



**ΔΗΜΟΚΡΕΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΔΙΪΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**“Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία”**

του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης και του Εθνικού Κέντρου Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η επίδραση της άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία  
ατόμων τρίτης ηλικίας: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας**

**Καραντάς Δημήτριος [Α.Ε.Μ.12102]**

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στην “Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία” σε συνεργασία με Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ελένη Δούδα, Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Απόστολος Σπάσης, Μέλος Ε.Ε.Π. Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος: Ηλίας Σμήλιος, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, 2024



**DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE**

**SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE**

**DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE**

**INTERINSTITUTIONAL POSTGRADUATE PROGRAM OF POSTGRADUATE STUDIES**

**"Clinical Exercise and Applications of Technology in Health"**

of the Department of Physical Education and Sport of the School of Physical Education and Sport Science of Democritus University of Thrace in collaboration with the National Center for Science Research "DEMOKRITOS" - The Institute of Informatics and Telecommunications (IIT)

## **MASTER DISSERTATION**

**The effect of exercise on sarcopenic obesity in elderly:  
a systematic review'**

**Karantas Dimitrios[R.N. 12102]**

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master's Degree in "Clinical Exercise and Applications of Technology in Health" of the Department of Physical Education and Sport of the School of Physical Education and Sport Science of Democritus University of Thrace in collaboration with the National Center for Science Research "DEMOKRITOS" - The Institute of Informatics and Telecommunications (IIT).

### **COMMITTEE OF EXAMINERS**

Supervisor: Helen Douda, *Professor D.P.E.S.S. –D.U.Th.*

Member 2: Apostolos Spassis, *Specialized Teaching Staff, D.P.E.S.S. – D.U.Th.*

Member 3: Ilias Smilios, *Professor D.P.E.S.S. –D.U.Th.*

Komotini, 2024



**© 2024 Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία»**

του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Τ.Ε.Φ.Α.Α.) της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Σ.Ε.Φ.Α.Α.) του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.) σε συνεργασία με το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» (Ε.ΚΕ.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ») - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.



*Ένα ξεχωριστό ευχαριστώ αφιερώνω στην οικογένειά μου,  
η οποία με στήριξε συναισθηματικά  
στη συγγραφή της διπλωματικής αυτής εργασίας.*



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Καραντάς Δημήτριος:** Η επίδραση της άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία ατόμων τρίτης ηλικίας: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας  
(Με την επίβλεψη της Καθηγήτριας Ελένης Δούδα)

Κατά τη διαδικασία της γήρανσης, η απώλεια της σκελετικής μυϊκής μάζας είναι συχνή σε άτομα με παχυσαρκία λόγω μεταβολικών αλλαγών που σχετίζονται με καθιστική ζωή, διαταραχές του λιπώδους ιστού και συννοσηρότητες. Η συνύπαρξη αυξημένου σωματικού λίπους και χαμηλής μυϊκής μάζας αναφέρεται ως σαρκοπενική παχυσαρκία και αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο για τα κλινικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της που επηρεάζουν αρνητικά τη λειτουργική ικανότητα ατόμων τρίτης ηλικίας καθώς η σαρκοπενία, συνδέεται με τη μειωμένη μυϊκή μάζα και τη μειωμένη λειτουργία του σκελετικού μυός. Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η μελέτη της επίδρασης της άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία ατόμων τρίτης ηλικίας. Η αναζήτηση μελετών πραγματοποιήθηκε μέσω των ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων PubMed, Science Direct και Scopus. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: *sarcopenic obesity, elderly, aging, exercise, strength training*. Τα κριτήρια επιλεξιμότητας για την ένταξη των μελετών περιλάμβαναν: α) δημοσιεύσεις σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά, β) άρθρα που δημοσιεύτηκαν τα τελευταία 10 χρόνια, γ) συμμετέχοντες ηλικίας >65 ετών, δ) την εννοιολογική σχέση των μελετών με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, και ε) την αγγλική γλώσσα συγγραφής των μελετών. Από το σύνολο των 598 άρθρων που προέκυψαν από τις αναζητήσεις στις βάσεις δεδομένων, εντοπίστηκαν και κρίθηκαν κατάλληλες για ανάλυση 13 μελέτες, που αφορούσαν την επίδραση της άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία ατόμων τρίτης ηλικίας. Από την ανάλυση των μελετών προέκυψε ότι οι ασκήσεις ενδυνάμωσης αυξάνουν τη μυογένεση, μειώνουν το λευκό λίπος και τη μυϊκή ατροφία σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία και η προπόνηση αντιστάσεων αποτελεί τον ιδανικό τρόπο εκγύμνασης στα άτομα τρίτης ηλικίας με ιστορικό της νόσου. Ταυτόχρονα, η αερόβια προπόνηση παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα σε αυτήν την ομάδα πληθυσμού. Τέλος, η προπόνηση περιορισμού αιματικής ροής, αν και είναι νεότερη μέθοδος, διαφαίνεται ως ιδανική επιλογή σε



ασθενείς με συνοδά χρόνια νοσήματα που αδυνατούν να ακολουθήσουν άλλους τύπους προπονήσεων. Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας ανασκόπησης, η φυσική άσκηση φαίνεται ότι παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματική αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας στα άτομα τρίτης ηλικίας.

**Λέξεις κλειδιά:** *Μυϊκή μάζα, Σαρκοπενία, τρίτη ηλικία, άσκηση με αντιστάσεις*



## ABSTRACT

**Dimitrios Karantas:** The effect of exercise on sarcopenic obesity in elderly: a systematic review

(Under the supervision of Professor Dr. Helen Douda)

Due to aging, the reduction of skeletal muscle content is common in patients with obesity because of metabolic changes, which are associated with lack of exercise, increased fat mass and co morbidities. The co-existence of increased adipose tissue and decreased skeletal muscle tissue is referred as sarcopenic obesity. It is identified by its clinical and functional characteristics that cause disability to elderly, as sarcopenia is related to decreased muscle strength, and muscle dysfunction. The purpose of this current review is to research the effect of exercise on elderly patients with sarcopenic obesity. The literature research was conducted throughout PubMed, ScienceDirect and Scopus. The key words, that were used, were the following: sarcopenic obesity, elderly, aging, exercise, strength training. Inclusion criteria for this review were: a) reports published in authoritative scientific journals, b) reports published during the last 10 years, c) age of participants >65 years, d) field of research associated with the subject of this review, and e) written in English language. By the total of 598 published reports in current database, 13 reports were identified as suitable for this review, which examined the effect of physical exercise on sarcopenic obesity in elderly patients. According to the results of the reports, strength training increases myogenesis and decreases fat mass and muscle atrophy in patients with sarcopenic obesity. Also, resistance training seems to consist of the ideal type of exercise for the elderly diagnosed with this syndrome. Also, aerobic exercise has a positive effect on this patient group. Finally, blood flow restriction training is a newly discovered method of exercise but, it seems ideal for patients with chronic co morbidities who cannot perform other types of training. In conclusion, according with the results of this systematic review, exercise seems to have vital role in the effective management of sarcopenic obesity in elderly patients.

**Key words:** *Sarcopenic obesity, elderly, aging, exercise strength training*

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VII</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....</b>	<b>IIX</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>X</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....</b>	<b>XI</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ .....</b>	<b>XII</b>
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>13</b>
Σκοπός .....	14
Σημασία της έρευνας .....	15
Περιορισμοί της έρευνας.....	15
Ερευνητική υπόθεση .....	15
Θεωρητικοί ορισμοί.....	16
<b>II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....</b>	<b>17</b>
Ορισμός.....	17
Κριτήρια διάγνωσης.....	18
Επιδημιολογία .....	20
Χαρακτηριστικά σαρκοπενικής παχυσαρκίας.....	20
Κλινική Εικόνα .....	23
Παθοφυσιολογία σαρκοπενικής παχυσαρκίας.....	24
Θεραπεία.....	30
Φυσική άσκηση και σαρκοπενική παχυσαρκία .....	31
<b>III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>34</b>
Πηγές δεδομένων και αναζητήσεις.....	34
<b>VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>36</b>
<b>V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>44</b>
<b>IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>45</b>



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 1.</b>	Κριτήρια διάγνωσης σαρκοπενίας, παχυσαρκίας και σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Hershberger & Bollinger, 2015).....	19
<b>Πίνακας 2.</b>	Συνοπτική παρουσίαση μελετών ανασκόπησης .....	41



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 1.</b>	Εξέλιξη της σαρκοπενικής παχυσαρκίας κατά τη γήρανση (Axelrod et al., 2023).....	21
<b>Σχήμα 2.</b>	Σχηματική απεικόνιση των αιτιολογικών παραγόντων που οδηγούν σε σαρκοπενική παχυσαρκία (Fonseca-Pérez et al., 2022).....	22
<b>Σχήμα 3.</b>	Σχηματική απεικόνιση των παθοφυσιολογικών μηχανισμών εμφάνισης της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Batsis & Villareal, 2018) .....	26
<b>Σχήμα 4.</b>	Παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη σαρκοπενικής παχυσαρκίας .....	28
<b>Σχήμα 5.</b>	Μηχανισμοί που ευθύνονται για την παθοφυσιολογία της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Bilski et al., 2022).....	29
<b>Σχήμα 6.</b>	Θεραπευτικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Wei et al., 2023).....	30
<b>Σχήμα 7.</b>	Διάγραμμα ροής των μελετών σύμφωνα με τη μέθοδο PRISMA.....	35



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1.</b> Χαρακτηριστική μακροσκοπική εικόνα ασθενούς με αυξημένη κοιλιακή περίμετρο λόγω εναπόθεσης λίπους και αδύνατα κάτω άκρα λόγω σαρκοπενίας (Roubenoff, 2008).....	24
--	----



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

**MRI:** Magnetic Resonance Imaging

**CT:** Computerized Tomography

**DEXA:** Dual-energy X-ray Absorptiometry

**CRP:** C - Reactive Protein

**IL-6:** Interleukin-6

**TNF- $\alpha$ :** Tumor Necrosis Factor- $\alpha$

**BFR:** Blood Flow Restriction

**BMI:** Body Mass Index

**IGF:** Insulin-like Growth Factor



## **Η επίδραση της άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία ατόμων τρίτης ηλικίας: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας**

### **I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η σαρκοπενική παχυσαρκία αποτελεί ένα σημαντικό γηριατρικό σύνδρομο με ιδιαίτερα αυξημένα ποσοστά νοσηρότητας και θνητότητας. Με την επιτάχυνση της γήρανσης του πληθυσμού παγκοσμίως, η επιδημιολογία του συνδρόμου αυτού αυξάνεται συνεχώς και αποτελεί μία πρόκληση για τη δημόσια υγεία, τόσο ως προς τη διάγνυσή του όσο και ως προς την αποτελεσματική αντιμετώπισή του (Donini et al., 2022).

Η σαρκοπενική παχυσαρκία χαρακτηρίζεται από μείωση της μυϊκής μάζας και της μυϊκής δύναμης ή από έκπτωση της φυσικής λειτουργίας, στοιχεία που σχετίζονται με την πάροδο της ηλικίας. Συγκεκριμένα, η επίπτωση του συνδρόμου αυτού αυξάνεται στους ενήλικες από 65 ετών και πάνω (Donini et al., 2022). Όπως προκύπτει και από την ονομασία του, το κλινικό αυτό σύνδρομο συνδυάζει την ύπαρξη δύο νοσογόνων καταστάσεων, της σαρκοπενίας και της παχυσαρκίας. Συγκεκριμένα, η σαρκοπενία, η οποία ορίζεται ως μείωση ή απώλεια της μυϊκής μάζας και της φυσικής λειτουργίας των σκελετικών μυών επιδεινώνεται συνεργικά με τη συνύπαρξη παχυσαρκίας από αύξηση του λιπώδους ιστού, στα άτομα της τρίτης ηλικίας, οδηγώντας στην εμφάνιση σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Roubenoff, 2004).

Μέχρι σήμερα, ο παθοφυσιολογικός μηχανισμός της σαρκοπενικής παχυσαρκίας δεν είναι ακριβής. Η νοσογόνος αυτή κατάσταση σχετίζεται με πολλαπλές σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία όπως, συχνές πτώσεις και αστάθεια, αυξημένο ποσοστό οστικών καταγμάτων, δυσκινησία και δυσκαμψία, καρδιαγγειακά και πνευμονικά νοσήματα, καρκίνο, αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα (Chen et al., 2017).



Με την πάροδο της ηλικίας, η απώλεια μάζας των σκελετικών μυών, που συμβαίνει ταυτόχρονα με την αύξηση του λίπους, έχει σημαντική επίδραση στη λειτουργική ικανότητα και τη μεταβολική κατάσταση των ασθενών. Αξίζει να τονιστεί πως αποτελεί μία ιδιαίτερα σοβαρή κλινική επιπλοκή της παχυσαρκίας. Οι αιτίες της σαρκοπενίας είναι πολυπαραγοντικές, συμπεριλαμβανομένης της φλεγμονής, της αντίστασης στην ινσουλίνη, της αλλαγής της ενδοκρινικής λειτουργίας, τις χρόνιες ασθένειες, τις διατροφικές ελλείψεις και τα χαμηλά επίπεδα σωματικής δραστηριότητας. Ο λειτουργικός ορισμός της σαρκοπενίας συνδυάζει την αξιολόγηση της μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης και της σωματική απόδοση. Η διάγνωση της σαρκοπενίας θα πρέπει να βασίζεται στην απώλεια μάζας των σκελετικών μυών με παράλληλα υψηλή περιεκτικότητα λιπώδους μάζας σε συνδυασμό με τη χαμηλή φυσική λειτουργία των ατόμων.

Η άμεση, έγκυρη και ακριβής διάγνωση του κρίνεται ιδιαίτερα απαραίτητη. Ωστόσο, από τα σύγχρονα δεδομένα, παρά τη σπουδαιότητά του, το σύνδρομο αυτό δεν γίνεται εύκολα αντιληπτό και η διάγνωση του γίνεται όταν πλέον παρουσιαστούν οι κλινικές και λειτουργικές επιπλοκές του (Roubenoff, 2004).

Οι σύγχρονες θεραπευτικές στρατηγικές για τη σαρκοπενική παχυσαρκία παραμένουν ασαφείς καθώς δε συγκροτούν ένα συγκεκριμένο, αποτελεσματικό θεραπευτικό αλγόριθμο. Η αλλαγή διατροφικών συνηθειών με περιορισμό των θερμίδων και αυξημένη πρωτεϊνική κατανάλωση, η φυσική άσκηση και σύγχρονα φαρμακευτικά σκευάσματα περιγράφονται ως μέθοδοι που συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Trouwborst et al., 2018). Οι φαρμακολογικές παρεμβάσεις έχουν δείξει περιορισμένη αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση των σχετιζόμενων με την ηλικία σκελετικών μυών και πρόσφατα στοιχεία αναγνωρίζουν τη σωματική δραστηριότητα και την προπόνηση με αντιστάσεις, ως αποτελεσματικές στρατηγικές παρέμβασης για την επιβράδυνση της σαρκοπενίας (Donini et al., 2022).

### **Σκοπός**

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης ήταν η μελέτη της επίδρασης της άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία ατόμων τρίτης ηλικίας.



### **Σημασία της έρευνας**

Μέχρι σήμερα, ο ρόλος της φυσικής άσκησης στον θεραπευτικό αλγόριθμο της σαρκοπενικής παχυσαρκίας παραμένει ασαφής. Καθώς η παθολογική αυτή οντότητα αποτελεί ιδιαίτερα συχνό φαινόμενο στα άτομα της τρίτης ηλικίας, η ανάγκη για την αποτελεσματική και ολιστική θεραπεία της είναι επιτακτική. Η ανασκόπηση της σχετικής τρέχουσας βιβλιογραφίας, αναμένεται να συμβάλλει αφενός στην κατανόηση του τρόπου επίδρασης της φυσικής άσκησης στα άτομα με σαρκοπενική παχυσαρκία και αφετέρου στην πιθανή αναγνώριση αναγκών για διενέργεια περαιτέρω κλινικών μελετών.

