



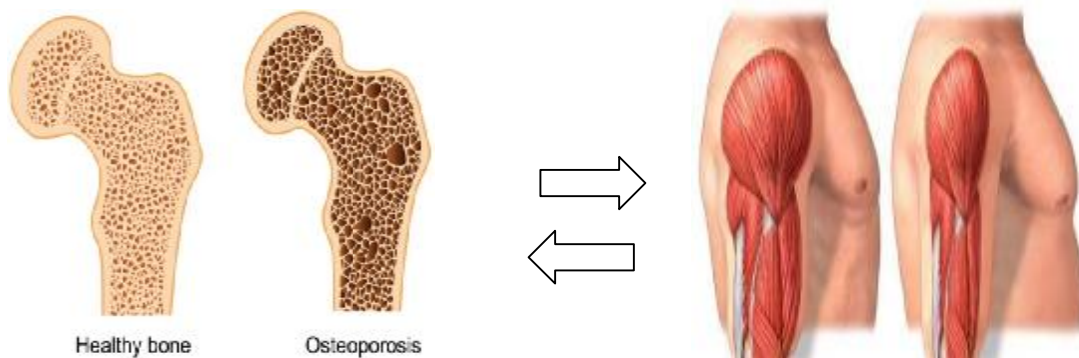
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σ.Ε.Υ.Π.

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## Συσχέτιση Χαρακτηριστικών Οστεοπόρωσης και Σαρκοπενίας



Σπουδαστές:

**ΟΥΣΤΟΓΛΟΥ-ΛΙΤΣΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΣΙΜΟΣ ΜΙΧΑΗΛ**

Εποπτεύουσα καθηγήτρια:

**ΤΣΕΚΟΥΡΑ ΜΑΡΙΑ**

**ΑΙΓΙΟ-2015**

# **Relationship between the components of clinical osteoporosis and sarcopenia**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε κάποια συγκεκριμένα άτομα για την υποστήριξη που μας προσέφεραν όλο αυτό το διάστημα.

Αρχικά, θέλουμε να πούμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στην Κωνσταντίνα, η οποία μας βοήθησε πάρα πολύ σε πρακτικό και ψυχολογικό επίπεδο.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, την κ. Μαρία Τσεκούρα, για την βοήθεια και την κατανόησή της.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της υποχρεωτικής πτυχιακής εργασίας στο τμήμα φυσικοθεραπείας του Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2015, υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Τσεκούρα Μαρία.

Η μείωση της οστικής μάζας είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό της οστεοπόρωσης, η οποία ορίζεται σε ένα άτομο όταν το T-score της οστικής πυκνότητας είναι τουλάχιστον 2,5 τυπικές αποκλίσεις κάτω από το φυσιολογικό T-score των νεαρών ενηλίκων. Η χαμηλή οστική πυκνότητα και η επιδείνωση της αρχιτεκτονικής των οστών μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο του κατάγματος, παρουσιάζοντας μία σημαντική επιδείνωση της κλινικής και δημόσιας υγείας.

Η σχετιζόμενη με την ηλικία, απώλεια της μυϊκής μάζας και δύναμης αναφέρεται ως σαρκοπενία. Η σαρκοπενία μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα, όπως η σωματική αναπηρία, η κακή ποιότητα ζωής, η κλιμάκωση του κόστους φροντίδας και η αυξημένη θνησιμότητα.

Σκοπός της μελέτης με τίτλο «Συσχέτιση χαρακτηριστικών οστεοπόρωσης και σαρκοπενίας», ήταν αρχικά η αναφορά των αποτελεσμάτων των μελετών που βρέθηκαν, τα οποία έδειχναν ή όχι, μία πιθανή συσχέτιση μεταξύ της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας ή της οστικής πυκνότητας και της μυϊκής μάζας.

Η αναζήτηση του υλικού για την υλοποίηση της συστηματικής ανασκόπησης που διεξήχθη με θέμα «Η συσχέτιση της σαρκοπενίας με την οστεοπόρωση» ξεκίνησε στις 14/04/2015 και υλοποιήθηκε στις 29/10/2015. Η βιβλιογραφική αναζήτηση στηρίχτηκε, κυρίως, στη διεθνή βάση δεδομένων Pubmed.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή πραγματεύθηκε την ερευνητική προσπάθεια των επαγγελματιών υγείας για την απόδειξη της συσχέτισης της οστεοπόρωσης με την σαρκοπενία, οι οποίες αποτελούν δύο από τις συχνότερες παθήσεις του ηλικιωμένου πληθυσμού της γης.

Τα πρώτα τέσσερα κεφάλαια αποτέλεσαν το γενικό μέρος της πτυχιακής.

Αναλυτικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων του οστίτη ιστού και στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η οστεοπόρωση και συγκεκριμένα ο ορισμός, τα επιδημιολογικά στοιχεία, η παθοφυσιολογία, οι τύποι οστεοπόρωσης, οι παράγοντες κινδύνου, η διάγνωση και η αντιμετώπιση της πάθησης αυτής. Από την άλλη, το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται σε μία συνοπτική περιγραφή του μυϊκού ιστού και το τέταρτο πραγματοποιεί μια αναλυτική περιγραφή του συνδρόμου της σαρκοπενίας και συγκεκριμένα του ορισμού, της επιδημιολογίας, της παθοφυσιολογίας, της αιτιολογίας, της διάγνωσης και της θεραπείας της σαρκοπενίας.

Το επόμενο μέρος της πτυχιακής αποτελεί το ειδικό μέρος της πτυχιακής και αναφέρεται στην έρευνα των μελετών που έχουν ασχοληθεί με την συσχέτιση της οστεοπόρωσης με την σαρκοπενία. Αρχικά, παρατίθεται ο σκοπός της μελέτης και στη συνέχεια η μεθοδολογία, στην οποία αναγράφονται η στρατηγική αναζήτησης και τα κριτήρια επιλογής των μελετών. Έπειτα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, στα οποία πραγματοποιείται μία συνοπτική ανάλυση της κάθε μελέτης που περιλαμβάνονταν στην συστηματική ανασκόπηση. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η συζήτηση, στην οποία αναλύονται και συγκρίνονται τα αποτελέσματα των ερευνών, αναγράφονται τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στην έρευνα και δίνονται κατευθυντήριες οδηγίες για τη μελλοντική ερευνητική προσπάθεια. Το τελευταίο μέρος της πτυχιακής αποτελούν τα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της συστηματικής ανασκόπησης.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΟΣΤΙΤΗΣ ΙΣΤΟΣ

1.1 Τι είναι οστό.....	2
1.2 Σύσταση του οστίτη ιστού.....	2
1.3 Σύνθεση του οστίτη ιστού.....	2
1.4 Δομική οργάνωση του οστού.....	5
1.5 Τύποι οστών.....	7
1.6 Κύκλος οστικής ανακατασκευής.....	8

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ

2.1 Εισαγωγή.....	11
2.2 Ορισμός.....	11
2.3 Επιδημιολογικά στοιχεία.....	12
2.4 Παθοφυσιολογία.....	13
2.5 Τύποι οστεοπόρωσης.....	14
2.6 Πρωτοπαθής οστεοπόρωση.....	14
2.6.1 Μετεμνηνοπαυσιακή οστεοπόρωση.....	14
2.6.2 Γεροντική οστεοπόρωση.....	16
2.7 Δευτεροπαθής οστεοπόρωση.....	16
2.7.1 Υπερκορτιζοναιμία.....	16
2.7.2 Υπογοναδισμός.....	16
2.7.3 Υπερθυρεοειδισμός.....	17
2.7.4 Πολλαπλόν μυέλωμα και καρκίνος.....	17
2.7.5 Αλκοολισμός.....	17
2.7.6 Ακινητοποίηση.....	18
2.7.7 Άλλες αιτίες.....	18

2.8 Παράγοντες κινδύνου.....	18
2.8.1 Κύριοι παράγοντες κινδύνου.....	18
2.8.2 Δευτερεύοντες παράγοντες κινδύνου.....	19
2.9 Διάγνωση.....	22
2.9.1 Κλινική εξέταση.....	22
2.9.2 Ακτινολογικός έλεγχος.....	23
2.9.3 Εργαστηριακός έλεγχος.....	25
2.9.4 Πυκνομετρικές τεχνικές.....	27
2.9.5 Βιοχημικοί δείκτες οστικού μεταβολισμού.....	30
2.10 Πρόληψη.....	32
2.11 Θεραπεία.....	32
2.11.1 Ο ρόλος της φυσικής άσκησης.....	33
2.11.2 Διατροφή.....	36
2.11.3 Φαρμακευτική αγωγή.....	36

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΥΪΚΟΣ ΙΣΤΟΣ**

3.1 Ιστολογία μυϊκού ιστού.....	38
3.2 Τύποι Μυϊκών Ινών.....	40
3.3 Ιδιότητες Μυϊκού Ιστού.....	41

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑ**

4.1 Εισαγωγή.....	42
4.2 Προϋποθέσεις ορισμού.....	44
4.3 Ορισμός.....	43
4.4 Επιδημιολογία.....	45
4.5 Παθοφυσιολογία.....	46
4.6 Αιτιολογία.....	50

4.7 Τύποι Σαρκοπενίας.....	51
4.8 Διάγνωση.....	52
4.8.1 Εκτίμηση μυϊκής μάζας.....	52
4.8.2 Αξιολόγηση μυϊκής δύναμης.....	55
4.8.3 Αξιολόγηση σωματικής απόδοσης.....	56
4.8.4 Περιορισμοί μετρήσεων.....	58
4.9 Διαφοροδιάγνωση.....	58
4.10 Θεραπεία.....	60
4.10.1 Άσκηση.....	60
4.10.2 Διατροφή.....	62
4.10.3 Φάρμακα.....	63

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ**

5.1 Εισαγωγή.....	64
5.2 Σκοπός μελέτης.....	66
5.3 Μέθοδος.....	66
5.3.1 Στρατηγική αναζήτησης.....	66
5.3.2 Κριτήρια εισαγωγής.....	66
5.4 Αποτελέσματα.....	67
5.5 Συζήτηση.....	100
5.6 Συμπεράσματα.....	105
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>107</b>



## **ΠΙΝΑΚΕΣ**

Πίνακας 2. 1 Κριτήρια της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας για την διάγνωση της οστεοπόρωσης.....	26
Πίνακας 5. 2 Συνοπτική αναφορά των μελετών της έρευνας.....	68

## **ΣΧΗΜΑΤΑ**

Σχήμα 4. 2 Αλγόριθμος EWGSOP.....	59
Σχήμα 5. 3 Αλγόριθμος EWGSOP.....	82
Σχήμα 5. 4 Αλγόριθμος IWG.....	83

## **ΕΙΚΟΝΕΣ**

EIKONA 1. 1 Απεικόνιση οστεοβλαστών, οστεοκλαστών, οστεοκυττάρων και θεμέλιας ουσίας στο επίπεδο μικροσκοπίου.....	4
EIKONA 1.2 Δομή οστίτη ιστού.....	7
EIKONA 1.3 Τύποι οστών.....	8
EIKONA 1.4 Κύκλος οστικής ανακατασκευής.....	10
EIKONA 2.1 Υγιές οστό.....	12
EIKONA 2.2 Απεικόνιση κεφαλής ισχίου με μειωμένη οστική πυκνότητα σε ακτινογραφία.....	25
EIKONA 2.3 Μέτρηση οστικής πυκνότητας με τη χρήση της DXA.....	28
EIKONA 2.4 Μέτρηση οστικής πυκνότητας με τη χρήση της QCT.....	29
EIKONA 2.5 Ασκήσεις έκτασης οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης.....	35
EIKONA 2.6 Ασκήσεις με μεταφορά βάρους.....	36
EIKONA 3. 1 Μυϊκή ίνα.....	39
EIKONA 3. 2 Δομή του μυός.....	40
EIKONA 4.1 Συσσκευή BIA.....	54
EIKONA 4.2 Συσσκευή μαγνητικής τομογραφίας.....	55
EIKONA 4.3 Δυναμόμετρο χειρός.....	56
EIKONA 4.4 Δοκιμασία TUG.....	57
EIKONA 5.1 Διαφορά μεταξύ της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας και του αυχένα του μηριαίου στα μη-σαρκοπενικά και στα σαρκοπενικά άτομα.....	93

ΕΙΚΟΝΑ 5. 2 Σύγκριση αριθμού μελετών της οστεοπόρωσης με μελέτες της  
σαρκοπενίας από τα δεδομένα της Medline από το 1950 έως το 2010.....103

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οστεοπόρωση και η σαρκοπενία αποτελούν παθήσεις, η οποίες εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της γήρανσης. Τόσο η οστεοπόρωση όσο και η σαρκοπενία χαρακτηρίζονται ως πολυπαραγοντικές και μπορούν να προκαλέσουν αύξηση του κινδύνου καταγμάτων και πτώσεων, κινητική αναπηρία, περιορισμό στις καθημερινές δραστηριότητες και θνησιμότητα, ειδικά όταν συνδυάζονται μεταξύ τους.

Ο σκοπός αυτής της μελέτης γίνεται άμεσα αντιληπτός από το τίτλο της. Αφορά τη διερεύνηση μελετών η οποίες ασχολήθηκαν με τη συσχέτιση μεταξύ της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας, με σκοπό τη σύγκριση μεταξύ τους για την εξαγωγή ενός θετικού ή αρνητικού αποτελέσματος που να αφορά την σχέση αυτή.

Ως τώρα, λίγες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί γύρω από αυτό το θέμα, αλλά τα τελευταία πέντε χρόνια παρατηρείται ολοένα και περισσότερο ενδιαφέρον στην ερευνητική προσπάθεια για την απόδειξη της σχέσης μεταξύ της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας. Το γεγονός αυτό έχει πολύ μεγάλη σημασία για την φυσικοθεραπεία, καθώς επεμβαίνει στη βελτίωση της αξιολόγησης και των προγραμμάτων αποκατάστασης των ηλικιωμένων ασθενών, οι οποίοι πιθανολογείται να πάσχουν και από τις δύο παθήσεις. Με αυτόν τον τρόπο θα μειωθούν οι δυσμενείς συνέπειες της οστεοπόρωσης σε συνδυασμό με την σαρκοπενία και οι ασθενείς θα αποκτήσουν καλύτερη ποιότητα ζωής και ανεξαρτησία στις καθημερινές τους δραστηριότητες.

Με λίγα λόγια, παρατηρείται μία αυξημένη προσπάθεια για την ανακάλυψη ενός νέου συνδρόμου, το οποίο θα στηρίζεται στα χαρακτηριστικά της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας. Στη μελέτη αυτή, παρατίθενται ορισμένες από αυτές τις έρευνες, καθώς και η ανάλυση των αποτελεσμάτων τους.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΟΣΤΙΤΗΣ ΙΣΤΟΣ

### 1.1 Τι είναι οστό

Το οστό είναι ένας δυναμικός ιστός που συνεχώς αναδιαμορφώνει ένα υγιή σκελετό, ο οποίος είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική και δια βίου εκτέλεση σημαντικών σκελετικών λειτουργιών. Το οστό έχει τρεις ζωτικές λειτουργίες: (α) παρέχει υποστήριξη και θέσεις σύνδεσης για τους μύες, (β) προστατεύει τα ζωτικά όργανα όπως ο μυελός των οστών και ο εγκέφαλος και (γ) δρα ως ένα μεταβολικό όργανο με μεγάλα αποθέματα ασβεστίου και φωσφόρου (Feng & McDonald, 2011).

### 1.2 Σύσταση του οστίτη ιστού

Τα κύρια συστατικά του οστίτη ιστού είναι το ανθρακικό ασβέστιο, φωσφορικό ασβέστιο, κολλαγόνο και νερό. Το 60% με 70% της μάζας του οστού αποτελείται από φωσφορικό και ανθρακικό ασβέστιο τα οποία προσδιορίζουν την σκληρότητα και την συμπίεστική του δύναμη. Επιπλέον συστατικά όπως το μαγνήσιο το φθόριο και το νάτριο αποτελούν σημαντικούς παράγοντες στην δομική και μεταβολική λειτουργία του οστού. Επίσης, το κολλαγόνο δίνει στο οστό την απαραίτητη ελαστικότητα με σκοπό την αντοχή του στα εφελκυστικά φορτία. Τέλος, το νερό συναντάται στο 25% με 30% της σύστασης του οστού και κατέχει σημαντικό ρόλο στην δύναμη του και στην μεταφορά θρεπτικών ουσιών, ιόντων αλάτων αλλά και αποβλήτων (Hall, 2005).

### 1.3 Σύνθεση του οστίτη ιστού

Ο οστίτης ιστός ορίζεται ως ένας τύπος πυκνού συνδετικού ιστού, ο οποίος σχηματίζεται από την ασβεστοποιημένη μεσοκυττάρια ουσία και από τρία είδη κυττάρων: τα οστεοκύτταρα, τους οστεοβλάστες και τους οστεοκλάστες (Εικ. 1.1) (Φουσέκης, 2015).

Μεσοκυττάρια ουσία : Αποτελείται από θεμέλια ουσία και κολλαγόνα ινίδια (Platzer, 2009).

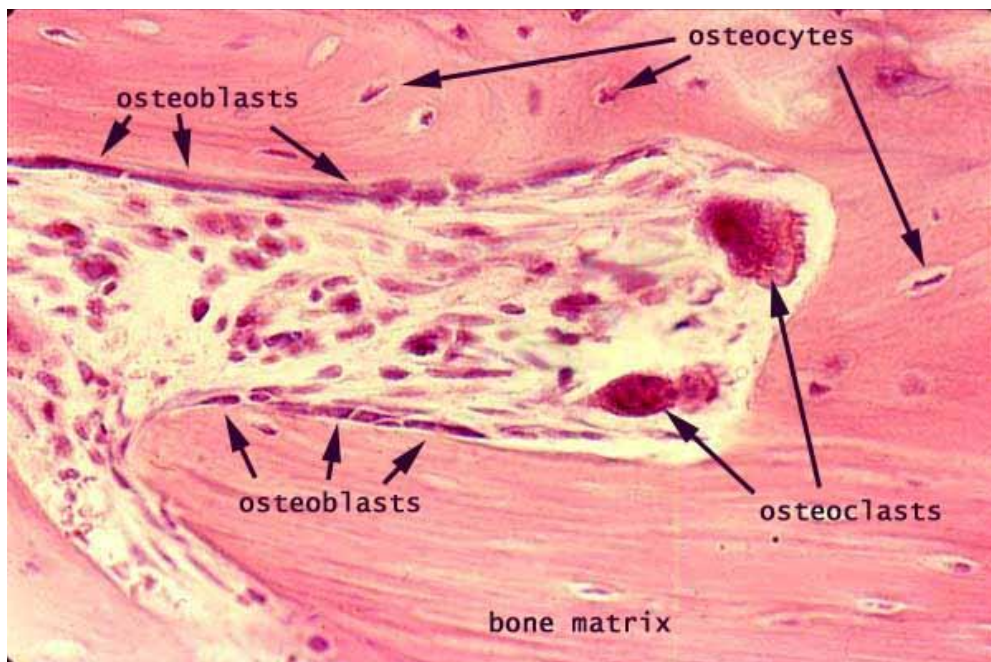
Θεμέλια ουσία: δημιουργείται από ανόργανα στοιχεία (60%, άλατα οργανωμένα σε κρυστάλλους υδροξυαπατίτη που αυξάνουν την αντοχή του οστού σε συμπιεστικά φορτία) και οργανικά στοιχεία σε ποσοστό 40% (κολλαγόνο τύπου I, πρωτεογλυκάνες, μη κολλαγονικές πρωτεΐνες, αναπτυξιακούς παράγοντες και κυτταροκίνες) (Χατζηπαύλου & Κοντάκης, 2006).

Οστεοκύτταρα: είναι προϊόν παραγωγής των οστεοβλαστών και εντοπίζονται σε μικρές κοιλότητες μέσα στη θεμέλια ουσία. Ο κύριος ρόλος τους είναι ο έλεγχος της εξωκυττάριας συγκέντρωσης, του ασβεστίου και του φωσφόρου. Η καλσιτονίνη ασκεί διεγερτικό έλεγχο στα οστεοκύτταρα ενώ η παραθορμόνη ανασταλτικό (Χατζηπαύλου & Κοντάκης, 2006).

Οστεοβλάστες: αποτελούν τα κύτταρα που επενδύουν εσωτερικά το οστό και είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή των συστατικών της θεμέλιας ουσίας, του κολλαγόνου και των μη κολλαγονούχων πρωτεΐνων. Οι οστεοβλάστες δεν εμφανίζονται ή λειτουργούν ποτέ μεμονωμένα, αλλά βρίσκονται πάντα σε ομάδες κυβοειδών κυττάρων κατά μήκος της επιφάνειας του οστού. Οι οστεοβλάστες προέρχονται από αρχέγονα μεσεγγυματικά κύτταρα τα οποία έχουν ικανότητες πολλαπλασιασμού και μπορούν να διαφοροποιηθούν σε διάφορους τύπους κυττάρων. Οι προ-οστεοβλάστες έχουν, επίσης, ικανότητες πολλαπλασιασμού. Οι ώριμοι οστεοβλάστες δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν, αλλά μπορούν να διαφοροποιηθούν σε περαιτέρω οστεοκύτταρα είτε ενσωματωμένα στη θεμέλια ουσία είτε στην επιφάνεια του οστού σαν επένδυση. Οι οστεοβλάστες εκκρίνουν επίσης κυτοκίνες, (OPG, M-CSF, RANKL) οι οποίες είναι η κύριοι ρυθμιστές της διαφοροποίησης των οστεοκλαστών. Για παράδειγμα, η RANKL προάγει την διαφοροποίηση και τη δραστηριότητα των οστεοκλαστών (Baron, 2008).

Οστεοκλάστες: είναι πολυπύρηννα κύτταρα που συναντώνται στις οστικές επιφάνειες και έχουν ακανόνιστο σχήμα (Χατζηπαύλου & Κοντάκης, 2006). Η σημασία τους εντοπίζεται στην αποδόμηση του οστίτη ιστού μέσω της απελευθέρωσης οξέων και

πρωτεολυτικών ενζύμων (Φουσέκης, 2015). Οι οστεοκλάστες είναι τα μόνα κύτταρα που έχουν απορροφητικές οστικές ιδιότητες. Λόγω της απορροφητικής τους ιδιότητας εντοπίζονται συνήθως σε επαφή με μία ασβεστοποιημένη οστική επιφάνεια και εντός ενός βοθρίου (βοθρίο του Howship). Οι ενεργοποιημένοι πολυπύρρηνοι οστεοκλάστες προέρχονται από μονοπύρρηνα προδρομικά κύτταρα των μονοκύτταρων μακροφάγων. Οι πολυπύρρηνοι οστεοκλάστες, έχει ταυτοποιηθεί, ότι δημιουργούνται σε διάφορους ιστούς αλλά ως επί το πλείστον από πρόδρομα μονοκύτταρα μακροφάγα κύτταρα του μυελού των οστών (Clarke, 2008). Οι οστεοκλάστες προσδένονται στις οστικές επιφάνειες με τη βοήθεια εξειδικευμένων πρωτεϊνών-υποδοχέων, των ιντεγκρινών (Χατζηπαύλου & Κοντάκης, 2006).



ΕΙΚΟΝΑ 1. 1 Απεικόνιση οστεοβλαστών, οστεοκλαστών, οστεοκυττάρων και θεμέλιας ουσίας στο επίπεδο μικροσκοπίου (Τροποποιημένη από <http://www.siumed.edu/~dking2/ssb/remodel.htm>)

#### 1.4 Δομική οργάνωση του οστού

Τα οστά χωρίζονται σε δύο τύπους με βάση την κατανομή των ινιδίων: το δικτυωτό οστό και το πεταλειώδες οστό (Platzer, 2009). Στο δικτυωτό οστό τα ινίδια κολλαγόνου είναι τυχαία προσανατολισμένα, ενώ στο πεταλειώδες οστό είναι ομαδοποιημένα σε παράλληλες σειρές. Τα ινίδια στο πεταλειώδες οστό δεν είναι παράλληλα το ένα με το άλλο και προς τον διαμήκη άξονα, αλλά εναλλάσσονται σε γειτονικές στιβάδες μεταξύ διαμηκών και εγκάρσιων κατευθύνσεων (ορθογώνιο μοτίβο) (Shapiro, 2008). Οι στιβάδες κολλαγόνου, που ονομάζονται πετάλια, εναλλάσσονται με στιβάδες οστεοκυττάρων γύρω από έναν αγγειακό σωλήνα, τον αβέρσειο σωλήνα, ο οποίος μαζί με τα πετάλιά του σχηματίζει ένα οστέονα ή αβέρσειο σύστημα. Το πεταλειώδες οστό είναι ο πιο συχνός και σημαντικός τύπος οστού, ενώ το δικτυωτό εντοπίζεται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης και στον ενήλικο άνθρωπο εντοπίζεται στην κάψα του έσω ωτός και στα χείλη των ραφών των κρανιακών οστών (Platzer, 2009).

Η δομή του οστού (Εικ. 1.2) καθορίζεται από την περιεκτικότητα σε άλατα, την ηλικία και το εκάστοτε οστό. Διακρίνονται δύο τύποι οστίτη ιστού (οστούν) με βάση την σπογγώδη υφή τους : ο σπογγώδης και ο φλοιώδης (Hall, 2005).

Σπογγώδες οστού: εντοπίζεται στις επιφύσεις των μακρών οστών παρέχοντας υποστήριξη στις φλοιώδεις πλάκες του υποχόνδριου οστού ή σε περιοχές κεντρικού τύπου με σύνθετη φόρτιση. Στη σύσταση του περιλαμβάνονται δοκίδες χωρίς κύτταρα και πλαισιώνεται από περίοστεο. Είναι ανισότροπο υλικό δηλαδή παρουσιάζει διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες στις διάφορες κατευθύνσεις και προσαρμοσμένες στην κάθε ανατομική λειτουργία (Λαμπίρης, 2007).

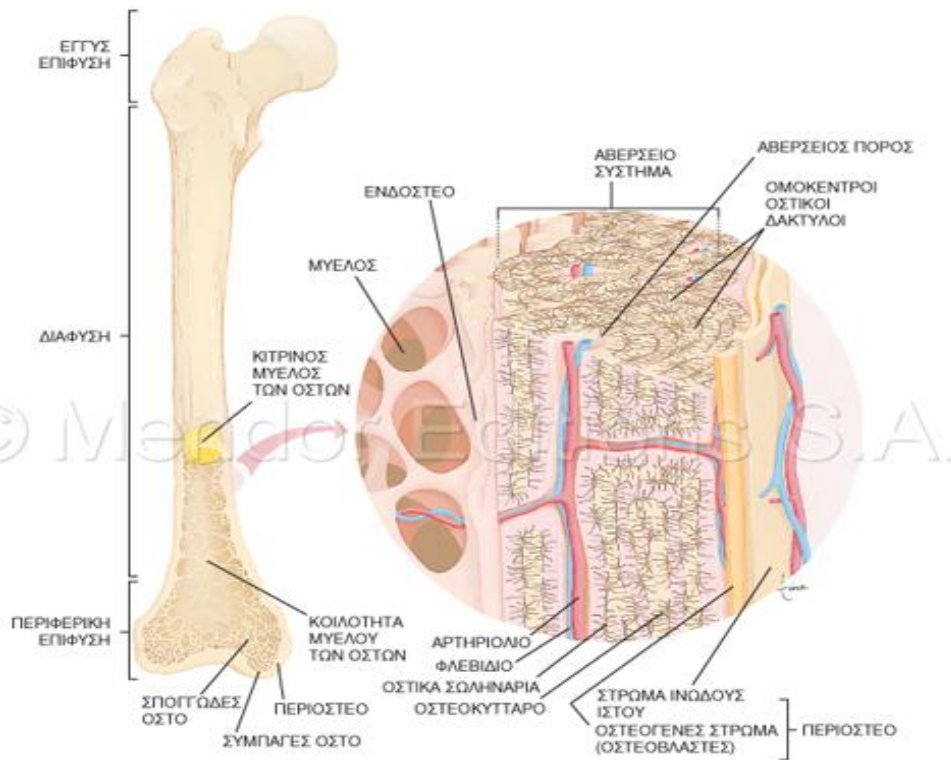
Φλοιώδες οστού: είναι ο βέλτιστος επιμελλατωμένος ιστός του σώματος ο οποίος επιτελεί τη μεταφορά του μέγιστου φορτίου που μεταφέρουν τα μακρά οστά. Συντίθεται από πετάλια πάχους 3-4 μm, τα κυλινδρικά Αβέρσεια συστήματα, τα οστεοκύτταρα και τα κανάλια του Volkman (Λαμπίρης, 2007).

Η εσωτερική και εξωτερική επένδυση των οστών εξασφαλίζεται από στοιβάδες συνδετικού ιστού. Η εσωτερική στοιβάδα ονομάζεται ενδόστεο ενώ η εξωτερική περίοστεο. Η σύνδεση του περιostίου με το οστό γίνεται με ίνες κολλαγόνου οι οποίες ονομάζονται ίνες του Sharpey. Το περίοστεο κυρίως θρέφει τον οστίτη ιστό και προμηθεύει συνεχώς αποθέματα νέων οστεοβλαστών.

Ενδόστεο: εμπεριέχει μικρή ποσότητα συνδετικού ιστού και προδρομικά οστεοκύτταρα (Φουσέκης, 2015).

Περίοστεο: περιβάλλει όλα τα οστικά τμήματα που δεν συμπεριλαμβάνονται σε αρθρικές επιφάνειες. Η δομή του περιλαμβάνει ένα ενώδες και ένα οστεογεννητικό πέταλο που δημιουργεί την βλαστική στοιβάδα. Εμπεριέχονται πλήθος αιμοφόρων και λεμφοφόρων αγγείων καθώς και νεύρων. Στην ύπαρξη, αυτή, των νεύρων οφείλεται ο πόνος ύστερα από μία πλήξη σε ένα οστό. Η παροχή πολυάριθμων τριχοειδών στο εσωτερικό κυτταροβριθές πέταλο γίνεται από τα μεγαλύτερα αιμοφόρα αγγεία που εντοπίζονται στο εξωτερικό πέταλο του περιostίου. Το εσωτερικό κυτταροβριθές πέταλο αποτελεί την θέση των οστεοβλαστών, οι οποίοι επιτελούν το σχηματισμό του οστού (Platzer, 2009).





#### ΟΣΤΙΤΗΣ ΙΣΤΟΣ

Αριστερά: μηριαίο οστό με τομή του περιφερικού άκρου του.  
 Δεξιά: συμπαγές οστό με τα αβερσειανά συστήματα.

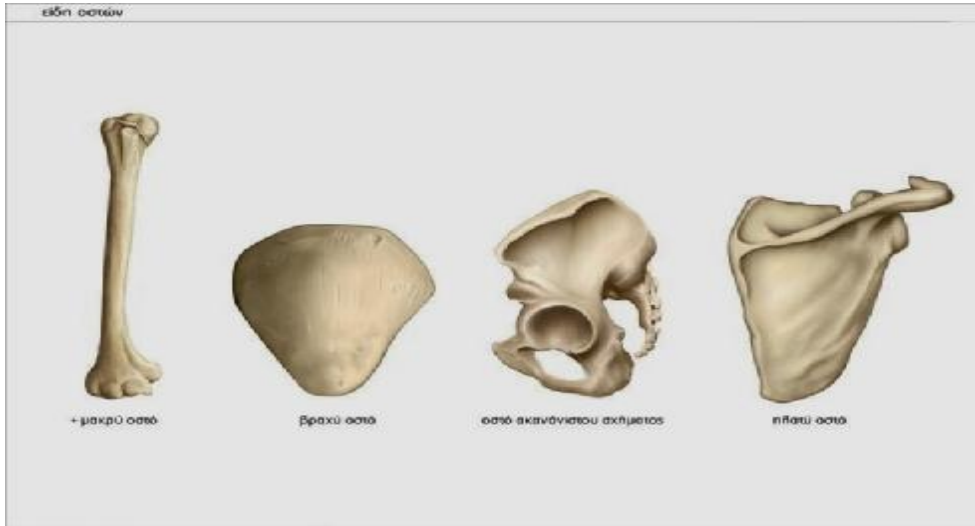
ΕΙΚΟΝΑ 1.2 Δομή οστίτη ιστού (Τροποποιημένη από <http://www.iatronet.gr/iatriko-lexiko/osto.html>)

### 1.5 Τύποι οστών

Η ταξινόμηση των οστών πραγματοποιείται ανάλογα με το γενικό σχήμα τους και τις λειτουργίες τους (Εικ. 1.3), ως εξής:

- Βραχεία οστά ( καρπός ,ταρσός)
- Πλατιά οστά ( ωμοπλάτη, στήρνο, πλευρές, επιγονατίδα, μερικά οστά κρανίου)
- Ανώμαλα οστά (σπόνδυλοι, ιερό οστό, κόκκυγας, κάτω γνάθος)

- Μακρά οστά( κνήμη, μηριαίο οστό, περόνη, κερκίδα, ωλένη, βραχιόνιο οστό, μετατόρσια και μετακάρπια ,οι άκρες τους προστατεύονται από έναν αυτολιπαινόμενο αρθρικό χόνδρο )(Platzer, 2009).



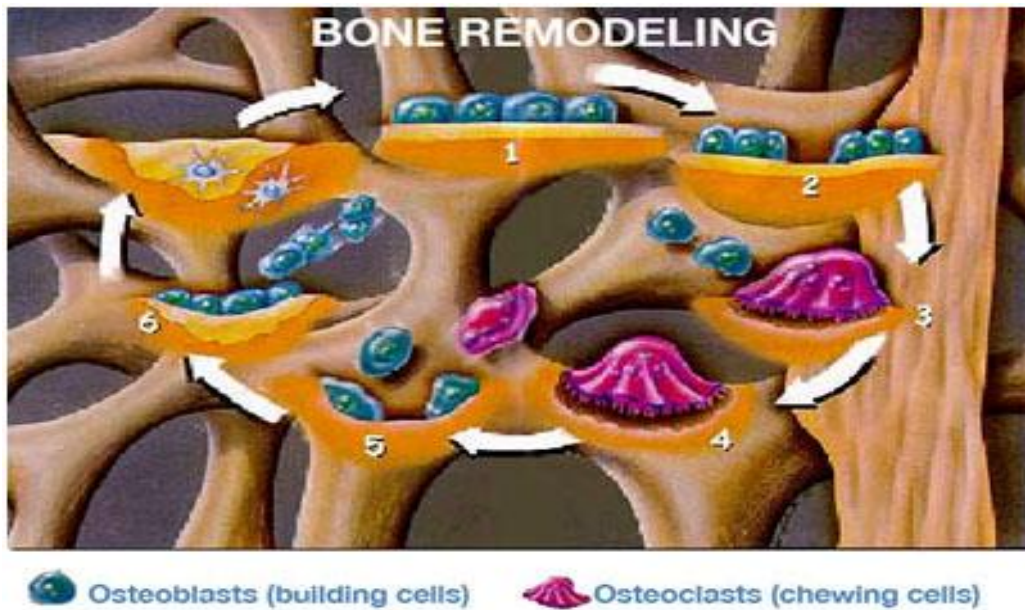
ΕΙΚΟΝΑ 1.3 Τύποι οστών (Τροποποιημένη από [http://egpaid.blogspot.com/2014\\_02\\_01\\_archive.html](http://egpaid.blogspot.com/2014_02_01_archive.html))

### 1.6 Κύκλος οστικής ανακατασκευής

Η οστική ανακατασκευή (Εικ. 1.4 ) βασίζεται στην συντονισμένη δράση των επαναρροφητικών και διαμορφωτικών κυτταρικών πληθυσμών με σκοπό την αντικατάσταση του παλαιού οστού με νέο και την εξασφάλιση έτσι της ακεραιότητας του σκελετού. Αυτή η αλληλουχία πρέπει να είναι σφικτά ρυθμιζόμενη και από τοπικούς και από συστηματικούς παράγοντες, επειδή οι σημαντικές αποκλίσεις από το ουδέτερο ισοζύγιο μεταξύ επαναρρόφησης και σχηματισμού μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρή επιταχυνόμενη απώλεια ή αύξηση της οστικής μάζας, με πιθανές καταστροφικές συνέπειες από την άποψη αυξημένου κινδύνου κατάγματος ή συνδρόμων συμπίεσης (Eriksen, 2010).

Η οστική ανακατασκευή πραγματοποιείται στη βασική πολυκυτταρική μονάδα (BMU) και απαιτεί την συντονισμένη δράση των τεσσάρων μεγάλων τύπων των οστών: τα οστικά επενδυτικά κύτταρα, τα οστεοκύτταρα, τους οστεοβλάστες και τους οστεοκλάστες (Feng & McDonald, 2011) Στο φυσιολογικό οστό το αποτέλεσμα του κύκλου αντικατάστασης είναι η πλήρης επαναπλήρωση του βοθρίου απορρόφησης με νέο οστό. Σε καταστάσεις ασθενειών όπως η οστεοπόρωση, το κύριο ελάττωμα είναι ότι οι οστεοβλάστες δεν είναι σε θέση να αναπληρώσουν το βοθρίο απορρόφησης οδηγώντας σε καθαρή απώλεια οστού σε κάθε φάση αντικατάστασης. Στο φλοιώδες οστό η ανακατασκευή προχωρά με σήραγγες με τους οστεοκλάστες σε σχηματισμό κομμένων κώνων να απομακρύνουν το κατεστραμμένο οστό. Στη συνέχεια, ακολουθεί η αναπλήρωση του κατεστραμμένου οστού από τους οστεοβλάστες, οι οποίοι βρίσκονται στο τέλος του κώνου πίσω από τους οστεοκλάστες. Στο φυσιολογικό οστό η διάρκεια του κύκλου ανακατασκευής στο φλοιώδες οστό είναι μικρότερη από του συμπαγούς με μία μέση τιμή στις 120 μέρες. Η συνολική επιφάνεια του σπογγώδες οστού ανακαινίζεται πλήρως κατά την διάρκεια δύο χρόνων.

