηλικία και παραμονή στο επίπεδο αυτό για 15-30 λεπτά. Όταν ένα άτομο δεν βρίσκεται σε καλή φυσική κατάσταση είναι πιθανό να φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο καρδιακού ρυθμού με απλή άσκηση, όπως ένα γρήγορο βάδισμα. Καθώς η φυσική του κατάσταση βελτιώνεται, μπορεί να απαιτείται μια εντονότερη άσκηση όπως τρεξιμο, ποδηλασία κ.τ.λ. Αν ένα άτομο μπορεί να πετύχει και να διατηρήσει τον καρδικό του ρυθμο στο επιθυμητό επίπεδο για τον κατάλληλο χρόνο 3-5 φορές την εβδομάδα, τότε έχει επέλθει σημαντική βελτίωση της αεροβικής του ικανότητας.

#### Ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου

Κατά τη διάρκεια της άσκησης η μέγιστη ποσότητα οξυγόνου ονομάζεται μέγιστη αερόβια ικανότητα  $VO_2 \max$ . Αποτελεί τον πιο αξιόπιστο δείκτη του επιπέδου της καρδιοαναπνευστικής αντοχής. Η πραγματοποίηση οποιασδήποτε δραστηριότητας απαιτεί έναν ορισμένο ρυθμό κατανάλωσης οξυγόνου, που είναι περίπου ίδιος για όλα τα άτομα και εξαρτάται από τη φυσική τους κατάσταση. Όσο αυξάνεται ο ρυθμός ή η ένταση της άσκησης τόσο αυξάνονται οι απαιτήσεις του οργανισμού σε οξυγόνο. Κάθε άτομο διαθέτει μία συγκεκριμένη ποσότητα μέγιστου οξυγόνου. Η πραγματοποίηση μίας δραστηριότητας είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ποσότητα του οξυγόνου που εκείνη απαιτεί. Ο μέγιστος ρυθμός με τον οποίο μπορεί να καταναλωθεί το οξυγόνο καθορίζεται από τρεις παράγοντες: 1) την εξωτερική αναπνοή που αφορά τη διαδικασία του αερισμού ή την πνευμονική λειτουργία, 2) την μεταφορά των αερίων που γίνεται με του καρδιαγγειακού συστήματος (καρδιά, αιμοφόρα αγγεία και αίμα) και 3) την εσωτερική αναπνοή δηλαδή το οξυγόνο που χρειάζονται τα κύτταρα για την παραγωγή ενέργειας. Ο μέγιστος ρυθμός με τον οποίο ένα άτομο μπορεί να καταναλώσει οξυγόνο αποτελεί ένα γενετικό χαρακτηριστικό. Αυτό σημαίνει ότι κάθε άτομο κληρονομεί ένα συγκεκριμένο εύρος μέγιστης

αερόβιας ικανότητας που μέσω της άσκησης μπορεί να αυξηθεί μέχρι το μέγιστο ανώτατο όριο που είναι γενετικά προκαθορισμένος. (Sells & Prentice, 2014)

#### **4.5 Ο ρόλος της αερόβιας άσκησης**

Είναι γνωστό ότι η αερόβια άσκηση προκαλεί αύξηση των μιτοχονδρίων των σκελετικών μυών και αυτό ισχύει ιδιαίτερα στους γηρασμένους μύες. Οι μιτοχονδριακές προσαρμογές των μυών σε αερόβια άσκηση φαίνεται να είναι το αποτέλεσμα αυξημένων από την άσκηση αυξήσεων στη μεταγραφή των μιτοχονδριακών γονιδίων. Διάφορα σήματα, συμπεριλαμβανομένου του  $Ca^{2+}$  και της μονοφωσφορικής αδενοσίνης (AMP), που παράγονται στο πλαίσιο του σκελετικού μυός κατά τη διάρκεια της οξείας άσκησης, ενεργοποιούν τις ενδοκυτταρικές οδούς σηματοδότησης [π.χ., εξαρτώμενη από ασβέστιο / καλμοδουλίνη πρωτεϊνική κινάση (AMMC) μια αυξημένη μεταγραφή των μιτοχονδριακών γονιδίων στόχων. Η αερόβια άσκηση προκαλεί τη σωρευτική επίδραση αυτών των οξέων παλμών σε γονιδιακή μεταγραφή με αποτέλεσμα τη σύνθεση και την ενσωμάτωση νέων μιτοχονδριακών πρωτεϊνών. (Lolascon et al, 2014) Ο συναγωνιστής 1-α (PGC-1α) που ενεργοποιείται από τον πολλαπλασιαστή συν-ενεργοποιητή του πολλαπλασιαστή του μεταγραφικού συν-ενεργοποιητή είναι ένας βασικός ρυθμιστής αυτής της διεργασίας λόγω της ικανότητάς του να συν-ενεργοποιεί διάφορους παράγοντες μεταγραφής ρυθμίζοντας έτσι τη μιτοχονδριακή βιογένεση. (Lira et al, 2010) Η άσκηση προκαλεί παροδική μεταγραφική ενεργοποίηση του γονιδίου PGC-1α στον σκελετικό μυ, διατηρώντας την ποιότητα των μυών και την αερόβια ικανότητα στη γήρανση. (Lolasconetal, 2014) Το αυξημένο μιτοχονδριακό περιεχόμενο των μυών και / ή η βελτιωμένη μιτοχονδριακή λειτουργία μετά από αερόβια άσκηση οδηγούν σε βελτιωμένο μεταβολικό έλεγχο, με αποτέλεσμα μειωμένο οξειδωτικό στρες και βελτιστοποιημένη ικανότητα άσκησης. (Forbes et al, 2012 ; Abadi et al, 2009)

Είναι επίσης γνωστό ότι η αερόβια άσκηση αυξάνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη των σκελετικών μυών, αλλά οι υποκείμενες μηχανισμοί δεν έχουν κατανοηθεί ακόμη. (Hawley et al, 2004) Ο Holloszy υποδεικνύει ότι αυτή η δράση εξαρτάται από τη σηματοδότηση της ινσουλίνης, τους αυξημένους μεταφορείς γλυκόζης των μυών και τη λειτουργία των μιτοχονδρίων. Η αντίσταση στην ινσουλίνη είναι ένα κοινό χαρακτηριστικό της γήρανσης (Hildrum et al, 2007) και μπορεί να προκαλέσει

απώλεια μάζας σκελετικών μυών μειώνοντας τις φυσιολογικές επιδράσεις της ινσουλίνης ή των αυξητικών παραγόντων τύπου ινσουλίνης (IGFs). Έχει υποθεθεί ότι ο πρωταρχικός ρόλος της ινσουλίνης στη ρύθμιση της μυϊκής μάζας είναι η παρεμπόδιση με τρόπο εξαρτώμενο από τη δόση της διάσπασης των μυϊκών πρωτεϊνών. (Greenhaff et al, 2008)

Η αερόβια άσκηση συμβάλλει στην καθυστέρηση της απώλεια της μυϊκής δύναμης και γενικά τις αλλαγές που εμφανίζονται φυσιολογικά με τη γήρανση. Η αερόβια άσκηση μπορεί να περιλαμβάνει διάφορες δραστηριότητες όπως: περπάτημα ή ποδηλασία, αθλήματα ακόμη και καθημερινές δραστηριότητες στο σπίτι. Προτείνεται, οι ηλικιωμένοι να εκτελούν αερόβια άσκηση μέτριας έντασης για τουλάχιστον 30 λεπτά πέντε μέρες την εβδομάδα ή ενεργητική αερόβια δραστηριότητα για τουλάχιστον 20 λεπτά τρεις μέρες την εβδομάδα. Σε απόλυτη κλίμακα, η μέτρια έντασης αεροβική άσκηση αναφέρεται στη δραστηριότητα που εκτελείται 3.0-5,9 φορές στην ένταση της ανάπαυσης. Σε κλίμακα που αφορά τη προσωπική ικανότητα του ατόμου είναι 5 ή 6 σε 0-10. Αντίθετα, σε απόλυτη κλίμακα, η μέγιστη αεροβική άσκηση αναφέρεται σε δραστηριότητα που εκτελείται 6,0 ή και περισσότερες φορές στην ένταση της ανάπαυσης. Σε κλίμακα που αφορά τη προσωπική ικανότητα του ατόμου είναι 7-8 σε 0-10. Είναι απαραίτητο η αεροβική άσκηση να εκτελείται για περιόδους τουλάχιστον 10 λεπτών. Ωστόσο, οι επιδράσεις της αερόβιας άσκησης είναι μέτριες και οι επιδράσεις της στη σαρκοπενία δεν έχουν αποσαφηνιστεί τελείως. (Lolascon et al, 2014) Ο συνδυασμός όμως αερόβιας άσκησης και ασκήσεων αντίστασης μπορεί να συμβάλλει αποτελεσματικά στη θεραπεία των ασθενειών που επέρχονται με την ηλικία ιδιαίτερα σε δυσμενείς καταστάσεις όπως είναι η σαρκοπική παχυσαρκία. (Jimenez et al, 2011)

#### **4.6 Ο ρόλος των ασκήσεων με αντίστασεις**

Μία από τις πιο σοβαρές συνέπειες της γήρανσης του ανθρώπου είναι η προοδευτική μείωση της μάζας των σκελετικών μυών που μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη δύναμη και λειτουργικότητα. Η σαρκοπενία χαρακτηρίζεται από απώλεια μυϊκής μάζας σε συνδυασμό με μειωμένη δύναμη και σωματική απόδοση. (Jentoft et al, 2010) Οι κύριοι παράγοντες κινδύνου και οι σχετικοί μηχανισμοί που ενδέχεται να επηρεάσουν την πτώση των σκελετικών μυών είναι η ίδια η διαδικασία γήρανσης, η

γενετική ευαισθησία, οι συμπεριφορικοί παράγοντες (καθιστικός τρόπος ζωής, μη επαρκής διατροφή, ανάπαυση στο κρεβάτι), θεσμοθέτηση, διάφορες χρόνιες παθήσεις υγείας και ορισμένες θεραπείες φαρμάκων. (Sayer et al, 2008 ; Landi et al, 2013) Ένας καθιστικός τρόπος ζωής είναι ένας πολύ γνωστός παράγοντας κινδύνου για μυϊκή αδυναμία που με τη σειρά του έχει ως αποτέλεσμα μειωμένα επίπεδα δραστηριότητας και απώλεια μυϊκής μάζας και δύναμης. Πολλές μελέτες έχουν υποθέσει ότι συγκεκριμένα προγράμματα σωματικής άσκησης θα μπορούσαν να αποτελέσουν την πιο αποτελεσματική προσέγγιση για την επιβράδυνση της πτώσης της μυϊκής μάζας και της δύναμης που σχετίζεται με τη γήρανση και για τη θεραπεία της σαρκοπενίας. Ο βαθμός προστασίας φαίνεται να σχετίζεται με τον τύπο και την ένταση της άσκησης. Παρόλο που δεν υπάρχουν καθόλου αποδεικτικά στοιχεία που να προδιαγράφουν ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα άσκησης όσον αφορά τον τύπο, την ένταση, τη συχνότητα και τη διάρκεια, είναι τώρα διαθέσιμα ευρήματα από τυχαιοποιημένες δοκιμές ελέγχου.

Σύμφωνα με την πρόταση του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητιατρικής ( American College of Sports Medicine's (ACSM) ), η εφαρμογή ενός προγράμματος φυσικής δραστηριότητας στους ηλικιωμένους θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση του κινδύνου των πτώσεων, στην ενίσχυση της καρδιακής και της πνευμονικής λειτουργίας και στην βελτίωση της γνωστικής λειτουργίας και της ψυχολογικής κατάστασης. (Νικολάου, 2016)

Οι ασκήσεις αντίστασης έχουν χαρακτηριστεί ως το αποτελεσματικότερο είδος άσκησης σε ηλικιωμένους ανθρώπους. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η μυϊκές δομές επιδεινώνονται με την πάροδο του χρόνου ως φυσικό αντίκτυπο της διαδικασίας της γήρανσης με αποτέλεσμα τη μείωση της μυϊκής δύναμης. Η εφαρμογή των παραδοσιακών ασκήσεων αντίστασης βραδείας ταχύτητας έχει καθιερωθεί στα προγράμματα άσκησης. Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν τα τελευταία χρόνια, οι ασκήσεις αντίστασης έχουν συμβάλει στη αύξηση/βελτίωση της μυϊκής μάζας και δύναμης σε ηλικιωμένους αλλά και σε νεότερους ανθρώπους. Παραδείγματα ασκήσεων αντίστασης σε ηλικιωμένους είναι η εφαρμογή έκκεντρων και σύγκεντρων συστολών σε κάθε μν με διάρκεια 2-3 δευτερολέπτων. Συγκεκριμένα:



## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Διάρκεια: 8-12 Εβδομάδες

- 2-3 Σετ, 8-10 Επαναλήψεις
- Συχνότητα ασκήσεων: 2-3 μέρες ανά εβδομάδα
- Ιδιαίτερη προσοχή στις ασκήσεις σύγκεντων συστολών
- Αύξηση της μυϊκής δύναμης αλλά περιορισμένες αλλαγές στα λειτουργικά τεστ

## ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

- Συχνότητα: 2-3 μέρες ανα εβδομάδα
- Ένταση: υψηλή
- Μεγάλη επίδραση στη μυϊκή δύναμη/ μικρή αλλά σημαντική βελτίωση στη φυσική ικανότητα

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ

- Ευθεία ανύψωση των ποδιών: Δραστηριοποιούνται οι κοιλιακοί και οι καμπτήρες του ισχίου.
- Κλίση ανύψωσης του γόνατος: Σε αυτήν την άσκηση δραστηριοποιούνται πάλι οι κοιλιακοί και οι καμπτήρες του ισχίου .
- Έκταση της οπίσθιας πλευράς της Σ.Σ: Συγκεκριμένα, διάταση και έκτασης της κατώτερης οπίσθιας πλευράς της Σ.Σ όπου δραστηριοποιούνται οι μύες που βρίσκονται στο μέσο της Σ.Σ.
- Καμπύλη ανύψωσης: Ενίσχυση των μυών του πυρήνα
- Ανύψωση του βραχίονα στα γόνατα: Ενίσχυση της άνω οπίσθιας πλευράς της Σ.Σ και της σταθερότητας των ώμων.
- Κάμψη και έκταση του ισχίου: Βελτίωση του εύρους κίνησης και της ευλυγισίας. (Τροποποιημένο από Νικολάου, 2016)

Οι ασκήσεις αντίστασης θεωρούνται προσιτές και ασφαλείς για τους ηλικιωμένους ανθρώπους με θετικά αποτελέσματα τόσο στην μυϊκή μάζα όσο και στη μυϊκή

δύναμη καθώς και άλλα θετικά αποτελέσματα όπως στην αύξηση των ινών τύπου I και II, στην πρωτεϊνική σύνθεση κ.τ.λ. Η σαρκοπενία επιδρά σημαντικά στη μείωση κύριως των ινών τύπου II. Η χρήση ειδικών πλατφορμών δόνησης μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση των ινών τύπου II και θα μπορούσε να χορηγείται ως τρόπος θεραπείας και πρόληψης της σαρκοπενίας λόγω της ασφάλειας, της αποτελεσματικότητας και της απλότητας αυτής της μεθόδου. Βέβαια, η αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το ποσοστό ακαμψίας που παρουσιάζουν οι δομές, το δέρμα, τις αρθρώσεις και την αναλογία των μυϊκών ινών που υπάρχουν σε κάθε άνθρωπο ξεχωριστά. (Jiminez et al, 2011) Επιπλέον, η άσκηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία των δορυφορικών κυττάρων. Τα δορυφορικά κύτταρα είναι μονοπύρηνια κύτταρα που φυσιολογικά ενεργοποιούνται με την άσκηση. Κατά τη διαδικασία της γήρανσης αυτή η ικανότητα των δορυφορικών κυττάρων μειώνεται. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ηλικιωμένους άντρες (60-70 ετών), εκ των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή συχνότητας ασκήσεων αντίστασης 2-3 φορές ανά εβδομάδα, αποτελεί εύλογο διάστημα μείωσης των αρνητικών επιπτώσεων της γήρανσης. (Νικολάου, 2016)

Η άσκηση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη πρόληψη της σαρκοπενίας συμβάλλοντας στην αύξηση της μυϊκής μάζας και δύναμης. Επιπλέον, έρευνες έχουν δείξει καλύτερη νευρομυϊκή προσαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών πρωτοκόλλων άσκησης. Μετά από ανάλυση διαφορετικών συστάσεων ποικίλων ενώσεων, το Αμερικανικό Κολλέγιο Αθλητιατρικής (American College of Sports Medicine's (ACSM) ) και η Αμερικανική Ένωση Καρδιάς (American Heart Association) καθώς και μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για την γήρανση και τη σαρκοπενία ,προτείνουν την εφαρμογή πολλών κύκλων ασκήσεων με το 70-90% του μεγίστου μίας επανάληψης (RM). Η άσκηση κατά κύριο λόγο να είναι έκκεντρη τουλάχιστον για δύο μη διαδοχικά ημέρες. Επίσης, πρέπει να περιλαμβάνει το πρόγραμμα και μία άσκηση συντήρησης τουλάχιστον, καθώς και προοδευτική αύξηση στις εντάσεις και στις ασκήσεις μετά τη πρώτη εβδομάδα για να μην υπάρξει απώλεια της μυϊκής μάζας. (Jimenez et al, 2011)

Σε έρευνα του ο Lolacop το 2014 και οι συνεργάτες του προτείνουν την εφαρμογή ασκήσεων με τη χρήση πολλαπλών ή μονών αρθρώσεων (ελεύθερα βάρη και μηχανές) με αργή ως μέτρια ταχύτητα ανύψωσης, 1-3 σετ ανά άσκηση, 80% 1RM,

για 8-12 επαναλήψεις, με 1-3 λεπτά ανάπαυσης μεταξύ των σετ για 2-3 μέρες ανά εβδομάδα. Η κατάρτιση αντίστασης πρέπει να χρησιμοποιεί προοδευτικά αυξανόμενο φορτίο για τη διατήρηση του επιθυμητού εύρους επαναλήψεων ανά σύνολο σωματικής άσκησης. Επιπλέον υποστηρίζουν, ότι σημαντικό ρόλο στην αύξηση της μυϊκής δύναμης διαδραματίζει η μυϊκή ισχύς δηλαδή η γρήγορη ταχύτητα (RE). Η επακόλουθη ατροφία των μυϊκών ινών τύπου II (ταχείας συστολής), οι κινήσεις ταχείας συστολής συμβάλλουν στη διατήρηση της υγείας των μυών στους ηλικιωμένους. Μελέτες έχουν δείξει σημαντική αύξηση στη μυϊκή δύναμη οι κινήσεις ταχείας συστολής οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης σε ηλικιωμένους. Οι ηλικιωμένοι πρέπει να εκτελούν δραστηριότητες ενίσχυσης των κύριων μυϊκών ομάδων για αύξηση της μυϊκής μάζας και αντοχής. Η αύξηση της ισχύος στους ηλικιωμένους απαιτεί την εκτέλεση μεμονωμένων και πολλαπλών συνδυασμών ασκήσεων, 1-3 σετ μέτριας ως ελαφριάς φόρτισης (30-60% 1 RM) για 6-10 επαναλήψεις με υψηλή ταχύτητα επανάληψης.

