



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΑΘΗΣΕΩΝ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ «Θ.ΓΑΡΟΦΑΛΙΔΗΣ»

ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ : ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΙΣΜΗΝΗ ΔΟΝΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΡΙΑ

**«ΕΙΝΑΙ ΕΦΙΚΤΗ Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΚΕΛΕΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΣΕ
ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ;»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΓΕΩΡΓΙΟΣ Π.ΛΥΡΙΤΗΣ
ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΗΣ ΕΚΠΑ

Αθήνα 2018



NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS MEDICAL SCHOOL

**POST-GRADUATE PROGRAM
METABOLIC BONE DISEASES**

**«IS IT POSSIBLE TO MAINTAIN SKELETAL HEALTH IN
ATHLETES AFTER MENOPAUSE? »**

MASTER THESIS

GIANNOPOULOU ANGELIKI

Supervisor: George Lyritis, Professor of Orthopedics, University of Athens,
Medical School

Athens 2018

Βιογραφικό σημείωμα

Προσωπικά στοιχεία

ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

Ημερομηνία Γέννησης : 24/10/1990

Διεύθυνση κατοικίας : Ομήρου 6, Κόρινθος

Τηλέφωνο επικοινωνίας: 6943031306

email: aggeliki_giann@hotmail.com

Τίτλοι Σπουδών

2008-2012: Πτυχίο στο τμήμα Φυσικοθεραπείας της Σχολής Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας του ΤΕΙ Αθήνας, βαθμός πτυχίου 7,53 "Λίαν Καλώς"

Πτυχιακή εργασία: "Κυστική Ίνωση και Φυσικοθεραπεία" και βαθμό 9,5

Δημοσιεύσεις

Δημοσίευση άρθρου στο Ιατρικό Περιοδικό JFSF - Journal of Frailty, Sarcopenia and Falls, με θέμα "Frailty and Bone Health in European Men", Μάρτιος 2017

Συνεχής κατάρτιση/ Σεμινάρια

Λεμφική Παροχέτευση, μέθοδος Vodder, epimorfosis

96 ώρες Clinical Pilates Mat – Reformer, GPC

«Αναθεωρήσεις στη διαγνωστική & θεραπευτική προσέγγιση των Μεταβολικών Νοσημάτων των Οστών», Ελληνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης

«Πρακτικά ερωτήματα για τη διάγνωση & αντιμετώπιση της Οστεοπόρωσης», Ελληνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης

3ο Σεμινάριο Τμήματος Καρδιοαγγειακής Αναπνευστικής Φυσικοθεραπείας, Πανελλήνιος Σύλλογος Φυσικοθεραπείας, Αθήνα

27ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Φυσικοθεραπείας,
«Φυσικοθεραπεία στην Ευρώπη: Μια αυτόνομη κλινική προσέγγιση», Αθήνα

26ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Φυσικοθεραπείας,
«Προηγμένη Φυσικοθεραπεία. Αποκατάσταση και Ποιότητα ζωής», Αθήνα

25ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο
Φυσικοθεραπείας, «Αξιολογείν- Επιλέγειν- Εκτελείν», Αθήνα

5-7/12/2014: 24ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο
Φυσικοθεραπείας, «Διεθνείς Κατευθυντήριες Οδηγίες Μια σύγχρονη
διεπιστημονική προσέγγιση», Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης,
Αθήνα

28-29/6/2014: Σεμινάριο: «Upper limb lymfoedema- Hand therapy approach»,
Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Φυσικοθεραπείας- Τμήμα χεριού, Αθήνα

27/1/2013- 11/5/2014: Σεμινάριο : 200 ώρες «Πρόγραμμα Εκπαίδευσης
Βελονισμού για τη Διαχείριση του Μυοσκελετικού Πόνου», Ελληνική
Φυσικοθεραπευτική Εταιρεία Αλγολογίας, Αθήνα

23/11/2013 : Σεμινάριο: «BLS/AED Provided Course», Ευρωπαϊκό Συμβούλιο
Αναζωογόνησης, Αθήνα

22-24/11/2013: 23^ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο
Φυσικοθεραπείας, «Εφαρμοσμένη Μυοσκελετική Φυσικοθεραπεία»
, Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, Αθήνα

30-31/3/2013: Σεμινάριο: «Λεμφική μάλαξη», Ι.Τ.Μ.Ε., Αθήνα

7-9/12/2012 : 22^ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο
Φυσικοθεραπείας, «Φυσικοθεραπεία: Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές»,
Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, Αθήνα.

2-4/11/2012: 26^ο Συνέδριο Φυσικοθεραπείας της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Φυσικοθεραπείας, «Μειωμένη Λειτουργική Ικανότητα, Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση», Αθήνα

27/5/2012: Επιστημονική ημερίδα της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Φυσικοθεραπείας, «Ο ρόλος της άσκησης στην οστεοπόρωση και στην αποφυγή των πτώσεων», Μαρούσι

25-27/11/2011: 21^ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Φυσικοθεραπείας, «Αναπηρία και Σύγχρονη Φυσικοθεραπευτική Αποκατάσταση», Αθήνα

4-6/11/2011: 25^ο Συνέδριο Φυσικοθεραπείας της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Φυσικοθεραπείας, «Κινησιοθεραπεία στο Άτομο και στην Ομάδα», Αθήνα

15-17/10/2010: 24^ο Συνέδριο Φυσικοθεραπείας της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Φυσικοθεραπείας, "Κλινική Διαχείριση Νευρολογικών Διαταραχών", Αθήνα

29/5/2010: «2^η Ημερίδα νέων συναδέλφων», Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Φυσικοθεραπείας και τμήμα Φυσικοθεραπείας ΑΤΕΙ Πατρών Αίγιο

24-25/4/2010: 19^η Επιστημονική Διημερίδα Πανελληνίου Συλλόγου Φυσικοθεραπευτών, «Αξιολόγηση- Θεραπεία παθήσεων ώμου», Τμήμα Φυσικοθεραπείας Νοσοκομείου Ν.Ι.Μ.Ι.Τ.Σ., Αθήνα

27/02/10: Open workshop της εταιρίας Comex, "Ανάλυση Κύκλου Βάδισης- Πελματογράφημα- Ορθωτικά Πέλματα", Αθήνα

6-8/11/2009: 19^ο Ετήσιο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Φυσικοθεραπείας, "Κλινικές και Λειτουργικές Δοκιμασίες στη

Φυσικοθεραπευτική Αξιολόγηση και Αποκατάσταση”, Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, Αθήνα

Επαγγελματική εμπειρία

Απρίλιος 2012 μέχρι Σεπτέμβριο 2012: Πρακτική άσκηση ως φυσικοθεραπεύτρια στο Γενικό Νοσοκομείο Κορίνθου

2013 μέχρι σήμερα: Φυσικοθεραπεύτρια σε ιδιωτικό φυσικοθεραπευτήριο

Ξένες γλώσσες

Αγγλικά: Certificate of Competency in English, University of Michigan

Γνώσεις Η/Υ

Κάτοχος πτυχίων πληροφορικής: Microsoft Office (Word, Excel, Power Point, Windows)

Περίληψη

Η οστεοπόρωση είναι το συχνότερο μεταβολικό νόσημα των οστών και προσβάλλει κυρίως τις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Τα πρώτα 5 με 10 χρόνια από την έναρξη της εμμηνόπαυσης παρατηρείται ταχεία απώλεια οστικής πυκνότητας που ανέρχεται στο 2–3% το χρόνο. Η οστεοπόρωση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες ορμονικούς, μεταβολικούς, περιβαλλοντικούς όπως είναι η διατροφή και η φυσική δραστηριότητα. Τα οστά έχουν την ικανότητα να ανταποκρίνονται στα μηχανικά ερεθίσματα, παρουσιάζοντας προσαρμογές στη δομή τους, ως απάντηση στα εξωτερικά ερεθίσματα. Παρόλο που η μειωμένη φυσική δραστηριότητα έχει αναγνωριστεί ως ένας παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη της οστεοπόρωσης, δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως η συμβολή της άσκησης στην αντιμετώπιση της νόσου. Η άσκηση κατά την περίοδο της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της οστικής μάζας και τα οφέλη της εκτείνονται στην ενήλικη ζωή. Η οστική πυκνότητα που αποκτάται κατά την ανάπτυξη υπερβαίνει κατά πολύ εκείνη που μπορεί να αποκτηθεί κατά την ενήλικη ζωή. Μετά την ολοκλήρωση της σκελετικής ωρίμανσης επέρχεται προοδευτική οστική απώλεια, η οποία γίνεται ραγδαία μετά την εμμηνόπαυση, λόγω των ορμονικών και των μεταβολικών διαταραχών που συνοδεύουν τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο της γυναίκας.

Αυτό που δεν είναι ευρέως γνωστό είναι το κατά πόσο είναι εφικτή η διατήρηση της σκελετικής υγείας των ηλικιωμένων γυναικών που ασχολούνταν επαγγελματικά στο παρελθόν με τον αθλητισμό. Η παρούσα ανασκόπηση έχει ως στόχο να συνοψίσει τα διαθέσιμα δεδομένα που αφορούν την επίδραση της φυσικής δραστηριότητας και άλλων παραγόντων στην υγεία των οστών πρώην αθλητριών, μετά την εμμηνόπαυση.

Λέξεις κλειδιά: σκελετική υγεία, οστεοπόρωση, αθλήτριες, εμμηνόπαυση, άσκηση

Abstract

Osteoporosis is the most common metabolic bone disease and affects women after menopause. During 5 to 10 years after the onset of menopause, there is a rapid loss of bone density of 2-3% per year. Osteoporosis is affected by many hormonal, metabolic, environmental factors such as diet and physical activity. Bones have the ability to respond to mechanical stimuli by presenting adjustments to their structure in response to external stimuli. Although reduced physical activity has been recognized as a risk factor for the development of osteoporosis, the contribution of exercise to the management of the disease has not been fully elucidated. Exercise during childhood and adolescence contributes significantly to the increase in bone mass and its benefits extend into adulthood. The bone density gained during development is far greater than that gained in adulthood. After the completion of skeletal maturation, progressive bone loss occurs, which occurs rapidly after menopause due to the hormonal and metabolic disorders accompanying the woman's specific period of time.

What is not well known is whether it is possible to maintain the skeletal health of older women professionally engaged in sports in the past.

This review aims to summarize the available data on the effect of physical activity and other factors on bone health of former postmenopausal athletes.

Key Words: bone health, osteoporosis, athletes, menopause, exercise

Περιεχόμενα

Βιογραφικό σημείωμα _____ ΙΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Περίληψη _____ VIΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Περιεχόμενα _____ IX

Πινάκας Εικόνων _____ ΧΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Πινάκας Πινάκων _____ Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης. XII

Πρόλογος _____ Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης. II

Εισαγωγή _____ 1

1. Κεφάλαιο 1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ _____ 5

1.1. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΣΤΩΝ _____ 8

1.2. ΟΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ _____ 11

1.2.1. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ ΩΣ ΥΛΙΚΟ _____ 11

1.2.2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ ΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ _____ 12

1.3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ _____ 12

2. Κεφάλαιο 2 ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ _____ 15

2.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ _____ 16

2.2. ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ _____ 17

2.3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ _____ 18

2.3.1. ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ ΤΥΠΟΥ I 18

2.3.2. ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ ΤΥΠΟΥ II 20

2.3.3. ΔΕΥΤΕΡΟΠΑΘΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ 20

2.4. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ _____ 20

2.5. ΠΡΟΛΗΨΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ	22
2.6. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	22
3. Κεφάλαιο 3 ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ	26
3.1. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ	26
3.2. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗΣ	27
3.2.1. ΆΜΕΣΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	28
3.2.2. ΜΕΣΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	29
3.2.3. ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	30
4. Κεφάλαιο 4 Η ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ	31
4.1. ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΣΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	32
4.1.1. ΆΣΚΗΣΗ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΦΗΒΟΥΣ	34
4.1.2. ΆΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΗΛΙΚΗ ΖΩΗ	37
4.1.3. ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ	39
4.1.3.1. ΑΕΡΟΒΙΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗΣ	41
4.1.3.2. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	49
4.1.3.3. ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	52
4.1.3.4. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ ΔΟΝΗΣΗΣ	56
4.2. ΔΙΑΤΡΟΦΗ	61
4.3. ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ	63
4.3.1. ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΕΣ ΟΙΣΤΡΟΓΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ (SERMs)	63
4.3.2. ΔΙΦΩΣΦΟΝΙΚΑ	64
4.3.2.1. ΑΛΕΝΔΡΟΝΑΤΗ	64
4.3.2.2. ΡΙΖΕΝΔΡΟΝΑΤΗ	64
4.3.2.3. ΙΒΑΝΔΡΟΝΑΤΗ	64
4.3.3. ΠΕΠΤΙΔΙΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΕΟΕΙΔΩΝ ΟΡΜΟΝΩΝ	65
4.3.4. ΡΑΝΕΛΙΚΟ ΣΤΡΟΝΤΙΟ	66
4.3.5. ΟΡΜΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ	66
Συμπεράσματα	68
Βιβλιογραφία	70

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1. Η οστική απώλεια με την πάροδο της ηλικίας και στα δύο φύλα (προσαρμοσμένο από <https://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>) ^[2]σελ.1

Εικόνα 2.Οι περιοχές με μεγαλύτερο κίνδυνο οστεοπορωτικού κατάγματος.
(προσαρμοσμένο από <https://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>) ^[2]σελ.3

Εικόνα 3. Μορφολογία του οστού (προσαρμοσμένο από CLM Bao et al, 2013) ^[9]
.....σελ.6

Εικόνα 4. Απεικόνιση του Φυσιολογικού και του Οστεοπορωτικού Οστού (προσαρμοσμένο από <https://www.webmd.com/osteoporosis/ss/slideshow-osteoporosis-overview>) ^[16]
.....σελ.16

Εικόνα 5. Τα σπονδυλικά κατάγματα, προκαλούν σφηνοειδές σχήμα στους θωρακικούς σπονδύλους (προσαρμοσμένο από <https://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>) ^[2]
.....σελ.19

Πίνακας πινάκων

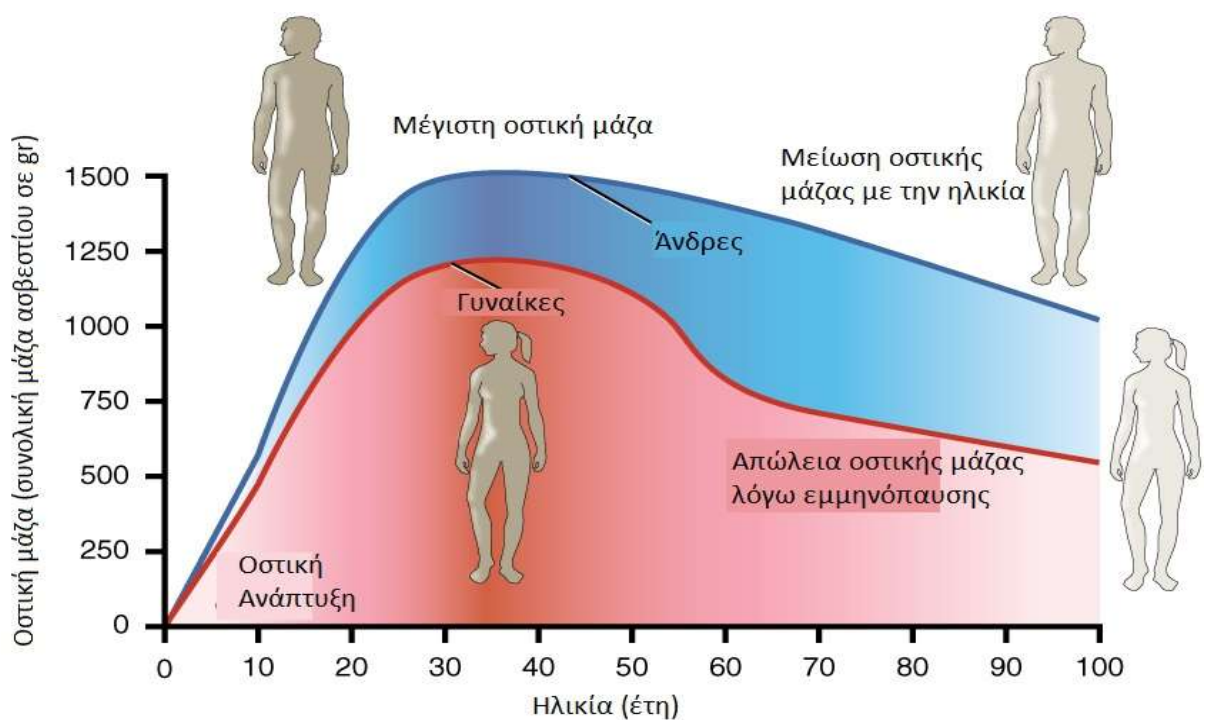
Πίνακας 1. Το εκτιμώμενο ποσοστό των ανδρών και των γυναικών με οστεοπόρωση άνω των 50 ετών, και επικράτηση του συνολικού πληθυσμού, στην Ευρώπη το 2010 (τροποποιημένο από Hernlund et al (2013)) ^[19]σελ.25

Πρόλογος

Η οστεοπόρωση και τα οστεοπορωτικά κατάγματα αποτελούν ένα σοβαρό επιδημιολογικό πρόβλημα. Μεγαλύτερη οστική απώλεια παρατηρείται στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, σε σχέση με τους άντρες. Με την πάροδο της ηλικίας παρατηρείται προοδευτική οστική απώλεια, με αποτέλεσμα την αύξηση του καταγματικού κινδύνου της σπονδυλικής στήλης, του ισχίου και του καρπού, τα οποία οδηγούν σε ανικανότητα και μειωμένη λειτουργικότητα, αυξάνοντας τον κίνδυνο θνησιμότητας. Ο τρόπος ζωής διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της πάθησης. Η διατροφή και η σωματική δραστηριότητα μπορούν να επηρεάσουν θετικά την υγεία των οστών, μειώνοντας των κίνδυνο των πτώσεων και των επιπτώσεων τους. Οι αθλητές έχουν αυξημένη οστική αντοχή σε σχέση με τους μη αθλητές. Τα μηχανικά φορτία που δέχονται τα οστά από την άσκηση αυξάνουν την κορυφαία οστική μάζα, καθιστώντας τον σκελετό περισσότερο ανθεκτικό στην μείωση της οστικής πυκνότητας σε μεγαλύτερη ηλικία.

Εισαγωγή

Η οστεοπόρωση είναι ένα σημαντικό πρόβλημα της δημόσιας υγείας. Λόγω της αύξησης του προσδόκιμου ζωής οι ηλικιωμένοι ασθενείς με οστεοπόρωση συνεχώς και αυξάνονται. Αποτελεί τη συχνότερη διαταραχή του μεταβολισμού των οστών και χαρακτηρίζεται από απώλεια οστικής μάζας, επηρεάζοντας την μικροαρχιτεκτονική των οστών, καθιστώντας τα εύθραυστα, προκαλώντας αναίτια κατάγματα, τα οποία οδηγούν σε ανικανότητα και αναπηρία, αυξάνοντας τον κίνδυνο θνησιμότητας ^[1]. Η οστική απώλεια, με την πάροδο της ηλικίας αφορά και τα δύο φύλα, με τις γυναίκες να παρουσιάζουν γρηγορότερη απώλεια οστικής πυκνότητας, μετά την εμμηνόπαυση (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Η οστική απώλεια με την πάροδο της ηλικίας και στα δύο φύλα (προσαρμοσμένο από <https://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>) ^[2]

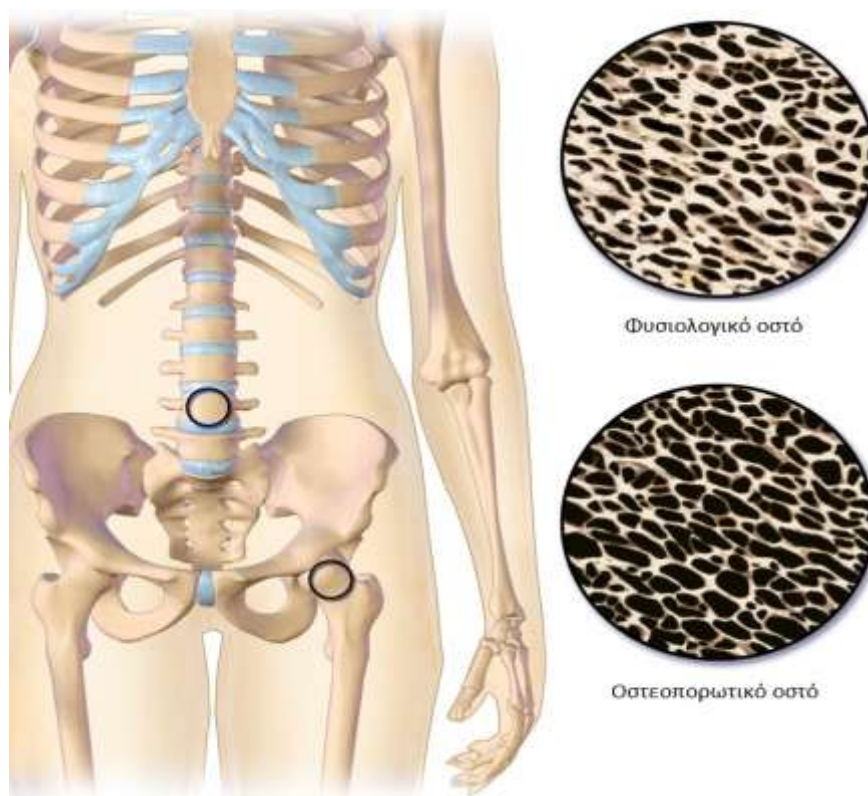
Η χαμηλή οστική μάζα, οι ορμονικοί παράγοντες, η χαμηλή φυσική δραστηριότητα, το κάπνισμα και οι κακές διατροφικές συνήθειες, η μικρή

πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D, αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες κινδύνου που συμβάλλουν στην εμφάνιση των οστεοπορωτικών καταγμάτων. Η κλινική εκτίμηση των παραγόντων κινδύνου εμφάνισης οστεοπόρωσης και των αντικειμενικών μετρήσεων της οστικής πυκνότητας, συντελούν στην μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης της οστικής νόσου, επομένως και στη μείωση των καταγμάτων, της νοσηρότητας και θνησιμότητας του ηλικιωμένου πληθυσμού. (Lane N. 2006) ^[3]

Τα κατάγματα αποτελούν ένα μεγάλο πρόβλημα για τη δημόσια υγεία σε όλο τον κόσμο. Το πρόβλημα αυτό είναι τόσο κοινωνικό, όσο και οικονομικό και αυξάνεται συνεχώς, με την αύξηση της γήρανσης του παγκόσμιου πληθυσμού. Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής πάνω από 10 εκατομμύρια άνθρωποι έχουν οστεοπόρωση, και μέχρι το 2020 αναμένεται να επηρεάσει 14 εκατομμύρια ανθρώπους ηλικίας άνω των 50 ετών. Σε όλο τον κόσμο περίπου 200 εκατομμύρια γυναίκες έχουν οστεοπόρωση. Τα οστεοπορωτικά κατάγματα κοστίζουν στο υγειονομικό σύστημα των Ηνωμένων Πολιτειών 17 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο, με το κόστος αυτό να αυξάνεται μέχρι το 2040 στα 50 δισεκατομμύρια. Αυτές οι ιατρικές δαπάνες για την οστεοπόρωση είναι μεγαλύτερες από αυτές για τον καρκίνο του μαστού, τα εγκεφαλικά επεισόδια, του διαβήτη ή της χρόνιας πνευμονικής νόσου. Επίσης σημαντικό είναι και το έμμεσο κόστος της οστεοπόρωσης, αυτό που σχετίζεται με τα κατάγματα που προκαλούν νοσηρότητα και θνησιμότητα. Οι κλινικές και οικονομικές συνέπειες της οστεοπόρωσης οδηγούν σε μια συντονισμένη προσπάθεια αξιολόγησης των ασθενών που βρίσκονται σε κίνδυνο, για την πρόληψη και την έγκαιρη παρέμβαση, όταν χρειάζεται. (Lane N. 2006) ^[3]

Τα συχνότερα οστεοπορωτικά κατάγματα συμβαίνουν στην σπονδυλική στήλη, το ισχίο, το περιφερικό άκρο της κερκίδας και στο βραχιόνιο οστό (εικόνα 2). Το 2000 στην Ευρώπη υπήρχαν 620.000 νέα κατάγματα στο ισχίο, 574.000 στο αντιβράχιο, 250.000 στον βραχίονα και 620.000 κατάγματα σπονδυλικής στήλης σε άνδρες και γυναίκες άνω των 50 ετών. Οι αριθμοί αυτοί αποτελούσαν το 34,8% των οστεοπορωτικών καταγμάτων παγκοσμίως. Συνολικά, όλα τα οστεοπορωτικά κατάγματα αντιστοιχούν σε 2,7 εκατομμύρια

κατάγματα ανδρών και γυναικών στην Ευρώπη με άμεσο κόστος 36 δισ. Ευρώ. Τα οστεοπορωτικά κατάγματα αποτελούν σημαντική αιτία νοσηρότητας, τα κατάγματα του ισχίου προκαλούν οξύ πόνο και μειωμένη λειτουργική ικανότητα του πληθυσμού και σχεδόν πάντα οδηγούν τους ασθενείς σε νοσηλεία. Τα σπονδυλικά κατάγματα μπορεί να προκαλέσουν οξύ πόνο και απώλεια λειτουργικότητας, αλλά μπορεί επίσης να συμβούν χωρίς σοβαρά συμπτώματα. (Kanis J. et al 2008) ^[4]



Εικόνα 2. Οι περιοχές με μεγαλύτερο κίνδυνο οστεοπορωτικού κατάγματος. (προσαρμοσμένο από <https://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>) ^[2]

Τα οστεοπορωτικά κατάγματα σχετίζονται με αυξημένη θνησιμότητα, με εξαίρεση τα κατάγματα του αντιβραχίου. Στις περιπτώσεις των καταγμάτων του ισχίου, οι περισσότεροι θάνατοι συμβαίνουν τους πρώτους 3-6 μήνες μετά το κάταγμα, εκ των οποίων το 20-30% σχετίζεται με το ίδιο το κάταγμα. Στη Σουηδία υπολογίζεται πως πάνω από το 1% των θανάτων οφείλεται στα