### **Περιορισμοί της έρευνας**

Οι περιορισμοί της παρούσας ανασκόπησης εντοπίζονται κυρίως στη μεγάλη ετερογένεια που παρατηρείται στον σχεδιασμό των επιλέξιμων μελετών. Μεταξύ αυτών αναφέρονται τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού των ασθενών (π.χ. ηλικία δείγματος), τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος, το στάδιο και η κλινική εικόνα της σαρκοπενικής παχυσαρκίας στο εκάστοτε δείγμα ασθενών, ο τύπος και η διάρκεια των φυσικών ασκήσεων που εφαρμόζονται, καθώς και ο συνδυασμός ή μη της φυσικής άσκησης με διατροφικά σχήματα ή άλλα συμπληρώματα και φαρμακευτικά σκευάσματα.

### **Ερευνητική υπόθεση**

Η βασική ερευνητική υπόθεση της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν ότι η συμμετοχή σε προγράμματα συστηματικής άσκησης επιδρά θετικά στη σαρκοπενική παχυσαρκία και στη λειτουργική ικανότητα ατόμων τρίτης ηλικίας καθώς η σαρκοπενία, συνδέεται με μειωμένη μυϊκή μάζα και προκαλεί μειωμένη λειτουργία του σκελετικού μυός.



## Θεωρητικοί ορισμοί

*Άλιπη σωματική μάζα:* Η άλιπη σωματική μάζα που αποτελείται από τα οστά, τους μύς, τα διάφορα όργανα και τον συνδετικό ιστό.

*Δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index):* Ο λόγος του βάρους του σώματος σε kg δια του τετραγώνου του αναστήματος σε m ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) [World Health Organization (WHO), 2024].

*Παχυσαρκία:* Ορίζεται ως μια μη φυσιολογική ή υπερβολική συσσώρευση λίπους που παρουσιάζει κίνδυνο για την υγεία. Ένας δείκτης μάζας σώματος 30 ή μεγαλύτερος ταξινομείται ως παχύσαρκος (WHO, 2024)

*Σαρκοπενική παχυσαρκία:* Η αύξηση της λιπώδους μάζας με ταυτόχρονη μείωση της άλιπης μάζας. Σχετίζεται με μειωμένη λειτουργική ικανότητα, αναπηρία, μεταβολικές επιπλοκές και θνητότητα (Barazzoni et al., 2018; Wei et al., 2023).

*Τρίτη ηλικία:* Τυπικά οι ηλικιωμένοι ορίζονται συνήθως ως τα άτομα ηλικίας 65 ετών και άνω (Sabharwal et al., 2015). Τα Ηνωμένα Έθνη, ωστόσο, θεωρούν ως σημείο αναφοράς την ηλικία των 60 ετών για αυτήν τη δημογραφική ομάδα (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019). Ωστόσο η χρονολογική ηλικία δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα που προσδιορίζεται η έννοια της ηλικίας. Είναι επίσης σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η λειτουργική ηλικία, η οποία περιλαμβάνει τη σωματική και ψυχολογική ευεξία (Feldman, 2011).



## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η γήρανση συνδέεται με την απώλεια της ανεξαρτησίας που επιδεινώνεται από τη μειωμένη κινητικότητα, την ευθραυστότητα των οστών, τη λειτουργική ικανότητα και τη γνωστική λειτουργία (Axelrod et al., 2023). Η σαρκοπενία, η οποία συνδέεται με την προοδευτική απώλεια της μυϊκής μάζας και της δύναμης, είναι η πιο κοινή ασθένεια που σχετίζεται με την πρόοδο της ηλικίας και παρουσιάζεται σε ποσοστό >10% του πληθυσμού, σε περίπου 70,3 εκατομμύρια ατόμων παγκοσμίως (Shafiee et al., 2017).

### Ορισμός

Ο όρος "σαρκοπενία" επινοήθηκε από τον Irwin Rosenberg το 1989 για να περιγράψει τη μείωση της άλιπης σωματικής μάζας με την πάροδο της ηλικίας (Rosenberg, 1989). Η Διεθνής Ομάδα Εργασίας για τη σαρκοπενία στους ηλικιωμένους (IWGS - International Working Group on Sarcopenia in Older People), το 2011, όρισε τη σαρκοπενία ως "τη σχετιζόμενη με την ηλικία απώλεια σκελετικής μυϊκής μάζας και λειτουργίας" (Fielding et al., 2011). Το 2009, η Ευρωπαϊκή ομάδα εργασίας για τη σαρκοπενία στους ηλικιωμένους (EWGSOP - European Working Group on Sarcopenia in Older People) είχε ήδη ορίσει τη σαρκοπενία ως ένα σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από προοδευτική και γενικευμένη απώλεια της σκελετικής μυϊκής μάζας και δύναμης με κίνδυνο δυσμενών εκβάσεων, όπως η σωματική αναπηρία, η κακή ποιότητα ζωής και ο θάνατος (Cruz-Jentoft et al., 2010). Η EWGSOP πρότεινε τη συνύπαρξη των δύο παραγόντων για τον χαρακτηρισμό της σαρκοπενίας: χαμηλή σκελετική μυϊκή μάζα και χαμηλή μυϊκή λειτουργία (δύναμη ή απόδοση). Επιπλέον, η EWGSOP όρισε 3 κλινικές καταστάσεις: i) προ-σαρκοπενία που χαρακτηρίζεται από χαμηλή μυϊκή μάζα χωρίς αντίκτυπο στη μυϊκή δύναμη ή τη σωματική απόδοση, ii) σαρκοπενία, η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλή μυϊκή μάζα, καθώς και χαμηλή μυϊκή δύναμη ή χαμηλή σωματική απόδοση και iii) σοβαρή σαρκοπενία, η οποία προσδιορίζεται όταν και τα τρία κριτήρια του ορισμού πληρούνται (χαμηλή μυϊκή μάζα, χαμηλή μυϊκή δύναμη και χαμηλή σωματική απόδοση).



Η σαρκοπενία μπορεί να θεωρηθεί "πρωτογενής" όταν σχετίζεται με την ηλικία και δεν υπάρχει άλλη αιτία, αλλά μόνο η ίδια η γήρανση και "δευτερογενής" όταν προκαλείται από συγκεκριμένη ιατρική πάθηση. Η δευτεροπαθής σαρκοπενία μπορεί να διαχωριστεί περαιτέρω σε σχετιζόμενη: i) με τη δραστηριότητα (κατάκλιση, καθιστική ζωή), ii) με ασθένεια (προχωρημένη οργανική ανεπάρκεια, φλεγμονώδης νόσος, κακοήθεια ή ενδοκρινική νόσος) και iii) με τη διατροφή (ανεπαρκής διαιτητική πρόσληψη ενέργειας ή πρωτεϊνών, δυσαπορρόφηση, γαστρεντερικές διαταραχές ή χρήση φαρμάκων που προκαλούν ανορεξία) (Cruz-Jentoft et al., 2010).

### Κριτήρια διάγνωσης

Η κατανόηση κλινικών κριτηρίων τόσο για τη σαρκοπενία όσο και για παχυσαρκία μπορούν να παρέχουν στους επαγγελματίες της άσκησης έναν λειτουργικό ορισμό της σαρκοπενικής παχυσαρκίας καθώς και οι δύο συνιστώσες διαγιγνώσκονται συνήθως με ανθρωπομετρικές μετρήσεις ή με μετρήσεις της σύστασης του σώματος. Ένα κλινικό μέτρο για την αξιολόγηση της σαρκοπενίας είναι ο δείκτης μυϊκής μάζας [μυϊκή μάζα (kg) / ύψος σε τετραγωνικό μέτρο ( $m^2$ )] με τιμές  $\leq 8,90 \text{ kg}/m^2$  για τους άνδρες και τιμές  $\leq 6,37 \text{ kg}/m^2$  για τις γυναίκες (Cruz-Jentoft et al., 2010). Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις ωστόσο, όπως η περίμετρος του άνω ημιμορίου του βραχιονίου και η περίμετρος της κνήμης, δεν προτείνονται ως ακριβή διαγνωστικά μέσα για τη σαρκοπενία, καθώς δίνουν εύκολα ψευδή αποτελέσματα (Cruz-Jentoft et al., 2010). Σημαντικό πλεονέκτημα στη διάγνωση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας προσφέρουν οι απεικονιστικές μέθοδοι και συγκεκριμένα η αξονική τομογραφία και η μαγνητική τομογραφία. Με τις δύο αυτές τεχνικές, μπορεί να εκτιμηθεί ο όγκος των σκελετικών μυών, τόσο συνολικά όσο και κατά τμήματα, καθώς και η ποσότητα του λιπώδους ιστού στην κοιλιακή χώρα αλλά και γύρω από τις μυϊκές ομάδες (Woodrow, 2009).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η παχυσαρκία ορίζεται στους άντρες  $>25\%$  λίπος σώματος και στις γυναίκες  $>35\%$  λίπος σώματος ή ο δείκτης μάζας σώματος να είναι  $\geq 30 \text{ kg}/m^2$  ή η περιφέρεια της μέσης στους άντρες  $\geq 102 \text{ cm}$  και στις γυναίκες  $\geq 88 \text{ cm}$  (Bouchard et al., 2009). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι στη σαρκοπενία, η απώλεια της μυϊκής μάζας και της δύναμης δεν είναι ομοιόμορφη.



Συνήθως, η μυϊκή δύναμη μειώνεται πριν από τη σημαντική απώλεια μυϊκής μάζας. Σε σύγκριση με τη μυϊκή μάζα, η μυϊκή δύναμη είναι καλύτερος προγνωστικός δείκτης της αναπηρίας και του θανάτου (Newman et al., 2006). Κατά συνέπεια, η μυϊκή λειτουργία (δύναμη, ισχύς, αντοχή, κ.λπ.) κλινικά είναι ένας πιο σημαντικός δείκτης της σαρκοπενίας συγκριτικά με την απώλεια σκελετικής μάζας. Τα κριτήρια διάγνωσης της σαρκοπενίας, της παχυσαρκίας και της σαρκοπενικής παχυσαρκίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 (Hershberger & Bollinger, 2015).

**Πίνακας 1.** Κριτήρια διάγνωσης σαρκοπενίας, παχυσαρκίας και σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Hershberger & Bollinger, 2015).

Κριτήριο	Σαρκοπενία <sup>a</sup>	Παχυσαρκία <sup>b</sup>	Σαρκοπενική Παχυσαρκία <sup>c</sup>
Ηλικία (yrs)	>65	-	>65
Δείκτης BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-	>30	>30
Περιφέρεια μέσης (cm)	-	Άνδρες >102	Άνδρες >102
	-	Γυναίκες > 88	Γυναίκες > 88
Σωματικό λίπος (%)	-	Άνδρες >30	Άνδρες >30
	-	Γυναίκες > 40	Γυναίκες > 40
Ταχύτητα βαδίσματος	1 m/s (2.2 mph)	-	1 m/s (2.2 mph)
Δύναμη λαβής (kg)	Άνδρες <30	-	Άνδρες <30
	Γυναίκες <20	-	Γυναίκες <20
Δείκτης μυϊκής μάζας (kg/m <sup>2</sup> )	Άνδρες ≤8.90	-	Άνδρες ≤8.90
	Γυναίκες ≤6.37	-	Γυναίκες ≤6.37

<sup>a</sup>Τα κριτήρια της σαρκοπενίας προέρχονται από την Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας για τη Σαρκοπενία (Cruz-Jentoft et al., 2010).

<sup>b</sup>Τα κριτήρια παχυσαρκίας προέρχονται από το American College of Sports Medicine, εκτός από το ποσοστό σωματικού λίπους που προέρχεται από τους Dufour et al. (2013).

<sup>c</sup>Αν και δεν έχει καθοριστεί κλινικός ορισμός για τη σαρκοπενική παχυσαρκία, τα άτομα που πληρούν τα κριτήρια τόσο της σαρκοπενίας όσο και της παχυσαρκίας μπορεί να θεωρηθεί ότι έχουν σαρκοπενική παχυσαρκία. Κατά την αξιολόγηση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας, θα πρέπει να προτιμώνται λειτουργικά μέτρα όπως η περιφέρεια μέσης, η ταχύτητα βάρδισης και η δύναμη λαβής.



## Επιδημιολογία

Η συχνότητα εμφάνισης της σαρκοπενικής παχυσαρκίας συνεχώς αυξάνεται παγκοσμίως καθώς, χαρακτηρίζεται από την συνύπαρξη δύο επιδημιολογικών στοιχείων, της γήρανση του πληθυσμού και τα ιδιαίτερα αυξημένα ποσοστά παχυσαρκίας.

Στους ενήλικες από 65 ετών και άνω εκτιμάται ότι, παγκοσμίως, το ένα τέταρτο του πληθυσμού υποφέρει από αυτό το σύνδρομο. Γενικά, η επίπτωσή του κυμαίνεται από 2,75% έως 20% σε άτομα άνω των 65 ετών ενώ, σε ηλικία πάνω από 75 ετών, μπορεί να φτάσει έως και 23% (Roubenoff, 2004). Συγκεκριμένα, η συχνότητα εμφάνισης της σαρκοπενικής παχυσαρκίας εκτιμάται γύρω στο 12,6% στους άντρες και 33,5% στις γυναίκες, σύμφωνα με το National Health and Nutrition Examination Survey. Αυτά τα ποσοστά μπορούν να αυξηθούν με τη πάροδο της ηλικίας ως και 48% στους άντρες και 27,5% στις γυναίκες, ιδιαίτερα σε όσους ασθενείς είναι 80 ετών και άνω (Hita-Contreras et al., 2018). Μία πρόσφατη μετα-ανάλυση παρουσιάζει ότι η σαρκοπενική παχυσαρκία σχετίζεται με μία αύξηση της τάξης του 24% με τον κίνδυνο θνητότητας, ιδιαίτερα στους άντρες (Tian and Xu, 2016).

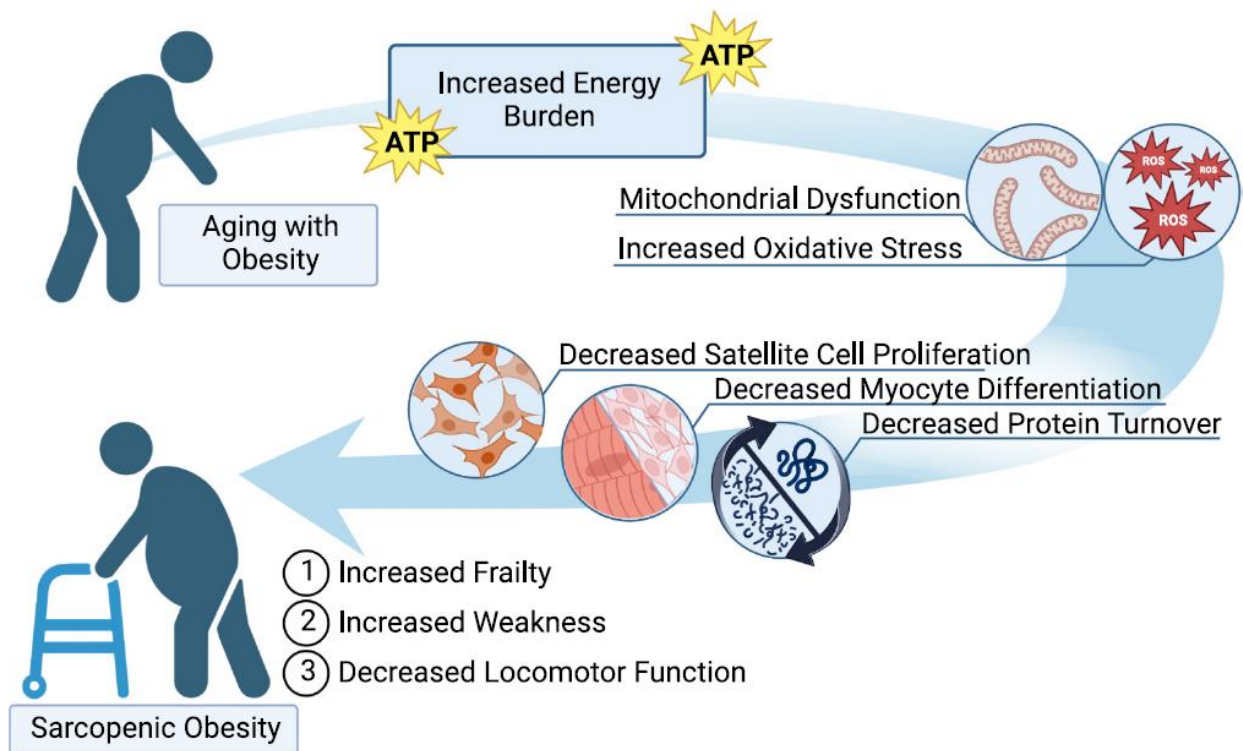
## Χαρακτηριστικά σαρκοπενικής παχυσαρκίας

Ενήλικες ηλικίας άνω των 65 ετών με σαρκοπενία βιώνουν αναπηρία, μειωμένη ποιότητα ζωής και υψηλό κίνδυνο πρόωρου θανάτου, προκαλώντας σημαντική ατομική και κοινωνικο-οικονομική επιβάρυνση (Axelrod, Dantas & Kirwan, 2023). Η σαρκοπενική παχυσαρκία περιγράφεται ως γηριατρικό σύνδρομο τα τελευταία 20 χρόνια (Baumgartner, 2000) και αποτελεί τη συνύπαρξη δύο φαινοτύπων, της σαρκοπενίας και της παχυσαρκίας (Barazzoni et al., 2018). Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της σαρκοπενικής παχυσαρκίας είναι η μείωση της μυϊκής λειτουργίας, η οποία παρατηρείται ως απώλεια άλιπης μάζας, δύναμης, ή και κινητικής δραστηριότητας. Η μυϊκή συστολή και η ικανότητα των μυϊκών ινών να παράγουν δύναμη, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το μέγεθος, ο όγκος, η αρχιτεκτονική, η ποιότητα και το βιοενεργειακό δυναμικό των μυών. Η μείωση οποιουδήποτε από τους καθοριστικούς παράγοντες ή ο συνδυασμός τους μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της μυϊκής λειτουργίας. Επιπλέον, η κοινή οριοθέτηση μεταξύ της σαρκοπενικής παχυσαρκίας και της σαρκοπενίας που σχετίζεται με την ηλικία είναι η συστηματική ενεργειακή επιβάρυνση. Κατά συνέπεια, η



αλληλεπίδραση μεταξύ των περιοχών αποθήκευσης λιπιδίων και παραγωγής δύναμης πιθανότατα υπαγορεύει την έναρξη της νόσου αλλά και την εξέλιξή της, αν και οι κυτταρικοί και μοριακοί μηχανισμοί παραμένουν ασαφείς.