Πολλές μελέτες αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της άσκησης μετά από τη μακροπρόθεσμη εφαρμογή της (4-12 εβδομάδες) σε ηλικιωμένους ανθρώπους και μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό προνόμιο για τους επαγγελματίες υγείας καθώς η άσκηση πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της αποκατάστασης αυτών των ασθενών. (Νικολάου 2016). Παράλληλα, οι ασθενείς θα πρέπει να ενημερώνονται από τους αρμόδιους υγείας για τον τύπο, τη δοσολογία και την κατάλληλη άσκηση για αυτούς για την πρόληψη των τραυματισμών και άλλων ανεπιθύμητων ενεργειών. (Lolascon et al, 2014)

Εξαιρετικά στοιχεία επιπλέον, δείχνουν ότι η τακτική άσκηση με αντίσταση μπορεί να αποτρέψει και να ελέγξει την ανάπτυξη αρκετών χρόνιων μυοσκελετικών παθήσεων. Μπορεί επίσης να βελτιώσει την φυσική κατάσταση, τη λειτουργία και την ανεξαρτησία σε ηλικιωμένα άτομα με μυοσκελετικές διαταραχές, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. Εν ολίγοις, η τακτική συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης με αντίσταση μπορεί να αποτελέσει προληπτικό και θεραπευτικό εργαλείο για πολλές μυοσκελετικές διαταραχές μεγάλων σε ηλικία ατόμων. (Ciolac & Rodrigues-da-Silva, 2016)

#### 4.7 Πλεονεκτήματα ασκήσεων αντίστασης και αερόβιας

Η σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε οποιοδήποτε επίπεδο σωματικής κίνησης που προκύπτει από την ενεργοποίηση των σκελετικών μυών και οδηγεί σε αύξηση της ενεργειακής δαπάνης. Η σωματική άσκηση είναι μία δομημένη, προγραμματισμένη και επαναλαμβανόμενη δραστηριότητα και αποτελεί μία από τις πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις που έχει ως στόχο την βελτίωση της φυσικής κατάστασης και τη μείωση των συμπτωμάτων της γήρανσης.

Η άσκηση αντοχής χαμηλής έντασης, αυξάνει την αεροβική ικανότητα βελτιώνοντας την οξειδωτική ικανότητα των σκελετικών μυών και τη καρδιαγγειακή λειτουργία. Με την άσκηση αυξάνεται η ποσότητα ροής οξυγόνου που διαχέεται στα μιτοχόνδρια. Σε απόκριση προς τα διάφορα πρωτόκολλα άσκησης, τα μυϊκά κύτταρα ρυθμίζουν τη παραγωγή συγκεκριμένων πρωτεϊνών που σχετίζονται με την μιτοχονδριακή βιογένεση και λειτουργία. (Martone et al, 2017) Ο συν-ενεργοποιητής 1-α (PGC-1α) είναι ένας κεντρικός ρυθμιστής που συν-ενεργοποιεί αρκετούς παράγοντες μεταγραφής ρυθμίζοντας έτσι την μιτοχονδριακή βιογένεση. Η άσκηση προκαλεί παροδική μεταγραφική ενεργοποίηση του γονιδίου PGC-1α στον σκελετικό μύ με αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας των μυών κατά την γήρανση. Το αυξημένο ποσοστό μιτοχονδρίων και/ή βελτιωμένη μιτοχονδριακή λειτουργία μετά από αερόβια άσκηση συμβάλλουν στη βελτίωση του μεταβολικού ελέγχου, του χαμηλού οξειδωτικού στρες και στην υψηλή ικανότητα άσκησης. (Lolascon et al, 2014)

Η υποκλινική φλεγμονή αποτελεί σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης της σαρκοπενίας. Οι ασκήσεις αντίστασης συμβάλλουν στη μείωση της χρόνιας φλεγμονής μειώνοντας την παραγωγή προ-φλεγμονώδων μεσολαβητών που παράγονται από τα μονοκύτταρα/μακροφάγα, αυξάνοντας την παραγωγή αντιφλεγμονώδων κυτοκινών. Επιπλέον, μειώνει την έκφραση γονιδίων που κωδικοποιούν πρωτεολυτικές πρωτεΐνες και αυξάνει την έκφραση των πρωτεϊνικών αντιοξειδωτικών ενζύμων. Ταυτόχρονα, με την πάροδο του χρόνου οι μηχανισμοί επισκευής και αναγέννησης έχουν την τάση να εκφυλίζονται. Οι κατεστραμμένες μυϊκές ίνες εξαρτώνται από τον αυξητικό παράγοντα ινσουλίνης (IGF). Η ισομορφή I (IGF-I) προάγει τον πολλαπλασιασμό και την διαφοροποίηση μυοβλαστών και συμβάλλει στην πρωτεϊνική σύνθεση των μυών ενώ η ισομορφή II (IGF-II) προωθεί την διαφοροποίηση των δορυφορικών

κυττάρων. Η πρόσληψη και η ενεργοποίηση δορυφορικών κυττάρων εξαρτάται από την άσκηση καθώς αυτά επηρεάζονται από την ηλικία, την θρεπτική κατάσταση καθώς και από τον τύπο και την ένταση της άσκησης. (Martone et al, 2017) Επιπλέον, το IGF συμβάλλει στη διέγερση του αναβολισμού των μυϊκών ινών και στην ενεργοποίηση και τον πολλαπλασιασμό των δορυφορικών κυττάρων. Σε ηλικιωμένους μύς η ικανότητα παραγωγής IGF-I δείχνει να διατηρείται αλλά παρουσιάζεται αντίσταση στη δράση της. Με την άσκηση αντίστασης παρουσιάζεται αύξηση της ικανότητας παραγωγής του IGF-I.

Δεδομένου ότι η σαρκοπενία επηρεάζει τις μυϊκές ίνες τύπου II, οι ασκήσεις αντίστασης συμβάλλουν στην αύξηση των ινών αυτών αλλά και του τύπου I που μειώνονται φυσιολογικά με την γήρανση. (Martone et al, 2017) Έχει αποδειχτεί ότι οι ασκήσεις αντίστασης συμβάλλουν στην αύξηση της μυϊκής μάζας και δύναμης (Lolascon et al, 2014) καθώς και στη βελτίωση του ορμονικού προφίλ των ηλικιωμένων όπως τα επίπεδα της τεστοστερόνης, των οιστρογόνων όπως η αυξητική ορμόνη IGF-I και μείωση της αντίστασης στην ινσουλίνη μειώνοντας σημαντικά την πρόοδο της σαρκοπενίας.

Οι ασκήσεις αντοχής συμβάλλουν στην βελτίωση της καρδιαγγειακής λειτουργίας και στη μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης ασθενειών όπως είναι οι καρδιακές παθήσεις, ο διαβήτης κ.τ.λ αυξάνοντας το προσδόκιμο ζωής. Η προπόνηση δύναμης συμβάλλει στην αντιστάθμιση της απώλειας της μυϊκής μάζας και δύναμης που συνδέονται με τη διαδικασία της γήρανσης. Επιπλέον, η τακτική συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης βελτιώνει την υγεία των οστών, τη σταθερότητα του κορμού μειώνοντας τους κινδύνους εμφάνισης οστεοπόρωσης και πτώσης. (Mazzeo et al, 1998) Οι φυσιολογικές προσαρμογές στην αερόβια άσκηση και στην άσκηση αντίστασης είναι σαφώς διαφορετικές: η αερόβια άσκηση βελτιώνει τις καρδιαγγειακές προσαρμογές που αυξάνουν την μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου χωρίς σημαντική μεταβολή της αντοχής, ενώ η άσκηση αντίστασης βελτιώνει τις νευρομυϊκές προσαρμογές που αυξάνουν τη δύναμη χωρίς να μεταβάλλουν σημαντικά την κατανάλωση οξυγόνου. (Villareal et al, 2017) Ο συνδυασμός ασκήσεων αντίστασης και αερόβιας άσκησης μπορούν να συμβάλλουν στην μείωση και την πρόληψη των συμπτωμάτων της σαρκοπενίας. (Jimenez et al, 2011)

Η άσκηση αποτελεί μία από τις αποτελεσματικότερες θεραπευτικές παρεμβάσεις προσφέροντας πολλά οφέλη και στην ψυχολογία, συμβάλλοντας στην διατήρηση της γνωστικής λειτουργίας, στη βελτίωση των συμπτωμάτων κατάθλιψης και συμπεριφοράς καθώς και στη βελτίωση του προσωπικού ελέγχου και αυτο-αποτελεσματικότητας. (Mazzeo et al, 1998)

#### **4.8 Ο ρόλος των ασκήσεων ισορροπίας, ιδιοδεκτικότητας και νευρομυϊκού συντονισμού**

Η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα και μια κακή ισορροπία μπορεί να οδηγήσουν σε μη ακριβή εντοπισμό της θέσης του σώματος, να αυξήσουν τον κίνδυνο των πτώσεων κατά τη διάρκεια λειτουργικών δραστηριοτήτων ή ακόμη και να προκαλέσουν εκφυλιστική νόσο των αρθρώσεων. (Ribeiro & Oliveira, 2007) Πολλές από τις πτώσεις οδηγούν σε μέτριους έως σοβαρούς τραυματισμούς ενώ ο ρυθμός θανάτου από αυτές έχει αυξηθεί σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία. Η άσκηση έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη συχνότητα πτώσης κατά 13% έως 40% γεγονός που έχει οδηγήσει σε μία συναίνεση μεταξύ των εμπειρογνομώνων ότι οι ηλικιωμένοι ενήλικες, ιδιαίτερα εκείνοι που κινδυνεύουν να πέσουν, πρέπει να τους προσφέρονται ασκήσεις που θα ενσωματώνουν στοιχεία ισορροπίας, βαδίσματος και ασκήσεις δύναμης. Ωστόσο, οι τρέχουσες κλινικές οδηγίες και οι συστάσεις δεν παρέχουν συγκεκριμένες συνταγές άσκησης. (Fuzhong et al, 2016) Αποτελέσματα από μελέτες δείχνουν ότι παράμετροι ισορροπίας και τεστ φυσικής απόδοσης είναι καλοί προγνωστικοί δείκτες για τον κίνδυνο πτώσεων σε ευπαθείς και προ-ευπαθείς πληθυσμούς ενώ οι δοκιμές βάδισης όχι τόσο. (Mohler et al, 2016) Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν την επιδείνωση της ιδιοδεκτικότητας με τη γήρανση. Η τακτική άσκηση φαίνεται να είναι αρκετά επωφελής όχι μόνο για την μυϊκή ενδυνάμωση αλλά και για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας διότι με την αύξηση της μυϊκής δύναμης θα υπάρξει και καλύτερος έλεγχος της κίνησης και επομένως θα ενισχυθεί και η ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης.

Πρώτος ο Sherrington το 1906 όρισε την ιδιοδεκτικότητα ως «η αντίληψη της κίνησης των αρθρώσεων και του σώματος καθώς και τη θέση του σώματος ή τμημάτων του σώματος στο χώρο». Σήμερα, ιδιοδεκτικότητα μπορεί να οριστεί ως η αθροιστική νευρική εισροή στο κεντρικό νευρικό σύστημα από εξειδικευμένες

νευρικές απολήξεις που ονομάζονται μηχανοϋποδοχείς. Οι μηχανοϋποδοχείς βρίσκονται στις αρθρώσεις, στις κάψουλες, στους συνδέσμους, στους μύες, στους τένοντες και στο δέρμα. Η ιδιοδεκτικότητα εκτιμάται γενικά με την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης και την αίσθηση της κίνησης των άκρων. Και τα δύο συστατικά της ιδιοδεκτικότητας είναι σημαντικά για την παραγωγή ομαλών και συντονισμένων κινήσεων, τη διατήρηση και τον έλεγχο στάσης του σώματος, την ισορροπία, την κινητική μάθηση και επανεκπαίδευση. Οι Ghez και Sainburg αλλά και οι Ghez et al χρησιμοποιώντας διάφορους ασθενείς τα στοιχεία τους έδειξαν ότι χωρίς ιδιοδεκτικότητα, η έναρξη της κίνησης καθυστερεί και ο σχηματισμός τροχιάς είναι μειωμένος και ανακριβής. (Ribeiro & Oliveira, 2007)

Ο συντονισμός και η ισορροπία των κινήσεων μειώνονται κατά τη διαδικασία της γήρανσης από την επιδείνωση της ιδιοδεκτικότητας. Το σωματοαισθητικό σύστημα και συγκεκριμένα, το ιδιοδεκτικό, εμπλέκονται αποφασιστικά στον αισθητηριακό έλεγχο της ισορροπίας. Οι Colledge et al, μελέτησαν τις σχετικές συνεισφορές της όρασης, της ιδιοδεκτικότητας και του αιθουσαίου συστήματος στην ισορροπία σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες και διαπίστωσαν ότι όλες οι ηλικίες των ομάδων ήταν περισσότερο εξαρτημένες από την ιδιοδεκτικότητα παρά από την όραση για τη διατήρηση της ισορροπίας. Έτσι, η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα μπορεί να συμβάλει στην πτώση. (Ribeiro & Oliveira, 2007) Αποτελέσματα από μελέτες δείχνουν ότι παράμετροι ισορροπίας και τεστ φυσικής απόδοσης είναι καλοί προγνωστικοί δείκτες για τον κίνδυνο πτώσεων σε ευπαθείς και προ-ευπαθείς πληθυσμούς ενώ οι δοκιμές βάδισης όχι τόσο. (Mohler et al, 2016) Οι Mion et.al., προσδιόρισαν την μειωμένη ιδιοδεκτικότητα ως συντελεστικό παράγοντα πτώσης μεταξύ των ασθενών σε μια αποκατάσταση και οι Camicioli et al, έδειξαν ότι η διακοπή της ιδιοδεκτικής εισόδου ήταν ο σημαντικότερος καθοριστικός παράγοντας στις επιδόσεις ισορροπίας σε άτομα άνω των 80 ετών. Μείωση της ιδιοδεκτικότητας των κάτω άκρων έχει συνδεθεί με προβλήματα ισορροπίας και έχει συσχετιστεί με την υψηλότερη συχνότητα πτώσεων η οποία αποτελεί σημαντική αιτία θανάτου σε ηλικιωμένους βάσει μελετών. Κύριοι παράγοντες κινδύνου για πτώση είναι η αυξημένη ηλικία, αδυναμία των μυών, η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας, οστεοπόρωση, χαμηλός δείκτης μάζας σώματος και προηγούμενο ιστορικό κατάγματος. (Stevens & Olson, 2000) Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν στρατηγικές για την βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας. Η τακτική φυσική δραστηριότητα θα μπορούσε να αποτελέσει

αποτελεσματικό εργαλείο για τη διατήρηση της ιδιοδεκτικότητας στα άτομα μεγάλης ηλικίας. (Ribeiro & Oliveira, 2007)

Τα τελευταία χρόνια έχει προταθεί μια πολυαισθητηριακή προσέγγιση, με την οποία τα οπτικοακουστικά ερεθίσματα παρέχουν στον ασθενή ανατροφοδότηση σχετικά με την αίσθηση και τη θέση του σώματος και έχουν αποδώσει εξαιρετικά αποτελέσματα. (Bellomo et al, 2009)

Επιπλέον αισθητηριακές πληροφορίες κατά τη διάρκεια της κίνησης με χρήση ανατροφοδότησης μπορεί να συμβάλουν στην βελτίωση της κίνησης. Ελλείμματα στο αιθουσαίο, το σωματοαισθητικό και το οπτικό σύστημα που συμβάλλουν στον έλεγχο της ισορροπίας, μπορεί να υποβοηθηθούν από την ανατροφοδότηση που χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο στην αισθητικοκινητική ολοκλήρωση του ΚΝΣ αφού τροποποιεί τις ενσωματωμένες αισθητηριακές πληροφορίες με σκοπό τη βελτίωση της κίνησης. (Zijlstra et al, 2010)