κατάγματα ισχίου, ποσοστό υψηλότερο από το ποσοστό των θανάτων που οφείλονται στον καρκίνο του παγκρέατος και λίγο χαμηλότερο από το ποσοστό των θανάτων που οφείλονται στον καρκίνο του μαστού. (Kanis J. et al 2008) ^[4]

Καθοριστικός παράγοντας για τον καταγματικό κίνδυνο είναι η οστική μάζα. Η μεγιστοποίηση της οστικής μάζας κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας ελαττώνει τις πιθανότητες πρόκλησης κατάγματος στην εφηβική ζωή και πιθανόν και στην τρίτη ηλικία. Παρόλο που πάνω από το 60% της κορυφαίας οστικής μάζας, που αποκτάται μέχρι την ολοκλήρωση της σκελετικής ανάπτυξης, καθορίζεται γενετικά, το υπόλοιπο 40% επηρεάζεται από εξωγενείς παράγοντες όπως είναι η επαρκής πρόσληψη γαλακτοκομικών προϊόντων, ως φυσική πηγή ασβεστίου και βιταμίνης D και η φυσική δραστηριότητα σε τακτά χρονικά διαστήματα, που περιλαμβάνει κυρίως βαρομεταφέρουσες ασκήσεις. (Rizzoli R. et al 2010) ^[5]

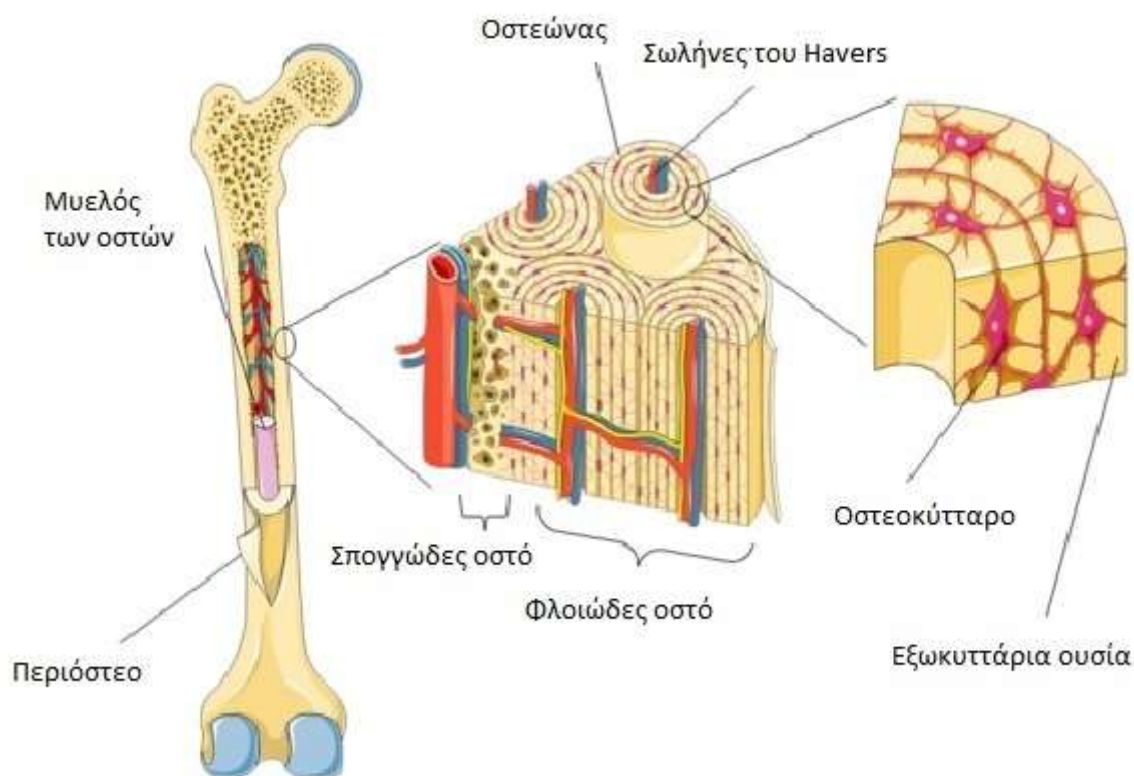
Οι Mieczekalski et al (2014) ^[6] επισημαίνουν την αξία της επίτευξης της μέγιστης οστικής πυκνότητας για την πρόληψη της οστεοπόρωσης και των συνεπειών της. Η φυσική δραστηριότητα αποτελεί σημαντικός προστατευτικός παράγοντας σε ένα ευρύ φάσμα ασθενειών, μεταξύ των οποίων είναι και η οστεοπόρωση. Έχει αποδειχτεί πως η σωματική άσκηση όταν γίνεται τακτικά, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων, οστεοπόρωσης, διαβήτη τύπου 2, παχυσαρκίας, καρκίνου του μαστού και του παχέως εντέρου και ψυχικών ασθενειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ

Τα οστά είναι υπόλευκοι, σκληροί συνδετικοί ιστοί, συνδέονται μεταξύ τους με τις αρθρώσεις διαμορφώνοντας τον σκελετό του σώματος. Συμβάλλουν στην προστασία του εγκεφάλου και άλλων εσωτερικών οργάνων, στη στατική υποστήριξη του σώματος και στην κίνηση του και στην υποδοχή οργάνων όπως οι πνεύμονες, η καρδιά και ο μυελός των οστών. (Λυρίτης ΓΠ ,2013)^[7] Συμμετέχουν στην παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων από τον μυελό των οστών και στην αποθήκευση απαραίτητων ανόργανων ιχνοστοιχείων, αποτελούν χώρο αποθήκευσης φωσφόρου και ασβεστίου, καθώς το 99% του ασβεστίου του ανθρώπινου σώματος αποθηκεύεται στο σκελετό, και αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για ορισμένες μεταβολικές δραστηριότητες και ρυθμίζουν την οξεοβασική ισορροπία (Λυρίτης ΓΠ ,2015)^[8]. Τα οστά μαζί με το ήπαρ είναι οι μοναδικοί ιστοί του ανθρώπινου σώματος που μπορούν να αποκαθιστούν πλήρως τις βλάβες που έχουν υποστεί, ως αποτέλεσμα συνεχούς φόρτισης. Η μηχανική λειτουργία των οστών εξαρτάται από την κατασκευή τους, τα οστά πρέπει να είναι πολύ ισχυρά, για την προστασία των ζωτικών οργάνων και ταυτόχρονα πολύ ελαφριά, για να ευνοούν την κινητικότητα του σώματος. (Λυρίτης ΓΠ ,2013)^[7]

Το οστό είναι ένας πολύ δυναμικός ιστός, ο οποίος υφίσταται συνεχή αναδιαμόρφωση κατά τη διάρκεια της ζωής του. Τα οστά αποτελούνται από 35% οργανικό μέρος και 65% ανόργανα στοιχεία. Στο οργανικό μέρος ανήκουν τα κύτταρα του οστίτη ιστού, τα ινίδια του κολλαγόνου και τη θεμέλια ουσία. Η ομοιοστάση επιτυγχάνεται μέσω των συνδυασμένων δράσεων των οστεοπαραγωγικών κυττάρων, των οστεοβλαστών, των οστεοκυττάρων, καθώς και των οστεοκλαστών. Γενικά, ο σχηματισμός του οστού πραγματοποιείται μέσω του πολλαπλασιασμού των οστεοπαραγωγικών κυττάρων και της διαφοροποίησής τους σε οστεοβλάστες, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία του οστού και για την παραγωγή κολλαγόνου μέσω της έκφρασης των λειτουργικών πρωτεϊνών όπως η οστεοκαλσίνη και η

αλκαλική φωσφατάση. Οι οστεοβλάστες που διαφοροποιούνται σε ώριμα οστεοκύτταρα σχηματίζουν συγκυτιακά δίκτυα που λειτουργούν για να υποστηρίξουν την οστική δομή και τον οστικό μεταβολισμό (CLM Bao et al, 2013) ^[9] Οι οστεοβλάστες είναι οστεοπαραγωγικά κύτταρα, που παράγουν τη μεσοκυττάρια ουσία. Αυτή οστεοποιείται και περιβάλλει τους οστεοβλάστες, οι οποίοι μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα. Τα κύτταρα αυτά συμμετέχουν στον μεταβολισμό και την ομοιόσταση του ασβεστίου. Οι οστεοκλάστες είναι πολυπύρηννα γιγαντοκύτταρα που απορροφούν τον οστίτη ιστό. Τα κολλαγόνα ινίδια παράγονται από τους οστεοβλάστες και πρόκειται για πρωτεΐνες με μεγάλη περιεκτικότητα σε γλυκίνη, προζίνη, οξυπροζίνη. Η μεσοκυττάρια ουσία συντίθεται από τα κολλαγόνα ινίδια και τη θεμέλια ουσία και αποτελείται από οργανική και ανόργανη φάση. Η οργανική φάση αποτελείται από θεμέλια ουσία και ίνες κολλαγόνου, σχηματίζοντας δεσμίδες από οστέινη ουσία και η ανόργανη φάση αποτελείται κυρίως από άλατα ασβεστίου. (εικόνα 3)



Εικόνα 3. Μορφολογία του οστού (προσαρμοσμένο από CLM Bao et al, 2013) ^[9]

Τα ανόργανα στοιχεία των οστών είναι το φωσφορικό ασβέστιο που αποτελεί το 80 με 90% και βρίσκεται με τη μορφή κρυστάλλων υδροξυαπατίτη, το ανθρακικό ασβέστιο αποτελεί το 8-10% των ανόργανων συστατικών, το φθοριούχο και χλωριούχο ασβέστιο 0,5%, το φωσφορικό μαγνήσιο 1-2% και τα αλκαλικά άλατα 2%. Τα συστατικά αυτά συμβάλλουν στην αντοχή του οστού, τη σκληρότητα και την ακαμψία, ενώ τα ινίδια του κολλαγόνου προσφέρουν μια περιορισμένη ευλυγισία. (Λυρίτης ΓΠ ,2015)^[8]

Τα οστά μορφολογικά διακρίνονται σε φλοιώδη και σπογγώδη. Τα φλοιώδη οστά αποτελούν το 80% του σκελετού και αφορούν το εξωτερικό περίβλημα των οστών και τις διαφύσεις των μακρών οστών. Οι οστικές δοκίδες τους είναι πυκνά διατεταγμένες μεταξύ τους, καθιστώντας το οστό ομοιογενές και ανθεκτικό. Ιστολογικά ο φλοιώδης οστίτης ιστός αποτελείται από τα συστήματα του Havers (οστεώνες), πρόκειται για τη δομική μονάδα του οστίτη ιστού. Είναι ένας επιμήκης πόρος, συνήθως παράλληλος στον επιμήκη άξονα του μακρού οστού και διαθέτει ένα αρτηρίδιο και ένα φλεβίδιο. Τα φλοιώδη οστά έχουν τρεις επιφάνειες, την περιοστική, που χωρίζει την εξωτερική επιφάνεια του οστού από τα όργανα που το περιβάλλουν και καλύπτεται από το περίοστεο, την ενδοστική, που διαχωρίζει τον οστίτη ιστό από το περιεχόμενο του αυλού του μακρού οστού και τις επιφάνειες των πόρων του HAVERS, που βρίσκονται μέσα στο φλοιό του οστού. Το φλοιώδες οστό βρίσκεται στα εξωτερικά τοιχώματα της διάφυσης και στις λείες εξωτερικές επιφάνειες όλων των οστών και είναι ανθεκτικό σε δυνάμεις κάμψης και λυγισμού. (Λυρίτης ΓΠ ,2015)^[8]

Τα σπογγώδη οστά αφορούν τις μεταφύσεις των μακρών οστών και τα σπονδυλικά σώματα και αποτελούν το 20% του σκελετού. (Λυρίτης ΓΠ ,2010)^[10] Ο σπογγώδης οστίτης ιστός είναι λιγότερο πυκνός και πιο ελαφρύς, δεν έχει σωλήνες του HAVERS και οι οστικές δοκίδες είναι τοποθετημένες μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζονται κοιλότητες, στο εσωτερικό των οποίων υπάρχει ο ερυθρός μυελός, ο οποίος σχηματίζει τα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος. Οι οστικές του δοκίδες έχουν μια συγκεκριμένη διάταξη προς διάφορες κατευθύνσεις, ώστε να δέχονται το βάρος και τις μηχανικές πιέσεις, ανάλογα με τις μηχανικές ανάγκες κάθε

οστού. (Λυρίτης ΓΠ ,2015)^[8] Η σπογγώδης υφή του οστού επηρεάζει σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες του. Τα σπογγώδη οστά έχουν μικρότερη αναλογία του ανθρακικού ασβεστίου και του φωσφορικού ασβεστίου, σε σχέση με τα φλοιώδη. Η υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα καθιστούν το φλοιώδες οστό σκληρότερο, με μεγαλύτερη αντοχή στην τάση, όμως παρουσιάζει μικρότερη μηχανική παραμόρφωση από το σπογγώδες οστό. (Hall S. 2003)^[11] Η πορωτικότητα του φλοιώδους οστού είναι 5-30% και του σπογγώδους 30-90%. Τα δύο είδη οστών διαφέρουν σημαντικά και στη μεταβολική τους δραστηριότητα, το σπογγώδες παρουσιάζει μεγαλύτερο λόγο επιφάνειας-όγκου από το φλοιώδες και ο ετήσιος ρυθμός οστικής ανακατασκευής στο σπογγώδες οστό είναι 25%, ενώ στο φλοιώδες είναι 2-3%. Η οστική δομή μεταβάλλεται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου και επηρεάζεται από γενετικούς παράγοντες, τη μηχανική φόρτιση, την καταπόνηση, τη λήψη φαρμάκων και τις παθήσεις των οστών. (Λυρίτης ΓΠ ,2013)^[7]

1.1. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Το ερειστικό σύστημα είναι ένας πολύπλοκος μηχανισμός που έχει ως στόχο την προστασία των εσωτερικών οργάνων, το σχηματισμό κινητικών αλυσίδων και την παραγωγή της κίνησης του ανθρώπινου σώματος με τη συμβολή των μυϊκών ομάδων. Αυτοί οι στόχοι του σκελετικού συστήματος επιτυγχάνονται μέσω των βιομηχανικών ιδιοτήτων των οστών και των αρθρώσεων. Τα οστά αναπροσαρμόζονται μετά από χρονικές περιόδους αυξημένης ή μειωμένης λειτουργικότητας, αλλάζοντας την οστική τους πυκνότητα (Πουλμέντης Π., 2007)^[12], προκειμένου να ανταποκριθούν σε κάθε μηχανική απαίτηση. Σύμφωνα με την θεωρία ανάπτυξης των οστών ή νόμος του Wolff "Κάθε αλλαγή στη μορφή και τη λειτουργία ενός οστού ή και μόνον στη λειτουργία του, ακολουθείται από βέβαιες καθορισμένες αλλαγές στην εσωτερική αρχιτεκτονική του και μια εξίσου καθορισμένη δευτερεύουσα αλλαγή στην εξωτερική διαμόρφωση του, σύμφωνα με τους μαθηματικούς νόμους". (Hamil J., et al , 2013)^[13]

Οι βασικές μηχανικές ιδιότητες των οστών είναι η δύναμη και η αντοχή. Αυτές επηρεάζονται από το μέγεθος, το σχήμα και από την εγκάρσια διάμετρο του οστού. Μετά από περίοδο μειωμένης κινητικής λειτουργίας ή καθήλωσης του ατόμου στο κρεβάτι, το οστό δεν ανταποκρίνεται επαρκώς σε συνθήκες φόρτισης, με αποτέλεσμα την απώλεια οστικής μάζας, δύναμης και αντοχής του. Όταν το οστό δέχεται φόρτιση, η μηχανική παραμόρφωση που υφίσταται μπορεί να αναλυθεί μέσω των παρακάτω τριών παραμέτρων, την *Τάση* που υφίσταται και το μέγεθος που μπορεί να αντέξει το οστό πριν συμβεί η θραύση. Η Τάση ορίζεται ως η φόρτιση που ασκείται πάνω σε μία οστική επιφάνεια από εξωτερικές δυνάμεις ανά μονάδα επιφάνειας. Την *Παραμόρφωση*, που μπορεί να διατηρηθεί μέχρι να γίνει η θραύση και ορίζεται ως η αναλογία της μεταβολής του μήκους ως προς το πραγματικό μήκος των ιστών. Και την *Ενέργεια*, που μπορεί να αποθηκευτεί ως τη στιγμή της θραύσης. (Πουλμέντης Π., 2007) ^[12] Οι μηχανικές ιδιότητες του οστού επηρεάζονται από τον βαθμό παραμόρφωσης του. Όταν η παραμόρφωση φτάσει ένα συγκεκριμένο όριο, ενεργοποιείται η οστική ανακατασκευή, με σκοπό την αύξηση της οστικής μάζας. (Hall S. 2003)^[11]

Τα υλικά που απαρτίζουν το οστό είναι το ανθρακικό ασβέστιο, το φωσφορικό ασβέστιο, το κολλαγόνο και το νερό. Το ανθρακικό και το φωσφορικό ασβέστιο αποτελούν το 60-70% του οστού, καθορίζοντας τη σκληρότητα και τη συμπιεστική του δύναμη, ενώ τη δομή του οστού την καθορίζουν άλλα στοιχεία, το νάτριο, το μαγνήσιο και το φθόριο (Hall S. 2003)^[11]. Η περιεκτικότητα του οστίτη ιστού σε κολλαγόνο, βοηθάει στην αντίσταση του στα φορτία εφελκυσμού και η δύναμη του οστού εξαρτάται από το μηχανισμό φόρτισης. Τα μεταλλικά συστατικά συμβάλλουν στην ευθραυστότητα του οστού, στην ικανότητα του να αντισταθεί στα φορτία σύνθλιψης. (Hamil J., et al, 2013) ^[13] Το νερό αποτελεί το 25-30% του ολικού βάρους των οστών, συμβάλλει στη δύναμη τους, στη μεταφορά των θρεπτικών υλικών και των αποβλήτων τους και στη μεταφορά ιόντων αλάτων προς και από τις θέσεις αποθήκευσης του οστού. (Hall S. 2003)^[11] Η δομή των ινών του κολλαγόνου στα οστά είναι γενετικά καθορισμένη, αλλά επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες, που επηρεάζουν και τις μηχανικές ιδιότητες του

οστού. Η σκληρότητα του οστού οφείλεται στην παρουσία των κρυστάλλων υδροξυαπατίτη και η αντοχή του στην παρουσία των ινών του κολλαγόνου. Το κολλαγόνο συμβάλλει στην αντοχή του οστού σε δυνάμεις εφελκυσμού, αλλά όχι σε δυνάμεις συμπίεσης (Λυρίτης ΓΠ ,2013)^[7]

Η αξιολόγηση της αντοχής γίνεται με τη σχέση του φορτίου που εφαρμόζεται (εξωτερική δύναμη) και του μεγέθους παραμόρφωσης (εσωτερική αντίδραση) του οστού. Η συμπεριφορά του οστίτη ιστού εξαρτάται από τη διεύθυνση εφαρμογής των φορτίων. Τα μακρά οστά μπορούν να ανταπεξέλθουν σε μεγάλα φορτία στην επιμήκη διεύθυνση και σε μικρότερα φορτία στην επιφάνεια του οστού, είναι ισχυρότερα στην αντίσταση των φορτίων στον επιμήκη άξονα, επειδή συχνότερα φορτίζονται προς αυτή τη διεύθυνση. Ο οστίτης ιστός είναι ένα ιξωδοελαστικό υλικό, καθώς η απόκριση του εξαρτάται από το ρυθμό και τη διάρκεια εφαρμογής του φορτίου. Όταν το οστό φορτίζεται γρήγορα, ανταποκρίνεται σε μεγαλύτερα φορτία προτού υποστεί θραύση, ενώ με χαμηλότερη ταχύτητα φόρτισης υπόκειται σε κάταγμα. (Hamil J., et al , 2013)^[13]

Σε όλη τη διάρκεια της ζωής ο οστίτης ιστός αποδομείται και ανακατασκευάζεται για να προσαρμοστεί στις μηχανικές συνθήκες που δημιουργούνται με την πάροδο της ηλικίας. (Πουλμένης Π., 2007)^[12] Μέσω της οστικής απορρόφησης και τη δράση των οστεοκλαστών, μεγάλο μέρος του οστού αφαιρείται και μέσω της οστικής εναπόθεσης και τη βοήθεια των οστεοβλαστών, αντικαθίσταται με νέο οστό. (Hamil J., et al , 2013)^[13] Το 35% της οστικής ουσίας είναι οργανικά στοιχεία, που περιλαμβάνουν κύτταρα και θεμέλιο ουσία και το 65% από ανόργανα. (Πουλμένης Π., 2007)^[12].Ο συνδυασμός αυτός καθιστούν τον σκελετό μια από τις σκληρότερες δομές του ανθρώπινου σώματος.

1.2. ΟΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Η σημαντικότερη ιδιότητα των οστών είναι η αντίσταση τους στην παραμόρφωση, από τη μηχανική φόρτιση που δέχονται και σε αυτό συμβάλλει η μηχανική αντοχή τους, η οποία μελετάται σε δύο επίπεδα, στο επίπεδο του υλικού και στο επίπεδο του οστού ως κατασκευή. Οι ιδιότητες του οστού ως υλικό εξαρτώνται από τη μικροσκοπική κατασκευή και τις ιδιότητες του, ενώ οι ιδιότητες του ως κατασκευή επηρεάζονται από το μέγεθος, την κατανομή της μάζας, τη μακροσκοπική γεωμετρία και την μικροαρχιτεκτονική των οστών. Η οστική αντοχή επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

- το είδος και το μέγεθος της μηχανικής φόρτισης, οι δυνάμεις εφελκυσμού προκαλούν εγκάρσια κατάγματα, οι συμπιεστικές λοξά και οι στροφικές σπειροειδή,
- την κατεύθυνση των μηχανικών φορτίων, το οστό είναι ισχυρότερο στον επιμήκη άξονα σε σχέση με τον εγκάρσιο,
- τον ρυθμό και την ταχύτητα της φόρτισης
- το είδος του οστού
- τα φυσικά χαρακτηριστικά του οστού, την πυκνότητα του, το γεωμετρικό σχήμα του και την επιφάνεια διατομής του.

(Λυρίτης ΓΠ ,2013)^[7]

1.2.1. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ ΩΣ ΥΛΙΚΟ

Οι ιδιότητες του οστού ως υλικό αφορούν τον βαθμό επιμετάλλωσης, το μέγεθος των κρυστάλλων του υδροξυαπατίτη, τα χαρακτηριστικά των κολλαγόνων ινών και τον χρόνο ζωής των οστεοκυττάρων. Η αύξηση του βαθμού επιμετάλλωσης οδηγεί σε μεγαλύτερη ακαμψία του οστού, άρα και μειωμένη σκληρότητα, δηλαδή μειωμένη απαιτούμενη ενέργεια για την πρόκληση κατάγματος (οστεοπέτρωση). Όσον αφορά το μέγεθος των κρυστάλλων του υδροξυαπατίτη, η ετερογένεια στα μεγέθη των κρυστάλλων συμβάλλει στη μεγαλύτερη αντοχή του οστού, ενώ η ομοιογένεια τους

σχετίζεται με ελάττωση της παραμόρφωσης που απαιτείται για την πρόκληση κατάγματος. Η μείωση της ποσότητας και των δεσμών των ινών του κολλαγόνου, μειώνει και την αντοχή του οστού. Ο μειωμένος αριθμός οστεοκυττάρων αυξάνει τον καταγματικό κίνδυνο, καθώς παρατηρείται μειωμένη πυκνότητα οστεοκυττάρων σε περιοχές του οστού με μικρορωγμές. (Λυρίτης ΓΠ ,2010)^[10]

1.2.2.ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΣΤΟΥ ΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Τα δομικά οστικά χαρακτηριστικά αφορούν τη διάμετρο και το πάχος του φλοιού, την πορωτικότητα, την μικροαρχιτεκτονική των οστικών δοκίδων και την ύπαρξη μικρορωγμών. Η αύξηση της διαμέτρου του φλοιού και του πάχους του αυξάνει την αντοχή του, ενώ η αυξημένη πορωτικότητα την μειώνουν. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερη είναι η συνεκτικότητα των οστεοδοκίδων, τόσο αυξάνεται και η αντοχή του οστίτη ιστού, αντίθετα η ύπαρξη μικρορωγμών την επηρεάζει αρνητικά. (Λυρίτης ΓΠ ,2010)^[10] Υπάρχουν τέσσερις τύποι οστικής φόρτισης: η συμπίεση, ο ελκυσμός, η διάτμηση και η στρέψη. Η συμπίεση εφαρμόζεται κάθετα στην επιφάνεια διατομής του οστού, και τείνει να το βραχύνει, ο ελκυσμός εφαρμόζεται και αυτός κάθετα και τείνει να επιμηκύνει το οστό, οι δυνάμεις διάτμησης τείνουν να κινήσουν το ένα τμήμα του οστού σε αντίθετη κατεύθυνση από το άλλο, ενώ κατά τη στρέψη το οστό τείνει να περιστραφεί γύρω από έναν κεντρικό άξονα. (Λυρίτης ΓΠ ,2013)^[7]

1.3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Όπως αναφέρουν οι Karisson et al, (2012) ^[14], η παιδική ηλικία και η εφηβεία είναι κρίσιμες περίοδοι για την ανάπτυξη του σκελετού. Το μηχανικό φορτίο έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα από τα καλύτερα ερεθίσματα για να ενισχύσει όχι μόνο την οστική μάζα, αλλά και τις δομικές σκελετικές προσαρμογές, συμβάλλοντας στην αντοχή των οστών. Η άσκηση σε νεαρή ηλικία συμβάλλει στην αύξηση της αντοχής των οστών στα τέλη του

προεφηβικού σταδίου και στην πρώιμη εφηβική περίοδο. Τα οφέλη του μηχανικού φορτίου στα οστά κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης διατηρούνται στην ενήλικη ζωή, καθιστώντας τη σωματική δραστηριότητα ως μια στρατηγική για τη μείωση των καταγμάτων ευθραυστότητας στο μέλλον.