Σε αντίθεση με τις θέσεις ανακατασκευής στο σπογγώδες οστό, οι οποίες βρίσκονται κοντά στον ερυθρό μυελό, οι θέσεις ανακατασκευής στο φλοιώδες οστό είναι μακριά από τον ερυθρό μυελό. Ως εκ τούτου, υποτέθηκε ότι οι μηχανισμοί της οστικής ανακατασκευής ήταν διαφορετικοί μεταξύ σπογγώδες και φλοιώδες οστού, δηλαδή ότι τα κύτταρα χρειάζεται στο σπογγώδες οστό να ταξιδέψουν απευθείας από τον ερυθρό μυελό στις οστικές επιφάνειες του σπογγώδους οστού (Eriksen, 2010).



**Εικόνα 1.4** Κύκλος οστικής ανακατασκευής, οι οστεοκλάστες απεικονίζονται με ροζ χρώμα, ενώ οι οστεοβλάστες με μπλε (Τροποποιημένη από <http://www.sportsurgery.gr/spond3.html>)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΟΣΤΕΟΠΩΡΩΣΗ

#### 2.1 Εισαγωγή

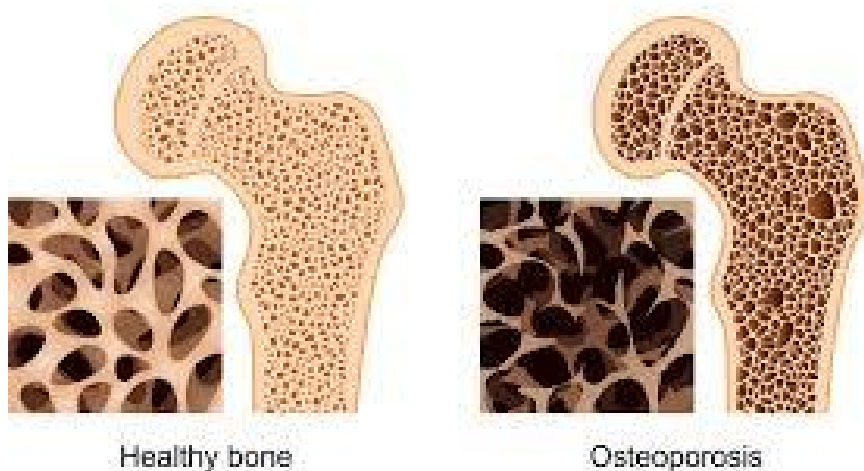
Η οστεοπόρωση, η οποία χαρακτηρίζεται από απώλεια οστικής μάζας και δύναμης και οδηγεί σε κατάγματα ευθραυστότητας, υπήρχε καθ' όλη την διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας αλλά μόνο πρόσφατα έγινε ένα σημαντικό κλινικό πρόβλημα με την αύξηση του μέσου όρου ηλικίας. Στις αρχές του 19ου αιώνα, ο Sir Astley Cooper, ένας διακεκριμένος Άγγλος χειρουργός, επεσήμανε την ελαφρότητα και την μαλακότητα που αποκτούν τα οστά στα πιο προχωρημένα στάδια της ζωής και ότι αυτή η κατάσταση ευνοεί πολύ την δημιουργία καταγμάτων. Ο όρος οστεοπόρωση επινοήθηκε από τον Johann Lobstein την ίδια εποχή περίπου, αλλά η διαταραχή που περιέγραψε ήταν πιθανώς η ατελής οστεογένεση. Το 1940, ο Αμερικάνος γιατρός και ενδοκρινολόγος Fuller Albright περιγράφει την μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση και προτείνει ότι συνεπάγεται του μειωμένου οστικού σχηματισμού λόγω της ανεπάρκειας οιστρογόνων. Στη συνέχεια, προτάθηκε η ιδέα της ύπαρξης δύο μορφών οστεοπόρωσης: μία που σχετίζεται με την έλλειψη οιστρογόνων κατά την εμμηνόπαυση και η άλλη με την ανεπάρκεια ασβεστίου και την γήρανση του σκελετού. Αυτή η άποψη αντικαταστάθηκε από την τρέχουσα ιδέα ότι η οστεοπόρωση αντιπροσωπεύει μία συνέχεια, στην οποία πολλαπλοί παθογενετικοί μηχανισμοί συγκλίνουν για να προκαλέσουν απώλεια της οστικής μάζας και μικροαρχιτεκτονική αποσύνθεση του σκελετού. Αυτοί οι παράγοντες, σε συνδυασμό με τον αυξημένο κίνδυνο πτώσεων, συμβάλουν στην υψηλή συχνότητα των καταγμάτων αστάθειας σε ασθενείς με οστεοπόρωση (Raisz, 2005).

#### 2.2 Ορισμός

Η οστεοπόρωση (Εικ. 2.1) είναι μία συστημική σκελετική ασθένεια που χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και μικρο-αρχιτεκτονική υποβάθμιση, με επακόλουθη αύξηση της ευθραυστότητας των οστών και την προδιάθεση για κάταγμα. Τα κατάγματα αυτά

αφορούν, συνήθως, το σπονδυλικό σώμα, το περιφερικό τμήμα του αντιβραχίου, το κεντρικό τμήμα του μηριαίου και εμφανίζονται συχνά στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Ένας πιο πρακτικός ορισμός της οστεοπόρωσης βασίζεται στην οστική πυκνότητα ( BMD). Όταν η οστική πυκνότητα είναι 2,5 μονάδες κάτω του φυσιολογικού μέσου όρου των νέων ενηλίκων ατόμων μπορεί να θεωρηθεί ως οστεοπόρωση ή εγκατεστημένη οστεοπόρωση εάν ο ασθενής έχει υποστεί κάταγμα που να οφείλεται στην οστεοπόρωση (Eastell, 2009).

## Osteoporosis



**Εικόνα 2.1** Υγιές οστό (αριστερά), οστό με οστεοπόρωση (δεξιά) (Τροποποιημένη από <http://www.iatrikanea.gr/category/ygeia/osteoporwsi/>)

### 2.3 Επιδημιολογικά στοιχεία

Οι ηλικιωμένοι αποτελούν τον ταχύτερα αυξανόμενο πληθυσμό στον κόσμο και, καθώς οι άνθρωποι γερνούν, η οστική μάζα μειώνεται και ο κίνδυνος κατάγματος αυξάνεται. Η οστεοπόρωση αποτελεί ένα μείζον πρόβλημα δημόσιας υγείας σε ολόκληρο τον κόσμο. Η οικονομική και κοινωνική επιβάρυνση της οστεοπόρωσης αυξάνεται σταθερά λόγω της γήρανσης του παγκόσμιου πληθυσμού. Σήμερα πλήττονται πάνω από 10 εκατομμύρια άνθρωποι στις ΗΠΑ, αριθμός που προβλέπεται να ανέλθει στα 14 εκατομμύρια, για άτομα ηλικίας άνω των 50 ετών, το έτος 2020. Παγκοσμίως περίπου

200 εκατομμύρια γυναίκες εμφανίζουν οστεοπόρωση. Παρά το γεγονός ότι η πιθανότητα εμφάνισης οστεοπόρωσης σήμερα είναι μεγαλύτερη στη Βόρεια Αμερική και στην Ευρώπη, θα αυξηθεί σε αναπτυσσόμενες χώρες καθώς η πληθυσμιακή μακροζωία σε αυτές τις χώρες αυξάνεται συνεχώς (Lane, 2005).

## **2.4 Παθοφυσιολογία**

Η σκελετική ευθραυστότητα μπορεί να προκύψει από: α) την αποτυχία να παραχθεί η βέλτιστη σκελετική μάζα και δύναμη κατά την διάρκεια της ανάπτυξης, β) την υπερβολική οστική απορρόφηση με αποτέλεσμα την μειωμένη οστική μάζα και υποβάθμιση της μικροαρχιτεκτονικής του σκελετού και γ) την ανεπαρκή ανταπόκριση στον σχηματισμό κατά την αύξηση της απορρόφησης, στην διάρκεια της οστικής ανακατασκευής. Για να γίνει κατανοητό πως η υπερβολική οστική απορρόφηση και ο ανεπαρκής σχηματισμός επιδρούν στην σκελετική ευθραυστότητα, είναι απαραίτητη η γνώση της διαδικασίας ανακατασκευής του οστού (Raisz, 2005). Ο φυσιολογικός οστικός μεταβολισμός συνεπάγεται μία ισορροπία μεταξύ των διεργασιών της οστικής απορρόφησης και του οστικού σχηματισμού κατά τον οποίο οι οστεοκλάστες αφαιρούν (επαναρροφούν) οστό κάτω από όξινη και πρωτεολυτική πέψη και οι οστεοβλάστες εκκρίνουν οστεοειδές εντός της απορροφητικής κοιλότητας (Lane, 2005). Αυτός ο κύκλος διεργασιών αποτρέπει τις βλάβες κοπώσεως και είναι σημαντικός για τη διατήρηση της ομοιόστασης του ασβεστίου. Έτσι, τα αποτελέσματα της οστικής απώλειας επέρχονται από μία ανισορροπία μεταξύ των ποσοστών απορρόφησης και του σχηματισμού. Η οστική απώλεια οδηγεί σε λέπτυνση και ενίοτε διάτρηση των δοκιδωτών πλακών, η οποία προκαλεί αλλαγή της αρχιτεκτονικής του οστού, όπου αυτή με τη σειρά της οδηγεί σε δυσανάλογη απώλεια της δύναμης για την ποσότητα του οστού που χάθηκε (Eastell, 2009). Επιπλέον ο μεγαλύτερος αριθμός κενών βοθρίων του Howship και των αβέρσειων καναλιών μπορεί να αποδυναμώσει περαιτέρω το οστό. Η υπερβολική απορρόφηση μπορεί επίσης να οδηγήσει σε πλήρη απώλεια των δοκιδωτών δομών με αποτέλεσμα την απώλεια προτύπου οστικού σχηματισμού. Τέλος, υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους μία αύξηση στην οστεοκλαστική επαναρρόφηση μπορεί να οδηγήσει σε σκελετική αστάθεια (Raisz, 2005).

## **2.5 Τύποι οστεοπόρωσης**

Η οστεοπόρωση αντιπροσωπεύει μία ομάδα διακεκριμένων παθολογικών καταστάσεων, παρά μία ενιαία οντότητα και ταξινομείται σε πρωτοπαθείς και δευτεροπαθείς τύπους. Η πρωτοπαθής οστεοπόρωση χωρίζεται σε δύο περαιτέρω υποκατηγορίες: την τύπου I και την τύπου II οστεοπόρωση. Η τύπου I οστεοπόρωση ( που αναφέρεται επίσης ως μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση) είναι μια κοινή διαταραχή των οστών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και προκαλείται κατά κύριο λόγο από την ανεπάρκεια οιστρογόνων που προκύπτει από την εμμηνόπαυση, ενώ η τύπου II οστεοπόρωση (γνωστή επίσης ως γεροντική οστεοπόρωση) συνδέεται κατά κύριο λόγο με τη γήρανση και αφορά και άνδρες και γυναίκες. Αντιθέτως, η δευτεροπαθής οστεοπόρωση αναφέρεται σε διαταραχές των οστών που αποτελούν δευτερογενείς επιπλοκές από διάφορες άλλες ιατρικές συνθήκες, συνέπειες μεταβολικών σωματικών δραστηριοτήτων, ή δυσμενών αποτελεσμάτων από θεραπευτικές παρεμβάσεις για ορισμένες διαταραχές.

## **2.6 Πρωτοπαθής Οστεοπόρωση**

### **2.6.1 Μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση**

Η παθογένεια της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης προκαλείται κυρίως κατά κύριο λόγο από την μείωση του επιπέδου των οιστρογόνων η οποία συνδέεται με την εμμηνόπαυση. Μεταγενέστερες μελέτες έχουν δείξει ότι η ανεπάρκεια οιστρογόνων οδηγεί κυρίως σε μία αύξηση της απορρόφησης του οστού παρά σε διαταραχές στον σχηματισμό του οστού. Παρόλα αυτά είναι καθιερωμένο ότι τόσο η οστική απορρόφηση όσο και ο οστικός σχηματισμός είναι αυξημένα στην μετεμμηνοπαυσιακή οστεοπόρωση. Ωστόσο η έκταση της αυξημένης απορρόφησης του οστού υπερβαίνει εκείνη του οστικού σχηματισμού, η οποία προκαλεί μία ανισορροπία μεταξύ τους.

Από την καθιέρωση ενός κεντρικού ρόλου για την ανεπάρκεια οιστρογόνων στην παθογένεια της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης, τεράστια προσπάθεια έχει επικεντρωθεί στην αποσαφήνιση των μηχανισμών με τους οποίους τα οιστρογόνα ασκούν τις φειδωλές επιδράσεις τους στο οστό. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στα



τέλη του 1980 και στις αρχές του 1990 έχουν καθιερώσει σε μεγάλο βαθμό ότι τα οιστρογόνα διαφυλάσσουν τον σκελετό, καταστέλλοντας την παραγωγή κυτοκίνων, οι οποίες ρυθμίζουν την διαφοροποίηση και την δραστηριότητα των οστεοκλαστών. Παρόλα αυτά, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλές αντιφάσεις και διαμάχες όσον αφορά τα ακριβή κύτταρα-στόχους των οιστρογόνων, τα ακριβή αποτελέσματα και τους ρυθμιστικούς μηχανισμούς των κυτοκίνων στους οστεοκλάστες και στα πρόδρομα κύτταρά τους, και πώς αυτές οι κυτοκίνες αλληλεπιδρούν και συντονίζονται λειτουργικά στην παθογένεια της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης.

Η ανακάλυψη του RANKL/RANK/OPG συστήματος αποτελεί ορόσημο στην έρευνα της βιολογίας των οστών και έχει βοηθήσει σημαντικά στην εξέλιξη της κατανόησης του παθολογικού μηχανισμού διαφόρων διαταραχών του οστού, συμπεριλαμβανομένης της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης. Αρχικές μελέτες έδειξαν ότι ο RANKL/RANK/OPG άξονας ρυθμίζει διάφορες βιολογικές ανάγκες όπως τον σχηματισμό και την λειτουργία των οστεοκλαστών, την επιβίωση των δενδροκυττάρων και την ενεργοποίηση των T-κυττάρων. Από την ανακάλυψη του RANKL/RANK/OPG άξονα, έχει καταστεί σαφές ότι τα οιστρογόνα επίσης ασκούν προστατευτικές επιδράσεις στα οστά, στοχεύοντας σε αυτόν τον ρυθμιστικό άξονα. Συγκεκριμένα, τα οιστρογόνα διεγείρουν την έκφραση της OPG στους οστεοβλάστες και στα στρωματικά κύτταρα. Επιπλέον, η έκφραση της RANKL ήταν αυξημένη στην επιφάνεια των κυττάρων του μυελού των οστών, όπως οι οστεοβλάστες και τα λεμφοκύτταρα, στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπόρωση σε σύγκριση με τις προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Αυτό το εύρημα δείχνει ότι η RANKL παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην παθογένεια της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης.

Τέλος, το 2006, οι Sun et al. ανέφεραν ότι η ωοθυλακιοτρόπος ορμόνη διαδραματίζει ρόλο στην παθογένεια της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης, ένα εύρημα που αμφισβητεί την μακροχρόνια αντίληψη ότι τα οιστρογόνα μόνο είναι η κεντρική αιτία στην παθογένεση αυτής της διαταραχής της οστικής ανακατασκευής. Παρόλα αυτά η ιδέα αυτή παραμένει ακόμα αμφιλεγόμενη και αναμένεται μία περαιτέρω επικύρωση από μελλοντικές μελέτες.

## **2.6.2 Γεροντική οστεοπόρωση**

Η γεροντική οστεοπόρωση επηρεάζει τόσο τις γυναίκες όσο και τους άνδρες. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι σημαντική απώλεια σπογγώδες οστού αρχίζει ήδη από τα είκοσι σε άνδρες και γυναίκες πριν από οποιοδήποτε σημαντικές ορμονικές αλλαγές. Στις γυναίκες, όμως, η οστική απώλεια επιταχύνεται για 5 έως 10 χρόνια μετά την εμμηνόπαυση, λόγω της ραγδαίας μείωσης των οιστρογόνων. Μετά από αυτή την φάση, η οστική απώλεια συνεχίζεται με τον ίδιο περίπου ρυθμό όπως και στους ηλικιωμένους άνδρες. Έτσι, η παθογένεια της οστεοπόρωσης στις γυναίκες αποτελείται από δύο συνιστώσες. Η πρώτη αφορά πρωτίτως τους οστεοκλάστες και τα αποτελέσματα από τις μεταβολές των οιστρογόνων και των επιπέδων FSH στην εμμηνόπαυση και η δεύτερη συνιστώσα, που σχετίζεται με την ηλικία, επικεντρώνεται στους οστεοβλάστες και εμπλέκεται ένας αριθμός διαφορετικών παραγόντων που σχετίζεται με την διαδικασία της γήρανσης (Feng & McDonald, 2011).

## **2.7 Δευτεροπαθής οστεοπόρωση**

### **2.7.1 Υπερκορτιζοναιμία**

Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται σε άτομα με νόσο του Cushing ή μετά από εκτεταμένη λήψη κορτικοστεροειδών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση σοβαρής οστεοπόρωσης λόγω της μειωμένης απορρόφησης ασβεστίου, της καταστολής της οστεοβλαστικής λειτουργίας, της αυξημένης απέκκρισης ασβεστίου και της έκκρισης παραθορμόνης (Λαμπίρης, 2007).

### **2.7.2 Υπογοναδισμός**

Η ανεπάρκεια οιστρογόνων είναι υπεύθυνη, επίσης, για την οστεοπόρωση σε νεαρές γυναίκες οι οποίες έχουν υποβληθεί σε ωθηκεκτομή και για την οστεοπόρωση σε έφηβες κοπέλες οι οποίες πάσχουν από πρωτοπαθή αμηνόρροια (Σύνδρομο Turner) (Solomon et al, 2007). Στους άνδρες, από την άλλη, η μείωση ανδρογόνων αυξάνει την

οστική απώλεια σε άτομα άνω των 70 ετών και νεαρούς με υπογοναδισμό (Λαμπίρης, 2007).

### **2.7.3 Υπερθυρεοειδισμός**

Η θυροξίνη προκαλεί επιτάχυνση του οστικού μεταβολισμού, αλλά έχει σαν αποτέλεσμα η απορρόφηση να υπερβαίνει τον οστικό σχηματισμό (Solomon et al, 2007). Σε αυτή την περίπτωση η οστεοπόρωση είναι αρκετά συχνή, αλλά η συχνότητα των καταγμάτων παρουσιάζεται αυξημένη περισσότερο στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Λαμπίρης, 2007).

### **2.7.4 Πολλαπλούν μυέλωμα και καρκίνος**

Χαρακτηριστικά ευρήματα του μυελώματος και της οστικής μετάστασης αποτελούν η γενικευμένη οστεοπόρωση, η αναιμία και η υψηλή ΤΚΕ (Ταχύτητα Καθίζησης Ερυθρών) (Λαμπίρης, 2007). Η οστεοπόρωση που προκαλείται οφείλεται στην υπερπαραγωγή κυτταροκινών οι οποίες ασκούν επιρροή στον οστικό μεταβολισμό. Οι ουσίες αυτές προκαλούν οστεοκλαστική ενεργοποίηση, έντονη δραστηριότητα των οστεοκλαστών στις περιοχές που εντοπίζεται ο νεοπλασματικός ιστός, ενώ παράλληλα η οστεοβλαστική δραστηριότητα παρατηρείται εμφανώς καταπιεσμένη (Χατζηπαύλου και Κοντάκης, 2006).

### **2.7.5 Αλκοολισμός**

Η κατάχρηση της αλκοόλης οδηγεί σε οστικές αλλοιώσεις που οφείλονται στην ελαττωμένη απορρόφηση ασβεστίου, στην ηπατική ανεπάρκεια και στην τοξική επίδραση στην οστεοβλαστική λειτουργία από το αλκοόλ (Solomon et al, 2007).

### **2.7.6 Ακίνητοποίηση**

Η πλήρης ακίνητοποίηση προκαλεί υπερασβεστιαμία, υπερασβεστιουρία και σοβαρή οστεοπόρωση, λόγω της έλλειψης αντιρρόπησης της οστικής απορρόφησης από τον σχηματισμό νέου οστού (Λαμπίρης, 2007).

### **2.7.7 Άλλες αιτίες**

Άλλες παθήσεις που μπορούν να δημιουργήσουν δευτεροπαθή οστεοπόρωση είναι ο υπερπαραθυρεοειδισμός, η ρευματοειδής αρθρίτιδα, η αγκυλοποιητική σπονδυλίτιδα και οι υποκλινικές μορφές ατελούς οστεογένεσης (Λαμπίρης, 2007).

## **2.8 Παράγοντες κινδύνου**

Διακρίνονται σε δύο τύπους: α) κύριοι και β) δευτερεύοντες.

### **2.8.1 Κύριοι παράγοντες κινδύνου (Συμεωνίδης, 1997)**

#### **1. Ελαττωμένη κορυφαία οστική μάζα**

Ένας κύριος καθοριστικός παράγοντας της οστικής πυκνότητας σε ένα ηλικιωμένο άτομο είναι η μέγιστη οστική μάζα. Αν και η επίτευξη της μέγιστης οστικής μάζας αρχίζει στη μήτρα και είναι συνήθως πλήρης από την ηλικία των 40 ετών, η μεγαλύτερη συνεισφορά σε αυτή την διαδικασία έχει δοθεί από την ποσότητα του οστού που αποκτήθηκε κατά την διάρκεια της εφηβείας (Lane, 2005). Μετά την ηλικία των 35 ετών, όμως, ξεκινάει η φυσιολογική απώλεια οστικής μάζας και συνεχίζει με διάφορες διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της ζωής του ατόμου. (Συμεωνίδης, 1997).

## 2. Αυξημένος ρυθμός οστικής απώλειας

Αρχικά, ο ρυθμός αυτός είναι ίδιος τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες και κυμαίνεται από 0,3-0,5%. Στη συνέχεια, όμως, ακολουθείται μία επιταχυνόμενη φάση οστικής απώλειας στις γυναίκες, η οποία αρχίζει στην περίοδο της εμμηνόπαυσης και οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην μείωση των επιπέδων οιστρογόνου στο αίμα (Συμεωνίδης, 1997). Υποστηρίζεται, επίσης, ότι τα οιστρογόνα ασκούν μεγάλη επιρροή στην αύξηση της οστικής πυκνότητας κατά την νεαρή ηλικία αλλά και στην ελάττωσή της στους ηλικιωμένους άνδρες. Σύμφωνα με ορισμένες ενδείξεις, διαφαίνεται ότι τα οιστρογόνα συμβάλλουν στην ρύθμιση της οστικής απορρόφησης, ενώ τα οιστρογόνα μαζί με την τεστοστερόνη στην ρύθμιση του οστικού σχηματισμού στους άνδρες (Χατζηπαύλου και Κοντάκης, 2006).

### 2.8.2 Δευτερεύοντες παράγοντες κινδύνου

#### 1. Εμμηνόπαυση στις γυναίκες

Η έλλειψη οιστρογόνων κατά την εμμηνόπαυση έχει θεωρηθεί η κυριότερη αιτία μετεμμηνόπαυσιακής οστεοπόρωσης. Η έλλειψη οιστρογόνων συντελεί τόσο στην αύξηση της ιντερλευκίνης-6 όσο και στην αλλαγή των συγκεντρώσεων του TNF-α και της ιντερλευκίνης-1, ουσίες που συμβάλλουν στην οστική απορρόφηση (Χατζηπαύλου και Κοντάκης, 2006).

#### 2. Χρόνια ανεπαρκής πρόσληψη ασβεστίου

Η χρόνια ανεπαρκής πρόσληψη ασβεστίου σε συνδυασμό με την ανεπαρκή απορρόφησή του από το έντερο και καθήλωση του στα οστά, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην έλλειψη βιταμίνης D, συμβάλει στη δημιουργία οστεοπόρωσης (Συμεωνίδης, 1997). Η διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου σχετίζεται με μέτρια οστική πυκνότητα αν και αυτή η σχέση είναι εμφανής κυρίως σε άνδρες και γυναίκες με χαμηλό δείκτη μάζας σώματος ( $<27 \text{ kg/m}^2$ ).

Τέλος, Η ανεπάρκεια της βιταμίνης D είναι ένας καθιερωμένος παράγοντας κινδύνου για κατάγματα στους ηλικιωμένους, λόγω του υψηλότερου οστικού μεταβολισμού, της μειωμένης απορρόφησης του ασβεστίου και της απώλειας της οστικής μάζας (Lane, 2005).

3. Περιορισμός της φυσιολογικής κίνησης

Οφείλεται στην μηχανοποίηση της καθημερινότητάς μας (αυτοκίνητα, ηλεκτρικές συσκευές), γεγονός που στερεί από το μυοσκελετικό σύστημα την δυνατότητα για διάπλαση και ανακατασκευή του σκελετού (Συμεωνίδης, 1997).

4. Υπερβολική άσκηση και κακή διατροφή στον αθλητισμό

Νεαρές αθλήτριες λόγω αυξημένου ζήλου για ένα υπερβολικά χαμηλό σωματικό βάρος οδηγούνται σε έναν επικίνδυνο συνδυασμό διατροφικής διαταραχής, αμηνόρροιας και οστεοπόρωσης (γυναικεία αθλητική τριάδα) (Hall, 2005).

5. Αυξημένη κατανάλωση πρωτεϊνών

Η διατροφική αυτή συνήθεια αυξάνει την αποβολή του ασβεστίου από τα ούρα και εντοπίζεται σε αυξημένα ποσοστά στις χώρες της Δύσης (Συμεωνίδης, 1997).

6. Κάπνισμα

Συνδέεται με την επιταχυνόμενη απώλεια οστικής μάζας και τον αυξημένο κίνδυνο κατάγματος του ισχίου στους ηλικιωμένους (Lane, 2005).

7. Κατάχρηση οινοπνευματωδών ποτών

Η πρόσληψη αλκοόλ, επίσης, των 207 ml ή περισσότερο ανά εβδομάδα είναι ένας επικίνδυνος παράγοντας για την οστική απώλεια (Lane, 2005). Προκαλεί

μειωμένη απορρόφηση ασβεστίου, ηπατική ανεπάρκεια και τοξική επίδραση την οστεοβλαστική λειτουργία (Solomon, 2007).

#### 8. Κατάχρηση καφεΐνης

Η πρόσληψη καφεΐνης έχει συσχετιστεί θετικά με τον κίνδυνο κατάγματος του ισχίου και τον ρυθμό της οστικής απώλειας σε ηλικιωμένες γυναίκες με την tt εκδοχή του υποδοχέα της βιταμίνης D (Lane, 2005).

#### 9. Φυλή

Η φυλή αποτελεί καθοριστικό παράγοντα της οστικής πυκνότητας και του κινδύνου κατάγματος. Οι συχνότητες εμφάνισης που προέρχονται από μελέτες σε διαφορετικές φυλετικές και εθνικές ομάδες αποδεικνύουν ότι αν και οι γυναίκες έχουν υψηλότερα ποσοστά καταγμάτων σε σύγκριση με τους άνδρες, συνολικά οι διαφορές αυτές ποικίλουν ανάλογα με την φυλή και την ηλικία. Για παράδειγμα, στους λευκούς και στους Ασιάτες, οι γυναίκες είχαν τα υψηλότερα ποσοστά για όλες τις ηλικίες άνω των 50 ετών (Lane, 2005).

#### 10. Φαρμακευτική αγωγή

Τα γλυκοκορτικοειδή είναι η συνηθέστερη ενοχοποιητική κατηγορία, που επηρεάζει τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα του οστού. Το μέγεθος του αυξημένου κινδύνου των σπονδυλικών καταγμάτων σε άνδρες και γυναίκες που δέχονται θεραπεία με γλυκοκορτικοειδή είναι δυσανάλογο σε σχέση με τις παρατηρούμενες μειώσεις στην οστική πυκνότητα, οδηγώντας τους ερευνητές να υποθέσουν ότι εκτός από την μείωση της οστικής μάζας, η θεραπεία με γλυκοκορτικοειδή μπορεί να οδηγήσει σε ελάττωση της ποιότητας του οστού, που προκαλείται από αυξήσεις στον οστικό μεταβολισμό, και σε δοκιδωτή διατήρηση (Lane, 2005).

## 11. Μέγεθος και βάρος του σώματος

Μία μελέτη σε ηλικιωμένες, μη ισπανόφωνες γυναίκες έδειξε ότι οι ηλικιωμένες γυναίκες με μικρότερη σωματική ανάπτυξη διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο κατάγματος ισχίου, λόγω των χαμηλότερων τιμών οστικής πυκνότητας στο ισχίο (Lane, 2005). Η αύξηση του σωματικού βάρους μειώνει τον ρυθμό οστικής απώλειας, α) εξαιτίας της μηχανικής επιβάρυνσης της σπονδυλικής στήλης και των κάτω άκρων και β) επειδή τα αυξημένα ποσοστά λιπώδη ιστού συμμετέχουν στη μετατροπή των επινεφριδιακών ανδρογόνων σε οιστρογόνα (Συμεωνίδης, 1997).

### 2.9 Διάγνωση

Η διάγνωση της οστεοπόρωσης στηρίζεται στην κλινική εξέταση, η οποία περιλαμβάνει τη λήψη λεπτομερούς ιστορικού, στον ακτινολογικό και εργαστηριακό έλεγχο (Συμεωνίδης, 1997).

#### 2.9.1 Κλινική εξέταση

Αυτή περιλαμβάνει τη λήψη ιστορικού με βάση την ημερομηνία έναρξης του πόνου, την εντόπιση και την μορφή του, το οικογενειακό ιστορικό οστεοπόρωσης, την ύπαρξη εμμηνόπαυσης στις γυναίκες, την ποσότητα πρόσληψης ασβεστίου μέσω της διατροφής, την λήψη φαρμακευτικής αγωγής που δημιουργεί οστεοπόρωση, την φυσιολογική άσκηση, το κάπνισμα και των υπόλοιπων παραγόντων κινδύνου εμφάνισης οστεοπόρωσης (Συμεωνίδης, 1997). Η θωρακική κύφωση μπορεί να αποτελέσει, επίσης, μία μη ειδική εκδήλωση της οστεοπόρωσης που εντοπίζεται στην σπονδυλική στήλη (Solomon et al., 2007).

Πολλές μεταβολικές παθήσεις των οστών, όπως ο υπερπαραθυρεοειδισμός και η οστεομαλακία συνδέονται, επίσης, με χαμηλές μετρήσεις οστικής πυκνότητας. Ως εκ τούτου μία πλήρης και εμπεριστατωμένη λήψη ιστορικού και φυσικής εξέτασης είναι απαραίτητα για την θέσπιση μίας σωστής διάγνωσης της οστεοπόρωσης. Αν και οι



ασθενείς με μειωμένη οστική πυκνότητα συνήθως δεν διαθέτουν ειδικά μη φυσιολογικά φυσικά ευρήματα, μία λεπτομερή φυσική εξέταση μπορεί να ανιχνεύσει κύφωση, προεξέχων κοιλιά και απώλεια ύψους, το οποίο σημαίνει συμπιεστικό σπονδυλικό κάταγμα, ευαισθησία στην πλάτη, η οποία είναι συνήθως παρών μόνο μετά από ένα οξύ κάταγμα, μειωμένη ταχύτητα βάρδισης ή δύναμη λαβής, η οποία είναι συχνά μειωμένη σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί ή πρόκειται να υποστούν κάταγμα ισχίου.

Ορισμένα άλλα φυσικά ευρήματα, όπως ο οζώδης θυρεοειδής, η ηπατική διεύρυνση, ο ίκτερος ή το σύνδρομο Cushing μπορεί να αποκαλύψουν δευτερογενή αίτια οστεοπόρωσης (Lane, 2006).

### **2.9.2 Ακτινολογικός έλεγχος**

Η μείωση της οστικής πυκνότητας που εμφανίζεται στις ακτινογραφίες είναι ένα πρώιμο και αναξιόπιστο σημάδι οστεοπενίας. Εμφανίζεται μόνο μετά από μία ελάττωση των οστικών μετάλλων ή του συνόλου της οστικής μάζας κατά 30 % (Εικ. 2.2) (Solomon et al., 2007). Τα οστά εμφανίζουν λέπτυνση του φλοιού και μείωση του πάχους και του αριθμού των οστικών δοκίδων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να εμφανίζονται διαυγέστερα από τα φυσιολογικά οστά. Στη γεροντική οστεοπόρωση, οι χαρακτηριστικές αλλοιώσεις παρατηρούνται στη σπονδυλική στήλη (Αλειφερόπουλος, 2013) και θα αναλυθούν παρακάτω.

#### Γενικά ευρήματα

- Μείωση του πάχους και του αριθμού των δοκίδων του σπογγώδες οστού με συνοδό λέπτυνση του φλοιού λόγω της απορρόφησης του ενδόστεου
- Παρα-αρθρική οστεοπενία
- Καθυστέρηση πώρωσης καταγμάτων και σχηματισμού μικρού πόρου, εκτός από τις περιπτώσεις της ατελούς οστεογένεσης και του συνδρόμου Cushing.

### Ειδικά ευρήματα

- Μείωση της σπονδυλικής ακτινο-αδιαφάνειας
- Έμμεση αύξηση της ακτινο-αδιαφάνειας της επιφάνειας των σπονδυλικών σωμάτων, εξαιτίας της μείωσης του πάχους και του αριθμού των δοκίδων της σπογγώδους ουσίας
- Εικόνα κάδρου (έντονη διαγραφή της σπογγώδους ουσίας με διατήρηση των διαστάσεων των σπονδυλικών σωμάτων)
- Παραμόρφωση λόγω συμπίεσης με επακόλουθη πρόπτωση των μεσοσπονδύλιων δίσκων
- Σχηματισμός αμφίκυλων σπονδυλικών σωμάτων
- Σχηματισμός σφηνοειδών σπονδυλικών σωμάτων
- Παρουσία σωματιδίων του Schmorl (Κούσκουρας & Κουσκουράς, 2005).



ΕΙΚΟΝΑ 2.2 Απεικόνιση κεφαλής ισχίου με μειωμένη οστική πυκνότητα σε ακτινογραφία (Τροποποιημένη από <http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=A00205>)

### 2.9.3 Εργαστηριακός έλεγχος

Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ) έχει ορίσει ορισμένα διαγνωστικά κριτήρια (πίνακας 2.1) που βασίζονται στις μετρήσεις της οστικής πυκνότητας (Χατζηπαύλου και Κοντάκης, 2006).

**Πίνακας 2. 2** Κριτήρια της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας για την διάγνωση της οστεοπόρωσης (Τροποποιημένος από Kanis, J. A., Burlet, N., Cooper, C., Delmas, P. D., Reginster, J. Y., Borgstrom, F., Rizzoli, R., 2008, European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women, *Osteoporos Int*, 19, pp. 399–428)

Κριτήρια της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας για την διάγνωση της οστεοπόρωσης	
Φυσιολογικό	μία τιμή για οστική πυκνότητα μεγαλύτερη από μία μονάδα τυπικής απόκλισης ( T-score μεγαλύτερη ή ίση με -1 SD)
Οστεοπενία	η τιμή της οστικής πυκνότητας σε αυτή την περίπτωση με βάση την T-score βαθμολογία είναι μικρότερη από -1 SD αλλά μεγαλύτερη από -2,5 SD
Οστεοπόρωση	η τιμή της οστικής πυκνότητα σύμφωνα με την T-score βαθμολογία είναι μικρότερη ή ίση από -2,5 SD
Βαριά οστεοπόρωση	συμβαίνει όταν η τιμή της οστικής πυκνότητας είναι κάτω από -2,5 SD και η παρουσία ενός ή περισσότερων καταγμάτων αστάθειας

Πίνακας 2.1 Κριτήρια της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας για την οστεοπόρωση

Οι στόχοι των οστικών μετρήσεων είναι να παρέχουν διαγνωστικά κριτήρια, προγνωστικές πληροφορίες σχετικά με την πιθανότητα μελλοντικών καταγμάτων καθώς και μία βασική γραμμή κατά την οποία πραγματοποιείται η παρακολούθηση του κάθε ασθενή. Η μέγιστη οστική πυκνότητα είναι η ποσότητα της οστικής μάζας ανά μονάδα όγκου (ογκομετρική πυκνότητα) ή ανά μονάδα επιφάνειας (επιφανειακή πυκνότητα), οι οποίες και οι δύο μπορούν να μετρηθούν in vivo με πυκνομετρικές τεχνικές, οι οποίες θα παρουσιαστούν παρακάτω.(Kanis et al, 2008). Ωστόσο, τα T-scores αναπτύχθηκαν για την εκτίμηση του επιπολασμού της οστεοπόρωσης και όχι για την αξιολόγηση της οστεοπόρωσης συγκεκριμένων ασθενών. Επιπλέον, αν και τα T-scores βασίστηκαν στην οστική πυκνότητα του ισχίου μέσω μέτρησης από διπλής ενέργειας απορροφησιμετρία ακτίνων X (DXA), οι βαθμολογίες βασίζονται τώρα και σε οστικές πυκνότητες άλλων

σημείων του σώματος και μετρήσεις από άλλες διαφορετικές μεθόδους. Επί του παρόντος, το Εθνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης και η Διεθνής Εταιρία Κλινικής Πυκνομετρίας θεωρούν την DXA του ισχίου ή/και της σπονδυλικής στήλης ως την προτιμώμενη μέτρηση για την διάγνωση της οστεοπόρωσης (Lane, 2005).