Μια συστηματική ανασκόπηση και μετά-ανάλυση επιχείρησε να δώσει απάντηση σχετικά με την διάρκεια που πρέπει να έχει μια συνεδρία ασκήσεων ισορροπίας, τη συχνότητα ανά βδομάδα και τον συνολικό όγκο της προπόνησης με σκοπό να βελτιωθεί η ισορροπία σε υγιείς ενήλικες άνω των 65 ετών. Οι αναλύσεις της έδειξαν ότι ένα αποτελεσματικό πρωτόκολλο ισορροπίας πρέπει να χαρακτηρίζεται από μία χρονική περίοδο προπόνησης 11-12 βδομάδων, με συχνότητα 3 συνεδρίες ανά βδομάδα, συνολικά δηλαδή 36-40 συνεδρίες, διάρκειας 31-45' λεπτών την προπόνηση και συνολικά 91-120' λεπτών τη βδομάδα. Η μελέτη παρέχει κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την χρονική διάρκεια και συχνότητα που πρέπει να ακολουθούν οι επαγγελματίες υγείας και να τονίσει την αναγκαιότητα μελετών να ενσωματώσουν συστηματικά δομημένα προγράμματα ισορροπίας. (Lesinski et al, 2015)

Μια άλλη συστηματική ανασκόπηση που περιλάμβανε 10 μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις των ασκήσεων ισορροπίας σε ευπαθείς ηλικιωμένους οι 8 από τις 10 έδειξαν ότι η ισορροπία βελτιώθηκε σημαντικά μετά από μία χρονική περίοδο σε πρόγραμμα άσκησης ισορροπίας. Η μέση βελτίωση ισορροπίας κυμάνθηκε από 5 μέχρι 80%. Σύμφωνα με τους Lord et al, οι 2 έρευνες που δεν έδειξαν βελτίωση ήταν λόγω του ότι οι ασκήσεις τους ήταν ανεπαρκείς σε ένταση και πράγματι οι ίδιες έρευνες αναφέρουν ότι οι ασκήσεις που χρησιμοποίησαν έδιναν έμφαση κυρίως στην κοινωνική αλληλεπίδραση και την ευχαρίστηση των ασθενών. (Cadore et al, 2013)

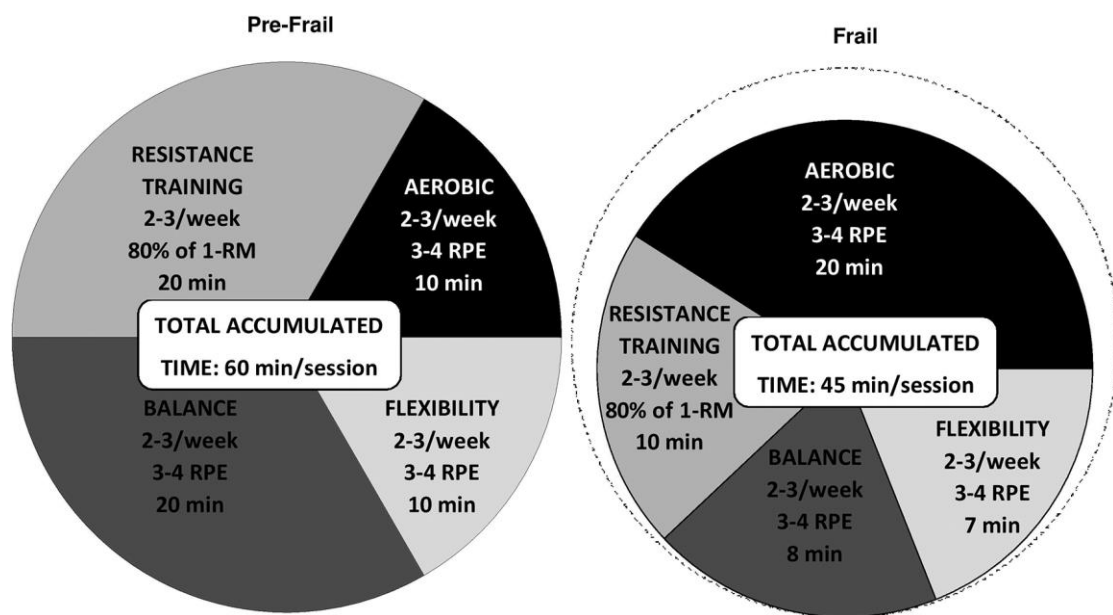


Ένα πρόγραμμα ισορροπίας θα πρέπει να περιλαμβάνει διάφορες αισθητηριακές ασκήσεις όπως τροποποιημένη στατική ισορροπία ποδιών, γραμμή βαδίσματος, ισορροπία με ένα πόδι και άλλες παρόμοιες. Πολλοί κλινικοί γιατροί παρακολουθούν στενά τους ασθενείς τους κατά την εκτέλεση τέτοιων ασκήσεων για την αποφυγή πτώσης. Σημαντική έμφαση αξίζει να δοθεί και σε ασκήσεις ευελιξίας (διατάσεις). Έρευνες έχουν δείξει ότι αυτές βελτιώνουν το ρυθμό βάδισης, την ταχύτητα, το μήκος των βημάτων καθώς και το εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου μετά από πρόγραμμα 10 εβδομάδων ασκήσεων διάτασης. Ενώ ένα πρόγραμμα ισορροπίας θεωρείται σημαντικό τόσο για τα άτομα προ-ευπάθειας όσο και για τα ευπαθή πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στους πρώτους καθώς αυτοί διατρέχουν τον υψηλότερο κίνδυνο πτώσης διότι περπατούν περισσότερη ώρα. Ένα πρόγραμμα ισορροπίας θα μπορούσε να εκτελεστεί μετά από πρόγραμμα αντίστασης ή ενσωματωμένο με την αντίσταση ή με πρόγραμμα διατάσεων και ευλιξίας. (Bray et al, 2016)

#### **4.9 Κριτήρια ένταξης σε πρόγραμμα άσκησης-Βασικές κατευθυντήριες οδηγίες**

Καθώς οι ασθενείς με σαρκοπενία είναι ηλικιωμένοι, η άσκηση πρέπει να γίνεται τηρουμένων κάποιων κριτηρίων. Αρχικά, ο ασκούμενος θα πρέπει να έχει πραγματοποιήσει ιατρικό έλεγχο, ώστε να υπάρχει έγκριση για άσκηση. Ακόμα, το επίπεδο της άσκησης θα πρέπει να είναι πάντα προσαρμοσμένο στο επίπεδο του ασκούμενου, ανάλογα με τη φυσική του κατάσταση και τη λειτουργικότητά του. Ένα πρόγραμμα αντιστάσεων έχει αποδειχτεί αρκετά ανεκτό και για τους ηλικιωμένους. Οι απαιτήσεις σε χρόνο και εξοπλισμό (π.χ βάρη, λάστιχα) θα πρέπει να είναι ήπιες, με συνεδρίες των 30 λεπτών, 2 φορές την εβδομάδα. (Lang et al, 2010) Σε αντίθεση με τα χημικά φάρμακα, η ελάχιστη δόση, η απόκριση δόσης και η μέγιστη ασφαλής δόση της σωματικής δραστηριότητας δεν είναι καλά κατανοητές. Τα οφέλη αυξάνονται με την αύξηση της άσκησης, αλλά πέρα από ένα ορισμένο επίπεδο, οι δυσμενείς επιδράσεις αντισταθμίζουν τα οφέλη. (Lee, 2007) Υπάρχει μια συνεχής συζήτηση για το πόσο, τι είδους, πόσο συχνά, ποια ένταση και πόσο μεγάλης διάρκειας θα πρέπει να είναι η σωματική δραστηριότητα. Αυτό είναι σημαντικό για την έκδοση συστάσεων για τη δημόσια υγεία. (Blair et al, 2004) Η συγκέντρωση των διαθέσιμων πληροφοριών μεταξύ των μελετών είναι δύσκολη, διότι οι ερευνητές έχουν μετρήσει την ένταση της άσκησης με διάφορους τρόπους και έχουν ταξινομήσει τη φυσική δραστηριότητα σύμφωνα με διαφορετικά σχήματα δόσεων

που συχνά είναι δύσκολο να συγκριθούν. (Lee, 2007) Τα επίπεδα έντασης της σωματικής δραστηριότητας μπορούν να εκφραστούν σε σχέση με την κατανάλωση οξυγόνου (VO<sub>2</sub>) ή με τον καρδιακό ρυθμό. (Warburton et al, 2006) Οι δραστηριότητες μέτριας έντασης είναι αυτές στις οποίες αυξάνεται ο καρδιακός ρυθμός και η αναπνοή και είναι δυνατόν να υπάρξει άνετη ομιλία (π.χ. μια γρήγορη βόλτα). Οι δραστηριότητες έντασης είναι εκείνες στις οποίες ο καρδιακός ρυθμός είναι υψηλότερος, η αναπνοή είναι βαρύτερη και η συνομιλία είναι πιο δύσκολη (π.χ. τρέξιμο). Η άσκηση χαμηλής έντασης (λιγότερο >45% της μέγιστης αερόβιας ισχύος) έχει συνδεθεί με βελτίωση της υγείας σε καρδιοπαθείς ασθενείς και έχει φανεί ότι το περπάτημα περίπου 2 ώρες τη βδομάδα συσχετίστηκε με μείωση πρόωρου θανάτου ανεξαρτήτως της ασθένειας. (Warburton et al, 2006) Έχει αποδειχθεί ότι η άσκηση στο 50% των συνιστώμενων επιπέδων (72 λεπτά μέτριας σωματικής άσκησης την εβδομάδα) φαίνεται να επαρκεί για να βελτιωθεί η φυσική κατάσταση. Ωστόσο, σε αυτή τη χαμηλή δόση άσκησης, οι καρδιαγγειακοί παράγοντες κινδύνου (αρτηριακή πίεση, λιπιδικό προφίλ και βάρος) δεν βελτιώνονται. (Church et al, 2007) Μια πρόσφατη ανασκόπηση προτείνει ότι η βέλτιστη συχνότητα για ένα πολυσύνθετο προπονητικό πρόγραμμα (αερόβια, αντιστάσεις, ασκήσεις ισορροπίας και διατάσεις) θα πρέπει να είναι 2-3 φορές την εβδομάδα γιατί λιγότερες από 2 δεν θα ήταν δυνατόν να βελτιωθεί η αντοχή του ασθενούς ενώ πάνω από 3 θα οδηγούσε σε υπερπροπόνηση. Η διάρκεια κάθε συνεδρίας θα πρέπει να κυμαίνεται στα 30-45 λεπτά για ευπαθείς ηλικιωμένους και στα 45-60 για προ-ευπαθείς. Ωστόσο οι κλινικοί θα πρέπει να προσαρμόσουν τη διάρκεια της άσκησης αναλόγως με τις αντοχές του κάθε ατόμου ξεχωριστά. Όσον αφορά το είδος της άσκησης καλύτερα αποτελέσματα φαίνεται να έχει ένα συνδυαστικό πρόγραμμα ασκήσεων σε ευπαθείς ηλικιωμένους από την επικέντρωση σε ένα μόνο είδος άσκησης. Κι αυτό γιατί η χρήση πολλών διαφορετικών τύπων άσκησης επιτρέπει στα άτομα να ξεπεράσουν όλων των ειδών τα ελλείματα που αντιμετωπίζουν. Τέλος, καλό θα ήταν κάθε φορά να υπάρχει πρόγραμμα προθέρμανσης και αποθεραπείας. Ωστόσο, όλα αυτά τα στοιχεία είναι ενδεικτικά και θα πρέπει να εκτελείται ένα ειδικό πρόγραμμα άσκησης προσαρμοσμένο στις ατομικές ανάγκες του καθενός. Αξίζει να τονιστεί ότι οι συστάσεις για άσκηση θα πρέπει να διαχωρίζονται μεταξύ ευπαθών και προ-ευπαθών ηλικιωμένων καθώς και για τους υγιείς στους οποίους η ένταση της άσκησης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη για να έχουν τα βέλτιστα αποτελέσματα στην υγεία τους. (Bray et al, 2016)



Εικόνα:4.9 Ενδεικτικό πρόγραμμα άσκησης. (Τροποποιημένο από Bray et al, 2016)

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

#### 5.1 Σκοπός κλινικών ερευνών

Κύριος σκοπός αυτών των κλινικών μελετών είναι να διερευνήσουν κατά πόσο ένα πρόγραμμα άσκησης είτε αεροβικής είτε αντιστάσεων επιδρά θετικά στη διατήρηση μυϊκής μάζας, στη βελτίωση της φυσικής απόδοσης και γενικότερα στην ποιότητα ζωής σαρκοπενικών ασθενών. Αν και ελάχιστες μελέτες έχουν διεξαχθεί γύρω από αυτό το θέμα λόγω έλλειψης δείγματος, σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει προσπάθεια ευρύτερης διερεύνησης του θέματος.

#### 5.2 Ανάλυση κλινικών ερευνών

Παρακάτω θα αναλυθούν 6 έρευνες όσον αφορά κυρίως την επίδραση της άσκησης σε σαρκοπενικούς ασθενείς από τις οποίες μία εξετάζει και τη συσχέτιση της σωματικής δραστηριότητας με την συχνότητα εμφάνισης της σαρκοπενίας και άλλη μία ξεχωριστά την άσκηση ως παρέμβαση και με συνδυασμό άσκησης και συμπληρώματα διατροφής.

- 1) Η μελέτη των Hassan et al, (2015) έχει ως σκοπό να διερευνήσει την επίδραση των ασκήσεων με αντιστάσεις σε ασθενείς με σαρκοπενία που διαμένουν σε εγκαταστάσεις νοσηλείας (γηροκομεία). Συμμετείχαν συνολικά 42 άτομα ηλικίας  $85,9 \pm 7,5$  χρόνια, ο χρόνος παραμονής τους στα κέντρα φροντίδας ήταν  $707,1 \pm 707,5$  ημέρες και τα οποία χωρίστηκαν σε 2 ομάδες άσκησης (EX) και ελέγχου (CON) με 21 άτομα ανά ομάδα. Από αυτά τα άτομα καθαρή σαρκοπενία είχαν τα 15 (6 στην ομάδα EX και 9 στην CON). Συνολικά από τους 42 οι 15 είχαν χαμηλή μυϊκή μάζα, 34 χαμηλή μυϊκή δύναμη και 37 χαμηλή φυσική απόδοση.

Μέθοδος: Η σαρκοπενία μετρήθηκε βασισόμενη στα κριτήρια EWGSOP, η μυϊκή δύναμη με δυναμόμετρο χειρολαβής Jamar και η φυσική απόδοση με την κλινική δοκιμασία SPPB. Η ομάδα EX πραγματοποίησε ένα προοδευτικό πρόγραμμα άσκησης αντιστάσεων και ισορροπίας, 2 φορές την εβδομάδα, μέχρι 50 ώρες σε διάστημα 6 μηνών ενώ η ομάδα CON συνέχισε τη συνηθισμένη ρουτίνα. Η εκπαίδευση αντίστασης έγινε με αεροπνευματικό εξοπλισμό ειδικά σχεδιασμένο να χρησιμοποιείται από ηλικιωμένους με

αναπηρίες. Οι ασκήσεις που έγιναν ήταν έκταση αγκώνα και ώμου (βουτιά), πρέσσα ποδιών (πίεση), κάμψη-έκταση γόνατος, απαγωγή-προσαγωγή ισχίου, κοιλιακοί και ραχιαίοι. Στους συμμετέχοντες δόθηκαν οδηγίες να εκτελέσουν 2-3 σετ την κάθε άσκηση με αντίσταση που θα μπορούσαν να κάνουν 10-15 επαναλήψεις με ρυθμό ταχύτητας 12-14 στην κλίμακα Borg. Οι ασκήσεις ισορροπίας περιλάμβαναν ανύψωση πτέρνας και δαχτύλων, γρήγορο βηματισμό σε διάφορες κατευθύνσεις, μονοποδική στήριξη, στατική ισορροπία, περπάτημα στις μύτες των ποδιών και σύνθετες δραστηριότητες βηματισμού. Η ένταση στις ασκήσεις αντίστασης αυξήθηκε μεγαλώνοντας το βάρος όταν ο ασθενής θα μπορούσε να εκτελέσει άνετα 3 σετ των 10 επαναλήψεων ή αφήνοντας το ίδιο βάρος και κάνοντας 3 σετ των 15 επαναλήψεων ενώ στις ασκήσεις ισορροπίας υπήρξε προοδευτικότητα μειώνοντας την στήριξη των χεριών, μικραίνοντας τη βάση στήριξης και αυξάνοντας την ταχύτητα βάδισης. Η κάθε συνεδρία διαρκούσε περίπου 1 ώρα με παρακολούθηση από ειδικό εκπαιδευτή για την ασφάλεια και καθοδήγηση των ατόμων.

Αποτελέσματα: έδειξαν ότι στο follow-up που ακολούθησε η επικράτηση σαρκοπενίας παρέμεινε ίδια στην ομάδα άσκησης ενώ αυξήθηκε στην ομάδα ελέγχου (από 42,9% σε 52,4%). Ακόμη η  $\chi^2$  ανάλυση έδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων όσον αφορά τα άτομα με χαμηλή μυϊκή δύναμη (EX=12 CON=20) και χαμηλή φυσική απόδοση (EX=15 CON=21). Στα άτομα με σαρκοπενία δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Επίσης μεταξύ των 2 γκρουπ η ομάδα EX εμφάνισε σημαντική μείωση BMI και βάρος σώματος, αύξηση στη δύναμη και μεγαλύτερη ταχύτητα βηματισμού σε σύγκριση με την ομάδα CON που παρουσίασε αρνητικές τάσεις σε όλες τις συνιστώσες της σαρκοπενίας και μία αύξηση στον αριθμό των σαρκοπενικών ατόμων.

- 2) Στη μελέτη των Liu et al, (2014) διερευνάται κατά πόσο άτομα με σαρκοπενία μπορούν να βελτιώσουν τη φυσική τους απόδοση μετά από παρέμβαση άσκησης και αν η επικράτηση σαρκοπενίας επηρεάζει την συμμετοχή τους σε πρόγραμμα άσκησης. Συνολικά 177 άτομα ηλικίας 70-89 ετών ικανά να περπατήσουν 400 μ. σε ίσο ή λιγότερο χρόνο των 15' με καθιστική ζωή και σκορ <10 στο SPPB συμμετείχαν σε πρόγραμμα άσκησης διάρκειας 12-18 μηνών. Από τα 177 άτομα μόνο τα 33 έδειξαν οι μετρήσεις πως είναι σαρκοπενικοί.