Στους νεαρούς ενήλικες, ο βαθμός της οστικής απορρόφησης και της οστικής εναπόθεσης ισοδυναμεί, με αποτέλεσμα η οστική μάζα να είναι σχετικά σταθερή. Παρόλα αυτά η φυσική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και τα πρώτα χρόνια της ενηλικίωσης, συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της οστικής μάζας. Σε αθλητές που απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη, όπως στους αρσιβαρίστες, η οστική εναπόθεση υπερβαίνει την οστική απορρόφηση, γι' αυτό και οι συγκεκριμένοι αθλητές έχουν πυκνότερα οστά, στα σημεία που προσφύονται οι πολύ ενεργοί μύες, εκεί δηλαδή που οι τάσεις είναι μέγιστες. Στους αθλητές αντισφαίρισης, το πάχος του φλοιώδους οστού στον κυρίαρχο βραχίονα είναι 35% μεγαλύτερο από τον μη κυρίαρχο. (Hamil J., et al , 2013) ^[13]

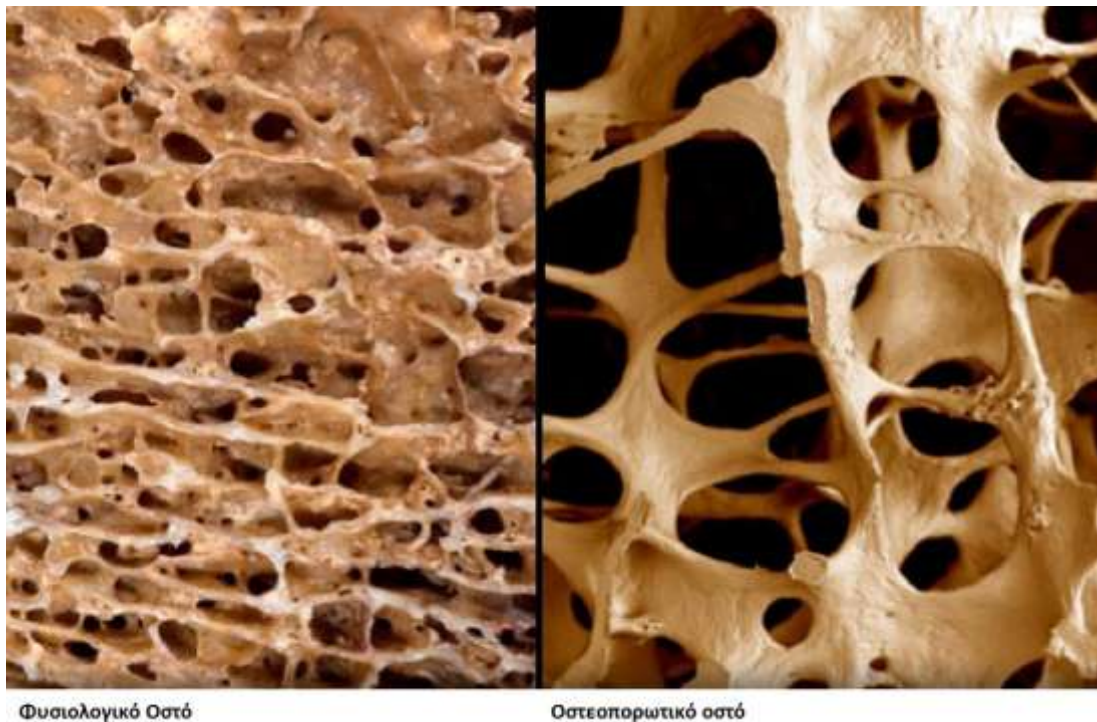
Μετά την ενηλικίωση και με την πάροδο του χρόνου, παρατηρείται απώλεια κολλαγόνου από τα οστά, με αποτέλεσμα να γίνονται πιο εύθραυστα. Η οστέωση των οστών γίνεται κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και της εφηβείας, με την αποκορύφωση τους, για τις γυναίκες στις ηλικίες των 25 και 28 ετών και για τους άνδρες στην ηλικία των 30 με 35 ετών. Βέβαια, παρατηρείται μια προοδευτική μείωση της οστικής πυκνότητας και της αντοχής με την πάροδο των χρόνων, που μπορεί να ξεκινήσει από την ηλικία των 20 ετών, με αποτέλεσμα τη σταδιακή ελάττωση των μηχανικών ιδιοτήτων των οστών, την απώλεια των συστατικών τους και την αύξηση της σπογγώδους μορφής τους. Στα σπογγώδη οστά παρατηρείται προοδευτική αποσύνθεση των κοιλοτήτων τους, επηρεάζοντας τη δομή τους, μειώνοντας την δομή του οστού. (Hall S. 2003) ^[11]

Με την πάροδο της ηλικίας, στις γυναίκες οι αλλαγές αυτές είναι πιο εμφανείς και παρατηρείται σημαντική μείωση τόσο στον όγκο και στην πυκνότητα της συμπαγούς οστέινης ουσίας, όσο και στον όγκο της σπογγώδους οστέινης ουσίας. Κάθε χρόνο υπάρχει μείωση της οστικής μάζας κατά 0,5-1% μέχρι την ηλικία των 50 ετών ή την εμμηνόπαυση. Ο ρυθμός

αυτός αυξάνει, μετά την εμμηνόπαυση, με τιμές έως και 6,5% το χρόνο για τα πρώτα πέντε με οκτώ χρόνια. Οι αλλαγές αυτές συμβαίνουν και στους άνδρες, σε μεγαλύτερες ηλικίες, καθώς έχουν πιο μεγάλα και πιο συμπαγή οστά σε σχέση με τις γυναίκες. (Hall S. 2003)^[11]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 -ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ

Σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, "η οστεοπόρωση αποτελεί μια συστηματική πολυπαραγοντική σκελετική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από μείωση της οστικής μάζας και αλλοίωση της μικροαρχιτεκτονικής δομής του οστίτη ιστού που οδηγεί σε αυξημένη ευθραυστότητα των οστών και σε αυξημένη επιρρέπεια για κατάγματα". Είναι το πιο συχνό μεταβολικό νόσημα του σκελετού, με ταυτόχρονη ελάττωση της ανόργανης και της οργανικής θεμέλιας ουσίας του οστού (Λυρίτης ΓΠ., 2012). ^[15] Η οστεοπόρωση αποτελεί μια από τις κύριες αιτίες νοσηρότητας στις αναπτυγμένες χώρες, μειώνοντας σημαντικά την ποιότητα ζωής του ατόμου, τόσο σε ατομικό, όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Οι Rizzoli R. et al (2010) ^[5] υποστηρίζουν πως στις ηλικίες άνω των 50 ετών οι πιθανότητες εμφάνισης μείζονος οστεοπορωτικού κατάγματος είναι 20% για τους άνδρες και 50% για τις γυναίκες. Η πυκνότητα του οστού και η οστική δομή είναι οι παράγοντες "κλειδιά" που επηρεάζουν την αντοχή του οστού και επομένως την ευθραυστότητα. (εικόνα 4)



Εικόνα 4. Απεικόνιση του Φυσιολογικού και του Οστεοπορωτικού Οστού (προσαρμοσμένο από <https://www.webmd.com/osteoporosis/ss/slideshow-osteoporosis-overview>)^[16]

2.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Οι παράγοντες κινδύνου για την οστεοπόρωση σχετίζονται είτε με την έλλειψη οιστρογόνων είτε με άλλους παράγοντες που επηρεάζουν το μεταβολισμό των οστών όπως:

- φύλο
- ηλικία
- Καυκάσια/ Ασιατική φυλή
- οικογενειακό ιστορικό οστεοπόρωσης
- χαμηλό σωματικό βάρος σε σχέση με το ύψος
- πρόωγη εμμηνόπαυση
- παρατεταμένη προεμμηνοπαυσιακή αμηνόρροια
- χαμηλά επίπεδα τεστοστερόνης στους άνδρες

- μειωμένη φυσική δραστηριότητα
 - κάπνισμα
 - αλκοόλ
 - χαμηλή λήψη ασβεστίου
 - χρόνια λήψη φαρμάκων (γλυκοκορτικοειδή, αντιπαραοξυσμικά)
- (Dustine J., et al , 2005) ^[17]

Η οστεοπόρωση σχετίζεται με ορμονικούς παράγοντες, θρεπτικές ανισορροπίες και έλλειψη άσκησης. Ο φυσιολογικός όγκος του οστού είναι 1.5-2 L και το μέγιστο μήκος της φλοιώδους διάμετρος του παρατηρείται στις ηλικίες των 30 με 40 ετών και στους άνδρες και στις γυναίκες. Μετά τα 30 έτη, η ετήσια απώλεια των μετάλλων του οστού είναι 0.2-0.5%, μετά την εμμηνόπαυση η απώλεια αυτή επιταχύνεται κατά 50% σε σχέση με τους άνδρες. Ένα σημαντικό ποσοστό αυτής της απώλειας συμβαδίζει με τη μείωση της φυσικής δραστηριότητας. (Hamil J., et al ,2013) ^[13]

Οι Dustine J., et al (2005) ^[17] αναφέρουν πως μετά την ηλικία των 35 ετών, παρατηρείται ελάχιστη οστική απώλεια κάθε χρόνο. Η διατροφή και η φυσική δραστηριότητα μπορούν να αλλάξουν τον ρυθμό απώλειας της μάζας των οστών, όμως ένα μεγάλο ποσοστό ηλικιωμένων στις βιομηχανοποιημένες χώρες παρουσιάζουν κάποιο βαθμό οστεοπενίας. Στην Αμερική πάνω από 18 εκατομμύρια άτομα έχουν οστεοπενία, ενώ 10 εκατομμύρια έχουν οστεοπόρωση. Συγκεκριμένα, στις ηλικίες 50 ετών και άνω, 1 στις 2 γυναίκες θα πάθουν ένα οστεοπορωτικό κάταγμα και 1 στους 8 άνδρες. Στις γυναίκες 3-5 χρόνια μετά την εμμηνόπαυση, λόγω της απόσυρσης των οιστρογόνων, η απώλεια της οστικής μάζας αυξάνεται και σε συνδυασμό με τη χαμηλότερη μέγιστη οστική μάζα στην εφηβεία, έχουν συχνότερα οστεοπορωτικά κατάγματα σε σχέση με τους άνδρες.

2.2.ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Η οστεοπόρωση είναι ασυμπτωματική πάθηση και χαρακτηρίζεται σιωπηλή νόσος. Τα κλινικά συμπτώματα της νόσου εκδηλώνονται με την πρόκληση των οστεοπορωτικών καταγμάτων και των παραμορφώσεων που

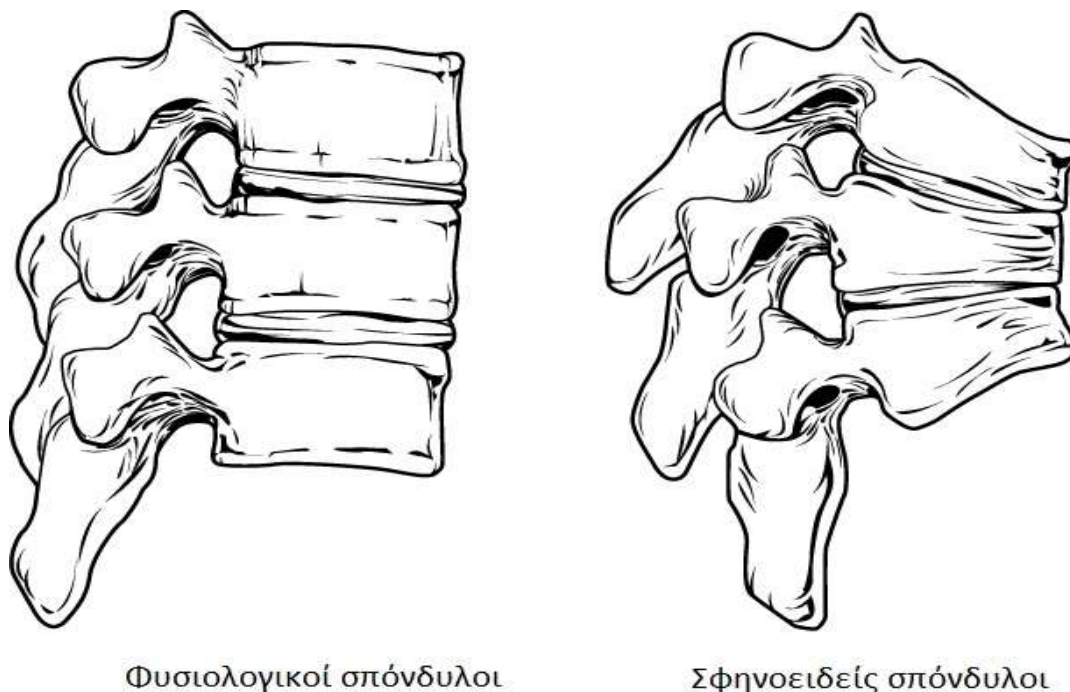
αυτά προκαλούν. Τα οστεοπορωτικά κατάγματα είναι κατάγματα που προκαλούνται από χαμηλής έντασης βία, συχνά μετά από πτώση ή κατάγματα που προκαλούνται αυτόματα. Διακρίνονται δύο τύποι οστεοπόρωσης, η ιδιοπαθής ή δευτεροπαθής. Η ιδιοπαθής κλινικά χωρίζεται σε τύπου I και τύπου II. (Λυρίτης ΓΠ., 2012). ^[15] Στην πρωτοπαθή οστεοπόρωση ο ρυθμός ενεργοποίησης των μονάδων της οστικής ανακατασκευής είναι φυσιολογικός, ενώ η παραγωγή νέου οστού από τους οστεοβλάστες είναι ελλιπής. Η οστεοπόρωση τύπου I ή μετεμμηνοπαυσιακή παρατηρείται σε γυναίκες τα πρώτα 15 χρόνια μετά την εμμηνόπαυση, προσβάλλοντας τα σπογγώδη οστά, κυρίως τα σπονδυλικά σώματα και το περιφερικό άκρο της κερκίδας. Η οστεοπόρωση τύπου II ή γεροντική, αφορά τόσο τις γυναίκες όσο και τους άνδρες μεγαλύτερης ηλικίας, άνω των 70 ετών, προσβάλλει τα φλοιώδη οστά, προκαλώντας κατάγματα των άνω και των κάτω άκρων, αυξάνοντας έτσι τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα στα άτομα της τρίτης ηλικίας. (Λυρίτης ΓΠ., 2013). ^[7]

2.3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

2.3.1. ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ ΤΥΠΟΥ I

Η οστεοπόρωση τύπου I, σύμφωνα με τον Hall S. (2003)^[11] αφορά τις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και προσβάλλει το 40% των γυναικών άνω των 50 ετών. Τα οστεοπορωτικά κατάγματα συμβαίνουν τα 15 πρώτα χρόνια μετά την εμμηνόπαυση και προσβάλλεται περισσότερο το σπογγώδες οστό με αποτέλεσμα να είναι συχνότερα τα κατάγματα του αυχένα του μηριαίου, των σπονδυλικών σωμάτων και της πηχεοκαρπικής άρθρωσης (κατάγματα Colles). (Dustine J., et al., 2005) ^[17]. Τα σπονδυλικά κατάγματα προκαλούν πόνο στην περιοχή της πλάτης και μείωση σωματικού ύψους. Συχνά τα συμπτωτικά αυτά κατάγματα, αφήνουν στα σπονδυλικά σώματα ένα σφηνοειδές σχήμα, προδιαθέτοντας τη θωρακική κύφωση (εικόνα 5). Ο πόνος είναι μεγάλος με αποτέλεσμα το άτομο να αδυνατεί να κινηθεί, επηρεάζοντας

τον τρόπο ζωής του. Η συμπίεση των σπονδύλων οδηγεί σε μια επώδυνη κατάσταση, λόγω της τριβής των τελευταίων πλευρών με τα οστά της λεκάνης. (Hall S. ,2003)^[11]



Εικόνα 5. Τα σπονδυλικά κατάγματα, προκαλούν σφηνοειδές σχήμα στους θωρακικούς σπονδύλους (προσαρμοσμένο από <https://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>)^[2]

Η θωρακική κύφωση λόγω της μειωμένης έκπτυξης του θωρακικού κλωβού μπορεί να οδηγήσει και σε καρδιακή και αναπνευστική ανεπάρκεια. Τα σπονδυλικά κατάγματα είναι κατά 7 φορές συχνότερα στις γυναίκες από ότι στους άνδρες. Περίπου 400.000 Ελληνίδες άνω των 50 ετών παρουσιάζουν σπονδυλικές παραμορφώσεις, αυξάνοντας σημαντικά τα ποσοστά θνησιμότητας. Τα κατάγματα Colles μειώνουν σημαντικά τη λειτουργική ικανότητα του άνω άκρου, μειώνοντας σημαντικά την ποιότητα ζωής των ασθενών αυτών (ΓΠ Λυρίτης, 2012)^[15]

2.3.2. ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ ΤΥΠΟΥ II

Όπως αναφέρει ο Hall S. (2003)^[11] , η οστεοπόρωση τύπου II ή γεροντική, σχετίζεται με την ηλικία και προσβάλλει συχνότερα τις γυναίκες σε σχέση με τους άνδρες μετά τα 70 έτη. Μετά την ηλικία των 60 ετών, περίπου το 90% των καταγμάτων και στα δύο φύλα σχετίζονται με την οστεοπόρωση και αποτελούν μια από τις σημαντικότερες αιτίες θνησιμότητας στην τρίτη ηλικία. Ο ΓΠ Λυρίτης, (2012)^[15] τονίζει πως προσβάλλει περισσότερο το φλοιώδες οστό και πιο συχνά τα κατάγματα προκαλούνται στον περιφερικό σκελετό, με συχνότερα τα κατάγματα του άνω άκρου του μηριαίου οστού. Τα κατάγματα του ισχίου έχουν σοβαρές επιπτώσεις στη ζωή του ατόμου και μεγάλη θνησιμότητα που φτάνει το 30% το πρώτο έτος μετά το κάταγμα. Ενώ μόνο το 50% των ασθενών θα μπορέσουν να βαδίσουν ξανά μετά το κάταγμα.

2.3.3. ΔΕΥΤΕΡΟΠΑΘΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ

Η δευτεροπαθής οστεοπόρωση είναι αποτέλεσμα χρόνιων παθήσεων, διατροφικών διαταραχών και φαρμακευτικής αγωγής, όπου ο ρυθμός οστικής εναλλαγής προκαλεί αύξηση του ρυθμού της οστικής απώλειας. (Fletcher J., 2013)^[18] Η κλινική εικόνα ποικίλει ανάλογα με τον παράγοντα που προκαλεί την οστική απώλεια.

2.4. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

Το κριτήριο διάγνωσης για την οστεοπόρωση βασίζεται στη μέτρηση της οστικής πυκνότητας (BMD) . Η οστική πυκνότητα εκτιμάται με βάση το T-score, που περιγράφει τις σταθερές αποκλίσεις (SD) από τις οποίες η BMD του εξεταζόμενου ατόμου διαφέρει από αυτή υγιών νεαρών ατόμων. Η μέτρηση της οστικής πυκνότητας γίνεται με τη μέθοδο DXA και συχνότερα πραγματοποιούνται μετρήσεις στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης,

τον αυχένα του μηριαίου και στο περιφερικό άκρο της κερκίδας. (Kanis J. et al, 2013) ^[19]

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) τα διαγνωστικά κριτήρια για την ταξινόμηση της οστεοπόρωσης, βασίζονται στις τιμές της BMD (T-score) και είναι τα εξής:

- Φυσιολογικά άτομα: T-score > -1.0
- Οστεοπενία: -2.5 < T-score < -1.0
- Οστεοπόρωση: T-score < -2.5

(Fletcher J., 2013) ^[18]

Επειδή η οστεοπόρωση είναι ασυμπτωματική νόσος μέχρι την πρόκληση των οστεοπορωτικών καταγμάτων, σημαντική είναι η έγκαιρη διάγνωση για την πρόληψη των επιπλοκών των καταγμάτων. Έτσι η μέτρηση της οστικής πυκνότητας πρέπει να γίνεται σε:

- γυναίκες άνω των 65 ετών
- μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες κάτω των 65 ετών που έχουν κίνδυνο κατάγματος
- περιεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με παράγοντες κινδύνου για κατάγματα
- άνδρες άνω των 70 ετών
- άνδρες κάτω των 70 ετών με παράγοντες κινδύνου για κατάγματα
- ενήλικες που έχουν υποστεί κάταγμα ευθραυστότητας
- ενήλικες που νοσούν από παθήσεις ή λαμβάνουν φαρμακευτική αγωγή που σχετίζονται με οστική απώλεια
- άτομα που λαμβάνουν φαρμακευτική αγωγή για οστεοπόρωση
- άτομα που λαμβάνουν θεραπεία για την παρακολούθηση του θεραπευτικού αποτελέσματος
- άτομα που δεν λαμβάνουν θεραπεία, αλλά έχουν ενδείξεις οστικής απώλειας.

Η λήψη ατομικού ιστορικού, η αξιολόγηση των παραγόντων κινδύνου, η κλινική εξέταση (πόνος, απώλεια αναστήματος, κυφωτική στάση), η ακτινολογική αξιολόγηση, ο βιοχημικός έλεγχος και φυσικά η μέτρηση οστικής

πυκνότητας, είναι απαραίτητα στοιχεία για την διάγνωση της οστεοπόρωσης. (ΓΠ Λυρίτης, 2012)^[15]

2.5.ΠΡΟΛΗΨΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

Ο ΓΠ Λυρίτης, (2012)^[15] αναφέρει ότι η πρόληψη είναι η αποτελεσματικότερη θεραπεία της οστεοπόρωσης. Η πρωτογενής πρόληψη στοχεύει στην απόκτηση υψηλότερης κορυφαίας οστικής πυκνότητας, καλύτερης ποιότητας των οστών, και στην αποφυγή παραγόντων που αυξάνουν την απώλεια του οστίτη ιστού. Η κορυφαία οστική πυκνότητα καθορίζεται από κληρονομικούς παράγοντες, το φύλο, τη φυλή, την κύηση, τη γαλουχία, ορμονικούς παράγοντες, τη διατροφική πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D, την άσκηση, τον τρόπο ζωής (κάπνισμα, κατανάλωση αλκοόλ) και παθήσεων που εμφανίζονται κατά την ανάπτυξη. Η δευτερογενής πρόληψη αφορά την έγκαιρη διάγνωση της πάθησης, στα άτομα υψηλού κινδύνου. Στα άτομα αυτά χορηγούνται αντικαταβολικά φάρμακα, θεραπεία υποκατάστασης με οιστρογόνα στις γυναίκες με πρόωρη εμμηνόπαυση, βελτίωση της διατροφής, διακοπή του καπνίσματος, ένταξη της άσκησης στην καθημερινότητα του ατόμου και αντιμετώπιση των παθήσεων που προκαλούν δευτεροπαθή οστεοπόρωση. Η τριτογενής πρόληψη αφορά τα άτομα με εγκατεστημένη οστεοπόρωση, στοχεύοντας την πρόληψη νέων καταγμάτων. Για να γίνει αυτό κρίνεται απαραίτητη η πρόληψη των πτώσεων των ηλικιωμένων, η ισορροπημένη διατροφή, η μείωση του πόνου και η βελτίωση της κινητικότητας και της ισορροπίας του ατόμου.

2.6.ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο Lane N., (2006)^[3] αναφέρει πως στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής περισσότεροι από δέκα εκατομμύρια άνθρωποι επηρεάζονται από την οστεοπόρωση και υπολογίζεται πως το 2020, 14 εκατομμύρια άνθρωποι άνω των 50 ετών θα έχουν οστεοπόρωση. Παγκοσμίως 200 εκατομμύρια γυναίκες

έχουν οστεοπόρωση, ενώ συχνότερα εμφανίζεται στις χώρες τις Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης. Στα 1,5 εκατομμύρια υπολογίζονται τα οστεοπορωτικά κατάγματα στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, με τα κατάγματα του ισχίου να υπολογίζεται πως θα φτάσουν τα 6,3 εκατομμύρια το 2050. Τα ποσοστά θνησιμότητας είναι επίσης μεγάλα, καθώς 1 στους 5 ανθρώπους πεθαίνουν τον πρώτο χρόνο μετά από κάταγμα ισχίου και το 1/3 αυτών ζουν με μερική ανικανότητα ή αναπηρία. Συχνά είναι και τα οστεοπορωτικά κατάγματα σπονδυλικής στήλης, προκαλώντας πόνο, κυφωτική στάση, μείωση του αναστήματος, μειωμένη λειτουργικότητα του ατόμου, νοσηρότητα και θνησιμότητα. Επιπλέον, τα πολλαπλά κατάγματα των θωρακικών σπονδυλικών σωμάτων, μπορεί να προκαλέσουν περιοριστική πνευμονική νόσο, ενώ η παραμόρφωση της ανατομίας της κοιλιακής χώρας, λόγω των καταγμάτων των οσφυϊκών σπονδύλων, προκαλεί κοιλιακό άλγος, δυσκοιλιότητα και μειωμένη όρεξη. Ο πόνος, η αλλαγή του τρόπου ζωής και η μειωμένη λειτουργική ικανότητα, έχουν σοβαρές ψυχολογικές επιπτώσεις στη ζωή του ατόμου, όπως το άγχος, η κατάθλιψη, ο φόβος, η απώλεια αυτοεκτίμησης, που οδηγούν στη διαταραχή των διαπροσωπικών σχέσεων με τον κοινωνικό περίγυρο.

Οι Kanis J. et al (2008) ^[4] αναφέρουν πως στην Ευρώπη, το 2000, υπολογίστηκαν 620.000 νέα οστεοπορωτικά κατάγματα στο ισχίο, 574.000 στην πηχεοκαρπική, 250.000 στο εγγύς άκρο του βραχιονίου και 620.000 σπονδυλικά κατάγματα σε άνδρες και γυναίκες άνω των 50 ετών. Μια στις τρεις γυναίκες και τουλάχιστον ένας στους έξι άντρες θα υποφέρουν από οστεοπορωτικό κάταγμα κατά τη διάρκεια της ζωής τους και εκτιμάται ότι περισσότεροι από δέκα εκατομμύρια άνδρες και γυναίκες διατρέχουν υψηλό κίνδυνο οστεοπορωτικών καταγμάτων στην Ευρώπη. Το κόστος που καταβάλλουν τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης της Ευρώπης για την οστεοπόρωση και τα 3,5 εκατομμύρια κατάγματα, κάθε χρόνο υπερβαίνει τα 39 δισ. Ευρώ, με βάση τα στοιχεία για το 2010. Οι Kanis J. et al, (2013) ^[19] υποστηρίζουν πως κάθε χρόνο στην Ευρώπη πεθαίνουν περίπου 43.000 άνθρωποι ως συνέπεια των καταγμάτων ισχίου και της σπονδυλικής στήλης,

ενώ οι Hernlund et al (2013) ^[20] αναφέρουν πως περίπου το 50% των καταγμάτων που οδηγούν σε θνησιμότητα, στις γυναίκες είναι κατάγματα ισχίου, το 28% κατάγματα σπονδυλικής στήλης και το 22% άλλα κατάγματα. Τα ποσοστά για τους άνδρες ήταν 47%, 39% και 14% αντίστοιχα.

