



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ (ΔΠΜΣ) ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ,
ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ, ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-REHABILITATION
SCIENCES»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η αποτελεσματικότητα των ασκήσεων φόρτισης
συγκριτικά με άλλες μορφές άσκησης στην πρόληψη και
αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης σε γυναίκες μετά την
εμμηνόπαυση : συστηματική ανασκόπηση**

ΥΠΟ

ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ Α.Μ. 10055

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΡΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΟΦΙΑ, MSc, PhD

Επίκουρη Καθηγήτρια

Πάτρα- 2020



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ (ΔΠΜΣ) ΤΜΗΜΑΤΩΝ
ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ, ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ,
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-
REHABILITATION SCIENCES»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η αποτελεσματικότητα των ασκήσεων φόρτισης
συγκριτικά με άλλες μορφές άσκησης στην πρόληψη και
αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης σε γυναίκες μετά την
εμμηνόπαυση : συστηματική ανασκόπηση**

ΥΠΟ
ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ Α.Μ. 10055
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΡΙΑ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: κ. Λαμπροπούλου Σοφία, MSc, PhD

Πάτρα - 2020

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην «ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ» που απονέμει η Σχολή Επιστημών Αποκατάστασης Υγείας του Πανεπιστημίου Πατρών

Εγκρίθηκε τηναπό την εξεταστική επιτροπή:

ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ

.....
.....

ΒΑΘΜΟΣ: ΑΡΙΣΤΗ:.....

ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ:.....

ΚΑΛΗ:.....

ΑΠΟΔΕΚΤΗ:.....

Βεβαιώνω ότι η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου δουλειάς και γραμμένη με δικά μου λόγια. Στις δημοσιευμένες ή μη δημοσιευμένες πηγές που αναφέρω έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά όπου χρειάζεται και έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας. Βεβαιώνω ότι ο αριθμός των λέξεων της διπλωματικής μου εργασίας δεν ξεπερνά τις 50.000 λέξεις.

Υπογραφή.....

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος πινάκων.....	iv
Κατάλογος εικόνων	v
Συνομογραφίες	vi
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	9
Κεφάλαιο 1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	9
1.1 Οστεοπόρωση	9
1.1.1 Παράγοντες Κινδύνου	10
1.1.2 Κλινική εικόνα-Συνέπειες οστεοπόρωσης	11
1.1.3 Ταξινόμηση της οστεοπόρωσης	11
1.1.3.1 Οστεοπόρωση τύπου 1	11
1.1.3.2 Οστεοπόρωση τύπου 2	12
1.1.3.3 Δευτεροπαθής οστεοπόρωση	12
1.1.4 Διάγνωση και φαρμακευτική αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης	12
Κεφάλαιο 2. ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ ΚΑΙ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ	16
Κεφάλαιο 3. ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ	20
3.1 Άσκηση και επίδραση στις μηχανικές ιδιότητες των οστών.....	21
3.2 Ασκήσεις βαρομεταφέρουσες.....	23
3.3 Ασκήσεις Δύναμης και Αντίστασης	30
3.4 YOGA	31
3.5 Συνδυασμός διαφόρων ειδών άσκησης	32
B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	36
Κεφάλαιο 4. ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	36
Κεφάλαιο 5.ΜΕΘΟΔΟΣ	37
5.1 Σχεδιασμός	37
5.2 Στρατηγική Αναζήτησης	37
5.3 Κριτήρια Εισαγωγής και Αποκλεισμού	37
5.4 Αξιολόγηση ποιότητας μελετών	39
5.5 Ανάλυση δεδομένων	40

5.5.1 Ανάλυση ετερογένειας	40
Κεφάλαιο 6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	42
6.1 Χαρακτηριστικά μελετών	44
6.2 Κριτική εκτίμηση μεθοδολογικής ποιότητας ερευνών	47
6.3 Σύγκριση βαρομεταφερουσών ασκήσεων με ασκήσεις αντίστασης	49
6.4 Σύγκριση Υψηλής φόρτισης με χαμηλής έντασης ασκήσεις.....	52
Κεφάλαιο 7 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	56
Κεφάλαιο 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Εκτίμηση μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών	48