Μέθοδος: Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν DXA στην αρχή για την ύπαρξη σαρκοπενίας και μετά από 12 μήνες έγινε αξιολόγηση με το πυκνόμετρο HologicQDR 4500. Εκτελέστηκαν επίσης και δοκιμασίες φυσικής απόδοσης όπως είναι το SPPB και η κλινική δοκιμασία ταχύτητα βάρδισης 400 μ. Η οστική μάζα, η λιπώδης και η άπαχη ποσοτικοποιήθηκαν στο WakeForestUniversity. Τα άτομα τυχαιοποιήθηκαν σε 2 ισόποσες αναλογικά ομάδες σαρκοπενικών και μη, από τις οποίες στη μία θα υπήρχε φυσική δραστηριότητα (PA) και στην άλλη οι συμμετέχοντες θα παρακολουθούσαν σεμινάρια με θέματα υγείας όπως διατροφή (SA). Στην πρώτη ομάδα (PA) τα άτομα υποβλήθηκαν σε ένα συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης που περιλάμβανε αεροβική, ασκήσεις δύναμης, ισορροπίας και ευελιξίας με το περπάτημα να αναφέρεται ως κύρια δραστηριότητα. Τις πρώτες 8 εβδομάδες οι συνεδρίες γίνονταν 3 φορές την εβδομάδα υπό επίβλεψη ειδικού. Από τις 9-24 εβδομάδες οι συνεδρίες ήταν 2 φορές την εβδομάδα ενώ από τις 24 και μετά άρχισαν να εκτελούν μόνοι τους πρόγραμμα άσκησης στο σπίτι με προαιρετική συνεδρία εβδομαδιαίως. Το τελευταίο διάστημα υπήρχε τηλεφωνική επικοινωνία για ενθάρρυνση και τήρηση του προγράμματος και τους δόθηκε οδηγία να εκτελούνται οι ασκήσεις σε μέτριο βαθμό στην κλίμακα Borg. Στη δεύτερη ομάδα (SA) τις πρώτες 24 εβδομάδες οι συμμετέχοντες παρακολουθούσαν σεμινάρια μια φορά την εβδομάδα και από την 25<sup>η</sup> και μετά έγιναν ανά μήνα. Στο τέλος κάθε συνεδρίας έκαναν ήπιες διατάξεις άνω άκρων για περίπου 5-10 λεπτά.

Αποτελέσματα: έδειξαν πως ο μέσος όρος BMI ήταν χαμηλότερος στους σαρκοπενικούς γενικά και των 2 ομάδων ( $26,9 \pm 3,7$ ) απ'ότι στους μη σαρκοπενικούς ( $30,0 \pm 3,4$ ). Το ίδιο και η δύναμη χειρολαβής. Στους 6 μήνες πραγματοποιήθηκε followup στην δοκιμασία SPPB με σκορ 9,1 για την ομάδα άσκησης (PA) και 8,5 για την ομάδα (SA). Όσον αφορά μόνο τους σαρκοπενικούς ασθενείς επίσης παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων με σκορ 9,5 για την (PA) και 8,3 για την (SA) από 7,4 που ήταν αρχικά και στις 2 ομάδες πριν από τις παρεμβάσεις όμως στους 12 μήνες παρατηρήθηκε μία μείωση στο σκορ με τιμές (PA) 8,7 και (SA) 8,3. Το ίδιο όμως συνέβη και στους μη σαρκοπενικούς. Τα αποτελέσματα από την δοκιμασία ταχύτητα βάρδισης 400μ. στους 6 μήνες ήταν 0,96 m/s για την ομάδα άσκησης και 0,95 m/s για την ομάδα επιτυχούς γήρανσης (ελέγχου) ενώ στους 12 μήνες ήταν

0,95 m/s και 0,91 m/s αντίστοιχα. Μεταξύ των σαρκοπενικών και των 2 ομάδων δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στους 6 μήνες σε αντίθεση με τους 12 μήνες που στατιστικά οι σαρκοπενικοί της (PA) ομάδας είχαν ταχύτητα βάδισης 0,93 m/s και οι σαρκοπενικοί της (SA) ομάδας 0,89 m/s. Καταλήγοντας, ενώ μεγάλες βελτιώσεις φάνηκαν στο σκορ SPPB στους 6 μήνες έπειτα παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση. Αυτό μπορεί να συνέβη λόγω του ότι το πρόγραμμα άσκησης μεταφέρθηκε μετά από κάποιο διάστημα στο σπίτι χωρίς την επίβλεψη κάποιου ειδικού.

- 3) Στη μελέτη των Mijnaerends et al, (2016) εξετάζεται η συσχέτιση της σωματικής δραστηριότητας με τη συχνότητα εμφάνισης της σαρκοπενίας σε ηλικιωμένους για περίοδο 5 ετών. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τη μελέτη AGES-Reykjavic. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 2309 άτομα από τα οποία οι 169 ήταν σαρκοπενικοί. Ο μέσος όρος των συμμετεχόντων ήταν 74,9 χρόνια με το 57,8% να είναι γυναίκες.

Μέθοδος: Για την αναγνώριση των σαρκοπενικών ασθενών χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια του EWGSOP. Αυτά ήταν μέτρηση μυϊκής μάζας (CTscan μέσου μηρού), ισομετρική δύναμη χειρός (μηχανοκίνητο δυναμόμετρο) και ταχύτητα βάδισης 6μ. Η φυσική δραστηριότητα αξιολογήθηκε απαντώντας το κάθε άτομο σε ένα ειδικό ερωτηματολόγιο (MVPA) σχετικά με το πόσες ώρες την εβδομάδα έκανε το κάθε άτομο μέτριο βαθμό άσκησης τους τελευταίους 12 μήνες. Έγινε στατιστική ανάλυση με τη χρήση  $\chi^2$  test και t-test ώστε να γίνει σύγκριση των χαρακτηριστικών σαρκοπενικών και μη. Για να διερευνηθεί η συσχέτιση φυσικής δραστηριότητας με την εμφάνιση σαρκοπενίας χρησιμοποιήθηκε λογιστική παλινδρόμηση που συμμετείχαν μόνο οι μη σαρκοπενικοί (2140 άτομα) χωριζόμενοι σε 2 ομάδες που η ομάδα 1 αφορούσε ηλικία, φύλο, εκπαίδευση και οικογενειακή κατάσταση και η ομάδα 2 το BMI, κάπνισμα, συννοσηρότητες συμπτώματα κατάθλιψης, απώλεια βάρους και γνωστική λειτουργία. Η συσχέτιση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και σαρκοπενικών παραμέτρων (μυϊκή μάζα, δύναμη λαβής, ταχύτητα περπατήματος) έγινε με τη πολυπαραγοντική γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης και πραγματοποιήθηκαν 2 αξιολογήσεις μία στην αρχή και μία μετά το πέρασμα 5 ετών.

Αποτελέσματα: έδειξαν ότι η επικράτηση της σαρκοπενίας από 7,3% (n=169) που ήταν στην αρχή της συμμετοχής αυξήθηκε στο 16,8% (n=389) στο

follow-up. Ακόμη, αναλύσεις έδειξαν ότι οι σαρκοπενικοί ηλικιωμένοι συμμετέχουν λιγότερο σε προγράμματα μέτριου βαθμού άσκησης ή και καθόλου από τους μη σαρκοπενικούς. Το ποσοστό εμφάνισης της σαρκοπενίας σε ηλικιωμένους που δεν συμμετέχουν ποτέ σε πρόγραμμα άσκησης είναι 14,8% (n=799), σε μέτριο βαθμό άσκησης 10,4%(n=527) και σε υψηλό βαθμό 9,0%(n=814). Επιπλέον, στην ομάδα 1 η μεγάλη ηλικία φάνηκε να είναι σημαντικά συνδεδεμένη με την εμφάνιση της σαρκοπενίας και στην 2 το χαμηλό BMI και η κακή γνωστική λειτουργία. Συμπερασματικά, το γεγονός ότι η φυσική δραστηριότητα αξιολογήθηκε με βάση ένα ερωτηματολόγιο, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση του βαθμού άσκησης για το κάθε άτομο. Ωστόσο, οι ερευνητές της μελέτης πιστεύουν ότι το ερωτηματολόγιο δείχνει με ακρίβεια το βαθμό άσκησης του κάθε ατόμου.

- 4) Η μελέτη των Kim et al, (2012) έχει ως κύριο στόχο να εξετάσει την αποτελεσματικότητα της άσκησης και τα συμπληρώματα αμινοξέων για την αύξηση μυικής μάζας και δύναμης σε σαρκοπενικές ηλικιωμένες γυναίκες. Ενώ οι 304 γυναίκες από τις 1377 που δέχτηκαν να συμμετάσχουν στην έρευνα διαγνώστηκαν ως σαρκοπενικές μόνο οι 155 από τις 304 τελικά παρέμειναν, αφού οι υπόλοιπες αποκλείστηκαν λόγω πόνου στο γόνατο, στη πλάτη ή είχαν κλονισμένη κινητικότητα. Έπειτα από την αρχική αξιολόγηση το δείγμα χωρίστηκε τυχαιοποιημένα σε 4 ισοδύναμες ομάδες.

Μέθοδος: Η Α ομάδα (n=38) θα ακολουθούσε πρόγραμμα άσκησης σε συνδυασμό με συμπλήρωμα αμινοξέων, η Β ομάδα (n=39) μόνο άσκηση, η Γ ομάδα (n=39) θα λάμβανε μόνο συμπλήρωμα αμινοξέων και η Δ ομάδα (n=39) θα ήταν ομάδα ελέγχου. Οι μετρήσεις των αποτελεσμάτων έγιναν σύμφωνα με δεδομένα που συλλέχθηκαν από συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν, από τη σύνθεση του σώματος που αξιολογήθηκε μέσω BIA και τεστ φυσικής απόδοσης (ταχύτητα βάρδισης και δύναμη έκτασης γόνατος) στην αρχή και έπειτα από 3 μήνες παρέμβασης. Όσον αφορά τις παρεμβάσεις, στις ομάδες άσκησης δόθηκε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα μέτριας έντασης 60 λεπτά ανά συνεδρία για 2 φορές την εβδομάδα για 3 μήνες. Κάθε συνεδρία περιλάμβανε 5 λεπτά προθέρμανση, 30 λεπτά διατάσεις 20 λεπτά ισορροπία και βάρδιση και 5 λεπτά κρυοθεραπεία. Από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να εκτελέσουν μέχρι 8 επαναλήψεις την κάθε άσκηση και όταν η άσκηση θα ολοκληρωνόταν χωρίς κάποια ιδιαίτερη κόπωση θα



αυξάνονταν η αντίσταση μέσω της χρήσης λάστιχων και τοποθέτηση βάρους στους αστραγάλους. Η ένταση διατηρήθηκε περίπου στο 12-14 της κλίμακας Borg. Στις ομάδες που δόθηκαν συμπληρώματα αμινοξέων (42% λευκίνη, 14% λυσίνη, 10,5% βαλίνη, 10,5% ισολευκίνη, 10,5% θρεονίνη, 7% φενιλαλανίνη και 5,5% άλλα) τους δόθηκαν οδηγίες να βάζουν 3 γρ συμπληρώματος σε νερό ή γάλα 2 φορές την ημέρα (άρα 6γρ ανά ημέρα) για 3 μήνες. Η Δ ομάδα συμμετείχε σε σεμινάρια υγείας 1 φορά το μήνα για 3 μήνες και τους ζητήθηκε να ακολουθήσουν το συνηθισμένο τρόπο ζωής τους χωρίς κάποια αλλαγή.

Αποτελέσματα: έδειξαν ότι ο μέσος όρος παρακολούθησης κατά τη διάρκεια της 3-μηνιαίας παρέμβασης ήταν A =70,3%, B=80,5%, Γ=72,2% και Δ=71,8%. Ωστόσο, 11 συμμετέχοντες (A=4, B=3, Γ=2, Δ=2) δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν την 3μηνη παρέμβαση λόγω απρόσμενων συμβάντων όπως για παράδειγμα νοσηλεία σε νοσοκομείο ή φροντίδα συζύγου. Συγκρίνοντας αλλαγές στη σύνθεση του σώματος και στην λειτουργική απόδοση των ομάδων προ και μετά παρέμβασης υπήρξε μια σημαντική επίδραση στην μυϊκή μάζα των κάτω άκρων, στη συνήθη ταχύτητα βάρδισης και στην δύναμη έκτασης του γόνατος με την A ομάδα να υπερνικάει την Δ. Σημαντικές αλλαγές στη μυϊκή μάζα των ποδιών βρέθηκε να υπάρχουν και στην ομάδα B ενώ στην ταχύτητα βάρδισης θετικές αλλαγές παρατηρήθηκαν μόνο στις πρώτες 3 ομάδες και όχι στη Δ. Ενώ η δύναμη έκτασης του γόνατος βελτιώθηκε σημαντικά στην ομάδα A (άσκηση και συμπλήρωμα διατροφής) δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στις υπόλοιπες ομάδες. Τέλος, όσον αφορά τον τύπο της παρέμβασης αλλαγές μυϊκής μάζας σε συνδυασμό με βελτίωση φυσικής απόδοσης παρατηρήθηκαν μόνο στην ομάδα A (με αύξηση μυϊκής μάζας ποδιών και δύναμης έκτασης γόνατος, αύξηση μυϊκής μάζας ποδιών και βελτίωση ταχύτητας βάρδισης). Συμπερασματικά, αυτή η μελέτη έδειξε ότι η περιφερική μυϊκή μάζα των άκρων, η ταχύτητα βάρδισης και η αύξηση δύναμης βελτιώθηκε μόνο με συνδυασμό άσκησης και συμπλήρωσης αμινοξέων απ'ότι με ξεχωριστές παρεμβάσεις.

- 5) Στην έρευνα του Artigas et al, (2016) συμμετείχαν εκατό σαράντα έξι παχύσαρκες γυναίκες με δείκτη μάζας σώματος (BMI)  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  και λιπαρή μάζα  $\geq 40\%$ . Συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα μείωσης βάρους που έλαβε μέρος σε μία κλινική στο Bondigoux στην Γαλλία. Οι συμμετέχοντες έδωσαν

γραφτή συγκατάθεση για τη χρήση δεδομένων μέτρησης. Δεν συμμετείχαν στην έρευνα όσες γυναίκες έπασχαν από καρδιοπάθειες, ενδοκρινικές διαταραχές που μπορούσαν να προκαλέσουν ακανόνιστους κύκλους εμμηνόρροιας ή ορθοπεδικούς περιορισμούς που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη σωματική δραστηριότητα. Γυναίκες που λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή καθώς και μετεμμηνοπαυσικές γυναίκες που λάμβαναν θεραπεία. Η μελέτη αυτή εγκρίθηκε από την Τοπική επιτροπή ηθικής της κλινικής du Chateau de Vernes στο Bondigoux της Γαλλίας.

Μέθοδος: Το σωματικό βάρος μετρήθηκε με ακρίβεια 0,1 kg χρησιμοποιώντας μια ηλεκτρονική ζυγαριά. Το ύψος μετρήθηκε με ακρίβεια στο 0,5 cm στο επίπεδο της κεφαλής, χρησιμοποιώντας μία ταινία μέτρησης στερεωμένη τον τοίχο. Η λιπαρή και άπαχη μάζα μετρήθηκαν με μία πρότυπη συσκευή βιοαντίστασης (Bodystat 1500, Isle of Man, Ηνωμένο Βασίλειο). Ο δείκτης της άπαχης μάζας ( $LMI \text{ kg/ m}^2$ ) υπολογίστηκε διαιρώντας τη συνολική άλιπη μάζα ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{m}^2$ ). Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν νωρίς το πρωί μετά από μία γρήγορη νυχτερινή διανυκτέρευση με τους συμμετέχοντες να ξεκουράζονται για 10 με 15 λεπτά πριν από την μέτρηση.

Τα μέτρα ανθρωπομετρίας και της σύνθεσης του σώματος πραγματοποιήθηκαν δύο φορές και στη συνέχεια κατά μέσο όρο. Οι γυναίκες που παρουσίασαν χαμηλότερο LMI ( $n=50$ ) θεωρήθηκαν ως σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες (SO) ενώ εκείνες που παρουσίασαν υψηλότερο LMI ( $n=50$ ) ως μη σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες (N-SO).

Συλλέχθηκαν δείγματα αίματος μετά από δωδεκάωρη γρήγορη νυχτερινή διανυκτέρευση και μία περίοδο ανάπαυσης 15 λεπτών. Οι ασθενείς έπρεπε να παραμείνουν αδρανείς για 60 ώρες πριν την δειγματοληψία αίματος για να αποκλειστεί οποιαδήποτε οξεία επίδραση της άσκησης στο μεταβολικό προφίλ των ασθενών. Η λιπαρή χοληστερόλη, η τριγλυκερόλη και η λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας-HDL προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τυποποιημένες εργαστηριακές δοκιμές σε αυτόματο σύστημα (COBA MIRA PLUS (Roche Diagnostics)). Οι συγκεντρώσεις της λιπαρής χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (LDL χοληστερόλη) εκτιμήθηκαν με τη χρήση του Freidewald. Επιπλέον, μετρήθηκε η συστολική και διαστολική πίεση του

αίματος (BP) σε κατάσταση ηρεμίας μετά από μία περίοδο ανάπαυσης 10 λεπτών με τη χρήση μιας αυτοματοποιημένης μονάδας περιπατητικής φροντίδας. Οι μετρήσεις της συστολικής και διαστολικής πίεσης λαμβάνονταν δύο φορές σε διαστήματα 5 λεπτών και το αποτέλεσμα ήταν ο μέσος όρος και των δύο μετρήσεων. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το t-test για την σύγκριση των σαρκοπενικών παχύσαρκων γυναικών SO και των μη σαρκοπενικών παχύσαρκων N-SO κατά την έναρξη και το τέλος του προγράμματος. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης του συστήματος ANOVA πριν και μετά το πρόγραμμα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε μέσω το προγράμματος SPSS 17.0.