#### **2.9.4 Πυκνομετρικές τεχνικές**

##### Διπλή απορροφησιομέτρηση με ακτίνες X (DXA)

Η DXA (Εικ. 2.3) θεωρείται το χρυσό πρότυπο των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση της οστεοπόρωσης. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για τη μέτρηση του οστικού περιεχομένου σε μεταλλικά στοιχεία σε οποιαδήποτε θέση του σώματος. (Lane, 2005). Ο όρος, αυτός, της οστικής περιεκτικότητας περιγράφει την ποσότητα των μετάλλων στην συγκεκριμένη τοποθεσία του οστού που έχει σαρωθεί. Αυτό μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό μιας τιμής για την οστική πυκνότητα διαιρώντας την οστική περιεκτικότητα με την περιοχή που μετρείται. Αυτή είναι επομένως η επιφανειακή πυκνότητα ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) παρά η πραγματική ογκομετρική πυκνότητα ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) (Kanis et al., 2008). Η δοκιμασία αυτή συνήθως χρησιμοποιείται σε κεντρικά σημεία (οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και το εγγύς τμήμα του μηριαίου) και σε περιφερειακά σημεία, όπως το κάτω τμήμα του αντιβραχίου. Αυτό επιτυγχάνεται με το πέρασμα δύο ακτίνων διαφορετικών ενεργειών μέσω του οστού στη θέση που θα πραγματοποιηθεί η μέτρηση. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι εκθέτει τον ασθενή σε επίπεδα ακτινοβολίας περίπου 90% λιγότερα από ότι μία τυπική ακτινογραφία θώρακος. (Lane, 2005).

Η διπλής ενέργειας απορροφησιομετρία ακτίνων X μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την πλευρική απεικόνιση της σπονδυλικής στήλης από τον Θ4 έως τον Ο4 για την ανίχνευση των παραμορφώσεων των σπονδυλικών καταγμάτων. Η αξιολόγηση των σπονδυλικών καταγμάτων (VFA) μπορεί να βελτιώσει την αξιολόγηση του κινδύνου κατάγματος, δεδομένου ότι πολλοί ασθενείς με σπονδυλικά κατάγματα μπορούν να έχουν μία ταξινόμηση T-score με βάση την οστική πυκνότητα. Αυτή η διαδικασία συνεπάγεται λιγότερη ακτινοβολία και είναι λιγότερο ακριβή από μία συμβατική εξέταση

με ακτίνες X. Η VFA χαρακτηρίζεται από μία ευαισθησία και εξειδίκευση για την ανίχνευση των καταγμάτων δευτέρου και τρίτου βαθμού, σύμφωνα με την ημιποσοτική μέθοδο του Genant (Kanis et al., 2008).

Από την άλλη, η περιφερική τεχνική DXA αναλύει την οστική πυκνότητα του περιφερικού άκρου της κερκίδας και την πτέρνα με υψηλή ακρίβεια και χαμηλή έκθεση στην ακτινοβολία. Οι μετρήσεις αυτές είναι λιγότερο χρήσιμες για την πρόβλεψη του κινδύνου καταγμάτων της σπονδυλικής στήλης και του εγγύς μηριαίου σε σύγκριση με την μέτρηση της οστικής πυκνότητας στο ισχίο και στην σπονδυλική στήλη με την μέθοδο DXA. Γι αυτό τον λόγο, η χαμηλή τιμή οστικής πυκνότητας που λαμβάνεται με τις περιφερικές τεχνικές δεν επαρκεί για τη διάγνωση ή για τη δημιουργία θεραπευτικών αποφάσεων. Επιπλέον, οι περιφερικές θέσεις είναι λιγότερο πιθανό να δείξουν μία αύξηση στην οστική πυκνότητα, σε απόκριση στην θεραπεία, από ότι στις κεντρικές τοποθεσίες (Lane, 2005).



**Εικόνα 2.3** Μέτρηση οστικής πυκνότητας με τη χρήση της DXA (Τροποποιημένη από <http://www.zwangerpesiri.com/ImagingServices/DEXA>)

#### Ποσοτική αξονική τομογραφία (QCT)

Η QCT (Εικ. 2.4) μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης ή των περιφερικών σημείων. Η ακρίβεια της QCT στην σπονδυλική στήλη για την πρόβλεψη σπονδυλικού

κατάγματος είναι συγκρίσιμη με εκείνη της DXA, αλλά έχει το πλεονέκτημα της μέτρησης πραγματικής ογκομετρικής ή τρισδιάστατης οστικής πυκνότητας, σε αντίθεση με την επιφανειακή οστική πυκνότητα που λαμβάνεται από την DXA. Η QCT μπορεί να διακρίνει μεταξύ φλοιώδους και δοκιδωτού οστού και έτσι είναι πιο ευαίσθητη στις μεταβολές της οστικής πυκνότητας που προκαλείται από το υψηλότερο ποσοστό οστικού μεταβολισμού στο δοκιδωτό οστό. Είναι, επίσης αρκετά ακριβής έτσι ώστε να εντοπίζει σκελετικές αλλαγές με την πάροδο του χρόνου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της κατάστασης της ασθένειας ή των αποτελεσμάτων της θεραπείας της οστεοπόρωσης. (Lane, 2005). Ωστόσο, η ποσοτική αξονική τομογραφία είναι περισσότερο δαπανηρή, λιγότερο αξιόπιστη και περιλαμβάνει μια μεγαλύτερη δόση ακτινοβολίας από την DXA (Eastell, 2009).



**Εικόνα 2.4** Μέτρηση οστικής πυκνότητας με τη χρήση της QCT (Τροποποιημένη από <http://qct.com/>)

#### Απλή φωτονική απορροφησιομέτρηση (SPA)

Η μέθοδος αυτή μετρά την οστική πυκνότητα από τα οστά των κάτω άκρων και κυρίως της κερκίδας. Η επιλογή αυτή των συγκεκριμένων οστών οφείλεται στο γεγονός ότι το ποσοστό αυτό των μαλακών ιστών στα σημεία αυτά είναι μικρό και παρουσιάζει

ομοιόμορφη σύνθεση. Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας των αλάτων ασβεστίου του οστού σε  $\text{g/cm}^2$  οφείλεται στην διαφορά απορρόφησης των φωτονίων μεταξύ των μαλακών μορίων και του οστού (Αλειφερόπουλος, 2013).

#### Διπλή φωτονική απορροφησιομέτρηση (DPA)

Η μέθοδος αυτή καθιστά δυνατή την απευθείας μέτρηση της οστικής πυκνότητας στην σπονδυλική στήλη και στο ισχίο παρά την ύπαρξη μεγάλου ποσοστού μαλακών μορίων. Και η DPA και η SPA εκπέμπουν ελάχιστη ραδιενέργεια και διαθέτουν υψηλή ακρίβεια (Συμεωνίδης, 1997).

#### Ποσοτικές μετρήσεις υπερήχων

Εφαρμόζονται συνήθως στην πτέρνα. Το σήμα των υπερήχων έχει μία χαμηλότερη συχνότητα από αυτή που χρησιμοποιείται στη μαιευτική (>1 MHz). Η εξασθένιση του σήματος μπορεί να αντανακλά τόσο στην πυκνότητα όσο και στην αρχιτεκτονική του οστού, και η ταχύτητα του σήματος αντικατοπτρίζει την πυκνότητα και τις εμβιομηχανικές ιδιότητες (ελαστικότητα) (Eastell, 2009).

#### Ποσοτικό υπερηχογράφημα

Χρησιμοποιείται σήμερα μόνο στην έρευνα, αλλά εάν οι πρόσφατες μελέτες σχετικά με την προβλεπτική του ικανότητα επιβεβαιωθούν, θα μπορούσε να γίνει μία καθιερωμένη τεχνική (Eastell, 2009).

### **2.9.5 Βιοχημικοί δείκτες οστικού μεταβολισμού**

Οι βιοχημικοί δείκτες οστικού μεταβολισμού χρησιμοποιούνται ευρέως στην κλινική έρευνα και αντιπροσωπεύουν τα προϊόντα του οστικού σχηματισμού και της απορρόφησης που απελευθερώνονται στην κυκλοφορία. Οι ποσοτικές μεταβολές στους δείκτες αντικατοπτρίζουν τη δυναμική διαδικασία του μεταβολισμού των οστών. Για παράδειγμα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες οι δείκτες οστικού σχηματισμού και



απορρόφησης είναι σημαντικά υψηλότεροι από εκείνους στις προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, αντικατοπτρίζοντας το υψηλό ποσοστό οστικού μεταβολισμού και της σχετιζόμενης οστικής απώλειας που συμβαίνει με την έλλειψη οιστρογόνων. Αντίθετα, οι αντιαπορροφητικοί παράγοντες, οι οποίοι μειώνουν την οστεοκλαστική δραστηριότητα συνδέονται με την μείωση των δεικτών του οστικού μεταβολισμού και με την αύξηση της οστικής πυκνότητας στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Οι δείκτες οστικού σχηματισμού απελευθερώνονται από τους οστεοβλάστες και τυπικά μετρώνται σε ορό. Σε μεγάλο βαθμό λόγω της ιδιαιτερότητας του ιστού τους και της ευαισθησίας της χημικής δοκιμής οι πιο χρήσιμοι δείκτες είναι η αλκαλική φωσφατάση και η οστεοκαλσίνη.

Οι δείκτες οστικής απορρόφησης εκκρίνονται κατά την διάρκεια της οστεοκλαστικής δραστηριότητας και περιλαμβάνουν τα προϊόντα διάσπασης του κολλαγόνου: πυριδινολίνη, δεοξυπυριδινολίνη και τα διασταυρούμενα C- και N- τελοπεπτίδια. Πολλές αναλύσεις είναι τώρα διαθέσιμες που μπορούν να μετρήσουν τα προϊόντα αυτά σχετικά γρήγορα και ανέξοδα. Οι δείκτες της οστικής απορρόφησης έχουν συνδεθεί με αυξημένα σπονδυλικά και μη σπονδυλικά κατάγματα ανεξάρτητα από την οστική πυκνότητα. Ωστόσο, η χρήση τους ως προς την πρόβλεψη του κινδύνου κατάγματος σε συγκεκριμένους ασθενείς δεν έχει οριστεί σαφώς.

Η αξία αυτών των δεικτών κατά την εκτίμηση του κινδύνου κατάγματος, ως εκ τούτου είναι πιθανόν να συντελείται σε συνδυασμό με άλλους σημαντικούς παράγοντες κινδύνου, συμπεριλαμβανομένης της οστικής πυκνότητας. Άλλες πιθανές χρήσεις των δεικτών μεταβολισμού περιλαμβάνουν την ικανότητα παρακολούθησης της αποτελεσματικότητας ενός φαρμάκου, την πρόβλεψη της αύξησης της οστικής μάζας και την βοήθεια επιλογής των ασθενών για θεραπεία. Οι δείκτες οστικής ανακατασκευής εμφανίζουν μικρή ή σχεδόν καθόλου χρησιμότητα στη διάγνωση της οστεοπόρωσης και στην πρόβλεψη της οστικής μάζας (Lane, 2009).

## 2.10 Πρόληψη

Η πρόληψη της οστεοπόρωσης πρέπει να ξεκινά σε νεαρή ηλικία στη ζωή ενός ανθρώπου. Η πρωτογενής πρόληψη, κατά τη διάρκεια της σωματικής ανάπτυξης και της εφηβείας, θα πρέπει να στοχεύει στην μέγιστη οστική μάζα, την επαρκή πρόσληψη ασβεστίου, την άσκηση και την έγκαιρη διάγνωση και αντιμετώπιση των σκελετικών παραμορφώσεων. Η δευτερογενής πρόληψη, κατά τη διάρκεια της μέσης ηλικίας, στοχεύει στον προσδιορισμό του πληθυσμού με χαμηλή οστική μάζα και σε περισσότερους από έναν παράγοντες κινδύνου για οστεοπορωτικό κάταγμα, την πρόσληψη φαρμάκων και τις παρεμβάσεις στον πολυπαραγοντικό τρόπο ζωής. Η φαρμακευτική παρέμβαση περιλαμβάνει το ασβέστιο, την βιταμίνη D, την θεραπεία ορμονικών υποκατάστατων, οιστρογόνα, καλσιτονίνη, διφωσφονικά, παραθυρεοειδείς ορμόνες και ρανελικό στρόντιο. Κάποια από τα προληπτικά μέτρα για την οστεοπόρωση, έχει αποδειχτεί πως είναι αποτελεσματικά για την πρόληψη των πτώσεων, όπως η πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D, καθώς επίσης και η άσκηση. Διάφορα είδη άσκησης, ιδιαίτερα εκείνα που έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της οστικής πυκνότητας σε μεταλλικά στοιχεία και μπορεί έμμεσα να προστατεύσει τα άτομα από κατάγματα μέσω της βελτίωσης την κινητικότητας της μυϊκής δύναμης και την ισορροπίας, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο των πτώσεων. Η τριτογενής πρόληψη στους ηλικιωμένους στοχεύει στην αντιμετώπιση των ατόμων υψηλού κινδύνου που έχουν εγκατεστημένη οστεοπόρωση ή βρίσκονται στο στάδιο θεραπείας μετά από κάταγμα. Εκτός από τη φαρμακευτική θεραπεία, η τριτογενής πρόληψη αποσκοπεί στη διασφάλιση της βελτίωσης της απορρόφησης του ασβεστίου και της βιταμίνης D (Δοντάς και Γιαννακόπουλος, 2007).

## 2.11 Θεραπεία

Οι στόχοι της θεραπείας της εγκαταστημένης οστεοπόρωσης είναι ο περιορισμός των συμπτωμάτων και η μείωση του κινδύνου περαιτέρω καταγμάτων. Επί του παρόντος διαθέσιμα φάρμακα χρησιμοποιούνται για την πρόληψη περαιτέρω απώλειας οστού και μπορεί να μειώσουν τον κίνδυνο καταγμάτων έως 50%. Οι θεραπείες με φάρμακα θα πρέπει να παρακολουθούνται από την οστική πυκνότητα επειδή μερικοί ασθενείς

αδυνατούν να ανταποκριθούν σε ορισμένα φάρμακα.(Eastell, 2009). Ο σκοπός στη θεραπεία της οστεοπόρωσης είναι: α) η ελάττωση του ρυθμού οστικής απώλειας και β) η αύξηση της οστικής πυκνότητας και η μείωση της πιθανότητας κατάγματος στην εγκατεστημένη οστεοπόρωση (Χατζηπαύλου και Κοντάκης, 2006).

### **2.11.1 Ο ρόλος της φυσικής άσκησης**

Η σωματική δραστηριότητα έχει θεωρηθεί ως ένας σημαντικός παράγοντας για την πυκνότητα των οστών και την πρόληψη της οστεοπόρωσης. Πολυάριθμες μελέτες έχουν διεξαχθεί για να αξιολογήσουν την επίδραση του τύπου, της έντασης και της διάρκειας της φυσικής δραστηριότητας στην οστική πυκνότητα κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της ενηλικίωσης. Παρόλα αυτά, η επίδραση των διάφορων τύπων φυσικής δραστηριότητας στην οστική πυκνότητα είναι ακόμα αμφιλεγόμενη. Οι περισσότερες από τις μελέτες έχουν αποκαλύψει μία θετική επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στην οστική πυκνότητα. Ωστόσο, πολλοί περισσότεροι παράγοντες, και όχι μόνο το ζήτημα της μειωμένης φυσικής δραστηριότητας, μπορούν να είναι υπεύθυνοι για τη μείωση της οστικής πυκνότητας, όπως η προχωρημένη ηλικία, η κληρονομικότητα, οι ορμονικές διαταραχές και τα φάρμακα.

Η δια βίου τακτική σωματική άσκηση συνιστάται ως ένα από τα μέσα για την πρόληψη της μείωσης της οστικής πυκνότητας στη μετέπειτα ζωή του ατόμου. Επιπλέον, η συντήρηση της φυσιολογικής πυκνότητας των οστών μπορεί να παρέχει οφέλη στο άτομο αλλά και στο κοινωνικό σύνολο καθώς μειώνει τα ποσοστά νοσηρότητας και θνησιμότητας, μειώνοντας, έτσι, το κόστος της ιατρικής περίθαλψης.(Khawajl, 2010). Μία σειρά από συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις εκθέτουν τις θετικές επιδράσεις της άσκησης στην οστική πυκνότητα, στην μυϊκή μάζα, στις πτώσεις, στα κατάγματα, καθώς και γενικά στην ποιότητα ζωής ανδρών και γυναικών με οστεοπόρωση ή χαμηλή οστική πυκνότητα.

Έχει παρατηρηθεί, σύμφωνα με έναν αριθμό ελεγχόμενων τυχαιοποιημένων δοκιμών, ότι ένα συνδυασμένο πρόγραμμα εκπαίδευσης ισορροπίας και προοδευτικής δύναμης παράγει τα καλύτερα αποτελέσματα από την άποψη της διατήρησης της δύναμης των

κάτω άκρων, της ισορροπίας, της οστικής πυκνότητας και της σωματικής λειτουργίας σε σύγκριση με τις προπονήσεις δύναμης ή ισορροπίας ξεχωριστά.

Τυχαιοποιημένες μελέτες παρεμβάσεων με βάση τις ασκήσεις σε άτομα με οστεοπόρωση στη σπονδυλική στήλη αναφέρουν, επίσης, οφέλη από τη μείωση πόνου, βελτίωση δύναμης, ισορροπίας και ποιότητας ζωής. Οι παρεμβάσεις αυτές κυμαίνονται από τις απλές ασκήσεις έκτασης της οσφυϊκής μοίρας (Εικ 2.5) σε μία ποικιλία γενικών ασκήσεων φόρτισης, ισορροπίας, διατάσεων και συνδυασμένης ενδυνάμωσης κορμού, άνω και κάτω άκρων.(Barker, 2014) Για τη διατήρηση της οστικής πυκνότητας στην ενήλικη ζωή πρέπει να εφαρμόζονται μέτριας έως υψηλής εντάσεως δραστηριότητες φόρτισης (weight-bearing), αντοχής και δραστηριότητες που βασίζονται στα άλματα. Οι συγκεκριμένες ασκήσεις συνιστώνται τρεις φορές την εβδομάδα για 30 έως 60 λεπτά για τη διατήρηση της υγείας των οστών. Δραστηριότητες που έχουν δείξει ευνοϊκά αποτελέσματα για την υγεία των οστών στις προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες περιλαμβάνουν: τρέξιμο, ασκήσεις ενδυνάμωσης, ασκήσεις άλματος και αεροβική. Οι εκρηκτικές μυϊκές συσπάσεις έχουν δείξει τα μεγαλύτερα οστεογεννητικά ερεθίσματα, αλλά πρέπει να επιτευχθούν σταδιακά από την έναρξη του προγράμματος. (Fletcher, 2013)Το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής (American College of Sports Medicine) αναφέρει πέντε σημαντικά σημεία σχετικά με το ρόλο της άσκησης στην πρόληψη και τη θεραπεία της οστεοπόρωσης.

- Οι σωματικές δραστηριότητες που εμπεριέχουν την μεταφορά του σωματικού βάρους είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και τη διατήρηση ενός υγιούς σκελετού (Εικ. 2.6)
- Οι ασκήσεις δύναμης μπορεί να είναι επίσης εποικοδομητικές, ειδικά για οστά που δεν συμμετέχουν στην υποδοχή και μεταφορά του σωματικού βάρους.
- Η αύξηση της σωματικής δραστηριότητας σε γυναίκες που κάνουν καθιστική εργασία μπορεί να προλάβει την περαιτέρω απώλεια οστικής μάζας, που σχετίζεται με τη απραξία και μπορεί ακόμη και να αυξήσει την οστική μάζα.

- Η άσκηση δεν είναι επαρκές υποκατάστατο για την μετα-εμμηνόπαυσιακή ορμονική αναπλήρωση.
- Ένα κατάλληλο πρόγραμμα ασκήσεων για ηλικιωμένες γυναίκες θα πρέπει να περιλαμβάνει δραστηριότητες που να βελτιώνουν την αντοχή, την ευλυγισία και τη συναρμογή, έτσι ώστε να ελαττώνεται έτσι η πιθανότητα πτώσεων.(Hall, 2005)



**Εικόνα 2.5** Ασκήσεις έκτασης οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης (Τροποποιημένη από [http://www.physio-aid.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=65](http://www.physio-aid.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=65))



**Εικόνα 2.6** Ασκήσεις με μεταφορά βάρους (Τροποποιημένη από <http://www.exerciseforhealth.gr/index.php?mod=content&cid=plithismos>)

### **2.11.2 Διατροφή**

Η λήψη τροφής με επαρκή ποσότητα ασβεστίου βοηθάει στην επίτευξη και διατήρηση της οστικής πυκνότητας. Το γάλα καθώς και τα παράγωγά του αποτελούν την καλύτερη πηγή ασβεστίου. Ένα χιλιοστό του γραμμαρίου ασβέστιο περιέχεται σε ένα κυβικό εκατοστό γάλακτος. Επίσης, τα λαχανικά, όπως το σπανάκι, συμβάλουν σαν εμπόδιο στην απορρόφηση του ασβεστίου εξαιτίας των οξαλικών που περιέχουν (Συμεωνίδης, 1997).

### **2.11.3 Φαρμακευτική αγωγή**

#### Φάρμακα για την αύξηση της οστικής πυκνότητας

Προκαλούν αναστολή της οστικής απορρόφησης ή διέγερση του οστικού σχηματισμού. Τα περισσότερα φάρμακα που έχουν εγκριθεί για χρήση στην οστεοπόρωση αναστέλλουν την οστική απορρόφηση, αλλά μερικά από αυτά αυξάνουν την οστική πυκνότητα 5-10% κατά τα πρώτα δύο χρόνια της θεραπείας.

#### Αντι-απορροφητικά φάρμακα

Η κύρια επιλογή για θεραπεία αυτής της μορφής αποτελούν τα διφωσφονικά. Επιπλέον φαρμακευτικά μέσα τα οποία έχουν εγκριθεί για χρήση στην οστεοπόρωση αποτελούν οι εξής έξι παράγοντες: η ετιδρονάτη, η αλεδρονάτη, η ριζεδρονάτη, το ζολεδρονικό οξύ και η ραλοξιφαίνη. Οι αποτελεσματικότερες εναλλακτικές θεραπείες είναι η ραλοξιφαίνη και η θεραπεία αντικατάστασης ορμονών.

#### Φάρμακα διέγερσης οστικού σχηματισμού

Έχουν λάβει πρόσφατα την άδεια χορήγησης σε ασθενής με οστεοπόρωση και στηρίζονται στη χρήση ενός ανασυνδυασμένου κομματιού της παραθυρεοειδής ορμόνης (τεριπαρατίδη). Η συγκεκριμένη θεραπεία χρησιμοποιείται σε οστεοπορωτικούς ασθενείς που αποτυγχάνουν να ανταποκριθούν στην αντιαπορροφητική θεραπεία ή παρουσιάζουν ανοχή σε αυτήν. Ο ρόλος της τεριπαρατίδης είναι η αύξηση του πάχους του φλοιώδους και της σύνδεση του δοκιδωτού οστό (Eastell, 2009).

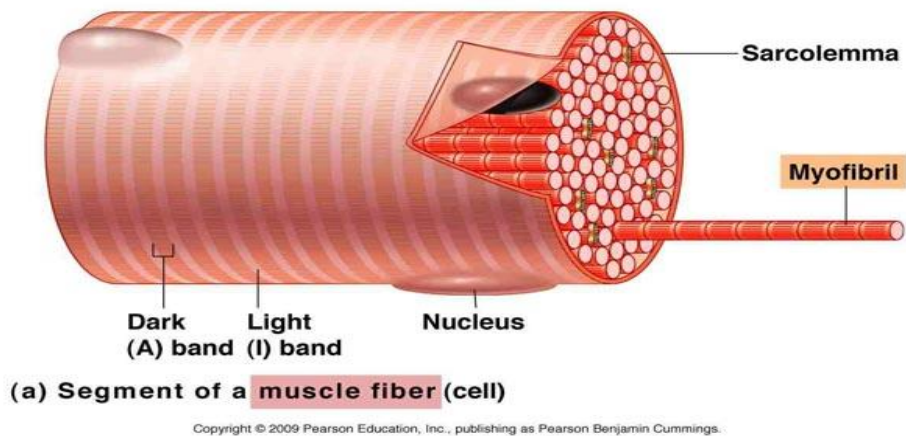
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΜΥΪΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

#### 3.1 Ιστολογία μυϊκού ιστού

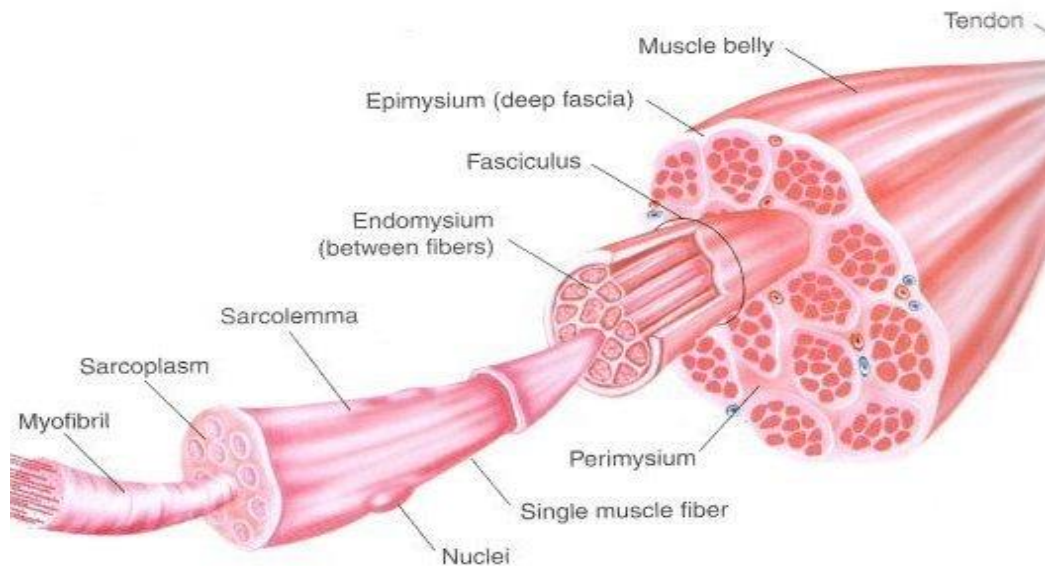
Ο μυϊκός ιστός είναι αρμόδιος για την παραγωγή της κίνησης. Έχουμε τρία είδη μυϊκού ιστού: τον γραμμωτό, τον λείο και τον καρδιακό. Ο γραμμωτός μυϊκός ιστός αποτελείται από μακριά κυλινδρικά πολυπύρηννα κύτταρα που εκτελούν γρήγορη, εκούσια συστολή και είναι ο ιστός που δημιουργεί τους σκελετικούς μύες (Φουσέκης, 2015). Η λειτουργική μονάδα του ιστού αυτού ονομάζεται κινητική μονάδα, η οποία αποτελείται από ένα κινητικό νευρώνα και τις μυϊκές ίνες που νευρώνει. Η διανομή των μυϊκών ινών λαμβάνει χώρα εντός ενός μεγάλου τμήματος (1 εκατοστό) της επιφάνειας διατομής του μυός (Silbernagl & Desporoulos, 2010). Σύμφωνα με τη μικροσκοπική εξέταση, η μυϊκή ίνα διαιρείται σε πολλές εκατοντάδες μυϊκά ινίδια, τα οποία είναι έγκλειστα μέσα στο σαρκόπλασμα και περιβάλλονται από μία μεμβράνη, το σαρκείλημα. Το μυοϊνίδιο, με τη σειρά του, διαιρείται σε πολλά σαρκομέρια. (Hamilton & Luttgens, 2003). Τα σαρκομέρια βρίσκονται μεταξύ δύο Z γραμμών και αποτελούνται από σκοτεινές (A ζώνες) και φωτεινές (I ζώνες). Οι σκοτεινές ζώνες αποτελούνται από ακτίνη και μυοσίνη, ενώ οι φωτεινές μόνο από ακτίνη. Όταν πραγματοποιείται η μυϊκή σύσπαση τα νημάτια της ακτίνης κυλούν πάνω στα ινίδια μυοσίνης και έτσι επιτυγχάνεται η βράχυνση του μυός (Εικ. 3.1).





**Εικόνα 3.** Μυϊκή ίνα (Τροποποιημένη από <http://www.fitnesspulse.gr/item.php?id=12909>)

Κάθε μυϊκή ίνα καλύπτεται από συνδετικό ιστό που ονομάζεται ενδομύιο (Φουσέκης, 2015). Μία δεσμίδα από μυϊκές ίνες, η οποία ονομάζεται δεμάτιο, περιβάλλεται από μία θήκη ινώδους ιστού, το περιμύιο. Με τη σειρά της, μία δεσμίδα από πολλά δεμάτια, η οποία σχηματίζει έναν αυτοτελή μυ, περικλείεται μέσα σε μία σκληρότερη θήκη το επιμύιο (Εικ. 3.2) (Hamilton & Luttgens, 2003). Το επιμύιο, το περιμύιο και το ενδομύιο αποτελούνται από συνδετικό ιστό με αιμοφόρα αγγεία και νεύρα. Ο ρόλος του συνδετικού ιστού είναι σημαντικός αφού μεταδίδει τις δυνάμεις που παράγονται από την συστολή μυϊκών κυττάρων. (Φουσέκης, 2015)



**Εικόνα 3. 2** Δομή του μυός (Τροποποιημένη <http://www.anasci.org/vB/bodybuilding-articles/29261-understanding-muscle-fiber-types.html>)

### 3.2 Τύποι Μυϊκών Ινών

Οι μυϊκές ίνες χωρίζονται σε δύο τύπους μυϊκών ινών: της ταχείας συστολής (τύπου II), οι οποίες χωρίζονται και σε δύο υποκατηγορίες τις τύπου IIα και IIβ και της βραδείας συστολής (τύπου I) (Silbernagl & Desporoulos, 2010).

Οι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής είναι μεγάλες και λευκές και η τροφοδοσία τους με αίμα είναι λιγότερο περίπλοκη από της βραδείας (Hamilton & Luttgens, 2003). Οι ίνες αυτές είναι υπεύθυνες, κυρίως, για σύντομες και ταχείες συσπάσεις και εξασθενούν πολύ γρήγορα (Silbernagl & Desporoulos, 2010). Το γεγονός αυτό τις χρήζει κατάλληλες για δραστηριότητες οι οποίες στηρίζονται σε έντονες αντιδράσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα, όπως οι αγώνες δρόμου.

Οι μυϊκές ίνες βραδείας συστολής είναι μικρές και κόκκινες και παρουσιάζουν πλούσια τροφοδοσία σε αίμα. (Hamilton & Luttgens, 2003). Οι ίνες αυτές αποτελούνται από μεγάλες ποσότητες τριχοειδών, μιτοχονδρίων και μυοσφαιρίνης (Silbernagl & Despopoulos, 2010). Τα χαρακτηριστικά των ινών, αυτών, είναι ότι ο χρόνος επίτευξης της μέγιστης ισομετρικής δύναμης είναι μεγαλύτερος από τον χρόνο των ινών ταχείας συστολής, παρουσιάζουν μεγάλη αποδοτικότητα και δεν εξασθενούν εύκολα. Για αυτό το λόγο, είναι κατάλληλες για δραστηριότητες μακράς διάρκειας, όπως τα αγωνίσματα αντοχής (Hamilton & Luttgens, 2003).

### **3.3 Ιδιότητες Μυϊκού Ιστού**

Ο γραμμωτός μυς έχει τις εξής ιδιότητες: τη διατασιμότητα, την ελαστικότητα, και τη συσταλτικότητα. Οι δύο πρώτες επιτρέπουν στο μυ να υποστεί διάταση και στη συνέχεια, όταν τερματιστεί η διατατική δύναμη, να επιστρέψει στο αρχικό του μήκος ηρεμίας. Η συσταλτικότητα είναι ιδιότητα που χαρακτηρίζει αποκλειστικά το μυϊκό ιστό και είναι η ικανότητα βράχυνσης και παραγωγής τάσης στα άκρα του μυός. Η βράχυνση της μέσης μυϊκής ίνας αφορά βράχυνση στο μισό του μήκους ηρεμίας του μυός. Επίσης, μπορεί να διαταθεί περίπου στο μισό του μήκους ηρεμίας. Το εύρος τροχιάς μεταξύ του μεγαλύτερου και του μικρότερου μήκους μίας ίνας καθορίζει και το εύρος της ενέργειάς της. Το χαρακτηριστικό της επιμήκυνσης είναι ότι είναι ανάλογη με το μήκος της ίνας και αντιστρόφως ανάλογη με τη γράμμωσή της (Hamilton & Luttgens, 2003).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΑ

#### 4.1 Εισαγωγή

Ο όρος σαρκοπενία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Irwin Rosenberg (Fielding, 2011), ο οποίος σε ένα άρθρο του 1997, το οποίο αναφέρεται σε μία παρουσίαση που είχε διεξαχθεί στις 17 Απριλίου 1996, στην Ουάσιγκτον σε ένα συμπόσιο με τίτλο «Σαρκοπενία: Διάγνωση και Μηχανισμοί», συνόψισε την προέλευση και τη σημασία του όρου σαρκοπενία (Roman et al., 2013). Τα πρώτα άρθρα που ασχολήθηκαν με την σαρκοπενία εμφανίστηκαν στη βιβλιογραφία το 1993 από τον Evans και τους συνεργάτες του, και όρισαν την σαρκοπενία ως την «σχετιζόμενη με την ηλικία απώλεια μυϊκής μάζας», η οποία οδηγεί σε μειωμένη δύναμη και αεροβική ικανότητα και ως εκ τούτου μείωση λειτουργικής ικανότητας. Τον ίδιο χρόνο, η λέξη «σαρκοπενία» χρησιμοποιήθηκε σε άλλα άρθρα από τον Butler και τον Dehlin, οι οποίοι ήδη άρχισαν να αναφέρουν, όπως και πολλοί άλλοι συγγραφείς, την πιθανή αντιστρεψιμότητα αυτής της κατάστασης (Michel, 2014). Από το 1994, όταν δημοσιεύθηκαν τέσσερα άρθρα σχετικά με την σαρκοπενία, έχει υπάρξει μία εκθετική αύξηση στον αριθμό των δημοσιεύσεων φθάνοντας τις 140 το 2006 (Fielding, 2011). Οκτώ χρόνια αργότερα, ο αριθμός των δημοσιευμένων άρθρων έφτασε τα 2290 (Michel, 2014).

Η μείωση της μυϊκής μάζας του σώματος και η αύξηση της μάζας του λίπους είναι από τις πλέον χαρακτηριστικές αλλαγές που σχετίζονται με την προχωρημένη ηλικία. Αυτές οι αλλαγές στη σύνθεση του σώματος φαίνεται να συμβαίνουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου και έχουν σημαντικές λειτουργικές και μεταβολικές συνέπειες (Fielding, 2011). Η αξιοσημείωτη ηλικιακή απώλεια της μάζας του σκελετικού μύος είναι γνωστή ως σαρκοπενία και συνδέεται με την απώλεια της δύναμης, τη λειτουργική ανεπάρκεια και την αναπηρία (Woods et al., 2011). Η σαρκοπενία είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που αυξάνεται στο προσκήνιο λόγω της γήρανσης του πληθυσμού. Ο όρος

αναφέρεται σε μία σοβαρή, σχετιζόμενη με την ηλικία, απώλεια μυϊκής μάζας και προέρχεται από την ελληνική λέξη σάρκα και πενία, δηλαδή απώλεια. Αν και η φυσική διαδικασία γήρανσης, οδηγεί σε μία αναπόφευκτη φθορά του σώματος, η σαρκοπενία είναι μία προοδευτική πάθηση, που πιστεύεται ότι ξεκινάει ήδη από την τέταρτη δεκαετία της ζωής ενός ατόμου και ανεξήγητα επηρεάζει ορισμένα άτομα περισσότερο από άλλα (Campbell & Vallis, 2014).

Δύο δεκαετίες ακαδημαϊκής έρευνας και κλινικών ερευνών παρέχουν μία πληθώρα μηχανικών και κλινικών πληροφοριών οι οποίες βελτιώνουν την κατανόηση του πλήρους φάσματος των κλινικών σταδίων της σαρκοπενίας. Αυτή την στιγμή υπάρχει μία καλύτερη, αν και ατελής, εκτίμηση της συνεισφοράς της διατροφής, της σωματικής άσκησης και των ορμονών με τις κλινικές εκδηλώσεις του φαινοτύπου της σαρκοπενίας και τα συσχετίσεις μεταξύ της σαρκοπενίας και άλλων ασθενειών. Επιπλέον, η κλινική έρευνα έχει οδηγήσει σε έναν καλύτερο χαρακτηρισμό των διαφόρων, σχετιζόμενων με την σαρκοπενία, βιοδεικτών, συμπεριλαμβανομένων της μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης και της σωματικής απόδοσης και της σχέσης τους με τις αναγνωρίσιμες επιπλοκές της σαρκοπενίας, όπως η μείωση τη κινητικότητας, του κινδύνου κατάγματος και της αναπηρίας, καθώς και της αυξημένης θνησιμότητας.

Ως εκ τούτου νέες γνώσεις έχουν οδηγήσει σε μία νέα κατανόηση της σημασίας και της σχέσης μεταξύ μυϊκής μάζας και της μυϊκής λειτουργίας σε ηλικιωμένους ενήλικες με σαρκοπενία, του κέντρου βάρους της κλινικής έρευνας, το οποίο φαίνεται να έχει μετατοπιστεί από μία προσπάθεια για τον χαρακτηρισμό και των συνδετικών αλλαγών στη μυϊκή μάζα σε κλινικές εκβάσεις, στην ανάγκη να κατανοήσουν καλύτερα και να ορίσουν τη σχέση μεταξύ της απώλεια της μυϊκής και των κλινικών εκδηλώσεων της νόσου, συναφών επιπλοκών και αποτελεσμάτων. Κατά τη διαδικασία αυτή, ο όρος σαρκοπενία φαίνεται να έχει ξεπεράσει την αρχική του κατά κύριο λόγο και ουσιαστική ανατομική του έννοια (χαμηλή μυϊκή μάζα) προς ένα λειτουργικό όρο, κατά την άποψη πολλών, αν όχι των περισσότερων, ότι η σαρκοπενία αποτελεί κατά κύριο λόγο απώλεια της μυϊκής δύναμης, όχι απλά ή μόνο απώλεια μυϊκής μάζας (Roman et al., 2013).