Οι Hernlund et al (2013) ^[20] αναφέρουν πως το 2010, στην Ευρώπη καταγράφηκαν 22 εκατομμύρια γυναίκες με οστεοπόρωση και 5,6 εκατομμύρια άντρες. Συνολικά τα ποσοστά της οστεοπόρωσης ήταν 6,6% στους Ευρωπαίους άνδρες και 22,1% στις Ευρωπαϊές γυναίκες ηλικίας άνω των 50 ετών και 5,5% στο γενικό πληθυσμό. (πίνακας 1) Στην Ελλάδα, όπως υποστηρίζουν οι Kanis J. et al, (2013) ^[19], το 2010, υπολογίστηκαν στις ηλικίες άνω των 50 ετών 135.202 άνδρες και 507.505 γυναίκες είχαν οστεοπόρωση.

Ευρωπαϊκές χώρες	Ποσοστό (%) στους άνδρες άνω των 50 ετών	Ποσοστό (%) στις γυναίκες άνω των 50 ετών	Ποσοστό (%) του συνολικού πληθυσμού
Αυστρία	6,5	22,2	5,5
Βέλγιο	6,6	22,4	5,6
Βουλγαρία	6,4	20,9	5,6
Κύπρος	6,2	19,3	3,7
Τσεχία	6	20,4	5
Δανία	6,5	21,1	5,1
Εσθονία	6,2	22,2	5,8
Φιλανδία	6,4	21,5	5,7
Γαλλία	6,7	22,5	5,5
Γερμανία	6,6	22,6	6,1
Ελλάδα	6,9	22,3	5,7
Ουγγαρία	6,2	21,1	5,5
Ιρλανδία	6,2	20	3,7
Ιταλία	6,9	23,4	6,3
Ισπανία	6,8	22,6	5,4
Σουηδία	6,9	22,4	5,6
Ηνωμένο Βασίλειο	6,7	21,9	5,2

Πίνακας 1. Το εκτιμώμενο ποσοστό των ανδρών και των γυναικών με οστεοπόρωση άνω των 50 ετών, και επικράτηση του συνολικού πληθυσμού, στην Ευρώπη το 2010 (τροποποιημένο από Hernlund et al (2013)) ^[20]

Σύμφωνα με τους Kanis J. et al, (2013) ^[19] όσον αφορά την πιθανότητα μελλοντικού κατάγματος ισχίου στις γυναίκες της Ευρώπης άνω των 50 ετών, η Σουηδία παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό, πάνω από 25%, η Ρουμανία το μικρότερο περίπου 7%, ενώ η Ελλάδα έχει υψηλό ποσοστό πάνω από 15%. Ενώ ο Fletcher J, (2013) ^[18] αναφέρει πως τα κατάγματα χαμηλής ισχύος που προκύπτουν μετά από πτώση από χαμηλό ύψος, μετά από βήχα, φτέρνισμα ή από αιφνίδια κίνηση αντιπροσωπεύουν το 80% των καταγμάτων των γυναικών ηλικίας άνω των 50 ετών. Οι Cooper C. et al (2009) ^[21] επισημαίνουν πως ο κίνδυνος οστεοπορωτικού κατάγματος εξαρτάται από δυο παράγοντες: την μηχανική αντοχή του οστού και τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ

Η εμμηνόπαυση είναι η οριστική διακοπή της εμμήνου ρύσεως που προκύπτει από την απώλεια της ωοθηκικής και ωοθυλακικής δραστηριότητας και παρατηρείται στις γυναίκες συνήθως στην ηλικία των 50 ετών. Κύριο χαρακτηριστικό της είναι η έλλειψη οιστρογόνων και οι τιμές οιστραδιόλης ορού είναι μικρότερες των 30pg/ml και της ωοθυλακιοτρόπου ορμόνης του ορού είναι πάνω από 25 ml U/ml. Η έλλειψη των οιστρογόνων, προκαλεί σημαντικές αλλαγές στον οργανισμό της γυναίκας. (ΓΠ Λυρίτης, 2013) ^[7]. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας στη μεταβατική περίοδο της εμμηνόπαυσης παρατηρείται μια αύξηση στην ορμόνη διέγερσης των ωοθυλακίων (FSH), διαταραχή του κύκλου της έμμηνου ρύσης, με μικρούς κύκλους και αμηνόρροια. Η εμμηνόπαυση αναγνωρίζεται μετά από 12 μήνες αμηνόρροιας (Rao S, 2008) ^[22]

3.1. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Τον τελευταίο αιώνα το ποσοστό των μετεμμηνόπαυσιακών γυναικών έχει τριπλασιαστεί και αναμένεται να αυξηθεί και άλλο. Περίπου 25 εκατομμύρια γυναίκες μεταβαίνουν στην εμμηνόπαυση κάθε χρόνο. Έως το 2030 ο αριθμός αυτός αναμένεται να αυξηθεί στα 47 εκατομμύρια, με το σύνολο των γυναικών αυτών παγκοσμίως προβλέπεται να αυξηθεί στα 1,2 εκατομμύρια (ΓΠ Λυρίτης, 2013) ^[7]. Με προσδόκιμο ζωής περίπου τα 80 έτη, η μέση γυναίκα είναι μετά την εμμηνόπαυση το ένα τρίτο της ζωής της. (Rao S, 2008) ^[22]

3.2. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗΣ

Μετά την εμμηνόπαυση η απώλεια των οιστρογόνων, εξαιτίας της προοδευτικής απώλειας της ωοθηκικής λειτουργίας προκαλεί σημαντικές

αλλαγές στον οργανισμό της γυναίκας. Οι άμεσες επιπτώσεις αφορούν τα αγγειοκινητικά συμπτώματα, τα ψυχικά και τα σεξουαλικά. Οι μεσοπρόθεσμες επιπτώσεις αφορούν την ατροφία του δέρματος, του ουρογεννητικού συστήματος και του μυοσκελετικού συστήματος. Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις περιλαμβάνουν την οστεοπόρωση και την καρδιαγγειακή νόσο. (ΓΠ Λυρίτης, 2013) ^[7]

3.2.1. ΑΜΕΣΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ο ΓΠ Λυρίτης, (2013) ^[7] αναφέρει πως οι άμεσες επιπτώσεις της εμμηνόπαυσης αφορούν τα αγγειοκινητικά συμπτώματα που περιλαμβάνουν τις εξάψεις, τις αϋπνίες και τη νυχτερινή εφίδρωση και αποτελούν το κλιμακτηριακό σύνδρομο. Τα συμπτώματα αυτά χαρακτηρίζονται από την αίσθηση έντονης θερμότητας, καύσους και εφίδρωσης στο ανώτερο τμήμα του σώματος και διαρκούν 1 με 5 λεπτά. Οι εξάψεις οφείλονται στην ελάττωση των επιπέδων της οιστραδιόλης. Οι αλλαγές στα επίπεδα των φυλετικών ορμονών προκαλούν μεταβολές στο θερμορρυθμιστικό κέντρο το Κεντρικού νευρικού συστήματος. Για την θεραπεία των αγγειοκινητικών συμπτωμάτων χορηγείται ορμονοθεραπεία δια του στόματος, με εξαιρετικά αποτελέσματα, σύμφωνα με τον Rao S, και τους συνεργάτες του (2008) ^[22] . Ο ΓΠ Λυρίτης, (2013) ^[7] υποστηρίζει πως η αποτελεσματικότερη θεραπεία για την αντιμετώπιση των αγγειοκινητικών συμπτωμάτων είναι η υποκατάσταση των ωοθηκικών ορμονών με την ορμονική θεραπεία. Οι ψυχολογικές διαταραχές ανήκουν στα πρώιμα συμπτώματα της εμμηνόπαυσης. Η ελάττωση των επιπέδων της β-ενδορφίνης, που παρατηρείται μετά την εμμηνόπαυση επηρεάζει την αντίληψη του πόνου και ευθύνεται για τις μεταβολές του θυμικού. Τα ψυχικά συμπτώματα περιλαμβάνουν διαταραχές του ύπνου, χρόνια κόπωση, μυοσκελετικούς πόνους και κατάθλιψη. Στα σεξουαλικά συμπτώματα της εμμηνόπαυσης ανήκουν η κολπική ξηρότητα και η μείωση της σεξουαλικής διάθεσης.

3.2.2. ΜΕΣΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Στις μεσοπρόθεσμες επιπτώσεις ανήκουν η ατροφία του δέρματος, του ουρογεννητικού συστήματος και του μυοσκελετικού συστήματος. Η ατροφία του δέρματος χαρακτηρίζεται από λέπτυνση του δέρματος, μειωμένη περιεκτικότητα του σε νερό και δημιουργία ρυτίδων. Παρατηρείται απώλεια ινοβλαστών και μειωμένη παραγωγή δερματικού κολλαγόνου, ελαστίνης και πρωτεογλυκανών. Αυτή η λέπτυνση του δέρματος συνοδεύεται από απώλεια της ακεραιότητας ανάμεσα στην επιδερμίδα και την δερμίδα, προκαλώντας μεγαλύτερη ευπάθεια σε τραυματισμούς. (ΓΠ Λυρίτης, 2013) ^[7]

Όσον αφορά την ατροφία του ουρογεννητικού συστήματος, η ατροφική κολπίτιδα εκδηλώνεται 4 με 5 χρόνια μετά την εμμηνόπαυση, στο 50% των γυναικών διαγιγνώσκεται ακράτεια ούρων και το 20% αυτών παρουσιάζει σοβαρού βαθμού ακράτεια. Η απώλεια των κολπικών πτυχώσεων και η λέπτυνση του επιθηλίου παρατηρείται 2 με 3 χρόνια μετά την εμμηνόπαυση. (ΓΠ Λυρίτης, 2013) ^[7]

Η ατροφία του μυοσκελετικού συστήματος περιλαμβάνει την σαρκοπενία. Ο Ding YY, (2016) ^[23] ορίζει τη σαρκοπενία ως ένα σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από μείωση της σκελετικής μυϊκής μάζας και της λειτουργικής ικανότητας του μυός. Τα αποτελέσματα αυτής της κατάστασης είναι η μειωμένη κινητικότητα, βάδιση και ισορροπία, οι πτώσεις, τα κατάγματα, η μειωμένη λειτουργικότητα και η αυξημένη θνησιμότητα. Τα τρία κριτήρια για τη διάγνωση της σαρκοπενίας, αναφέρονται από τους Cruz-Jentoft A. et al, (2010) ^[24] και είναι η μειωμένη μυϊκή μάζα, η χαμηλή μυϊκή δύναμη και η χαμηλή φυσική απόδοση. Η σαρκοπενία εκδηλώνεται σε πάνω από το 50% των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών, από 50 έως 59 ετών. Η μείωση της μυϊκής μάζας σχετίζεται μειωμένη φυσική δραστηριότητα, οδηγώντας σε παχυσαρκία και αδυναμία εκτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων. (ΓΠ Λυρίτης, 2013) ^[7]

3.2.3. ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ο Rao S, και οι συνεργάτες (2008) ^[22] αναφέρουν τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της εμμηνόπαυσης, οι οποίες περιλαμβάνουν την οστεοπόρωση και την καρδιαγγειακή νόσο. Μια στις δύο μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες θα υποστούν ένα οστεοπορωτικό κάταγμα κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Οι γυναίκες άνω των 50 ετών στις ανεπτυγμένες χώρες έχουν 20% πιθανότητα να υποστούν κάταγμα ισχίου. Η Ελλάδα είναι χώρα με υψηλό ετήσιο κίνδυνο καταγμάτων του ισχίου (ΓΠ Λυρίτης, 2013) ^[7]. Γι' αυτό συνίσταται η εξέταση της οστικής πυκνότητας σε γυναίκες άνω των 65 ετών και στις νεότερες μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες που έχουν αυξημένο οστεοπορωτικό κίνδυνο. Σημαντικός είναι ο αλγόριθμος πρόβλεψης κατάγματος (FRAX) για την εκτίμηση του 10ετή καταγματικού κινδύνου. Αυτός ο ηλεκτρονικός αλγόριθμος λαμβάνει υπ όψιν την οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου και συνεκτιμά και άλλους κλινικούς παράγοντες κινδύνου όπως η ηλικία, το φύλο, το βάρος, η χρήση στεροειδών, το κάπνισμα η υπερβολική πρόσληψη αλκοόλ και το προσωπικό και οικογενειακό ιστορικό κατάγματος. Συνιστάται θεραπεία για γυναίκες με οστεοπόρωση και για αυτές με χαμηλή οστική μάζα έχοντας 3% πιθανότητα ή και περισσότερο για πρόκληση κατάγματος του ισχίου για τα επόμενα 10 χρόνια ή 20% πιθανότητα ή και περισσότερο για μείζων οστεοπορωτικό κάταγμα για τα επόμενα 10 χρόνια (Rao S, 2008) ^[22].

Ο Rao S, και οι συνεργάτες (2008) ^[22] τονίζουν πως η στεφανιαία νόσος αποτελεί την κύρια αιτία θανάτου στις γυναίκες. Περίπου μία στις δύο γυναίκες αναπτύσσει στεφανιαία νόσο και μία στις τρεις πεθαίνει από αυτό. Η πρόωρη θνησιμότητα από έμφραγμα μυοκαρδίου στις γυναίκες είναι μεγαλύτερη και έχει χειρότερη πρόγνωση σε σχέση με τους άνδρες. Σε γυναίκες άνω των 45 ετών συνίσταται η συστηματική εξέταση λιπιδικών διαταραχών και σε αυτές που έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου συνίσταται η θεραπεία των λιπιδίων που βρίσκονται σε μη φυσιολογικά επίπεδα. Η εξέταση διαβήτη, υπέρτασης και υπερλιπιδαιμίας συνίσταται σε γυναίκες με κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου. Η διακοπή του καπνίσματος μετά από έμφραγμα μυοκαρδίου και η θεραπεία της υπέρτασης

και της υπερλιπιδαιμίας μειώνουν σημαντικά τον κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου στις γυναίκες.

3.3. ΟΡΜΟΝΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η ορμονική θεραπεία είναι η υποκατάσταση των ωθητικών ορμονών με στεροειδή. Η χορήγηση ορμονικής θεραπείας στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες γίνεται για την βελτίωση της ποιότητας ζωής, καθώς θεραπεύει τα αγγειοκινητικά συμπτώματα, την ατροφία του ουρογεννητικού συστήματος, μειώνει τους πόνους των αρθρώσεων, βελτιώνει την κατάθλιψη και την σεξουαλική δυσλειτουργία. Στις δευτερεύουσες ενδείξεις της ορμονικής θεραπείας είναι η πρόληψη της οστεοπόρωσης και των ατροφιών του μυοσκελετικού συστήματος και του δέρματος. Η εξατομίκευση της αγωγής θα μειώσει σημαντικά και τις ανεπιθύμητες ενέργειες της ορμονοθεραπείας, όπως εμφάνιση του καρκίνου του μαστού, αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου και εν τω βάθει φλεβικής θρόμβωσης. (ΓΠ Λυρίτης, 2013)^[7] Οι γυναίκες που λαμβάνουν συνδυασμένη θεραπεία οιστρογόνων και προγεστερόνη, όπως υποστηρίζει ο Rao S και οι συνεργάτες (2008) ^[22], έχουν υψηλότερο κίνδυνο εμφράγματος του μυοκαρδίου και φλεβική θρομβοεμβολή μετά από ένα χρόνο, εγκεφαλικού επεισοδίου μετά από τρία χρόνια, και καρκίνου του μαστού μετά από πέντε χρόνια. Ωστόσο, υπάρχει μικρότερη συχνότητα εμφάνισης οστεοπορωτικών καταγμάτων και καρκίνου του παχέως εντέρου σε γυναίκες που λαμβάνουν συνδυασμένη ορμονοθεραπεία για πέντε συνεχόμενα χρόνια. Η χορήγηση των οιστρογόνων δεν αυξάνουν τη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του μαστού σε γυναίκες με προηγούμενη υστερεκτομή. Η ορμονοθεραπεία λοιπόν θα πρέπει να συνταγογραφείται στη χαμηλότερη αποτελεσματική δόση και για την όσο το δυνατόν μικρότερη διάρκεια, για τον έλεγχο των μετεμμηνοπαυσιακών συμπτωμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Η ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Σύμφωνα με τους Mieczekalski B. et al (2014) ^[25] η κορυφαία οστική μάζα (Peak Bone Mass), ορίζεται ως η μέγιστη μάζα που αποκτούν τα οστά μετά το τέλος της σκελετικής ανάπτυξης. Το 50% αυτής αποκτάται κατά τη διάρκεια της εφηβείας και η μέγιστη τιμή της επιτυγχάνεται μέχρι την ηλικία των 25-30 ετών. Διαφέρει στα δυο φύλα, καθώς τα κορίτσια έχουν κατά 30% μικρότερη κορυφαία οστική μάζα, από τα αγόρια. Για τις γυναίκες κρίνεται σημαντική η διατήρηση μιας υψηλής οστικής μάζας, μέχρι την εμμηνόπαυση, καθώς μετά την εμμηνόπαυση, η έλλειψη οιστρογόνων προκαλεί την απώλεια της. Η επίτευξη βέλτιστων τιμών κορυφαίας οστικής μάζας βοηθά στην πρόληψη της οστεοπενίας και της οστεοπόρωσης στις μετεμμηνόπαυσιακές γυναίκες, μειώνοντας τις πιθανότητες να παρουσιάσουν κατάγματα χαμηλής ισχύος. Εκτός από τους κληρονομικούς, γενετικούς, περιβαλλοντικούς και ορμονικούς παράγοντες που επηρεάζουν την κορυφαία οστική μάζα, η φυσική δραστηριότητα και η διατροφή επιδρούν θετικά στην απόκτηση της κορυφαίας οστικής μάζας.

Η αντοχή του οστού αποτελεί συνδυασμό της οστικής πυκνότητας και της ποιότητας του οστού. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του οστού είναι η αρχιτεκτονική του οστού, η οστική ανακατασκευή, η συσσώρευση ζημιών και η κατανομή οργανικής και ανόργανης ύλης. (Iwamoto J. ,2009) ^[26] . Με την πάροδο της ηλικίας η οστική αντοχή μειώνεται εξαιτίας μεταβολών στο φλοιώδες και στο σπογγώδες οστό. Συγκεκριμένα, από τα 30 έως τα 80 έτη η ελαστικότητα του φλοιώδους οστού ελαττώνεται κατά 8%, η αντοχή κατά 11% και η απορρόφηση ενέργειας κατά 34%, ενώ η πορωτικότητα του αυξάνει 4 φορές. Στο σπογγώδες οστό, το μέτρο ελαστικότητας ελαττώνεται κατά 64%, η αντοχή κατά 68% και η απορρόφηση ενέργειας κατά 70%. Η πτώση των μηχανικών ιδιοτήτων του οστού με την πάροδο της ηλικίας, οφείλεται στην μείωση του αριθμού και του πάχους των οστικών δοκίδων. Η οστική ανακατασκευή επηρεάζει σημαντικά την αντοχή

του οστού, σε περίπτωση που αυξηθεί η μειωθεί σημαντικά, τότε μειώνεται η οστική αντοχή (Λυρίτης ΓΠ. 2013) ^[7]

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερες γυναίκες ασχολούνται επαγγελματικά με τον αθλητισμό, επηρεάζοντας έτσι τα συστήματα του οργανισμού τους και κυρίως το μυοσκελετικό. Ο Mieczekalski B. et al (2014) ^[25] επισημαίνουν πως τα μηχανικά φορτία καθορίζουν το μεγαλύτερο μέρος της αντοχής των υγιών οστών και πως το μηχανικό φορτίο που δέχονται τα οστά από τα αθλήματα φόρτισης, αυξάνουν την αντοχή του οστίτη ιστού κατά 40%. Η αυξημένη μηχανική φόρτιση διεγείρει την οστική κατασκευή και επεκτείνει την περιοστική περίμετρο των οστών, αυξάνοντας έτσι την αντοχή τους. Οι νεαροί ενήλικες, που ασχολούνται με αθλήματα δύναμης έχουν η μεγαλύτερη οστική μάζα και οστική πυκνότητα, από αυτούς που ασχολούνται με αθλήματα αντοχής, όπως το τρέξιμο και η κολύμβηση. Έτσι, το σωματικό βάρος, η φόρτιση και η μυϊκή δύναμη μπορεί να είναι το κλειδί για τη διατήρηση της υγείας των οστών, σύμφωνα με τον Iwamoto J. και τους συνεργάτες του (2009). ^[26]

Ο Marques E. (2012) ^[27] τονίζει πως μετά την απόκτηση της κορυφαίας οστικής μάζας, με την πάροδο της ηλικίας παρατηρείται μια προοδευτική απώλεια της οστικής μάζας (BMD) και στα δυο φύλα. Η γήρανση προκαλεί μειωμένη δραστηριότητα των οστεοβλαστών, αυξημένη δραστηριότητα των οστεοκλαστών και μειωμένη ικανότητα διαφοροποίησης των βλαστικών κυττάρων του μυελού των οστών, με αποτέλεσμα τη μείωση τροφικών παραγόντων (οιστρογόνα, IGF-1, Βιταμίνη D) που ευνοούν την τοπική έκφραση ιντερλευκινών και TNF-α, οδηγώντας στη μείωση του οστίτη ιστού, καθιστώντας τον επιρρεπή σε κατάγματα.

4.1. ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΣΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η φυσική δραστηριότητα συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της δύναμης και της αντοχής των οστών, καθώς οι μηχανικές φορτίσεις και το

μέγεθος της τάσης που ασκείται στον οστίτη ιστό προκαλούν αύξηση της οστικής πυκνότητας. Έχει αποδειχθεί πως η διαλειμματική φόρτιση, για 100 κύκλους την ημέρα, αυξάνει σημαντικά τη διατομή του οστού. (Hamil J., 2013)^[13]. Η οστική πυκνότητα των οστών ρυθμίζεται από το σωματικό βάρος και το επίπεδο της άσκησης. Επαγγέλματα ή και αθλήματα που προκαλούν επιβαρύνσεις σε συγκεκριμένες περιοχές του σώματος, δημιουργούν αύξηση της οστικής πυκνότητας στην περιοχή αυτή. Για παράδειγμα αθλητές που ασχολούνται με το τένις έχουν αύξηση της οστικής πυκνότητας στον ώμο και στην κερκίδα του άνω άκρου που χρησιμοποιούν, σε σχέση με το μη επικρατές άνω άκρο, ενώ οι κολυμβητές, εξαιτίας της άνωσης του νερού που υπερνικά τη βαρύτητα, μπορεί να έχουν μικρότερη οστική πυκνότητα από τα άτομα που κάνουν καθιστή ζωή. (Hall S.,2003)^[11]

Σε περιπτώσεις μείωσης της φυσικής δραστηριότητας παρατηρείται σημαντική ελάττωση της οστικής μάζας. Όπως για παράδειγμα στους αστροναύτες, η μείωση της δραστηριότητας και του σωματικού βάρους, προκαλούν σε σύντομο χρονικό διάστημα σημαντική οστική απώλεια, ελάττωση της ακαμψίας, μείωση του μήκους των οστών και της φλοιώδους διατομής καθώς και αύξηση της καμπτικής μετατόπισης, με συνέπεια την επιβράδυνση της οστικής διάπλασης. (Hamil J., 2013)^[13]. Επίσης, σε κλινήρεις ασθενείς ή ηλικιωμένους που κάνουν καθιστική ζωή, παρατηρείται απώλεια οστικής μάζας. Συγκεκριμένα, τέσσερις με έξι εβδομάδες κλινοστατισμού, προκαλούν σημαντική απώλεια της οστικής μάζας, που είναι αδύνατον να αποκατασταθεί πλήρως, μετά από έξι μήνες φυσικής δραστηριότητας. (Hall S.,2003)^[11]

Ο Hamil J., 2013^[13] υποστηρίζει πως στους ηλικιωμένους η μέτριας έντασης άσκηση, μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα των οστών σε μέταλλα, καθώς παρατηρήθηκε αυξημένη σε δρομείς άνω των 50 ετών, σε σχέση με τους μη δρομείς. Επίσης, η οστική απώλεια λόγω ηλικίας ήταν 4% σε δυο χρόνια για τους δρομείς και 6-7% για τους μη δρομείς. Όταν όμως σταματήσουν το τρέξιμο, η οστική απώλεια αυξάνεται σημαντικά σε 10-13%, γι' αυτό προτείνονται υψηλής έντασης ασκήσεις φόρτισης, με λίγες επαναλήψεις. Η διατήρηση της σκελετικής υγείας επηρεάζεται από τον τρόπο

ζωής του ατόμου. Τα άτομα που κάνουν δουλειά γραφείου έχουν 47% πιθανότητα να εμφανίσουν οστεοπόρωση, ενώ τα άτομα που το επάγγελμά τους περιελάμβανε έντονη φυσική δραστηριότητα 23%.