Συνδυασμός σωματικής άσκησης και προγράμματος διατροφής καθώς και ψυχολογική υποστήριξη 6 ημέρες/ εβδομάδα για 3 εβδομάδες ήταν το πρόγραμμα που ακολουθήθηκε. Σύμφωνα με το πρόγραμμα όλες οι γυναίκες είχαν 4 γεύματα / ημέρα (πρωινό, μεσημεριανό, σνακ και δείπνο), ένα τυποποιημένο πρόγραμμα διατροφής που υπολογίζεται  $1.400 \pm 200$  kcal/ ημέρα σύμφωνα με την συνηθισμένη θερμιδική πρόληψη και την αίσθηση της πείνας των ασθενών. Το διαιτητικό πρόγραμμα αποτελούνταν από: 20-25% πρωτεΐνες, 25-30% λιπίδια (κορεσμένα λιπαρά οξέα) και 50-55% υδατάνθρακες. Επίσης, παρακολούθησαν ένα πρόγραμμα φυσικής κατάρτισης με κύκλο ergometer και περπάτημα 1 ώρα/ ημέρα για 6 ημέρες/ εβδομάδα για 3 εβδομάδες. Ο έλεγχος των καρδιακών ρυθμών HR γινόταν με τη χρήση μετρητή (Polar,FS1 τύπου). Η ένταση της άσκησης καθορίστηκε στο 50% του μέγιστου HR.

Αποτελέσματα: Αρχικά, οι σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες SO λόγω μεγαλύτερης ηλικίας από τις μη σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες N-SO παρουσίαζαν χαμηλότερο σωματικό βάρος, BMI και LMI. Μετά την εφαρμογή του προγράμματος, σύμφωνα με την ανάλυση της διακύμανσης του συστήματος ANOVA το σωματικό βάρος, το BMI και η λιπαρή μάζα μειώθηκαν και στις δύο ομάδες. Το LMI μειώθηκε στις μη σαρκοπενικές παχύσαρκες και όχι στις σαρκοπενικές παχύσαρκες παρόλο της μεγαλύτερης ηλικίας της τελευταίας. Η ολική χοληστερόλη, HDL και LDL και η συστολική πίεση μειώθηκαν και στις δύο ομάδες. Συμπερασματικά ένα καλό θεσμοθετημένο πρόγραμμα διατροφής σε συνδυασμό με αερόβια άσκηση

μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της λιπώδους μάζας και του λιπιδικού-λιποπρωτεϊνικού προφίλ των σαρκοπενικών παχύσαρκων γυναικών χωρίς να επιδεινωθεί το σαρκοπενικό τους προφίλ.

- 6) Στη παρούσα κλινική δοκιμή του Liao et al, (2017) επιλέχθηκαν σαράντα έξι σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες οι οποίες συμμετείχαν σε ένα πρωτόκολλο άσκησης το οποίο πραγματοποιήθηκε στο κέντρο αποκατάστασης του νοσοκομείου Shuang Ho στο ιατρικό πανεπιστήμιο της Ταπέϊ. Όλοι οι ασθενείς γράφτηκαν στο πρόγραμμα κατόπιν ενημέρωσης και συγκατάθεσης από τον Απρίλιο του 2015 μέχρι τον Ιανουάριο του 2016. Τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες: μία πειραματική ομάδα EG (n=25) η οποία έλαβε ασκήσεις αντίστασης και μία ομάδα ελέγχου CG (n=21) με βάση την ηλικία. Χρησιμοποιήθηκε ένα πρότυπο ιατρικό γράφημα προκειμένου να εξεταστούν οι επικρατούσες συννοσηρότητες και οι βαθμολογίες αυτών υπολογίστηκαν με την χρήση μίας σειριακής αρθρικής κλίμακας ασθενειών (Cumulative Illness Rating Scale (CIRS) ). Εξαιρέθηκαν από τη μελέτη όσοι διαγνώστηκαν με σαρκοπική παχυσαρκία και χαρακτηρίζονταν από ελάχιστα ελεγχόμενη υπέρταση με τη χρήση φαρμάκων, με μεταλλικά εμφυτεύματα, με καρδιαγγειακή και πνευμονική νόσο καθώς και νευρολογικές βλάβες και διαταραχές. Η μελέτη εγκρίθηκε από το κοινό θεσμικό όργανο του διοικητικού συμβουλίου του ιατρικού πανεπιστημίου της Ταπέϊ. Τα κριτήρια για τη διάγνωση της σαρκοπενίας που χρησιμοποιήθηκαν, βασίστηκαν στα κριτήρια της Ευρωπαϊκής Ομάδας Εργασίας σε Σαρκοπενία στους Ηλικιωμένους (EWGSOP).

Μέθοδος: Αρχικά, αξιολογήθηκε η συνολική μάζα των σκελετικών μυών (TSM) μέσω μίας συσκευής 8-πολικής βιοηλεκτρικής σύνθετης αντίστασης που χρησιμοποιεί ρεύμα πολλών συχνοτήτων (Inbody 220, Bioscape) προκειμένου να διαγνωσθεί γρήγορα και εύκολα η πιθανή σαρκοπενία. Το TSM μετατράπηκε σε δείκτη μάζας των σκελετικών μυών SMI λόγω της έλλειψης πρότυπου SMI για τον συγκεκριμένο τοπικό πληθυσμό. Η τιμή SMI που χρησιμοποιήθηκε για τον τοπικό πληθυσμό νεαρών γυναικών ήταν 7,88 kg/m<sup>2</sup>. Τιμή αποκοπής του SMI μικρότερη από 7,15 kg/m<sup>2</sup> ορίστηκε ως προσαρκοπενία. Άτομα με προσαρκοπενία και σαρκοπενία συμμετείχαν στην έρευνα. Μετά την βασική γραμμή και το τέλος του προγράμματος,

αξιολογήθηκαν με τη χρήση ακτίνων X διπλής ενέργειας (Hologic QDR-1000/W), η άλιπη μάζα, η άλιπη μάζα του κατω άκρου, το απόλυτο ολικό λίπος και το BF%.

Η μέτρηση της μυϊκής δύναμης έγινε χρησιμοποιώντας ένα τυποποιημένο υδραυλικό δυναμομετρικό χέρι (Baseline Digital, Fabrication Enterprises) στο κυρίαρχο άνω άκρο των ασθενών. Επιπλέον, η μέγιστη ισομετρική ισχύς των τετρακεφάλων στο κυρίαρχο κάτω άκρο αξιολογήθηκε με τη χρήση χειροκίνητου δυναμόμετρου (Microfet 3, Hoggan Health Industries). Παράλληλα, αξιολογήθηκε η ποιότητα των μυών (MQ) του άνω και κάτω άκρου. Το MQ του άνω άκρου υπολογίστηκε διαιρώντας την αντίστοιχη αντοχή λαβής (kg) από την άκαμπτη μάζα του βραχίονα (kg). Το MQ του κάτω άκρου υπολογίστηκε διαιρώντας την αντίστοιχη αντοχή τετρακέφαλων (N) από την άκαμπτη μάζα των ποδιών (kg). Η φυσική ικανότητα αξιολογήθηκε μέσα από λειτουργικές δοκιμασίες όπως την μονοποδική στήριξη (single- leg stance test), τη μέτρηση του χρόνου που απαιτείται για την ανύψωση του σώματος στην όρθια θέση και επαναφορά (time chair rise test), τη ταχύτητα βάρδισης (Time-up-and-go test).

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν Chi-square tests προκειμένου να προσδιοριστούν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως ηλικία, βάρος, δείκτη μάζας σώματος, επικρατούσες συννοσηρότητες και οι βαθμολογίες CRIS και στις δύο ομάδες και η ανάλυση Pearson προκειμένου να προσδιοριστούν οι διαφορές στην σχέση της σύνθεσης του σώματος και τα αποτελέσματα της φυσικής ικανότητας. Στα αποτελέσματα των συγκρίσεων  $P < 0,05$  θεωρήθηκαν στατιστικά σημαντικά και παρουσιάζονται με το μέσο όρο SD. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε μέσω του προγράμματος SPSS 17.0. Στη βασική γραμμή και στον τελευταίο έλεγχο οι ασθενείς με βάση τα δεδομένα κατατάχτηκαν σε ομάδες έχοντας χαμηλή μυϊκή μάζα, χαμηλή μυϊκή δύναμη ή χαμηλή φυσική απόδοση. Τα δεδομένα προκύπτουν από την δύναμη χειρολαβής και τα λειτουργικά τεστ που πραγματοποιήθηκαν.

Πραγματοποιήθηκε πρόγραμμα ασκήσεων αντίστασης (RET) με τη χρήση προϊόντων Theraband. Συγκεκριμένα, ελαστικές ζώνες με χρώματα όπως κίτρινο, κόκκινο, πράσινο, μπλέ, μαύρο και ασημί. Η διαφορά των χρωμάτων υποδηλώνει τον βαθμό ελαστικότητας και το αντίστοιχο επίπεδο αντίστασης. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 12 εβδομάδες. Εκτός από τις 12 εβδομάδες, οι ασθενείς παρακολούθησαν τρεις εκπαιδευτικές συνεδρίες. Κάθε συνεδρία άσκησης περιελάμβανε γενική προθέρμανση

10 λεπτών ακολουθούμενη από προπόνηση ασκήσεων αντίστασης 35-40 λεπτά και τέλος αποθεραπεία. Χρησιμοποιήθηκε κλίμακα Borg των 15 σημείων για να βαθμολογήσει την αντιληπτή κλίμακα της άσκησης (PRE) που κυμαίνεται από 6 (καθόλου άσκηση) έως 20 (μέγιστη άσκηση). Το πρόγραμμα περιελάμβανε ασκήσεις αντίστασης (ανάλογα με το χρώμα της ελαστικής ζώνης που είχε ο καθένας) που ρυθμίστηκαν σε ένα ελαφρώς δύσκολο επίπεδο για τους ασθενείς. Πρόκειται για ασκήσεις που συμβάλλουν στην προπόνηση των κύριων μυϊκών ομάδων στον κορμό και στα κάτω και άνω άκρα. Κάθε άσκηση αποτελούνταν από 3 σετ των 10 επαναλήψεων ήπιων σύγκεντρων και έκκεντρων συσπάσεων. Οι κινήσεις ήταν αργές, αρχικά ,με τη χρήση κίτρινης ελαστικής ζώνης. Η ένταση της άσκησης θα αυξάνονταν όταν θα μπορούσαν οι ασθενείς να αποδώσουν την αντιληπτική άσκηση στη κλίμακα PRE. Αν η διαδοχική πρόοδος στην άσκηση δεν μπορούσε να είναι προσαρμοσμένη (δηλαδή από κόκκινη ζώνη προς πράσινη) διατηρούνταν η προηγούμενη ελαστική ζώνη (το ίδιο χρώμα) με ένα επιπλέον σετ για κάθε άσκηση μέχρι οι ασθενείς να επιτύχουν την απαιτούμενη προσπάθεια.

Αποτελέσματα: Οι τελευταίες αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν από τους 41 ασθενείς (EG=23 και CG=18) αντί τους 46 που ήταν το αρχικό δείγμα. Όσον αφορά την σύνθεση του σώματος, η πειραματική ομάδα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου παρουσίασε σημαντική αύξηση της άλιπης μάζας και της άπαχης μάζας του κάτω άκρου. Επιπλέον, παρουσίασε μείωση στο απόλυτο ολικό λίπος και στο ποσοστό λίπους του σώματος (BF%). Όσον αφορά τη φυσική απόδοση η πειραματική ομάδα στον τελευταίο έλεγχο παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, στις λειτουργικές δοκιμασίες(TUG, SLS, TCR) σχέση με τον χρόνο και την ταχύτητα βάρδισης. Επιπλέον, όσον αφορά την σχέση της σύνθεσης του σώματος και της φυσικής απόδοσης, παρουσιάστηκαν σημαντικές αλλαγές στην πειραματική ομάδα με αύξηση της ποιότητας (MQ) των μυών του κάτω άκρου (LE) και άνω άκρου (UE) και της μυϊκής δύναμης. Μέσα από τα chi-square tests που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων μεταξύ των δύο ομάδων, διαπιστώθηκε ότι μετά την χρήση ασκήσεων αντίστασης με λάστιχα, η πειραματική ομάδα παρουσίασε λιγότερους ασθενείς που ικανοποιούν τα κριτήρια της χαμηλής μυϊκής μάζας (EG= 2 στους 25 ασθενείς) και χαμηλής φυσικής απόδοσης (EG= 2 στους 25 ασθενείς) από την ομάδα ελέγχου (CG=9 από τους 21) και (CG=12 από τους 21) αντίστοιχα. Συμπερασματικά, οι ασκήσεις αντίστασης μπορούν να

χρησιμοποιηθούν σε άτομα με σαρκοπική παχυσαρκία καθώς βελτιώνουν την σύνθεση του σώματος, αλλά συμβάλλουν και στην αύξηση της μυϊκής μάζας που έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της σωματικής ικανότητας και την αύξηση της μυϊκής μάζας.

Πίνακας. Μελέτες που αφορούν την άσκηση σε σαρκοπικούς ασθενείς

ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΠΙΝΑΚΑ

ΤΙΤΛΟΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Hassan et al, 2015	42 ηλικ.(15 σαρκ) 85,9+ <sub>-</sub> 7,5 ετών. Χωρίστηκαν σε 2 τυχαίες ομάδες Άσκησης (EX) & Ελέγχου(CON)	Κριτήρια EWGSOP Δύναμη Χειρολαβής Jamar SPPB	EX:Ασκ αντίστασης & ισορροπίας ,2/3σετ των 10-15 επαν/άσκηση, 60'/συνδρ, 2/βδομ Χ 6 μήνες CON:συνήθης ρουτίνα	Αυξ ΣΑΡΚ στην CON (42,9% σε 52,4%) & ίδια στην EX, χ2 έδειξε :χαμηλή δύναμη (EX=12 CON=20) & χαμηλή φυσ.απόδοση(EX=15 CON=21) μείωση βάρους, αύξ δύναμης και καλύτερη ταχ βηματισμού EX>CON
Liu et al, 2014	177 ηλικωμένοι (33 σαρκοπενικ) 70-89 ετών. Χωρίστηκαν σε 2 τυχαίες ισοδ ομ. Άσκησης(PA) & Ελέγχου (SA)	DXA Πυκνόμετρο Hologic QDR 4500 SPPB & ταχ.βάδισης 400μ Μέτρηση οστικής, λιπώδους & άπαχης μάζας.	PA:αεροβική, ασκήσεις δύναμης, ισορροπίας & ευελιξίας.Πρώτες 8 βδομ οι συνδρίες 3/βδομ.Από 9-24=2/βδομ & >24 =προγρ ασκ.σπίτι. SA: πρώτες 24 βδομ σεμινάρια 1/βδομ & >25=1/μνηα.Στο τέλος 5-10' ήπιες διατάσεις.	BMI+Δυν.Χειρ.Σαρκ< Μη Σαρ 6μηνFollow up:SPPB, PA=9,5 βαθ. SA=8,3 από 7,4 αρχικώς. 12μηνF.U.:PA=8,7 & SA=8,3. 6μηνF.U.:δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στους σαρκ φτην ταχ.βάδισης 6μ. αλλά στους 12 μην ήταν PA=0,93 m/s&SA=0,89 m/s.Στους μη σαρκ παρατηρήθηκαν επίσης σημαντικές αλλαγές SPPB& ταχ.βαδισης 6μ. με PA>SA
Mijnarends et al, 2016	2309 ηλικιωμένοι (169 σαρκοπενικ) Μ.Ο.Ηλικ. 79,9 ετών με το 57,8% να είναι γυναίκες.	Κριτήρια EWGSOP CTscan μέσου μηρού Μηχ/κίνητο Δυναμόμ Ταχ.Βαδισης 6μ. Χ2 test+t-test για σύγκριση σαρκ & μη. Λογ.Παλινδρ για συσχέτιση δραστ & εμφαν.σαρκοπενίας.	Ειδικό ερωτηματολόγιο (MVPA) για μέτριου βαθμού άσκησης.Πόσες ώρες συμμετείχε το άτομο σε πρόγραμμα άσκησης τους τελευταίους 12 μήνες, τι είδους άσκηση κτλ	Η επικρ.Σαρκ από 7,3% (n=169) αυξήθηκε σε 16,8% (n=389) στο followup μετά 5χρόν. Αναλύσεις:Σαρκ συμμετέχουν λιγότερο σε άσκηση ή και καθόλου από τους μη σαρκ. Ποσοστό Εμφ.Σαρκ: ΠΟΤΕ=14,8% (n=799) ΜΕΤΡΙΟ ΒΑΘΜΟ: 10,4% (n=527) ΥΨΗΛΟ: 9% (n=814). Μεγάλη ηλικία, χαμηλό BMI και κακή γνωστική λειτουργία σχετίζονται περισσότερο με την εμφάν. Σαρκοπενίας.
Kim et al, 2012	155 σαρκοπενικ γυναίκες χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ομάδες: A=άσκ+AAS(n=38) B=άσκηση (n=39) Γ= AAS (n=39) Δ=ελέγχου (n=39)	Προσωπική συνέντευξη για λήψη ιστορικού BIA Τεστ φυσικής απόδοσης	Προγρ.Ασκ: 5'προθέρμανση 30'διατάσεις, 20' ισορροπία + βάδιση 5'αποθεραπεία.Συνολικά 60'/συνδρ, 2/βδομ, <8επαν/ασκ για 3 μήνες. AAS:3γρ συμπληρ.αμινοξέων(AAS) αναμειγμ σε νερό/γάλα 2/μέρα (συν 6γρ) για 3μήνες.ΟμΕλεγχ: τίποτα	Μ.ο.παρακολούθησης παρεμβάσ.ήταν: A=70,3% B=80,5% Γ=72,2% Δ=71,8%. 11 συμμετέχοντες ακυρώθηκαν γιατί δεν ολοκλήρωσαν 3μηνη παρέμβαση .Αύξηση μυικής μάζας, ταχ.βάδισης & δύν.έκτασης γόνατος A>Δ.Η μυική μάζα αυξήθηκε κ στη Β ομ ενώ ταχ.βάδισης Α,Β & Γ ομάδα.Η δυν.έκτασης γόνατος παρατηρήθηκε μόνο στην Α.Καλύτερος τύπος παρέμβασης ο Α διότι υπήρξαν βελτιώσεις μάζας, δύναμης & φυσικής απόδοσης.