## 4.2 Προϋποθέσεις ορισμού

Αρχικά, είναι απαραίτητο ο ορισμός της σαρκοπενίας να είναι ιδιαίτερα πρακτικός για να εξασφαλίζει ότι ο ιατρός και οι άλλοι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης θα βρίσκονται σε θέση όχι απλά μόνο για μία σαφή κατανόηση για το τι είναι σαρκοπενία, αλλά να έχουν επίσης την πρόσβαση με τα αναγκαία εργαλεία στη διάγνωσή της και εποπτεία της αποτελεσματικότητας των διαφόρων θεραπευτικών παρεμβάσεων.

Δεύτερον, δεδομένης της συσσώρευσης αποδείξεων ότι οι βελτιώσεις στην μυϊκή δύναμη είναι περισσότερο επίκαιρες από τις ανατομικές αλλαγές (δηλαδή, της μυϊκής μάζας), ο ορισμός πρέπει να περιλαμβάνει κριτήρια τα οποία ευνοούν τη δομή και τη βελτίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων, οι οποίες είναι σημαντικές στη ζωή των ατόμων με σαρκοπενία σύμφωνα με μετρήσεις κλινικών ερευνών.

Τρίτον, επειδή ένας ομοιόμορφα αποδεκτός ορισμός της νόσου αναμένεται να παρέχει σαφήνεια του στόχου και του πλαισίου για τα κλινικά προγράμματα και να δημιουργήσει ένα σημείο εκκίνησης για τον σχεδιασμό, τον προγραμματισμό και την εκτέλεση κλινικών δοκιμών, ο ορισμός πρέπει να περιλαμβάνει κριτήρια διαφορικής διάγνωσης μεταξύ των ασθενών με σαρκοπενία και εκείνων με σχετικές καταστάσεις, όπως καχεξία ή αδυναμία (Roman et al., 2013).

## 4.3 Ορισμός

Σύμφωνα με την EWGSOP, η σαρκοπενία είναι μία προοδευτική διαδικασία, σχετιζόμενη με την ηλικία, απώλειας μυϊκής μάζας, με αποτέλεσμα την μειωμένη αντοχή και λειτουργικότητα (Campbell & Vallis, 2014). Αποτελεί ένα πολύπλοκο σύνδρομο που σχετίζεται με την απώλεια της μυϊκής μάζας αποκλειστικά ή σε συνδυασμό με την αύξηση στη λιπώδη μάζα (Fielding, 2011). Για την ενσωμάτωση της σημασίας της ποσότητας και της ποιότητας των μυών, η EWGSOP πρότεινε έναν αλγόριθμο για την ανίχνευση της σαρκοπενίας χρησιμοποιώντας την παρουσία τόσο της μειωμένης μυϊκής μάζας όσο και της μειωμένης λειτουργικότητας των μυών. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο της Janssen (2002), η EWGSOP εκτιμά την μειωμένη μυϊκή μάζα στις δύο τυπικές

αποκλίσεις (SD) κάτω από εκείνη ενός υγιούς πληθυσμού και τα λειτουργικά ελλείμματα στη μείωση της ταχύτητας βάρδισης (<0,8 m/s) και στη μείωση της δύναμης της λαβής του καρπού (<30kg στους άνδρες και <20kg στις γυναίκες). Η ομάδα εργασίας, επίσης, πρότεινε ότι η κατάσταση των ατόμων μπορεί να ταξινομηθεί ως προ-σαρκοπενία (μειωμένη μυϊκή μάζα χωρίς λειτουργικά ελλείμματα), σαρκοπενία (μειωμένη μυϊκή μάζα με ένα έλλειμμα στην ταχύτητα βάρδισης ή στη δύναμη της λαβής), ή σοβαρή σαρκοπενία (μειωμένη μυϊκή μάζα, μειωμένη ταχύτητα βάρδισης και δύναμη λαβής). Μέχρι σήμερα, η EWGSOP έχει προσκομίσει ένα ξεκάθαρο και σε βάθος ορισμό της σαρκοπενίας (Campbell & Vallis, 2014).

Ο ορισμός της EWGSOP χρησιμοποιείται πλέον ευρέως και η έρευνα πάνω σε αυτόν απαιτείται πλέον για να καθορίσει αν η χρήση του στην κλινική πράξη μπορεί να βοηθήσει την πρόληψη της αναπηρίας και των άλλων αποτελεσμάτων. Εν τούτοις εξακολουθούν να υπάρχουν θέματα προς συζήτηση, συμπεριλαμβανομένης της μέτρησης της μυϊκής μάζας στην κλινική πράξη, των τιμών των δεικτών της σαρκοπενίας που χρησιμοποιούνται στους ορισμούς και της μέτρησης της ποιότητας των μυών (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

#### **4.4 Επιδημιολογία**

Μία προοδευτική απώλεια της μυϊκής μάζας προκύπτει περίπου από την ηλικία των 50 ετών. Η απώλεια αυτή έχει εκτιμηθεί σε περίπου 8% ανά δεκαετία, μέχρι την ηλικία των 70 ετών, μετά από την οποία η απώλεια αυξάνεται σε 15% ανά δεκαετία. Αυτή η απώλεια προκαλεί μία μείωση 40% στους περιφερικούς μύες από την ηλικία των 30 έως 60 ετών. Οι ετήσιοι ρυθμοί απώλεια δύναμης του κάτω άκρου εμφανίζονται στο 3,4% στους λευκούς άνδρες και στο 2,6% στις λευκές γυναίκες και είναι περίπου τρεις φορές μεγαλύτεροι από αυτούς της απώλειας της άλιπης μάζας του κάτω άκρου (περίπου 1% ετησίως). Η απώλεια της άλιπης μάζας είναι ανεξάρτητη από την απώλεια της δύναμης των κάτω άκρων σε άνδρες και γυναίκες, καθώς το κέρδος της άλιπης μάζας δεν φαίνεται να συνοδεύεται από συντήρηση ή απόκτηση δύναμης. Μία απώλεια 10-15% της δύναμης των κάτω άκρων ανά δεκαετία παρουσιάζεται στα άτομα έως 70 ετών, ενώ στη συνέχεια αυτό το ποσοστό ανέρχεται στο 25-40% ανά δεκαετία. Η απώλεια μυϊκής μάζας

είναι μεγαλύτερη στους άνδρες από ότι στις γυναίκες. Η παρουσία λειτουργικής ανεπάρκειας στους ηλικιωμένους σχετίζεται με αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα. Εκτιμάται ότι περίπου το 14% των ατόμων ηλικίας 65-70 ετών χρειάζεται βοήθεια στις βασικές δραστηριότητες της καθημερινής τους ζωής, ποσοστό που αυξάνει στα άτομα άνω των 85 ετών (Iolascon et al., 2014). Όσον αφορά συγκεκριμένα την σαρκοπενία, μελέτες έχουν εντοπίσει υψηλό επιπολασμό, που κυμαίνεται σε ποσοστό 10-24% σε άτομα μεταξύ 65-70 ετών και σε 30-50% σε άτομα άνω των 80 ετών. Πιο πρόσφατες μελέτες, έχουν αναφερθεί σε ποσοστά επικράτησης 25,3% σε νοσηλευόμενους ηλικιωμένους (ηλικίας  $82,8 \pm 5,9$  χρόνια) και 14,4-16,6% ηλικιωμένους κατοίκους σε μία κοινότητα της Βραζιλίας άνω των 65 ετών (Campbell & Vallis, 2014). Οι δαπάνες της ιατρικής περίθαλψης που αναλογούν στην σαρκοπενία στις ΗΠΑ το 2000 υπολογίστηκαν στα 18,5 δισεκατομμύρια δολάρια (Iolascon et al., 2014).

#### **4.5 Παθοφυσιολογία**

Η παθοφυσιολογία της σαρκοπενίας είναι πολύπλοκη, περιλαμβάνοντας το μυϊκό ιστό, το σχετιζόμενο νευρικό ιστό και τις ρυθμιστικές ορμόνες. Με τη φυσιολογική γήρανση, η ποιότητα των μυϊκών ινών επιδεινώνεται με αργό ρυθμό και η μέγιστη δύναμη, η ταχύτητα και η ελαστικότητα μειώνονται βραδέως. Η αδυναμία των μυϊκών ινών μπορεί να εξηγηθεί με την αλληλεπίδραση αρκετών, σχετιζόμενων με την ηλικία, αλλαγών, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας αναβολικών ερεθισμάτων λόγω πτώσης στην συγκέντρωση της τεστοστερόνης και των άλλων αναβολικών ορμονών, και της σχετιζόμενης με την ηλικία ασυμπτωματικής φλεγμονής (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

#### Η επίδραση της γήρανσης στους μύες

Κατά την γήρανση παρατηρείται μία μείωση της μυϊκής μάζας και δύναμης. Επιπλέον, υπάρχει μία μείωση, σχετιζόμενη με την ηλικία, της μυϊκής απόδοσης. Αυτό φαίνεται να σχετίζεται με τη μείωση της συνολικής φυσικής κατάστασης των μυών κατά την διάρκεια της γήρανσης, με μία δυσανάλογη ατροφία των μυϊκών ινών τύπου ΙΙα (ίνες ταχείας συστολής) (Morley et al., 2001).



Μειώσεις στον αριθμό και στην ενεργοποίηση των δορυφορικών κυττάρων εμφανίζονται, επίσης, σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, ιδιαίτερα εκείνων που συνδέονται με τις μυϊκές ίνες τύπου ΙΙα, οι οποίες μπορούν να μειώσουν την αναγεννησιακή και αντισταθμιστική ικανότητα των μυϊκών ινών. Τα επίπεδα μυοστατίνης, επίσης, αυξάνονται με την πάροδο της ηλικίας. Καθώς, η μυοστατίνη είναι ένας αρνητικός ρυθμιστής της μυϊκής μάζας, η αύξηση των επιπέδων κυκλοφορίας μπορεί να οδηγήσει σε μυϊκή ατροφία. Ακόμη, αλλαγές στη ρύθμιση του γονιδίου της μυοστατίνης μπορεί να συμβάλλει σε, σχετιζόμενες με την ηλικία, αλλαγές στο πρωτεϊνικό προφίλ των μυών (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

### Μείωση της πρωτεινοσύνθεσης

Η μείωση της μυϊκής μάζας, της δύναμης και της ισχύς κατά τη γήρανση προκαλείται από την ατροφία των μυϊκών ινών, κυρίως των ινών τύπου ΙΙα. Το γεγονός αυτό συνδέεται με τη μείωση της πρωτεϊνικής σύνθεσης, και ιδιαίτερα εκείνων που εμπλέκονται στη σύνθεση των MHC (Myosin Heavy Chain) (Morley et al., 2001). Για τη διατήρηση της μυϊκής μάζας, είναι σημαντικό, τα ποσοστά διάσπασης των μυϊκών πρωτεϊνών να μην υπερβαίνουν αυτά της σύνθεσης. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η σύνθεση των μυϊκών πρωτεϊνών μειώνεται κατά 30% περίπου κατά τη γήρανση. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μείωση στα ποσοστά της MHC σε ποσοστό πάνω από 40%. Ένας λόγος για τη μειωμένη σύνθεση των πρωτεϊνών αποτελεί η μείωση της αφθονίας του mRNA που μεταφράζει τις πρωτεΐνες. Ένας στενός συσχετισμός μεταξύ των ποσοστών της MHC και της μυϊκής δύναμης υποδηλώνει ότι η λειτουργία της μυϊκής συστολής καθορίζεται εν μέρει από την ικανότητα παραγωγής των απαραίτητων πρωτεϊνών. Η επιλεκτική μείωση στη σύνθεση των πρωτεϊνών μπορεί να εξηγήσει τη μείωση, σχετιζόμενη με την ηλικία, της μυϊκής μάζας (Greenlund & Nair, 2003).

### Μιτοχονδριακή δυσλειτουργία

Στο κυτταρικό επίπεδο έχει υποτεθεί ότι μία μείωση του αριθμού ή της δραστηριότητας των μιτοχονδρίων θα μπορούσε να ευθύνεται για τη μυϊκή κόπωση, τη μειωμένη ικανότητα αντοχής και πιθανόν για την απώλεια δύναμης. Τα μιτοχόνδρια παράγουν

ΑΤΡ και συνεπώς είναι ζωτικής σημασίας για την παραγωγή της συσταλτικής δύναμης. Η συνεχής παραγωγή ΑΤΡ είναι σημαντική για τη διατήρηση της επαναλαμβανόμενης συσταλτικής δραστηριότητας (Greenlund & Nair, 2003). Με τη γήρανση παρατηρείται μία μείωση στη σύνθεση των μυϊκών πρωτεϊνών. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στα μιτοχόνδρια, ίσως λόγω των μεταλλάξεων και των διαγραφών που συμβαίνουν στο μιτοχονδριακό DNA κατά τη γήρανση. Τα μιτοχονδριακά οξειδωτικά ένζυμα παρουσιάζουν μία μείωση παράλληλη προς τη μείωση της μιτοχονδριακής σύνθεσης των πρωτεϊνών και της VO<sub>2</sub> max, η οποία εμφανίζεται με τη γήρανση (Morley et al., 2001).

### Διατροφή

Η ρύθμιση της πρόσληψης της τροφής είναι μία σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τόσο κεντρικούς όσο και περιφερικούς μηχανισμούς (Greenlund & Nair, 2003). Είναι, πλέον, καλά τεκμηριωμένο ότι η πρόσληψη της τροφής μειώνεται κατά τη διάρκεια της γήρανσης. Η μείωση της είναι μεγαλύτερη στους άνδρες από ότι στις γυναίκες. Ο ρόλος αυτής της φυσιολογικής ανορεξίας λόγω της γήρανσης στην παθογένεση της σαρκοπενίας είναι αβέβαιος.

Όταν τα ηλικιωμένα άτομα χάνουν βάρος προκαλείται μείωση τόσο του λιπώδους ιστού όσο και του μυϊκού ιστού. Για να αποκατασταθεί η μυϊκή μάζα μετά την απώλεια βάρους απαιτείται σωματική άσκηση σε συνδυασμό με την πρόσληψη θερμίδων. Έτσι, φαίνεται λογικό η παθολογική ή φυσιολογική ανορεξία να διαδραματίσει ένα ρόλο στην ανάπτυξη της σαρκοπενίας (Morley et al., 2001).

### Κυτοκίνες

Η απώλεια του μυός με την ηλικία μπορεί να προκληθεί από την απώλεια αναβολικών παραγόντων, όπως οι παράγοντες νευρολογικής ανάπτυξης, οι αναπτυξιακές ορμόνες, τα ανδρογόνα και τα οιστρογόνα, και από την απώλεια της καθημερινής δραστηριότητας, λόγω αύξησης των παραγόντων καταβολισμού, όπως οι φλεγμονώδεις κυτοκίνες.

Παρά τα κενά στις μέχρι σήμερα γνώσεις μας, τρέχουσα διαθέσιμα στοιχεία υποδηλώνουν ότι η μεταβολή στο περιβάλλον των κυτοκίνων προκαλείται από τη γήρανση και είναι ακόμα εντονότερη σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας. Επειδή η σαρκοπενία εξελίσσεται για πολλές δεκαετίες, μόνο μία μικρή αλλαγή στο ισοζύγιο των μυϊκών πρωτεϊνών αναβολισμού και καταβολισμού είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί μία μεγάλη αλλαγή στη σύνθεση του σώματος κατά τη διάρκεια ενός τόσο μεγάλου χρονικού διαστήματος. Ο συνδυασμός, έτσι, της απόσυρσης των αναβολικών ερεθισμάτων και της πιθανής αύξησης των καταβολικών ερεθισμάτων μπορεί να δημιουργήσει ένα πολύπλοκο δίκτυο παραγόντων των οποίων το τελικό αποτέλεσμα να είναι η μείωση της μυϊκής μάζας και δύναμης που σήμερα γνωρίζουμε ως σαρκοπενία. (Morley et al., 2001).

### Ορμόνες

Αρκετές ορμόνες είναι σημαντικοί ρυθμιστές των μυϊκών πρωτεϊνών. Το επίκεντρο των ορμονών αφορά τέσσερις αναβολικές πρωτεΐνες συμπεριλαμβανομένης της τεστοστερόνης, της αυξητικής ορμόνης (GH), της ινσουλινο-αυξητικής ορμόνης-1 (IGF-1) ΚΑΙ της δευδροεπιανδροστερόνης (DHEA).

### ΤΕΣΤΟΣΤΕΡΟΝΗ

Οι Van den Beld et al. (2000) έδειξαν ότι μεταξύ των ηλικιών 73-94 ετών υπάρχει μία μείωση περίπου 3% ετησίως στα επίπεδα της ελεύθερης τεστοστερόνης. Η μείωση αυτή αντιστοιχεί με τη μείωση της μυϊκής μάζας και δύναμης που εμφανίζεται κατά τη γήρανση (Van den Beld et al.,2000).

### ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΟΡΜΟΝΗ ΚΑΙ IGF-1

Η έκκριση της αυξητικής ορμόνης από την υπόφυση είναι παλμική και προκύπτει κυρίως τη νύχτα. Αυτό διεγείρει τη αυξημένη περιφερική παραγωγή της IGF-1. Τα κυκλοφορούντα επίπεδα της αυξητικής ορμόνης και της IGF-1 μειώνονται με την πάροδο

της ηλικίας. Ως αποτέλεσμα της ανεπάρκειας της αυξητικής ορμόνης είναι η μείωση της μυϊκής μάζας και η αύξηση της λιπώδους μάζας.

## DHEA

Σύγχρονες μελέτες έχουν δείξει προοδευτική ελάττωση των επιπέδων της DHEA μετά τη δεύτερη δεκαετία της ζωής του ατόμου. Η μείωση αυτή είναι γραμμική με την πάροδο του χρόνου και οδηγεί σε περίπου 10% μείωση ανά δεκαετία μέχρι την ηλικία των 80 ετών, όπου μετά γίνεται ταχύτερη (Greenlund & Nair, 2003).

### 4.6 Αιτιολογία

Η απώλεια της μυϊκής μάζας που παρατηρείται σε ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες έχει σημαντικές φυσιολογικές, λειτουργικές και υγειονομικές συνέπειες. Η μυϊκή αδυναμία, η μείωση στην ικανότητα βάδισης και η αύξηση της νοσηλείας συνδέονται με την σαρκοπενία (Frontera et al., 2012). Ένας μεγάλος αριθμός παραγόντων έχουν ενοχοποιηθεί για την παθογένεια της σαρκοπενίας, συμπεριλαμβανομένων της σχετιζόμενης με την ηλικία απώλειας των μυϊκών ινών, της μειωμένης φυσικής δραστηριότητας, της ορμονικής πτώσης, της διατροφικής ανεπάρκειας (στην πρόσληψη θερμίδων και πρωτεϊνών) και της χαμηλού βαθμού συστηματικής εμβολής. Πρόσφατα, μία γενετική συνιστώσα έχει ταυτιστεί με την συσχέτιση ανάμεσα στο γονότυπο του υποδοχέα της βιταμίνης D και την σαρκοπενία. Ωστόσο το μέγεθος και η αλληλεπίδραση αυτών των παθοφυσιολογικών διαδικασιών είναι ακόμα υπό αποσαφήνιση (Taaffe, 2006).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί, επίσης, ότι διάφορες πρόσθετες φυσιολογικές αλλαγές που συνδέονται με τη γήρανση και την σαρκοπενία επηρεάζουν τη λειτουργία των μυών, ακόμη και αν αυτές οι αλλαγές δεν συμβαίνουν μέσα στις μυϊκές ίνες και δεν είναι γνωστό αν μεταβάλλουν την βασική πρωτεϊνική δομή και λειτουργία των μυοϊνιδίων. Παράδειγμα, αυτών των αλλαγών είναι η αυξημένη συσσώρευση λιπώδη ιστού γύρω και μεταξύ των μυϊκών ινών και η μείωση στην αναβολική επίδραση του ενδοκρινικού συστήματος. Άλλα παραδείγματα είναι οι σχετιζόμενες με την ηλικία αλλαγές, του

νευρικού συστήματος, όπως η απώλεια των κινητικών νευρώνων, η αναδιαμόρφωση των κινητικών μονάδων και η βλάβη της νευρομυϊκής ενεργοποίησης που εκδηλώνεται ως η μείωση του μέγιστου ρυθμού πυροδότησης των κινητικών μονάδων (Frontera et al., 2012).

Υπάρχει, ακόμα, μία επιδημιολογική απόδειξη για τις αναπτυξιακές επιδράσεις στη μάζα και δύναμη, η οποία έχει δείξει ότι το μικρό μέγεθος σώματος κατά την γέννηση σχετίζεται με τη μείωση αυτών. Τα συγκεντρωτικά στοιχεία που προέρχονται από τις 10 μελέτες που έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ του χαμηλού βάρους γέννησης και της μειωμένης δύναμης λαβής έδειξαν αξιοσημείωτη ομοιογένεια σε αυτή την συσχέτιση με την επίδραση της εκτίμησης του μεγέθους στη αύξηση 2,06 kg στη λαβή για κάθε κιλό στο βάρος γέννησης (Patel et al., 2010).

Τέλος, η EWGSOP χώρισε την σαρκοπενία σε κατηγορίες ανάλογα με την αιτία που την προκαλεί και προτείνει τον διαχωρισμό της σε πρωτοπαθή και δευτεροπαθή. Η σαρκοπενία μπορεί να θεωρηθεί πρωτοπαθής όταν καμία άλλη αιτία δεν είναι προφανής, εκτός από την προχωρημένη ηλικία, ενώ δευτεροπαθής όταν μία ή περισσότερες άλλες αιτίες είναι προφανείς. Σε πολλά ηλικιωμένα άτομα η αιτιολογία της σαρκοπενίας είναι πολυπαραγοντική, γι' αυτό μπορεί να μην είναι δυνατόν να καθοριστεί αν το κάθε άτομο χαρακτηρίζεται από πρωτοπαθή ή δευτεροπαθή σαρκοπενία (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

#### **4.7 Τύποι σαρκοπενίας**

##### Πρωτοπαθής:

Σχετιζόμενη με την ηλικία. Καμία άλλη αιτία πρόκλησης σαρκοπενίας δεν εμφανίζεται εκτός από τη γήρανση.

### Δευτεροπαθής:

1. Σχετιζόμενη με τη δραστηριότητα: παρατηρείται σε ασθενείς κλινήρεις καθώς οφείλεται και στην καθιστική ζωή, στην απώλεια φυσικής κατάστασης και στις συνθήκες μηδενικής βαρύτητας.
2. Σχετιζόμενη με παθήσεις: οφείλεται σε προχωρημένη ανεπάρκεια διαφόρων οργάνων (καρδιάς, πνευμόνων, ήπατος, νεφρών, εγκεφάλου), φλεγμονώδη νόσο, κακοήθειες και ενδοκρινολογικές νόσους
3. Σχετιζόμενη με τη διατροφή: οφείλεται στην ανεπαρκή διατροφική πρόσληψη ενέργειας και πρωτεϊνών λόγω πιθανής δυσαπορρόφησης, διαταραχών του γαστρεντερικού συστήματος και χρήση φαρμάκων που προκαλούν ανορεξία (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

## **4.8 Διάγνωση**

### **4.8.1 Εκτίμηση της μυϊκής μάζας**

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες, χαμηλού κόστους και προσιτές μέθοδοι για την εκτίμηση της μυϊκής μάζας περιλαμβάνουν την διπλής ενέργειας απορροφησιμετρία ακτίνων X (DXA), σωματομετρήσεις και την ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA). Η μαγνητική τομογραφία (MRI), η αξονική τομογραφία (CT) και η απέκκριση κρεατινίνης αποτελούν τα χρυσά πρότυπα αξιολόγησης της μυϊκής μάζας ή της εγκάρσιας διατομής της περιοχής των μυών (Pahor et al., 2009).

#### **ΔΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΙΟΜΕΤΡΙΑ ΑΚΤΙΝΩΝ X (DXA)**

Η DXA είναι μία από τις συνηθέστερα χρησιμοποιημένες, ευρέως διαθέσιμες και χαμηλού κόστους τεχνολογίας μέτρησης της σύνθεσης του σώματος και εκτίμησης της μυϊκής μάζας. Ωστόσο η ακρίβεια της, στην αξιολόγηση της μυϊκής μάζας σε ανθρώπους διαφορετικών ηλικιακών ομάδων και σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις μπορεί να

διαφέρει (Pahor et al., 2009). Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι δεν πραγματοποιείται διάκριση μεταξύ του νερού και του οστικού, απαλλαγμένο από το λίπος, ιστού (Van Kan et al., 2011), καθώς συνεπάγεται και η έκθεση του ασθενή σε χαμηλού βαθμού ακτινοβολία (Muscaritoli et al., 2013). Παρά τον περιορισμό αυτόν, η DXA παρέχει έγκυρες εκτιμήσεις για την μυϊκή μάζα των άκρων και οι μετρήσεις των σκελετικών μυών με αυτή τη μέθοδο σχετίζονται με τον επιπολασμό και τις επιπτώσεις της σωματικής αναπηρίας (Εικ. 2.4) (Van Kan et al., 2011).

#### ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΜΠΕΔΗΣΗΣ (BIA)

Η ανάλυση της βιοεμπέδησης (BIA) (Εικ. 4.1) υπολογίζει τη λιπώδη και την άλιπη μάζα. Η εκτίμηση της σύστασης του σώματος από την BIA είναι οικονομική, εύκολη στην αναπαραγωγή και κατάλληλη τόσο για τους περιπατητικούς όσο και για τους κλινήρεις ασθενείς. Η μετρήσεις με BIA υπό τυποποιημένες συνθήκες έχει βρεθεί ότι σχετίζεται σημαντικά με την αξιολόγηση της μαγνητικής τομογραφίας. Η BIA αποτελεί, επίσης, μία πολύ καλή φορητή εναλλακτική λύση της DXA (Iolascon et al., 2014).



**Εικόνα 4.1** Συσκευή BIA (Τροποποιημένη από [http://www3.gehealthcare.com.sg/en-gb/products/categories/metabolic\\_health/dsm\\_bioelectrical\\_impedance\\_analysis/inbody\\_720](http://www3.gehealthcare.com.sg/en-gb/products/categories/metabolic_health/dsm_bioelectrical_impedance_analysis/inbody_720))

## ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Η μαγνητική (Εικ. 4.2) και η αξονική τομογραφία θεωρούνται τα χρυσά πρότυπα και οι πιο ακριβείς απεικονιστικές μέθοδοι για την αξιολόγηση της μυϊκής μάζας, της εγκάρσιας διατομής των μυών και της ποιότητάς τους, όπως καθορίζεται από την πυκνότητα των μυών και την ενδομυϊκή λιπώδη διήθηση (Pahor et al., 2009). Όμως, το υψηλό κόστος και η λειτουργική πολυπλοκότητα περιορίζουν τη χρήση τους σε μεγάλες κλινικές δοκιμές. Η μαγνητική και αξονική τομογραφία αξιολογούν, επίσης, το λιπώδη ιστό, ο οποίος συνδέεται άμεσα με τις ενδομυϊκές λιπώδεις διηθήσεις, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να επηρεάσουν τη μυϊκή λειτουργία και δύναμη (Van Kan et al., 2011).





**Εικόνα 4.2** Συσκευή μαγνητικής τομογραφίας (Τροποποιημένη από <http://magnitikilesvou.gr/>)

#### **4.8.2 Αξιολόγηση μυϊκής δύναμης**

Η απώλεια της μυϊκής δύναμης και ισχύος δεν συνδέεται αναπόφευκτα με την απώλεια της μυϊκής μάζας, δείχνοντας ταχύτερη μείωση με την πάροδο της ηλικίας. Η μυϊκή ισχύς (εκφράζεται σε Watt, W) περιγράφει τη ταχύτητα με την οποία εκτελείται ένα συγκεκριμένο μυϊκό έργο. Η μυϊκή δύναμη (εκφράζεται σε Newton, N), ορίζεται ως η φυσική δύναμη που ένας μυς μπορεί να ασκήσει σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος (Muscaritoli et al., 2013). Διάφορες μέθοδοι είναι διαθέσιμες, συμπεριλαμβανομένων των απλών δυναμόμετρων για τη μέτρηση της ισομετρικής δύναμης του χεριού και του αντιβραχίου και τις πολύπλοκες ισοκινητικές μετρήσεις της ισχύος και της δύναμης των κάτω άκρων. Η μέτρηση της δύναμης της λαβής, η οποία μετριέται με ένα δυναμόμετρο χεριού (Εικ. 4.3), αποτελεί μία εύλογη υποκατάστατη μέτρηση της μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων και αποτελεί ένα κλινικό δείκτη των ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων, ο οποίος δείχνει μία προγνωστική τιμή για τη θνησιμότητα παρόμοια με εκείνη της δύναμης του τετρακέφαλου. Ωστόσο, η δύναμη της λαβής μπορεί να παρουσιάσει δυσκολίες στην εκτίμηση πολλών ηλικιωμένων, λόγω των αρθρικών επιπτώσεων στο χέρι και στον καρπό και επειδή δεν είναι σε θέση να αντικατοπτρίσει την απώλεια της λειτουργίας του κάτω μέρους του σώματος (Van Kan et al., 2011).



**Εικόνα 4.3** Δυναμόμετρο χειρός (Τροποποιημένη από [http://www.digas.gr/product\\_info.php?products\\_id=4979](http://www.digas.gr/product_info.php?products_id=4979))

#### **4.8.3 Αξιολόγηση της σωματικής απόδοσης**

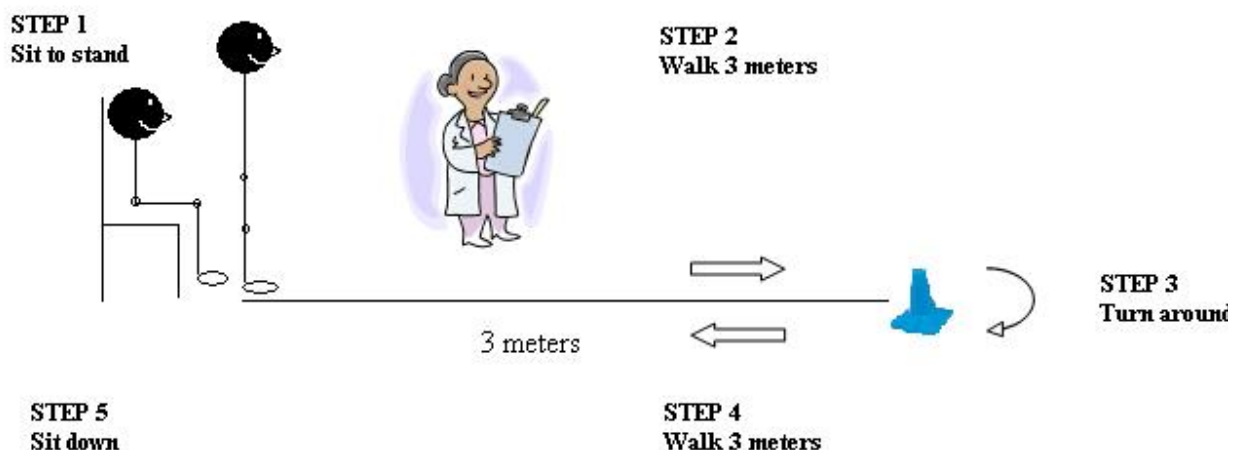
Οι τυποποιημένες μετρήσεις σωματικής απόδοσης συμπληρώνουν τις μετρήσεις της μυϊκής μάζας για την αξιολόγηση της σαρκοπενίας. Η φυσική απόδοση συσχετίζεται με την σύνθεση του σώματος και των μυϊκών παραμέτρων και προβλέπει σχετικά αποτελέσματα που αφορούν την υγεία, όπως η θνησιμότητα, η νοσηρότητα, η νοσηλεία και η αναπηρία. Η δοκιμασία Short Physical Performance Battery (SPPB) με βάση την ταχύτητα βάδισης, οι άρσεις από καρέκλα και οι δοκιμασίες ισορροπίας, η δοκιμασία βάδισης τετρακοσίων μέτρων και η δοκιμασία βάδισης έξι λεπτών είναι από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες και επικυρωμένες μετρήσεις (Pahor et al.,2009).

## Short Physical Performance Battery (SPPB)

Είναι μία απλή δοκιμασία για τη μέτρηση της λειτουργία των κάτω άκρων με τη χρήση ασκήσεων που μιμούνται τις καθημερινές δραστηριότητες. Η SPPB εξετάζει τρεις τομείς: την στατική ισορροπία, τη ταχύτητα βάρδισης και την άρση και βάρδιση από και προς μία καρέκλα.

### Timed up-and-go (TUG)

Η δοκιμασία Timed up-and-go (TUG) (Εικ. 4.4) μετρά την ώρα κατά την οποία ένα άτομο σηκώνεται από μία καρέκλα, περπατά 3 μέτρα και γυρνάει πίσω για να καθίσει στην καρέκλα. Η δοκιμασία αυτή, η οποία χρησιμοποιείται στην γηριατρική αξιολόγηση, αποτελεί μία χρήσιμη μέτρηση της απόδοσης (Iolascon et al., 2014).



**Εικόνα 4.4** Δοκιμασία TUG (Τροποποιημένη από [http://www.strokingengine.ca/indepth/tug\\_indepth/](http://www.strokingengine.ca/indepth/tug_indepth/))

#### **4.8.4 Περιορισμοί μετρήσεων**

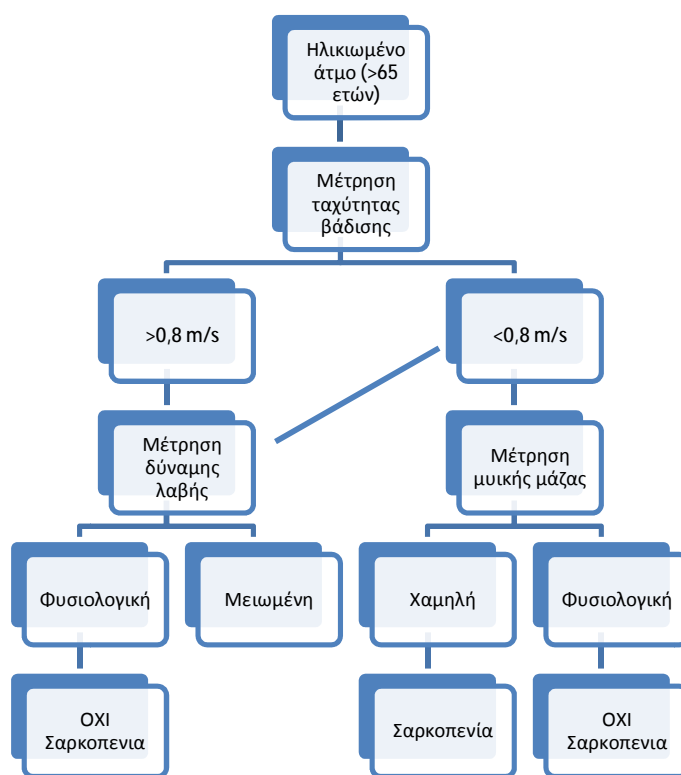
Δυναμόμετρο χειρός: οι μετρήσεις ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό, όπως αποδεικνύεται στην Έρευνα για την Υγεία, τη Γήρανση, την Συνταξιοδότηση στην Ευρώπη. Οι χώρες της βόρειας ηπειρωτικής Ευρώπης έχουν μεγαλύτερη δύναμη λαβής από τις χώρες της νότιας Ευρώπης.

BIA: δεδομένου ότι η εγκυρότητα της BIA δεν είναι η καλύτερη, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι μόνο η μυϊκή δύναμη και η σωματική απόδοση θα πρέπει να μετρούνται σαν πρώτη άποψη. Εάν, η βαθμολογία σε αυτές τις παραμέτρους είναι κάτω του φυσιολογικού, η περαιτέρω αξιολόγηση της μυϊκής μάζας θα μπορούσε να εξεταστεί, για παράδειγμα, με τη μέθοδο DXA, η οποία είναι μία πιο έγκυρη εναλλακτική λύση για την μέτρηση της.

DXA: Με βάση την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, δεν υπάρχει ομοφωνία σχετικά με τους δείκτες της σαρκοπενίας. Η προσεκτική εκτίμηση της περιφερικής μυϊκής μάζας μέσω της DXA πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το φύλο, η φυλή, το ύψος και το συνολικό λίπος του σώματος, για να προσδιοριστεί αν η μυϊκή μάζα είναι υπερβολικά χαμηλή για έναν ασθενή (Michel, 2014).

#### **4.9 Διαφοροδιάγνωση**

Ο προσδιορισμός των ατόμων με σαρκοπενία αποτελεί σημαντικό έργο στην προσπάθεια να αποτραπεί, η σχετιζόμενη με την ηλικία, αναπηρία. Η EWGSOP πρότεινε μία σταδιακή προσέγγιση (σχήμα 4.1), αρχίζοντας με τη μέτρηση της ταχύτητας βάδισης χρησιμοποιώντας ως τιμή-δείκτη την ταχύτητα κάτω από 0,8m/s για τον εντοπισμό όσων διατρέχουν κίνδυνο σαρκοπενίας.