Η σωματική άσκηση συνιστάται για τη βελτίωση της οστικής μάζας στα αναπτυσσόμενα παιδιά και τη μείωση της οστικής απώλειας σε ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες. Ωστόσο, οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί με τους οποίους η άσκηση επηρεάζει τον μεταβολισμό των οστών δεν έχουν ακόμη γίνει πλήρως κατανοητοί. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η οστική μάζα έχει θετικές επιδράσεις από την άσκηση, που είναι κατά κύριο λόγο μια απάντηση σε ένα μηχανικό ερέθισμα, όμως και άλλες παράμετροι όπως οι ενδοκρινικές αλλαγές, μπορούν να συμβάλλουν στις οστικές προσαρμογές. Επειδή οι μεταβολές στην οστική μάζα προκύπτουν από την επιβράδυνση μεταβολικές διεργασίες, βιοχημικούς δείκτες οστού θα πρέπει να είναι χρήσιμη για τη διερεύνηση των οξείων επιδράσεων της άσκηση αναμόρφωσης των οστών. (Maimoun L., 2011) ^[28]

4.1.1. ΑΣΚΗΣΗ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΦΗΒΟΥΣ

Το 95% της μέγιστης οστικής μάζας επιτυγχάνεται μέχρι την ηλικία των 17 ετών στα κορίτσια και μέχρι την ηλικία των 20 ετών στα αγόρια. Περίπου το 26% της συνολικής οστικής μάζας της ενήλικης ζωής επιτυγχάνεται σε 2 χρόνια κατά τη διάρκεια της κορυφαίας αύξησης των οστών που αρχίζει στα 12,5 χρόνια στα κορίτσια και στα 14,1 χρόνια στα αγόρια. Τα αυξημένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας στην παιδική ηλικία, ειδικά στα κορίτσια, οδηγεί σε μεγαλύτερη αύξηση της μέγιστης οστικής μάζας. Οι αθλήτριες ηλικίας 18-24 ετών έχουν μεγαλύτερη οστική πυκνότητα, σε σχέση με γυναίκες της ίδιας ηλικίας που κάνουν καθιστική ζωή. Μεγάλη σημασία έχει και ο τύπος του αθλήματος, για την αύξηση της οστικής πυκνότητας. Οι αθλητές που ασχολούνται με αθλήματα που ασκούν μεγαλύτερες φορτίσεις

στο σώμα, έχουν υψηλότερα επίπεδα οστικής μάζας, σε σχέση με τους αθλητές πιο ήπιων αγωνισμάτων. (Fletcher J., 2013) ^[18]

Κατά τη διάρκεια του προεφηβικού σταδίου και στο πρώιμο στάδιο της εφηβείας, τα οστά μπορεί να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην αντοχή βάρους και στην άσκηση υψηλής έντασης. Μελέτες σε εφήβους αθλητές αποκάλυψαν ότι η οστική πυκνότητα που αποκτάται υπερβαίνει κατά πολύ εκείνη που μπορεί να αποκτηθεί κατά την ενήλικη ζωή. Η αυξημένη σωματική δραστηριότητα μπορεί να ενισχύσει τον σχηματισμό των οστών κατά τη διάρκεια της προεφηβείας, ενεργώντας συνεργικά με την αυξητική ορμόνη και συμπεραίνεται ότι η φυσική δραστηριότητα παίζει ζωτικό ρόλο στην αύξηση της οστικής μάζας και τα οφέλη της εκτείνονται στην ενήλικη ζωή. Η άσκηση και συγκεκριμένα τα άλματα για τριάντα λεπτά την ημέρα, πέντε μέρες την εβδομάδα για δώδεκα μήνες σε συνδυασμό με την πρόσληψη συμπληρωμάτων ασβεστίου αυξάνουν την οστική μάζα του ποδιού στα παιδιά τριών έως πέντε ετών, ενώ η άσκηση με άλματα για δέκα λεπτά την ημέρα, για τρεις μέρες την εβδομάδα αυξάνουν την οστική πυκνότητα στο ισχίο σε κορίτσια που βρίσκονται στα πρώτα στάδια της εφηβείας. Ο συνδυασμός ενός αερόβιου προγράμματος με άλματα για δύο φορές την εβδομάδα, αύξησε την οστική μάζα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και του αυχένα του μηριαίου σε κορίτσια πριν την εμμηναρχή. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η πρόσληψη συμπληρωμάτων ασβεστίου σε συνδυασμό με την άσκηση, που περιλαμβάνει κυρίως άλματα, έχει σημαντικότερα αποτελέσματα στην αύξηση της οστικής μάζας, όταν γίνεται πριν την εμμηναρχή και όχι μετά από αυτή. Ένα μέτριο επίπεδο σωματικής δραστηριότητας ή ένα επαρκές επίπεδο πρόσληψης ασβεστίου, εάν τηρείται από την παιδική ηλικία, θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική μακροπρόθεσμη βελτίωση της μηχανικής ικανότητας του σκελετού. (Iwamoto J. 2009) ^[26]

Στην εφηβεία η σωματική δραστηριότητα και ο δείκτης μάζας σώματος αποτελούν παράγοντες πρόβλεψης της οστικής πυκνότητας. Οι αθλητές που ασχολούνται με την κωπηλασία και την κολύμβηση παρουσιάζουν χαμηλότερη οστική πυκνότητα σε αντίθεση με αυτούς που συμμετέχουν σε

πιο ομαδικά αθλήματα, όπως το ράγκμπι, το ποδόσφαιρο και άλλα μαχητικά παιχνίδια. Συμπερασματικά, λοιπόν η οστική πυκνότητα σχετίζεται με τη μυϊκή ένταση, τη δυναμική φόρτιση και τις δυνάμεις της βαρύτητας του κάθε αθλήματος. (Iwamoto J. 2009) ^[26]

ΓΥΝΑΙΚΕΙΑ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΤΡΙΑΔΑ

Τα αθλήματα είναι ευεργετικά για την υγεία των οστών των εφήβων. Όμως, η υπερβολική άσκηση στα νεαρά κορίτσια στην εφηβεία, μπορεί να προκαλέσει σε αμηνόρροια και οστεοπόρωση, οδηγώντας στη γυναικεία αθλητική τριάδα. (Meczekalski B. 2014) ^[25]. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις διατροφικές συνήθειες των εφήβων αθλητριών, καθώς αποτελούν ομάδα υψηλού κινδύνου εμφάνισης διατροφικών διαταραχών, οι οποίες επηρεάζουν τον μεταβολισμό των οστών, παρουσιάζουν διαταραχές στη έμμηνο ρήση, που έχουν ως επακόλουθο τη μείωση της οστικής πυκνότητας και την εμφάνιση οστεοπόρωσης. Τα κορίτσια στην εφηβεία πρέπει να παροτρύνονται να ασκούνται, αφού αξιολογηθούν για διατροφικές συνήθειες και τις τυχόν διαταραχές της έμμηνου ρήσης (Iwamoto J. 2009) ^[26]. Η γυναικεία αθλητική τριάδα αφορά τις έφηβες αθλήτριες και περιλαμβάνει διαταραχές της εμμήνου ρύσεως ή αμηνόρροια, χαμηλή διαθεσιμότητα ενέργειας, διατροφικές διαταραχές και οστεοπενία ή οστεοπόρωση. Σε αυτή την περίπτωση συχνά μπορεί να προκληθούν κατάγματα κόπωσης και οι αθλήτριες πρέπει να υποβληθούν σε εξετάσεις για την πρόληψη ή τη θεραπεία του συνδρόμου. Το ποσοστό των διατροφικών διαταραχών στις έφηβες αθλήτριες κυμαίνεται από 0%-27% σε σχέση με 0%-21% στον κανονικό πληθυσμό. (Meczekalski B. 2014) ^[25]. Οι στρατηγικές πρόληψης στοχεύουν στη βελτίωση της διατροφής με χορήγηση συμπληρωμάτων βιταμίνης D (800 IU / ημέρα) και ασβεστίου (1200 mg / ημέρα). (Fletcher J., 2013) ^[18]

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις γυναίκες έπασχαν από τη γυναικεία αθλητική τριάδα στην εφηβεία τους, καθώς έχουν αυξημένο κίνδυνο χαμηλής οστικής μάζας και κατάγματος. Αυτές οι γυναίκες θα πρέπει να

υπόκεινται σε μέτρηση οστικής πυκνότητας με τη μέθοδο DXA για να διαπιστωθεί η ύπαρξη οστεοπενίας ή οστεοπόρωσης. (Meczekalski B.2014)
[25]

4.1.2. ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΗΛΙΚΗ ΖΩΗ

Για τη βελτίωση της υγείας των οστών, όλοι οι νέοι θα πρέπει να ασκούνται τουλάχιστον 60 λεπτά καθημερινά. Σαράντα λεπτά μέτριας έως έντονης σωματικής δραστηριότητας καθημερινά είναι απαραίτητη για την αύξηση της δύναμης του ισχίου και της δομής των οστών. Η άσκηση μπορεί να περιλαμβάνει 15 λεπτά άλματα 3 φορές την εβδομάδα. Η συμμετοχή των παιδιών και των εφήβων σε αθλητικές δραστηριότητες κρίνεται απαραίτητη, για τη βελτίωση της υγείας των οστών. Συνιστάται 10 έως 20 λεπτά την ημέρα για 3 φορές την εβδομάδα πλειομετρικές ασκήσεις, άλματα, μέτριας έντασης ασκήσεις αντίστασης και τη συμμετοχή του παιδιού σε αθλήματα που περιλαμβάνουν άλματα και τρέξιμο. (Fletcher J., 2013) ^[18]

Ασκήσεις μέτριας έως υψηλής έντασης, με τη χρήση βάρους, ασκήσεις αντίστασης και ασκήσεις που περιλαμβάνουν άλματα είναι απαραίτητο να γίνονται 3 φορές την εβδομάδα για 30 έως 60 λεπτά για τη διατήρηση της υγείας των οστών. Το τζόκινγκ, ασκήσεις ενδυνάμωσης, άλματα και αερόβια άσκηση, βοηθούν στη σκελετική υγεία σε γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση. Οι εκρηκτικές μυϊκές συσπάσεις συμβάλλουν στη μεγαλύτερη οστεογένεση, αλλά πρέπει να ενταχθούν σταδιακά στο πρόγραμμα άσκησης (Fletcher J., 2013)
[18]

Σε μια έρευνα μελετήθηκε η επίδραση των ασκήσεων ενδυνάμωσης όλου του σώματος σε 58 γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση ηλικίας 30 με 50 ετών. Παρατηρήθηκε αύξηση της οστικής πυκνότητας της σπονδυλικής στήλης και του αυχένα του μηριαίου στην ομάδα των γυναικών που ασκούσαν σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, που δεν παρατηρήθηκε καμία

μεταβολή. Παρόλα αυτά οι διαφορές των δύο ομάδων στην ολική οστική πυκνότητα δεν ήταν σημαντικές. (Singh J. 2009) ^[29]

Σε μια έρευνα, των Senderovich et al. (2018) ^[30] όπου συμμετείχαν προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες ηλικίας 35-45 ετών, εκτελώντας ασκήσεις υψηλής πρόσκρουσης, όπως είναι το τζόκινγκ, ο χορός και αεροβική άσκηση με σκαλί, 3 φορές την εβδομάδα, βρέθηκε σημαντική αύξηση στην BMD στον αυχένα του μηριαίου συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου οδηγώντας τους ερευνητές στο συμπέρασμα ότι με τις ασκήσεις αυτής της μορφής μπορώ να βελτιώσω την σκελετική ακεραιότητα σε προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Οι ασκήσεις πρόσκρουσης είναι ασφαλείς και αποτελεσματικές για ασθενείς που βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο, ειδικά για γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση με χαμηλή οστική μάζα. Αυτό ακολούθως βοηθά στην πρόληψη της οστεοπόρωσης με την αύξηση της BMD σε βαρομεταφέρουσες περιοχές του σώματος.

Όπως προκύπτει από ανασκόπηση των Body et al. (2011) ^[31] , σε γυναίκες πριν από την εμμηνόπαυση, ασκήσεις υψηλής πρόσκρουσης με φορτίο υψηλού μεγέθους, όπως είναι ασκήσεις αντίστασης, κάθετα άλματα ή άλματα σε σκοινάκι, τρέξιμο, σκαλί και παιχνίδια που περιλαμβάνουν κατευθύνσεις όπου το σώμα δεν είναι συνηθισμένο, είναι αποτελεσματικές στην αύξηση της BMD στην οσφυϊκή μοίρα και στον αυχένα του μηριαίου. Επίσης, η αεροβική άσκηση, η βαρομεταφέρουσα άσκηση και η άσκηση με αντίσταση είναι όλες αποτελεσματικές στην BMD της σπονδυλικής στήλης.

Οι Nikander et al. (2010) ^[32] αναφέρουν πως τα προγράμματα των ασκήσεων που ενσωματώνουν ένα ευρύ φάσμα βαρομεταφερουσών δραστηριοτήτων μπορούν να ενισχύσουν την BMC ή την BMD σε σκελετικές δομές που δέχονται φορτία όπως είναι το μηριαίο. Σε γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση, οι ασκήσεις με αντίσταση και η υψηλής πρόσκρουσης βαρομεταφέρουσα άσκηση, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, μπορούν να παράγουν 1-2% όφελος στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και στον αυχένα του μηριαίου. Οι προοδευτικές ασκήσεις υψηλής έντασης φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικές για την βελτίωση της BMD των σπονδύλων , ενώ η υψηλής πρόσκρουσης ασκήσεις οδηγούν σε μεγαλύτερα οφέλη στην BMD

του αυχένα του μηριαίου.

4.1.3. ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ

Ο ρόλος της άσκησης είναι πολύ σημαντικός στη διατήρηση της υγείας των οστών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Στις γυναίκες που ασκούνται τουλάχιστον ένα χρόνο και περισσότερο, παρατηρείται επιβράδυνση της οστικής απώλειας. Συγκεκριμένα, αερόβιες ασκήσεις, ασκήσεις αντίστασης με τη χρήση βάρους και ασκήσεις αντοχής συμβάλλουν στη διατήρηση της οστικής πυκνότητας της σπονδυλικής στήλης, ενώ ο πιο αποτελεσματικός τύπος άσκησης για την διατήρηση της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου είναι οι ασκήσεις αντίστασης κάτω άκρων, με προοδευτικά αυξανόμενη αντίσταση. Επίσης, η υψηλής έντασης άσκηση, δύο φορές την εβδομάδα, οδηγεί σε αύξηση της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου και της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης κατά 1%, ενώ οι γυναίκες που δεν ασκούνται χάνουν το 2,5% της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου και το 1,8% της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης. (Fletcher J., 2013) ^[18]

Ο οστίτης ιστός, ανασχηματίζεται συνεχώς και ως δυναμικός ιστός, προσαρμόζεται και ανταποκρίνεται στα μηχανικά ερεθίσματα από τη σωματική άσκηση και τους κραδασμούς. Κατά τη διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας, τα μηχανικά φορτία που ασκούνται στα οστά, μέσω των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους και της συσταλτικής δραστηριότητας των μυών, συμβάλλουν στη διατήρηση ή την αύξηση της οστικής μάζας. Παρόλα αυτά δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί πλήρως, ποιό θα ήταν το καλύτερο περιβάλλον, ο κατάλληλος τύπος δραστηριότητας, η ένταση, η συχνότητα ή η διάρκεια της σωματικής άσκησης για να συμβάλει στη διατήρηση της υγείας των οστών σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. (Moreira L. 2014) ^[33]

Οι στόχοι της άσκησης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες είναι η βελτίωση της λειτουργικότητας, η πρόληψη των πτώσεων και των

καταγμάτων και η βελτίωση της ποιότητας ζωής. Όσον αφορά την διατήρηση της οστικής πυκνότητας, η βαρομεταφέρουσα άσκηση διάρκειας 30 με 60 λεπτών, 3 με 5 φορές την εβδομάδα, είναι πιο ωφέλιμη σε σχέση με τις ασκήσεις αντοχής. Ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης των μυϊκών ομάδων των κάτω άκρων και της σπονδυλικής στήλης συνίσταται να γίνονται 3 φορές την εβδομάδα. (Fletcher J, 2013) ^[18]

Για την οστεογένεση, σύμφωνα με τους Sinaki et al. (2010) ^[34] προτιμούνται οι ασκήσεις φόρτισης έναντι των ασκήσεων αντοχής. Η ενδυνάμωση των αξονικών μυών μπορεί να βελτιώσει την κινητικότητα των ηλικιωμένων και να μειώσει την κύφωση και τον κίνδυνο σπονδυλικών καταγμάτων. Ακόμη και όταν η άσκηση δεν αυξάνει την οστική μάζα, μπορεί να είναι ωφέλιμη στην μείωση της εμφάνισης σπονδυλικών καταγμάτων, βελτιώνοντας την αστάθεια και μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσεων και των επικείμενων καταγμάτων. Επιπλέον, η άσκηση βελτιώνει την ποιότητα ζωής, αυξάνει την καρδιαγγειακή υγεία, μειώνει το σωματικό βάρος και βελτιώνει τον σακχαρώδη διαβήτη, την υπερλιπιδαιμία, την κατάθλιψη και την διαχείριση του στρες. Οι Lirani-Galvao et al. (2010) ^[35] αναφέρουν πως οι ασκήσεις για τους οστεοπορωτικούς ασθενείς πρέπει να είναι δυναμικές, όχι στατικές, να υπερβαίνουν ένα όριο έντασης, να είναι σχετικά σύντομες, αλλά διακεκομμένες. Προκειμένου να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, οι οστεογενετικές ασκήσεις μπορούν να προωθηθούν μέσω ασκήσεων πρόσκρουσης με το έδαφος και ενδυνάμωσης.

Οι Svejme et al το 2014 ^[36] ,μελέτησαν δύο ομάδες γυναικών άνω των 48 ετών, η πρώτη ομάδα περιελάμβανε αυτές που ασκούσαν και η δεύτερη τις γυναίκες που δεν ασκούσαν. Παρατηρήθηκε σημαντική απώλεια της οστικής μάζας μετά την εμμηνόπαυση και στις δύο ομάδες γυναικών, αλλά η μέση ετήσια μείωση της οστικής μάζας στο περιφερικό άκρο της κερκίδας ήταν κατά 0,4% μικρότερη στις γυναίκες που αθλούνταν, σε σχέση με αυτές που δεν είχαν καμία φυσική δραστηριότητα. Επιπλέον, ο κίνδυνος οστεοπορωτικού κατάγματος του περιφερικού άκρου της κερκίδας ήταν 1,1% στις γυναίκες που ασκούσαν, ενώ σε αυτές που δεν ασκούσαν ο κίνδυνος αυτός ήταν 1,4%.

Η αποτελεσματικότητα ενός 12-μηνου προγράμματος άσκησης στην οστική πυκνότητα του ισχίου, στην ενδυνάμωση των μυών των κάτω άκρων και τη ισορροπία σε μετεμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπενία, χωρίς να παίρνουν φαρμακευτική αγωγή, μελετήθηκε από τους Bolton et al (2012) ^[37]. Οι συμμετέχουσες χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες. Η πρώτη ομάδα ακολουθούσε πρόγραμμα άσκησης και η δεύτερη ήταν η ομάδα ελέγχου. Τα προγράμματα άσκησης περιελάμβαναν 10 λεπτά προθέρμανσης, με ασκήσεις μέτριας έντασης και 10 λεπτά αποθεραπείας, που περιλάμβαναν διατάσεις. Το κυρίως πρόγραμμα διαρκούσε 40 λεπτά, με ασκήσεις αντίστασης, φόρτισης και ισορροπίας. Στην κάθε άσκηση εκτελούσαν 2 σετ από 8 επαναλήψεις, με την χρήση βάρους. Οι γυναίκες εκτελούσαν και δέκα άλματα, 3 φορές την ημέρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν μικρή αύξηση της οστικής πυκνότητας του ισχίου των γυναικών της πρώτης ομάδας κατά 0,5% και μικρή μείωση της οστικής πυκνότητας του ισχίου των γυναικών της δεύτερης ομάδας κατά 0,9%.

4.1.3.1. ΑΕΡΟΒΙΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗΣ

Οι Nikander R και οι συνεργάτες του (2009) ^[38], μελέτησαν 91 ενήλικες αθλήτριες και 20 μη αθλήτριες γυναίκες, με στόχο να συγκρίνουν την επίδραση διαφορετικών τύπων άσκησης στην οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου οστού. Εννέα αθλήτριες έκαναν άλμα εις τριπλούν, δέκα άλμα εις ύψους, εννέα ήταν ποδοσφαιριστές, δέκα παίκτες σκουός, 17 ασχολούνταν με την άρση βαρών, 18 ήταν δρομείς αντοχής και 18 κολυμβήτριες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι αθλητές που συμμετέχουν σε αερόβια αθλήματα που δεν φέρουν βάρος, όπως οι ποδηλάτες και οι κολυμβητές, συνήθως παρουσιάζουν χαμηλότερη τιμή οστικής πυκνότητας σε σύγκριση με αυτούς που συμμετέχουν σε αθλήματα φόρτισης. Τα αερόβια αθλήματα που δεν έχουν φόρτιση, συμβάλλουν στην μυϊκή ενδυνάμωση, αλλά όχι στην οστική υγεία, καθώς οι βαρυτικές δυνάμεις παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην οστική διέγερση.

Σε μια επταετή διαχρονική μελέτη των Nichols JF και των συνεργατών του (2011)^[39], μελετήθηκαν οι διαφορές της οστικής μάζας σε μία ομάδα ποδηλάτων και σε μία ομάδα μη αθλητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική μείωση της οστικής πυκνότητας των ποδηλάτων σε σχέση με τους μη αθλητές και παρουσίαζαν μεγαλύτερο κίνδυνο κατάγματος. Για αυτό το λόγο, στην προπόνηση των ποδηλατών κρίνονται απαραίτητες οι ασκήσεις με βάρη, πλειομετρικές ασκήσεις ή άλλες ασκήσεις φόρτισης. Στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, η ποδηλασία θα μπορούσε να συνιστάται για τη βελτίωση της γενικής υγείας, σε συνδυασμό όμως με ασκήσεις φόρτισης.

Η βάδιση όπως διαπίστωσαν οι Martyn-St JM και οι συνεργάτες της (2008)^[40], μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, χωρίς όμως να έχει επιδράσεις στην οστική πυκνότητα της σπονδυλικής στήλης. Οι Ma D και οι συνεργάτες (2013)^[41] υπογράμμισαν πως η βάδιση ως μοναδικός τρόπος άσκησης στις περιεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες δεν έχει σημαντικές επιδράσεις στην BMD στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, στο περιφερικό άκρο της κερκίδας ή για ολόκληρο το σώμα, όμως συμβάλλει θετικά στην οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου, στις γυναίκες που βάδιζαν συστηματικά πάνω από 6 μήνες. Φαίνεται, λοιπόν ότι μόνο η επίδραση της γρήγορης βάδισης δεν είναι αρκετή για να διεγείρει την BMD της σπονδυλικής στήλης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Σε μία άλλη έρευνα, οι μελετητές Velez NF et. al (2008)^[42] συνέκριναν την οστική πυκνότητα σε 44 δρομείς, 43 κολυμβητές, που ήταν όλοι πρωταθλητές, όλοι άνω των 65 ετών, με άτομα που έκαναν καθιστική ζωή. Η οστική πυκνότητα όλου του σώματος ήταν μεγαλύτερη στους δρομείς και από τις άλλες δύο ομάδες. Επιπλέον, οι δρομείς είχαν μεγαλύτερη οστική πυκνότητα στο ισχίο και το περιφερικό άκρο της κερκίδας, σε σχέση με τους κολυμβητές. Συμπέραναν λοιπόν, πως η άσκηση μέτριας πρόσκρουσης, συμβάλλει στην ακεραιότητα των οστών σε μεγαλύτερη ηλικία.

Τα μηχανικά φορτία στα οστά αποτελούν σημαντικό κομμάτι της σωματικής δραστηριότητας που προάγει τη διατήρηση των οστών και την αύξηση της οστικής μάζας. Η ένταση όμως της βάρδισης για την διατήρηση της σκελετικής υγείας δεν έχει καθοριστεί πλήρως. Για να γίνει λοιπόν αυτό, μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες συμμετείχαν σε μία τυχαιοποιημένη μελέτη των Borer K. και της ομάδας της (2007) ^[43] που συνέκρινε την επίδραση της βάρδισης για 30 εβδομάδες, δύο διαφορετικών εντάσεων, στην οστική πυκνότητα και στους δείκτες σχηματισμού των οστών. Οι γυναίκες εκτελούσαν ελεγχόμενη βάρδιση 4,8 χλμ ημερησίως, 4 ημέρες την εβδομάδα, σε εντάσεις 102% ή 123% του αναπνευστικού ορίου (VT) ισοδύναμο με 67% και 86% της μέγιστης εκπνευστικής προσπάθειας (VO₂ max). Η ομάδα των γυναικών που εκτελούσε χαμηλής έντασης βάρδιση δηλαδή το 95% του αναπνευστικού ορίου που ισοδυναμεί με το 62% της μέγιστης εκπνευστικής προσπάθειας, ενώ η ομάδα που εκτελούσε υψηλής έντασης βάρδιση δηλαδή το 125% του αναπνευστικού ορίου που ισοδυναμεί με το 88% της μέγιστης εκπνευστικής προσπάθειας. Τα άτομα που εκτελούν χαμηλής έντασης άσκηση περπάτησαν σε μία μέση ένταση μεταξύ του 101% και 102,5% της VT, ισοδύναμο με το 65% έως 67% της μέγιστης εκπνευστικής προσπάθειας VO₂, που αντιστοιχούν στις μέσες ταχύτητες βάρδισης μεταξύ 5,4 και 5,5 χλμ. /ώρα. Η άσκηση υψηλής έντασης έγινε με μέση ένταση στο 123% και 125,1% της VT, που αντιστοιχούν σε 86% και 88% της VO₂ και σε μέση ταχύτητα βάρδισης 6,3 με 6,4 χλμ. /ώρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η aBMD των κάτω άκρων, αλλά και ολόκληρου του σώματος αυξήθηκε μετά από 15 εβδομάδες υψηλής έντασης βάρδισης, σε σχέση με την ομάδα χαμηλής έντασης που παρατηρήθηκαν μέτριες απώλειες. Η aBMD των κάτω άκρων και ολόκληρου του σώματος διατηρήθηκε και αυξήθηκε ελαφρώς με φορτία μεγαλύτερα από 872,3 newton (N), με ένταση βάρδισης πάνω από 115% VT ή 74% VO₂ max, ταχύτητες άνω των 6,14 km / h και καρδιακούς ρυθμούς άνω του 82,3% του ανώτατου ορίου για την ηλικία. Συμπεράναν, πως αυτές οι παράμετροι βάρδισης μπορούν να συμβάλλουν στην αύξηση της μυϊκής μάζας των κάτω άκρων και τη διατήρηση της οστικής πυκνότητας στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Για έξι μήνες μελετήθηκαν, από τους Basat H et al (2013) ^[44], 42 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, χωρισμένες σε 3 ομάδες. Στην πρώτη ομάδα έκαναν ασκήσεις ενδυνάμωσης, στη δεύτερη αερόβιες ασκήσεις υψηλής πρόσκρουσης, και η τρίτη ήταν η ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση της οστικής πυκνότητας της σπονδυλικής στήλης και του αυχένα του μηριαίου στη δεύτερη ομάδα. Επομένως, τα δεδομένα αυτά υποδεικνύουν ότι η αερόβια άσκηση υψηλής πρόσκρουσης επί 6 μήνες μπορεί να είναι αποτελεσματική στην πρόληψη της οστικής απώλειας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και του αυχένα του μηριαίου.