Artigas et al, 2016	100 ηλικιωμένες παχύσαρκες γυναίκες,χωρίστηκαν σε δύο ομάδες (SO με n=50 και N-SO με n=50) με βάση το LMI	Ηλ.ζυγαριά ακριβείας, συσκευή βιοαντίστασης, αιματολογικές εξετάσεις COBA MIRA PLUS Roche Diagnostics και Freidewald, Polar FS1 τύπου, t-tests ANOVA,SPSS 17.0	Συνδυασμός άσκησης, διατροφής & ψυχολογική υποστήριξης 6 ημ/ βδομ για 3 βδομ, 4 γεύματα /ημέρα Προγρ.Διατρ:1.400 ± 200 kcal/ ημέρα,20-25% πρωτεΐνες, 25-30% λιπίδια, 50-55% υδατάνθρακες,προγρ.ασκ με κύκλο ergometer & περπάτημα 1 ώρα/ ημέρα,ένταση άσκησης στο 50% του HR	BMI και λιπαρή μάζα μειώθηκαν και στις δύο ομάδες,LMI διατηρήθηκε στις SO και μειώθηκε στις N-SO,ολική χηστερόλη,HDL,LDL και συστολική πίεση μειώθηκαν και στις 2 ομάδες.όλοι οι ασθενείς ακολούθησαν follow-up
Liao et al,2017	46 νέες σαρκοπενικές παχύσαρκε γυναίκες,διαιρέθηκαν σε 2 ομάδες (EG) n=25 και (CG) n=21	CIRS , TSM μέσω 8-πολικής βιοηλ. σύνθετης αντίστασης,TSM σε SMI με τιμή αποκοπής 7,88 kg/m <sup>2</sup> , SMI <7,15 kg/m <sup>2</sup> =προσαρκοπενία, X-rayμέτρηση δύναμης με υδραυλικό χέρι δυναμομετρητή, χειροκίνητο δυναμόμετρο(τετρακέφαλος), MQ, TUG,SLS,TRS, Chi-square tests & SPSS 17.0	Ασκήσεις RET με Theraband για 12 βδομ. 3 εκπ.συνδρ.(προθέρμανση 10' & ασκ RET 35-40',αποθεραπεία), κλίμακα Borg 15 σημείων για βαθμολόγηση της PRE,προπόνηση κορμού,άνω κάτω άκρων 3 σετ/10 επαν/συνεδερία ήπιων σύγκεντων & έκκεντρων συσπάσεων, αύξηση έντασης(προοδευτική αλλαγή χρώματος ζώνης) ή διατήρηση προηγούμενου χρώματος με ένα επιπλέον σετ/ασκ	Από τις 46,41 γυναίκες ακολούθησαν follow-up (EG=23 και CG=18),η EG παρουσίασε σημαντικές αλλαγές με την αύξηση της άπαχης μάζας,της ποιότητας των μυών και της φυσικής απόδοσης(TUG,SLS,TCR) (P<0,05),σημαντική αύξηση της άπαχης μάζας του ποδιού και της ταχύτητας βάδισης(r=0,36;P<0,05),EG=2 από παρουσίαε λιγότερους κριτήρια χαμηλής μυϊκής μάζας και φυσικής απόδοσης(P<0.05) μέσα από την ανάλυση των Chi-square tests

### 5.3 Συζήτηση

Όλες οι παραπάνω μελέτες που αναλύθηκαν έδειξαν πως η άσκηση επιδρά σημαντικά στην αύξηση μυϊκής μάζας και λειτουργικής απόδοσης. Φάνηκε επίσης πως η άσκηση συνδέεται στενά με την εμφάνιση ή όχι της σαρκοπενίας, αφού τα λιγότερα δραστήρια άτομα έχουν περισσότερες πιθανότητες να εμφανίσουν μελλοντικά σαρκοπενία και στα ήδη σαρκοπενικά να επιδεινωθεί περισσότερο η κατάσταση τους. Κάτι τέτοιο παρατηρήθηκε στην μελέτη των Mijnders et al, και με τους σαρκοπενικούς να είναι λιγότερο δραστήριοι από τους μη-σαρκοπενικούς συνομηλίκους τους. Θα έπρεπε επομένως να δίνεται περισσότερη προσοχή από τους ηλικιωμένους στο να αυξήσουν τα επίπεδα άσκησης καθώς αυτή θα μειώσει την εμφάνιση της σαρκοπενίας και γενικά των αρνητικών αποτελεσμάτων για την υγεία τους.

Η μελέτη των Hassan et al, έδειξε πως οι ασκήσεις αντίστασης και ισορροπίας είναι σε θέση να βελτιώσουν τη μυϊκή δύναμη αλλά και να μειώσουν το σωματικό λίπος σε ηλικιωμένους ενώ η ομάδα ελέγχου παρουσίασε αρνητικές τάσεις σε όλες τις συνιστώσες της σαρκοπενίας και μία αύξηση στον αριθμό των σαρκοπενικών ατόμων. Παρόλο που αποδεικνύεται στην μελέτη πως οι ασκήσεις αντιστάσεων μπορούν να βελτιώσουν τη δύναμη ακόμη και σε πολύ ηλικιωμένα άτομα που χρειάζονται φροντίδα εξακολουθεί να μην χρησιμοποιείται ευρέως ως εργαλείο για την βελτίωση της σωματικής υγείας σε ηλικιωμένους σε κέντρα φροντίδας. Μια πρόσφατη μετα-ανάλυση και μια ανασκόπηση επιβεβαιώνουν ότι οι ασκήσεις αντιστάσεων 2-3 φορές την εβδομάδα συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργική απόδοση και μειώνουν τυχόν κινητικούς περιορισμούς και μυϊκές αδυναμίες. Όμως πρέπει να εκτελούνται σε υψηλές εντάσεις για καλύτερα αποτελέσματα, ενώ χαμηλή προς μέτρια ένταση δεν συνδέεται με μεγάλα οφέλη. (Kim et al, 2012)

Τα δεδομένα από την μελέτη των Kim et al, δείχνουν ότι βελτίωση μυϊκής μάζας ποδιών και περιφερικής μυϊκής μάζας υπήρξε στην ομάδα Β που έκανε άσκηση μέτριας έντασης αλλά τα ποσοστά είναι σχετικά μικρότερα σε σύγκριση με άλλες μελέτες που πραγματοποίησαν μέτρια έντασης άσκηση. Ωστόσο, ο συνδυασμός μέτριας άσκησης και συμπλήρωσης διατροφής που έκανε η Α ομάδα, τα οφέλη που προέκυψαν ήταν παρόμοια με άλλες μελέτες που πραγματοποίησαν άσκηση υψηλής έντασης. Έτσι, η μελέτη αυτή δείχνει μεν την άσκηση ως αποτελεσματική για τη

βελτίωση μυϊκής μάζας και λειτουργικής απόδοσης, όμως σημαντική αύξηση δύναμης δεν παρατηρήθηκε στην ομάδα Β και αυτό δείχνει ότι μόνο η άσκηση είναι ανεπαρκής για την αντιμετώπιση της σαρκοπενίας σε ηλικιωμένες γυναίκες.

Στην έρευνα των Liu et al, που διερευνάται αν τα σαρκοπενικά άτομα μπορούν να βελτιώσουν τη φυσική τους απόδοση μετά από πρόγραμμα άσκησης τα αποτελέσματα δείχνουν τη φυσική δραστηριότητα να είναι περισσότερο ευεργετική στο να βελτιώσει την σωματική κατάσταση των ατόμων απ'ότι ένα πρόγραμμα που δεν περιέχει κάποια στοιχεία άσκησης. Ακόμη, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ σαρκοπενικών και μη στο ποσοστό συμμόρφωσης τους σε πρόγραμμα άσκησης, παρόλο που οι συννοσηρότητες είναι περισσότερες στους σαρκοπενικούς και μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για τη συμμετοχή τους. Έτσι αν και τα σαρκοπενικά άτομα θεωρούνται ευπαθή, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μπορούν να ανταποκριθούν επαρκώς σε ένα πρόγραμμα άσκησης που θα βελτιώσει τη φυσική τους απόδοση για μια καλύτερη ποιότητα ζωής.

Στην έρευνα των Artigas et al, (2016) όπου διερευνάται η επίδραση ενός προγράμματος άσκησης σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα διατροφής ανάμεσα σε σαρκοπενικές παχύσαρκες και σε μη σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες, τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση στο σωματικό βάρος και στη λιπαρή μάζα και στις δύο ομάδες. Όμως το LMI των σαρκοπενικών παχύσαρκων γυναικών διατηρήθηκε σε σχέση με το LMI των μη σαρκοπενικών παχύσαρκων το οποίο μειώθηκε. Αυτό το μη ξεκάθαρο αποτέλεσμα μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες στη συγκεκριμένη έρευνα όπως το μέγεθος της παρέμβασης να ήταν μικρό και στη περίπτωση μεγαλύτερης παρέμβασης να μειώνονταν το LMI των σαρκοπενικών παχύσαρκων γυναικών. Επιπλέον, στην έρευνα έγινε η χρήση πρωτεϊνών στο 20-25%, πολύ μεγαλύτερη ποσότητα από αυτή που συνιστάται από την Γαλλική Υπηρεσία Ασφάλειας Τροφίμων σε άτομα με καθιστικό τρόπο ζωής (πρωτεΐνη στο 15%). Τέλος, οι παχύσαρκες σαρκοπενικές γυναίκες να είχαν μικρότερη μυϊκή μάζα να χάσουν σε σχέση με τις μη παχύσαρκες γυναίκες και το πρόγραμμα άσκησης (αν και ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης μέτριας έντασης συμβάλλει στη σύνθεση της), στην παρούσα κλινική δοκιμή να μην ήταν επαρκές. Συμπερασματικά, μέσα από τα αποτελέσματα αυτής της κλινικής μελέτης επιβεβαιώνονται τα οφέλη του προγράμματος αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με ένα τυποποιημένο πρόγραμμα διατροφής. Ωστόσο, για την άπαχη μάζα η αερόβια άσκηση είναι λιγότερο κατάλληλη

σε σχέση με τις ασκήσεις αντίστασης. Οπότε τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής αναδεικνύουν το πρόγραμμα που ακολουθήθηκε, περισσότερο κατάλληλο σε σαρκοπενικούς ασθενείς με προυπάρχουσα πολύ χαμηλή μυϊκή μάζα.

Στην έρευνα των Liao et al, (2017) παρατηρείται η επίδραση των ασκήσεων αντίστασης με τη χρήση προϊόντων Theraband σε σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες. Μέσα από την κλινική αυτή δοκιμή αναδεικνύονται τα οφέλη των ασκήσεων με ελαστικές ζώνες διαφόρων χρωμάτων. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα αυτής μελέτης δείχνουν να συμφωνούν με τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών που πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση προϊόντων Theraband ως προς τα οφέλη της όπως τη μείωση της λιπαρής μάζας, την αύξηση της άπαχης μάζας, της μυϊκής δύναμης και της φυσικής ικανότητας. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο πρόγραμμα ασκήσεων αντίστασης με λάστιχα για τη διαχείριση και την θεραπεία ασθενών με σαρκοπική παχυσαρκία, ιδιαίτερα σε ηλικιωμένες σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες κατηγορίας σαρκοπενίας τύπου 1 (προσαρκοπενία) για αύξηση μυϊκής μάζας και δύναμης. Συμπερασματικά, το συγκεκριμένο πρωτόκολλο ασκήσεων αντίστασης με λάστιχα μπορεί να συμβάλλει στην λήψη των κατάλληλων αποφάσεων για την στρατηγική θεραπείας ηλικιωμένων γυναικών με σαρκοπική παχυσαρκία κατηγορίας τύπου 1 (προσαρκοπενία).

Ωστόσο, τις περισσότερες φορές είναι δύσκολο μια κλινική έρευνα να είναι απόλυτα ακριβής και αξιόπιστη είτε προς την μέθοδο που χρησιμοποιεί είτε προς το δείγμα που εξετάζει. Αυτό έχει ως συνέπεια να υπάρχει κάποια αλλοίωση και μη ακριβής προσέγγιση των αποτελεσμάτων που μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα. Γι'αυτό είναι σημαντικό να επισημαίνονται οι τυχόν αδυναμίες κάθε έρευνας και αναλόγως με τις αδυναμίες που προκύπτουν ο αναγνώστης να βγάζει ένα αντικειμενικό συμπέρασμα και να μην υιοθετεί απόλυτα το αποτέλεσμα. Παρακάτω συνοψίζονται οι αδυναμίες των κλινικών ερευνών που εξετάστηκαν. Οι περιορισμοί που προκύπτουν από την έρευνα των Hassan et al, είναι ότι οι συμμετέχοντες της παρούσας μελέτης είχαν μια αρκετά καλή λειτουργικότητα και ως εκ τούτου το αντιπροσωπευτικό δείγμα δεν μπορεί να ταυτιστεί απόλυτα με όλους τους ηλικιωμένους που διαμένουν σε κέντρα φροντίδας. Ακόμη το γεγονός ότι η παρούσα μελέτη εκδόθηκε ως υπο-μελέτη της πρωταρχικής μελέτης τα στοιχεία που συλλέχθηκαν ήταν περιορισμένα και το δείγμα μικρό. Κάτι τέτοιο έρχεται σε αντίθεση με τους κανόνες περί ακεραιότητας της θεραπείας και στην ουσία η υπο-

μελέτη πήρε ένα δείγμα ευκολίας με μέτρα και αποτελέσματα που ίσως δεν στοχεύουν στο αρχικό σχέδιο της μελέτης. Παρόμοιοι περιορισμοί υπήρξαν και στην έρευνα των Liu et al, καθώς ήταν επίσης μια δευτερογενής ανάλυση δεδομένων και το μέγεθος του δείγματος μικρό. Επίσης λόγω έλειψης συγκεκριμένων κριτηρίων περιορίστηκαν στο να καθορίσουν τη μυϊκή μάζα σύμφωνα με τα κριτήρια που δίνονται από το EWGSOP. Όσον αφορά τη μελέτη των Mijnders et al, η πραγματική επικράτηση της σαρκοπενίας ήταν υψηλότερη από το δείγμα που αναλύθηκε καθώς πολλοί σαρκοπενικοί ασθενείς χάθηκαν στο follow up. Ακόμη, οι άνθρωποι που αποσύρθηκαν στην πρώτη και δεύτερη αξιολόγηση ήταν άτομα με περισσότερες συννοσηρότητες και πολλά από αυτά δεν συμμετείχαν ποτέ σε πρόγραμμα άσκησης και αυτό υποδηλώνει ότι η επικράτηση της σαρκοπενίας είναι υψηλότερη από το αποτέλεσμα που δείχνει η παρούσα μελέτη. Επιπλέον, το γεγονός ότι η φυσική δραστηριότητα αξιολογήθηκε με ερωτηματολόγια αυτό αυτόματα οδηγεί σε όχι και τόσο αξιόπιστα αποτελέσματα αφού το κάθε άτομο μπορεί να υπερεκτιμήσει ή να υποτιμήσει το βαθμό άσκησης που κάνει. Τελειώνοντας, ένας τελευταίος περιορισμός είναι ότι στη διάρκεια των 5 χρόνων δεν πραγματοποιήθηκε κάποια άλλη αξιολόγηση για την φυσική άσκηση πέρα από ένα follow-up και αυτό μπορεί να συγχύσει ως ένα βαθμό τη συσχέτιση της σαρκοπενίας με την άσκηση.

Η τέταρτη στη σειρά έρευνα των Kim et al, αναφέρει επίσης κάποιους περιορισμούς στη μελέτη τους. Αρχικά, ένας μικρός περιορισμός που αναφέρεται είναι ότι για την μέτρηση μυϊκής μάζας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος BIA ως η πιο οικονομική μέτρηση σε σύγκριση με άλλες όπως το MRI και το X-ray που είναι πιο ακριβές αλλά και πιο έγκυρες. Ωστόσο συγκρίσεις που έχουν γίνει μεταξύ MRI και BIA φαίνεται να έχουν μεγάλη συσχέτιση στην αξιοπιστία τους. Όσον αφορά τη λήψη αμινοξέων έχει αναφερθεί ότι συμβάλλουν στην αναδόμηση των μυών και επομένως στην αύξηση της μάζας αλλά στην παρούσα μελέτη δεν ερευνήθηκε αν η αύξηση μυϊκής μάζας προέρχεται από την πρόσληψη των αμινοξέων. Ακόμη, όσον αφορά τα αποτελέσματα που προέκυψαν στην ομάδα άσκησης και συμπληρώματος θα έπρεπε να συμπεριλάβουν και τη χρήση placebo σε ένα δείγμα για πιο έγκυρα αποτελέσματα γεγονός που δεν συνέβη στην παρούσα μελέτη. Τέλος, πολλοί συμμετέχοντες έκαναν λήψη αμινοξέων σε συνδυασμό με γάλα και αυτό δεν μπορεί να εξασφαλίσει με ακρίβεια αν επέδρασε θετικά και η λήψη γάλακτος.