**Σχήμα 4. 1** Αλγόριθμος EWGSOP (Τροποποιημένο από Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F., 2014, Sarcopenia, Clinical Medicine, 14(2), pp. 183-186)

Η σαρκοπενία είναι μόνο μία κατάσταση εξέχουσας απώλειας μυϊκής μάζας, συμπεριλαμβανομένων του υποσιτισμού και της καχεξίας. Οι όροι αυτοί μοιάζουν τόσο σημαντικά μεταξύ τους ώστε ο ορισμός τους ως διαφορετικές καταστάσεις αποτελεί ένα πολύπλοκο έργο, αλλά σε αυτό μπορεί να βοηθήσει η προσεκτική διαφορική διάγνωση. Η ασιτία προκαλεί μία απώλεια του σωματικού λίπους και της άλιπης μάζας λόγω της ανεπαρκούς πρόσληψης πρωτεϊνών και ενέργειας, ενώ το λίπος του σώματος σε άτομα με σαρκοπενία διατηρείται ή αυξάνεται (σαρκοπενική παχυσαρκία). Η καχεξία αποτελεί σοβαρή απώλεια μυϊκής μάζας, η οποία συνοδεύει καταστάσεις ασθένειας όπως ο καρκίνος. Οι ορισμοί της καχεξίας εξελίσσονται, επίσης, την τελευταία δεκαετία, αλλά οι περισσότεροι ορισμοί περιλαμβάνουν την έννοια της φλεγμονής ως κορυφαίο μηχανισμό απώλειας μυϊκής μάζας. Έτσι τα περισσότερα άτομα με καχεξία έχουν επίσης

σαρκοπενία, αλλά οι περισσότεροι ασθενείς με σαρκοπενία δεν μπορούν να θεωρηθούν καχεκτικοί (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

#### **4.10 Θεραπεία**

Η διατροφή και σωματική άσκηση αποτελούν τους ακρογωνιαίους λίθους της θεραπευτικής παρέμβασης στην σαρκοπενία. Η προπόνηση αντοχής αυξάνει τη μυϊκή δύναμη και μάζα και βελτιώνει τον πρωτεϊνικό σχηματισμό στους σκελετικούς μύες. Η αερόβια προπόνηση μπορεί, επίσης, να ωφελήσει στη γήρανση των σκελετικών μυών και να βελτιώσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη. Η άσκηση θα πρέπει να εποπτεύεται σωστά από τα αρμόδια άτομα και να υφίσταται παρατεταμένα με τη πάροδο του χρόνου (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

##### **4.10.1 Άσκηση**

###### Σωματική δραστηριότητα

Η σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και σαρκοπενίας είναι ασαφής. Πολύ συχνά σε συγχρονικές μελέτες έχει αποδειχτεί ότι ένα υψηλό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας έχει θετική επίδραση στην σαρκοπενία, στην απώλεια μυών ή αντοχή. Αντιθέτως το χαμηλό επίπεδο της φυσικής δραστηριότητας σχετίζεται με μια επιταχυνόμενη μείωση της μυϊκής μάζας και της δύναμης (Freiberger et al., 2011). Οι Raguso et al. (2006), διεξήγαγαν πρόσφατα μία διαχρονική μελέτη σχετικά με τη σύνθεση του σώματος και τη φυσική δραστηριότητα σε ηλικιωμένους και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου (90 λεπτά ανά μέρα, μετρία προς έντονη δραστηριότητα, για παράδειγμα περπάτημα μέχρι τις σκάλες, τρέξιμο, ποδηλασία, τένις και κολύμπι) δεν εμποδίζουν τις αλλαγές στη σύνθεση του σώματος. Οι Mitchell et al. (2003) πραγματοποίησαν μία μεγάλη μελέτη και έδειξαν ότι η μυϊκή μάζα του σώματος δεν σχετίζεται με το επίπεδο της σωματικής δραστηριότητας ή τη διατροφή. Οι Kent-Braun et al (2000) ανέφεραν ότι τα υψηλά επίπεδα σωματικής δραστηριότητας επιβραδύνουν την απώλεια της οξειδωτικής ικανότητας των μυών και της σαρκοπενία. Αυτά τα αντικρουόμενα αποτελέσματα πιθανόν να οφείλονται στα διαφορετικά σχέδια

μελέτης, δραστηριότητες και προκλήσεις, της αυτό-αναφερθείσας φυσικής δραστηριότητας (Iolascon et al., 2014).

### Αερόβια δραστηριότητα

Μεταξύ άλλων βλαβών, η γήρανση χαρακτηρίζεται από μία προοδευτική μείωση της αερόβιας ικανότητας. Είναι γνωστό ότι η αερόβια άσκηση επάγει μία αύξηση στη μυϊκή μάζα, που οφείλεται στη μιτοχονδριακή προσαρμογή στην αερόβια άσκηση ως αποτέλεσμα της αύξησης της μεταγραφής των μιτοχονδριακών γονιδίων με την αερόβια άσκηση. Η αύξηση στην μιτοχονδριακή περιεκτικότητα στους μύες και η βελτίωση της μιτοχονδριακής λειτουργίας συμβάλουν στη βελτίωση του μεταβολικού ελέγχου, με αποτέλεσμα τη μείωση του οξειδωτικού στρες και τη βελτίωση της ικανότητας άσκησης (Iolascon et al., 2014).

### Ασκήσεις αντίστασης

Ένα πλήθος μελετών δείχνει ότι τα προγράμματα άσκησης συμπεριλαμβανομένης και της προοδευτικής αντίστασης ή της προπόνησης δύναμης έχει θετικές επιπτώσεις στη σαρκοπενία. Σε αρκετές ανασκοπήσεις έχει βρεθεί ότι οι ηλικιωμένοι άνθρωποι που εξασκούν τους μυς τους με την προπόνηση δύναμης, βελτίωσαν τις επιδόσεις τους σε απλές δραστηριότητες όπως το περπάτημα, η έγερση από καθιστή θέση πιο γρήγορα. Επιπλέον με την προοδευτική αντίσταση οι επιδόσεις των ηλικιωμένων βελτιώθηκαν σε πολύπλοκες καθημερινές δραστηριότητες όπως η κολύμβηση και η προετοιμασία ενός γεύματος (Freiberger et al., 2011). Οι ασκήσεις αντίστασης αργής ταχύτητας (εκτέλεση έκκεντρης και σύγκεντρης σύσπασης σε διάρκεια 2-3 δευτερολέπτων) φαίνεται να αυξάνουν την πρωτεϊνική σύνθεση των μυών, την ενεργοποίηση και τον πολλαπλασιασμό των δορυφορικών κυττάρων, την παραγωγή των αναβολικών πρωτεϊνών και τη μείωση της δραστηριότητας των καταβολικών κυτοκινών. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι αυξάνουν τις περιοχές εγκάρσιας διατομής των μυϊκών ινών τύπου I και II και της άλιπης μάζας ολόκληρου του σώματος των ηλικιωμένων ατόμων οδηγώντας σε αύξηση της μυϊκής δύναμης (Iolascon et al., 2014).

Επιπροσθέτως, οι Malafarina et al (2012) αξιολόγησαν τις ασκήσεις αντίστασης και ορισμένες προηγούμενες μελέτες μέσω εκτεταμένης ανασκόπησης στην βιβλιογραφία και κατέληξαν ότι οι ασκήσεις αντίστασης πράγματι βελτιώνουν τη μυϊκή μάζα και δύναμη, αλλά προειδοποιούν για τρεις πολύ σημαντικούς περιορισμούς: α) οι ασκήσεις αντίστασης δεν πρέπει να διακόπτονται, διαφορετικά τα οφέλη τους χάνονται γρήγορα, β) υπάρχουν ορισμένες συνέπειες όταν η άσκηση πραγματοποιείται τακτικά, ιδίως για τα ηλικιωμένα άτομα, και ιδιαίτερα για εκείνους που δεν έχουν κοινωνική στήριξη, γ) ενδέχεται οι ασκήσεις αντίστασης να μην είναι επαρκείς σε όλα τα θέματα αντιστροφής της απώλειας μυϊκής λειτουργίας, ιδιαίτερα σε ηλικιωμένα ευπαθή άτομα (Brotto & Abreu, 2012).

#### Προπόνηση ισχύος

Οι ασκήσεις αντιστάσεις με αυξημένη ταχύτητα φαίνεται να αποτελούν μία καινούρια παρέμβαση για τους ηλικιωμένους με σκοπό την ενίσχυση της μυϊκής ισχύος, η οποία αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα πρόβλεψης της εκτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων και μειώνεται κατά τη διάρκεια της γήρανσης. Με την επακόλουθη ατροφία των ινών τύπου II κατά τη γήρανση, οι κινήσεις με αυξημένη ταχύτητα είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη διατήρηση της υγείας των μυών. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει μία σημαντική αύξηση της μυϊκής ισχύος μέσω αυτών των ασκήσεων στους ηλικιωμένους, λόγω της μεγαλύτερης πρόσληψης μυϊκών ινών τύπου II (Iolascon et al., 2014).

#### **4.10.2 Διατροφή**

Επιπροσθέτως, για την πρόληψη και την καταπολέμηση της σαρκοπενίας απαιτείται η διόρθωση των διατροφικών ελλειμμάτων. Η πρόσληψη των θερμίδων θα πρέπει να αυξηθεί για να καλύψει τις αυξημένες απαιτήσεις που τίθενται από την άσκηση. Οι πρωτεϊνικές απαιτήσεις, ακόμα, αυξάνονται, με τη συνιστώμενη πρόσληψη, στους ασθενείς με σαρκοπενία, να είναι πάνω από 1,2g ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ημέρα, με εξαίρεση τους ασθενείς με σημαντική νεφρική ανεπάρκεια. Η λευκίνη, η β-υροξυ-β-μεθυλεστερά (HMB) και η κρεατίνη μπορούν να έχουν ευεργετικά



αποτελέσματα στην πρωτεϊνική ισορροπία στο σκελετικό μυ. Η διόρθωση των ελλειμμάτων της βιταμίνης D είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία των μυών, αλλά ο ρόλος της βιταμίνης D στην παρουσία φυσιολογικών επιπέδων αίματος δεν έχει προσδιοριστεί ακόμα (Cruz-Jentoft & Landi, 2014).

#### **4.10.3 Φάρμακα**

Η ενεργός έρευνα για τη χρήση των φαρμακολογικών παρεμβάσεων ενάντια στην σαρκοπενία έχει αυξηθεί σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία, οδηγώντας έτσι σε πολύ περισσότερες ερωτήσεις παρά απαντήσεις με ορισμένα αμφιλεγόμενα αποτελέσματα.

Τα πλέον μελετημένα φάρμακα που χρησιμοποιούνται εμπεριέχουν ορισμένα από τις παρακάτω στοιχεία:

Τεστοστερόνη

Αυξητική ορμόνη

Δευδροεπιανδροστερόνη

Βιταμίνη D

Μυοστατίνη

Ουρσολικό οξύ

Οξέα Ωμεγα-3 (Brotto & Abreu, 2012).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΑΡΚΟΠΕΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

#### 5.1 Εισαγωγή

Η διαδικασία της γήρανσης συνοδεύεται από προοδευτική μείωση της οστικής πυκνότητας, της μυϊκής μάζας και δύναμης (He et al., 2015). Αυτή δημιουργεί στα ηλικιωμένα άτομα μία προδιάθεση για πτώσεις, αναπηρίες, κατάγματα και αδυναμία, και έτσι δημιουργείται ένα σημαντικό και αυξανόμενο δημόσιο πρόβλημα υγείας. Υπάρχουν, πλέον, σημαντικά αποδεικτικά στοιχεία ότι οι μύες και τα οστά έχουν κοινούς γενετικούς, διατροφικούς, με βάση τον τρόπο ζωής και ορμονικούς καθοριστικούς παράγοντες. Επιπλέον, η αλληλεπίδραση των μυών και των οστών επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την αντοχή των οστών. Ένας πιθανός μηχανισμός είναι η δυναμική φόρτιση των μυών, στην οποία προσαρμόζονται τα οστά ενάντια στη βαρύτητα. Αυτή η δυναμική φόρτιση προκύπτει από τις μυϊκές συσπάσεις, καθώς και από την αλληλεπίδραση του εδάφους κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων ενάντια στη βαρύτητα (Verschueren et al., 2013).

Η μείωση της οστικής μάζας είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό της οστεοπόρωσης, η οποία ορίζεται σε ένα άτομο όταν το T-score της οστικής πυκνότητας είναι τουλάχιστον 2,5 τυπικές αποκλίσεις κάτω από το φυσιολογικό T-score των νεαρών ενηλίκων. Η χαμηλή οστική πυκνότητα και η επιδείνωση της αρχιτεκτονικής των οστών μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο του κατάγματος, παρουσιάζοντας μία σημαντική επιδείνωση της κλινικής και δημόσιας υγείας.

Η, σχετιζόμενη με την ηλικία, απώλεια της μυϊκής μάζας και δύναμης αναφέρεται ως σαρκοπενία. Η σαρκοπενία μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα, όπως η σωματική αναπηρία, η κακή ποιότητα ζωής, η κλιμάκωση του κόστους φροντίδας και η αυξημένη θνησιμότητα. Η επικράτηση της σαρκοπενίας φέρεται να είναι σε ποσοστό 5-

13% στους ηλικιωμένους μεταξύ 60 και 70 ετών και 11-50% σε άτομα ηλικίας άνω των 80 ετών. Το ευρύτερα διαδεδομένο κριτήριο για τη διάγνωση της σαρκοπενίας βασίζεται στη σχετική περιφερική μάζα του σκελετικού μυός (RASM), το οποίο προκύπτει από τη διαίρεση της RASM με το ύψος στο τετράγωνο ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Ωστόσο, η EWGSOP επιβάλλει την εκτίμηση τόσο της χαμηλής μυϊκής μάζας όσο και της μειωμένης λειτουργίας των μυών για τη διάγνωση της σαρκοπενίας (He et al., 2015)

Η παθοφυσιολογία και η αιτιολογία της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας και η σχέση μεταξύ τους, είναι περίπλοκη και πολυπαραγοντική. Οι συγκεκριμένοι παράγοντες περιλαμβάνουν ορμονικές αλλαγές, χαμηλό επίπεδο σωματικής άσκησης, χαμηλή πρόσληψη φυτικών πρωτεϊνών και χρόνιες λοιμώξεις. Αυτή η κοινή αιτιολογία μπορεί να είναι υπεύθυνη για μία πιθανή συσχέτιση μεταξύ της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας, και μπορεί να θεωρηθεί ότι η σαρκοπενία αποτελεί ένα παράγοντα κινδύνου για την οστεοπόρωση, και ότι είναι πιο διαδεδομένη μεταξύ των ατόμων που έχουν χαμηλή οστική πυκνότητα (Won Go et al., 2013)

Ακόμα, η σαρκοπενία μπορεί να μειώσει την αντοχή των οστών μειώνοντας τη μηχανική φόρτιση του σκελετού. Η μείωση των μηχανικών ερεθισμάτων μπορεί να προκύψει από τη μείωση της μέγιστης μυϊκής ισχύς η οποία προκαλεί μυϊκή αδυναμία και μείωση του χρόνου φόρτισης του σκελετού λόγω της σχετικής ακινησίας, και ως εκ τούτου τη δημιουργία μειωμένης οστικής μάζας. Τα αποδεικτικά στοιχεία προέρχονται κυρίως από την παρατήρηση επιδημιολογικών μελετών σε γυναίκες. Ωστόσο τα διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με αυτή τη συσχέτιση είναι αντιφατικά, κυρίως λόγω της έλλειψης αποδεκτού ορισμού της διάγνωσης της σαρκοπενίας (Pereira et al., 2015).

Ορισμένες προηγούμενες μελέτες έχουν διερευνήσει την συσχέτιση μεταξύ της οστεοπόρωσης και των παραγόντων που σχετίζονται με τις συνιστώσες της σαρκοπενίας. Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες έχουν περιγράψει θετική συσχέτιση μεταξύ της άλιπης μάζας και της οστικής πυκνότητας σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Ωστόσο σε γενικές γραμμές αυτές οι προηγούμενες μελέτες δεν έχουν λάβει υπόψη και τις τρεις συνιστώσες της σαρκοπενίας (μυϊκή μάζα, δύναμη και σωματική απόδοση). Επίσης σε

αρκετές από αυτές τις μελέτες, χρησιμοποιήθηκε αριθμητικά μικρό δείγμα ασθενών (Sjoblom et al., 2013).

## **5.2 Σκοπός της μελέτης**

Ο σκοπός της παρούσης μελέτης είναι συσχέτιση των παραγόντων οστεοπόρωσης και σαρκοπενίας. Επιμέρους στόχος είναι η συζήτηση των αποτελεσμάτων με βάση τη μεθοδολογία της κάθε έρευνας και η εντόπιση πιθανής ομοιογένειας ή ετερογένειας μεταξύ των ερευνών.

## **5.3 Μέθοδος**

### **5.3.1 Στρατηγική αναζήτησης**

Η αναζήτηση του υλικού για την υλοποίηση της συστηματικής ανασκόπησης που διεξήχθη με θέμα «Η συσχέτιση χαρακτηριστικών οστεοπόρωσης και σαρκοπενίας» ξεκίνησε στις 14/04/2015 και υλοποιήθηκε στις 29/10/2015. Η βιβλιογραφική αναζήτηση στηρίχτηκε, κυρίως, στη διεθνή βάση δεδομένων Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), η οποία αποτελεί μία αξιόπιστη και χρήσιμη επιστημονική πηγή και περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών περιοδικών που καλύπτουν ιατρικά θέματα καθώς και θέματα όλων των υπολοίπων επιστημών υγείας, Η στρατηγική αναζήτησης περιελάμβανε ένα συνδυασμό («AND»ή «OR») από τις ακόλουθες βασικές λέξεις: osteoporosis OR low bone density AND sarcopenia OR low muscle mass. Συνολικά, εντοπίστηκαν 27 άρθρα τα οποία αναφέρονταν στο θέμα της συστηματικής ανασκόπησης.

### **5.3.2 Κριτήρια Εισαγωγής**

Τα κριτήρια εισαγωγής της συστηματικής ανασκόπησης δεν παρουσίαζαν αυστηρές παραμέτρους, καθώς, ο αριθμός των μελετών που έχουν διεξαχθεί είναι προς το παρόν αρκετά μικρός οπότε είναι λογικό τα δείγματα να παρουσιάζουν μία ανομοιογένεια στα χαρακτηριστικά τους. Ως εκ τούτου, δεν απορρίφθηκαν έρευνες λόγω της ηλικίας, του

φύλου και της εθνικότητας των συμμετεχόντων που έλαβαν μέρος σε αυτές. Τα κριτήρια εισαγωγής περιορίστηκαν κυρίως στην ημερομηνία αναζήτησης, η οποία ορίστηκε από το 2005 έως το 2015 και στο είδος των δειγμάτων, στο οποίο επιλέχθηκε μόνο το ανθρώπινο, καθώς και από τη μελέτη απορρίφθηκαν οι έρευνες των οποίων οι συμμετέχοντες λάμβαναν ορισμένη φαρμακευτική αγωγή, η οποία επηρέαζε τον οστικό ή μυϊκό μεταβολισμό. Επίσης, ως βασικότερο κριτήριο εισαγωγής ορίστηκε η αναφορά πιθανής συσχέτισης της οστεοπόρωσης ή της μειωμένης οστικής πυκνότητας με την σαρκοπενίας ή την ελαττωμένη μυϊκή μάζα στα αποτελέσματα των ερευνών.

Με βάση τα συγκεκριμένα κριτήρια από τα 27 άρθρα, συμπεριλάβαμε τα 14 στην μελέτη μας, με σκοπό την περαιτέρω αναφορά και ανάλυσή τους, με στόχο τη διεξαγωγή ορισμένων συμπερασμάτων, τα οποία στηρίχτηκαν στη μεθοδολογία και στα αποτελέσματα της κάθε μελέτης. Τα υπόλοιπα 13 απορρίφθηκαν λόγω της έλλειψης συσχέτισης των αποτελεσμάτων τους με το σκοπό της μελέτης ή με βάση τα κριτήρια εισαγωγής.

#### **5.4 Αποτελέσματα**

Συνολικά, αναλύσαμε τα δεδομένα 14 άρθρων τα οποία κατέληγαν ή όχι σε μία συσχέτιση της σαρκοπενίας με την οστεοπόρωση ή της μείωσης της οστικής πυκνότητας με αυτήν της μυϊκής μάζας. Πιο συγκεκριμένα, από κάθε άρθρο αναφέραμε το σκοπό της μελέτης, τον αριθμό και τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, τις μεθόδους μέτρησης από το κάθε στοιχείο της σύνθεσης του σώματος και τα αποτελέσματα της κάθε έρευνας τα οποία αφορούσαν το σκοπό της δικιάς μας μελέτης. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) παρατίθενται: το όνομα του συγγραφέα, των συμμετεχόντων, τα μέσα/εργαλεία αξιολόγησης και τα αποτελέσματα της κάθε μελέτης.

**Πίνακας 5. 1** Συνοπτική αναφορά των μελετών της έρευνας

	Συγγραφείς	Συμμετέχοντες	Μέσα/εργαλεία αξιολόγησης	Αποτελέσματα
1)	Walsch et al., 2006	n=131 προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες n=82 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες ηλικίας: 17-77 ετών	DXA: BMD, ALM, λιπώδης μάζα Οστεοπενία: $-2,5SD < T\text{-score} < -1SD$ Οστεοπόρωση: $T\text{-score} \leq -2,5 SD$ Σαρκοπενία: $RSMI(ALM/\acute{\upsilon}\psi\omicron\varsigma^2) < 5,45 \text{ kg/m}^2$	Επιπολασμός σαρκοπενίας: 11,7% φυσιολογικές, 25% οστεοπενικές, 50% οστεοπορωτικές γυναίκες Μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες: επικράτηση σαρκοπενίας 8,9% στις οστεοπενικές και 33.9% υψηλότερη σε σύγκριση με αυτές που είχαν φυσιολογική BMD Η ανάλυση Pearson chi-square test δεν έδειξε κάποια συσχέτιση μεταξύ σαρκοπενίας και οστεοπόρωσης ή οστεοπενίας
2)	Di Monaco et al., 2011	n=313 λευκές γυναίκες	DXA: BMD και ALM Οστεοπόρωση: $T\text{-score} \leq -2,5 SD$ Σαρκοπενία: $ALM/\acute{\upsilon}\psi\omicron\varsigma^2 < -2SD$	Pearsons test: σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ $ALM / \acute{\upsilon}\psi\omicron\varsigma^2$ και της BMD Chi-square test: σημαντική συσχέτιση μεταξύ σαρκοπενίας και οστεοπόρωσης Γυναίκα με σαρκοπενία πιθανότητες 1,8 φορές περισσότερες να εμφανίζει οστεοπόρωση
3)	Frisoli Jr et al., 2011	n=250 γυναίκες ηλικίας: 76-86 ετών	DXA: BMD και σύσταση του σώματος Οστεοπενία: $-2,5SD < T\text{-score} < -1SD$ Σοβαρή οστεοπενία - $2,5 SD < T\text{ score} \leq -2,0 SD$ Οστεοπόρωση: $T\text{-score} \leq -2,5 SD$ Σαρκοπενία: $ALM/\acute{\upsilon}\psi\omicron\varsigma^2 < 5,45 \text{ g/m}^2$	Παρουσία της οστεοπενίας: σχεδόν τρεις φορές υψηλότερη στην ομάδα της σαρκοπενίας Η σοβαρή οστεοπενία και οστεοπόρωση εμφανίστηκε στο 40,2 των σαρκοπενικών γυναικών Η σαρκοπενία επαληθεύτηκε στο 58,3% των οστεοπορωτικών, στο 48,5% των οστεοπενικών και στο 54,4% στις ηλικιωμένες γυναίκες με σοβαρή οστεοπενία/οστεοπόρωση

4)	Verschuere n et al.,2013	n= 679 άνδρες ηλικίας: 40-79 ετών	DXA: BMD, ALM, λιπώδης μάζα Δυναμόμετρο χειρός: Δύναμη λαβή Οστεοπόρωση: T-score $\leq$ -2,5 SD Σαρκοπενία: α) ALM/ύψος <sup>2</sup> <7,26 kg/m <sup>2</sup> β) Με βάση τα κριτήρια της EWGSOP	Συσχέτιση ALM, λιπώδους μάζας, δύναμης λαβής και τετρακέφαλου με την οστική πυκνότητα όλων των σημείων ALM ο ισχυρότερος καθοριστικός παράγοντας της BMD Ομάδα Μάντσεστερ: Συσχέτιση σαρκοπενίας με τρεις φορές μεγαλύτερο κίνδυνο οστεοπόρωσης μετά από τον συνυπολογισμό της ηλικίας και του κέντρου Κάθε αύξηση μίας τυπικής απόκλισης στον RASM οδηγεί σε μείωση κατά 30% στην πιθανότητα εμφάνισης οστεοπόρωσης Ομάδα του Λέουφεν: προ-σαρκοπενικοί άνδρες τέσσερις φορές περισσότερες πιθανότητες για οστεοπόρωση. Εκείνοι με σαρκοπενία, σύμφωνα με τον ορισμό της EWGSOP διπλάσιες πιθανότητες για οστεοπόρωση αν και μόνο 14 ασθενείς συμπεριλήφθηκαν σε αυτή την ομάδα.
5)	Patil et al., 2013	n= 409 γυναίκες ηλικίας: 70-80 ετών	DXA: BMD, ALM, λιπώδης μάζα Δυναμόμετρο χειρός: Δύναμη λαβή Οστεοπενία: -2,5SD< T- score< -1SD Οστεοπόρωση: T-score $\leq$ -2,5 SD Σαρκοπενία:α) Με βάση τον αλγόριθμο της EWGSOP, β) με βάση τον αλγόριθμο της IWG	Σύμφωνα με τον αλγόριθμο της EWGSOP μόνο οι τέσσερις γυναίκες από τις 409 διαγνώστηκαν με σαρκοπενία (0,9%), ενώ σύμφωνα με το αλγόριθμο της IWG μόνο οι έντεκα (2,7%). Από αυτές, στην πρώτη περίπτωση οι δύο από τις τέσσερις είχαν οστεοπενία, ενώ στη δεύτερη οι επτά από τις έντεκα
6)	Miyakoshi et al., 2013	n= 2400 γυναίκες ηλικίας: 40-88 ετών	DXA: BMD, ALM, Οστεοπενία: -2,5SD< T- score< -1SD Οστεοπόρωση: T-score $\leq$	Σημαντική συσχέτιση μεταξύ της σαρκοπενίας και της οστεοπόρωσης Επιπολασμός της σαρκοπενίας: φυσιολογική οστική πυκνότητα (10,4 ή

			-2,5 SD Σαρκοπενία: RSMI(ALM/ύψος <sup>2</sup> ) <5,45 kg/m <sup>2</sup>	9%) οστεοπενία (16,8 ή 17,8%) οστεοπόρωση (20,4 ή 29,7%)
7)	Sjöblom et al., 2013	n= 590 προεμμηνο- παυσιακές γυναίκες ηλικίας: 65-72 ετών	DXA: BMD και σύσταση του σώματος Οστεοπενία: -2,5SD< T- score< -1SD Οστεοπόρωση: T-score≤ -2,5 SD Σαρκοπενική: χαμηλότερη ομάδα του RSMI και είτε στη χαμηλότερη ομάδα της μυϊκής δύναμης είτε της ταχύτητας βαδίσματος είτε και στις δύο προ- σαρκοπενικές γυναίκες: χαμηλότερη ομάδα του RSMI αλλά σε καμία άλλη χαμηλότερη ομάδα των άλλων μετρήσεων μη-ταξινομημένες γυναίκες: χαμηλότερη ομάδα της μυϊκής δύναμης ή της ταχύτητας βάδισης ή και στις δύο, αλλά όχι σε αυτή του RSMI	Σαρκοπενικές γυναίκες είχαν 12,9 φορές υψηλότερες πιθανότητες να εμφανίσουν οστεοπόρωση Προ-σαρκοπενικά άτομα είχαν 6,5 φορές υψηλότερες πιθανότητες για οστεοπόρωση Τα μη-ταξινομημένα άτομα είχαν 5,7 υψηλότερες πιθανότητες να εμφανίσουν οστεοπόρωση
8)	Bijlsma et al., 2013	n= 178 συμμετέχοντες ηλικίας: 18-30 ετών n= 274 συμμετέχοντες ηλικίας: 69-81 ετών	DXA: BMD, ALM, λιπώδης μάζα Δύναμη: μέτρηση ισομετρικής δύναμης των εκτεινόντων του γονάτου ή της λαβής του χεριού με ένα δυναμόμετρο λαβής Jamar. Ταχύτητα βάδισης: 6- λεπτη δοκιμασία	Άλιπη μάζα συσχετιζόταν περισσότερο από κάθε άλλο στοιχείο με την οστική πυκνότητα SMI και η λιπώδης μάζα σχετίζονται επίσης με την οστική πυκνότητα Μυϊκή μάζα συσχετίστηκε με την οστική πυκνότητα του συνολικού σώματος στους νέους συμμετέχοντες και στους ηλικιωμένους άνδρες, αλλά όχι στις ηλικιωμένες γυναίκες. Δοκιμασία TUG και η ταχύτητα



			βάδισης γύρω από κώνους τοποθετημένους σε απόσταση 20 μέτρων Αξιολόγηση της φυσικής απόδοσης: Timed Up and Go (TUG).	βάδισης δεν σχετιζόταν με την οστική πυκνότητα
9)	Won Go et al., 2013	n=1397 άνδρες ηλικίας: $\geq 50$ ετών	DXA: BMD, ALM, λιπώδης μάζα Οστεοπενία: $-2,5SD < T\text{-score} < -1SD$ Οστεοπόρωση: $T\text{-score} \leq -2,5 SD$ Σαρκοπενία: $RSMI(ALM/\acute{\upsilon}\psi\omicron\varsigma^2) < 6,93 \text{ kg/m}^2$	T-score της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, του αυχένα του μηριαίου και του ισχίου: χαμηλότερο στα άτομα με σαρκοπενία από εκείνα χωρίς σαρκοπενία Επιπολασμός της σαρκοπενίας αυξάνεται καθώς η οστική πυκνότητα μειώνεται, και διαμορφώνεται με τα εξής ποσοστά: 4% στα φυσιολογικά, 17,4% στα οστεοπενικά και 52,3% στα οστεοπορωτικά άτομα.
10)	Wu et al., 2013	n=456 γυναίκες και 144 άνδρες ηλικίας= 40-85 ετών	DXA: BMD BIA: Μυϊκή μάζα Οστεοπενία: $-2,5SD < T\text{-score} < -1SD$ Οστεοπόρωση: $T\text{-score} \leq -2,5 SD$ Σαρκοπενία: $RSMI(ALM/\acute{\upsilon}\psi\omicron\varsigma^2) < 8,87 \text{ kg/m}^2$ άνδρες, $< 6,42 \text{ kg/m}^2$ γυναίκες	Σημαντική πιθανότητα μη-φυσιολογικής οστικής πυκνότητας στα άτομα με σαρκοπενία
11)	Cheng et al., 2014	n= 1766 άνδρες και 1778 γυναίκες ηλικίας: 18-96 ετών	DXA: BMD και μυϊκή μάζα Οστεοπόρωση: $T\text{-score} \leq -2,5 SD$ Σαρκοπενία: κατηγορία 1 μία τυπική απόκλιση και κατηγορία 2 δύο τυπικές αποκλίσεις κάτω από την τιμή αναφοράς των υγιών ενηλίκων Κατηγορία 1:	Δείκτης SMΙ: αρνητική συσχέτιση με την ηλικία και σημαντική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα, την συνολική άλιπη και λιπώδη μάζα Άτομα με μόνο σαρκοπενία: είχαν τα χαμηλότερα ποσοστά άλιπης και λιπώδους μάζας, καθώς και χαμηλότερη συνολική ή τμηματική (οσφυϊκή μοίρα και μηριαίο οστό) οστική πυκνότητα από τις άλλες ομάδες ατόμων στους άνδρες και στις γυναίκες Συσχέτιση της άλιπης μάζας του κάτω

			RSMI < 7,01 kg/m <sup>2</sup> για άνδρες και 5,42 kg/m <sup>2</sup> για γυναίκες Κατηγορία 2: RSMI < 6,08 kg/m <sup>2</sup> για άνδρες και < 4,79 kg/m <sup>2</sup> για γυναίκες	άκρου και του κορμού με την οστική μάζα του μηριαίου οστού και της σπονδυλικής στήλης, αντίστοιχα
12)	Kim et al., 2014	n= 1308 άνδρες και 1171 γυναίκες ηλικίας: ≥65 ετών	DXA: BMD και σύσταση του σώματος Οστεοπενία: -2,5SD < T-score < -1SD Οστεοπόρωση: T-score ≤ -2,5 SD Σαρκοπενία: ALM/ύψος <sup>2</sup>	ASM/ύψος <sup>2</sup> : σχετίζεται θετικά με την οστική πυκνότητα στους άνδρες και στις γυναίκες Τα άτομα με χαμηλότερη μυϊκή μάζα είχαν αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες,
13)	Pereira et al., 2015	n=198 άνδρες ηλικίας: ≥60 ετών	DXA: BMD, ALM, λιπώδης μάζα Οστεοπενία: -2,5SD < T-score < -1SD Οστεοπόρωση: T-score ≤ -2,5 SD Σαρκοπενία: α) ALM/ύψος <sup>2</sup> < 7,26 kg/m <sup>2</sup> β) Με βάση τα κριτήρια της EWGSOP	Άντρες με σαρκοπενία : χαμηλότερη οστική πυκνότητα και T-score του αυχένα του μηριαίου Άντρες με προ σαρκοπενία: 8 φορές πιο πιθανό να διαγνωστούν με μη φυσιολογική BMD Ασθενείς με μη φυσιολογική BMD (81,3%) είχαν σημαντικά χαμηλότερο ύψος, σωματικό βάρος, BMI, και δύναμη λαβής στο το κυρίαρχο χέρι, μυϊκή μάζα, περιφερειακή άλιπη μάζα, Rasm, συνολική μάζα σκελετικών μυών, λιπώδη μάζα
14)	He et al., 2015	n= 17891 άνδρες και γυναίκες	DXA: BMD, ALM, λιπώδης μάζα Οστεοπενία: -2,5SD < T-score < -1SD Οστεοπόρωση: T-score ≤ -2,5 SD Σαρκοπενία: α) ALM/ύψος <sup>2</sup> Αφροαμερικανοί και Καυκάσιοι: RASM ≤ 7,26 kg/m <sup>2</sup> για άνδρες και ≤ 5,45 kg/m <sup>2</sup> για γυναίκες	Με κάθε αύξηση 1SD του RASM μειώνεται κατά 37% ο κίνδυνος της οστεοπενίας/οστεοπόρωσης Σαρκοπενίας με βάση τον δείκτη RASM: οι πιθανότητες της οστεοπενίας/οστεοπόρωσης στα άτομα με σαρκοπενία ήταν δύο φορές υψηλότερες Σαρκοπενία, με βάση την EWGSOP, οι πιθανότητες της οστεοπενίας /οστεοπόρωσης στα προ-σαρκοπενικά άτομα ήταν δύο φορές υψηλότερες, ενώ στα άτομα με σαρκοπενία ήταν 1,87

			Κινέζοι: $RASM \leq 6,08$ $kg/m^2$ για άνδρες και $RASM \leq 5,45$ $kg/m^2$ για γυναίκες β) Με βάση τα κριτήρια της EWGSOP	φορές περισσότερες
--	--	--	---	--------------------

### **Η σαρκοπενία στις προεμμηνοπαυσιακές και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπενία, οστεοπόρωση και φυσιολογική οστική πυκνότητα**

Σκοπός της μελέτης ήταν: 1) να καθορίσει εάν η σαρκοπενία είναι πιο συχνή στις γυναίκες με οστεοπενία και οστεοπόρωση, σε σχέση με τις υγιείς γυναίκες, 2) να αξιολογήσει το ρόλο της HRT (hormone replacement therapy:θεραπεία μέσω αντικατάστασης ορμόνης) στην προστασία κατά της σαρκοπενίας και 3) να προσδιοριστούν οι προγνωστικοί παράγοντες της μυϊκής μάζας σε γυναίκες διαφόρων ηλικιών με στόχο την πρόληψη της σαρκοπενίας.

Στην μελέτη συμμετείχαν 213 υγιείς γυναίκες ηλικίας από 17 ως 77 ετών. Οι 82 από αυτές ήταν μετεμμηνοπαυσιακές (τουλάχιστον 12 μήνες πριν την μελέτη), 54 εκ των οποίων έπαιρναν HRT. Κριτήρια αποκλεισμού από την μελέτη ήταν η εγκυμοσύνη, οι μεταβολικές ή ενδοκρινικές διαταραχές και πρόσληψη φαρμακευτικής αγωγής για την πρόληψη της χοληστερόλης ή μείωση της αρτηριακής πίεσης.

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια μιας και μόνο επίσκεψης σε εργαστήριο. Εκεί μετρήθηκαν το βάρος και το ύψος των συμμετεχόντων και με την μέθοδο αξιολόγησης DXA μετρήθηκαν: η συνολική μάζα λίπους, η άλιπη μάζα, η περιφερειακή άλιπη μάζα, η οστική πυκνότητα και περιεκτικότητα. Η οστεοπενία με βάση το t-score για BMD διακρίνεται με τιμή κάτω από -1SD και η οστεοπόρωση με τιμή t-score κάτω από 2,5SD. Ο σχετικός δείκτης των σκελετικών μυών (RSMI) ορίστηκε με βάση τον τύπο:  $ALM / \text{ύψος}^2$ . Κλινικά σημαντική σαρκοπενία ορίστηκε όταν η τιμή του RSMI

ήταν > 2 τυπικές αποκλίσεις (2 SD) κάτω από την φυσιολογική τιμή των υγιών γυναικών (<5,45 kg / m<sup>2</sup> για τις γυναίκες).

Επίσης καταγράφηκαν τα θρεπτικά συστατικά (π.χ. πρωτεΐνες, υδατάνθρακες κλπ) που έλαβε ο κάθε συμμετέχοντας για το διάστημα 3 ημερών πριν την ημέρα της μελέτης. Επιπλέον, απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο που αφορούσε την σωματική τους δραστηριότητα στην καθημερινότητά τους.

Σύμφωνα με τον τύπο ALM / ύψος<sup>2</sup>, ο επιπολασμός της σαρκοπενίας σε αυτές τις γυναίκες ήταν 11,7%, σε σύγκριση με το 25% στις γυναίκες με οστεοπενία και 50% στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπόρωση. Στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, η επικράτηση της σαρκοπενίας ήταν 8,9% υψηλότερη στις γυναίκες με οστεοπενία και 33,9% υψηλότερη στις γυναίκες με οστεοπόρωση σε σύγκριση με τις γυναίκες που είχαν φυσιολογική οστική πυκνότητα. Ωστόσο η ανάλυση Pearson chi-square test δεν έδειξε κάποια συσχέτιση μεταξύ σαρκοπενίας και οστεοπόρωσης ή οστεοπενίας. Ωστόσο ο RSMI βρέθηκε ότι συσχετίζεται θετικά με την οστική πυκνότητα. Αυτή η συσχέτιση εξαλείφθηκε μετά την προσαρμογή της φυσικής δραστηριότητας, γεγονός που υποδηλώνει ότι η παράλληλη προοδευτική μείωση της οστικής πυκνότητας και της μυικής μάζας με την ηλικία, μπορεί εν μέρει να μετριαστεί με τη χαμηλής έντασης φυσική δραστηριότητα (Walsh et al., 2006).