Στο Σχήμα 1 περιγράφεται το μοντέλο εξέλιξης της σαρκοπενικής παχυσαρκίας. Η παχυσαρκία, στο πλαίσιο της γήρανσης, επιδεινώνει την ενεργειακή ανισορροπία, με αποτέλεσμα την υπερβολική μιτοχονδριακή σχάση, μειώνοντας τον ποιοτικό έλεγχο και προκαλώντας αυξημένο οξειδωτικό στρες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι αναγεννητικές λειτουργίες εντός των σκελετικών μυών να μειώνονται, συμπεριλαμβανομένου του μειωμένου πολλαπλασιαστικού δυναμικού, την ωρίμανση των μυοσωλήνων και την πρωτεϊνική σύνθεση. Κατά συνέπεια, η λειτουργία των σκελετικών μυών μειώνεται, με αποτέλεσμα την ευθραυστότητα, τη μειωμένη παραγωγή δύναμης και τη μειωμένη κινητική λειτουργία (Axelrod et al., 2023).

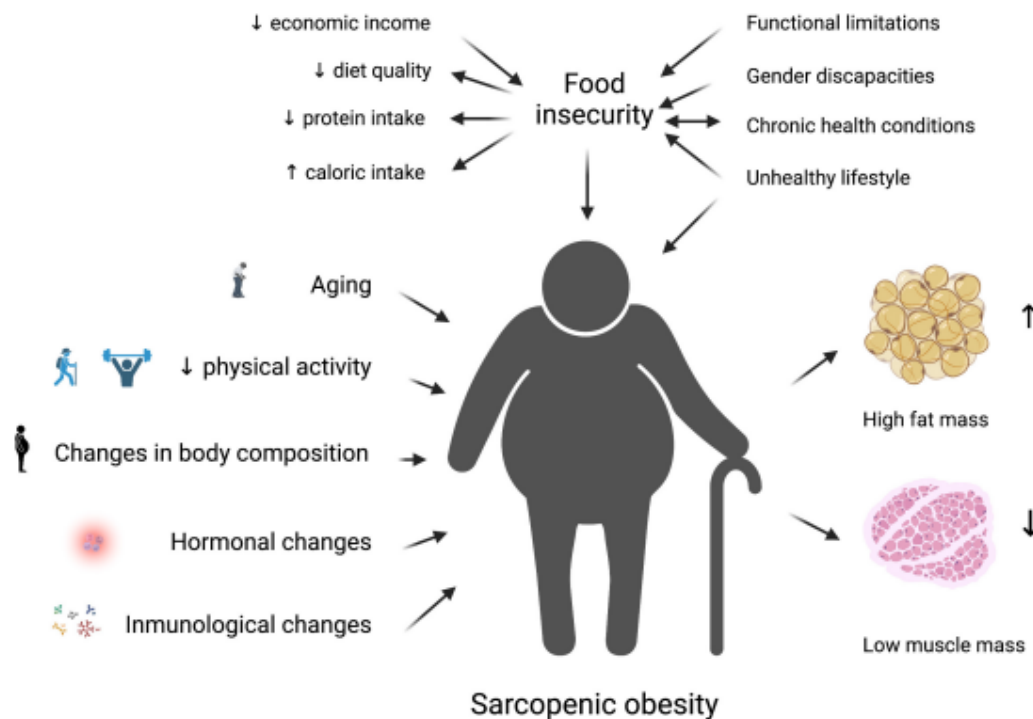


**Σχήμα 1.** Εξέλιξη της σαρκοπενικής παχυσαρκίας κατά τη γήρανση (Axelrod et al., 2023).



Ο όρος σαρκοπενία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1997 (Rosenberg, 1997) και αποτελεί μία εξελισσόμενη, γενικευμένη διαταραχή των σκελετικών μυών, που σχετίζεται με την ηλικία και χαρακτηρίζεται από χαμηλή μυϊκή δύναμη, χαμηλή ποσότητα και ποιότητα και χαμηλή λειτουργική ικανότητα (Cruz-Jentoft et al., 2019). Υπάρχει πρωτοπαθής σαρκοπενία η οποία οφείλεται μόνο στην πάροδο της ηλικίας ενώ, η δευτεροπαθής σαρκοπενία προκαλείται από κακή διατροφή, ή νόσους όπως οργανική ανεπάρκεια, κακοήθεια, ενδοκρινικές και νευρολογικές παθήσεις (Cruz-Jentoft et al., 2010). Χαρακτηριστικό της πρωτοπαθούς σαρκοπενίας είναι η ατροφία των μυϊκών ινών τύπου II (Verdijk et al., 2007).

Από τη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία, προκύπτει ότι η εμφάνιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας προκαλείται από ποικίλους παράγοντες (Σχήμα 2). Κύριοι αιτιολογικοί παράγοντες θεωρούνται οι σωματικές μεταβολές κατά τη γήρανση του ασθενούς λόγω μειωμένου βασικού μεταβολισμού, αλλά συγχρόνως και οι ορμονικές αλλαγές, έκπτωση της νευρολογικής λειτουργίας, χρόνιες χαμηλού βαθμού φλεγμονές, μη ισορροπημένη διατροφή και έλλειψη φυσικής άσκησης (Brown et al., 2016; Chen et al., 2017; Kob et al., 2015).



**Σχήμα 2.** Σχηματική απεικόνιση των αιτιολογικών παραγόντων που οδηγούν σε σαρκοπενική παχυσαρκία (Fonseca-Pérez et al., 2022).



Η αλληλεπίδραση μεταξύ της επισιτιστικής διατροφής και της σαρκοπενικής παχυσαρκίας σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας σχετίζεται με χαμηλό οικονομικό εισόδημα, επηρεάζοντας τη χαμηλή ποιότητα διατροφής με μικρή πρόσληψη πρωτεΐνης με υψηλή προσφορά ενέργειας. Αυτό το σενάριο επιδεινώνεται από τον ανθυγιεινό τρόπο ζωής και την παρουσία συννοσηροτήτων και αλλοίωση της σύστασης του σώματος λόγω ορμονικών και ανοσολογικών αλλαγών, με αποτέλεσμα χαμηλή μυϊκή μάζα και υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά.

### **Κλινική Εικόνα**

Η σαρκοπενική παχυσαρκία χαρακτηρίζεται από μη ειδική συμπτωματολογία και κλινική εικόνα, επιπρόσθετο στοιχείο που δυσκολεύει την έγκαιρη διάγνωση. Πιο συγκεκριμένα, χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση των επιπλοκών της παχυσαρκίας αλλά και της σαρκοπενίας.

Η παχυσαρκία συνδέεται με την εμφάνιση μεταβολικού συνδρόμου, το οποίο περιλαμβάνει αυξημένη αρτηριακή υπέρταση, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, καρδιακά νοσήματα, αύξηση των κυκλοφορούντων λιπιδίων και του σακχάρου, χρόνια συστηματική φλεγμονή και καρδιοαναπνευστικά προβλήματα (Daviglius et al., 2004; Frühbeck et al., 2013). Αντίθετα, η σαρκοπενία συσχετίζεται στενά με συχνές πτώσεις του ασθενούς, εύθραυστα οστά και κατάγματα, φυσική ανικανότητα, νοσηλεία, οστεοπόρωση, οστεοαρθρίτιδα, ακόμη και θνητότητα (Wei et al., 2023; Edwards & Buehring, 2015; Mesinovic et al., 2019). Μία μελέτη περιγράφει την εμφάνιση απεικονιστικής αρθρίτιδας στα γόνατα σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία σε αντίθεση με υγιή άτομα (Lee et al., 2012). Τέλος, η σαρκοπενική παχυσαρκία μπορεί να επηρεάσει ακόμη και την ψυχική υγεία των ασθενών. Συγκεκριμένα, μία μελέτη αναφέρει πως οι ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά κατάθλιψης σε σχέση με τους υγιείς ενήλικες της τρίτης ηλικίας (Hamer and O'Donovan, 2017).

Πέρα από τη συννοσηρότητα που παρουσιάζει ο ασθενής με σαρκοπενική παχυσαρκία, υπάρχει μία χαρακτηριστική κλινική εικόνα των ασθενών (Roubenoff, 2008). Παρατηρείται αυξημένη ποσότητα εναπόθεσης λίπους στην κοιλιακή χώρα με ταυτόχρονα αδύνατα άνω και κάτω άκρα (Εικόνα 1). Άλλα αίτια που παίζουν ρόλο στην



εμφάνιση σαρκοπενικής παχυσαρκίας είναι η αντίσταση στην ινσουλίνη και η εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (Boirie, 2013). Ένα μεγάλο ποσοστό της σαρκοπενικής παχυσαρκίας παραμένει αδιάγνωστο καθώς χαρακτηρίζεται από μη ειδικά κλινικά συμπτώματα. Συνήθως, οι ασθενείς εμφανίζονται με παχυσαρκία και συνοδές νοσηρότητες όπως σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2, μη αλκοολική λιπώδης διήθηση ήπατος, δυσλιπιδαιμία, αρτηριακή υπέρταση ή καρδιαγγειακές νόσους ή με μη ειδικά κλινικά συμπτώματα που σχετίζονται με τη σαρκοπενία όπως κόπωση και αδυναμία (Polyzos & Margioris, 2018).



**Εικόνα 1.** Χαρακτηριστική μακροσκοπική εικόνα ασθενούς με αυξημένη κοιλιακή περίμετρο λόγω εναπόθεσης λίπους και αδύνατα κάτω άκρα λόγω σαρκοπενίας (Roubenoff, 2008).

### **Παθοφυσιολογία σαρκοπενικής παχυσαρκίας**

Η γήρανση οδηγεί σε σταδιακές αλλαγές στη σωματική σύνθεση και συγκεκριμένα, με αύξηση του λιπώδους ιστού μέχρι την έβδομη δεκαετία και ταυτόχρονα, με μείωση της μυϊκής μάζας από την τέταρτη δεκαετία ενώ, επιταχύνεται από την έκτη δεκαετία (Frontera et al., 2000).

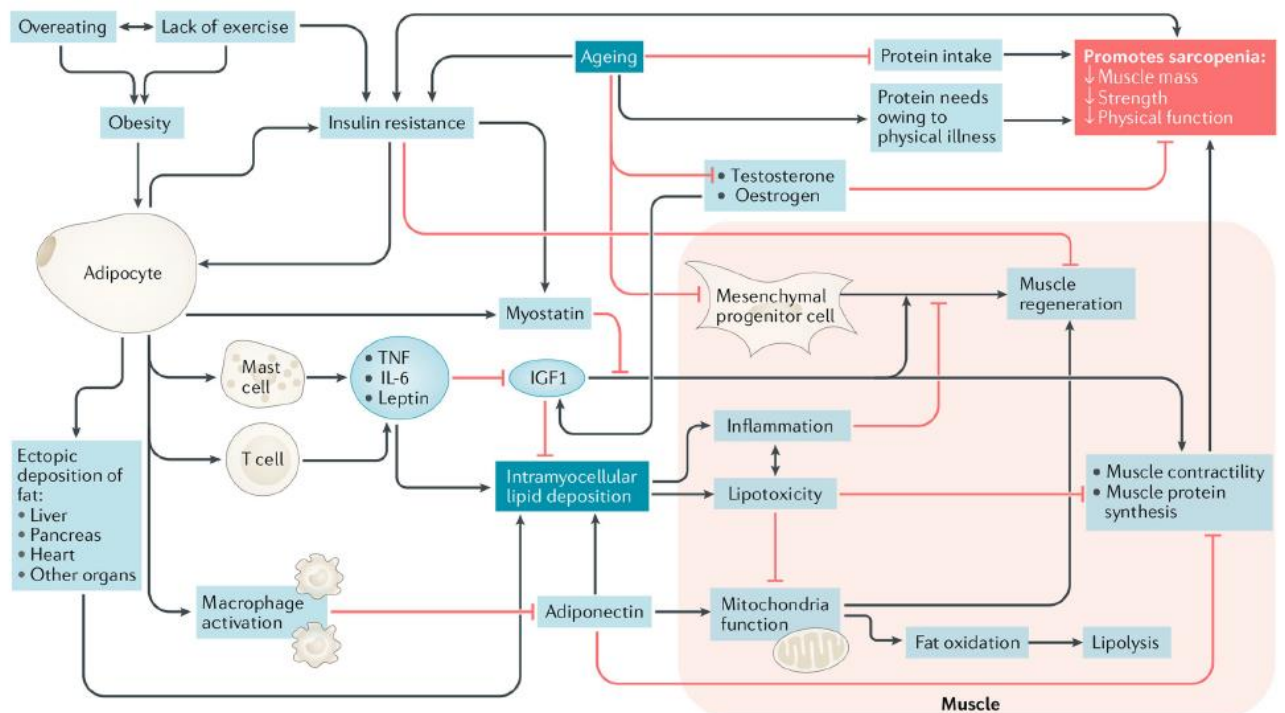


Αρχικά, με την πάροδο της ηλικίας, παρατηρείται σημαντική αλλαγή στη μυϊκή μάζα. Το σύνολο της μυϊκής μάζας αποτελεί το 42% του οργανισμού σε έναν ενήλικο αλλά, φτάνει περίπου το 27% στα άτομα της τρίτης ηλικίας (Lee et al., 2001). Η μυϊκή μάζα μειώνεται 0, 37 και 0,47% κάθε χρόνο στις γυναίκες και στους άντρες, αντίστοιχα, μετά την τρίτη δεκαετία της ζωής (Cruz-Jentoft et al., 2019; Cruz-Jentoft and Sayer, 2019). Η γήρανση μειώνει τον αριθμό και το μέγεθος των σκελετικών μυϊκών ινών, μειώνει τη συνολική μυϊκή μάζα, τη συσπαστική ικανότητα και ποιότητα καθώς και την οξειδωτική χωρητικότητα, οδηγώντας σε μείωση της μυϊκής δύναμης και νευρικής διέγερσης (Delbono, 2003; Lauretani et al., 2003).