Σε μια έρευνα που έγινε σε μετεμμηνοπαυσιακές Γιαπωνέζες γυναίκες, από τους Shimegi S et al (1994) ^[45] μετρήθηκε η οστική πυκνότητα σε τρεις ομάδες γυναικών, αυτές που ασχολούνταν με το βόλεϊ, αυτές που ασχολούνταν με το τζόκινγκ και αυτές που δεν είχαν καμία φυσική δραστηριότητα. Διαπιστώθηκε πως η οστική πυκνότητα στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, ήταν μεγαλύτερη στις δυο πρώτες ομάδες από ότι την τρίτη. Η ομάδα των γυναικών που έκανε τζόκινγκ είχαν ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα της παραθορμόνης (PTH), σε σχέση με τις γυναίκες που δεν αθλούνταν. Οι αθλήτριες βόλεϊ, είχαν υψηλότερη οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου και από τις δύο άλλες ομάδες. Παρόλα αυτά δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στην οστική πυκνότητα του περιφερικού άκρου της κερκίδας ανάμεσα στις τρεις ομάδες. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας λοιπόν δείχνουν πως η τακτική σωματική άσκηση μπορεί να μειώσει σημαντικά την απώλεια της οστικής πυκνότητας σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, όμως η μείωση αυτή δεν αφορά οστά που δεν φορτίζονται, όπως το περιφερικό άκρο της κερκίδας.

Το 2006, οι Asikainen TM et al ^[46], εξέτασαν τα αποτελέσματα ενός προγράμματος άσκησης, που περιλαμβάνει γρήγορο περπάτημα μία φορά τη μέρα ή δύο φορές την ημέρα, και ασκήσεις αντίστασης, στην δύναμη των μυών των κάτω άκρων, στην ισορροπία και την βάρδια σε γυναίκες που πρόσφατα μπήκαν στην εμμηνόπαυση. Οι ασκήσεις αντίστασης περιελάμβαναν ένα σετ από 10 επαναλήψεις για 8 κύριες μυϊκές ομάδες, δύο φορές την εβδομάδα. Η αντίσταση στις ασκήσεις αυτές μπορεί να είναι ένα

βαράκι 2 έως 5 κιλά. Το πρόγραμμα αποτελείται από 2 ασκήσεις σε όρθια θέση για βελτίωση της δύναμης των μυών των ποδιών, της ισορροπίας και του συντονισμού. Μία άσκηση για την ενδυνάμωση των εκτεινόντων μυών του ισχίου και του γόνατος. Μία άσκηση ενδυνάμωσης των άνω άκρων χρησιμοποιώντας αλτήρες, 2 ασκήσεις ενδυνάμωσης των εκτεινόντων μυών του κορμού από πρηνή θέση, 2 ασκήσεις ενδυνάμωσης των κοιλιακών μυών και 5 ασκήσεις διάτασης. Η κύρια έμφαση του προγράμματος αντίστασης αφορούσε την κινητικότητα και τη βελτίωση της δύναμης των μυών των κάτω άκρων και της ισορροπίας. Η διάρκεια των ασκήσεων αντίστασης ήταν περίπου 15 έως 20 λεπτά. Η αερόβια άσκηση του προγράμματος αυτού περιελάμβανε γρήγορη βάρδια για 5 φορές την εβδομάδα. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση της μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων και της ταχύτητας βάρδιας, αλλά δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην ισορροπία.

Όπως υποστηρίζουν οι Shanb et al. (2014) ^[47] οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις παράγουν το υψηλότερο μηχανικό φορτίο στα οστά, σε σχέση με τους άλλους τύπους ασκήσεων. Εφαρμόζεται με διαφορετικές μορφές όπως είναι η βάρδια, το τρέξιμο ή τα άλματα, bench press όπου ο ασθενής είναι ύπτια σπρώχνοντας ένα βάρος προς τα πάνω, double leg press, βαθύ κάθισμα, mini-squat με μεγάλη βάση στήριξης, τετραποδική θέση και ασκήσεις με σκαλί (step-up), ολισθήσεις στον τοίχο με τα άνω άκρα και στήριξη στο ένα άκρο με στήριξη στα χέρια.

Οι Howe TE και η ομάδα του (2011) ^[48] διαπίστωσαν πως ο πιο αποτελεσματικός τύπος άσκησης που έχει καλύτερα αποτελέσματα στην οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου οστού είναι οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις προοδευτικά αυξανόμενης αντίστασης των κάτω άκρων. Ταξινομούν τις βαρομεταφέρουσες δραστηριότητες σε τρεις κατηγορίες: τη στατική βαρομεταφέρουσα άσκηση, που περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως είναι η μονοποδική στήριξη, τη δυναμική βαρομεταφέρουσα χαμηλής ισχύος, που περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως η βάρδια και το Tai Chi και τη δυναμική βαρομεταφέρουσα άσκηση υψηλής ισχύος, όπου σε αυτήν ανήκουν δραστηριότητες όπως τζόκινγκ, τα άλματα, το τρέξιμο, ο χορός και η πλατφόρμα δόνησης. Όσον αφορά την οστική πυκνότητα της σπονδυλικής

στήλης, τα προγράμματα άσκησης ήταν συνδυαστικά, περιλαμβάνοντας ασκήσεις αντίστασης, αερόβιες ασκήσεις και ασκήσεις πρόσκρουσης. Τα συνδυαστικά προγράμματα άσκησης που περιλαμβάνουν πάνω από ένα τύπο άσκησης, επηρεάζουν σημαντικά την οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου, της σπονδυλικής στήλης και του τροχαντήρα. Οι πλατφόρμες δόνησης, το jogging και τα άλματα είχαν σημαντική επίδραση στην BMD του ισχίου και του τροχαντήρα, σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου. Το περπάτημα και το Tai chi αυξάνουν την οστική πυκνότητα στη σπονδυλική στήλη και στον καρπό.

Οι McMillan et al. (2017) ^[49] αναφέρουν πως οι δραστηριότητες υψηλής πρόσκρουσης (high impact) αποτελούν την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μορφή άσκησης για την μείωση της επιβάρυνσης της οστεοπόρωσης σε ηλικιωμένους. Αποτελείται από δραστηριότητες, όπως άλματα και βήματα στο πλάι (side stepping) που μπορούν να επηρεάσουν πολλούς χρήσιμους παράγοντες για την πρόληψη των καταγμάτων, όπως είναι η αύξηση στην BMD, η βελτίωση της μυϊκής δύναμης και ισορροπίας και η μείωση του κινδύνου πτώσεων.

Οι Lirani-Galvao et al. 2010 ^[35] υποστηρίζουν πως αυτού του είδους οι δραστηριότητες ίσως να ενισχύουν τον σχηματισμό του οστού, αφού το μηχανικό φορτίο παρέχει αναβολικά ερεθίσματα στο οστό. Το μηχανικό φορτίο μπορεί είτε να διατηρήσει ή να αυξήσει τον οστίτη ιστό, να μειώσει την απόπτωση των οστεοκυττάρων και να διεγείρει την διαφοροποίηση των οστεοβλαστών πιθανόν με τη μεσολάβηση της σηματοδότησης ασβεστίου που συνδέεται με κανάλια που ενεργοποιούνται με μηχανική τάση. Η οστεογενής απάντηση στην μηχανική τάση μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας και συγκεκριμένες ασκήσεις μπορούν να βελτιώσουν αυτό το μηχανο-ευαίσθητο όργανο για έναν πιο αποτελεσματικό σχηματισμό οστού και τη διατήρησή του.

Οι Shanb et al. (2014) ^[47] χώρισαν τυχαία σε δύο ομάδες 40 ηλικιωμένους ασθενείς, ηλικίας 60-67 ετών, οι οποίοι εκτέλεσαν πρόγραμμα βαρομεταφερουσών ασκήσεων. Η συνεδρία και στις δύο ομάδες είχε διάρκεια 45-60 λεπτά, με συχνότητα δύο φορές την εβδομάδα για 6 μήνες. Η προθέρμανση περιελάμβανε ζωηρή βάδιση και ήπιες διατάσεις στα χέρια,

στους καμπτήρες του γόνατος, στους μύες της κνήμης και στην οσφύ με διάρκεια 10 λεπτά. Η αποθεραπεία περιελάμβανε ζωηρό περπάτημα για 5 λεπτά. Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις που εκτελέστηκαν ήταν bench press, double leg press, καθίσματα, μικρό κάθισμα με ευρεία βάση στήριξης, τετραποδική θέση και ασκήσεις με σκαλί, ολισθήσεις του άνω άκρου στον τοίχο και μονοποδική στήριξη με στήριξη στα χέρια. Η ομάδα ελέγχου εκτελούσε ασκήσεις αντίστασης του ισχίου, έκταση και απαγωγή, ασκήσεις στα χέρια, ασκήσεις δικέφαλου βραχιονίου και τρικεφάλου, τετρακεφάλου και οπίσθιων μηριαίων, ασκήσεις του καρπού και του κορμού από όρθια θέση. Οι ασκήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν σε 3 σετ και επαναλήφθηκαν 8 φορές με την αντίσταση να ήταν στο 25% της μέγιστης επανάληψης. Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν πως οι προοδευτικές ασκήσεις αντίστασης μπορούν να αυξήσουν την οστική μεταλλική πυκνότητα (BMD) σε γυναίκες πριν από την εμμηνόπαυση. Επίσης το T-score στον αυχένα του μηριαίου, αυξήθηκε αισθητά μετά από την εφαρμογή συνδυασμένων βαρομεταφέρουσων και μη προγραμματών άσκησης, που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η άσκηση μπορεί να είναι αποτελεσματική στη μείωση της οστικής απώλειας και στη διατήρηση της καλής ποιότητας του οστού μετά την εμμηνόπαυση.

Οι θετικές αλλαγές στο T-score στην ομάδα που εκτέλεσαν βαρομεταφέρουσες ασκήσεις συγκριτικά με την άλλη ομάδα, έδειξε ότι οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην BMD ειδικά στα βαρομεταφέροντα οστά. Τα μηχανικά φορτία των δραστηριοτήτων αυτών μεταφέρονται στον σκελετό από δυνάμεις έλξης των μυών και της βαρύτητας όπου τα κύτταρα των οστών ανταποκρίνονται επιλεκτικά σε διαφορετικές μηχανικές καταπονήσεις για να αυξήσουν ή να μειώσουν την BMD. Επίσης, προκύπτει ότι οι βαρομεταφέρουσες δραστηριότητες έχουν πιο οστεογονικό αποτέλεσμα στα οστά από τις μη βαρομεταφέρουσες δραστηριότητες. Για παράδειγμα, το τρέξιμο και τα άλματα έχουν φανεί χρήσιμα στην αύξηση της οστικής μάζας σε οστεοπενία. Προκύπτει συνεπώς το συμπέρασμα πως τα προγράμματα φυσικοθεραπείας πρέπει να περιλαμβάνουν κάποιες βαρομεταφέρουσες ασκήσεις σε συνδυασμό με μη βαρομεταφέρουσες

ασκήσεις επιπρόσθετα με ιατρική θεραπεία.

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Roghani et al., (2012)^[50], συμμετείχαν 36 γυναίκες 45-65 ετών, με BMI 22-30 kg/m², που έκαναν καθιστική ζωή, βρίσκονταν στην εμμηνόπαυση και είχαν αρχή οστεοπόρωσης. Χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες. Σε αυτές που έκαναν αερόβια άσκηση, αυτές που έκαναν άσκηση με γιλέκο με βάρος και στην ομάδα ελέγχου. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν και στις δύο ομάδες 18 συνεδρίες, υπομέγιστης αερόβιας βάρδιας σε ηλεκτρικό διάδρομο, 3 φορές την εβδομάδα, κάθε μέρα για τριάντα λεπτά, με την διαφορά ότι στην δεύτερη ομάδα φορούσαν επιπλέον το γιλέκο βάρους. Το συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα είναι ότι η άσκηση και με τα δύο προγράμματα διεγείρει τη σύνθεση των οστών και μειώνει την επαναρρόφηση των οστών σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση με οστεοπόρωση, αλλά η άσκηση με το γιλέκο βάρους έχει καλύτερα αποτελέσματα στην βελτίωση της ισορροπίας. Επιπρόσθετα, οι ασκήσεις υψηλής πρόσκρουσης και οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις είναι κατά κύριο λόγο σημαντικές στην αύξηση της οστικής μάζας. Σε εφαρμογή της βαρομεταφέρουσας άσκησης με αντίσταση για διάστημα 9 μηνών, αύξηθηκε σημαντικά η μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων και η πλευρική σταθερότητα σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Έξι εβδομάδες αεροβικής βαρομεταφέρουσας άσκησης έχει δείξει σημαντική αύξηση στον οστικό σχηματισμό. Αυτού του είδους οι ασκήσεις και οι ασκήσεις ενδυνάμωσης σε συνδυασμό με άλλες ασκήσεις, είναι χρήσιμες σε ασθενείς με οστεοπόρωση για την βελτίωση της ισορροπίας, της κινητικότητας, της στατικής σταθερότητας και μείωση του κινδύνου πτώσεων και συνοδών δυσλειτουργιών.

Οι Daly et al. (2017)^[51] υποστηρίζουν πως προγράμματα ασκήσεων που περιλαμβάνουν βαρομεταφέρουσες δραστηριότητες ήπιας ή μεγάλης πρόσκρουσης, προς μία ή πολλές κατευθύνσεις, διατηρούν ή βελτιώνουν (1-3%) την οστική πυκνότητα του ισχίου και της σπονδυλικής στήλης σε υγιείς ενήλικες. Μικρά φορτία πρόσκρουσης (~50 άλματα προς πολλαπλές κατευθύνσεις την ημέρα, 3-7 φορές την εβδομάδα) φαίνονται αρκετά για την διέγερση μιας οστεογενούς απάντησης. Τέτοιου είδους άσκησης ίσως να

αντενδείκνυται σε άτομα με σοβαρή οστεοπόρωση ή πρόσφατο ιστορικό κατάγματος, ωστόσο δεν έχει εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της βαρομεταφέρουσας άσκησης σε ασθενείς υψηλού κινδύνου.

Από την άλλη πλευρά, οι Lirani-Galvao et al. (2010) ^[35], αναφέρουν πως οι ασκήσεις υψηλής πρόσκρουσης, δεν ενδείκνυνται για την μηχανική διέγερση των οστών όλων των ασθενών. Οι μηχανικά λιγότερο απαιτητικές ασκήσεις πρόσκρουσης ίσως είναι καλύτερη επιλογή για τους περισσότερους ανθρώπους, σε σχέση με τις δυνατές ασκήσεις υψηλής πρόσκρουσης, ειδικά για τους ευπαθείς ηλικιωμένους και για αυτούς που παρουσιάζουν υψηλό καταγματικό κίνδυνο. Οι ασκήσεις πρόσκρουσης μέτριας έντασης σε διαφορετικές κατευθύνσεις, όπως παιχνίδια με μπάλα, χορό και αερόβιες ασκήσεις θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κατά της ευθραυστότητας του ισχίου και της σπονδυλικής στήλης.

Οι Nikander et al. (2010) ^[32] υποστηρίζουν πως τα προγράμματα χαμηλής ή μέσης πρόσκρουσης όπως είναι η βάδιση, το τζόκινγκ και η ανάβαση σκαλοπατιών είναι πιο αποτελεσματικά για την διατήρηση της BMD στην οσφυϊκή μοίρα και τον αυχένα του μηριαίου όταν συνδυάζονται με ασκήσεις αντίστασης. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι τα πιο απαιτητικά προγράμματα υψηλής πρόσκρουσης χωρίς άλλες ασκήσεις, δεν ήταν αποτελεσματικά προτείνοντας τον συνδυασμό προπόνησης χαμηλής πρόσκρουσης με άλλες μορφές άσκησης για την διατήρηση της BMD σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

4.1.3.2.ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Οι δύο κύριοι τρόποι ενεργοποίησης του οστικού μεταβολισμού, σύμφωνα με τους Kohrt W. et al. (2009) ^[52] μέσω της άσκησης, είναι μέσω των ασκήσεων αντίστασης και μέσω των ασκήσεων πρόσκρουσης με το έδαφος, δηλαδή βαρυτική φόρτιση (high impact exercises). Η φυσική δραστηριότητα που περιλαμβάνει δυνάμεις φόρτισης, έχει σαν αποτέλεσμα να ασκούνται στα οστά, τόσο η δύναμη της βαρύτητας, όσο και οι δυνάμεις των μυών, μέσω των μυϊκών συσπάσεων, γι' αυτό είναι πολύ πιθανό οι ασκήσεις

πρόσκρουσης με το έδαφος να έχουν πιο ωφέλιμες επιδράσεις στο μεταβολισμό των οστών και στην μείωση του καταγματικού κινδύνου, σε σχέση με τις ασκήσεις αντίστασης, χωρίς όμως αυτό να έχει αποδειχθεί. Όμως, εξαιτίας των άλλων προβλημάτων υγείας της τρίτης ηλικίας, όπως κατάγματα, οστεοαρθρίτιδα, κήλη δίσκου κτλ, οι ασκήσεις πρόσκρουσης με το έδαφος δεν είναι πάντα εφικτές να γίνουν σε αυτό τον πληθυσμό, γι' αυτό συνίσταται ασκήσεις αντίστασης.

Η αυξημένη μηχανική φόρτιση διεγείρει την οστική κατασκευή, καταστέλλει την οστική ανακατασκευή και βοηθάει στην αύξηση της αντοχής των οστών. Όσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο που δέχεται το οστό, τόσο μεγαλύτερο είναι η αύξηση της οστικής μάζας και αντοχής. Τα μεγάλα άλματα φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη επίδραση στο οστεογόνο ερέθισμα. Τα οστά των κάτω άκρων, όπως το μηριαίο οστό και η κνήμη, εκτίθενται σε μεγάλη μηχανική φόρτιση μέσω ασκήσεων υψηλής πρόσκρουσης, ενώ τα οστά της σπονδυλικής στήλης, δέχονται μεγαλύτερη φόρτιση, μέσω των ασκήσεων αντίστασης. Η βάδιση, 8000 βήματα την ημέρα, τέσσερις μέρες την εβδομάδα για ένα χρόνο, βρέθηκε από τους Iwamoto J. και τους συνεργάτες (2013) ^[53], πως αυξάνει την οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπενία ή οστεοπόρωση.

Μία άλλη μελέτη μετα-ανάλυσης των Kelley GA et al. (2012) ^[54] έδειξε πως οι ασκήσεις υψηλής πρόσκρουσης δύο φορές την ημέρα, για τρεις ημέρες την εβδομάδα, αυξάνουν σημαντικά την οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου και της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Οι Zehnacker CH et al (2007) ^[55] συμπέραναν πως το πρόγραμμα ασκήσεων με βάρη, μέτριας έως υψηλής αντίστασης, 70 έως 90% μιας μέγιστης επανάληψης, για 3 με 4 σετ, 8 έως 12 επαναλήψεις η κάθε άσκηση, που εκτελείται 2 ή 3 φορές την εβδομάδα, βοηθάει στη διατήρηση ή τη βελτίωση της οστικής πυκνότητας του ισχίου και του μηριαίου οστού στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, όταν εκτελέστηκε πάνω από ένα χρόνο.

Σε μία διαχρονική μελέτη διάρκειας δύο ετών, των von Stengel S και των συνεργατών (2007) ^[56], 53 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, μέσης ηλικίας

58,2 ετών, που είχαν κάνει προπόνηση παλαιότερα, χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα έκανε ασκήσεις ενδυνάμωσης και η δεύτερη δυναμικές ασκήσεις. Η διαφορά των δύο ομάδων, ήταν η ταχύτητα κίνησης κατά τη διάρκεια των ασκήσεων αντίστασης. Η πρώτη ομάδα έκανε 4 δευτερόλεπτα σύγκεντρης σύσπασης και 4 δευτερόλεπτα έκκεντρης, ενώ η δεύτερη, έκανε εκρηκτική σύγκεντρη σύσπαση και 4 δευτερόλεπτα έκκεντρη. Μετά από δύο χρόνια, οι γυναίκες της δεύτερης ομάδας διατήρησαν της οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, ενώ στις γυναίκες της πρώτης ομάδας παρατηρήθηκε ελάττωση της οστικής πυκνότητας κατά 2,4%. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η δυναμική εκπαίδευση, βοηθάει περισσότερο στη διατήρηση της οστικής πυκνότητας σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, σε σχέση με τις ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης.

Οι Martyn-St James et al (2006) ^[57], σε μια ανασκόπηση, μελέτησαν την συμβολή της προοδευτικής, υψηλής έντασης άσκησης με αντίσταση στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, του αυχένα του μηριαίου και του ισχίου στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Η πλειοψηφία των ερευνών για την οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης έδειξαν σημαντική αύξηση της οστικής πυκνότητας, μετά από ασκήσεις αντίστασης υψηλής έντασης. Όσον αφορά την οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου, τα ευρήματα θεωρήθηκαν λιγότερο ισχυρά σε σχέση με την οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στην οστική πυκνότητα του ισχίου στις γυναίκες που λάμβαναν ορμονική θεραπεία και στην ομάδα θεραπείας και στην ομάδα ελέγχου. Παρόλα αυτά, στις έρευνες, των οποίων οι ομάδες δεν λάμβαναν ορμονική θεραπεία, οι αλλαγές στην οστική πυκνότητα του ισχίου στην ομάδα που έκανε υψηλής έντασης άσκηση αντίστασης και στην ομάδα ελέγχου είναι σημαντικές. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η κανονική υψηλής έντασης άσκηση αντίστασης είναι κατάλληλη θεραπεία άσκησης για τη διατήρηση της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών. Παρόλα αυτά αν προστεθεί σε αυτά τα προγράμματα άσκησης, βαρομεταφέρουσα άσκηση, θα αυξηθεί η

οστική πυκνότητα του ισχίου, χωρίς να χρειαστεί άλλη μορφή θεραπείας.

Τα σπονδυλικά κατάγματα μπορεί να προκαλέσουν παραμόρφωση της σπονδυλικής στήλης (κύφωση), με αποτέλεσμα το μειωμένο ανάστημα, τη χρόνια αναπηρία και τον πόνο στην πλάτη. Η τριβή των κατώτερων πλευρών και της λαγόνιας ακρολοφίας που προκαλείται από τα σοβαρά κατάγματα της σπονδυλικής στήλης προκαλεί πόνο στα πλευρά. Η ενδυνάμωση των εκτεινόντων μυών της σπονδυλικής στήλης συμβάλλει στη διόρθωση της κυφωτικής στάσης, τη μείωση του πόνου, την αύξηση της κινητικότητας, τη μείωση της κατάθλιψης και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ασθενή. Διευκρινίζεται ότι, όταν υπάρχει κάταγμα σπονδύλου σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, αυξάνεται ο κίνδυνος για περαιτέρω σπονδυλικά κατάγματα. Έτσι, η εξέλιξη της οστεοπόρωσης μπορεί στην πραγματικότητα να επιταχυνθεί σημαντικά μόλις συμβεί το πρώτο κάταγμα, γι' αυτό είναι πολύ σημαντική η πρόληψη του πρώτου κατάγματος στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Οι ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης μπορούν να βελτιώσουν την κυφωτική στάση, να μειώσουν τη συχνότητα των σπονδυλικών καταγμάτων, τον πόνο στην πλάτη και την απώλεια ύψους. Δύο χρόνια προοδευτική άσκηση, με αντίσταση, για την ενίσχυση των εκτεινόντων μυών της σπονδυλικής στήλης, μειώνει τη συχνότητα των σπονδυλικών καταγμάτων για δέκα χρόνια σε υγιείς μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, ακόμα και μετά από οκτώ από την παύση της άσκησης. Σημαντικός είναι και ο ρόλος της αποκατάστασης μετά από τα σπονδυλικά κατάγματα που προκαλούνται από την οστεοπόρωση, με την ενδυνάμωση των εκτεινόντων μυών της σπονδυλικής στήλης για την βελτίωση της στάσης και τη μείωση της κύφωσης καθώς και με τη φυσικοθεραπεία για τη μείωση του πόνου.^[26]

4.1.3.3.ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Πολύ σημαντικές είναι οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες για την πρόληψη των πτώσεων και των καταγμάτων. Μερικά παραδείγματα ασκήσεων για την βελτίωση της ισορροπίας είναι η βάδιση, χωρίς παπούτσια, σε διαφορετικές κατευθύνσεις, η

βάδιση στις μύτες των ποδιών ή στις πτέρνες, μικρά άλματα, η μεταφορά του βάρους από το ένα πόδι στο άλλο, μονοποδική στήριξη και ασκήσεις συντονισμού των άνω άκρων. Αυτές οι ασκήσεις μπορούν να εκτελεστούν και μέσα στο νερό, αυξάνοντας έτσι τη δυσκολία, καθώς το νερό προσθέτει αντίσταση στην κίνηση των άκρων και του κορμού. Επίσης, ασκήσεις σε σανίδες και δίσκους ισορροπίας και στο τραμπολίνο, συμβάλλουν στη βελτίωση της ισορροπίας και της ιδιοδεκτικότητας. (Moreira 2014) ^[33]

Η εκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητας βοηθάει στη βελτίωση του ορθοστατικού ελέγχου. Σε μία μελέτη των Teixeira L και των συνεργατών του (2010) ^[58], συμμετείχαν 100 γυναίκες, άνω των 55 ετών, για 18 εβδομάδες, και εκτέλεσαν ασκήσεις αντίστασης, ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι ασκήσεις αυτές μπορούν να μειώσουν τον αριθμό των πτώσεων, να βελτιώσουν τη λειτουργική ικανότητα, τη δυναμική ισορροπία και την ποιότητα ζωής σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Τα ποσοστά των πτώσεων μειώθηκε κατά 38% στην ομάδα άσκησης, σε σύγκριση με μείωση κατά 16% στην ομάδα ελέγχου.