Στην έρευνα των Artigas et al, (2016) όπου παρατηρούνται επιδράσεις ενός προγράμματος διατροφής σε σαρκοπενικές παχύσαρκες και σε μη σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες, οι κύριοι περιορισμοί της ήταν: το σύντομο χρονικό διάστημα εκτέλεσης του προγράμματος άσκησης σε συνδυασμό με διατροφή (3 εβδομάδες) καθώς το Γαλλικό Σύστημα Υγείας μπορεί να προσφέρει οικονομική κάλυψη σε τέτοιες μελέτες μέχρι τις 3 εβδομάδες ως μέγιστος χρόνος. Ένας δεύτερος περιορισμός υπήρξε η μεγάλη τυπική απόκλιση που παρατηρήθηκε στη θερμιδική πρόσληψη παρά το τυποποιημένο σχέδιο διατροφής καθώς οι συμμετέχοντες δεν καταναλώναν πάντα όλα τα γεύματα τους, ανάλογα με την πείνα τους.

Καταλήγοντας, στην έρευνα των Liao et al, (2017) όπου παρατηρούνται οι επιδράσεις ενός προγράμματος αντίστασης σε σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες, παρουσιάζονται κάποιοι περιορισμοί στην έρευνα. Από τις δύο ομάδες, την πειραματική ομάδα (EG=25 άτομα) και την ομάδα ελέγχου (CG=21 άτομα) το αρχικό δείγμα της έρευνας, follow-up πραγματοποιήθηκε από 23 άτομα από την πειραματική ομάδα και 18 άτομα από την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε μόνο σε σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες και όχι σε άντρες εξαιτίας της διαφοράς των αποτελεσμάτων των δύο φύλων οπότε τα αποτελέσματα της άσκησης δεν μπορούν να γενικευθούν σε όλο τον ηλικιωμένο πληθυσμό. Παράλληλα, η μελέτη αυτή περιλαμβάνει νέες σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες, το οποίο θα μπορούσε να συμβάλλει ως προκατάληψη για τον σαρκοπενικό ηλικιωμένο πληθυσμό. Ένας δεύτερος περιορισμός της έρευνας αποτέλεσε το μικρό μέγεθος του δείγματος το οποίο περιόρισε την ταυτοποίηση της σχέσης της βελτίωσης της σύνθεσης του σώματος και της φυσικής ικανότητας. Τέλος, δεν αξιολογήθηκαν τα επίπεδα της φυσικής ικανότητας μέσα από ερωτηματολόγια όπως το Διεθνές Ερωτηματολόγιο Φυσικής Κατάστασης (Physical Activity Questionnaire) ή τη χρήση συσκευών μέτρησης όπως επιταχυσίόμετρα. Επίσης, δεν χρησιμοποιήθηκε κάποιο διαιτητικό πρόγραμμα ή πρόγραμμα συμπληρώματος διατροφής. Διατροφικά πρότυπα ή συμπληρώματα διατροφής μπορούν να επηρεάσουν το σωματικό βάρος και την μυϊκή μάζα κατά τη διάρκεια προγράμματος ασκήσεων αντίστασης (RET).

#### 5.4 Συμπεράσματα

Όλες οι έρευνες που αναλύθηκαν είχαν ως κύριο στόχο να αναδείξουν την άσκηση ως μια αποτελεσματική παρέμβαση για την αντιμετώπιση της σαρκοπενίας. Πράγματι κάτι τέτοιο φαίνεται να επιτεύχθηκε αν κρίνουμε από τα αποτελέσματα. Όσες ομάδες σαρκοπενικών ασθενών και μη σαρκοπενικών συμμετείχαν σε προγράμματα άσκησης 2-3 φορές την εβδομάδα φάνηκε να έχουν καλύτερη λειτουργικότητα και αύξηση της μυικής τους μάζας σε αντίθεση με τις ομάδες ελέγχου. Θετική συμβολή φαίνεται να έχει επίσης και ένας συνδυασμός άσκησης και διατροφής πλούσια σε πρωτεΐνες και αυτό το συμπεραίνουμε από τα αποτελέσματα που έδειξε η μελέτη των Kim et al, με την ομάδα A που ακολούθησε πρόγραμμα άσκησης και διατροφής να υπερτερεί των άλλων και μάλιστα να είναι η μόνη που να εμφανίζει μία αύξηση στη μυική δύναμη. Επιπλέον, και στην έρευνα των Atrigas et al, ο συνδυασμός προγράμματος αερόβιας άσκησης και ενός τυποποιημένου προγράμματος διατροφής σε σαρκοπενικές και μη σαρκοπενικές παχύσαρκες γυναίκες, είχε θετικά αποτελέσματα. Καταλήγοντας, σίγουρα μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι ένα τακτικό συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης βοηθάει στην αύξηση μυικής δύναμης και μάζας συνεπώς και καλύτερης φυσικής απόδοσης ακόμη και για έναν ηλικιωμένο σαρκοπενικό ασθενή. Ωστόσο, προτείνεται να γίνουν περισσότερες μελέτες πάνω στην επίδραση της άσκησης σε σαρκοπενικούς ασθενείς (τύπος άσκησης, ένταση, συχνότητα) για την καλύτερη εγκυρότητα και ασφάλεια των αποτελεσμάτων.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Οι χρόνιες παθήσεις όπως και η γήρανση είναι άμεσα συνδεδεμένη με δυσμενείς συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου. Η σαρκοπενία, δηλαδή η μείωση της μυϊκής μάζας, δύναμης και λειτουργικότητας στους ηλικιωμένους αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα για τη δημόσια υγεία. Επιπλέον, η σαρκοπενία δεν αποτελεί μία ασθένεια που προσβάλλει μόνο τους ηλικιωμένους αλλά μπορεί να προσβάλλει και τους νέους ανθρώπους. Ο καθιστικός τρόπος ζωής, η έλλειψη σωματικής δραστηριότητας, η κακή διατροφή, το αλκοόλ και το κάπνισμα μπορούν αποτελέσουν σημαντικούς παράγοντες ανάπτυξης της. Παράλληλα, η ανάπτυξη άλλων παθήσεων όπως η παχυσαρκία, μπορεί να συμβάλλει στην πρόοδο ανάπτυξης της σαρκοπενίας και στον νέο πληθυσμό. Ταυτόχρονα, πρέπει να τονιστεί η σημαντικότητα της άσκησης στην πρόληψη και την αντιμετώπιση της σαρκοπενίας. Έχουν αποδειχθεί μέσα από διάφορες κλινικές μελέτες, τα οφέλη της άσκησης μέσα από προγράμματα συνδυασμού αεροβιας άσκησης και ασκήσεων αντίστασης. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί, αύξηση της μυϊκής μάζας, δύναμης και λειτουργικότητας. Επιπλέον, ένα σωστό πρόγραμμα διατροφής σε συνδυασμό με πρόγραμμα άσκησης, μπορεί να συμβάλλει ακόμα περισσότερο στη πρόληψη και την θεραπεία της σαρκοπενίας. Ωστόσο, έχουν πραγματοποιηθεί ελάχιστες κλινικές μελέτες για την αντιμετώπιση της σαρκοπενίας. Το γεγονός αυτό, καθιστά όλο και πιο σημαντική την ανάγκη για δημιουργία περισσότερων κλινικών μελετών, για τη δημιουργία περισσότερων νέων πρωτοκόλλων άσκησης τα οποία θα αποτελέσουν βασικούς οδηγούς των επαγγελματιών υγείας για τη λήψη σωστών στρατηγικών αποφάσεων θεραπείας.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΒΙΒΛΙΑ

1. **Παρασκευάς, Γ. Κ.**, 2008 Ανατομία του ανθρώπου, Θεσσαλονίκη, University Studio Press, σελ. 29-34.
2. **Πουλμέντης, Π. Α.**, 2007, Βιολογική μηχανική-Εργονομία, Αθήνα, εκδότης Κ.Καπόπουλος, σελ. 42-43.
3. **Silbernagl, S., Despotopoulos, A.**, 2010. Εγχειρίδιο Φυσιολογίας. , (Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>) εκδόσεις Πασχαλίδης Α.Ε, σελ. 56-72
4. **Chaffin Don B, Gunnar B.J.Andersson and Bernard, M.**, 2006, Occupational Biomechanics, 4<sup>η</sup> έκδοση, United States of America, Εκδόσεις Wiley-Interscience, σελ. 17-21.
5. **MacIntosh B. R. Phillip, F., Gardiner and Alah J.McComas**, 2006, KELETAL MUSCLE, Form and function, 2<sup>η</sup> έκδοση, United States of America, Εκδόσεις Human Kinetics, σελ. 3-5, 159, 175-176, 208-209.
6. **Oatis Carol A**, 2010, ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ, Η μηχανική και η παθομηχανική της ανθρώπινης κίνησης, 2<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Gotsis, σελ. 50-54, Τόμος 1<sup>ος</sup>.
7. **Sells, E.W., Prentice E.W.**, 2016, Φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις στο μυοσκελετικό σύστημα, (Κεφάλαιο 6 & 7), 3<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Κωνσταντάρας, σελ. 150-153 & 176-183.

### ΑΡΘΡΑ

1. **Σφετσιώρης, Δ.**, 2005. Σωματοθεραπεία, Γήρανση και Νευρομυϊκές Προσαρμογές, Δίμηνη περιοδική έκδοση, τόμος 2<sup>ο</sup>, τευχος 5<sup>ο</sup> (online).
2. **Abadi, A., Glover, E.I., Isfort, R.J., Raha, S., Safdar, A., Yasuda, N., et al**, 2009, Limb immobilization induces a coordinate down regulation of mitochondrial and other metabolic pathways in men and women. PLoS ONE, 4(8):e6518
3. **Argiles, J. M., Busquets, S., Stemmler, B. & Soriano, J.L.** 2015, Cachexia and sarcopenia: mechanisms and potential targets for intervention, Current Opinion in Pharmacology, 22:100-106.
4. **Artigas, S.B, Garnier, B., Joffroy, S, Riesco, E., Sanguinol, F., Vellas, B. et al**, 2016, Caloric restriction and aerobic exercise in sarcopenic and non-sarcopenic obese woman? an observational and retrospective study. J. Cachexia, Sarcopenia & Muscle, 7:284-289
5. **Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft AJ, Morley JE et al**, 2013, Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. J Am Med Dir Assoc, 14(8):542-559.
6. **Burton, L.A., Sumukadas, D.** 2010, Optimal management of sarcopenia, Clin. Inter. Aging, 5:217–228.

7. **Bean, J.F, Kiely, D.K, LaRose, S., Alian, J. & Frontera, W.R,** 2007, Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil*, 88(5):604-609.
8. **Beas-Jimenez, J., Lopez-Lluch, G., Sanchez-Mrtinez, I., Muro-Jimenez, A., Rodriguez-Bies, E., Navas, P.,** 2011 Sarcopenia: implications of physical exercise in its pathophysiology, prevention and treatment. *Rev. Andal. Med. Deporte.*, 4(4):158-166.
9. **Beudart C, Buckinx F, Rabenda V, Gillain S, Cavalier E, Slomian J et al,** 2014, The effects of vitamin D on skeletal muscle strength, muscle mass and muscle power: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Endocrinol Metab*, 99(11):4336-4345.
10. **Beudart Charlotte, Rene Rizzoli, Olivier Bruyere, Jean-Yves Reginster & Emmanuel Biver,** 2014, Sarcopenia: burden and challenges for public health, *Arch Public Health*, 72:45.
11. **Beudart Charlotte, Eugene McCloskey, Olivier Bruyere, Matteo Cesari, Yves Rolland, Rene Rizzoli et al,** 2016, Sarcopenia in daily practice: assessment and managemet. *BMC Geriatrics*, 16:170.
12. **Bellomo RG, Iodice P,Savoia V, Saggini A, Venniglio G & Saggini R.,**2009, Balance and posture in the elderly: an analysis of a sensorimotor rehabilitation protocol. *Int J Immunopathol Pharmacol.*, 22(S3):37-44.
13. **Blair SN, LaMonte MJ & Nichaman MZ.,**2004, The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr.*,79(5):913S–920S.
14. **Bortz WM 2nd, Angwin P, Mefford IN, Boarder MR, Noyce N & Barchas JD.,**1981, Catecholamines, dopamine, and endorphin levels during extreme exercise. *N Engl J Med.*, 305(8):466–467.
15. **Bray Nick W, Rowan R. Smart, Jennifer M. Jakobi & Gareth R.Jones,** 2016, Exercise prescription to reverse frailty. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41:1112-1116.
16. **Bruyere O., Beudart C., J-Y Reginster, F.Buckinx, D.Schoene, V.Hirani et al,** 2016, Assessment of muscle mass, muscle strength and physical performance in clinical practice: An international survey. *European Geriatric Medicine*, 7(3):243-246.
17. **Burton LA & Sumukadas D,** 2010, Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging*, 5:217-228.
18. **Cadore Eduardo Lusa, Leocadio Rodriguez-Manas, Alan Sinclair & Mikel Izquierdo,** 2013, Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Res*, 16(2):105-114.
19. **Cardinale M & Rittweger J,** 2006, Vibration exercise makes your muscles and bones stronger:fact or fiction? *J Br Menopause Soc*, 12(1):12-18.
20. **Carr DB, Bullen BA, Skrinar GS, Arnold MA, Rosenblatt M, Beitins IZ et al,** 1981, Physical conditioning facilitates the exercise-induced secretion of beta-endorphin and beta-lipotropin in women. *N Engl J Med.*,305(10):560–563.
21. **Cawthon PM, Fox KM, Gandra SR, Delmonico MJ, Chiou CF, Anthony MS et al,** 2009, Do muscle mass, muscle density, strength, and physical function similarly influence risk of hospitalization in older adults?, *J Am Geriatr Soc*, 57(8):1411-9.

22. **Cesari, M., Landi, F., Vellas, B., Bernabei, R., Martzetti, E.** 2014, Sarcopenia and physical frailty: two sides of the same coin, *Aging Neurosci.* (Online) Διαθέσιμο από: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2014.00192/full> (Πρόσβαση 28 July 2014).
23. **Choi, J.S.**, 2016, Age related functional changes and susceptibility to eccentric contraction-induced damage in skeletal muscle cell. *Integr. Med. Res.*, 5(3):171-175
24. **Church TS, Earnest CP, Skinner JS & Blair SN**,2007, Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *JAMA*, 297(19):2081–2091.
25. **Ciolac EG & Rodrigues-da-Silva JM**, 2016, Resistance training as a tool for preventing and treating musculoskeletal disorders. *Sports Med*, 46(9):1239-1248.
26. **Clark BC**, 2009, In Vivo Alterations in Skeletal Muscle Form and Function after Disuse Atrophy. *Med Sci Sports Exerc.*, 41(10):1869-1875.
27. **Cooney GM, Dwan K, Greig CA, Lawlor DA, Rimer J, Waugh FR et al**, 2013, Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev*, (9): Art. No.:CD004366.
28. **Cooper C, Fielding R, Visser M, van Loon LJ, Rolland Y, Orwoll E et al**, 2013, Tools in the assessment of sarcopenia. *Calcif Tissue Int*, 93(3):201-210.
29. **Cruz-Zentoft, A. J, Jean Pierre, B., Jurgen, M.B., Yves, B., Cederholm, T., Landi, F. et al**, 2010, Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Report of the European Working Group on Sarcopenia in older people. *Age and Ageing*, 39(4):412-423.
30. **Cruz-Zentoft Alfonso J, Francesco Landi, Stephane M. Schneider, Clemente Zuniga, Hidenori Arai, Yves Boirie et al**, 2014, Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS) . *Age Ageing*, 43(6):748-759.
31. **Curtis, E., Litwic, A., Cooper, C., Denison, E.** 2016, Determinants of muscle and bone aging. *J. Cell. Physiol.*, 230(11):2618-2625
32. **Dam, T., Peters, K., Fragala, M., Cawthon, P., Harris, T., Mclean, R. et al**, 2014, An evidence-based comparison on Operational criteria for the presence of sarcopenia. *J.Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.*, 69(5):589-590
33. **Deer RR & Volpi E**, 2015, Protein intake and muscle function in older adults. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 18(3):248-253.
34. **Denison HJ, Cooper C, Sayer SS & Robinson SM**, 2015, Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people. *Clin Interv Aging*, 10:859-869.
35. **Devries MC & Phillips SM**, 2014, Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 46(6):1194-1203.
36. **Dishman RK, Berthoud HR, Booth FW, Cotman CW, Edgerton VR, Fleshner MR et al**, 2006, Neurobiology of exercise. *Obesity (Silver Spring)*, 14(3):345–356.
37. **Evans WJ, Morley JE, Argiles J, Bales C, Baracos V, Guttridge D et al**, 2008, Cachexia: a new definition, *Clin Nutr*, 27:793-9.