Στην προχωρημένη ηλικία, έχει φανεί ότι αλληλεπιδρά συνεργικά η παχυσαρκία με την σαρκοπενία. Η μείωση της μυϊκής μάζας οδηγεί σε μειωμένο ποσοστό μεταβολισμού και μειωμένη οξειδωτική χωρητικότητα, καταλήγοντας σε περαιτέρω αύξηση του σωματικού βάρους (Backx et al., 2016; Gallagher et al., 1998). Καθώς οι σκελετικοί μύες παίζουν σημαντικό ρόλο στον γλυκαιμικό έλεγχο και τη μεταβολική ομοιόσταση, ο συνδυασμός της απώλειας σκελετικής μάζας με αύξηση του λιπώδους ιστού πολλαπλασιάζει τον κίνδυνο ανάπτυξης μεταβολικής νόσου ιδιαίτερα σε μεγαλύτερους ασθενείς με αυξημένο κίνδυνο φυσικής ανικανότητας, νοσηλείες, νοσηρότητα και πρόωμη θνητότητα (Zhang et al., 2018). Η γήρανση τυπικά χαρακτηρίζεται από μείωση των μυϊκών ομάδων τύπου 2 και η παχυσαρκία φαίνεται ότι επιταχύνει τη διαδικασία καθώς σχετίζεται με μικρότερο αριθμό μυϊκών ινών τύπου 1 (Tanner et al., 2002).

Κατανοώντας τη παθοφυσιολογία της σαρκοπενικής παχυσαρκίας είναι πιο εφικτό να εντοπιστεί ο κατάλληλος θεραπευτικός αλγόριθμος ωστόσο από τις σύγχρονες γνώσεις (Batsis & Villareal, 2018) προκύπτει πως η παθοφυσιολογία του συνδρόμου αυτού είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και πολυπαραγοντική (Σχήμα 3).

*Μηχανισμοί στο μυϊκό κύτταρο:* Οι μηχανισμοί που σχετίζονται με το μυϊκό κύτταρο των σκελετικών μυών επηρεάζονται με την πάροδο της ηλικίας και τη γήρανση. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνουν την ατροφία των μυϊκών ινών τύπου 2, τη μείωση των κινητικών νευρώνων, τη νέκρωση των μυϊκών ινών και την ενδομυϊκή εναπόθεση κολλαγόνου, στοιχεία που εξηγούν τη μείωση της μυϊκής μάζας και δύναμης στη σαρκοπενική παχυσαρκία (Stenholm et al., 2008). Ακόμη, η γήρανση κινητοποιεί την εναπόθεση λίπους εντός του μύος ανάμεσα στις μυϊκές ίνες, οδηγώντας σε σαρκοπενία (Goodpaster et al., 2006).



**Σχήμα 3.** Σχηματική απεικόνιση των παθοφυσιολογικών μηχανισμών εμφάνισης της σαρκωπενικής παχυσαρκίας (Batsis & Villareal, 2018).

*Διαταραχή της ορμονικής ισορροπίας:* Η γήρανση σχετίζεται με αλλαγές σε ποικιλία ορμονών συμπεριλαμβανομένων της τεστοστερόνης, των οιστρογόνων, της αυξητικής ορμόνης και των κορτικοστεροειδών (Choi, 2013). Όλες αυτές οι ορμόνες επηρεάζουν σε κάποιο βαθμό την αναβολική και καταβολική διαδικασία στους σκελετικούς μύες. Τα μειωμένα επίπεδα σε ανδρογόνα και οιστρογόνα μειώνουν τη μυϊκή μάζα και δύναμη. Επίσης, η εμμηνόπαυση αυξάνει το σωματικό βάρος και τη συσσώρευση λίπους στην κοιλιακή χώρα. Τα οιστρογόνα συμμετέχουν σε αυτές τις αλλαγές καθώς κινητοποιούν φλεγμονή στους σκελετικούς μύες (Gambacciani et al., 2001). Στους άντρες η τεστοστερόνη βοηθά στην αναγέννηση των σκελετικών μυών με την ενεργοποίηση κυττάρων και αυξάνει την πρωτεϊνοσύνθεση στους μύες. Με την πάροδο της ηλικίας, μείωση της τεστοστερόνης φέρει ακριβώς τα αντίθετα αποτελέσματα (LeBlanc et al., 2011).

*Φλεγμονή:* Ένας αριθμός μονοπατιών φλεγμονής είναι κοινός για τον μυϊκό και τον λιπώδη ιστό. Η παχυσαρκία κινητοποιεί την εμφάνιση χαμηλού βαθμού φλεγμονής,

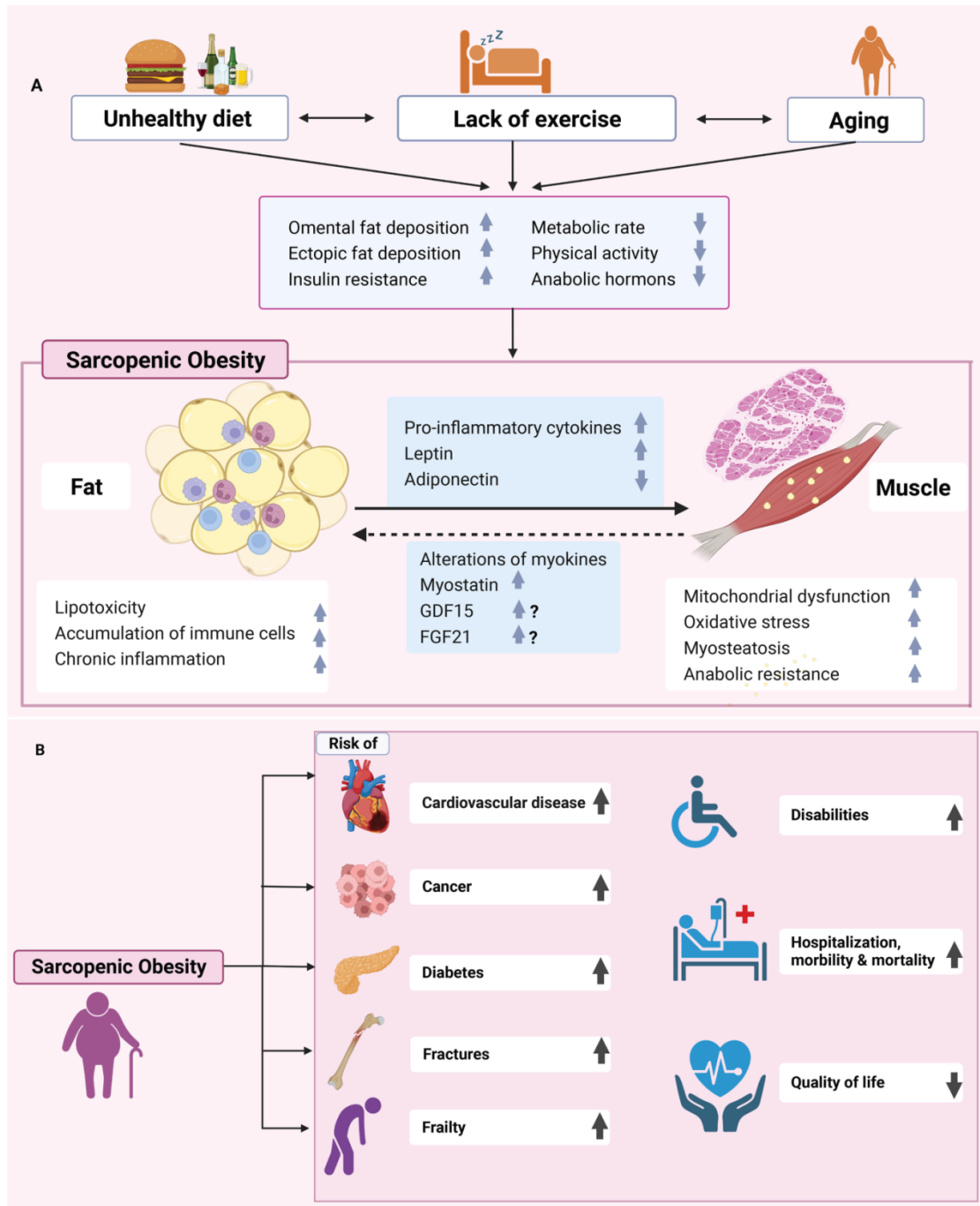


οδηγώντας τελικά στην ανάπτυξη αντίστασης στην ινσουλίνη και σε σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, που αυξάνονται από τον καταβολισμό των μυϊκών ομάδων. Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση της λιπώδους μάζας και ταυτόχρονα, η μείωση της μάζας των σκελετικών μυών (Schragger et al., 2007).

Η παχυσαρκία ενεργοποιεί τα μακροφάγα και τα T-λεμφοκύτταρα ενεργοποιώντας μία χαμηλού βαθμού φλεγμονή η οποία οδηγεί σε έκκριση του παράγοντα νέκρωσης όγκων (TNF- $\alpha$ ), λεπτίνης και αυξητικής ορμόνης (Schragger et al., 2007). Ακόμη, η παχυσαρκία έχει παρατηρηθεί ότι οδηγεί σε αναδιαμόρφωση των σκελετικών μυών μέσω της μιτοχονδριακής απόπτωσης, σημείο στο οποίο αναφέρεται από τη βιβλιογραφία ότι η φυσική άσκηση μπορεί να λειτουργήσει θετικά αλλάζοντας την έκφραση των μιτοχονδριακών πρωτεϊνών στους σκελετικούς μύες (Heo et al., 2018).

Η σαρκοπενία προκαλείται από ένα συνδυασμό παραγόντων που περιλαμβάνουν νευρολογικούς παράγοντες με απώλεια κινητικών νευρώνων απώλεια κινητικών μυϊκών ομάδων ενδοκρινικές αλλαγές και κακή διατροφή (Larsson et al., 2019). Υπάρχει μία δυναμική ισορροπία μεταξύ της σύνθεσης και της απόπτωσης μυϊκών πρωτεϊνών. Ωστόσο, οι μηχανισμοί για την ανάπτυξη σαρκοπενικής παχυσαρκίας είναι ιδιαίτερα πολύπλοκοι και μη κατανοητοί καθώς πολλαπλοί παράγοντες επηρεάζουν αυτή τη διαδικασία όπως διαταραχή στην ορμονική ισορροπία, χαμηλού βαθμού συστηματική φλεγμονή, στη μικροβιολογία του εντέρου, διαταραχές στη μικροκυκλοφορία, μεταβολικές διαταραχές παχυσαρκία και αντίσταση στην ινσουλίνη (Larsson et al., 2019). Όλοι αυτοί οι παράγοντες μειώνουν τη δράση αυξητικών παραγόντων των σκελετικών μυών και αυξάνουν το οξειδωτικό στρες και τη λειτουργία των πρωτεασών και της αυτοφαγίας (Gustafsson & Ulfhake, 2021; Larsson et al., 2019). Η απώλεια των A κινητικών νευρώνων και οι διαταραχές στις νευρομυϊκές συνάψεις οδηγούν σε μείωση των μυϊκών ινών τύπου 2 και αντικατάστασή τους με τύπου 1 (Gustafsson & Ulfhake, 2021).

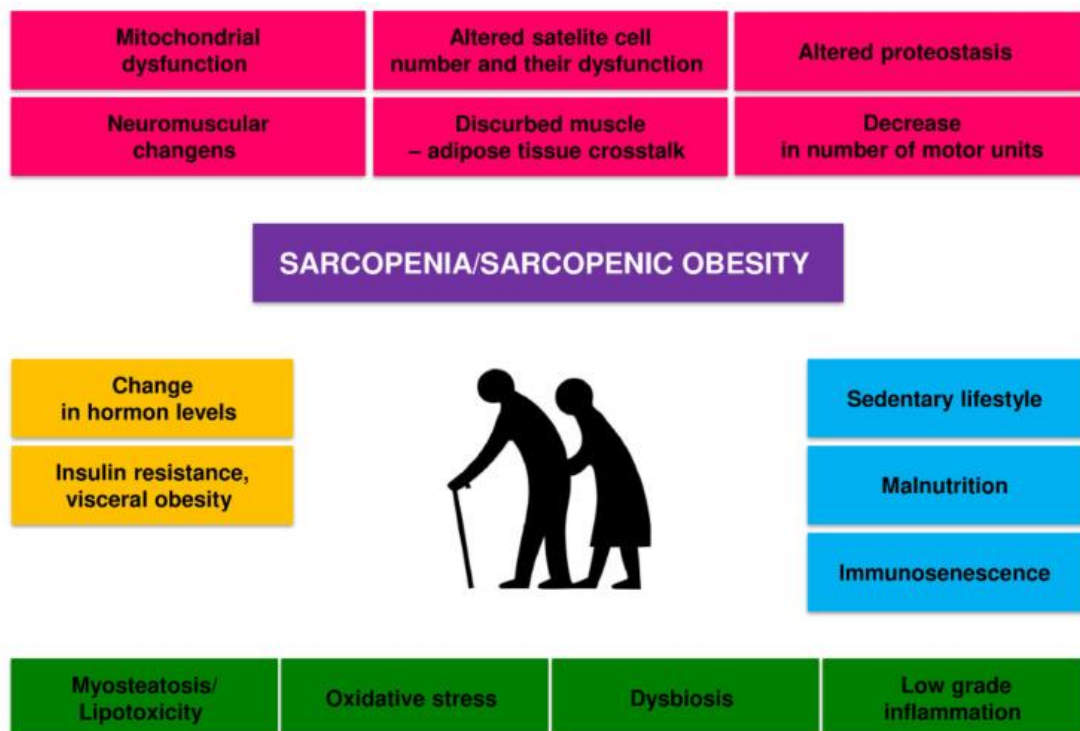
Η αύξηση του συνολικού λιπώδους ιστού συνήθως συνοδεύεται από αύξηση του λιπώδους ιστού μέσα στο σκελετικό μυ, κατάσταση που ονομάζεται μυστεάτωση και συνοδεύεται από πολλές νοσηρότητες και λειτουργική ανικανότητα (Σχήμα 4). Η μυστεάτωση μειώνει την ικανότητα σύσπασης των μυϊκών ινών καθώς και τη μεταβολική τους λειτουργία (Wei et al., 2023; Figaro et al., 2006; Waters, 2019; Zamboni et al., 2019).



Σχήμα 4. Παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη σαρκοπενικής παχυσαρκίας.



Αντίστροφα, το αυξημένο σωματικό λίπος επιταχύνει τη φλεγμονή των ιστών, το οξειδωτικό στρες, την μιτοχονδριακή δυσλειτουργία και την αντίσταση στην ινσουλίνη με άμεσο αποτέλεσμα στους σκελετικούς μύες (Furukawa et al., 2004; Mathis, 2013). Η χρόνια χαμηλού βαθμού φλεγμονή σχετίζεται με την παχυσαρκία και επηρεάζει ταυτόχρονα την ανάπτυξη αντίστασης στην ινσουλίνη (Dalle et al., 2017). Η έκκριση των κυττάρων ανοσίας αλλάζει αυξάνοντας την απελευθέρωση των κυτοκινών προκαλώντας μία κατάσταση φλεγμονής με απουσία λοίμωξης οδηγώντας σε καταστροφή ιστού. Οι κυτοκίνες αυτές, ενεργοποιώντας το σύστημα πρωτεασών, οδηγούν σε σαρκοπενία (Mitch & Goldberg, 1996). Το μοντέλο των μηχανισμών που οδηγούν σε σαρκοπενική παχυσαρκία προκαλούν πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ λιπώδους και μυϊκού ιστού, η οποία πιστεύεται ότι συμβάλλει στην ανάπτυξη της σαρκοπενικής παχυσαρκίας. Στο Σχήμα 5 συνοψίζονται τα βασικά σημεία της παθοφυσιολογίας της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Bilski et al., 2022).