Το Tai Chi έχει τις ρίζες του στις πολεμικές τέχνες, αλλά τα τελευταία χρόνια εκατομμύρια Κινέζοι έχουν χρησιμοποιήσει τη ροή του, τις διαλογιστικές κινήσεις για την διατήρηση της υγείας. Χρησιμοποιεί λεπτομερή σχήματα κίνησης, τεχνικές αναπνοής και γνωστικά εργαλεία για την ενίσχυση του σώματος, την ηρεμία του μυαλού και να «εξισορροπήσει τη ροή του Qi» (δύναμη ζωής). Ορισμένα χαρακτηριστικά της πρακτικής Tai Chi θα μπορούσαν να το καταστήσουν μια αποτελεσματική θεραπεία για τη διατήρηση της οστικής πυκνότητας και τη βελτίωση του ορθοστατικού ελέγχου. Οι κινήσεις της πρακτικής αυτής, που μπορεί να συμβάλλουν στην υγεία των οστών είναι:

- μια σταθερή μετατόπιση του βάρους από το ένα πόδι στο άλλο, που βελτιώνει την δύναμη των κάτω άκρων και τη δυναμική ισορροπία της όρθιας στάσης.
- Η μέθοδος αυτή δίνει έμφαση στη διατήρηση του σώματος σε κατακόρυφη θέση με εκτεταμένη τη θέση της κεφαλής και του κορμού,

- η χρήση των διαφορετικών τμημάτων του σώματος με στροφές, επιτρέποντας τις κινήσεις να εκτελούνται ομαλά χωρίς να διαταράσσεται η ισορροπία,
- οι κινήσεις έχουν ένα συνεχές, αργό, ομοιόμορφο ρυθμό που διευκολύνουν την αισθητική συνειδητοποίηση της ταχύτητας, της δύναμης, της τροχιάς και της εκτέλεσης των κινήσεων, καθώς και της συνειδητοποίησης του εξωτερικού περιβάλλοντος,
- οι διαγώνιες, συμμετρικές κινήσεις των άνω άκρων των κινήσεων του Tai Chi, προωθούν την ταλάντωση των χεριών κατά τη βάδιση και την περιστροφή του κορμού,
- μέτρια κάμψη γόνατος, η οποία μειώνει το κέντρο βάρους του σώματος και
- η κυκλική ροή και οι σπειροειδείς κινήσεις αυξάνουν την ευελιξία των αρθρώσεων.

Σύμφωνα με τους Wayne PM et al (2007) ^[59] τα περιορισμένα στοιχεία δείχνουν ότι το Tai Chi μπορεί να είναι αποτελεσματικό και ασφαλές για τη διατήρηση της οστικής πυκνότητας στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Το Tai Chi μπορεί να επηρεάσει θετικά τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με τα χαμηλά επίπεδα οστικής πυκνότητας, καθώς μειώνει τη συχνότητα πτώσης και βοηθάει στην αύξηση της μυοσκελετικής δύναμης.

Οι Zou L. και οι συνεργάτες (2017) ^[60] υποστηρίζουν πως το Tai Chi, είναι αποτελεσματική μορφή άσκησης στην απώλεια της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και αυχένα του μηριαίου οστού σε ειδικούς πληθυσμούς, όπως σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα και σε άτομα που επιβίωσαν από τον καρκίνο. Μία πιθανή εξήγηση για τις επιδράσεις του Tai Chi στη μείωση της απώλειας της οστικής πυκνότητας σε συγκεκριμένες περιοχές του σώματος, οφείλονται στα χαρακτηριστικά αυτής της μορφής άσκησης. Πρώτον, η μέση πρέπει να χρησιμοποιείται συνεχώς ως κύρια κινητήρια δύναμη προκειμένου να ξεκινήσει μια σωστή κίνηση Tai chi, η οποία διευκολύνει τις διατμητικές δυνάμεις στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Δεύτερον, η

εξουδετέρωση των εισερχόμενων δυνάμεων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ισορροπίας ολόκληρου του σώματος κατά την εκτέλεση μιας σταθερής μετατόπισης του βάρους από το ένα σκέλος στο άλλο, το οποίο παράγει τη δύναμη πρόσκρουσης του ποδιού-εδάφους. Τόσο η δύναμη διατμήσεως όσο και η δύναμη πρόσκρουσης ποδιού-εδάφους, μπορεί να γίνονται μηχανικά φορτία που διεγείρουν τα οστά που φέρουν βάρος, όπως η οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, ο αυχένας και ο τροχαντήρα του μηριαίου οστού και το ισχίο.

Το Tai Chi είναι μία μορφή άσκησης που μπορεί να βελτιώσει την αντοχή, τη μυϊκή δύναμη και την ισορροπία στους ηλικιωμένους, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο των πτώσεων και των καταγμάτων, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής του ηλικιωμένου ατόμου. Σε μία μελέτη των Pereira MM et al (2008)^[61] συμμετείχαν 77 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα που εκτελούσε Tai Chi για 50 λεπτά την ημέρα, τρεις φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες και την ομάδα ελέγχου, που δεν εκτελούσε καμία φυσική δραστηριότητα. Η πρώτη ομάδα παρουσίασε αύξηση της δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος κατά 17,8% και βελτίωση της ισορροπίας κατά 26,1%, ενώ στην ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή. Το Tai Chi λοιπόν, βοηθάει σημαντικά στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και τη βελτίωση της ισορροπίας στις ηλικιωμένες γυναίκες. Μία άλλη μελέτη των Chyu MC et al (2010)^[62] έδειξε πως το Tai Chi για 24 εβδομάδες, διάρκειας 60 λεπτών την ημέρα, για 3 φορές την εβδομάδα, συνέβαλε στη σταθερότητα της βάδισης και του κορμού, ελαχιστοποιώντας έτσι τον κίνδυνο των πτώσεων.

Οι Chan et al. (2003)^[63] διαπίστωσαν πως δώδεκα μήνες άσκησης με Tai Chi Chun, με διάρκεια κατά μέσο όρο μία ώρα την ημέρα, τέσσερις φορές την εβδομάδα έδειξε ωφέλιμα αποτελέσματα στην επιβράδυνση της οστικής απώλειας σε γυναίκες που βρίσκονται στην αρχή μετά την εμμηνόπαυση, που είναι η φάση της ζωής τους που χάνουν γρήγορα οστική πυκνότητα. Ωστόσο υπάρχει η ανάγκη για μακροπρόθεσμο επανέλεγχο ώστε να ελεγχθεί ρόλος του στην πρόληψη της οστεοπόρωσης και στα κατάγματα που πραγματοποιούνται λόγω πτώσεων.

4.1.3.4.ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ ΔΟΝΗΣΗΣ

Η θεραπεία κραδασμών ολόκληρου του σώματος (WBV), η οποία χρησιμοποιεί τη μηχανική διέγερση που παρέχεται μέσω δονούμενης πλατφόρμας, έχει εξελιχθεί ως πιθανή εναλλακτική λύση για τη μυϊκή και την οστική διέγερση. Πολλοί συγγραφείς έχουν διερευνήσει την επίδραση του WBV στην οστική πυκνότητα και στη θεραπεία μυοσκελετικών διαταραχών με ένα ευρύ φάσμα αποτελεσμάτων. Το WBV είναι ένα ερέθισμα που περιλαμβάνει τον συνδυασμό διαφόρων μηχανικών μεταβλητών. Οι κραδασμοί μεταδίδονται μέσω της κινηματικής αλυσίδας του σώματος. Ο συνδυασμός της συχνότητας, του πλάτους του ερεθίσματος, η στάση του σώματος και η μετάδοση της δόνησης, μπορεί να αλλάξει σημαντικά το πραγματικό ερέθισμα στο σημείο του στόχου. Σύμφωνα με τους Fratini A. et al (2016) ^[64] το μέγεθος της επιτάχυνσης που παράγεται στο επίπεδο της πλατφόρμας είναι σημαντικό για την μετάδοση του ερεθίσματος, τα ερεθίσματα υψηλότερου μεγέθους μπορούν να ξεπεράσουν την επίδραση απόσβεσης που παράγεται από μαλακούς ιστούς και μπορεί να φτάσει αποτελεσματικά στις περιοχές στόχους. Εάν το μέγεθος της επιτάχυνσης που μεταδόθηκε ήταν μεγαλύτερη από 3 g υπήρξε σημαντική επίδραση της θεραπείας σε σχέση με τις ομάδες ελέγχου. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται σε WBV ποικίλλουν ευρέως μεταξύ των θεραπειών: από 12,5 Hz έως 40 Hz. Οι πλατφόρμες δόνησης μπορούν να παράγουν κατακόρυφα μετατοπίσεις από αριστερά και δεξιά του υπομοχλίου, ή ολόκληρη η πλάκα μπορεί να ταλαντεύεται ομοιόμορφα πάνω και κάτω. Αυτές αναφέρονται ως πλευρικές εναλλασσόμενες και σύγχρονες πλατφόρμες αντίστοιχα. Οι αναλύσεις έδειξαν σημαντική συνολική βελτίωση της οστικής πυκνότητας σε άτομα που υποβάλλονται σε θεραπεία με πλευρικές εναλλασσόμενες πλατφόρμες, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή σε άτομα που ασκούσαν σε πλατφόρμες με κλίση. Σημαντική είναι και η θέση του σώματος πάνω στην πλατφόρμα δόνησης. Στην περιοχή του ισχίου διαπιστώθηκε σημαντική μεταβολή της BMD για τα άτομα που έλαβαν θεραπεία στατικοί πάνω στην πλατφόρμα. Η οστική πυκνότητα της οσφυϊκής

μοίρας της σπονδυλικής στήλης βρέθηκε να επηρεάζεται σημαντικά από τις θεραπείες WBV, με τον ασθενή σε όρθια θέση μειώνοντας την πτώση της οστικής πυκνότητας. Επομένως, η πλατφόρμα δόνησης προσφέρει σημαντική βελτίωση στις τιμές της οστικής πυκνότητας του ισχίου και της σπονδυλικής στήλης.

Η δόνηση ολόκληρου του σώματος (WBV), με τη χρήση της πλατφόρμας δόνησης είναι μία νέα υποσχόμενη αντιστεροπορωτική θεραπεία των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών. Μηχανικά σήματα μέσω της δόνησης έχουν αποδειχθεί ότι διεγείρουν τον σχηματισμό οστού. Μελέτες σε ζώα έδειξαν επίσης την αποτελεσματικότητα του WBV στην αύξηση της οστικής μάζας και στη βελτίωση της μικροαρχιτεκτονικής και της αντοχής των οστών. Για να εξεταστεί η επίδραση των δονήσεων σε ολόκληρο το σώμα (WBV) στην οστική πυκνότητα (BMD) και την πρόληψη της πτώσης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, πραγματοποιήθηκε μια μεταανάλυση από τους Ma C. et al (2016) ^[65] και συστηματική ανασκόπηση των προοπτικών τυχαιοποιημένων μελετών (RCTs), που συγκρίνουν τη μεταβολή της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου και της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και των παραγόντων που σχετίζονται με τις πτώσεις, μεταξύ της ομάδας WBV και της ομάδας ελέγχου. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου. Όσον αφορά τους παράγοντες που σχετίζονται με τις πτώσεις όπως η αντοχή του κάτω άκρου, η ισορροπία και ο ρυθμός πτώσης ανέφεραν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με WBV, χωρίς να αναφερθούν επιπλοκές. Η θεραπεία με δόνηση ολόκληρου του σώματος μικρού μεγέθους μπορεί να προσφέρει σημαντική βελτίωση στη μείωση της οστικής απώλειας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παρέμβαση για την πρόληψη των πτώσεων.

Εκτός από τις ασκήσεις, τα μηχανικά ερεθίσματα δόνησης χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση και τη διατήρηση της σκελετικής υγείας ατόμων με χαμηλή οστική μάζα. Τα οστεοκύτταρα είναι ο κύριος ανιχνευτής μηχανικών ερεθισμάτων στο οστό, υπεύθυνα για την αποστολή σημάτων στους οστεοβλάστες και τους οστεοκλάστες, για το σχηματισμό του οστού και

την οστική απορρόφηση. Για το λόγο αυτό, έγιναν αρκετές μελέτες *in vitro*, από τους Lau E et al (2010) ^[66] διεγείροντας τα οστεοκύτταρα σε διαφορετικές συχνότητες και με διαφορετικές εντάσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα οστεοκύτταρα είναι σε θέση να ανιχνεύσουν τις δονήσεις χαμηλού μεγέθους και υψηλής συχνότητας και να ανταποκριθούν, παράγοντας διαλυτούς παράγοντες που αναστέλλουν τον σχηματισμό οστεοκλαστών.

Μία άλλη μελέτη των Rubin C et al (2002) ^[67] αναφέρει πως τα μηχανικά φορτία χαμηλής έντασης (<10 microstrain) και υψηλής συχνότητας (20-50 Hz), βελτιώνουν τόσο την ποσότητα και την ποιότητα του δοκιδωτού οστού. Αυτά τα φορτία είναι αρκετά μικρότερα από αυτά που προκύπτουν κατά τη διάρκεια έντονης φυσικής δραστηριότητας, υποδεικνύοντας ότι αυτό μπορεί να χρησιμεύσει ως μία αποτελεσματική παρέμβαση για την οστεοπόρωση.

Μία έρευνα των Rubin C et al (2004) ^[68] έδειξε πως τα ερεθίσματα δόνησης, με τη χρήση δονούμενης πλατφόρμας χαμηλής συχνότητας και έντασης (30 Hz, 0,2 g), σύντομων χρονικών περιόδων, διάρκειας 20 λεπτών την ημέρα, ανέστειλε την απώλεια οστού στη σπονδυλική στήλη και στο μηρό σε 70 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με οστεοπενία, μικρής σωματικής μάζας μετά από ένα έτος θεραπείας. Ενώ η ομάδα placebo έχασε 2,13% της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου και το 1,6% της οστικής πυκνότητας της σπονδυλικής στήλης, ενώ η ομάδα που έκανε χρήση της πλατφόρμας δεν παρατηρήθηκε οστική απώλεια. Ένα εξαιρετικά χαμηλό επίπεδο μηχανικών ερεθισμάτων, μέσω της πλατφόρμας δόνησης, μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην παρεμπόδιση της οστικής απώλειας, ιδιαίτερα για τα άτομα που δεν μπορούν να συμμορφωθούν με τις παραδοσιακές φαρμακολογικές παρεμβάσεις για την οστεοπόρωση.

Σε μία τυχαioποιημένη μελέτη, των Verschueren SM et al (2011) ^[69] μελετήθηκαν τα αποτελέσματα της πλατφόρμας δόνησης και της χορήγησης συμπληρωμάτων βιταμίνης D, μετά από 6 μήνες, στη μυϊκή δύναμη, τη μυϊκή μάζα και την οστική πυκνότητα σε γυναίκες άνω των 70 ετών. Οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, η πρώτη ομάδα έκανε ασκήσεις στην πλατφόρμα δόνησης (WBV), λαμβάνοντας

συμπληρώματα βιταμίνης D και στη δεύτερη ομάδα χορηγούνταν μόνο συμπληρώματα βιταμίνης D, χωρίς να κάνουν άσκηση. Η ομάδα WBV εκπαιδεύτηκε τρεις φορές την εβδομάδα για 6 μήνες και εκτελούσαν στατικές και δυναμικές ασκήσεις στη πλατφόρμα δόνησης (Power Plate) που περιλαμβάνουν καθίσματα, βαθιά καθίσματα, πλάγια καθίσματα, στατικές ασκήσεις στις μύτες των ποδιών και καθίσματα με το ένα πόδι. Το φορτίο της άσκησης αυξανόταν σταδιακά κατά τη διάρκεια του εξαμήνου σύμφωνα με τις ατομικές ικανότητες. Η δόνηση της πλατφόρμας έμεινε σε χαμηλή ρύθμιση (<2.2g) και η διάρκεια των συνεδρίων ήταν 15 λεπτά. Και στις δύο ομάδες χορηγούνταν συμπληρώματα βιταμίνης D3, 880 IU / ημέρα είτε σε υψηλή δόση 1600 IU / ημέρα. Μετά από έξι μήνες τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της μυϊκής ισχύς, της οστικής πυκνότητας του ισχίου και των επιπέδων της βιταμίνης D στον ορό και στις δύο ομάδες, ενώ δεν παρατηρήθηκε αλλαγή στην ισομετρική μυϊκή δύναμη και στη μυϊκή μάζα.

Οι δείκτες οστικής ανακατασκευής επηρεάζονται από τα μηχανικά ερεθίσματα της δόνησης. Οι Turner S και οι συνεργάτες (2011) ^[70] μελέτησαν τη σχέση δόσης-απόκρισης με τη μηχανική δόνηση (30 Hz, 0,3 g, 20 λεπτά) σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, τονίζοντας ότι η δόνηση χαμηλής συχνότητας, 3 φορές την εβδομάδα για οκτώ εβδομάδες σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες οδηγεί σε σημαντική μείωση του NTx / Cr, ενός δείκτη οστικής απορρόφησης, κατά 34,6% σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Οι Gusi N και οι συνεργάτες (2006) ^[71] τόνισαν πως οι δονήσεις χαμηλής συχνότητας, μικρότερες από 20 Hz σε πλατφόρμα 3 φορές την εβδομάδα, για 8 εβδομάδες σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση βελτίωσαν την οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου κατά 4,3% και την ισορροπία του σώματος κατά 29%, σε σχέση με τις γυναίκες που έκαναν βόλτα, ενώ η οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης δεν είχε μεταβληθεί σε καμία ομάδα.

Σύμφωνα με πειραματικές μελέτες, των Kiiski J et al (2008) ^[72], οι δονήσεις υψηλής συχνότητας χαμηλού πλάτους είναι αναβολικές για τον οστικό ιστό, όμως στην κλινική πράξη τα αποτελέσματα στα οστά ποικίλλουν. Παρόλο που τα αποδεικτικά στοιχεία υποδεικνύουν τη χρήση της πλατφόρμας

δόνησης για την πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι χαμηλές εντάσεις και τα χαμηλά πλάτη είναι πιο κατάλληλα για άτομα με υψηλότερο καταγματικό κίνδυνο.

Παρόλο που χρειάζονται περισσότερες μελέτες για να κατανοήσουμε τις επιπτώσεις των μηχανικών δονήσεων στον μεταβολισμό των οστών, η μηχανική δόνηση χαμηλής έντασης φαίνεται να βελτιώνει τις μυοσκελετικές παραμέτρους και να αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την πρόληψη και της θεραπεία της οστεοπόρωσης.

Οι δραστηριότητες μεταφοράς βάρους και οι ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης συμβάλλουν στη διατήρηση ενός υγιούς σκελετού. Η άσκηση στην καθημερινότητα των γυναικών βοηθάει στην αύξηση της οστικής μάζας και πρέπει να συνδυάζεται με την θεραπεία ορμονών που λαμβάνεται κατά την διάρκεια της εμμηνόπαυσης. Το πρόγραμμα των ασκήσεων πρέπει να περιλαμβάνει δραστηριότητες για την βελτίωση της δύναμης, της ευελιξίας και του συντονισμού, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα πτώσης. Η μέτρια φυσική δραστηριότητα σε οστεοπορωτικά άτομα μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο των πτώσεων, των καταγμάτων και τον πόνο και να βελτιώσει την φυσική κατάσταση και την ποιότητα της ζωής των ασθενών αυτών. Τα προγράμματα των ασκήσεων είναι σημαντικό να συνδυάζονται με την κατάλληλη διατροφή, για την αποφυγή απώλειας υπερβολικού βάρους και την εξασθένιση του ανοσοποιητικού συστήματος, που προκύπτει από ανεπάρκεια πρωτεϊνών, βιταμινών και ανόργανων αλάτων.^[26]

Ένα ενδεικτικό πρόγραμμα άσκησης περιλαμβάνει προθέρμανση για 10 με 15 λεπτά, απαλές κινήσεις των κύριων αρθρώσεων είτε σε καθιστή είτε σε όρθια θέση, περπάτημα και χορευτικές κινήσεις που δεν ξεπερνούν 110 με 126 παλμούς/λεπτό. Το κυρίως πρόγραμμα περιλαμβάνει διατάσεις και ασκήσεις ενδυνάμωσης για τη βελτίωση της στάσης του σώματος, διόρθωση της θωρακικής κύφωσης, της προβολής της κεφαλής και της έσω στροφής των ώμων. Οι ασκήσεις για τη βελτίωση της ισορροπίας και του συντονισμού, περιέχουν βάδιση με εμπόδια, στις μύτες των ποδιών, η πτέρνα του ενός πέλματος να ακουμπάει στις μύτες του άλλου. Οι ασκήσεις λειτουργικής

ικανότητας περιλαμβάνουν την άρση βάρους από το έδαφος, για 8 με 16 επαναλήψεις. Τέλος, το στάδιο της χαλάρωσης περιλαμβάνει βαθιές αναπνοές και ασκήσεις χαλάρωσης με χαλαρωτική μουσική. (www.osteofit.org) ^[73]

Ένα πρόγραμμα ασκήσεων μυϊκής ενδυνάμωσης και ισορροπίας, καθώς και το Tai Chi μειώνουν τον κίνδυνο πτώσεων στους ηλικιωμένους ασθενείς, ενώ το γρήγορο περπάτημα αυξάνει τον κίνδυνο καταγμάτων των άνω άκρων στις ηλικιωμένες γυναίκες. Από την άλλη πλευρά, διαπιστώθηκε πως οι γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση που βαδίζουν για τουλάχιστον τέσσερις ώρες την εβδομάδα έχουν 41% μικρότερη πιθανότητα εμφάνιση κατάγματος του ισχίου σε σύγκριση με τις γυναίκες που βάδιζαν λιγότερο από μία ώρα την εβδομάδα. Η μειωμένη αντοχή και δύναμη των μυϊκών ομάδων του κορμού και των κάτω άκρων, έχουν ως αποτέλεσμα τις διαταραχές της ισορροπίας και της βάδισης και αυξάνουν τον κίνδυνο των πτώσεων. Έτσι, η βελτίωση της αντοχής των μυών είναι σημαντική για την πρόληψη των πτώσεων στους ηλικιωμένους. Η άσκηση που στοχεύει στη βελτίωση της ισορροπίας και της βάδισης και στη μυϊκή ενδυνάμωση, συμβάλλει στην πρόληψη των πτώσεων των ηλικιωμένων. ^[26]

4.2. ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Μετά την εμμηνόπαυση, η αποτελεσματικότητα της άσκησης για την αύξηση της οστικής πυκνότητας εξαρτάται από επαρκή πρόσληψη του ασβεστίου από τη διατροφή και τα συμπληρώματα. Τα χαμηλά επίπεδα της 25(OH)D του ορού, σχετίζονται με τη μειωμένη φυσική δραστηριότητα. Όπως υποστηρίζουν οι Brunner RL et al (2008) ^[74] άτομα με ανεπάρκεια βιταμίνης D, παρουσίασαν σημαντική βελτίωση σε μυϊκή δύναμη και σωματική απόδοση, μετά τη χορήγηση συμπληρωμάτων.