38. **Fielding RA, Rejeski WJ, Blair S et al**,2011, The Lifestyle Interventions and Independence for Elders Study: design and methods. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 66A(11):1226–1237.
39. **Finger D, Goltz FR, Umpierre D, Meyer E, Rosa LH & Schneider CD**, 2015, Effects of protein supplementation in older adults undergoing resistance training:a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 45(2):245-255
40. **Fuzhong Li, Elizabeth Eckstrom, Peter Harmer, Kathleen Fitzgerald, Jan Voit & Kathleen A Cameron**, 2016, Exercise and Fall Prevention: Narrowing the Research-to-Practice Gap and Enhancing Integration of Clinical and Community Practice. *J Am Geriatr Soc*, 64(2):425-431.
41. **Forbes, S.C., Little, J.P., Candow, D.G.**2012, Exercise and nutritional interventions for improving aging muscle health. *Endocrine*, 42(1):29-38 .
42. **Gariballa S. & Alessa A**, 2013,Sarcopenia: prevalence and prognostic significance in hospitalized patients, 2013, *Clin Nutr*, 32(5):772-6.
43. **Giallauria, F., Cittadini, A., Smart, N.A., Vigorito, C.**, 2015, Resistance training and sarcopenia. *Monaldi Archives for Chest Disease Cardiac Series*, 84:738
44. **Glover EI & Phillips SM.**,2010, Resistance exercise and appropriate nutrition to counteract muscle wasting and promote muscle hypertrophy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*,13(6):630–634.
45. **Greenhaff, P.L., Karagounis, LG, Peirce, N., Simpson, E.J., Hazell, M., Layfield, R. et al**, 2008, Disassociation between the effects of amino acids and insulin on signaling, ubiquitin ligases, and protein turnover in human muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*, 295(3):E595–E604.
46. **Gryson C, Walrand S, Giraudet C, Rousset P, Miqué C, Bonhomme C et al**, 2014, “Fast proteins” with a unique essential amino acid content as an optimal nutrition in the elderly: growing evidence. *Clin Nutr*, 33(4):642-648.
47. **Haehling, S.** 2017, Casting the net broader to confirm our imaginations: the long road to treating wasting disorders, *J. Cachexia Sarcopenia and Muscle*, 8:870-880
48. **Harber VJ & Sutton JR**, 1984, Endorphins and exercise. *Sports Med.*,1(2):154–171.
49. **Hassan B.H, J Hewitt, J.W.L. Keogh, S. Bermeo, G. Duque & T.R. Henwood**, 2016, Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities:A pilot study. *Geriatric Nursing*, 37:116-121
50. **Hayes A & Cribb PJ**, 2008, Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 11(1):40-44.
51. **Hawley, J.A.** 2004, Exercise as a therapeutic intervention for the prevention and treatment of insulin resistance. *Diabetes Metab Res Rev*,20:383–393.
52. **Holloszy, J.O.** 2005 Exercise-induced increase in muscle insulin sensitivity. *J.Appl Physiol.* 99(1):338–343.
53. **Hildrum, B., Mykletun, A., Hole, T., Midthjell, K., Dahl, A.A.** 2007 Age-specific prevalence of the metabolic syndrome defined by the International Diabetes Federation and the National Cholesterol Education Program: the Norwegian HUNT 2 study. *B.M.C. Public Health*, 7:220.
54. **Hyunseok Jee & Kim Jong-Hee**, 2017, A mini-overview of single muscle fibre mechanics: the effects of age, inactivity and exercise in animals and humans. *Swiss Med Wkly*, 147:w14488.

55. **Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K, Ouchi Y, Kikutani T, Hiqashiquchi T et al**, 2014, Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatr Gerontol Int*, 1:93-101.
56. **JafariNasabian Pegah, Julia E. Inglis, Owen J Kelly & Jasminka Z Ilich**, 2017, Osteosarcopenic obesity in women: impact, prevalence and management challenges. *Int J Women Health*, 9:33-42.
57. **Jeejeebhoy KN**, 2012, Malnutrition, fatigue, frailty, vulnerability, sarcopenia and cachexia: overlap of clinical features. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 15(3):213–219
58. **Karpman Craig & Roberto Benzo**, 2014, Gait speed as a measure of functional status in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 9:1315-1320.
59. **Khor, S.** 2017, Trocetriol-Rich Fraction Ameliorates Antioxidant defence mechanisms and improves replicative senescence-associated Oxidative stress in human myoblasts, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, (online) Διαθέσιμο από: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2017/3868305/> (Πρόσβαση 24 Jenuary 2017)
60. **Kim H.K. ,T.Suzuki, K.Saito, H.Yoshida, H.Kobayashi, H.Kato et al**, 2012, Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women:A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 60:16-23
61. **Landi F, Onder G, Carpenter I, Cesari M, Soldato M & Bernabei R**, 2007, Physical activity prevented functional decline among frail community-living elderly subjects in an international observational study. *J Clin Epidemiol*, 60(5):518–524.
62. **Landi F, Russo A, Cesari M et al**, 2008, Walking one hour or more per day prevented mortality among older persons: results from ilSIRENTE study. *Prev Med*, 47(4):422–426.
63. **Landi F, Abbatecola AM, Provinciali M. et al**, 2010, Moving against frailty: does physical activity matter? *Biogerontology*, 11(5):537–545.
64. **Lang T, T.Streep, P.Cawthon, K.Baldwin, DR Taaffe & T.B.Harris**, 2010, Sarcopenia:etiology, clinical consequences, intervention and assessment. *Osteoporos Int*, 21:543-559.
65. **Laurin D, Verreault R, Lindsay J, MacPherson K & Rockwood K.**,2001, Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol.*,58(3):498–504.
66. **Lee IM**, 2007, Dose-response relation between physical activity and fitness: even a little is good; more is better. *JAMA*, 297(19):2137-9.
67. **Lesinski M, Hortobagyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A & Granacher Urs**, 2015, Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 45:1721-1738.
68. **Liao, C. D., Tsaouo, J.Y., Lin, L.F, Huang, C.W., Ku, G.W., Chou, L.C. et al**, 2017, Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity? A CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*, 96(23):e7115.
69. **Liu CK, Leng X, F.C.Hsu, S.B.Kritchevsky, J Ding, C.P. Earnest et al**, 2014, The impact of sarcopenia on a physical activity intervention:The lifestyle interventions and independence foe elders pilot study (LIFE-P). *J Nutr Health Aging*, 18(1):59-64.

70. **Lightfoot, A., McCormick, R., Nye, G.A., McArdle, A.** 2014, Mechanisms of skeletal muscle ageing? Avenues for therapeutic interventions. *Curr. Opin. Pharmacol.*, 16:116-121
71. **Lolascon, G., Pietro, D.G., Gimigliano, F., Mauro, L.G., Moretti, A., Giamattei, T. et al.** 2014, Physical exercise and sarcopenia in older people? Position paper of the Italian Society of Ortopaedics and Medicine (Ortomed). *Clin. Cases. Miner. Bon. Metabol.*, 11(3):225-221.
72. **Lira VA, Benton CR, Yan Z, Bonen A.** 2010 PGC-1alpha regulation by exercise training and its influences on muscle function and insulin sensitivity. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*, 299:E145–E161.
73. **Malmstrom TK & Morley JE,** 2013, SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*, 14:531-532.
74. **Mamerow MM, Mattler JA, English KL, Casperson SL, Arentson-Lantz E, Sheffield-Moore M et al,** 2014, Dietary Protein Distribution Positively Influences 24-h Muscle Protein Synthesis in Healthy Adults. *The Journal of Nutrition*, 144(6):876–80.
75. **Marzetti Emanuele, Riccardo Calvani, Matteo Tosato, Matteo Cesari, Mauro Di Bri, Antonio Cherubini et al,** 2017, Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 29(1):35-42.
76. **Martone, A.M.** 2017, Exercise and protein intake? A synergistic approach against sarcopenia, *Biomed Research International*, (online) Διαθέσιμο από: <https://doi.org/10.1155/2017/2672435> (Πρόσβαση 21 March 2017).
77. **Mazzeo, S., Cavanagh, P., Evans, W., Fiatarone, M., Hagberg, G., McAuley, E.** 1998, Physical activity for older adults. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 30(6):992-1008
78. **Mijnarends D.M., A.Koster, Jos M.G. A. Schols, J.M.M. Meijers, Ruud J.G. Halfens, V.G udnason et al,** 2016, Physical activity and incidence of sarcopenia: the population-based AGES-Reykjavic study. *Age and Ageing*, 45:614-621.
79. **Mohler M. Jane, Christopher S. Wendel, Ruth E. Taylor-Piliae, Nima Toosizadeh & Bijan Najafi,** 2016, Motor performance and physical activity as predictors of prospective falls in community-dwelling, older adults by frailty level: Application of wearable technology. *Gerontology*, 62(6):654-664.
80. **Moussavi S, Chatterji S, Verdes E, Tandon A, Patel V & Ustun B,** 2007, Depression, chronic diseases and decrements in health: results from the World Health Surveys. *Lancet*, 370(9590):851-858.
81. **Muscaritoli M, S.D. Anker J. Argile's, Z. Aversa, J.M. Bauer, G. Biolo et al,** 2010, Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics”, *Clinical Nutrition*, 29(2):154-159.
82. **Nikolaou, D.** 2016, Sarcopenia and frailty: exercise treating methodology, *J. of Frailty, Sarc. and Falls*, (online) Διαθέσιμο από: [http://www.jfsf.eu/articles/v01i02\\_024.pdf](http://www.jfsf.eu/articles/v01i02_024.pdf) (Πρόσβαση 2 Μαΐου 2016).
83. **Nikolaou, D.** 2016, Sarcopenia and Frailty: the detectable overlapping and the possible diagnostic approaches, *J. of Frailty, Sarc. and Falls*, (online) Διαθέσιμο από: [http://www.jfsf.eu/articles/v01i01\\_008.pdf](http://www.jfsf.eu/articles/v01i01_008.pdf) (Πρόσβαση 28 Μαρτίου 2016).

84. Ohnuma, T. & Rotimi, A., Cancer, Anorexia and Cachexia, StatPearls [Internet], Last Update: October 5, 2017
85. **Pahor, M, Blair, SN, Espeland, M et al**,2006, LIFE, Study Investigators. Effects of a physical activity intervention on measures of physical performance: results of the lifestyle interventions and independence for Elders Pilot (LIFE-P) study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(11):1157–1165
86. **Praag, V.H, Christie, B.R, Sejnowski, T.J. & Gage, F.H.**, 1999, Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proc Natl Acad Sci USA.*, 96(23):13427–13431.
87. **Reeves, N.D, Maganaris, C.N. & Narici, M.V.**, 2003, Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *J Physiol.*, 548(Pt 3):971–981.
88. **Ribeiro Fernando & Jose Oliveira**, 2007, Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *Eur Rev Aging Phys Act*, 4:71-76.
89. **Rizzoli R, Reginster JY, Arnal JF, Bautmans I, Beaudart C, Bischoff-Ferrari H et al**, 2013, Quality of life in sarcopenia and frailty. *Calcif Tissue Int*, 93(2):101-120.
90. **Rolland Yves, Charlotte Dupuy, Gabor Abellan van Kan, Sophie Ggilette & Bruno Vellas**, 2011, Treatment Strategies for Srcopenia and Frailty, *Med Clin North Am*, 95(3):427-438.
91. **Rubbieri Gaia, Enrico Mossello & Mauro Di Bari**, 2014, Techniques fot the diagnosis of sarcopenia. *Clin Cases Miner Bone Metab.*, 11(3):181-184
92. **Ruirui Hao & Hong Guo**, 2012, Anorexia, undernutrition, weight loss, sarcopenia, and cachexia of aging, *Eur Rev Aging Phys Act*, 9:119–127.
94. **Russ DW, Gregg-Cornell K, Conaway MJ & Clark BC**, 2012, Evolving concepts on the age-related changes in “muscle quality” .*J Cachexia Sarcopenia Muscle*,3(2):95-109.
95. **Santili, V., Berneti, A., Mangone, M., Paoloni, M.** 2014, Clinical Definition of Sarcopenia.*Clinical in Mineral and Bone Metabolism*, 11(3):177=180
96. **Santos, L., Cyrilo, E.,Artunes, M., Santos, A., Sardinha, L.** 2017, Sarcopenia and physical independence in older adults:the independent and synergistic role of muscle mass and muscle function. *J.Cachexia Sarcopenia Muscle*, 8(2):245-250
97. **Shivani Sahni, Kelsey M Mangano, Marian T Hannan, Douglas P Kiel & Robert R McLean**, 2015, Higher protein intake is associated with higher lean mass and quadriceps muscle strength in adult men and women. *J Nutr*, 145(7):1569-1575.
98. **Stevens JA & Olson S**, 2000, Reducing falls and resulting hip fractures among older women. *MMWR Recomm Rep*, 49(2):3-12.
99. **Tieland, M., Trouwborst, I. Clark, C.B.** 2017, Skeletal muscle performance and ageing, *J. Cachexia Sarcopenia and Muscle*,(online) Διαθέσιμο από: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcsm.12238/pdf> (Πρόσβαση από: 19 November 2017).
100. **Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T & McDowell M.**,2008, Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.*, 40(1):181–188.
101. **Tsekoura, M., Gliatis, J., Billis, E.** 2017, Sarcopenia?Literature update. *Arch. of Hell. Med.* 34(1):42-48

102. **Vaynman S & Gomez-Pinilla F.**,2006, Revenge of the ‘sit’: how lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. *J Neurosci Res.*, 84(4):699–715.
103. **Villareal DT, Aquirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E et al**, 2017, Aerobic or Resistance Exercise, or Both, in Dieting Obese Older Adults. *N Engl J Med*, 376(20):1943-1955.
104. **Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Mittendorfer B & Wolfe RR**, 2003, Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr*, 78(2):250-258.
105. **Warburton DE, Nicol CW & Bredin SS.**,2006, Prescribing exercise as preventive therapy. *CMAJ*, 174(7):961–974.
106. **Watanabe Yuka & Yuko Miyagoe-Suzuki**, 2015, Possibility of small-molecule-based pharmacotherapy for sarcopenia. *J Phys Fitness Sports Med*, 4(1):73-82.
107. **Wegner M, Helmich I, Machado S, Nardi AE, Arias-Carrion O & Budde H**, 2014, Effects of exercise on anxiety and depression disorders: review of meta-analyses and neurobiological mechanisms. *CNS Neurol Disord Drug Targets*, 13(6):1002-1014.
108. **Weinstein A & Weinstein Y**, 2014, Exercise addiction-diagnosis, biopsychological mechanisms and treatment issues. *Curr Pharm Des*, 20(25):4062-4069.
109. **Yu S, Appleton S, Chapman I, Adams R, Wittert G, Visvanathan T et al**, 2015, An anthropometric prediction equation for appendicular skeletal muscle mass in combination with a measure of muscle function to screen for sarcopenia in primary and aged care. *J Am Med Dir Assoc.*, 16(1):25-30.
110. **Zijlstra A, Mancini M, Chiari L & Zijlstra W**, 2010, Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil*, 7:58.

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. [https://www.google.gr/search?rlz=1C1GGRV\\_enGR751GR751&biw=1024&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=9Ts8WtrTBqqY6ASqjqrwBg&q=%CF%83%CE%B1%CF%81%CE%BA%CF%89%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%B1&oq=%CF%83%CE%B1%CF%81%CE%BA%CF%89%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%B1&gs\\_l=psy-ab..1.8.1098.0..0.116.z-9mPXc6Q88#imgdii=SjCnR8iUmYS9ZM:&imgrc=n-YNdTkieYnTOM:](https://www.google.gr/search?rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&biw=1024&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=9Ts8WtrTBqqY6ASqjqrwBg&q=%CF%83%CE%B1%CF%81%CE%BA%CF%89%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%B1&oq=%CF%83%CE%B1%CF%81%CE%BA%CF%89%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%B1&gs_l=psy-ab..1.8.1098.0..0.116.z-9mPXc6Q88#imgdii=SjCnR8iUmYS9ZM:&imgrc=n-YNdTkieYnTOM:)
2. [https://www.google.gr/search?rlz=1C1GGRV\\_enGR751GR751&tbm=isch&q=%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%82+%CE%BC%CF%85%CF%82&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwiwhdObgJfYAhXFJ5oKHcCvAwAQvwUIIygA&biw=1024&bih=613&dpr=1#imgrc=aKq6KC9GRHi4vM:](https://www.google.gr/search?rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&tbm=isch&q=%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%82+%CE%BC%CF%85%CF%82&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwiwhdObgJfYAhXFJ5oKHcCvAwAQvwUIIygA&biw=1024&bih=613&dpr=1#imgrc=aKq6KC9GRHi4vM:)



3. [https://www.google.gr/search?rlz=1C1GGRV\\_enGR751GR751&biw=1024&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=uCw8Wt6YA4e56ASstJ6ADQ&q=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%83%CE%BA%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%89%CE%BD+%CE%BC%CF%85%CF%89%CE%BD&oq=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%83%CE%BA%CE%B5%CE%BB%CE%B5&gs\\_l=psy-ab.3.1.0i24k112.31377.36921.0.40335.11.11.0.0.0.153.1049.0j8.9.0....0...1c.1.64.psy-ab..2.8.1047.0..0.110.4RDlzuMJNDA#imgrc=Qj9g1Q3llZC7nM:](https://www.google.gr/search?rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&biw=1024&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=uCw8Wt6YA4e56ASstJ6ADQ&q=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%83%CE%BA%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%89%CE%BD+%CE%BC%CF%85%CF%89%CE%BD&oq=%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B7+%CF%83%CE%BA%CE%B5%CE%BB%CE%B5&gs_l=psy-ab.3.1.0i24k112.31377.36921.0.40335.11.11.0.0.0.153.1049.0j8.9.0....0...1c.1.64.psy-ab..2.8.1047.0..0.110.4RDlzuMJNDA#imgrc=Qj9g1Q3llZC7nM:)
4. [https://www.google.gr/search?biw=1024&bih=613&tbm=isch&sa=1&ei=0z88WsXwDebR6ASE6ZTYDQ&q=%CE%BC%CF%85%CE%B9%CE%BA%CE%B7+%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BB%CE%B7&oq=%CE%BC%CF%85%CE%B9%CE%BA%CE%B7+%CF%83&gs\\_l=psy-ab.3.0.0i24k119.16821.23536.0.26231.15.9.5.1.1.0.144.1033.0j8.9.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.13.944.0...107.fLx1fw-aeFU#imgrc=8xj3X9EJoSp1ZM:](https://www.google.gr/search?biw=1024&bih=613&tbm=isch&sa=1&ei=0z88WsXwDebR6ASE6ZTYDQ&q=%CE%BC%CF%85%CE%B9%CE%BA%CE%B7+%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BB%CE%B7&oq=%CE%BC%CF%85%CE%B9%CE%BA%CE%B7+%CF%83&gs_l=psy-ab.3.0.0i24k119.16821.23536.0.26231.15.9.5.1.1.0.144.1033.0j8.9.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.13.944.0...107.fLx1fw-aeFU#imgrc=8xj3X9EJoSp1ZM:)