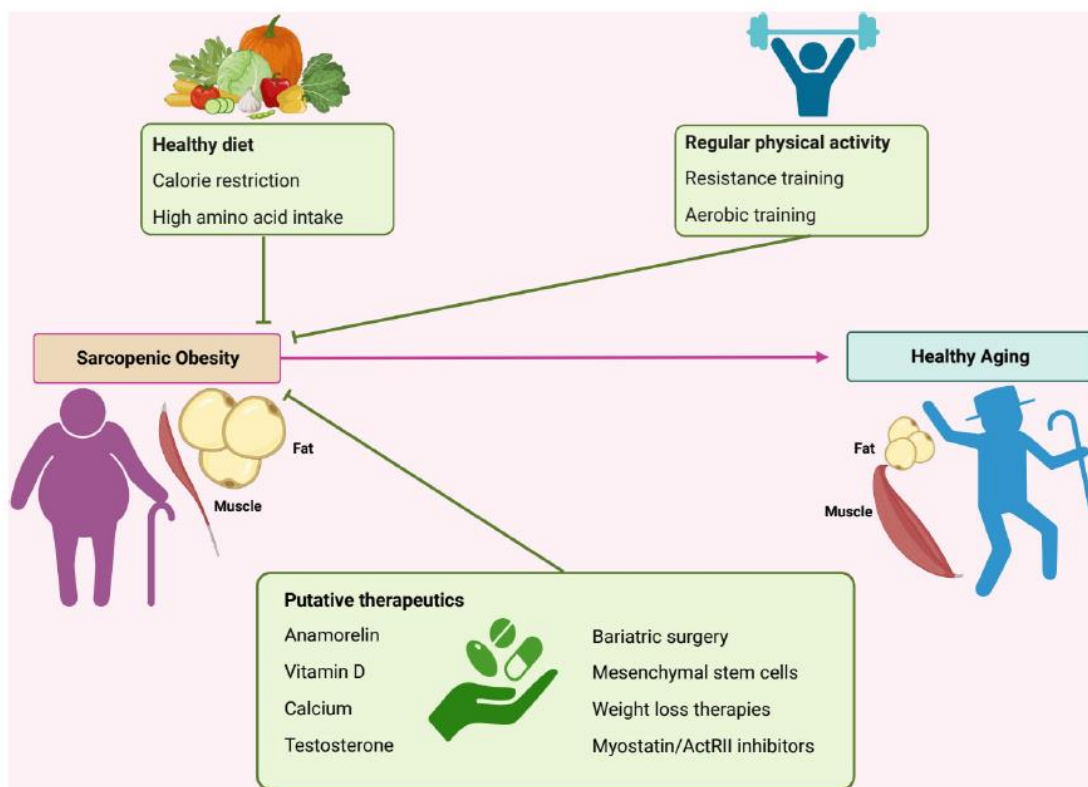


**Σχήμα 5.** Μηχανισμοί που ευθύνονται για την παθοφυσιολογία της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Bilski et al., 2022).



## Θεραπεία

Καθώς η παθογένεση του συνδρόμου αυτού είναι ιδιαίτερα πολυπαραγοντική, η κατανόηση της ιδανικής θεραπείας παραμένει μία πρόκληση. Στη θεραπεία της σαρκοπενικής παχυσαρκίας μπορεί να βοηθήσει η βελτίωση της διατροφής, η φυσική άσκηση και τα φαρμακευτικά σκευάσματα (Σχήμα 6). Επίσης, από τη βιβλιογραφία αναφέρεται πως η ηλεκτρομυοδιέγερση είναι μία μέθοδος με θετικά αποτελέσματα σε ασθενείς τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερη πληθώρα μελετών (Kemmler et al., 2017). Ένας αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης για να επιβραδυνθεί η εξέλιξη του συνδρόμου της σαρκοπενικής παχυσαρκίας σε άτομα της τρίτης ηλικίας φαίνεται να είναι ο συνδυασμός της φυσικής άσκησης και της διατροφής με υποθερμιδική δίαιτα και πρωτεϊνικά συμπληρώματα (Cermak et al., 2012; Villareal et al., 2011a).



**Σχήμα 6.** Θεραπευτικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Wei et al., 2023).



## Φυσική άσκηση και σαρκοπενική παχυσαρκία

Η πρωταρχική μέθοδος για την αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας είναι η φυσική άσκηση (Musumeci, 2017). Η άσκηση μπορεί να επηρεάσει την ισορροπία στις ορμόνες, να μειώσει το οξειδωτικό στρες, να βελτιώσει τη μιτοχονδριακή σύνθεση, να αλλάξει την ανοσολογική λειτουργία και την κινητική λειτουργία και να βελτιώσει την οξειδωτική χωρητικότητα των μυών (Joseph et al., 2016). Τα μυϊκά κύτταρα που βρίσκονται ανάμεσα στις μυϊκές ίνες ενεργοποιούνται μέσω της φυσικής άσκησης (Petrella et al., 2008). Βιοδείκτες φλεγμονής που κυκλοφορούν στο αίμα συμπεριλαμβανομένων της ιντερλευκίνης-6, της C-αντιδρώσας πρωτεΐνης και του παράγοντα νέκρωσης όγκων (TNF- $\alpha$ ), μειώνονται με την αερόβια άσκηση και την προπόνηση ενδυνάμωσης ενώ ο συνδυασμός της αερόβιας με την προπόνηση αντιστάσεων φαίνεται πιο αποτελεσματικός (Woods et al., 2012).

Η προπόνηση αντιστάσεων είναι μια μορφή άσκησης που αυξάνει τη μυϊκή δύναμη και την αντοχή γυμνάζοντας έναν μυ ή μια μυϊκή ομάδα ενάντια στην εξωτερική αντίσταση. Μπορεί να είναι οποιαδήποτε άσκηση η οποία προκαλεί τον μυ να ενεργήσει εναντίον μιας εξωτερικής αντίστασης με σκοπό να αυξηθεί η δύναμη, η υπερτροφία και η αντοχή (Kraemer et al., 2002).

Αξίζει να αναφερθεί πως η προπόνηση ελαστικής αντίστασης με χρήση λάστιχου θεωρείται αποτελεσματική για τη μυϊκή ενδυνάμωση και ασφαλής όταν εφαρμόζεται ακόμη και σε ηλικιωμένα άτομα (Yasuda et al., 2015). Είναι ένα είδος προπόνησης απλό και εύκολο να πραγματοποιηθεί ακόμη και σε ηλικιωμένους με συνοδά προβλήματα υγείας, αλλά κυρίως παρέχει ταυτόχρονα αύξηση και ενίσχυση όλου του μυοσκελετικού συστήματος (Cho et al., 2014). Υπάρχουν ποικίλες μελέτες που υποστηρίζουν αυτόν τον τύπο προπόνησης σε ηλικιωμένα άτομα, παρουσιάζοντας ως πρόγραμμα χαμηλές ή μέτριες ασκήσεις, από 2 έως 5 φορές την εβδομάδα, από 8 έως 24 εβδομάδες (Egaña et al., 2010).

Η προπόνηση αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική κυρίως όταν πραγματοποιείται επαναλαμβανόμενα και συστηματικά καθώς φαίνεται πως αυξάνεται η μυϊκή δύναμη και η μυογένεση όσο περισσότερο ο μυς υποχρεούται να λειτουργήσει και να ξεπεράσει μία αντίσταση. Υπάρχουν τρεις τύποι προπόνησης αντιστάσεων: η ισοτονική άσκηση, η ισομετρική άσκηση και η ισοκινητική άσκηση. Ισοτονική θεωρείται η κίνηση ενός μύος



εναντίον κάποιας αντίστασης με την οποία βραχύνεται. Κατά την ισομετρική άσκηση, οι μύες και οι αρθρώσεις δεν κινούνται ούτε αλλάζουν σε μέγεθος όπως, γίνεται στην ισοτονική άσκηση, αλλά μένουν σε ένα συγκεκριμένο μήκος και δρουν εναντίον της αντίστασης. Τέλος, στην ισοκινητική άσκηση βραχύνονται και επιμηκύνονται οι μύες σε όλο το εύρος της κίνησης με συγκεκριμένη ταχύτητα εναντίον τις αντιστάσεις (Lee et al., 2018). Η προπόνηση αντίστασης επιταχύνει την πρωτεϊνοσύνθεση στους μύες αυξάνει τον αριθμό και το μέγεθος των μυϊκών ινών και μυών και μειώνει τη φλεγμονή (IL-6 and TNF- $\alpha$ ) (Brook et al., 2016). Η προπόνηση αντιστάσεων θεωρείται μία σημαντική επιλογή για τη σαρκοπενία καθώς βοηθά στην ενεργοποίηση των κυττάρων δορυφόρων και τον πολλαπλασιασμό τους επιταχύνει την πρωτεϊνοσύνθεση οδηγώντας σε αύξηση της μυϊκής μάζας και δύναμης (Johnston et al., 2008; Phu et al., 2015).

Η αερόβια άσκηση βελτιώνει την οξειδωτική χωρητικότητα των μυών ενεργοποιώντας τη λιπόλυση. Η απόπτωση των μυϊκών κυττάρων μπορεί να μειωθεί καθώς οι μηχανισμοί της αυτοφαγίας, της καταστροφής των μιτοχονδρίων και η μιτοχόνδριο-γένεση που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της σαρκοπενικής παχυσαρκίας μειώνονται με τη φυσική άσκηση (Mooren and Krüger, 2015).

Ακόμη, η αερόβια άσκηση παρέχει βελτιώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα, μειώνοντας την αρτηριακή πίεση και στην αναπνευστική λειτουργία, βοηθά στη ρύθμιση του σακχάρου και στη μείωση του σωματικού βάρους. Η αερόβια άσκηση βελτιώνει την οξειδωτική χωρητικότητα, την ποσότητα λίπους ενδομυϊκά, επιταχύνει τη λιπόλυση και βελτιώνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη, στοιχεία τα οποία όλα βελτιώνουν τα συμπτώματα των ατόμων της τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία (Forbes et al., 2012; Willis et al., 2012).

Η αερόβια άσκηση η προπόνηση αντιστάσεων και ο συνδυασμός τους βελτιώνουν την πρωτεϊνοσύνθεση στους μύες στα άτομα τρίτης ηλικίας (Hasten et al., 2000; Short et al., 2004; Villareal et al., 2011b). Η αερόβια άσκηση και η προπόνηση αντιστάσεων είναι ασφαλείς μέθοδοι, ακόμη και για τους ασθενείς που είναι υψηλού κινδύνου για πτώσεις και κατάγματα (Gillespie et al., 2003).

Επίσης, από μελέτες φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων για ένα χρόνο αυξάνει τα επίπεδα της γρελίνης 47% και μειώνει τους δείκτες φλεγμονής (Markofski et al., 2014). Μία τυχαίοποιημένη μελέτη του 2018 έχει ως αντικείμενο την επίδραση του συνδυασμού αερόβιας άσκησης



και προπόνησης αντιστάσεων για 16 εβδομάδες σε ασθενείς με καρκίνο μαστού και συνοδό σαρκοπενική παχυσαρκία. Σε follow-up 4 μηνών, η σαρκοπενική παχυσαρκία παρουσίασε βελτίωση (Dieli-Conwright et al., 2018).

Μία νέα μέθοδος με περιορισμό της αιματικής ροής (Blood Flow Restriction- BFR)) εμποδίζει μερικώς την αρτηριακή παροχή ενώ περιορίζει συνολικά τη φλεβική κυκλοφορία στους μύες κατά τη διάρκεια της άσκησης. Είναι μία πολλά υποσχόμενη νέα μέθοδος, που χρησιμοποιείται συνήθως κατά τη διάρκεια χαμηλής έντασης προπόνησης βοηθώντας σε μεγαλύτερη αύξηση των μυϊκών ινών και της μυϊκής δύναμης (Hughes et al., 2017; Scott et al., 2015). Σύμφωνα με μία μελέτη, η προπόνηση περιορισμού αιματικής ροής με λάστιχο βελτιώνει τη συγκεκριμένη μυϊκή περιοχή ως προς τη μάζα και τη μυϊκή δύναμη χωρίς αρνητικό αποτέλεσμα στην ακεραιότητα των αρτηριών (Yasuda et al., 2015).



### III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### Πηγές δεδομένων και αναζητήσεις

*Στρατηγική αναζήτησης:* Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση της διεθνούς βιβλιογραφίας για να ταυτοποιηθούν οι μελέτες που σχετίζονται με τη φυσική άσκηση και την αντιμετώπιση ασθενών τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία. στις βάσεις δεδομένων: PubMed, Scopus, και Science Direct. Στην αναζήτηση, οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: *sarcopenic obesity, elderly, aging, exercise, strength training*.

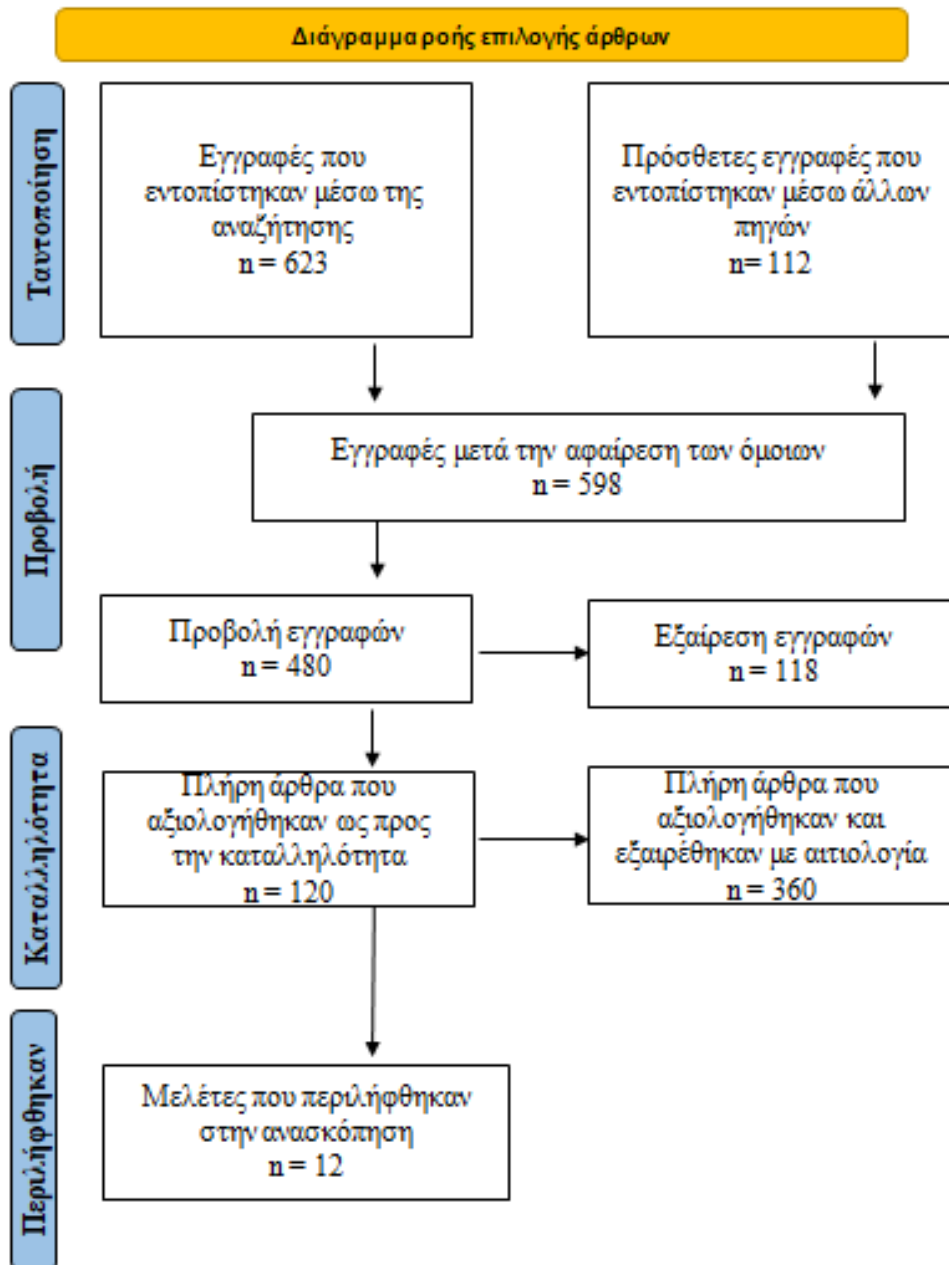
*Κριτήρια επιλεξιμότητας:* Τα κριτήρια επιλεξιμότητας για την ένταξη των μελετών περιλάμβαναν: α) δημοσιεύσεις σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά, β) άρθρα που δημοσιεύτηκαν τα τελευταία 10 χρόνια, γ) συμμετέχοντες ηλικίας >60 ετών, δ) την εννοιολογική σχέση των μελετών με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, και ε) την αγγλική γλώσσα συγγραφής των μελετών.