### **Ο επιπολασμός της σαρκοπενίας και η συσχέτιση της με την οστεοπόρωση σε 313 ηλικιωμένες γυναίκες με κάταγμα ισχίου**

Στόχος της έρευνας ήταν να διερευνηθεί ο επιπολασμός της σαρκοπενίας και η συσχέτιση μεταξύ σαρκοπενίας και οστεοπόρωσης σε ένα μεγάλο δείγμα γυναικών που υπέστησαν κάταγμα στο ισχίο.

Η μελέτη διεξήχθη σε μια πόλη με περίπου ένα εκατομμύριο κατοίκους. Αξιολογήθηκαν 340 λευκές γυναίκες οι οποίες εισήχθησαν στο τμήμα φυσικής ιατρικής και αποκατάστασης λόγω του πρώτου κατάγματος στο ισχίο τους. Είκοσι επτά γυναίκες αποκλείστηκαν από τη μελέτη για του εξής διαφορετικούς λόγους: το κάταγμα του ισχίου

τους προέκυψε από σοβαρό τραυματισμό ή καρκίνο, είχαν κάνει αρθροπλαστική γόνατος ή ισχίου και κάποιες αρνήθηκαν να υποβληθούν σε DXA. Ως εκ τούτου το δείγμα της μελέτης περιελάμβανε 313 γυναίκες.

Η DXA χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της συνολικής και περιφερειακής σύστασης του σώματος. Η περιφερειακή άλιπη μάζα υπολογίστηκε ως το άθροισμα της άλιπης μάζας στα άνω και κάτω άκρα. Για να μετρηθεί η άλιπη μάζα, μετρήθηκε το ύψος των γυναικών και ακολουθήθηκε ο παρακάτω τύπος:  $ALM / \text{ύψος}^2$  (περιφερειακή άλιπη μάζα/ύψος<sup>2</sup>). Με βάση την άλιπη μάζα, ένα άτομο χαρακτηρίστηκε ως σαρκοπενικό όταν η τιμή της ήταν 2 τυπικές αποκλίσεις κάτω από την τιμή των φυσιολογικών ατόμων. Επίσης μελετήθηκε ο χρόνος μεταξύ της εμφάνισης των καταγμάτων και της αξιολόγησης DXA, επειδή παρατηρήθηκαν ραγδαίες αλλαγές στη σύνθεση του σώματος μετά την εμφάνιση του κατάγματος ισχίου. Επίσης αξιολογήθηκε η οστική πυκνότητα με DXA στα ισχία που δεν υπέστησαν κάταγμα. Αξιολογήθηκαν 2 μέρη: μηριαίος αυχέννας και το εγγύς μηριαίο. Η οστεοπόρωση διαγνώστηκε όταν ένα T-score <-2,5 SD βρέθηκε σε μια τουλάχιστον από τις δύο μηριαίες περιοχές.

Με τη χρήση του Pearsons test βρέθηκε μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ  $ALM / \text{ύψος}^2$  και BMD. Οι 180 από τις 313 γυναίκες (δηλαδή το 58%) είχαν σαρκοπενία, ενώ οι 230 (δηλαδή το 73%) εκδήλωσαν οστεοπόρωση. Ένα chi-square test ανεξάρτητα έδειξε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ σαρκοπενίας και οστεοπόρωσης. Επίσης βρέθηκε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ σαρκοπενίας και οστεοπόρωσης μετά τον συνυπολογισμό της ηλικίας και το διάστημα μεταξύ της εμφάνισης του κατάγματος και την αξιολόγηση DXA. Για μια γυναίκα με σαρκοπενία οι πιθανότητες να εμφανίσει οστεοπόρωση ήταν 1,8 φορές περισσότερες από τις φυσιολογικές γυναίκες (Di Monaco et al., 2011).

### **Η σοβαρή οστεοπενία και οστεοπόρωση, η σαρκοπενία και η κατάσταση αδυναμίας σε μία κοινότητα ηλικιωμένων γυναικών: Αποτελέσματα από τη Μελέτη Υγείας και Γήρανσης των Γυναικών (WHAS) II**

Σκοπός της μελέτης ήταν να εκτιμήσει την επιμέρους και κοινή επίδραση της σοβαρής οστεοπενίας/οστεοπόρωσης και σαρκοπενίας σε κατάσταση αδυναμίας, στις ηλικιωμένες

γυναίκες της κοινότητας, χρησιμοποιώντας DXA. Υποτέθηκε ότι η πιθανότητα αδυναμίας θα είναι μεγαλύτερη όταν συνυπάρχουν σαρκοπενία και σοβαρή οστεοπενία και οστεοπόρωση, μικρότερη όταν κανένα από αυτά τα προβλήματα δεν είναι επικρατέστερο και μέτρια πιθανότητα όταν υπάρχει ένα από τα δύο προβλήματα.

Η μελέτη παρατήρησης υγιών ηλικιωμένων γυναικών II (WHAS II) είναι μια μελέτη που σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει τις αιτίες και την πορεία της σωματικής αναπηρίας στις ηλικιωμένες γυναίκες της κοινότητας στην Βαλτιμόρη. Συμμετείχαν 250 γυναίκες ηλικίας 70-79 ετών οι οποίες επιλέχθηκαν με τα εξής κριτήρια: 1) καμία αναφορά δυσκολίας σε 15 εργασίες που αξιολογήθηκαν ή μόνο σε έναν τομέα σωματικής λειτουργικότητας, όπως δραστηριότητες με τα άνω άκρα, δουλειές του σπιτιού και αυτοεξυπηρέτηση, 2) φυσιολογική γνωστική λειτουργία (αξιολογήθηκε με το Mini-Mental State Examination) και 3) η δυνατότητα να συμμετάσχουν σε μιας μέρας διάρκεια κλινική αξιολόγηση. Επίσης οι γυναίκες που επιλέχθηκαν, είχαν υποβληθεί σε εξέταση DXA. Από τη μελέτη αποκλείστηκαν οι γυναίκες που είχαν ιστορικό θεραπείας με κορτικοστεροειδή και διψωφονικά.

Η σύσταση του σώματος και της οστικής πυκνότητας, της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, ο αυχένος του μηριαίου και ολόκληρο το ισχίο, αξιολογήθηκαν με το ίδιο πυκνόμετρο με την DXA. Οι ηλικιωμένες γυναίκες ταξινομήθηκαν σύμφωνα με τα κριτήρια του παγκόσμιου οργανισμού υγείας με βάση το T-score της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας ή/και τον αυχένα του μηριαίου οστού ή/και στο ισχίο. Όλες οι γυναίκες είχαν υψηλή λειτουργική ικανότητα και μόνο ένας μικρός αριθμός εξ ευτών παρουσίασαν οστεοπόρωση. Ως εκ τούτου, επιλέχθηκε και ταξινομήθηκε ο πληθυσμός σε "σοβαρή" οστεοπενία ( $-2,5 \text{ SD} < \text{T score} \leq -2,0 \text{ SD}$ )

και σε οστεοπόρωση ( $\text{T-score} \leq -2,5 \text{ SD}$ ). Το σύνολο και η περιφερειακή άλιπη και λιπώδης μάζα του σώματος προσδιορίστηκαν με τη χρήση της DXA σε όλο το σώμα, την ίδια στιγμή των μετρήσεων της οστικής πυκνότητας. Η σαρκοπενία ορίστηκε με βάση τον τύπο ( $\text{aLM}/\text{ht}^2$ ). Το οριακό σημείο για τις ηλικιωμένες γυναίκες ήταν  $5.45 \text{ kg}/\text{m}^2$  που αντιστοιχεί 2 τυπικές αποκλίσεις κάτω από τη τιμή του φυσιολογικού νεαρού πληθυσμού.

Όλες οι γυναίκες κατηγοριοποιήθηκαν ως αδύναμες, προ αδύναμες ή εύρωστες σύμφωνα με ευρέως χρησιμοποιούμενα κριτήρια τα οποία είναι τα εξής: 1) Συρρίκνωση: ακούσια απώλεια βάρους  $\geq 10$  lb ή  $\geq 5\%$  του σωματικού βάρους κατά το προηγούμενο έτος 2) Αδυναμία: η δύναμη της λαβής στο χαμηλότερο του 20% σε σχέση με την αρχική τιμή με βάση το φύλλο και τον δείκτη μάζας σώματος 3) Η ανεπαρκής αντοχή και ενέργεια: όπως υποδεικνύεται από τον βαθμό της εξάντλησης, κάτι το οποίο προσδιορίζεται από δύο ερωτήσεις με βάση την κλίμακα CES-D, 4) Βραδύτητα: ορίστηκε με βάση το χρόνο για απόσταση 15 ποδιών, με προσαρμογή ανάλογα με το ύψος και το φύλλο 5) Χαμηλά επίπεδα σωματικής δραστηριότητας: το χαμηλότερο πεμπτημώριο της σωματικής δραστηριότητας με βάση τις χιλιοθερμίδες που δαπανήθηκαν ανά εβδομάδα. Τα άτομα με 3 ή με περισσότερα από τα 5 αυτά χαρακτηριστικά, ορίζονται ως αδύναμα, εκείνα με 1 ή 2 χαρακτηριστικά ως προ αδύναμα και τα άτομα χωρίς κανένα χαρακτηριστικό ως εύρωστα.

Η μελέτη αυτή έδειξε ότι οι γυναίκες με αδυναμία είχαν περισσότερες πιθανότητες για σαρκοπενία και σοβαρή οστεοπενία/οστεοπόρωση, σε σύγκριση με τις προ αδύναμες και εύρωστες γυναίκες, αν και αυτό δεν ήταν στατιστικά σημαντικό. Ωστόσο η κοινή επίδραση της οστεοπενίας/οστεοπόρωσης και σαρκοπενίας δημιούργησε 6 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα αδυναμίας στις γυναίκες της κοινότητας.

Πιο συγκεκριμένα για την σχέση σοβαρής οστεοπενίας /οστεοπόρωσης με την σαρκοπενία αναφέρεται ότι η οστεοπόρωση ήταν πιο διαδεδομένη στο 26,2% των ηλικιωμένων γυναικών και η παρουσία της οστεοπενίας ήταν σχεδόν τρεις φορές υψηλότερη στην ομάδα της σαρκοπενίας, σε σύγκριση με τις μη-σαρκοπενικές γυναίκες. Η σοβαρή οστεοπενία και οστεοπόρωση εμφανίστηκε στο 40,2 των σαρκοπενικών γυναικών. Τέλος, η σαρκοπενία επαληθεύτηκε στο 58,3% των οστεοπορωτικών, στο 48,5% των οστεοπενικών και στο 54,4% στις ηλικιωμένες γυναίκες με σοβαρή οστεοπενία/οστεοπόρωση (Frisoli Jr. et al., 2011).

**Η σαρκοπενία και η σχέση της με την οστική πυκνότητα στους μεσήλικες και ηλικιωμένους Ευρωπαίους άνδρες**

Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να διευκρινιστεί η σχέση μεταξύ των μυών και των οστών στους άνδρες. Πιο συγκεκριμένα, ήθελε να προσδιοριστεί η σχέση μεταξύ της μυϊκής μάζας, της μυϊκής δύναμης και της οστικής πυκνότητας, καθώς και η σχέση μεταξύ της σαρκοπενίας και της οστικής πυκνότητας σε μεσήλικες και ηλικιωμένους άνδρες από την Ευρώπη. Η σαρκοπενία ορίστηκε σύμφωνα με τη χαμηλή μυϊκή μάζα και τον αυστηρότερο ορισμό της EWGSOP. Για αυτό τον σκοπό, χρησιμοποιήσαμε τμηματικά δεδομένα από δύο κέντρα που συμμετείχαν στην Ευρωπαϊκή Μελέτη Ηλικιωμένων Ανδρών (EMAS).

Για την συμμετοχή στην EMAS επιλέχθηκαν άνδρες ηλικίας από 40-79 ετών από τα μητρώα του Μάντσεστερ (Ηνωμένο Βασίλειο) και του Λέουφεν (Βέλγιο). Εκείνοι που συμφώνησαν να λάβουν μέρος κλήθηκαν να παραστούν σε μία τοπική κλινική για μία συνέντευξη με τη βοήθεια ερωτηματολογίου, αξιολόγησης της φυσικής λειτουργίας, του βάρους, του ύψους και της οστικής πυκνότητας. Τα άτομα στο Λέουφεν αξιολογήθηκαν και στη μυϊκή τους δύναμη.

Οι συμμετέχοντες (n=697) συμπλήρωσαν, αρχικά, ένα ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε τη Κλίμακα Φυσικής Δραστηριότητας Ηλικιωμένων (PASE), η οποία συνδυάζει πληροφορίες σχετικά με καθημερινές και επαγγελματικές δραστηριότητες. Επίσης, το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε και ερωτήσεις σχετικά με το φαρμακευτικό ιστορικό. Η σωματική δραστηριότητα μετρήθηκε με τη χρήση ενός στοιχείου από τη δοκιμασία Reuben ( τα δευτερόλεπτα που ελήφθησαν για τη βάδιση 50 ft) και της δοκιμασίας Tinetti για την ισορροπία και ορθοστατική σταθερότητα (τα δευτερόλεπτα που ελήφθησαν για να μεταφερθεί το άτομο από την καθιστή στην όρθια θέση). Επίσης, μέσω της χρήσης της DXA μετρήθηκε η οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου οστού, του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας, η άλιπη μάζα (LM), η περιφερική άλιπη μάζα (aLM) και η συνολική λιπώδης μάζας. Η δύναμη της λαβής αξιολογήθηκε από ένα δυναμόμετρο χειρός. Η ισομετρική και ισοκινητική δύναμη αξιολογήθηκαν στους εκτεινόντες του αριστερού γονάτου, δηλαδή από τη μεριά που έγινε η μέτρηση της οστικής πυκνότητας.



Η οστεοπόρωση χαρακτηρίστηκε μέσω ενός T-score στον αυχένα του μηριαίου, στο ισχίο ή στην οσφυϊκή μοίρα με τουλάχιστον 2,5 τυπικές αποκλίσεις κάτω από την μέση οστική πυκνότητα των νεαρών ενηλίκων ανδρών. Από την άλλη η σαρκοπενία ορίστηκε χρησιμοποιώντας δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη βασίστηκε στη προσέγγιση Baumgartner et al. (1998) ο οποίος όρισε ένα άτομο ως σαρκοπενικό όταν ο RASM ( $aLM/ύψος^2$ ) ήταν κάτω από την τιμή  $7,26 \text{ kg/m}^2$ . Η δεύτερη προσέγγιση βασίστηκε στο συναινετικό ορισμό της EWGSOP στην οποία ένα άτομο που πληρεί μόνο το κριτήριο της χαμηλής μυϊκής μάζας κατηγοριοποιείται ως προ-σαρκοπενικό, ενώ ένα άτομο που έχει, επίσης, μειωμένη μ μυϊκή δύναμη ή περιορισμένη σωματική δραστηριότητα κατηγοριοποιείται ως σαρκοπενικό και ένα άτομο και με τα δύο κριτήρια ότι έχει σοβαρή σαρκοπενία. Η χαμηλή μυϊκή δύναμη ορίστηκε όταν η δύναμη της λαβής του χεριού είναι  $\leq 29 \text{ kg}$  αν ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) είναι  $\leq 24$ ,  $\leq 30 \text{ kg}$  αν ο BMI είναι από  $24,1-28$  και  $\leq 32 \text{ kg}$  αν ο BMI είναι  $>28$ , ενώ η χαμηλή σωματική απόδοση ορίστηκε όταν η ταχύτητα βάδισης είναι  $<1 \text{ m/s}$ .

Σε αυτή τη συγχρονική μελέτη τόσο η aLM όσο και η συνολική λιπώδης μάζας συσχετίστηκαν με την οστική πυκνότητα όλων των σημείων. Η δύναμη του τετρακέφαλου ήταν συνδεδεμένη με την οστική πυκνότητα όλων των σημείων, καθώς και η δύναμη της λαβής. Σε ένα σταδιακό πολυμεταβλητό μοντέλο, η aLM ήταν ο ισχυρότερος καθοριστικός παράγοντας της BMD του συνολικού σώματος, του ισχίου, του αυχένα του μηριαίου και της οσφυϊκής μοίρας. Βρέθηκε, επίσης ότι συνολικά όλες αυτές οι μεταβλητές, μαζί με το κάπνισμα, αντιπροσώπευαν περίπου το 10-25% της διακύμανσης της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου οστού.

Όσον αφορά τη συσχέτιση της οστεοπόρωσης με τη σαρκοπενία βρέθηκε ότι η σαρκοπενία συσχετίζεται με έναν τρεις φορές μεγαλύτερο κίνδυνο οστεοπόρωσης σε σύγκριση με εκείνους με φυσιολογικό RASM, μετά από τον συνυπολογισμό της ηλικίας και του κέντρου. Επίσης, η κάθε αύξηση μίας τυπικής απόκλισης στον RASM σχετίστηκε με μείωση κατά 30% στην πιθανότητα εμφάνισης οστεοπόρωσης. Ομοίως, στην ομάδα του Λέουφεν οι προ-σαρκοπενικοί άνδρες είχαν τέσσερις φορές περισσότερες πιθανότητες να έχουν οστεοπόρωση σε σύγκριση με αυτούς με

φυσιολογικό RASM. Εκείνοι με σαρκοπενία, σύμφωνα με τον ορισμό της EWGSOP είχαν διπλάσιες πιθανότητες να έχουν οστεοπόρωση σε σύγκριση με αυτούς με φυσιολογικό RSAM, αν και μόνο 14 ασθενείς συμπεριλήφθηκαν σε αυτή την ομάδα. Τέλος, κανένας ασθενής, δεν ταξινομήθηκε στην ομάδα της σοβαρής σαρκοπενίας (Verschuere et al.,2013).

### **Η σαρκοπενία και οστεοπενία στις γυναίκες από την Φιλανδία ηλικίας μεταξύ 70 και 80 ετών: ο επιπολασμός και η συσχέτιση με τη λειτουργική απόδοση**

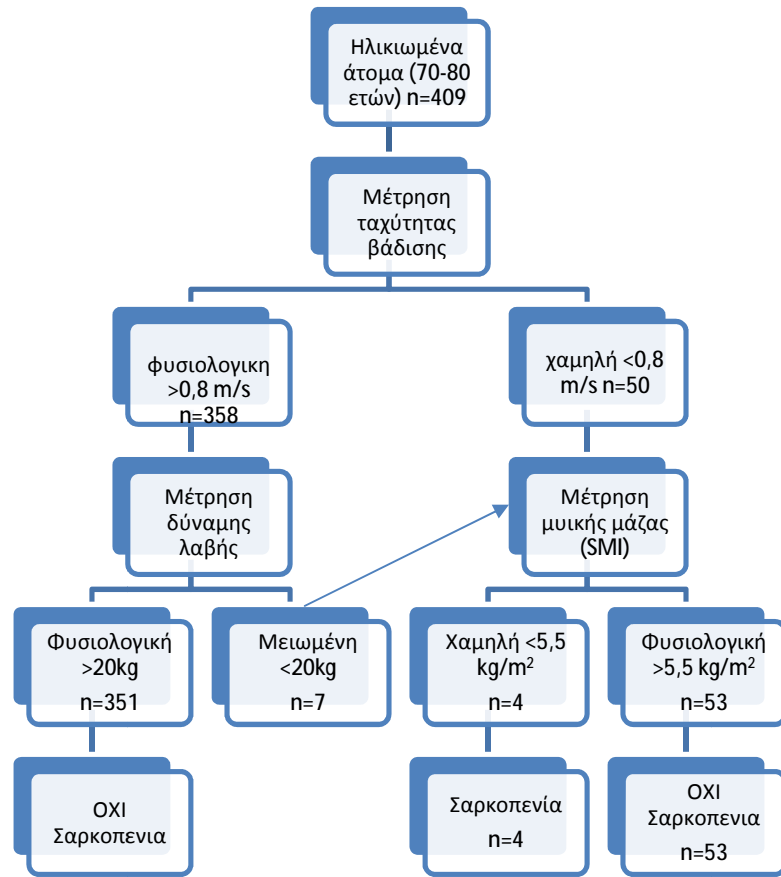
Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν ο προσδιορισμός της σαρκοπενίας και της οστεοπενίας σε μία υποψήφια ομάδα γυναικών φιλανδικής καταγωγής ηλικίας 70 έως 80 ετών χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη βασική γραμμή ελέγχου της τυχαιοποιημένης μελέτης μεταξύ της βιταμίνης D και της άσκησης (DEX). Επίσης, ένας επιπλέον σκοπός της μελέτης ήταν η σύγκριση των συναινετικών διαγνωστικών κριτηρίων για τη σαρκοπενία και η συσχέτισή τους με τη λειτουργική ικανότητα.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, συμπεριλήφθηκαν 409 γυναίκες, οι οποίες ζούσαν ανεξάρτητες στην κοινότητα τους και επιλέχθηκαν σύμφωνα με τα κριτήρια ένταξης και τις ιατρικές εξετάσεις του ιατρού. Οι γυναίκες αυτές είχαν ιστορικό τουλάχιστον μίας πτώσης το προηγούμενο έτος, δεν είχαν καμία αντένδειξη για άσκηση και κατανοούσαν πλήρως τη διαδικασία της μελέτης DEX. Τα κριτήρια αποκλεισμού, αυτής της μελέτης ήταν: η μέτρια έως έντονη άσκηση περισσότερο από 2 ώρες/εβδομάδα, η τακτική χρήση συμπληρωμάτων βιταμίνης D, τα πρόσφατα κατάγματα (κατά τη διάρκεια των τελευταίων 12 μηνών), η σημαντική μείωση στις βασικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, οι γνωστικές διαταραχές και οι εκφυλιστικές παθήσεις, όπως η νόσος του Πάρκινσον.

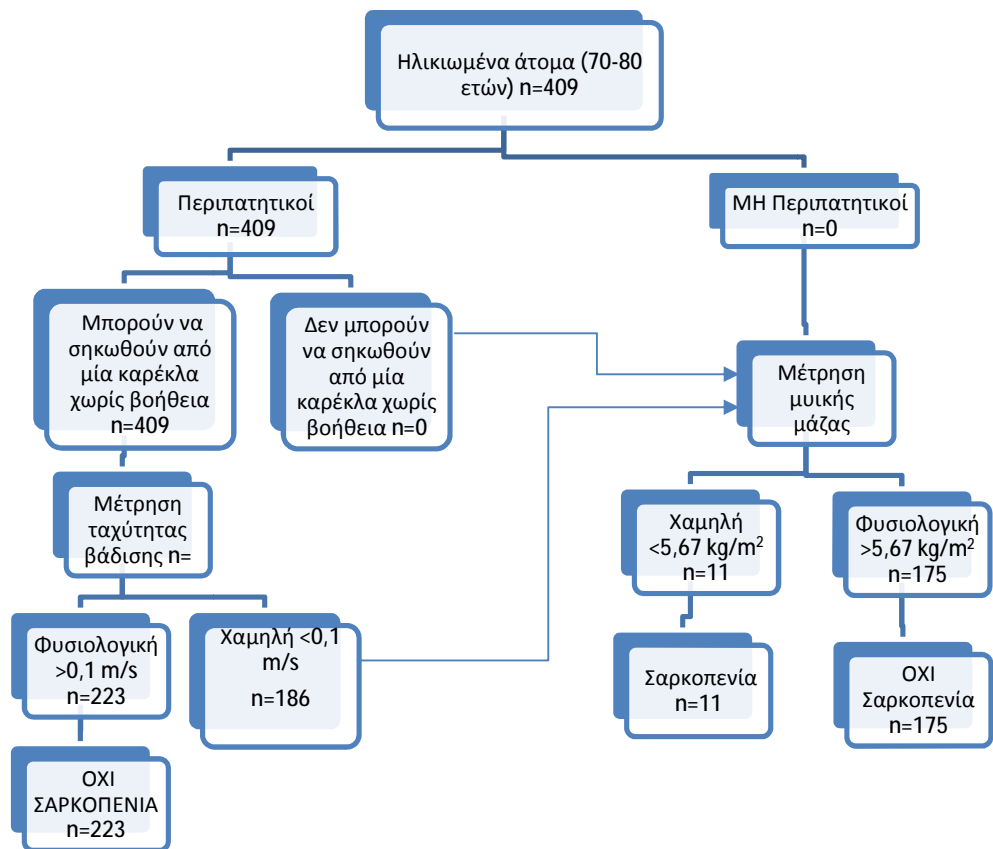
Η σαρκοπενία έλαβε χωριστές διαγνώσεις σύμφωνα με τις υποδείξεις που δόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας των Ηλικιωμένων Ατόμων (EWGSOP) και της Ομάδα Εργασίας της Σαρκοπενίας (IWG). Σύμφωνα με την EWGSOP, συνιστώνται τρεις

βασικές μεταβλητές αποτελέσματος: η μυϊκή μάζα, η μυϊκή δύναμη και η σωματική απόδοση, και προτείνεται ένας αριθμός πιθανών μετρήσεων για κάθε μία από αυτές. Στη συγκεκριμένη μελέτη θεωρήθηκε ο δείκτης μάζας του σκελετικού μυός ως μέτρο της μυϊκής μάζας, η δύναμη της λαβής του χεριού ως μέτρο της δύναμης του μυός και η ταχύτητα του βαδίσματος ως μέτρηση της απόδοσης του μυός. Ο διαγνωστικός αλγόριθμος της EWGSOP παρουσιάζεται στο σχήμα 5.1. Επιπλέον, σύμφωνα με τη IWG η διάγνωση της σαρκοπενίας βασίστηκε στη ταχύτητα βάδισης κάτω του 1 m/s και στην αντικειμενική μέτρηση της χαμηλής μάζας, πάλι με τη βοήθεια του τύπου SMI, γεγονός που συνετέλεσε στη διευκόλυνση της σύγκρισης μεταξύ των δύο μεθόδων. Ο αλγόριθμος για την απεικόνιση της διάγνωσης της σαρκοπενίας σύμφωνα με τη IWG παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2. Τέλος, η οστική περιεκτικότητα του συνολικού σώματος και η οστική πυκνότητα του αριστερού εγγύς μηριαίου οστού αξιολογήθηκαν με τη μέθοδο DXA, η οποία χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του T-score, σύμφωνα με τα κριτήρια του ΠΟΥ, όπου όριζαν ως οστεοπορωτικά τα άτομα με T-score κάτω ή ίσο με  $-2,5$  SD από το μέσο όρο του νεαρού πληθυσμού και ως οστεοπενικά τα άτομα με T-score μεταξύ  $-1$  και  $-2,5$  SD.

Ο επιπολασμός της οστεοπενίας, στη συγκεκριμένη μελέτη, ήταν 36%, σύμφωνα με τα κριτήρια του T-score, ενώ τρεις γυναίκες έπασχαν από οστεοπόρωση (0,8%). Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.1 μόνο οι τέσσερις γυναίκες από τις 409 διαγνώστηκαν με σαρκοπενία (0,9%), ενώ σύμφωνα με το σχήμα 5.2 μόνο οι έντεκα (2,7%). Από αυτές, στην πρώτη περίπτωση οι δύο από τις τέσσερις είχαν οστεοπενία, ενώ στη δεύτερη οι επτά από τις έντεκα (Patil et al., 2013).



**Σχήμα 5. 1** Αλγόριθμος EWGSOP (Τροποποιημένο από Patil, R., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., Kannus, P., Karinkanta, S., Sievänen, H., 2013, Sarcopenia and osteopenia among 70–80-year-old home-dwelling Finnish women: prevalence and association with functional performance, Osteoporos Int, 24, pp. 787-796)



**Σχήμα 5. 2** Αλγόριθμος IWG (Τροποποιημένο από Patil, R., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., Kannus, P., Karinkanta, S., Sievänen, H., 2013, Sarcopenia and osteopenia among 70–80-year-old home-dwelling Finnish women: prevalence and association with functional performance, *Osteoporos Int*, 24, pp. 787-796)

### **Ο επιπολασμός της σαρκοπενίας στις γυναίκες από την Ιαπωνία με οστεοπενία και οστεοπόρωση**

Οι στόχοι της μελέτης αυτής ήταν να εξεταστούν οι συσχετίσεις μεταξύ της σαρκοπενίας και της οστεοπόρωσης στις γυναίκες ιαπωνικής καταγωγής, ηλικίας από 40 ετών και άνω, και η αξιολόγηση του επιπολασμού της σαρκοπενίας μεταξύ των Γιαπωνέζων γυναικών με οστεοπενία και οστεοπόρωση.

Στη συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν 2400 γυναίκες από την Ιαπωνία ηλικίας από 40 ετών και άνω, οι οποίες υποβλήθηκαν σε μέτρηση μέσω της χρήσης της DXA στην οσφυϊκή μοίρα και στο ισχίο. Όλα τα άτομα ήταν ορθοπεδικοί ασθενείς που είχαν δευτερεύοντα συμπτώματα (δηλαδή διάστρεμμα, θλάση κλπ.) και τους ζητήθηκε εξέταση για οστεοπόρωση, ή συμμετείχαν σε ένα τοπικό πρόγραμμα ελέγχου για την παρουσία της οστεοπόρωσης. Τα άτομα με ιστορικό φαρμακευτικής αγωγής ενάντια στην οστεοπόρωση, κακοήθειες, χρήση κορτικοστεροειδών, οστικές μεταβολικές διαταραχές εκτός από την οστεοπόρωση, παράλυση ή αδυναμία βάδισης για οποιονδήποτε λόγο αποκλείστηκαν από τη μελέτη.

Η οστεοπόρωση στις γυναίκες διαγνώσθηκε με τη χρήση των κριτηρίων της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (ΠΟΥ). Σύμφωνα με αυτά, η οστεοπενία ορίστηκε όταν το T-score της οστικής πυκνότητας ήταν από -1 έως 2,5 τυπικές αποκλίσεις κάτω από τη μέση τιμή των νεαρών ενηλίκων ατόμων και η οστεοπόρωση από 2,5 ή περισσότερες τυπικές αποκλίσεις. Οι οστικές πυκνότητες μετρήθηκαν με τη χρήση της DXA στην οσφυϊκή μοίρα και στο ισχίο. Τα δεδομένα για τη σύσταση του σώματος ελήφθησαν μέσω της χρήσης της DXA και η περιφερική μυϊκή μάζα υπολογίστηκε ως το άθροισμα της μάζας των σκελετικών μυών στα άνω και στα κάτω άκρα. Ο σχετικός σκελετικός δείκτης μάζας (RSMI) προήλθε από την περιφερική σκελετική μυϊκή μάζα (kg) διαιρούμενη με το ύψος στο τετράγωνο ( $m^2$ ). Η σαρκοπενία θεωρείται παρούσα όταν η τιμή του RSMI είναι 2 ή περισσότερες τυπικές αποκλίσεις (SD) κάτω από το μέσο όρο των νεαρών ενηλίκων γυναικών. Ο δείκτης της σαρκοπενίας σε αυτή τη μελέτη ορίστηκε ως  $5,46 \text{ kg/m}^2$ .

Η συσχέτιση μεταξύ των εκτιμώμενων μεταβλητών αναλύθηκαν με τη χρήση του συντελεστή συσχέτισης Pearson και της απλής ανάλυσης παλινδρόμησης. Περαιτέρω αναλύσεις χρησιμοποίησαν πολλαπλές παλινδρομήσεις για τη διεξαγωγή της εκτίμησης του αντίκτυπου του RSMI στην οστική πυκνότητα. Για την ανεξάρτητη διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας χρησιμοποιήθηκε το Chi-square test. Το test αυτό έδειξε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της σαρκοπενίας, η οποία ορίστηκε με τη χρήση του δείκτη RSMI, και της οστεοπόρωσης, η οποία ορίστηκε βάσει τόσο της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας όσο και του ισχίου. Επιπλέον, ο

επιπολασμός της σαρκοπενίας σε άτομα με οστεοπενία (16,8 ή 17,8%) ήταν υψηλότερος σε σχέση με αυτόν στα άτομα με φυσιολογική οστική πυκνότητα (10,4 ή 9%) και η επικράτηση της σαρκοπενίας σε άτομα με οστεοπόρωση (20,4 ή 29,7%) ήταν υψηλότερη από την επικράτηση της στα άτομα με οστεοπενία. Αυτή η σχέση παρατηρήθηκε σε όλες τις ηλικιακές ομάδες. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η σαρκοπενία συνδέεται σημαντικά με την οστεοπενία και την οστεοπόρωση στις γυναίκες από την Ιαπωνία. Σημαντικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν, επίσης, μεταξύ του RSMI και των οστικών πυκνοτήτων στα δύο σημεία (Miyakoshi et al., 2013).

### **Η σχέση μεταξύ της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης και των στοιχείων της κλινικής σαρκοπενίας**

Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξακριβώσει εάν και πώς η ευθραυστότητα των οστών, δηλαδή η χαμηλή οστική πυκνότητα ή τα κατάγματα και οι πτώσεις σχετίζονται με τα στοιχεία της κλινικής σαρκοπενίας σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με τα σημερινά κριτήρια της κλινικής σαρκοπενίας. Η υπόθεση της παρούσας μελέτης συνδέεται σημαντικά με τις τρεις συνιστώσες της σαρκοπενίας, δηλαδή τη μάζα, τη δύναμη και φυσική απόδοση των μυών.

Η μελέτη OSTPRE (Osteoporosis Risk Factor and Prevention) ξεκίνησε για πρώτη φορά το 1989 στο Κουόπιο, της Ανατολικής Φιλανδίας, και συμπεριέλαβε ως δείγμα όλες τις γυναίκες τις περιοχής που γεννήθηκαν από το 1932-1941 (n=14220) σε μία ομαδική μελέτη παρατήρησης. Τα άτομα που επιλέχθηκαν για την παρούσα μελέτη OSTPRE για την πρόληψη των καταγμάτων (OSTPRE-FPS) επιλέχθηκαν από την αρχική ομάδα OSTPRE το Νοέμβριο του 2002. Τα κριτήρια ένταξης στη συγκεκριμένη μελέτη ήταν τα εξής: άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών, που εξακολουθούν να ζουν στην κοινότητα, που επιθυμούν να συμμετάσχουν και η μη συμμετοχή τους σε προηγούμενες δοκιμές ή μετρήσεις της οστικής πυκνότητας της μελέτης OSTPRE. Ένα υπόδειγμα 750 γυναικών επιλέχθηκε από τις 3432 γυναίκες οι οποίες συμπλήρωσαν επαρκώς το ερωτηματολόγιο της OSTPRE-FPS που τους δόθηκε και ήταν πρόθυμες να συμμετέχουν στην 3-ετή αυτή μελέτη. Ύστερα από μετρήσεις με τη χρήση της DXA του συνολικού σώματος και μετρήσεις της μυϊκής δύναμης, οι 590 γυναίκες επιλέχθηκαν λόγω των έγκυρων

μετρήσεων τους. Η μελέτη διεξήχθη στην Ερευνητική Μονάδα Οστού και Χόνδρου (BCRU) του κέντρου κλινικής έρευνας του πανεπιστημίου του Κουόπιο.

Τα άτομα, αρχικά, έπρεπε να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικά με προηγούμενες ανθρωπομετρικές μετρήσεις, το ιστορικό του κάθε ατόμου, καθώς και τις καθημερινές του συνήθειες και δραστηριότητες. Όσον αφορά τα δεδομένα σχετικά με τα κατάγματα ελήφθησαν από τη γενική βάση δεδομένων της OSTPRE για την περίοδο 1999-2002 και κατά την περίοδο 2003-2006 συλλέχθηκαν μέσω τηλεφωνικών συνεντεύξεων. Ως έγκυρα κατάγματα θεωρήθηκαν εκείνα για τα οποία υπήρχε ακτινολογική επιβεβαίωση, με εξαίρεση τα κατάγματα πλευρών για τα οποία ήταν απαραίτητη η κλινική διάγνωση του ιατρού.

Οι συμμετέχοντες την περίοδο 2003-2004 κλήθηκαν για την αξιολόγηση του ύψους, του βάρους και της οστικής πυκνότητας με τη χρήση της DXA στην οπίσθια και πρόσθια πλευρά της σπονδυλικής στήλης και στον αυχένα του μηριαίου οστού. Με βάση τις τιμές της οστικής πυκνότητας οι γυναίκες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες σύμφωνα με τα κριτήρια του ΠΟΥ: οστεοπόρωση (T-score του αυχένα του μηριαίου οστού κάτω ή ίσο με -2,5 SD από το μέσο όρο του νεαρού πληθυσμού), οστεοπενία (T-score του αυχένα του μηριαίου οστού μεταξύ -1 και -2,5 SD) και φυσιολογικό (T-score του αυχένα του μηριαίου οστού πάνω από -1SD).

Ο σχετικός δείκτης σκελετικών μυών (RSMI) υπολογίστηκε από τη περιφερική μυϊκή μάζα διαιρούμενο με το ύψος στο τετράγωνο. Οι γυναίκες υποδιαιρέθηκαν σε τέσσερις ομάδες σύμφωνα με τις τιμές RSMI: α) 5,3-6,3 kg/m<sup>2</sup>, β) 6,3-6,7kg/m<sup>2</sup>, γ) 6,7-7,2kg/m<sup>2</sup> και δ) 7,2-9,3kg/m<sup>2</sup>. Οι Baumgartner et al. (1998) ανέφεραν ότι ο δείκτης σαρκοπενίας τους ήταν 5,45 kg/m<sup>2</sup>, και τον όρισαν ως 2 τυπικές αποκλίσεις κάτω από τη μέση τιμή αναφοράς του νεαρού πληθυσμού. Στη μελέτη αυτή υπήρχαν μόνο έξι γυναίκες με τιμή RSMI κάτω του 5,45 kg/m<sup>2</sup> και ως εκ τούτου αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η τιμή 6,3 kg/m<sup>2</sup> ως ο χαμηλότερος δείκτης αναφοράς της σαρκοπενίας. Η δύναμη της λαβής μετρήθηκε με ένα δυναμόμετρο χειρός και ο πληθυσμός της μελέτης χωρίστηκε σε τέσσερις ομάδες: α) 9-22,3 kPa, β) 22,3-25,7 kPa, γ) 25,7-28,7 kPa και δ) 28,7-40 kPa. Η δοκιμασία της φυσικής απόδοσης αξιολογήθηκε με τη μέτρηση της ταχύτητας βάδισης



μέσω μίας δοκιμασίας βάρδισης 10 μέτρων και ο πληθυσμός, επίσης, χωρίστηκε σε τέσσερις ομάδες: α) 19,6-7 s, β) 7-6,1 s, γ) 6,1-5,4 s και δ) 5,4-3,5 s. Οι γυναίκες, οι οποίες δεν ήταν σε θέση να περπατήσουν, κατανεμήθηκαν στη μικρότερη ομάδα.