Η επαρκής πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D μειώνουν σημαντικά την απώλεια της οστικής μάζας των γυναικών πριν και μετά την εμμηνόπαυση. Η λήψη ασβεστίου ενισχύει τα αποτελέσματα της άσκησης στην οστική πυκνότητα στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Το Εθνικό Ινστιτούτο Υγείας

(NIH) συνιστά τη λήψη 1.000 mg ασβεστίου ημερησίως για τις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες κάτω των 65 ετών που λαμβάνουν οιστρογόνα, και 1.500 mg την ημέρα για αυτές που δεν λαμβάνουν οιστρογόνα. Το NIH συνιστά σε όλες τις γυναίκες άνω των 65 ετών να λαμβάνουν 1.500 mg ασβεστίου την ημέρα. Το Εθνικό ίδρυμα Οστεοπόρωσης (NOF) συνιστά την ελάχιστη λήψη 1.200 mg ασβεστίου ανά ημέρα. Η μέση πρόσληψη ασβεστίου μέσω διατροφής των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι περίπου 600 mg ημερησίως. Ως εκ τούτου, οι περισσότερες γυναίκες χρειάζονται συμπληρώματα ασβεστίου για να εξασφαλιστεί η επαρκής πρόσληψη ασβεστίου για τον οργανισμό. Τα προϊόντα του ανθρακικού ασβεστίου είναι πιο οικονομικά σε σχέση με τους περισσότερους άλλους τύπους ασβεστίου και πρέπει να λαμβάνονται με ένα γεύμα για την βέλτιστη απορρόφηση τους. Το κιτρικό ασβέστιο μπορεί να λαμβάνεται χωρίς φαγητό και προτιμάται σε ασθενείς με αχλωρυδρία ή άτομα που παίρνουν μακροχρόνια αναστολείς H₂ ισταμίνης ή αναστολείς αντλίας πρωτονίων. Η κατανάλωση του ασβεστίου σε διαιρούμενες δόσεις, 500 mg ή λιγότερο ταυτόχρονα, μπορεί να μεγιστοποιήσει την απορρόφηση. ^[22]

Η βιταμίνη D παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του ασβεστίου και στην υγεία των οστών. Η βιταμίνη D₃ σχηματίζεται στο δέρμα με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Συνήθως η έκθεση των χεριών και του προσώπου στον ήλιο για 10 έως 15 λεπτά, δύο με τρεις φορές την εβδομάδα, βοηθάει στην πρόσληψη της απαραίτητης ποσότητας βιταμίνης D. Άλλες πηγές πρόσληψης βιταμίνης D είναι τα τρόφιμα, όπως το γάλα, το γιαούρτι, το τυρί, το ψωμί, ο χυμός πορτοκαλιού και ελαιώδη ψάρια (π.χ., σαρδέλες, σολομός, τόνος). Η συνιστώμενη δόση για ημερήσια πρόσληψη βιταμίνης D₃ είναι 800 έως 1.000 IU. Τα επίπεδα της 25(OH)D του ορού κρίνεται απαραίτητο να μετρηθούν στις γυναίκες με υψηλό κίνδυνο ανεπάρκειας βιταμίνης D, όπως στις ηλικιωμένες γυναίκες, σε γυναίκες με δυσαπορρόφηση ή σε γυναίκες με σκούρο δέρμα. Η βιταμίνη D χορηγείται για τη διατήρηση των επιπέδων της 25 (OH) D του ορού στα 30 ng ανά mL (75 nmol ανά L) ή υψηλότερα. ^[22]

Σημαντική είναι και η πρόσληψη επαρκούς ποσότητας πρωτεϊνών για

τη διατήρηση της λειτουργίας του μυοσκελετικού συστήματος και για την συμβολή τους στην μείωση των επιπλοκών των οστεοπορωτικών καταγμάτων. Η λήψη επαρκούς ποσότητας πρωτεϊνών από ασθενείς με πρόσφατο κάταγμα ισχίου έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τη μεταγενέστερη κλινική πορεία μειώνοντας σημαντικά τις επιπλοκές, όπως οι αποπληξίες, η σοβαρή αναιμία και η ενδιάμεση πνευμονική ή νεφρική λοίμωξη. ^[3]

4.3.ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ

Οι ευρύτερα χρησιμοποιούμενοι παράγοντες στην Ευρώπη είναι η ραλοξιφαίνη, τα διφωσφονικά, η αλενδρονάτη, η ιβανδρονάτη και η ρισεδρονάτη, παράγοντες που προέρχονται από την παραθυρεοειδή ορμόνη και στροντίου ρανελάτης. Όλοι οι παράγοντες αυτοί έχουν αποδειχθεί ότι μειώνουν τον κίνδυνο του σπονδυλικού κατάγματος. ^[3]

4.3.1.ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΕΣ ΟΙΣΤΡΟΓΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ (SERMs)

Οι επιλεκτικοί τροποποιητές των οιστρογονικών υποδοχέων (SERMs: Selective Estrogen Receptor Modulators–SERMs) είναι μη στεροειδείς παράγοντες που δεσμεύονται στον υποδοχέα οιστρογόνων και ενεργούν ως αγωνιστές ή ανταγωνιστές οιστρογόνων, ανάλογα με το στοχευόμενο ιστό. Η ραλοξιφαίνη είναι ο μόνος διαθέσιμος SERM, για την πρόληψη και θεραπεία της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης. Η ραλοξιφαίνη προλαμβάνει την απώλεια της οστικής μάζας και μειώνει τον κίνδυνο των σπονδυλικών καταγμάτων κατά 30-50% στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με χαμηλή οστική μάζα και με οστεοπόρωση με ή χωρίς προηγούμενο σπονδυλικό κάταγμα. ^[3]

4.3.2. ΔΙΦΩΣΦΟΝΙΚΑ

Τα διφωσφονικά είναι ισχυροί αναστολείς της οστικής απορρόφησης, μειώνοντας την πρόσληψη και τη δραστηριότητα των οστεοκλαστών και αυξάνοντας την απόπτωσή τους και είναι αποτελεσματικά για τη θεραπεία της οστεοπόρωσης και για την πρόληψη των οστεοπορωτικών καταγμάτων, μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης καταγμάτων κατά 40% με 70%. Η Αλενδρονάτη 70 mg μία φορά την εβδομάδα και η ριζενδρονάτη 35 mg μία φορά την εβδομάδα είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα διφωσφονικά παγκοσμίως. ^[3]

4.3.2.1. ΑΛΕΝΔΡΟΝΑΤΗ

Η αλενδρονάτη συμβάλλει στη μείωση της συχνότητας εμφάνισης καταγμάτων των σπονδύλων, των καρπών και των ισχίων κατά 50%, στις γυναίκες με σπονδυλικά κατάγματα. Σε γυναίκες χωρίς προηγούμενα σπονδυλικά κατάγματα, δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των καταγμάτων στον συνολικό πληθυσμό, αλλά η μείωση ήταν σημαντική στο 1/3 των ασθενών που είχαν T-score BMD του ισχίου μικρότερη από -2,5 SD. ^[3]

4.3.2.2. ΡΙΖΕΝΔΡΟΝΑΤΗ

Η ριζενδρονάτη σε γυναίκες με σπονδυλικά κατάγματα, μειώνει το ποσοστό των σπονδυλικών και μη σπονδυλικών καταγμάτων κατά 40-50% και 30-36% αντίστοιχα. ^[3]

4.3.2.3. ΙΒΑΝΔΡΟΝΑΤΗ

Η ημερήσια χορήγηση της ιβανδρονάτης (2,5 mg) μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης σπονδυλικών καταγμάτων κατά 50-60%, ενώ η επίδραση στα μη σπονδυλικά κατάγματα παρατηρήθηκε σε γυναίκες με βαθμολογία T-score

κάτω από -3 SD. Η χορήγηση ιβανδρονάτης από το στόμα, 150 mg μία φορά το μήνα συμβάλλει στην αύξηση της BMD και στη μείωση των βιοχημικών δεικτών της οστικής ανακατασκευής. Παρομοίως, μελέτες συγκρίνοντας διαλείπουσα ενδοφλέβια ιβανδρονάτη με καθημερινή αγωγή δια του στόματος, οδήγησε στην έγκριση ενδοφλέβιου ιβανδρονικού (3 mg) κάθε 3 μήνες για τη θεραπεία της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης.^[3]

4.3.3. ΠΕΠΤΙΔΙΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΕΟΕΙΔΩΝ ΟΡΜΟΝΩΝ

Η συνεχής ενδογενής παραγωγή παραθυρεοειδούς ορμόνης (PTH), όπως φαίνεται στον πρωτοπαθή και στο δευτερογενή υπερπαραθυρεοειδισμό, ή η εξωγενής χορήγησή του, μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφικές συνέπειες για τον σκελετό, ιδιαίτερα για το φλοιώδες οστό. Ωστόσο, διαλείπουσα χορήγηση PTH (με καθημερινές υποδόριες ενέσεις) οδηγεί σε αύξηση του αριθμού και τη δραστηριότητα των οστεοβλαστών, οδηγώντας σε αύξηση της οστικής μάζας και βελτίωση της σκελετικής αρχιτεκτονικής τόσο σε σπογγώδη, όσο και στα φλοιώδη οστά. Η τεριπαρατίδη που αποτελείται από τα πρώτα 34 αμινοτελικά αμινοξέα της παραθορμόνης (PTH 1-34) και το άθικτο μόριο της παραθορμόνης (αμινοξέα 1-84) χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση της οστεοπόρωσης. Η θεραπεία με οποιονδήποτε παράγοντα της παραθορμόνης έχει αποδειχθεί ότι μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο των σπονδυλικών καταγμάτων, ενώ η τεριπαρατίδη έχει αποδειχθεί ότι έχει επίσης επίδραση στα μη σπονδυλικά κατάγματα. Οι συνιστώμενες δόσεις είναι αντιστοίχως 20 µg τεριπαρατίδης και 100 µg PTH (1-84) ημερησίως, χορηγούμενη ως υποδόρια ένεση.^[3]

4.3.4.ΡΑΝΕΛΙΚΟ ΣΤΡΟΝΤΙΟ

Το ρανελικό στρόντιο χρησιμοποιείται για τη θεραπεία της μετεμμηνοπαυσιακής οστεοπόρωσης, για τη μείωση του κινδύνου των καταγμάτων των σπονδύλων και του ισχίου. Το ρανελικό στρόντιο αναστέλλει την επαναρρόφηση του οστού και διεγείρει τον σχηματισμό του οστού. Η συνιστώμενη ημερήσια δόση είναι ένα φακελάκι 2 g μία φορά την ημέρα από το στόμα. Η απορρόφηση του ρανελικού στροντίου είναι μειωμένη από τα τρόφιμα, το γάλα και τα παράγωγα προϊόντα του και πρέπει να χορηγείται φαρμακευτικά μεταξύ των γευμάτων. Πρέπει να λαμβάνεται τουλάχιστον δύο ώρες μετά το φαγητό. Δεν απαιτείται προσαρμογή της δοσολογίας σε σχέση με την ηλικία ή σε ασθενείς με ήπια έως μέτρια νεφρική ανεπάρκεια (κάθαρση κρεατινίνης 30-70 ml / λεπτό). Δεν συνιστάται σε ασθενείς με σοβαρή νεφρική ανεπάρκεια (κάθαρση κρεατινίνης κάτω από 30 ml / min). ^[3]

4.3.5. ΟΡΜΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η χρήση ορμονοθεραπείας, έχει μειωθεί σημαντικά στις γυναίκες στην εμμηνόπαυση, λόγω των επιπλοκών που παρουσιάζει. Παρατηρήθηκε πως οι γυναίκες που λαμβάνουν συνδυασμένα οιστρογόνα και προγεστερόνη έχουν υψηλότερο κίνδυνο εμφάνισης εμφράγματος του μυοκαρδίου και φλεβικής θρομβοεμβολής μετά από ένα χρόνο, εγκεφαλικού επεισοδίου μετά από τρία χρόνια και καρκίνου του μαστού μετά από πέντε χρόνια. Ωστόσο, οι γυναίκες που λαμβάνουν συνδυασμένη ορμονοθεραπεία συνεχώς για πέντε χρόνια, έχουν μικρότερη πιθανότητα να εμφανίσουν κατάγματα και καρκίνο που παχεώς εντέρου. Η χορήγηση ορμονικής θεραπείας είναι αποδεκτή για τις γυναίκες που έχουν μέτρια έως σοβαρή εμμηνόπαυση και διατρέχουν υψηλό κίνδυνο εμφάνισης οστεοπορωτικών καταγμάτων και για γυναίκες με μειωμένη οστική μάζα για να αποτραπεί η περαιτέρω οστική απώλεια, όταν οι εναλλακτικές θεραπείες κρίνονται ακατάλληλες για το συγκεκριμένο πληθυσμό. ^[22]

Οι Sinaki et al. (2010) ^[34] υποστηρίζουν πως η φαρμακευτική θεραπεία όταν χρησιμοποιείται μεμονωμένα δεν είναι επαρκής για την ολοκληρωμένη διαχείριση της οστεοπόρωσης. Ο συνδυασμός της με μη φαρμακευτική θεραπεία είναι θεμελιώδης στην επιτυχημένη θεραπεία της οστεοπενίας και της οστεοπόρωσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η άσκηση στην παιδική και εφηβική ηλικία και στην ενήλικη ζωή διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην υγεία των οστών των γυναικών μετά την εμμηνόπαυση. Οι αθλήτριες αγωνισμάτων που δέχονται έντονα μηχανικά φορτία, έχουν μεγαλύτερη κορυφαία οστική μάζα σε σχέση με της αθλήτριες της κολύμβησης, που δεν δέχονται φορτία. Η διατήρηση της σκελετικής υγείας στις αθλήτριες μετά την εμμηνόπαυση, είναι σημαντικό κομμάτι στην πρόληψη της οστεοπόρωσης και των συνεπειών της. Η φυσική δραστηριότητα μετά την εμμηνόπαυση και η σωστή διατροφή μπορούν να συμβάλλουν στην οστική υγεία αυτού του πληθυσμού.

Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις είναι ωφέλιμες για την οστική πυκνότητα σε όλες τις μορφές που εφαρμόζονται, ειδικά στα οστά που δέχονται φορτία. Συγκριτικά με τις μη βαρομεταφέρουσες ασκήσεις, οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις οδηγούν σε αύξηση της οστικής δύναμης και της οστικής μάζας. Η βάρδια μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση της οστικής πυκνότητας του αυχένα του μηριαίου, αλλά όχι σε αυτή της σπονδυλικής στήλης στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Ένα συνδυασμένο πρόγραμμα άσκησης, που περιλαμβάνει ασκήσεις αντίστασης, αερόβιες ασκήσεις και ασκήσεις πρόσκρουσης στο έδαφος συνιστάται για την βελτίωση της οστικής πυκνότητας της σπονδυλικής στήλης. Εκτός από τις ασκήσεις πρόσκρουσης με το έδαφος που είναι ωφέλιμες για τη διέγερση οστίτη ιστού, η μυϊκή δύναμη, οι μυϊκές συσπάσεις, η διάρκεια και η ένταση των ασκήσεων παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόκληση αλλαγών του μεταβολισμού των οστών των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών. Οι δραστηριότητες που αποσκοπούν στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και της ισορροπίας, πρέπει να συνιστανται για την πρόληψη των πτώσεων και τη μείωση του καταγματικού κινδύνου.

Πολλοί διαφορετικοί τύποι άσκησης είναι κατάλληλοι για τις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες για την πρόληψη και τη θεραπεία της οστεοπόρωσης, όπως η ανύψωση βάρους, το περπάτημα, το τρέξιμο, το άλμα, το ανέβασμα σκαλοπατιών, ακόμη και η κολύμβηση και η αερόβια άσκηση στο νερό, εφόσον εκτελούνται με μέτρια έως έντονη ένταση (70% έως

90% του 1RM), με μεγάλη ταχύτητα, σε σύντομα χρονικά διαστήματα, με συχνότητα 2 έως 4 φορές την εβδομάδα. Η πλατφόρμα δόνησης έχει επίσης αποδειχθεί ότι διεγείρει τον μεταβολισμό των οστών και είναι μια πολύ ασφαλής και εφικτή εναλλακτική λύση σε αυτόν τον πληθυσμό. Οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες πρέπει να εκτελούν τις ασκήσεις με ορισμένες προφυλάξεις, προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος τραυματισμών και καταγμάτων. Για το λόγο αυτό, συνιστάται αυστηρά, ο ασθενής να ακολουθεί πρόγραμμα άσκησης υπό την επίβλεψη του φυσικοθεραπευτή του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. [No authors listed]. Consensus Development Conference: Prophylaxis and Treatment of Osteoporosis. Am J Med 1991;90(1):107-10.
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>
3. Lane N. Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. Am J Obstet Gynecol 2006;194(2):3-11.
4. Kanis J. A., Burlet N., Cooper C., P. D. Delmas, J.-Y. Reginster, F. Borgstrom, R. Rizzoli, on behalf of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. Osteoporos Int. 2008;19 (4):399–428.
5. Rizzoli R., Bianchi M, Garabédian M. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. Bone 2010;46(2): pp. 294–305.
6. Mieczekalski B., Katulski K., Czyzyk A., Podfigurna-Stopa A. Health in older women athletes. Maturitas 2014;79(4): 357–361.
7. Λυρίτης ΓΠ. Μεταβολικά νοσήματα των οστών. 5η έκδοση. Αθήνα: *Hylonome Editions*, 2013.
8. Λυρίτης ΓΠ.. Ειδικά θέματα στα μεταβολικά νοσήματα των οστών. 4ος τόμος. Αθήνα: Έκδοση Π.Μ.Σ. "Μεταβολικά νοσήματα των οστών", 2015.
9. Chao Le Meng Bao, Erin Y. Teo, Mark S.K. Chong, Yuchun Liu, Mahesh Choolani and Jerry K.Y. Chan. Advances in Bone Tissue Engineering. Intech 2013;24: 600- 614.
10. Λυρίτης ΓΠ. Ειδικά θέματα στα μεταβολικά νοσήματα των οστών. 1ος τόμος. Αθήνα: Έκδοση Π.Μ.Σ. "Μεταβολικά νοσήματα των οστών", 2010.
11. Hall S.. Εμβιομηχανική. 4^η έκδοση. Αθήνα: Παρισιάνου Α.Ε, 2003.

12. Πουλμέντης Π.. Βιολογική μηχανική Εργονομία. Αθήνα: Κ.ΚΑΠΟΠΟΥΛΟΣ , 2007.
13. Hamil J., Knutzen K.. Βασική Βιομηχανική της Ανθρώπινης Κίνησης. 2^η έκδοση. Αθήνα: Π.Χ.Πασχαλίδης, 2013.
14. Karlsson MK, Rosengren BE. Physical Activity as a Strategy to Reduce the Risk of Osteoporosis and Fragility Fractures. Int J Endocrinol Metab. 2012;10(3):527-536.
15. Λυρίτης ΓΠ. Ειδικά θέματα στα μεταβολικά νοσήματα των οστών. 3ος τόμος. Αθήνα: Έκδοση Π.Μ.Σ. "Μεταβολικά νοσήματα των οστών" , 2012.
16. <https://www.webmd.com/osteoporosis/ss/slideshow-osteoporosis-overview>
17. Dustine J., Moore G.. ACSM's Άσκηση Χρόνιες Παθήσεις & Αναπηρίες. 2^η έκδοση. Αθήνα: Πασχαλίδης, 2005.
18. Fletcher J. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine Position Statement: Osteoporosis and Exercise. Clin J Sport Med. 2013;23(5):333–338.
19. J. A. Kanis, F. Borgström, J. Compston, K. Dreinhöfer, E. Nolte, L. Jonsson, W. F. Lems, E. V. McCloskey, R. Rizzoli, J. Stenmark. SCOPE: a scorecard for osteoporosis in Europe. Arch Osteoporos. 2013;8:144.1-63.
20. Hernlund E1, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, McCloskey EV, Jönsson B, Kanis JA. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). Arch Osteoporos 2013; 8:136 :1-115.

21. Cooper C, Harvey N, Cole Z, Hanson M, Dennison E. Developmental Origins of Osteoporosis: The Role of Maternal Nutrition. *Adv Exp Med Biol.* 2009; 646:31-9.
22. Rao S, Singh M., Parkar M and Sugumaran R. Health Maintenance for Postmenopausal Women, *Am Fam Physician* 2008;78(5): 583-591.
23. Ding YY. Developing physical frailty specifications for investigation of frailty pathways in older people. *AGE* 2016;38: 47
24. Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M. European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing* 2010;39:412-423.
25. Meczekalski B., Katulski K., Czyzyk A., Podfigurna-Stopa A., (2014), Health in older women athletes. *Maturitas.* 79: pp. 357-361.
26. Iwamoto J, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H. Role of sport and exercise in the maintenance of female bone health. *J Bone Miner Metab.* 2009;27(5):530-7.
27. Marques E., Mota J, Carvalho J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Age (Dordr).* 2012;34(6):1493-515.
28. Maimoun L., Sultan C. Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism* 2011;60(3):373-88.
29. Singh J., Schmitz KH, Petit MA. Effect of resistance exercise on bone mineral density in premenopausal women. *Joint Bone Spine* 2009;76(3):273-80.
30. Senderovich H.,Kosmopoulos A., (2018). An Insight into the Effect of Exercises on the Prevention of Osteoporosis and Associated Fractures in

High-risk Individuals. Rambam Maimonides Med. 2018; 9: 1-7.

31. Body J. ,Bergmann P. , Boonen S., Boutsen Y., Bruyere O., Devogelaer J., Goemaere J., Hollevoet N., Kaufman J., Milisen K., Rozenberg S., Reginster J. Non-pharmacological management of osteoporosis: a consensus of the Belgian Bone Club. *Osteoporos Int* 2011;22:2769–2788.
32. Nikander R., Sievänen H., Heinonen A., Daly R., Uusi-Rasi K., Kannus P. Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Medicine* 2010; 8:47
33. Moreira L., Oliveira ML, Lirani-Galvão AP, Marin-Mio RV, Santos RN, Lazaretti-Castro M. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2014;58(5):514-22.
34. Sinaki M., Pfeifer M., Preisinger E., Itoi E., Rizzoli R., Boonen S., Geusens P., Minne H. The Role of Exercise in the Treatment of Osteoporosis. *Curr Osteoporos Rep* 2010;8:138–144.
35. Lirani-Galvão A., Lazaretti-Castro M. Physical approach for prevention and treatment of osteoporosis. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2010;54:171-178.
36. Svejme O., H. G. Ahlborg, M. K. Karlsson. Physical activity reduces bone loss in the distal forearm in post-menopausal women – a 25-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24:159–165.
37. Bolton KL, Egerton T, Wark J, Wee E, Matthews B, Kelly A, Craven R, Kantor S, Bennell KL. Effects of exercise on bone density and falls risk factors in post-menopausal women with osteopenia: a randomised controlled trial. *J Sci Med Sport.* 2012;15(2):102-9.
38. Nikander R, Kannus P, Dastidar P, Hannula M, Harrison L, Cervinka T, N. G. Narra, R. Aktour, T. Arola, H. Eskola, S. Soimakallio, A. Heinonen,

- J. Hyttinen and H. Sievänen. Targeted exercises against hip fragility. *Osteoporos Int.* 2009;20(8):1321-8.
39. Nichols JF, Rauh MJ. Longitudinal changes in bone mineral density in male master cyclists and nonathletes. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):727-34.
 40. Martyn-St JM and Carroll S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone.* 2008;43(3):521-31.
 41. Ma Di, Wu L. and Zhong He. Effects of walking on the preservation of bone mineral density in perimenopausal and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Menopause* 2013;20(11) :1216-26.
 42. Velez NF, Zhang A, Stone B, Perera S, Miller M, Greenspan SL. The effect of moderate impact exercise on skeletal integrity in master athletes. *Osteoporos Int.* 2008;19(10):1457-64.
 43. Borer K., Fogleman K., Gross M., Jacquelyn M. La New, Dengel D. Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone* 2007;41:713-721.
 44. Basat H, Esmaeilzadeh S, Eskiurt N. The effects of strengthening and high-impact exercises on bone metabolism and quality of life in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2013;26(4): 427-35.
 45. Shimegi S, Yanagita M, Okano H, Yamada M, Fukui H, Fukumura Y, Ibuki Y, Kojima I. Physical Exercise Increases Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Endocrine Journal*, 1994;41(1): 49-56.
 46. Asikainen TM, Suni JH, Pasanen ME, Oja P., Rinne MB., Miilunpalo SI., Nygard CH., Vuori IM. Effect of brisk walking in 1 or 2 daily bouts and moderate resistance training on lower-extremity muscle strength, balance, and walking performance in women who recently went through

- menopause: a randomized, controlled trial. *PhysTher.* 2006;86(7):912-923.
47. Shanb A., Youssef E. The impact of adding weight-bearing exercise versus nonweight bearing programs to the medical treatment of elderly patients with osteoporosis. *Journal of Family and Community Medicine.* 2014;21:176-181.
 48. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, Harbour RT, Caldwell LM, Creed G. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;6(7):1-165.
 49. McMillan L., Zengin A., Ebeling P., Scott D. Prescribing Physical Activity for the Prevention and Treatment of Osteoporosis in Older Adults. *Healthcare.* 2017;85:1-15.
 50. Roghani T., Torkaman G., Movasseghe S., Hedayati M., Goosheh B., Bayat N. Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatology International.* 2012;10:1-9.
 51. Daly R. Exercise and nutritional approaches to prevent frail bones, falls and fractures: an update. *Climacteric.* 2017;20:119-124.
 52. Kohrt W., Barry DW, Schwartz RS. Muscle forces or gravity: what predominates mechanical loading on bone? *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(11):2050-5.
 53. Iwamoto J. Effects of physical activity on bone: what type of physical activity and how much is optimal for bone health?. *J Osteopor Phys Act.* 2013;1:101.
 54. Kelley GA, Kelley KS, Kohrt WM. Effects of ground and joint reaction force exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord* 2012;13: 177.
 55. Zehnacker CH, Bemis-Dougherty A. (2007), Effect of weighted exercises on bone mineral density in post menopausal women. A systematic review.

J Geriatr Phys Ther. 2007;30(2) pp:79-88.

56. von Stengel S, Kemmler W, Kalender WA, Engelke K, Lauber D. Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: a 2-year longitudinal study. *Br J Sports Med.* 2007;41(10):649-55.
57. Martyn M, S. Carroll. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2006;17: 1225–1240.
58. Teixeira L, Peccin S, Silva K, Teixeira T, Imoto AM, Magalhães J and Trevisani V. The effectiveness of progressive load training associated to the proprioceptive training in topics in osteoporosis. *Intech.*2010;46:216-39.
59. Wayne PM, Kiel DP, Krebs DE, Davis RB, Savetsky-German J, Connelly M, Buring JE. The Effects of Tai Chi on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women : a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(5): 673-80.
60. Zou L, Wang C, Chen K, Shu Y, Chen X, Luo L, Zhao X. The Effect of Taichi Practice on Attenuating Bone Mineral Density Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;1:1-19
61. Pereira MM, Oliveira RJ, Silva MAF, Souza LHR, Vianna LG. Effects of Tai Chi Chuan on knee extensor muscle strength and balance in elderly women. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(2):121-6.
62. Chyu MC, James CR, Sawyer SF, Brismie JM, Xu KT, Poklikuha G, , Dunn DM, Shen CL. Effects of tai chi exercise on posturography, gait, physical function and quality of life in postmenopausal women with osteopenia: a randomized clinical study. *Clin Rehabil* 2010;24(12):1080-90.
63. Chan K., Anderson M., Lau E. Exercise interventions: defusing the world's osteoporosis time bomb. *Bulletin of the World Health Organization* 2003;81(11):827-830.

64. Fratini A, Bonci T, Bull AM. Whole Body Vibration Treatments in Postmenopausal Women Can Improve Bone Mineral Density: Results of a Stimulus Focussed Meta-Analysis. *PLoS One* 2016;10:1-16.
65. Ma C., An Liu, Miao Sun, Hanxiao Zhu, and Haobo. Effect of whole-body vibration on reduction of bone loss and fall prevention in postmenopausal women: a meta-analysis and systematic review. *J Orthop Surg Res* 2016;11:1-10.
66. Lau E, Al-Dujaili S, Guenther A, Liu D, Wang L, You L. Effect of low-magnitude, high-frequency vibration on osteocytes in the regulation of osteoclasts. *Bone* 2010;46(6):1508-15.
67. Rubin C, Turner AS, Møller R, Mittra E, McLeod K, Lin W, Qin YX. Quantity and quality of trabecular bone in the femur are enhanced by a strongly anabolic, noninvasive mechanical intervention. *J Bone Miner Res* 2002;17(2):349-57.
68. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *J Bone Miner Res* 2004;19(3):343-51.
69. Verschueren SM, Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Haentjens P, Vanderschueren D, Boonen S. The Effects of Whole-Body Vibration Training and Vitamin D Supplementation on Muscle Strength, Muscle Mass, and Bone Density in Institutionalized Elderly Women: A 6-Month Randomized, Controlled Trial. *J Bone Miner Res* 2011;26(1): 42-9.
70. Turner S, Torode M, Climstein M, Naughton G, Greene D, Baker MK, Fiatarone Singh MA. A randomized controlled trial of whole body vibration exposure on markers of bone turnover in postmenopausal women. *J Osteoporos.* 2011;1:1-10.
71. Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:1-8.
72. Kiiski J, Heinonen A, Jörvinen TL, Kannus P, Sievõnen H. Transmission

of vertical whole body vibration to the human body. *J Bone Mineral Res.* 2008;23(8):1318-25.

73. www.osteofit.org

74. Brunner RL, Cochrane B, Jackson RD, Larson J, Lewis C, Limacher M, Rosal M, Shumaker S, Wallace R; Women's Health Initiative Investigators. Calcium, Vitamin D Supplementation, and Physical Function in the Women's Health Initiative, *J Am Diet Assoc.* 2008;108:1472-1479.