*Κριτήρια αποκλεισμού μελετών:* Τα κριτήρια αποκλεισμού εστίασαν σε: α) ποιοτικές μελέτες που δεν ποσοτικοποιούσαν τα αποτελέσματα, β) μελέτες που δεν περιείχαν παρεμβάσεις, γ) μελέτες που είχαν δημοσιευτεί πριν το 2014, και ε) μελέτες σε γλώσσα διαφορετική από την αγγλική.

*Εξαγωγή δεδομένων:* Από την επιλεγμένη βιβλιογραφία συγκεντρώθηκαν οι ακόλουθες πληροφορίες: το επώνυμο του πρώτου συγγραφέα, ο χρόνος δημοσίευσης, το μέγεθος του δείγματος, το φύλο και η ηλικία των συμμετεχόντων, η διάγνωση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας, ο τύπος και η διάρκεια της φυσικής άσκησης, και οποιαδήποτε συμπληρωματική παρέμβαση, συμπεριλαμβανομένης της διαιτητικής ή της φαρμακευτικής. Συνολικά ανιχνεύθηκαν 735 αναφορές από τις βάσεις δεδομένων Pubmed, Scopus, και ScienceDirect. Μετά την αφαίρεση των διπλότυπων, αποκλείστηκαν 137 δημοσιεύσεις. Από τις 598 καταχωρήσεις, ελέγχθηκαν οι τίτλοι και οι περιλήψεις, με αποτέλεσμα να απορριφθούν 118. Από τις 480 πηγές έγινε έλεγχος σε όλο το άρθρο και απορρίφθηκαν 360 καθώς αποτελούσαν άρθρα με μη έγκυρα αποτελέσματα ή άρθρα που αναφέρονταν σε ασθενείς με διαγνωσμένη είτε παχυσαρκία είτε σαρκοπενία και όχι



σε ασθενείς με σακροπενική παχυσαρκία. Από τις 120 εναπομείνουσες αναφορές, απορρίφθηκαν επιπλέον 108 καθώς δεν πληρούσαν τα κριτήρια επιλεξιμότητας (Σχήμα 7). Ο τελικός αριθμός των επιλέξιμων μελετών ήταν δώδεκα (12).



**Σχήμα 7.** Διάγραμμα ροής των μελετών σύμφωνα με τη μέθοδο PRISMA.



## VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι 12 μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση αυτή είναι τυχαιοποιημένες πιλοτικές κλινικές μελέτες ή προοπτικές κλινικές μελέτες και περιλάμβαναν συνολικά 865 συμμετέχοντες (n=865) (Πίνακας 2). Οι συμμετέχοντες ήταν ενήλικες της τρίτης ηλικίας (>60ετών) με διάγνωση σαρκοπενικής παχυσαρκίας ή / και συνοδό παθοφυσιολογία όπως σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2. Όσον αφορά το φύλο των συμμετεχόντων, οι περισσότερες μελέτες εστίασαν στις γυναίκες με σαρκοπενική παχυσαρκία ενώ μόνο 2 μελέτες από τις 12 είχαν και άντρες συμμετέχοντες (Chen et al., 2017; Park et al., 2023).

Όλες οι μελέτες περιλάμβαναν ομάδα παρέμβασης, που ακολούθησε πρόγραμμα φυσικής άσκησης ενώ μόνο δυο μελέτες συνδύασαν την άσκηση με ειδική διατροφή (Kim et al., 2016; Park et al., 2023). Η πλειοψηφία των μελετών εφάρμοσε φυσική άσκηση αντιστάσεων ενώ μόνο πέντε εφάρμοσαν και αερόβια άσκηση ή συνδυασμό με αντιστάσεων (Chen et al., 2017; Gutiérrez-López et al., 2021; Kim et al., 2016; Park et al., 2017; Qi et al., 2023) και μόνο δύο μελέτες επέλεξαν την άσκηση αντίστασης με λάστιχα (Huang et al., 2017; Liao et al., 2017). Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως μόνο μία μελέτη εστίασε στον πιθανό ρόλο που μπορεί να έχει η άσκηση στο νερό στην αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας (Qi et al., 2023).

Η πλειοψηφία των δημοσιευμένων αυτών κλινικών μελετών υποστηρίζει πως η εφαρμογή φυσικής άσκησης επιδρά θετικά στην αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας. Η μελέτη Chen και συν. (2017) συγκεκριμένα, τονίζει πως η προπόνηση αντιστάσεων, η αερόβια άσκηση αλλά και ο συνδυασμός τους προσφέρει σημαντική μείωση του σωματικού βάρους αλλά και ενδυνάμωση των μυϊκών ομάδων σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία. Σημαντικό είναι το στοιχείο που προσθέτει ότι η προπόνηση αντιστάσεων συνεισφέρει και στη μυογένεση καθώς παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των επιπέδων του ινσουλινο-εξαρτώμενου αυξητικού παράγοντα στην αντίστοιχη ομάδα ασθενών (Chen et al., 2017).



Ακόμη, έχει παρατηρηθεί από μία ομάδα πως η αερόβια άσκηση αλλά και η προπόνηση αντιστάσεων σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία μπορεί να βελτιώσει την κλινική εικόνα της νόσου καθώς και το καρδιαγγειακό προφίλ του ασθενούς με αύξηση της αιματικής ροής των καρωτίδων, μείωση των αγγειακών στενώσεων και κατ' επέκταση μείωση του κινδύνου για εμφάνιση καρδιαγγειακού επεισοδίου (Park et al., 2017).

Επιπλέον, η μελέτη Kim και συν. (2016) συνδυάζει την εφαρμογή φυσικής άσκησης μαζί με ειδική πρωτεϊνούχα διατροφή σε ασθενείς της τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία. Σημαντική είναι η διαπίστωση πως ο συνδυασμός άσκησης και διατροφής δεν προσφέρει τόσο στην αύξηση της μυϊκής δύναμης αλλά αντίθετα, συμβάλλει ενεργά στην αύξηση της σύνθεσης και αναγέννησης (Kim et al., 2016). Μία πρόσφατη τυχαίοποιημένη μελέτη εφαρμόζει φυσική άσκηση και διατροφή με αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία και συνοδό σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 με εξίσου ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Park et al., 2023).

Αξίζει να σημειωθεί πως από τις 12 βιβλιογραφικές αναφορές της ανασκόπησης αυτής, μόνο μία μελέτη αναφέρει πως δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα της φυσικής άσκησης μεταξύ των ασθενών τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία και της υγιούς ομάδας ελέγχου. Συγκεκριμένα, στη μελέτη αυτή, οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε προοδευτική προπόνηση αντιστάσεων με αλλαγή στον αριθμό επαναλήψεων των ασκήσεων και αλλαγή στα βάρη. Ωστόσο, το εκτιμώμενο συνολικό δείγμα είναι μόλις 28 συμμετέχοντες, ιδιαίτερα μικρό για να προκύψει στατιστική διαφορά (Vasconcelos et al., 2016).



**Πίνακας 2.** Συνοπτική παρουσίαση μελετών ανασκόπησης.

Συγγραφείς (Έτος)	Δείγμα N	Ηλικία	Φύλο	Συνοδός Πάθηση	Τύπος άσκησης	Συχνότητα άσκησης	Διάρκεια	Συνδυασμός με Διατροφή	Αποτελέσματα
Stoever et al. (2015)	18	>65	Άνδρες	-	Αντιστάσεις	x2/εβδομάδα	16 εβδομάδες		↑ λειτουργική ικανότητα
Kim et al. (2016)	139	>70	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις / Αερόβια	x2/εβδομάδα	5 μήνες	ΝΑΙ	↓ σωματικού λίπους ↑ ταχύτητα βάρδισης = μυϊκή μάζα
Gadella et al. (2016)	113	>60	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις	x3/εβδομάδα	24 εβδομάδες	-	↑ σωματικής σύνθεσης
Vasconcelos et al. (2016)	28	65-80	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις	x2/εβδομάδα	10 εβδομάδες	-	= σωματομετρικές μετρήσεις
Chen et al. (2017)	60	65-75	Γυναίκες n=50 Άνδρες n=10	-	Αντιστάσεις / Αερόβια / Συνδυασμός	x2/εβδομάδα	8 εβδομάδες		↑ μυϊκής μάζας, ↑ μυϊκής δύναμης, ↑ IGF-1 ↓ λιπώδους μάζας
Park et al. (2017)	50	>65	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις / Αερόβια	x5/εβδομάδα	24 εβδομάδες	-	↑ αιματικής ροής ↓ καρωτιδικού τοιχώματος
Liao et al. (2017)	46	>60	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις με λάστιχα	x2/εβδομάδα	12 εβδομάδες	-	↑ σωματικής σύστασης, ↑ μυϊκής μάζας ↓ λιπώδους ιστού
Huang et al. (2017)	35	>60	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις με λάστιχα	x3/εβδομάδα	12 εβδομάδες	-	↑ σωματικής σύστασης, ↑ μυϊκής μάζας ↓ λιπώδους ιστού
Liao et al. (2018)	56	>60	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις	x2/εβδομάδα	12 εβδομάδες	-	↑ σωματικής σύστασης ↑ μυϊκής μάζας, ↑ μυϊκή υπερτροφία ↓ λιπώδους ιστού
Gutiérrez-López et al. (2021)	60	>60	Γυναίκες	-	Ισοτονική / Αερόβια	x3/εβδομάδα	3 μήνες	-	↑ μυϊκή δύναμη, ↑ λειτουργικής ικανότητας ↓ οξειδωτικό stress
Qi et al. (2023)	36	>60	Γυναίκες	-	Αντιστάσεις / Αερόβια στο νερό	x3/εβδομάδα	12 εβδομάδες	-	↓ λιπώδους ιστού
Park et al. (2023)	132	>65	Γυναίκες n=70 Άνδρες n=62	ΣΔ 2	Αντιστάσεις	x2/εβδομάδα	28 εβδομάδες	ΝΑΙ	= σωματομετρικές μετρήσεις

↑: βελτίωση, ↓: μείωση, =: καμία αλλαγή



## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η μελέτη της επίδρασης της άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία ατόμων τρίτης ηλικίας. Στη διεθνή βιβλιογραφία, μέχρι σήμερα, υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα από μελέτες που ερευνούν την επίδραση της φυσικής άσκησης σε ασθενείς της τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία. Μέχρι το 2015, δεν υπήρχαν δεδομένα για το πιθανό όφελος της φυσικής άσκησης σε ασθενείς ηλικιωμένους με σαρκοπενική παχυσαρκία. Η μελέτη των Stoevenkai συν. (2015) περιγράφει μια πρώτη προσπάθεια να διευκρινίσει τον ρόλο της φυσικής άσκησης σε παχύσαρκους ηλικιωμένους με ή χωρίς συνοδό σαρκοπενία. Σε 18 άνδρες ασθενείς >65 ετών με σαρκοπενική παχυσαρκία, μετά την εφαρμογή προπόνησης αντιστάσεων, δύο φορές εβδομαδιαίως για 16 εβδομάδες, διαπιστώθηκε βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας (Stoever et al., 2015).

Οι Kim και συν. (2016) πραγματοποίησαν μία μεγάλη τυχαιοποιημένη μελέτη με αντικείμενο τον ρόλο της φυσικής άσκησης και των συμπληρωμάτων διατροφής σε 139 γυναίκες (>70 ετών) με σαρκοπενική παχυσαρκία. Το δείγμα μελετήθηκε σε 4 ομάδες: μόνο φυσική άσκηση (60 min, 2 φορές την εβδομάδα, για 3 μήνες), μόνο διατροφή (συμπληρώματα αμινοξέων και τσάι με κατεχίνες, για 3 μήνες), συνδυασμός άσκησης και διατροφής και, ομάδα ελέγχου. Η αποτελεσματικότητα των μεθόδων κρίθηκε ως προς τη σωματική σύνθεση, τις μετρήσεις σε αιματολογικές παραμέτρους (αλβουμίνη, τριγλυκερίδια, χοληστερόλη, λεπτίνη, C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, βιταμίνη D, ιντερλευκίνη-6, κυστατίνη C) και τη φυσική λειτουργία. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο συνδυασμός άσκησης και διατροφής καθώς και η ομάδα μόνο με φυσική άσκηση παρουσίασαν τετραπλάσια μείωση του συνολικού σωματικού λίπους σε σχέση με τις υπόλοιπες. Επίσης, ο συνδυασμός άσκησης και διατροφής αύξησε την ταχύτητα βάρδισης, τη βιταμίνη D και τη λεπτίνη στους ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία. Αντίθετα με τις υπόλοιπες μελέτες, η συγκεκριμένη δεν περιγράφει στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της μυϊκής μάζας.



Οι Gadelha και συν. (2016) μελέτησαν το αποτέλεσμα της προπόνησης αντιστάσεων σε 69 γυναίκες τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία, οι οποίες ακολούθησαν ένα πρόγραμμα προπόνησης αντιστάσεων για 24 εβδομάδες. Η αποτελεσματικότητά του εκτιμήθηκε αμέσως μετά την ολοκλήρωση των εβδομάδων αυτών. Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, υπάρχει βελτίωση στη σωματική σύσταση μετά το πρόγραμμα της φυσικής άσκησης (Gadelha et al., 2016).

Αντίθετα αποτελέσματα σε σχέση με τις υπόλοιπες μελέτες εισάγει μια προοπτική τυχαιοποιημένη μελέτη με δείγμα ασθενών 28 γυναίκες με σαρκοπενική παχυσαρκία, ηλικίας 65-80 έτη και BMI  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ . Ενώ όλες οι ασθενείς ακολούθησαν προπόνηση αντιστάσεων (60min – 2 φορές την εβδομάδα) για την ενδυνάμωση των κάτω άκρων για 10 εβδομάδες, δεν καταγράφηκε διαφορά στις ανθρωπομετρικές μετρήσεις ούτε στατιστικά σημαντική βελτίωση στη λειτουργική ικανότητα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Vasconcelos et al., 2016).

Στη τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη του Chen και συν. (2017) μελετήθηκε η επίδραση της αερόβιας άσκησης, της προπόνησης με αντιστάσεις αλλά και του συνδυασμού των δύο, με τρεις διαφορετικές παραμέτρους, σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση των ανωτέρω τύπων ασκήσεων στη σωματική σύσταση, τη μυϊκή δύναμη και τα επίπεδα του ινσουλινομορφου αυξητικού παράγοντα-1 (IGF-1). Η ομάδα των ασθενών με σαρκοπενική παχυσαρκία που υποβλήθηκαν σε προπόνηση παρουσίασαν αύξηση της μάζας των σκελετικών μυών και μείωση του σωματικού λιπώδους ιστού την 8<sup>η</sup> και 12<sup>η</sup> εβδομάδα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί πως οι ασθενείς που ακολούθησαν προπόνηση αντιστάσεων παρουσίασαν υψηλότερη μυϊκή δύναμη, όταν υποβλήθηκαν σε δύναμη λαβής και σε έκταση της κνήμης, ήδη από την 8<sup>η</sup> εβδομάδα, σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες. Τέλος, σημαντική αύξηση είχε και ο αυξητικός παράγοντας IGF-1 στους ασθενείς με την προπόνηση αντιστάσεων (Chen et al., 2017).

Οι Park και συν. (2017) πραγματοποίησαν μία τυχαιοποιημένη μελέτη η οποία εστίασε στον ρόλο της αερόβιας άσκησης και της προπόνησης αντιστάσεων στην κατάσταση των καρωτίδων σε 50 γυναίκες με σαρκοπενική παχυσαρκία. Οι δοκιμαζόμενες ακολούθησαν ένα συνδυασμό φυσικής προπόνησης με αερόβια και



αντιστάσεις, 50-80 min, για 5 φορές την εβδομάδα, συνολικά για περισσότερες από 24 εβδομάδες. Αξίζει να σημειωθεί πως παρατηρήθηκε, με χρήση υπερηχογράφου, μείωση της πάχυνσης του καρωτιδικού τοιχώματος, ενώ αυξήθηκε η αιματική ροή. Όλα αυτά τα στοιχεία είναι ιδιαίτερα υποσχόμενα καθώς φαίνεται ότι ο συνδυασμός αυτός της φυσικής άσκησης μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου που φέρει η σαρκοπενική παχυσαρκία.