Μία γυναίκα ταξινομούνταν ως σαρκοπενική αν ανήκε στη χαμηλότερη ομάδα του RSMI και είτε στη χαμηλότερη ομάδα της μυϊκής δύναμης είτε της ταχύτητας βαδίσματος είτε και στις δύο. Μία μη-σαρκοπενική γυναίκα δεν ανήκε σε καμία χαμηλότερη ομάδα της κάθε μέτρησης, ενώ προ-σαρκοπενικές γυναίκες ανήκαν στη χαμηλότερη ομάδα του RSMI αλλά σε χαμηλότερη ομάδα των άλλων μετρήσεων. Οι μη-ταξινομημένες γυναίκες ανήκαν στη χαμηλότερη ομάδα της μυϊκής δύναμης ή της ταχύτητας βάρδισης ή και στις δύο, αλλά όχι σε αυτή του RSMI.

Από τον τελικό πληθυσμό της μελέτης, 276 γυναίκες είχαν φυσιολογική οστική πυκνότητα (46,7%), 289 γυναίκες εμφάνιζαν οστεοπενία (48,9%) και 26 είχαν οστεοπόρωση (4,4%). Επίσης, υπήρχαν 259 μη-σαρκοπενικές, 73 προ-σαρκοπενικές, 69 σαρκοπενικές και 190 μη-ταξινομημένες γυναίκες. Επίσης, το δείγμα αναλύθηκε με τους δείκτες σαρκοπενίας της EWGSOP, όπου μόνο 6 γυναίκες εμφάνιζαν σαρκοπενία, ενώ καμία δεν εμφάνιζε σοβαρή σαρκοπενία. Το γεγονός αυτό, δείχνει την μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο διαγνωστικών μεθόδων στο ίδιο δείγμα.

Η έρευνα έδειξε όσον αφορά την συσχέτιση μεταξύ της σαρκοπενίας και της οστεοπόρωσης ότι οι σαρκοπενικές γυναίκες είχαν 12,9 φορές υψηλότερες πιθανότητες να εμφανίσουν οστεοπόρωση, σε σύγκριση με τις μη-σαρκοπενικές. Ομοίως τα προ-σαρκοπενικά άτομα είχαν 6,5 φορές υψηλότερες πιθανότητες να αποκτήσουν οστεοπόρωση σε σχέση με τα μη-σαρκοπενικά. Επιπλέον, τα μη-ταξινομημένα άτομα είχαν 5,7 υψηλότερες πιθανότητες να εμφανίσουν οστεοπόρωση (Sjöblom et al., 2013).

### **Διαγνωστικές μετρήσεις για την σαρκοπενία και την οστική πυκνότητα**

Στην παρούσα μελέτη, πραγματοποιήθηκε η σύγκριση μεταξύ των διαγνωστικών μετρήσεων της σαρκοπενίας και της οστικής πυκνότητας σε νεαρά υγιή άτομα και ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες.

Η μελέτη, αυτή, ονομάστηκε Myoage και χαρακτηριζόταν ως μία συγχρονική πολύκεντρη ευρωπαϊκή μελέτη νέων ατόμων ηλικίας (18-30 ετών) και σχετικά υγιών ηλικιωμένων ατόμων (69-81 ετών). Η ομάδα των ηλικιωμένων επιλέχθηκε με βάση τα αυτό-αναφερόμενα επίπεδα δραστηριότητας και χωρίστηκε στην ομάδα των σωματικά δραστήριων και στην ομάδα των σωματικά λιγότερων δραστήριων ηλικιωμένων. Από τη μελέτη αποκλείστηκαν εκείνοι, οι οποίοι δεν μπορούσαν να βαδίσουν μία απόσταση 250 μέτρων, με παρουσία νοσηρότητας, λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή (ανοσοκατασταλτικά φάρμακα και ινσουλίνη), ήταν υπό ακινητοποίηση τους τελευταίους 3 μήνες ή είχαν υποστεί ορθοπεδική χειρουργική επέμβαση τα τελευταία 2 χρόνια. Συνολικά οι συμμετέχοντες που συμπεριλήφθηκαν ήταν 461 (110 από την Ολλανδία, 105 από την Φιλανδία, 100 από την Εσθονία, 62 από την Γαλλία και 84 από το Ηνωμένο Βασίλειο). Από αυτούς οι εννιά αποκλείστηκαν λόγω ελλειπόντων αποτελεσμάτων της σύστασης του σώματος μέσω της DXA. Έτσι, ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων σε αυτή την ανάλυση ήταν 452.

Για την μέτρηση της οστικής πυκνότητας ολόκληρου του σώματος, της συνολικής και της τμηματικής άλιπης και λιπώδης μάζας χρησιμοποιήθηκε η DXA. Επιπλέον, η οστική πυκνότητα στην περιοχή του ισχίου σαρώθηκε σε 347 συμμετέχοντες και εξήχθησαν T-scores με βάση τις τιμές αναφοράς. Η μέτρηση της μυϊκής μάζας (ALM) πραγματοποιήθηκε με διαίρεση της ALM με το ύψος στο τετράγωνο (δείκτης SMI). Η μυϊκή δύναμη των συμμετεχόντων υπολογίστηκε είτε μέσω της ισομετρικής δύναμης των εκτεινόντων του γονάτου είτε μέσω της δύναμης της λαβής του χεριού μετρούμενη με ένα δυναμόμετρο λαβής Jamar. Η ταχύτητα βάδισης μετρήθηκε ως η μέση ταχύτητα βάδισης κατά τη διάρκεια μίας 6-λεπτης δοκιμασίας βάδισης, κατά την οποία η συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες να βαδίσουν γύρω από κώνους τοποθετημένους σε απόσταση 20 μέτρων. Για την αξιολόγηση της φυσικής απόδοσης μετρήθηκε, επίσης, και ο χρόνος επιτέλεσης της δοκιμασίας Timed Up and Go (TUG). Τέλος, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο περιελάμβανε ερωτήσεις για τις καθημερινές συνήθειες, το φαρμακευτικό και το ιατρικό ιστορικό τους.

Τα αποτελέσματα της συγχρονικής μελέτης έδειξαν, αρχικά, ότι οι συσχετίσεις των διαφόρων διαγνωστικών μετρήσεων της σαρκοπενίας με την οστική πυκνότητα ποικίλουν σημαντικά. Επομένως, οι διάφορες διαγνωστικές μετρήσεις δεν μπορούν να συγκριθούν ή να ερμηνευτούν εναλλακτικά. Σε δεύτερο σκέλος, αποδείχτηκε ότι η άλιπη μάζα συσχετιζόταν περισσότερο από κάθε άλλο στοιχείο με την οστική πυκνότητα. Ο δείκτης SMI, καθώς, και η λιπώδης μάζα φαίνεται ότι σχετίζονται επίσης με την οστική πυκνότητα. Η μυϊκή μάζα συσχετιζόταν με την οστική πυκνότητα του συνολικού σώματος στους νέους συμμετέχοντες και στους ηλικιωμένους άνδρες, αλλά όχι στις ηλικιωμένες γυναίκες. Τέλος, η δοκιμασία TUG και η ταχύτητα βάρδισης δεν σχετιζόταν με την οστική πυκνότητα (Bijlsma et al., 2013).

### **Η συσχέτιση μεταξύ της σαρκοπενίας, της οστικής πυκνότητας και της σχετιζόμενης με την υγεία, ποιότητας ζωής των Κορεατών ανδρών**

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να προσδιοριστεί η συσχέτιση μεταξύ της σαρκοπενίας και της οστικής πυκνότητας, καθώς και η σχέση μεταξύ της σαρκοπενίας και της ποιότητας ζωής στους άνδρες από την Κορέα.

Η μελέτη αυτή ανέλυσε στοιχεία από 1397 άνδρες εθελοντές ηλικίας από 50 ετών και άνω, η οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα KNHANES IV από τον Ιανουάριο του 2009 ως το Δεκέμβριο του 2009. Από την μελέτη αποκλείστηκαν 83 άτομα ελλιπείς ερωτηθέντες για την EuroQol-διάσταση (EQ-5D), 66 άτομα που δεν είχαν επαρκή δείγματα αίματος και 181 άτομα, τα οποία δεν προέβησαν σε μέτρηση με DXA.

Η συνολική και η περιφερική οστική πυκνότητα (BMD) και η συνολική και περιφερική άλιπη μάζα μετρήθηκαν με τη μέθοδο DXA. Η διάγνωση της σαρκοπενία ορίστηκε, όπως προτάθηκε από τον Baumgartner, σύμφωνα με το δείκτη της περιφερικής άλιπης μάζας διαιρούμενη με το ύψος<sup>2</sup>. Ο δείκτης αναφοράς της σαρκοπενίας για τα άτομα της μελέτης ήταν 6,93 kg/m<sup>2</sup>, ο οποίος αντιστοιχεί σε δύο τυπικές αποκλίσεις κάτω από τη μέση τιμή του νεαρού πληθυσμού. Η οστική πυκνότητα ταξινομήθηκε με βάση τα κριτήρια του ΠΟΥ με βάση το T-score της οσφυϊκής μοίρα ή/και του αυχένα του μηριαίου ή/και στο

ισχίο ως εξής: φυσιολογική (T-score>-1 SD), οστεοπενία (-1SD≥T-score>-2,5 SD) και οστεοπόρωση (T-score≤-2,5 SD).

Η EuroQol χρησιμοποιήθηκε για να αξιολογήσει την σχετιζόμενη με την υγεία ποιότητα ζωής (HRQol). Η EQ-5D καταγράφει το επίπεδο των αυτό-αναφερόμενων προβλημάτων σύμφωνα με πέντε διαστάσεις (κινητικότητα, αυτό-φροντίδα, συνήθειες δραστηριότητες, άλγος/δυσφορία και το άγχος/κατάθλιψη). Για κάθε μία υπήρχε μία συγκεκριμένη απάντηση: δεν υπάρχουν προβλήματα ή μερικά προβλήματα ή τεράστια προβλήματα, και ταξινομήθηκαν ανάλογα με το αν υπάρχει πρόβλημα ή όχι.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν, όσον αφορά της συσχέτιση της σαρκοπενίας με την οστεοπόρωση, ότι το T-score της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, του αυχένα του μηριαίου και του ισχίου ήταν χαμηλότερο στα άτομα με σαρκοπενία από εκείνα χωρίς σαρκοπενία. Έτσι, ο επιπολασμός της οστεοπενίας και της οστεοπόρωσης ήταν μεγαλύτερος στους ασθενείς που έπασχαν από σαρκοπενία σε σχέση με εκείνους που δεν έπασχαν. Επιπλέον, έδειξαν ότι ο επιπολασμός της σαρκοπενίας αυξάνονταν καθώς η οστική πυκνότητα μειωνόταν, και διαμορφωνόταν με τα εξής ποσοστά: 4% στα φυσιολογικά άτομα, 17,4% στα οστεοπενικά και 52,3% στα οστεοπορωτικά άτομα. Τέλος, η βαθμολογία του δείκτη της EQ-5D ήταν σημαντικά χαμηλότερη στα άτομα με σαρκοπενία σε σχέση με εκείνα χωρίς σαρκοπενία, γεγονός που δείχνει ότι τα σαρκοπενικά άτομα έχουν υψηλότερα ποσοστά προβλημάτων σε όλα τα στοιχεία της EQ-5D του περιγραφικού συστήματος της HRQol (Won Go et al., 2013).

### **Η σαρκοπενία σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο για χαμηλή οστική πυκνότητα**

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της σαρκοπενίας και της οστικής πυκνότητας σε μία ομάδα πληθυσμού της Ταϊβάν, η οποία συμπεριλάμβανε άνδρες και γυναίκες ηλικίας 40-85 ετών.

Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν 600 περιπατητικοί και υγιείς εθελοντές (456 γυναίκες και 144 άνδρες), οι οποίοι ζούσαν στην περιοχή της Ταϊπέι και κλήθηκαν να συμμετάσχουν στη μελέτη από το 2007 ως το 2009. Οι συμμετέχοντες, αρχικά, κλήθηκαν να παραστούν

σε μία προσωπική συνέντευξη μέσω ερωτηματολογίων, με σκοπό τη λήψη πληροφοριών σχετικά με την ηλικία το φύλο, την σωματική δραστηριότητα, τη τρέχουσα χρήση αντι-οστεοπορωτικών παραγόντων, βιταμινούχων-μεταλλικών συμπληρωμάτων και ορμονική υποκατάστατη θεραπεία. Επίσης, τα άτομα χωρίστηκαν, με βάση το Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), σε τρεις κατηγορίες: λιποβαρή όταν  $\Delta\text{Μ}\Sigma < 18,5 \text{ kg/m}^2$ , φυσιολογικά ή παχύσαρκα όταν  $18,5 \text{ kg/m}^2 \leq \Delta\text{Μ}\Sigma < 27 \text{ kg/m}^2$  και παχύσαρκα όταν ο  $\Delta\text{Μ}\Sigma \geq 27 \text{ kg/m}^2$ , σύμφωνα με τα προτεινόμενα κριτήρια του Υπουργείου Υγείας της Ταιβάν.

Για τον προσδιορισμό της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου οστού και της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης (O2-O4) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος DXA. Η οστεοπόρωση ορίστηκε όταν το T-score ήταν ίσο ή μικρότερο από -2,5 τυπικές αποκλίσεις (SD), η οστεοπενία όταν ήταν μεγαλύτερο από -2,5 SD αλλά μικρότερο από -1 SD και η φυσιολογική οστική πυκνότητα όταν ίσο ή μεγαλύτερο από -1 SD, σύμφωνα με τον ορισμό του ΠΟΥ.

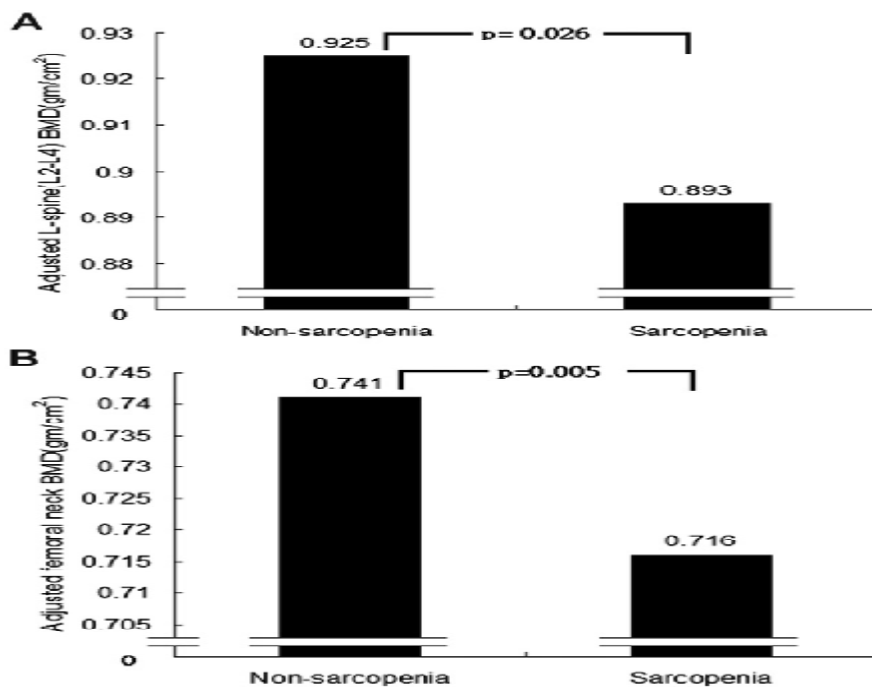
Η μυϊκή μάζα υπολογίστηκε από την ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης. Το ηλεκτρικό ρεύμα παρασχέθηκε από ηλεκτρόδια τοποθετημένα στις άκρες των δαχτύλων των άνω και κάτω άκρων. Ο μερικός συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της DXA και της BIA ήταν 0,84 μετά από τον έλεγχο της ηλικίας και του φύλου.

Ο δείκτης μυϊκής μάζας (SMI) ελήφθη διαιρώντας την σκελετική μάζα μυϊκή μάζα (kg) με το τετράγωνο του ύψους ( $\text{m}^2$ ). Η σαρκοπενία ορίστηκε όταν ο SMI ήταν δύο ή περισσότερες τυπικές αποκλίσεις κάτω από τη μέση τιμή του κάθε φύλου. Επίσης, σύμφωνα με προηγούμενη μελέτη της ίδιας της ίδιας ερευνητικής ομάδας, η σαρκοπενία ορίστηκε όταν ο δείκτης SMI ήταν μικρότερος από 8,87 και 6,42  $\text{kg/m}^2$  για τους άνδρες και τις γυναίκες, αντίστοιχα.

Κατά την στατιστική ανάλυση, οι λόγοι των πιθανοτήτων με 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη μη-φυσιολογική οστική πυκνότητα στη σύγκριση των σαρκοπενικών και μη-σαρκοπενικών ατόμων υπολογίστηκαν μετά την προσαρμογή πιθανών συγχυτικών παραγόντων σε μοντέλα πολλαπλής λογιστικής παλινδρόμησης. Οι ομάδες ηλικίας, φύλου και ΔΜΣ συνυπολογίστηκαν στο μοντέλο 1, ενώ η άσκηση, οι

αντι-οστεοπορωτικοί παράγοντες, τα βιταμινούχα-μεταλλικά συμπληρώματα, η εμμηνόπαυση και η ορμονική υποκατάστατη θεραπεία προστέθηκαν στο μοντέλο 2. Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία, η σαρκοπενία βρέθηκε ότι ήταν ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για τη μη-φυσιολογική οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας και του αυχένα του μηριαίου. Στο μοντέλο 1, οι πιθανότητες για μη-φυσιολογική πυκνότητα ήταν 1,53 στον αυχένα του μηριαίου και 1,88 στην οσφυϊκή μοίρα κατά την σύγκριση της σαρκοπενικής και της μη-σαρκοπενικής ομάδας. Σημαντική πιθανότητα μη-φυσιολογικής οστικής πυκνότητας και στα δύο σημεία του σώματος στα άτομα με σαρκοπενία παρατηρήθηκε και στο μοντέλο 2.

Μετά το διαχωρισμό σε διαφορετικά φύλα και τη μετατροπή της ηλικίας σε κατηγορηματικό ανεξάρτητο παράγοντα, η ανάλυση έδειξε, επίσης, την σημασία της σαρκοπενίας, αν και στην ομάδα των ανδρών δεν ήταν τόσο σημαντική. Τόσο στο μοντέλο 1 όσο και στο μοντέλο δύο, οι πιθανότητες για μη-φυσιολογική οστική πυκνότητα της σπονδυλικής στήλης ήταν ιδιαίτερα σημαντικές. Τέλος, στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 5.1) φαίνεται οι διαφορές μεταξύ της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας (εικόνα A) και του αυχένα του μηριαίου (εικόνα B) στα σαρκοπενικά (αριστερή στήλη) και στα μη-σαρκοπενικά άτομα (δεξιά στήλη) (Wu et al., 2013).



**Εικόνα 5. 1** Διαφορά μεταξύ της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας (εικόνα A) και του αυχένα του μηριαίου (εικόνα B) στα σαρκοπενικά (αριστερή στήλη) και στα μη-σαρκοπενικά άτομα (δεξιά στήλη) (Τροποποιημένη από Wu, C. H., Yang, K. C., Chang, H. H., Yen, J. F., Tsai, K. S., Huang, K. C., 2013, Sarcopenia is Related to Increased Risk for Low Bone Mineral Density, Journal of Clinical Densitometry: Assessment of Skeletal Health, 16 (1), pp. 98-103)

**Μία συγχρονική μελέτη της απώλειας της μυϊκής μάζας που αντιστοιχεί στη σαρκοπενία στους υγιείς άνδρες και γυναίκες από την Κίνα: τιμές αναφοράς, επιπολασμός και συσχέτιση με την οστική μάζα**

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε σε άνδρες και γυναίκες από την Κίνα με σκοπό να προσδιοριστούν οι τιμές αναφοράς για την σαρκοπενία και να υπολογιστεί ο επιπολασμός της σαρκοπενίας μεταξύ των Κινέζων. Επιπλέον, έγινε η σύγκριση μεταξύ των οστικών μαζών διαφορετικών προτύπων σώματος και προσδιορίστηκαν οι παράγοντες της σύνθεσης του σώματος οι οποίοι επηρεάζουν την οστική και άλιπη μάζα σε αυτή την κοινότητα των ηλικιωμένων ατόμων.

Στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν 3544 άνδρες (n=1776) και γυναίκες (n=1778) από την Κίνα, ηλικίας 18-96 ετών. Οι νεαροί ενήλικες (423 άνδρες και 442 γυναίκες) συμπεριλήφθηκαν για τη λήψη τιμών αναφοράς. Οι συμμετέχοντες ηλικίας 41 ετών και άνω (11343 άνδρες και 1336 γυναίκες) αξιολογήθηκαν για την παρουσία και τα χαρακτηριστικά της σαρκοπενίας. Όλα τα άτομα έλαβαν μέρος σε καθημερινή σωματική άσκηση, σε εξωτερικούς χώρους ή στο σπίτι, συμπεριλαμβανομένων των οικιακών εργασιών. Τα άτομα που ήταν καθλωμένα σε αναπηρικό καροτσάκι ή στο κρεβάτι εξαιρέθηκαν από την μελέτη. Όλα τα άτομα ήταν σε καλή υγιά κατάσταση σύμφωνα με την κλινική ιατρική αξιολόγηση και κανένας δεν έπασχε από κάποια χρόνια πάθηση. Παρομοίως κανένας από τους συμμετέχοντες δεν λάμβανε φαρμακευτική αγωγή που ήταν πιθανό να επηρεάσει το μεταβολισμό του οστίτη ή του μαλακού ιστού, όπως τα αντι-οστεοπορωτικά, ή φάρμακα για τον έλεγχο του βάρους. Άτομα, τα οποία συμμετείχαν σε δίαιτα για την απώλεια ή την αύξηση του σωματικού τους βάρους αποκλείστηκαν.

Οι μετρήσεις της περιφερικής οστικής πυκνότητας (BMD), συμπεριλαμβανομένης της οσφυϊκής μοίρας (O1-O4) και αριστερού μηριαίου οστού μετρήθηκαν με τη χρήση της DXA, η οποία παρείχε πληροφορίες και για τη λιπώδη, μυϊκή και οστική μάζα του υπόλοιπου σώματος. Από την άλλη, η διάγνωση της σαρκοπενίας βασίστηκε στις μετρήσεις της περιφερικής άλιπης μάζας (ALM), η οποία αντιστοιχεί στο άθροισμα της μυϊκής μάζας των δύο άνω και κάτω άκρων. Η μέτρηση της έγινε με τη βοήθεια του δείκτη SMI (ALM/ύψος<sup>2</sup>). Οι σαρκοπενικοί χωρίστηκαν στην κατηγορία 1 και 2 σαρκοπενία ανάλογα με το αν είχαν μία ή δύο τυπικές αποκλίσεις κάτω από την τιμή αναφοράς των υγιών ενηλίκων. Οι τιμές αναφοράς του SMI για την κατηγορία 1 και 2 της σαρκοπενίας ορίστηκαν σε 7,01 kg/m<sup>2</sup> και 6,08 kg/m<sup>2</sup> αντίστοιχα για τους άνδρες και 5,42 kg/m<sup>2</sup> και 4,79 kg/m<sup>2</sup> αντίστοιχα για τις γυναίκες. Επίσης, ως οστεοπορωτικά ορίστηκαν τα άτομα, σύμφωνα με τον ΠΟΥ, τα οποία είχαν T-score 2,5 τυπικές αποκλίσεις κάτω από τη μέση τιμή της κορυφαίας οστικής πυκνότητας των νεαρών ενηλίκων του ίδιου φύλου. Ως παχύσαρκα ορίστηκαν τα άτομα που είχαν πάνω από 40% σωματικό λίπος.



Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν, αρχικά, ότι ο δείκτης SMI παρουσίασε αρνητική συσχέτιση με την ηλικία, καθώς και σημαντική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα, την συνολική άλιπη και λιπώδη μάζα. Επίσης, τα άτομα που είχαν μόνο σαρκοπενία και όχι παχυσαρκία φαίνεται να είχαν χαμηλότερα ποσοστά άλιπης και λιπώδους μάζας, καθώς και χαμηλότερη συνολική ή τμηματική (οσφυϊκή μοίρα και μηριαίο οστό) οστική πυκνότητα από τις άλλες ομάδες ατόμων στους άνδρες. Τα ίδια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στις γυναίκες με τη μόνη διαφορά της άλιπης μάζας και της οστικής πυκνότητας της σπονδυλικής στήλης και του συνολικού σώματος. Στα παχύσαρκα άτομα, χωρίς σαρκοπενία, παρουσιάστηκαν τα υψηλότερα ποσοστά οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας και του μηριαίου, της άλιπης και της λιπώδους μάζας κι του δείκτη SMI. Τα παχύσαρκα άτομα με σαρκοπενία είχαν υψηλότερη οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας, του μηριαίου οστού και του συνολικού σώματος από εκείνη των ατόμων που έπασχαν μόνο από σαρκοπενία, με εξαίρεση τις γυναίκες όπου είχαν χαμηλότερη οστική πυκνότητα στη σπονδυλική στήλη και στο σύνολο του σώματος, γεγονός το οποίο δεν αποδείχτηκε στατιστικά σημαντικό. Τέλος, αποδείχτηκε ότι άλιπη μάζα του κάτω άκρου και του κορμού συσχετίζεται με την οστική μάζα του μηριαίου οστού και της σπονδυλικής στήλης, αντίστοιχα (Cheng et al., 2014).

### **Η συσχέτιση μεταξύ της χαμηλής μυϊκής μάζας και της οστεοπόρωσης στα ηλικιωμένα άτομα από την Κορέα**

Στη συγκεκριμένη μελέτη, παρουσιάζοντας μία τιμή αναφοράς της απώλειας των μυών, η οποία μπορεί να προβλέψει την οστεοπόρωση στα ηλικιωμένα άτομα στην Κορέα, έγινε προσπάθεια για να εντοπιστεί η σχέση μεταξύ της απώλειας των μυών και της οστεοπόρωσης.

Η μελέτη αυτή βασίστηκε στα δεδομένα που ελήφθησαν κατά το δεύτερο και τρίτο έτος (2008-2009) της Εθνικής Έρευνας Εξέτασης της Υγείας και της Διατροφής στην Κορέα (KNHANES) IV και από το πρώτο έτος (2010) του KNHANES V. Μέσω μίας τυχαίας δειγματοληψίας συμμετείχαν στην έρευνα 4772 άτομα ηλικίας από 65 ετών και άνω. Από αυτούς, αποκλείστηκαν τα άτομα που δεν είχαν αποτελέσματα της DXA (n=1452) και εκείνα με ιστορικό εγκεφαλικού επεισοδίου, στεφανιαίας νόσου, νόσο του θυρεοειδούς,

των πνευμόνων, του ήπατος, των νεφρών, καθώς και καρκίνο και όσοι λάμβαναν φάρμακα, τα οποία ενδέχεται να επηρεάζουν το μεταβολισμό του οστίτη ή του μαλακού ιστού, διφωσφονικά, SERM, ή φάρμακα για τον έλεγχο του βάρους (n=841). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα η παρούσα μελέτη να συμπεριλάβει 2479 συμμετέχοντες άνδρες και γυναίκες (1308 άνδρες και 1171 γυναίκες).

Όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε εξέταση DXA για την εκτίμηση της οστικής πυκνότητας και της σύστασης του σώματος. Συγκεκριμένα αναλύθηκε η οστική πυκνότητα ( $\text{g}/\text{cm}^2$  ή T-score) του συνολικού σώματος, του αυχένα του μηριαίου και της οσφυϊκής μοίρας (O1-04). Η διάγνωση της οστεοπόρωσης έγινε χρησιμοποιώντας τα κριτήρια T-score, βάση του ΠΟΥ και η μέγιστη τιμή της οστικής πυκνότητας των Ιαπώνων ασθενών ορίστηκε ως τιμή αναφοράς λόγω της έλλειψης των καθιερωμένων κριτηρίων για τους Κορεάτες. Η σκελετική μυϊκή μάζα (ASM) υπολογίστηκε ως το άθροισμα της μυϊκής μάζας και χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης που βασίζεται στην σκελετική μυϊκή μάζα διαιρούμενη με το ύψος<sup>2</sup> ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι ο δείκτης της σαρκοπενίας,  $\text{ASM}/\text{ύψος}^2$ , σχετίζεται θετικά με την οστική πυκνότητα στους άνδρες και στις γυναίκες, ακόμα και μετά από τον συνυπολογισμό της ηλικίας και του σωματικού λίπους. Επίσης, συμπεραίνουν ότι η καλύτερη τιμή-δείκτης του τύπου  $\text{ASM}/\text{ύψος}^2$  για την ένδειξη της οστεοπόρωσης ήταν  $6,85 \text{ kg}/\text{m}^2$  για τους άνδρες και  $5,96 \text{ kg}/\text{m}^2$  στις γυναίκες. Επιπλέον, η έρευνα έδειξε ότι τα άτομα με χαμηλότερη μυϊκή μάζα είχαν αυξημένο κίνδυνο οστεοπόρωσης τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες, καθώς και μετά από την προσαρμογή για τους παράγοντες κινδύνου της οστεοπόρωσης η συσχέτιση αυτή παρέμενε ιδιαίτερα σημαντική για τους άνδρες (Kim et al., 2014).

### **Η σχέση μεταξύ της προ-σαρκοπενίας, της σαρκοπενίας και της οστικής πυκνότητας στους ηλικιωμένους άνδρες**

Σκοπός της μελέτης ήταν να αναλυθεί η επιρροή της σαρκοπενίας στην υγεία των οστών των ηλικιωμένων ανδρών χρησιμοποιώντας τον ορισμό της EWGSOP για την σαρκοπενία.

Στην μελέτη συμμετείχαν υγιείς άντρες ηλικίας 60 ετών και άνω. Από τη μελέτη αποκλείστηκαν όσοι ακολουθούσαν θεραπεία για τα οστά (κορτικοστεροειδή, διφωσφονικά, παραθυρεοειδική ορμόνη, ασβέστιο και βιταμίνη D), άτομα που λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή και αυτοί που έπασχαν από μια ασθένεια όπως ρευματοειδής αρθρίτιδα, φλεγμονώδης μυοπάθεια, παρατεταμένη ακινητοποίηση ή καρκίνο. Από τους 265 ασθενείς, που κλήθηκαν για να συμμετέχουν, τελικά 198 συμμετέχοντες συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα, είτε λόγω άρνησης συμμετοχής ή θανάτου είτε λόγω απόρριψης με βάση τα κριτήρια αποκλεισμού.

Οι 198 άντρες υποβλήθηκαν σε μέτρηση οστικής πυκνότητας με DXA για της αξιολόγηση της οστικής πυκνότητας και της σύστασης του σώματος και της αξιολόγησης της μυϊκής δύναμης. Αυτοί εκτιμήθηκαν για την παρουσία κλινικών παραγόντων κινδύνου για οστεοπορωτικό κάταγμα, όπως διατροφικές συνήθειες, το κάπνισμα, η κατανάλωση αλκοόλ, η συσχέτιση με ασθένειες, τα φάρμακα και το οικογενειακό και προσωπικό ιστορικό καταγμάτων αστάθειας.

Με την DXA αξιολογήθηκε ολόκληρο το σώμα, η οσφυϊκή μοίρα, ο αυχένας του μηριαίου, το ισχίο και η κερκίδα. Τα αποτελέσματα της πυκνότητας των οστών εκφράστηκαν σε  $g/cm^2$  και T-score και αναλύθηκαν σύμφωνα με τα κριτήρια του ΠΟΥ. Επίσης με DXA μετρήθηκε η συνολική άλιπη μάζα, η άλιπη μάζα των άνω και κάτω άκρων και η λιπώδης μάζα. Η περιφερειακή άλιπη μάζα (ALM) καθορίστηκε με βάση το άθροισμα της άλιπης μάζας των άνω και κάτω άκρων. Η σχετική περιφερειακή μάζα των σκελετικών μυών υπολογίστηκε με τον τύπο  $aLM/height^2$  ( $kg/m^2$ ). Η οστεοπόρωση ορίστηκε με T Score μικρότερο ή ίσο με -2.5 SD, η οστεοπενία ορίστηκε με T-score πάνω από -2.5 αλλά λιγότερο από -1.0 και η φυσιολογική οστική πυκνότητα ορίστηκε με T-score ίσο ή περισσότερο από -1.0. Σύμφωνα με την EWGSOP η σαρκοπενία ταξινομείται σε προ σαρκοπενία, σαρκοπενία και σοβαρή σαρκοπενία. Η χαμηλή μυϊκή μάζα ορίστηκε με τιμή κάτω από το όριο  $7,26 kg/m^2$ . Για τη μέτρηση της δύναμης χρησιμοποιήθηκε δυναμόμετρο χειρολαβής. Η χαμηλή μυϊκή δύναμη ορίστηκε ως δύναμη χειρολαβής σε  $\leq 29 kg$  αν ο ΔΜΣ είναι  $\leq 24$ ,  $\leq 30 kg$ , αν ο ΔΜΣ είναι 24,1 - 28 και  $\leq 32 kg$  αν ο ΔΜΣ είναι  $> 28$ .

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι μόνο το 12% από τους συμμετέχοντες διαγνώστηκαν με προ-σαρκοπενία και το 10,1% με σαρκοπενία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι άντρες που διαγνώστηκαν με σαρκοπενία είχαν χαμηλότερη οστική πυκνότητα και T-score του αυχένα του μηριαίου σε σύγκριση με τους άνδρες με φυσιολογική διάγνωση. Οι άνδρες που δεν είχαν σαρκοπενία είχαν υψηλότερο T-score του ισχίου, σε σχέση με τους σαρκοπενικούς. Όσον αφορά τη διάγνωση πυκνομετρίας, μόνο το 18,7% των αξιολογούμενων ατόμων είχαν φυσιολογική οστική πυκνότητα. Ασθενείς με μη φυσιολογική BMD (81,3%) είχαν σημαντικά χαμηλότερο ύψος, σωματικό βάρος, BMI, και δύναμη λαβής στο το κυρίαρχο χέρι, μυϊκή μάζα, περιφερειακή άλιπη μάζα, Rasm, συνολική μάζα σκελετικών μυών, λιπώδη μάζα σε σύγκριση με ασθενείς με φυσιολογική διάγνωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι οι άντρες με προ σαρκοπενία είναι 8 φορές πιο πιθανό να διαγνωστούν με μη φυσιολογική BMD συγκριτικά με φυσιολογικούς άντρες (Pereira et al., 2015).

### **Η συσχέτιση της σαρκοπενίας και της σύνθεσης του σώματος με την οστεοπόρωση**

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η σχέση μεταξύ της οστικής πυκνότητας και της σαρκοπενίας μέσα από τη χρήση τρεις μεγάλες ομάδες διαφορετικών εθνικοτήτων που βασίστηκαν σε διαφορετικούς ορισμούς της σαρκοπενίας. Επίσης, εξετάστηκαν, ταυτόχρονα, οι συσχετίσεις μεταξύ των συστατικών του σώματος και της δύναμης των μυών στις περιφερικές οστικές πυκνότητες ή στη συνολική οστική πυκνότητα του σώματος.

Ο πληθυσμός της μελέτης αποτελούνταν από τρία δείγματα. Το πρώτο δείγμα αποτελούνταν από 4274 (1383 άνδρες και 1891 γυναίκες) υγιείς Αφροαμερικάνους από δύο πόλεις του νότιου τμήματος των ΗΠΑ. Το δεύτερο δείγμα αποτελούνταν από 8604 (2947 άνδρες και 5657 γυναίκες) υγιείς Καυκάσιους από το κεντροδυτικό και νότιο τμήμα των ΗΠΑ. Το τρίτο δείγμα αποτελούνταν από 5013 (1677 άνδρες και 3336 γυναίκες) υγιείς Κινέζους, οι οποίοι επιλέχθηκαν από δύο πόλεις της κεντρικής Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας. Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν τυχαίοποιημένα και συνολικά η μελέτη αποτελούνταν από 17891 άτομα, από τα οποία κανένα δεν έπασχε από χρόνιες

ασθένειες και λάμβανε θεραπείες ή φαρμακευτική αγωγή που μπορούσε να επηρεάσει το μεταβολισμό του οστίτη ή μαλακού ιστού.

Η μέθοδος της DXA χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της οστικής πυκνότητας σε ολόκληρο το σώμα, στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (O1-O4), της κερκίδας και του αυχένα του μηριαίου, της συνολικής λιπώδους (FM) και άλιπης μάζας (LM). Η DXA χρησιμοποιήθηκε, επίσης, για τη μέτρηση της περιφερικής άλιπης μάζας (ALM), η οποία υπολογίζεται από το άθροισμα της άλιπης μάζας των άνω και κάτω άκρων, και αποτελεί καλό δείκτη για τη μυϊκή μάζα. Επιπλέον, μέσω της διαίρεσης της ALM με το ύψος<sup>2</sup> υπολογίστηκε ο δείκτης RASM. Για την αξιολόγηση της δύναμης χρησιμοποιήθηκε ένα δυναμόμετρο χειρός και η μέγιστη δύναμη καταγράφηκε σε kg.