Οι Liao και συν. (2017), υλοποίησαν μία προοπτική τυχαιοποιημένη μελέτη σχετικά με το κλινικό αποτέλεσμα της άσκησης ελαστικών αντιστάσεων σε 46 γυναίκες τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία. Οι δοκιμαζόμενες ταξινομήθηκαν τυχαιοποιημένα σε μία ομάδα ελέγχου και μία ομάδα προπόνησης με ελαστικές αντιστάσεις (35-40min), 3 φορές εβδομαδιαίως για 12 εβδομάδες. Σε όλες τις γυναίκες μετρήθηκε η σωματική σύσταση με DEXA, η μυϊκή ποιότητα οριζόμενη ως η αναλογία της μυϊκής δύναμης προς τη μυϊκή μάζα και η φυσική λειτουργία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής προτείνεται η εφαρμογή της προπόνησης ελαστικής αντίστασης σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία καθώς βελτιώνει τη σωματική σύνθεση και τη μυϊκή μάζα μειώνοντας τον λιπώδη ιστό.

Οι Liao και συν. (2018) πραγματοποίησε δεύτερη, συμπληρωματική, τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη ένα χρόνο αργότερα, έχοντας για δείγμα 56 γυναίκες, εφαρμόζοντας προπόνηση ελαστικής αντίστασης για 12 εβδομάδες κάνοντας επανέλεγχο στους 3 και τους 9 μήνες. Τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με την προηγούμενη μελέτη. Ωστόσο, ως πρόγραμμα άσκησης προτείνεται η εφαρμογή μέτριας δυσκολίας προπόνησης ελαστικής αντίστασης έως το 13, το οποίο αντιστοιχεί σε 60-70% ανά κύκλο επανάληψης ενώ, προτείνονται συνολικά 9-11 επαναλήψεις, πετυχαίνοντας ικανοποιητικά αποτελέσματα μυϊκής υπερτροφίας. Ακόμη, η συγκεκριμένη μελέτη, εφάρμοσε την προπόνηση ελαστικής αντίστασης στις συσπάσεις των σκελετικών μυών σε όλο το εύρος της κάθε κίνησης (Liao et al., 2018).

Όσον αφορά τον ρόλο της προπόνησης ελαστικής αντίστασης σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία, η τυχαιοποιημένη πιλοτική μελέτη των Huang και συν. (2018) συμπεραίνει πως αποτελεί μία ασφαλή και αποτελεσματική μέθοδο αντιμετώπισης του συνδρόμου σε γυναίκες τρίτης ηλικίας, μειώνοντας το σωματικό



λίπος και βελτιώνοντας τη μυϊκή μάζα και λειτουργία. Συγκεκριμένα, 35 γυναίκες, >60 ετών, με σαρκοπενική παχυσαρκία, χωρίστηκαν σε ομάδα μελέτης που υποβλήθηκαν σε προπόνηση ελαστικής αντίστασης (n=18) και σε ομάδα ελέγχου (n=17). Όλες υποβλήθηκαν σε DEXA πριν και μετά την ολοκλήρωση της μελέτης για την εκτίμηση της σωματικής σύνθεσης. Το πρόγραμμα προπόνησης που ακολουθήθηκε ήταν παρόμοιο με την ομάδα του Liao και συν. (Liao et al., 2018; Liao et al., 2017) και συγκεκριμένα, προπόνηση ελαστικής αντίστασης 40min, 3 φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα είναι εξίσου ενθαρρυντικά, και προτείνεται η εφαρμογή αυτής της άσκησης σε γυναίκες τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία (Huang et al., 2017).

Οι Gutiérrez-López και συν. (2021) σχεδίασαν μία μελέτη κατά την οποία προσπάθησαν να καταλήξουν σε ένα πρόγραμμα φυσικής άσκησης μέτριας έντασης για ασθενείς της τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία το οποίο να μειώνει την οξειδωτική καταστροφή των ιστών και να βελτιώσει τη λειτουργική ικανότητα. Το δείγμα αποτέλεσαν 30 γυναίκες, ηλικίας  $68.06 \pm 5.75$  ετών με σαρκοπενική παχυσαρκία και 30 υγιείς γυναίκες. Εφαρμόστηκε αερόβια άσκηση μέτριας έντασης και ισοτονικές ασκήσεις με σταδιακά αυξανόμενο βάρος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν πενταπλάσια αύξηση της μυϊκής δύναμης και αύξηση της λειτουργικότητας ενώ μειώθηκε το οξειδωτικό stress (Gutiérrez-López et al., 2021).

Μία καινοτόμος σύγχρονη μελέτη εστιάζει στον πιθανό ρόλο της προπόνησης σε νερό σε γυναίκες ασθενείς τρίτης ηλικίας με σαρκοπενική παχυσαρκία. Μετά από ένα πρόγραμμα 12 εβδομάδων, δεν παρατηρήθηκε ιδιαίτερη βελτίωση στο δείγμα ελέγχου, ενώ επιβεβαιώθηκε ότι συμμετέχει στην απώλεια λιπώδους ιστού (Qi et al., 2023). Η πιο πρόσφατα δημοσιευμένη μελέτη συνδυάζει τη διατροφή με τη φυσική άσκηση ως μέθοδο για αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας. Από 2.971 ασθενείς τρίτης ηλικίας, μόνο το 4.4% αφορά άτομα με σαρκοπενική παχυσαρκία ( $74.0 \pm 0.5$  ετών). Η χορήγηση διατροφής με αυξημένες θερμίδες και πρωτεΐνες σε συνδυασμό με τη φυσική άσκηση δεν παρουσίασε βελτίωση στην σαρκοπενική παχυσαρκία (Park et al., 2023).

Συμπερασματικά, από την ανάλυση των μελετών της παρούσας ανασκόπησης προέκυψε ότι οι ασκήσεις ενδυνάμωσης αυξάνουν τη μυογένεση, μειώνουν το λευκό λίπος και τη μυϊκή ατροφία σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία και η προπόνηση



αντιστάσεων αποτελεί τον ιδανικό τρόπο εκγύμνασης στα άτομα τρίτης ηλικίας με ιστορικό της νόσου. Ταυτόχρονα, η αερόβια προπόνηση παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα σε αυτήν την ομάδα πληθυσμού. Τέλος, η προπόνηση περιορισμού αιματικής ροής, αν και είναι νεότερη μέθοδος, διαφαίνεται ως ιδανική επιλογή σε ασθενείς με συνοδά χρόνια νοσήματα που αδυνατούν να ακολουθήσουν άλλους τύπους προπονήσεων. Κατά συνέπεια, η φυσική άσκηση οποιασδήποτε μορφής φαίνεται ότι παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματική αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας στα άτομα τρίτης ηλικίας.



## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σαρκοπενική παχυσαρκία είναι ένα καινούργιο κλινικό σύνδρομο το οποίο αποκτά συνεχώς αυξανόμενη σημασία για τους ενήλικες τρίτης ηλικίας καθώς εμφανίζεται στην ομάδα αυτή συχνότερα και σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο θνητότητας και καρδιαγγειακών νόσων.

Αξίζει να σημειωθεί πως η υποθερμιδική δίαιτα σε συνδυασμό με φυσική προπόνηση αντιστάσεων και πρωτεϊνικά συμπληρώματα παρουσιάζουν σημαντικό πλεονέκτημα στην αντιμετώπιση της σαρκοπενικής παχυσαρκίας στα άτομα της τρίτης ηλικίας. Η αερόβια άσκηση και η προπόνηση αντιστάσεων είναι ασφαλείς μέθοδοι, ακόμη και για τους ασθενείς που είναι υψηλού κινδύνου για πτώσεις και κατάγματα.

Υπάρχει επιτακτική ανάγκη για τη διενέργεια περαιτέρω κλινικών μελετών με μεγαλύτερο δείγμα ασθενών. Επίσης, απαραίτητη είναι η μελέτη της αποτελεσματικότητας της φυσικής άσκησης σε ασθενείς μεγαλύτερης ηλικίας (>70-75 ετών), ή με σοβαρές συννοσηρότητες. Οι περισσότερες δημοσιευμένες μελέτες εστιάζουν στο γυναικείο πληθυσμό τρίτης ηλικίας οπότε, κρίνεται απαραίτητη η διενέργεια αντίστοιχων μελετών και στον ανδρικό πληθυσμό. Επιπρόσθετα, δεν υπάρχει κλινική μελέτη που να ερευνά την αποτελεσματικότητα της προπόνησης με περιορισμό της αιματικής ροής (BFR) σε ασθενείς με σαρκοπενική παχυσαρκία ηλικίας >65 ετών, παρά μόνο μελέτες σε ασθενείς μόνο με παχυσαρκία. Τέλος, έχει ιδιαίτερη σημασία οι μελλοντικές κλινικές μελέτες να παρουσιάζουν και επανέλεγχο των ασθενών μετά από μήνες ώστε να αποδειχθεί αν η αποτελεσματικότητα της φυσικής άσκησης στη σαρκοπενική παχυσαρκία δεν είναι παροδική.



## IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Axelrod, C. L., Dantas, W. S., & Kirwan, J. P. (2023). Sarcopenic obesity: emerging mechanisms and therapeutic potential. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 146, 155639. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2023.155639>
- Backx, E. M., Tieland, M., Borgonjen-van den Berg, K. J., Claessen, P. R., van Loon, L. J., & de Groot, L. C. (2016). Protein intake and lean body mass preservation during energy intake restriction in overweight older adults. *International Journal of Obesity (2005)*, 40(2), 299–304. <https://doi.org/10.1038/ijo.2015.182>
- Barazzoni, R., Bischoff, S. C., Boirie, Y., Busetto, L., Cederholm, T., Dicker, D., Toplak, H., Van Gossum, A., Yumuk, V., & Vettor, R. (2018). Sarcopenic obesity: Time to meet the challenge. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 37(6 Pt A), 1787–1793. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.04.018>
- Batsis, J. A., & Villareal, D. T. (2018). Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. *Nature Reviews. Endocrinology*, 14(9), 513–537. <https://doi.org/10.1038/s41574-018-0062-9>
- Baumgartner R. N. (2000). Body composition in healthy aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904, 437–448. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06498.x>
- Bilski, J., Pierzchalski, P., Szczepanik, M., Bonior, J., & Zoladz, J. A. (2022). Multifactorial Mechanism of Sarcopenia and Sarcopenic Obesity. Role of Physical Exercise, Microbiota and Myokines. *Cells*, 11(1), 160. <https://doi.org/10.3390/cells11010160>
- Boirie Y. (2013). Fighting sarcopenia in older frail subjects: protein fuel for strength, exercise for mass. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(2), 140–143. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.10.017>
- Bouchard, D. R., Dionne, I. J., & Brochu, M. (2009). Sarcopenic/obesity and physical capacity in older men and women: data from the Nutrition as a Determinant of Successful Aging (NuAge)-the Quebec longitudinal Study. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 17(11), 2082–2088. <https://doi.org/10.1038/oby.2009.109>
- Brook, M. S., Wilkinson, D. J., Smith, K., & Atherton, P. J. (2016). The metabolic and temporal basis of muscle hypertrophy in response to resistance exercise. *European Journal of Sport Science*, 16(6), 633–644. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1073362>
- Brown, J. C., Harhay, M. O., & Harhay, M. N. (2016). Sarcopenia and mortality among a population-based sample of community-dwelling older adults. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 7(3), 290–298. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12073>
- Cermak, N. M., Res, P. T., de Groot, L. C., Saris, W. H., & van Loon, L. J. (2012). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(6), 1454–1464. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.037556>
- Chen, H. T., Chung, Y. C., Chen, Y. J., Ho, S. Y., & Wu, H. J. (2017). Effects of Different Types of Exercise on Body Composition, Muscle Strength, and IGF-1 in the Elderly with Sarcopenic Obesity. *Journal of the American Geriatrics Society*, 65(4), 827–832. <https://doi.org/10.1111/jgs.14722>
- Cho, I., Hwangbo, G., Lee, D., & Lee, S. (2014). The effects of closed kinetic chain exercises and open kinetic chain exercises using elastic bands on electromyographic activity in degenerative gonarthrosis. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(9), 1481–1484. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1481>



- Choi K. M. (2013). Sarcopenia and sarcopenic obesity. *Endocrinology and Metabolism (Seoul, Korea)*, 28(2), 86–89. <https://doi.org/10.3803/EnM.2013.28.2.86>
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., Zamboni, M., & European Working Group on Sarcopenia in Older People (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. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., & Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2 (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(4), 601. <https://doi.org/10.1093/ageing/afz046>
- Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. *Lancet (London, England)*, 393(10191), 2636–2646. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31138-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31138-9)
- Dalle, S., Rossmeislova, L., & Koppo, K. (2017). The Role of Inflammation in Age-Related Sarcopenia. *Frontiers in Physiology*, 8, 1045. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01045>
- Daviglus, M. L., Stamler, J., Pirzada, A., Yan, L. L., Garside, D. B., Liu, K., Wang, R., Dyer, A. R., Lloyd-Jones, D. M., & Greenland, P. (2004). Favorable cardiovascular risk profile in young women and long-term risk of cardiovascular and all-cause mortality. *JAMA*, 292(13), 1588–1592. <https://doi.org/10.1001/jama.292.13.1588>
- Dufour, A. B., Hannan, M. T., Murabito, J. M., Kiel, D. P., & McLean, R. R. (2013). Sarcopenia definitions considering body size and fat mass are associated with mobility limitations: the Framingham Study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(2), 168–174. <https://doi.org/10.1093/gerona/gls109>
- Delbono O. (2003). Neural control of aging skeletal muscle. *Aging Cell*, 2(1), 21–29. <https://doi.org/10.1046/j.1474-9728.2003.00011.x>
- Dieli-Conwright, C. M., Courneya, K. S., Demark-Wahnefried, W., Sami, N., Lee, K., Buchanan, T. A., Spicer, D. V., Tripathy, D., Bernstein, L., & Mortimer, J. E. (2018). Effects of Aerobic and Resistance Exercise on Metabolic Syndrome, Sarcopenic Obesity, and Circulating Biomarkers in Overweight or Obese Survivors of Breast Cancer: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 36(9), 875–883. <https://doi.org/10.1200/JCO.2017.75.7526>
- Donini, L. M., Busetto, L., Bischoff, S. C., Cederholm, T., Ballesteros-Pomar, M. D., Batsis, J. A., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cruz-Jentoft, A. J., Dicker, D., Frara, S., Frühbeck, G., Genton, L., Gepner, Y., Giustina, A., Gonzalez, M. C., Han, H. S., Heymsfield, S. B., Higashiguchi, T., Laviano, A., ... Barazzoni, R. (2022). Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. *Obesity Facts*, 15(3), 321–335. <https://doi.org/10.1159/000521241>
- Edwards, M. H., & Buehring, B. (2015). Novel Approaches to the Diagnosis of Sarcopenia. *Journal of Clinical Densitometry: The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, 18(4), 472–477. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2015.04.010>
- Egaña, M., Reilly, H., & Green, S. (2010). Effect of elastic-band-based resistance training on leg blood flow in elderly women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 35(6), 763–772. <https://doi.org/10.1139/H10-071>
- Feldman, R. S. (2011). *Εξελικτική Ψυχολογία: Διά θίου ανάπτυξη* Τόμος Β' (Η. Γ. Μπεζεβέγκης, Επιμ. - Ζ. Αντωνοπούλου & Μ. Κουλεντιανού, Μεταφ..Αθήνα: Gutenberg.



- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., AbellanvanKan, G., Andrieu, S., Bauer, J., Breuille, D., Cederholm, T., Chandler, J., DeMeynard, C., Donini, L., Harris, T., Kannt, A., KeimeGuibert, F., Onder, G., Papanicolaou, D., Rolland, Y., ... Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association, 12*(4), 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>
- Figaro, M. K., Kritchevsky, S. B., Resnick, H. E., Shorr, R. I., Butler, J., Shintani, A., Penninx, B. W., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Newman, A. B., Schwartz, A. V., & Harris, T. B. (2006). Diabetes, inflammation, and functional decline in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition (ABC) study. *Diabetes Care, 29*(9), 2039–2045. <https://doi.org/10.2337/dc06-0245>
- Fonseca-Pérez, D., Arteaga-Pazmiño, C., Maza-Moscoso, C. P., Flores-Madrid, S., & Álvarez-Córdova, L. (2022). Food insecurity as a risk factor of sarcopenic obesity in older adults. *Frontiers in Nutrition, 9*, 1040089. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1040089>
- Forbes, S. C., Little, J. P., & Candow, D. G. (2012). Exercise and nutritional interventions for improving aging muscle health. *Endocrine, 42*(1), 29–38. <https://doi.org/10.1007/s12020-012-9676-1>
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M. A., Evans, W. J., & Roubenoff, R. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985), 88*(4), 1321–1326. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.4.1321>
- Frühbeck, G., Toplak, H., Woodward, E., Yumuk, V., Maislos, M., Oppert, J. M., & Executive Committee of the European Association for the Study of Obesity (2013). Obesity: the gateway to ill health - an EASO position statement on a rising public health, clinical and scientific challenge in Europe. *Obesity Facts, 6*(2), 117–120. <https://doi.org/10.1159/000350627>
- Furukawa, S., Fujita, T., Shimabukuro, M., Iwaki, M., Yamada, Y., Nakajima, Y., Nakayama, O., Makishima, M., Matsuda, M., & Shimomura, I. (2004). Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Investigation, 114*(12), 1752–1761. <https://doi.org/10.1172/JCI21625>
- Gadelha, A. B., Paiva, F. M., Gauche, R., de Oliveira, R. J., & Lima, R. M. (2016). Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 65*, 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.03.017>
- Gallagher, D., Belmonte, D., Deurenberg, P., Wang, Z., Krasnow, N., Pi-Sunyer, F. X., & Heymsfield, S. B. (1998). Organ-tissue mass measurement allows modeling of REE and metabolically active tissue mass. *The American Journal of Physiology, 275*(2), E249–E258. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1998.275.2.E249>
- Gambacciani, M., Ciaponi, M., Cappagli, B., De Simone, L., Orlandi, R., & Genazzani, A. R. (2001). Prospective evaluation of body weight and body fat distribution in early postmenopausal women with and without hormonal replacement therapy. *Maturitas, 39*(2), 125–132. [https://doi.org/10.1016/s0378-5122\(01\)00194-3](https://doi.org/10.1016/s0378-5122(01)00194-3)
- Gillespie, L. D., Gillespie, W. J., Robertson, M. C., Lamb, S. E., Cumming, R. G., & Rowe, B. H. (2003). Interventions for preventing falls in elderly people. *The Cochrane Database of Systematic Reviews, (4)*, CD000340. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000340>
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., Simonsick, E. M., Tylavsky, F. A., Visser, M., & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 61*(10), 1059–1064. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.10.1059>
- Gustafsson, T., & Ulfhake, B. (2021). Sarcopenia: What Is the Origin of This Aging-Induced Disorder?. *Frontiers in Genetics, 12*, 688526. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.688526>



- Gutiérrez-López, L., Olivares-Corichi, I. M., Martínez-Arellanes, L. Y., Mejía-Muñoz, E., Polanco-Fierro, J. A., & García-Sánchez, J. R. (2021). A moderate intensity exercise program improves physical function and oxidative damage in older women with and without sarcopenic obesity. *Experimental Gerontology*, *150*, 111360. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111360>
- Hamer, M., & O'Donovan, G. (2017). Sarcopenic obesity, weight loss, and mortality: the English Longitudinal Study of Ageing. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *106*(1), 125–129. <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.152488>
- Hasten, D. L., Pak-Loduca, J., Obert, K. A., & Yarasheski, K. E. (2000). Resistance exercise acutely increases MHC and mixed muscle protein synthesis rates in 78-84 and 23-32 yr olds. *American journal of physiology. Endocrinology and Metabolism*, *278*(4), E620–E626. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.2000.278.4.E620>
- Heo, J. W., Yoo, S. Z., No, M. H., Park, D. H., Kang, J. H., Kim, T. W., Kim, C. J., Seo, D. Y., Han, J., Yoon, J. H., Jung, S. J., & Kwak, H. B. (2018). Exercise Training Attenuates Obesity-Induced Skeletal Muscle Remodeling and Mitochondria-Mediated Apoptosis in the Skeletal Muscle. *International journal of environmental research and public health*, *15*(10), 2301. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102301>
- Hershberger D. & Bollinger L. (2015). Sarcopenic Obesity: Etiology, and the Roles of Diet and Exercise in its Treatment. *Strength and Conditioning Journal*, *37*(5): 72-77
- Hita-Contreras, F., Bueno-Notivol, J., Martínez-Amat, A., Cruz-Díaz, D., Hernandez, A. V., & Pérez-López, F. R. (2018). Effect of exercise alone or combined with dietary supplements on anthropometric and physical performance measures in community-dwelling elderly people with sarcopenic obesity: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Maturitas*, *116*, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.07.007>
- Huang, S. W., Ku, J. W., Lin, L. F., Liao, C. D., Chou, L. C., & Liou, T. H. (2017). Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *53*(4), 556–563. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04443-4>
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(13), 1003–1011. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097071>
- Johnston, A. P., De Lisio, M., & Parise, G. (2008). Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme*, *33*(1), 191–199. <https://doi.org/10.1139/H07-141>
- Joseph, A. M., Adihetty, P. J., & Leeuwenburgh, C. (2016). Beneficial effects of exercise on age-related mitochondrial dysfunction and oxidative stress in skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, *594*(18), 5105–5123. <https://doi.org/10.1113/JP270659>
- Kemmler, W., Weissenfels, A., Teschler, M., Willert, S., Bebenek, M., Shojaa, M., Kohl, M., Freiberger, E., Sieber, C., & von Stengel, S. (2017). Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: the randomized controlled FranSO study. *Clinical Interventions in Aging*, *12*, 1503–1513. <https://doi.org/10.2147/CIA.S137987>
- Kim, H., Kim, M., Kojima, N., Fujino, K., Hosoi, E., Kobayashi, H., Somekawa, S., Niki, Y., Yamashiro, Y., & Yoshida, H. (2016). Exercise and Nutritional Supplementation on Community-Dwelling Elderly Japanese Women With Sarcopenic Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, *17*(11), 1011–1019. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.06.016>
- Kob, R., Bollheimer, L. C., Bertsch, T., Fellner, C., Djukic, M., Sieber, C. C., & Fischer, B. E. (2015). Sarcopenic obesity: molecular clues to a better understanding of its pathogenesis?. *Biogerontology*, *16*(1), 15–29. <https://doi.org/10.1007/s10522-014-9539-7>



- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current Sports Medicine Reports*, 1(3), 165–171. <https://doi.org/10.1249/00149619-200206000-00007>
- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y. I., Thompson, W., Kirkland, J. L., & Sandri, M. (2019). Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. *Physiological Reviews*, 99(1), 427–511. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>
- Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A. M., Rantanen, T., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 95(5), 1851–1860. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00246.2003>
- LeBlanc, E. S., Wang, P. Y., Lee, C. G., Barrett-Connor, E., Cauley, J. A., Hoffman, A. R., Laughlin, G. A., Marshall, L. M., & Orwoll, E. S. (2011). Higher testosterone levels are associated with less loss of lean body mass in older men. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 96(12), 3855–3863. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-0312>
- Lee, R. C., Wang, Z. M., & Heymsfield, S. B. (2001). Skeletal muscle mass and aging: regional and whole-body measurement methods. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne de Physiologie Appliquee*, 26(1), 102–122. <https://doi.org/10.1139/h01-008>
- Lee, S., Kim, T. N., & Kim, S. H. (2012). Sarcopenic obesity is more closely associated with knee osteoarthritis than is nonsarcopenic obesity: a cross-sectional study. *Arthritis and Rheumatism*, 64(12), 3947–3954. <https://doi.org/10.1002/art.37696>
- Lee, S. E. K., Lira, C. A. B., Nouailhetas, V. L. A., Vancini, R. L., & Andrade, M. S. (2018). Do isometric, isotonic and/or isokinetic strength trainings produce different strength outcomes?. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(2), 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.08.001>
- Liao, C. D., Tsauo, J. Y., Huang, S. W., Ku, J. W., Hsiao, D. J., & Liou, T. H. (2018). Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 8(1), 2317. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20677-7>
- Liao, C. D., Tsauo, J. Y., Lin, L. F., Huang, S. W., Ku, J. W., Chou, L. C., & Liou, T. H. (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*, 96(23), e7115. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007115>
- Markofski, M. M., Carrillo, A. E., Timmerman, K. L., Jennings, K., Coen, P. M., Pence, B. D., & Flynn, M. G. (2014). Exercise training modifies ghrelin and adiponectin concentrations and is related to inflammation in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 69(6), 675–681. <https://doi.org/10.1093/gerona/glt132>
- Mathis D. (2013). Immunological goings-on in visceral adipose tissue. *Cell Metabolism*, 17(6), 851–859. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.05.008>
- Mesinovic, J., Zengin, A., De Courten, B., Ebeling, P. R., & Scott, D. (2019). Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: a bidirectional relationship. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 12, 1057–1072. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S186600>
- Mitch, W. E., & Goldberg, A. L. (1996). Mechanisms of muscle wasting. The role of the ubiquitin-proteasome pathway. *The New England Journal of Medicine*, 335(25), 1897–1905. <https://doi.org/10.1056/NEJM199612193352507>
- Mooren, F. C., & Krüger, K. (2015). Exercise, Autophagy, and Apoptosis. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 135, 407–422. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.07.023>



- Musumeci, G. (2017). Sarcopenia and exercise “The State of the Art”. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2(4), 40.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., ... & Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 72-77.
- Park, J., Kwon, Y., & Park, H. (2017). Effects of 24-Week Aerobic and Resistance Training on Carotid Artery Intima-Media Thickness and Flow Velocity in Elderly Women with Sarcopenic Obesity. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 24(11), 1117–1124. <https://doi.org/10.5551/jat.39065>
- Park, J. E., Lee, S., & Kim, K. (2023). The effect of combining nutrient intake and physical activity levels on central obesity, sarcopenia, and sarcopenic obesity: a population-based cross-sectional study in South Korea. *BMC Geriatrics*, 23(1), 119. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-03748-x>
- Petrella, J. K., Kim, J. S., Mayhew, D. L., Cross, J. M., & Bamman, M. M. (2008). Potent myofiber hypertrophy during resistance training in humans is associated with satellite cell-mediated myonuclear addition: a cluster analysis. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 104(6), 1736–1742. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01215.2007>
- Phu, S., Boersma, D., & Duque, G. (2015). Exercise and Sarcopenia. *Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry*, 18(4), 488–492. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2015.04.011>
- Polyzos, S. A., & Margioris, A. N. (2018). Sarcopenic obesity. *Hormones (Athens, Greece)*, 17(3), 321–331. <https://doi.org/10.1007/s42000-018-0049-x>
- Qi, S., Horii, N., Kishigami, K., Miyachi, M., Iemitsu, M., & Sanada, K. (2023). Effects of water exercise on body composition and components of metabolic syndrome in older females with sarcopenic obesity. *Journal of Physical Therapy Science*, 35(1), 24–30. <https://doi.org/10.1589/jpts.35.24>
- Rosenberg I. H. (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *The Journal of Nutrition*, 127(5 Suppl), 990S–991S. <https://doi.org/10.1093/jn/127.5.990S>
- Rosenberg I. (1989). Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 50, 1231-3.
- Roubenoff R. (2008). Excess baggage: sarcopenia, obesity, and cancer outcomes. *The Lancet. Oncology*, 9(7), 605–607. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(08\)70160-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(08)70160-8)
- Roubenoff R. (2004). Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics. *Obesity Research*, 12(6), 887–888. <https://doi.org/10.1038/oby.2004.107>
- Sabharwal, S., Wilson, H., Reilly, P., & Gupte, C. M. (2015). Heterogeneity of the definition of elderly age in current orthopaedic research. *SpringerPlus*, 4, 516. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1307-x>
- Schrager, M. A., Metter, E. J., Simonsick, E., Ble, A., Bandinelli, S., Lauretani, F., & Ferrucci, L. (2007). Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 102(3), 919–925. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00627.2006>
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(3), 313–325. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0288-1>
- Shafiee, G., Keshtkar, A., Soltani, A., Ahadi, Z., Larijani, B., & Heshmat, R. (2017). Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta- analysis of general population studies. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 16, 21. <https://doi.org/10.1186/s40200-017-0302-x>



- Short, K. R., Vittone, J. L., Bigelow, M. L., Proctor, D. N., & Nair, K. S. (2004). Age and aerobic exercise training effects on whole body and muscle protein metabolism. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 286(1), E92–E101. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00366.2003>
- Stenholm, S., Harris, T. B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S. B., & Ferrucci, L. (2008). Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 11(6), 693–700. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328312c37d>
- Stoever, K., Heber, A., Eichberg, S., Zijlstra, W., & Brixius, K. (2015). Changes of Body Composition, Muscular Strength and Physical Performance Due to Resistance Training in Older Persons with Sarcopenic Obesity. *The Journal of Frailty & Aging*, 4(4), 216–222. <https://doi.org/10.14283/jfa.2015.67>
- Tanner, C. J., Barakat, H. A., Dohm, G. L., Pories, W. J., MacDonald, K. G., Cunningham, P. R., Swanson, M. S., & Houmard, J. A. (2002). Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 282(6), E1191–E1196. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00416.2001>
- Tian, S., & Xu, Y. (2016). Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Geriatrics & Gerontology International*, 16(2), 155–166. <https://doi.org/10.1111/ggi.12579>
- Trouwborst, I., Verreijen, A., Memelink, R., Massanet, P., Boirie, Y., Weijts, P., & Tieland, M. (2018). Exercise and Nutrition Strategies to Counteract Sarcopenic Obesity. *Nutrients*, 10(5), 605. <https://doi.org/10.3390/nu10050605>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World population ageing 2019: Highlights*(ST/ESA/SER.A/430).
- Vasconcelos, K. S., Dias, J. M., Araújo, M. C., Pinheiro, A. C., Moreira, B. S., & Dias, R. C. (2016). Effects of a progressive resistance exercise program with high-speed component on the physical function of older women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 20(5), 432–440. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0174>
- Verdijk, L. B., Koopman, R., Schaart, G., Meijer, K., Savelberg, H. H., & van Loon, L. J. (2007). Satellite cell content is specifically reduced in type II skeletal muscle fibers in the elderly. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 292(1), E151–E157. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00278.2006>
- Villareal, D. T., Chode, S., Parimi, N., Sinacore, D. R., Hilton, T., Armamento-Villareal, R., Napoli, N., Qualls, C., & Shah, K. (2011). Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. *The New England Journal of Medicine*, 364(13), 1218–1229. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1008234>
- Villareal, D. T., Smith, G. I., Sinacore, D. R., Shah, K., & Mittendorfer, B. (2011). Regular multicomponent exercise increases physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 19(2), 312–318. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.110>
- Waters D. L. (2019). Intermuscular Adipose Tissue: A Brief Review of Etiology, Association With Physical Function and Weight Loss in Older Adults. *Annals of Geriatric Medicine and Research*, 23(1), 3–8. <https://doi.org/10.4235/agmr.19.0001>
- Wei, S., Nguyen, T. T., Zhang, Y., Ryu, D., & Gariani, K. (2023). Sarcopenic obesity: epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1185221. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1185221>
- World Health Organization (WHO), (2024, March 1). Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Willis, L. H., Slentz, C. A., Bateman, L. A., Shields, A. T., Piner, L. W., Bales, C. W., Houmard, J. A., & Kraus, W. E. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight



- or obese adults. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 113(12), 1831–1837. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01370.2011>
- Woodrow G. (2009). Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(1), 8–14. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32831b9c5b>
- Woods, J. A., Wilund, K. R., Martin, S. A., & Kistler, B. M. (2012). Exercise, inflammation and aging. *Aging and Disease*, 3(1), 130–140.
- Yasuda, T., Fukumura, K., Uchida, Y., Koshi, H., Iida, H., Masamune, K., Yamasoba, T., Sato, Y., & Nakajima, T. (2015). Effects of Low-Load, Elastic Band Resistance Training Combined With Blood Flow Restriction on Muscle Size and Arterial Stiffness in Older Adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 70(8), 950–958. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu084>
- Zamboni, M., Gattazzo, S., & Rossi, A. P. (2019). Myosteatorsis: a relevant, yet poorly explored element of sarcopenia. *European Geriatric Medicine*, 10(1), 5–6. <https://doi.org/10.1007/s41999-018-0134-3>
- Zhang, X., Wang, C., Dou, Q., Zhang, W., Yang, Y., & Xie, X. (2018). Sarcopenia as a predictor of all-cause mortality among older nursing home residents: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 8(11), e021252. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021252>