Για την παρούσα μελέτη, η οστεοπόρωση και η σαρκοπενία ορίστηκαν χρησιμοποιώντας τα κριτήρια του ΠΟΥ. Συγκεκριμένα, η οστεοπόρωση ορίστηκε όταν το T-score του αυχένα του μηριαίου οστού ήταν μικρότερο από 2,5 SD από την κορυφαία οστική πυκνότητα της ομάδας αναφοράς των νεαρών ενηλίκων γυναικών και η οστεοπενία όταν το T-score ήταν μεταξύ της -1 SD και της -2,5 SD.

Η σαρκοπενία ορίστηκε χρησιμοποιώντας δύο διακριτές προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση όριζε την σαρκοπενία όταν ο RASM ( $ALM/ύψος^2$ ) ήταν περισσότερες από δύο τυπικές αποκλίσεις κάτω του μέσου όρου των ομάδων αναφοράς νεαρών ανδρών και γυναικών. Οι δείκτες της σαρκοπενίας στους άνδρες και τις γυναίκες ήταν  $RASM \leq 7,26 \text{ kg/m}^2$  και  $RASM \leq 5,45 \text{ kg/m}^2$ , αντίστοιχα. Τα κριτήρια αυτά βασίστηκαν σε προηγούμενες μελέτες και αφορούσαν τους Καυκάσιους και τους Αφροαμερικανούς συμμετέχοντες. Τα στοιχεία αυτά δεν αφορούσαν τους Κινέζους, λόγω της διαφορετικής σύστασης του σώματος τους, οι δείκτες της σαρκοπενίας για αυτούς ήταν  $RASM \leq 6,08 \text{ kg/m}^2$  και  $RASM \leq 5,45 \text{ kg/m}^2$  για τους άνδρες και τις γυναίκες, αντίστοιχα. Η δεύτερη προσέγγιση για τον ορισμό της σαρκοπενίας βασίστηκε στον ορισμό της EWGSOP κατά την οποία τόσο η χαμηλή μυϊκή μάζα όσο και η μειωμένη λειτουργία των μυών χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση της σαρκοπενίας, η οποία κατηγοριοποιείται σε τρία στάδια. Το στάδιο προ-σαρκοπενία χαρακτηρίζεται μόνο με χαμηλή μυϊκή μάζα, το στάδιο της σαρκοπενίας χαρακτηρίστηκε με χαμηλή μυϊκή μάζα και χαμηλή μυϊκή

δύναμη ή μειωμένη μυϊκή λειτουργία και το στάδιο της σοβαρής σαρκοπενίας από χαμηλή μυϊκή μάζα, χαμηλή μυϊκή δύναμη και μειωμένη λειτουργία των μυών. Η μειωμένη δύναμη στους άνδρες ορίστηκε όταν η δύναμη της λαβής του χεριού ήταν  $\leq 29$  kg αν ο ΔΜΣ ήταν  $\leq 24$ ,  $\leq 30$ kg αν ο ΔΜΣ ήταν 24,1-28, και  $\leq 32$  kg αν ο ΔΜΣ ήταν  $>28$ . Στις γυναίκες οι αντίστοιχοι αριθμοί για τη μειωμένη μυϊκή δύναμη ήταν  $\leq 17$  kg αν ο ΔΜΣ ήταν  $\leq 23$ ,  $\leq 17,3$  kg αν ο ΔΜΣ ήταν 23,1-26,  $\leq 18$  kg αν ο ΔΜΣ ήταν 26,1-29, και  $\leq 21$  αν ο ΔΜΣ ήταν  $>29$ .

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι η άλιπη και η λιπώδης μάζα είχαν μία σημαντική, θετική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα όταν δεν ελεγχόταν το σωματικό βάρος. Μετά την προσθήκη του βάρους σαν μεταβλητή, η άλιπη μάζα συσχετιζόταν θετικά με την οστική πυκνότητα, ενώ η λιπώδης μάζα και το ποσοστό της λιπώδους μάζας είχαν αρνητική συσχέτιση, γεγονός που δείχνει ότι το βάρος του σώματος μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στη σχέση οστικής πυκνότητας και λιπώδους μάζας, αν δεν ληφθεί υπόψη. Η δύναμη της λαβής, επίσης, συσχετιζόταν σημαντικά με την οστική πυκνότητα σε όλα τα σημεία του σκελετού.

Επιπλέον, η μελέτη έδειξε ότι με κάθε αύξηση μίας τυπικής απόκλισης του RASM μειώνεται κατά 37% ο κίνδυνος της οστεοπενίας/οστεοπόρωσης. Χρησιμοποιώντας τον ορισμό της σαρκοπενίας με βάση τον δείκτη RASM, οι πιθανότητες της οστεοπενίας/οστεοπόρωσης στα άτομα με σαρκοπενία ήταν δύο φορές υψηλότερες από τα άτομα χωρίς σαρκοπενία. Από την άλλη, όταν η σαρκοπενία ορίστηκε με βάση την EWGSOP, οι πιθανότητες της οστεοπενίας/οστεοπόρωσης στα προ-σαρκοπενικά άτομα ήταν δύο φορές υψηλότερες από ότι στα φυσιολογικά άτομα, ενώ στα άτομα με σαρκοπενία ήταν 1,87 φορές περισσότερες (He et al., 2015).

## 5.5 Συζήτηση

Η οστεοπόρωση και η σαρκοπενία είναι δύο παθήσεις οι οποίες εμφανίζουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους, συμπεριλαμβανομένων των δημοσιογραφικών στοιχείων του ασθενούς, του υψηλού επιπολασμού και του μεγάλου κοινωνικοοικονομικού κόστους (Edwards et al., 2015). Επιπλέον, και οι δύο αφορούν μειώσεις, σχετιζόμενες με την

ηλικία, στη μάζα και στην ποιότητα των οστών και των μυών, αντίστοιχα (Sirola & Kroger, 2011). Παρόλα αυτά, υπάρχουν και αρκετές διαφορές μεταξύ των δύο αυτών παθήσεων, με την κυριότερη να είναι η έλλειψη κοινής συναίνεσης όσον αφορά τις μεθόδους μέτρησης και δεικτών της σαρκοπενίας, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με τη διάγνωση της οστεοπόρωσης (Edwards et al., 2015). Στην συστηματική αυτή ανασκόπηση, αντλήθηκαν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για την συσχέτιση τόσο της μείωσης της οστικής πυκνότητας και της μυϊκής μάζας όσο και της σχέσης μεταξύ της οστεοπόρωσης/οστεοπενίας με την σαρκοπενία.

Η μείωση της οστικής μάζας και η αλλοίωση της οστικής αρχιτεκτονικής, καθώς και της μυϊκής μάζας και δύναμης, αποτελεί φυσικό επακόλουθο της διαδικασίας της γήρανσης (He et al., 2015). Το ερώτημα τίθεται, όμως, στο γεγονός κατά πόσο οι δύο αυτές, σχετιζόμενες με την ηλικία, διαταραχές συνδέονται μεταξύ τους, και κατά πόσο η μείωση του ενός ιστού μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του άλλου.

Στη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση, έγινε η ανάλυση των αποτελεσμάτων δεκατεσσάρων άρθρων, από τα οποία τα έντεκα έδειξαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ της οστικής πυκνότητας και της περιφερικής άλιπης μάζας (ALM), καθώς και του δείκτη SMI ( $ALM/ύψος^2$ ). Στα υπόλοιπα τρία άρθρα (Sjöblom et al., Patil et al., Frisoli Jr et al.,) δεν έγινε κάποια αναφορά σχετικά με τη συγκεκριμένη σχέση. Μάλιστα, οι Bijlsma et al. (2013) απέδειξαν ότι η άλιπη μάζα συσχετιζόταν περισσότερο από κάθε άλλο στοιχείο του σώματος, συμπεριλαμβανομένης της μυϊκής δύναμης, της λιπώδους μάζας και της φυσικής απόδοσης, με την οστική πυκνότητα. Θετική συσχέτιση εμφανίζουν, επίσης, η μυϊκή δύναμη και η λιπώδης μάζα, η οποία μετά από την προσθήκη του βάρους ως μεταβλητή αποκτά αρνητική συσχέτιση με την οστική πυκνότητα, γεγονός που δείχνει ότι το βάρος του σώματος μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στη σχέση οστικής πυκνότητας και λιπώδους μάζας, αν δεν ληφθεί υπόψη. Από την άλλη μεριά, σύμφωνα με τη μελέτη των Cheng et al. (2014) η μείωση της οστικής πυκνότητας και αντίστροφα, σχετίζονται με τη μείωση ή την αύξηση των παραπάνω παραγόντων, αντίστοιχα. Επομένως, σύμφωνα με τα δεδομένα της ανασκόπησης θα μπορούσε να αναφερθεί ότι υπάρχει μία θετική συσχέτιση μεταξύ της οστικής πυκνότητας και της μυϊκής μάζας,

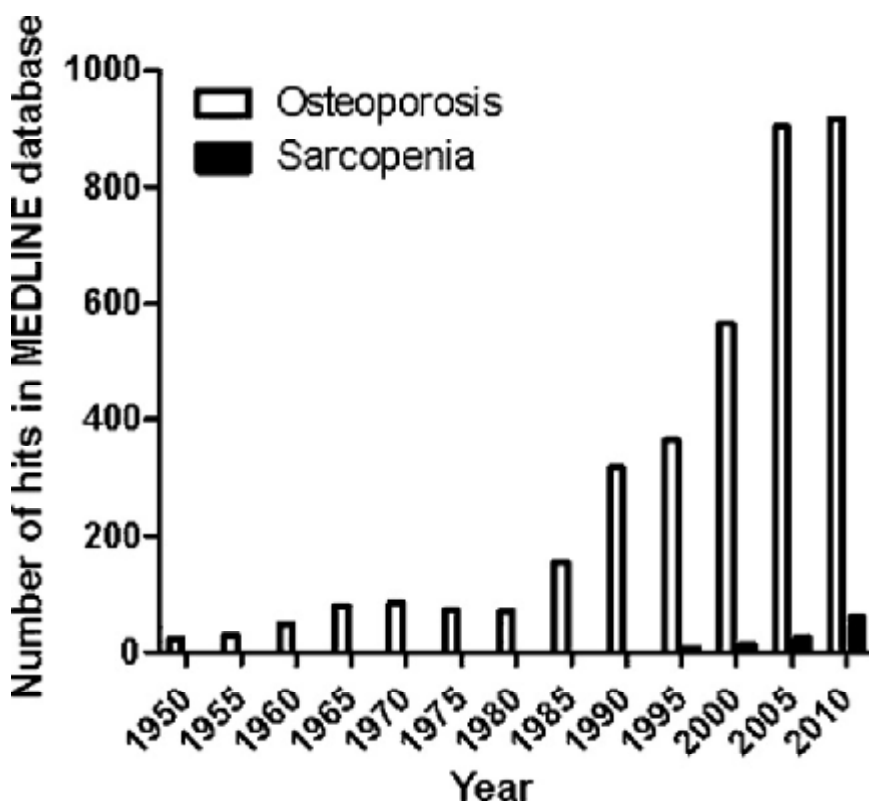
ιδιαίτερα της περιφερικής. Η σχέση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς οποιαδήποτε διαταραχή στο μυϊκό ή οστίτη ιστό μπορεί να οδηγήσει σε διαταραχή του άλλου, και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την αξιολόγηση του ενός ή του άλλου.

Επιπλέον, στην παρούσα ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε μία συλλογή πληροφοριών, από τα αποτελέσματα των ερευνών, οι οποίες αφορούσαν την συσχέτιση της σαρκοπενίας με την οστεοπόρωση. Πιο συγκεκριμένα, οι περισσότερες από τις μελέτες που αναλύθηκαν έδειξαν έναν αυξημένο επιπολασμό της σαρκοπενίας τόσο στα άτομα με οστεοπενία όσο και στα άτομα με οστεοπόρωση, καθώς και μία σημαντική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη SMI, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε σε πολλές μελέτες ως εργαλείο για τη διάγνωση της σαρκοπενίας, με την οστεοπενία/οστεοπόρωση. Μόνο σε μία έρευνα, αυτή των Walsh et al. (2008), η ανάλυση Pearson chi-square δεν έδειξε κάποια συσχέτιση μεταξύ σαρκοπενίας και οστεοπόρωσης ή οστεοπενίας. Επίσης, οι Verschueren et al. (2013) και οι He et al. (2015) ανέφεραν ότι η κάθε αύξηση μίας τυπικής απόκλισης στον δείκτη ALM/ύψος<sup>2</sup> σχετίζεται με μείωση κατά 30-37% στην πιθανότητα εμφάνισης οστεοπόρωσης.

Σύμφωνα, λοιπόν, με όλα τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν από τις παρούσες μελέτες μπορεί να αναφερθεί μία σημαντική συσχέτιση της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας, η οποία όμως παρουσιάζει μία ετερογένεια μεταξύ των μελετών της όσον αφορά τις πιθανότητες εμφάνισης της οστεοπόρωσης στα άτομα με σαρκοπενία, και αντίστροφα, γεγονός που οφείλεται πιθανόν στην ανομοιότητα που εντοπίζεται στους συμμετέχοντες των συμπεριλαμβανομένων ερευνών, στην έλλειψη ενός συναινετικού ορισμού της σαρκοπενίας και στην απουσία λήψης όλων των παραμέτρων που αφορούν τόσο της σαρκοπενία όσο και την οστεοπόρωση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελούν τα ευρήματα της έρευνας των Cheng et al. (2014), τα οποία έδειξαν ότι τα παχύσαρκα άτομα με σαρκοπενία είχαν υψηλότερη οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας, του μηριαίου οστού και του συνολικού σώματος από εκείνη των ατόμων που έπασχαν μόνο από σαρκοπενία, γεγονός που δείχνει ότι η παράμετρος του σωματικού βάρους θα πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη κατά την αξιολόγηση της συσχέτισης της σαρκοπενίας με την οστεοπόρωση.



Η μελέτη όμως, παρουσίασε και ορισμένους περιορισμούς. Αρχικά, ο πρώτος περιορισμός αφορά τον μικρό αριθμό των μελετών, στις οποίες πραγματοποιήθηκε έρευνα γύρω από την συσχέτιση της οστεοπόρωσης με την σαρκοπενία (Εικ. 5.2) Το γεγονός αυτό θεωρείται ότι οφείλεται στην έλλειψη συναινετικού ορισμού για την σαρκοπενία και στο μειωμένο αριθμό ερευνών, οι οποίες ασχολήθηκαν με το θέμα της σαρκοπενίας. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μία ετερογένεια μεταξύ των ερευνών όσον αφορά τη φυλή, το φύλο, την εθνικότητα, την ηλικία, την παρούσα κατάσταση (γυναίκες σε μετεμμηνοπαυσιακή περίοδο), το ιατρικό ιστορικό, καθώς και τον αριθμό των συμμετεχόντων που έλαβαν μέρος σε κάθε μελέτη. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα, τη δημιουργία μίας σχετικής σύγχυσης κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ τους.



**Εικόνα 5. 1** Σύγκριση αριθμού μελετών της οστεοπόρωσης με μελέτες της σαρκοπενίας από τα δεδομένα της Medline από το 1950 έως το 2010 (Τροποποιημένη από Bijlsma, A.Y, Meskers, C.G.M., Westendorp, R.G.J., Maier, A.B., 2012, Chronology of age-related disease definitions: Osteoporosis and sarcopenia, Ageing Research Reviews, 11, pp. 320-324)

Περιορισμοί παρουσιάστηκαν, επίσης, τόσο κατά την αξιολόγηση της μυϊκής μάζας και της οστικής πυκνότητας όσο και κατά τη διάγνωση της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας. Πιο συγκεκριμένα, ενώ η αξιολόγηση της οστικής πυκνότητας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της DXA σε όλες τις έρευνες, παρατηρήθηκε μία διαφορά ανάμεσα στις οστικές πυκνότητες διαφόρων τμημάτων του σώματος (οσφυϊκή μοίρα σπονδυλικής στήλης, αυχένιας μηριαίου οστού και ισχίο) (Εικ. 5.1), καθώς και στη σύγκρισή τους με την συνολική οστική πυκνότητα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μεγάλη ετερογένεια μεταξύ των ερευνών όσον αφορά τη διάγνωση της σαρκοπενίας. Ορισμένες μελέτες πραγματοποίησαν και συγκρίσεις ανάμεσα στα αποτελέσματα του ορισμού με βάση τον RASM και του ορισμού που θέσπισε η EWGSOP, με σκοπό τη τελική σύγκρισή τους. Το γεγονός αυτό δημιούργησε μία δυσκολία στην ταξινόμηση των συμμετεχόντων, καθώς παρατηρήθηκε και μία τεράστια απόκλιση στα αποτελέσματα των δύο ορισμών μεταξύ τους, αφού τα κριτήρια της EWGSOP για την ένδειξη σαρκοπενίας χαρακτηρίζονται από υψηλή αυστηρότητα. Επιπλέον, οι τιμές αναφοράς της σαρκοπενίας για το δείκτη RSMI διέφεραν από έρευνα σε έρευνα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ανόμοιων αποτελεσμάτων μεταξύ των ερευνών όσον αφορά τον επιπολασμό της σαρκοπενίας και τις συγκρίσεις της με τα άλλα στοιχεία της έρευνας. Τέλος, χαρακτηριστικό στις περισσότερες έρευνες, ήταν η απουσία χρήσης βιοχημικών δεικτών και η αξιολόγησή τους.

Επομένως, βάσει αυτών των περιορισμών, για την καλύτερη ερευνητική προσπάθεια μελλοντικά τόσο για την σαρκοπενία όσο για την συσχέτισή της με την οστεοπόρωση, θα πρέπει να οριστεί ένας συναινετικός ορισμός της σαρκοπενίας. Αυτό θα βοηθήσει στην καλύτερη αξιολόγηση του επιπολασμού της σαρκοπενίας διαφορετικών γεωγραφικών σημείων και στην καλύτερη ταξινόμηση των ατόμων, που διατρέχουν κίνδυνο, σε ομάδες ανάλογα με το στάδιο της σαρκοπενίας, με σκοπό την επιλογή της κατάλληλης φυσικοθεραπευτικής και φαρμακευτικής παρέμβασης. Ο ορισμός αυτός χρειάζεται να είναι πρακτικός, οικονομικά προσιτός και αποδεκτός από το σύνολο των συμμετεχόντων για την ομαλή κλινική και ερευνητική διαδικασία. Επιπλέον, έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην έρευνα γύρω από την ενσωμάτωση της αξιολόγησης της μυϊκής δύναμης και της

λειτουργικής απόδοσης στην διάγνωση της σαρκοπενίας, καθώς και στην επιλογή των κατάλληλων μετρήσεων και δεικτών αναφοράς της για την κάθε μέτρηση.

Η εγκαθίδρυση ενός συναινετικού ορισμού για την σαρκοπενία, θα επιτρέψει την διεξαγωγή πιο εμπειριστατωμένων και ομοιόμορφων μεταξύ τους ερευνών για την συσχέτιση της οστεοπόρωσης με την σαρκοπενία. Το γεγονός, αυτό, θα επιφέρει έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα για τον επιπολασμό και τον βαθμό της σαρκοπενίας στα άτομα που πάσχουν από σαρκοπενία, καθώς θα βοηθήσει και στην ανάπτυξη ενός νέου συνδρόμου, το οποίο θα στηρίζεται στη συσχέτιση αυτών των δύο παθήσεων. Επιπλέον, θα βοηθήσει στην διεξαγωγή περαιτέρω ερευνών με σκοπό την εύρεση και ανάπτυξη της κατάλληλης φυσιοθεραπευτικής και φαρμακευτικής αντιμετώπισης όχι μόνο για τους ασθενείς που πάσχουν μόνο από σαρκοπενία ή οστεοπόρωση, αλλά και για αυτούς με συνύπαρξη οστεοπόρωσης και σαρκοπενίας. Σαν αποτέλεσμα αυτών των ερευνών, θα είναι η μείωση του χρόνου νοσηλείας σε ορισμένο ίδρυμα ή νοσοκομείο, της κινητικής ανικανότητας, των πτώσεων, καθώς και της θνησιμότητας των ασθενών.

## **5.6 Συμπεράσματα**

Η οστεοπόρωση, η οποία χαρακτηρίζεται από απώλεια οστικής μάζας και δύναμης, και η χαμηλή οστική πυκνότητα (BMD) αποτελούν σημαντικά προβλήματα υγείας, τα οποία εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της γήρανσης σε όλο τον πληθυσμό της γης. Η πρόληψη της είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων, λειτουργική ανεπάρκεια και αρνητικές επιρροές στην καθημερινότητα του ατόμου. Με τη σειρά της, η σαρκοπενία χαρακτηρίζεται ως ένα σύνδρομο προοδευτικής απώλειας μυϊκής μάζας και λειτουργίας, το οποίο εμφανίζεται επίσης κατά τη γήρανση, και σχετίζεται με αδυναμία, μείωση λειτουργικότητας, προβλήματα στη βάδιση και στην ισορροπία και περιορισμό καθημερινών δραστηριοτήτων.

Ο επιπολασμός της σαρκοπενίας σε συνδυασμό με αυτόν της οστεοπόρωσης αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα για τη δημόσια υγεία. Παρόλα αυτά, ο αριθμός των ερευνών, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν με σκοπό τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ αυτών των δύο, είναι ιδιαίτερα μικρός. Ο αριθμός αυτός οφείλεται στο γεγονός ότι η σαρκοπενία είναι

ένα πρόσφατο αναδυόμενο σύνδρομο, στο οποίο δεν έχει δοθεί ένας συναινετικός ορισμός. Το γεγονός αυτό δημιουργεί πολλές αντιφάσεις γύρω από τη διάγνωση της σαρκοπενίας, τόσο στην επιλογή των κατάλληλων μετρήσεων όσο και στον ορισμό των δεικτών αναφοράς της σαρκοπενίας της κάθε μέτρησης. Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες, λοιπόν, έδειξαν μία θετική συσχέτιση τόσο κατά την σύγκριση της χαμηλής οστικής πυκνότητας με την μειωμένη μυϊκή μάζα όσο και κατά την σύγκριση της οστεοπόρωσης με την σαρκοπενία. Όμως, λόγω του μικρού αριθμού δειγμάτων της έρευνας δε μπορεί να οριστεί ένα γενικό συμπέρασμα που να αφορά την σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας.

Ως εκ τούτου, είναι αναγκαία η διατύπωση ενός συναινετικού ορισμού της σαρκοπενίας, καθώς και η ακριβής φύση των μετρήσεων και των τιμών αναφοράς της σαρκοπενίας. Αυτό θα εξαλείψει τις ανομοιότητες που παρουσιάζονται μεταξύ των ερευνών, που αφορούν τον επιπολασμό και τα στάδια της σαρκοπενίας. Επιπλέον, η διατύπωση αυτή θα συμβάλει στην εγκυρότητα και στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των ερευνών, οι οποίες ασχολούνται με την συσχέτιση της οστεοπόρωσης και της σαρκοπενίας. Τέλος, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση του θέματος, με σκοπό τη διαπίστωση της συσχέτισης αυτών των δύο παθήσεων, ώστε να καθοριστεί η κατάλληλη φυσιοθεραπευτική και φαρμακευτική αντιμετώπιση τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Αλειφερόπουλος, Δ.**, 2013, Οστά και Αρθρώσεις για Τεχνολόγους-Ακτινολόγους, 2nd ed., Αθηνά: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσα
2. **Κουσκουράς, Κ., Κουσκουράς, Α.**, 2005, Διαφορική Διάγνωση των παθήσεων των οστών- αρθρώσεων- μαλακών μοριών (των άνω και κάτω άκρων και της κροταφογναθικής αρθρώσεως) βάσει απεικονιστικού (-ων) ευρήματος (-ων), 1st ed., Θεσσαλονίκη: University Studio Express, pp. 28-34
3. **Λαμπίρης, Η. Ε.**, 2007, Ορθοπαιδική και Τραυματολογία, 2nd ed., Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης
4. **Συμεωνίδης, Π.**, 1997, Ορθοπαιδική, 2nd ed., Θεσσαλονίκη, University Studio Press A.E., pp. 292-298
5. **Φουσέκης, Κ. Α.**, 2015, Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία, 1st ed., Κύπρος: Λευκωσία, Broken Hill Publishers LTD, pp. 39-65
6. **Χατζηπαύλου, Α. Γ., Κοντάκης, Γ. Μ.**, 2006, Ορθοπαιδική και Τραυματιολογία I, 1st ed., Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Hall, S. J.**, 2005, Basic Biomechanics, 4th ed, Μετάφραση από τα Αγγλικά από Κατσουλάκη και Παραδείση, Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιανού ΑΕ
2. **Hamilton, N., Luttgens, K.**, 2003, Kinesiology: scientific basis of human motion, 10th ed., Μετάφραση από Αγγλικά από Κατσουλάκη Κωνσταντίνο, Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιανού ΑΕ
3. **Platzer, W.**, 2009, Taschenatlas Anatomie, 9th ed., Μετάφραση από τα Γερμανικά από Αρβανίτη Λεωνίδα, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης

4. **Silbernagl, S., Despopoulos, A.**, 2010, Color Atlas of Physiology, 6th ed., Μετάφραση από Ανωγειανάκη Γεώργιο, Κουτσοβίτη Γεώργιο, Ανωγειανάκη Αντωνία και Χαλαπά Αντώνιο, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης
5. **Solomon, L., Warwick, D. J., Nayagam, S.**, 2007, Apley's System of Orthopaedics and Fractures, Μετάφραση από τα αγγλικά από Βούλγαρη Παναγιώτη και Οδυσσέα Παξινό, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, pp. 136-145

#### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ

1. **Baron, R.**, 2008, Anatomy and Ultrastructure of Bone – Histogenesis, Growth and Remodeling, [electronic book], South Dartmouth (MA): MDText.com

#### ΞΕΝΗ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Barker, K. L., Javaid, M. K., Newman, M., Lowe, C. M., Stallard, N., Campbell, H., Gandhi, V., Lamb, S.**, 2014, Physiotherapy Rehabilitation for Osteoporotic Vertebral Fracture (PROVE): study protocol for a randomised controlled trial *Trials*, 15:22, pp. 1-11
2. **Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Garry, P. J., Lindeman, R. D.**, 1998, Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico, *American Journal of Epidemiology*, 147(8), pp. 755-763
3. **Bijlsma, A. Y., Meskers, M. C. G., Molendijk, M., Westendorp, R. G. J., Sipila, S., Stenroth, L., McPhee, J. S., Jones, D. A., Narici, M., Gapeyeva, H., Paasuke, M., Seppet, E., Voit, T., Barnouin, Y., Hogrel, J. H., Butler-Browne, G., Maier, A. B.**, 2013, Diagnostic measures for sarcopenia and bone mineral density, *Osteoporos Int*, 24, pp. 2681-2691
4. **Bijlsma, A.Y, Meskers, C.G.M., Westendorp, R.G.J., Maier, A.B.**, 2012, Chronology of age-related disease definitions: Osteoporosis and sarcopenia, *Ageing Research Reviews*, 11, pp. 320-324

5. **Broto, M., Abreu, E. L.**, 2012, Sarcopenia: Pharmacology of Today and Tomorrow, *The journal of pharmacology and experimental therapeutics*, 343(3), pp. 540-546
6. **Campbell, T. M., Vallis, L. A.**, 2014, Predicting fat-free mass index and sarcopenia in assisted-living older adults, *AGE*, 36:9674
7. **Cheng, Q., Zhu, X., Zhang, X., Li, H., Du, Y., Hong, W., Xue, S., Zhu, H.**, 2014, A cross-sectional study of loss of muscle mass corresponding to sarcopenia in healthy Chinese men and women: reference values, prevalence, and association with bone mass, *J Bone Miner Metab*, 32, pp. 78-88
8. **Clarke, B.**, 2008, Normal Bone Anatomy and Physiology, *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3(3), pp. 131-139
9. **Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F.**, 2014, Sarcopenia, *Clinical Medicine*, 14(2), pp. 183-186
10. **Di Monaco, M., Vallerio, F., Di Monaco, R., Tappero, R.**, 2011, Prevalence of sarcopenia and its association with osteoporosis in 313 older women following a hip fracture, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52, pp. 71-74
11. **Dontas, I. A., Yiannakopoulos, C. K.**, 2007, Risk factors and prevention of osteoporosis-related fractures, *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 7(3), pp. 268-272
12. **Eastell, R.**, 2009, Osteoporosis, *Medicine*, 37(9), pp. 375-380
13. **Edwards, M. H., Dennison, E. M., Sayer, A. A., Fielding, R., Cooper, C.**, 2015, Osteoporosis and Sarcopenia in older age, *Bone*, 80, pp. 126-130
14. **Eriksen, E. F.**, 2010, Cellular mechanisms of bone remodeling, *Rev Endocr Metab Disord*, 11, pp. 219-227
15. **Feng, X., McDonald, J. M.**, 2011, Disorders of Bone Remodeling, *Annu Rev Pathol.*, 6, pp.121-145
16. **Fielding, R.A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., Abellan van Kan, G., Andrieu, S., Bauer, J., Breuille, D., Cederholm, T., Chandler, J., De Meynard, C., Donini, L., Harris, T., Kannt, A., Keime Guibert, F., Onder, G., Papanicolaou D., Rolland, Y., Rooks, D., Sieber, C., Souhami, E., Verlaan, S., Zamboni, M.**, 2011, Sarcopenia: An Undiagnosed

- Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences, *J Am Med Dir Assoc.*, 12(4), pp. 249-256
17. **Fletcher, J. A.**, 2013, Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine Position Statement: Osteoporosis and Exercise, *Clin J Sport Med*, 23(5), pp. 333-338
  18. **Freiberger, E., Sieber, C., Pfeifer, K.**, 2011, Physical activity, exercise, and sarcopenia—future challenges, *Wien Med Wochenschr*, 161(17–18), pp. 416–425
  19. **Frijoli Jr, A., Chaves, P. H., Ingham, S. J. M., Fried, L. P.**, 2011, Severe osteopenia and osteoporosis, sarcopenia, and frailty status in community-dwelling older women: Results from the Women's Health and Aging Study (WHAS) II, *Bone*, 48, pp. 952-957
  20. **Frontera, W. R., Zayas, A. R., Rodriguez N.**, 2012, Aging of human muscle: understanding sarcopenia at the single muscle cell level, *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 23(1), pp. 201-207
  21. **Go, S. W., Cha, Y. H., Lee, J. A., Park, H. S.**, 2013, Association between Sarcopenia, Bone Density, and Health-Related Quality of Life in Korean Men, *Korean J Fam Med.*, 34, pp. 281-288
  22. **Greenlund, L. J. S., Nair, K. S.**, 2003, Sarcopenia\* consequences, mechanisms, and potential therapies, *Mechanisms of Ageing and Development*, 124, pp. 287- 299
  23. **He, H., Liu, Y., Tian, Q., Papasian, C. J., Hu, T., Deng, H. W.**, 2015, Relationship of sarcopenia and body composition with osteoporosis, *Osteoporos Int*, pp. 1-10
  24. **Iolascon, G., Di Pietro, G., Gimigliano, F., Mauro, G. L., Moretti, A., Giamattei, M. T., Ortolani, S., Tarantino, U., Brandi, M. L.**, 2014, Physical exercise and sarcopenia in older people: position paper of the Italian Society of Orthopaedics and Medicine (OrtoMed), *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11(3), pp. 215-221



25. **Janssen, I., Heymsfield, S. B., Ross, R.**, Low Relative Skeletal Muscle Mass (Sarcopenia) in Older Persons Is Associated with Functional Impairment and Physical Disability, *Journal of the American Geriatrics Society*, 50, pp. 889-896
26. **Kanis, J. A., Burlet, N., Cooper, C., Delmas, P. D., Reginster, J. Y., Borgstrom, F., Rizzoli, R.**, 2008, European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women, *Osteoporos Int*, 19, pp. 399–428
27. **Kent-Braun J. A, Ng A.V.**, 2000, Skeletal muscle oxidative capacity in young and older women and men, *J Appl Physiol*, 89(3), pp. 1072-1078.
28. **Khawaji, M., Astermark, J., Akesson, K., Berntorp, E.**, 2010, Physical activity for prevention of osteoporosis in patients with severe haemophilia on long-term prophylaxis, *Haemophilia*, 16, pp. 495–501
29. **Kim, S., Won, C. W., Kim, B. S., Choi, H. R., Moon, M. Y.**, 2014, The Association between the Low Muscle Mass and Osteoporosis in Elderly Korean People, *J Korean Med Sci*, 29, pp. 995-1000
30. **Lane, N. E.**, 2006, Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 194, pp. 3-11
31. **Malafarina, V., Uriz-Otano F., Iniesta, R., Gil-Guerrero, L.**, 2012, Sarcopenia in the elderly: diagnosis, physiopathology and treatment, *Maturitas*, 71, pp. 109–114.
32. **Michel, J. P.**, 2014, Sarcopenia: There Is a Need for Some Steps Forward, *JAMDA*, 15, pp. 379-380
33. **Mitchell D., Haan M. N., Steinberg F. M., Visser M.**, 2003 Body composition in the elderly: the influence of nutritional factors and physical activity. *J Nutr Health Aging*, 7(3), pp.130-139
34. **Miyakoshi, N., Hongo, M., Mizutani, Y., Shimada, Y.**, 2013, Prevalence of sarcopenia in Japanese women with osteopenia and osteoporosis, *J Bone Miner Metab*, 31, pp. 556-561
35. **Morley J. E., Baumgartner, R. N., Roubenoff, R., Mayer, J., Nair, K. S.**, 2001, Sarcopenia, *J Lab Clin Med*, 137, pp. 231-243

36. **Muscaritoli, M., Lucia, S., Molfino, A.**, 2013, Sarcopenia in critically ill patients: the new pandemia, *Minerva Anestesiologica*, 79(7), pp. 771-777
37. **Pahor, M., Manini, T., Cesari, M.**, 2009, Sarcopenia: clinical evaluation, biological markers and other evaluation tools, *J Nutr Health Aging*, 13(8), pp. 724-728
38. **Patel, H. P., Syddall, H. E., Martin, H. J., Stewart, C. E., Cooper, C., Sayer, A. A.**, 2010, Hertfordshire sarcopenia study: design and methods, *BMC Geriatrics*, 10:43
39. **Patil, R., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., Kannus, P., Karinkanta, S., Sievänen, H.**, 2013, Sarcopenia and osteopenia among 70–80-year-old home-dwelling Finnish women: prevalence and association with functional performance, *Osteoporos Int*, 24, pp. 787-796
40. **Pereira F. B., Leite, A. F., Paula, A. P.**, 2015, Relationship between pre-sarcopenia, sarcopenia and bone mineral density in elderly men, *Arch Endocrinol Metab*, 59/1
41. **Raguso, C. A., Kyle, U., Kossovsky, M. P., Roynette, C., Paolini-Giacobino, A., Hans, D., Genton, L., Pichard, C.**, 2006, A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: Role of physical exercise, *Clin Nutr.* 2006 , 25(4), pp. 573-580
42. **Raisz, L. G.**, 2005, Pathogenesis of osteoporosis: concepts, conflicts, and prospects, *The Journal of Clinical Investigation*, 115(12), pp. 3318-3325
43. **Roman, D., Mahoney, K., Mohamadi, A.**, 2013, Sarcopenia: What's in a Name?, *JAMDA*, 14, pp 80-82
44. **Shapiro, F.**, 2008, Bone development and its relation to fracture repair. The role of mesenchymal osteoblasts and surface osteoblasts, *European Cells and Materials*, 15, pp. 54-76
45. **Sirola, J., Kroger, H.**, 2011, Similarities in Acquired Factors Related to Postmenopausal Osteoporosis and Sarcopenia, *Journal of Osteoporosis*, 2011, pp. 1-14

46. **Sjöblom, S., Suuronen, J., Rikkonen, T., Honkanen, R., Kröger, H., Sirola, J.**, 2013, Relationship between postmenopausal osteoporosis and the components of clinical sarcopenia, *Maturitas*, 75, pp. 175-180
47. **Sun, L., Peng, Y., Sharrow, A. C., Iqbal, J., Zhang, Z., Papachristou, D. J., Zaidi, S., Zhu, L. L., Yaroslavskiy, B. B., Zhou, H., Zallone, A., Sairam, M. R., Kumar, T. R., Bo, W., Braun, J., Cardoso-Land, L., Schaffler, M. B., Moonga, B. S., Blair, H. C., Zaidi, M.**, 2006, FSH Directly Regulates Bone Mass, *Cell*, 125, pp. 247-260
48. **Taaffe, D. R.**, 2006, Sarcopenia; Exercise as a treatment strategy, *Australian Family Physician*, 35(3), pp. 130-133
49. **Van Kan, G. A., Chumlea, C., Gillette-Guyonnet, S., Houles, M., Dupuy, C., Rolland, Y., Vellas, B.**, 2011, Clinical Trials on Sarcopenia: Methodological Issues Regarding Phase 3 Trials, *Clin Geriatr Med*, 27(3), pp. 471-482
50. **Verschueren, S., Gielen, E., O'Neil, T. W., Pye, S. R., Adams, J. E., Ward, K. A., Wu, F. C., Szule, P., Laurent, M., Claessens, F., Vanderschueren, D., Boonen, S.**, 2013, Sarcopenia and its relationship with bone mineral density in middle-aged and elderly European men, 24:87–98
51. **Walsch, M. C., Hunter, G. R., Livingstone M. B.**, 2006, Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density, *Osteoporos Int*, 17: 61–67
52. **Woods, J. L., Iuliano-Burns, S., King, S. J., Strauss, B. J., Walker, K. Z.**, 2011, Poor physical function in elderly women in low-level aged care is related to muscle strength rather than to measures of sarcopenia, *Clinical Interventions in Aging*, 6, pp 67-76
53. **Wu, C. H., Yang, K. C., Chang, H. H., Yen, J. F., Tsai, K. S., Huang, K. C.**, 2013, Sarcopenia is Related to Increased Risk for Low Bone Mineral Density, *Journal of Clinical Densitometry: Assessment of Skeletal Health*, 16 (1), pp. 98-103