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1: Μορφολογία του οστού	9
ΕΙΚΟΝΑ 2: Σχηματική παράσταση της αρχής της παραγωγής και της ανίχνευσης δέσμης υπερήχων με την μέθοδο QUS	13
ΕΙΚΟΝΑ 3: Ηλικιοεξαρτώμενες μεταβολές στην οστική πυκνότητα του σπογγώδους οστού στο άπω κέρασ της κερκίδας και της κνήμης σε γυναίκες και άνδρες	17
ΕΙΚΟΝΑ 4: Γραφική παράσταση των διαγνωστικών κριτηρίων του WHO που χρησιμοποιεί το T-score	18
ΕΙΚΟΝΑ 5: Ιστορικό Αναζήτησης στη Βάση δεδομένων PubMed με λογάριθμο χρήσης	37
ΕΙΚΟΝΑ 6: Βαρομεταφέρουσες ασκήσεις και διαχωρισμός τους σε υψηλής και χαμηλής φόρτισης	38
ΕΙΚΟΝΑ 7: Διάγραμμα Ροής μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση	43

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

BMD: Οστική Μεταλλική Πυκνότητα

PEDro : Physiotherapy Evidence Database

DXA: Dual energy X-ray absorptiometry

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Θεωρητικό υπόβαθρο και στόχοι: Αναμφισβήτητη είναι η συμβολή της άσκησης στην βελτίωση της οστικής πυκνότητας. Ωστόσο απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση προκειμένου να εντοπιστούν τα χαρακτηριστικά της βέλτιστης άσκησης στην οστική πυκνότητα. Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η συστηματική διερεύνηση της βιβλιογραφίας για την εξέταση της αποτελεσματικότητας της βαρομεταφέρουσας άσκησης στην οστεοπόρωση και ο έλεγχος της τυχόν υπεροχής της σε σύγκριση με άλλα είδη ασκήσεων, σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση.

Μεθοδολογία: Διεξήχθη συστηματική ανασκόπηση τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων μελετών στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων PubMed, Science Direct, Medline, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), CINAHL από το 2000 μέχρι και το 2018. Στις μελέτες συμμετείχαν γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, στις οποίες εφαρμόζονταν βαρομεταφέρουσες ασκήσεις συγκριτικά με άλλες μορφές άσκησης. Αποκλείστηκαν έρευνες που συμμετείχαν άντρες, είχαν σοβαρή ασθένεια, βρίσκονταν πριν την εμμηνόπαυση, λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή και στην θεραπεία δεν υπήρχε σύγκριση της βαρομεταφέρουσας άσκησης με άλλο είδος άσκησης. Όσον αφορά την μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών, αξιολογήθηκε με την χρήση της κλίμακας αξιολόγησης PEDro.

Αποτελέσματα: Από τα 1.138 άρθρα που βρέθηκαν συνολικά, 6 μελέτες μέτριας έως πολύ καλής ποιότητας πληρούσαν τα κριτήρια εισαγωγής και συμμετείχαν στην συστηματική ανασκόπηση. Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις συγκρίθηκαν με τις ασκήσεις αντίστασης και οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις σε συνδυασμό με ασκήσεις αντίστασης υψηλής έντασης με τις ασκήσεις χαμηλής έντασης που περιελάμβαναν ασκήσεις αντίστασης, ισορροπίας και διατάσεις. Οι αποδείξεις για την ανωτερότητα των βαρομεταφεροουσών ασκήσεων ήταν περιορισμένες. Βελτίωση βρέθηκε και στις δύο ομάδες, βαρομεταφέρουσας άσκησης και αντίστασης, χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Υψηλότερη ήταν η βελτίωση στην ομάδα βαρομεταφέρουσας άσκησης και αντίστασης υψηλής έντασης συγκριτικά με την ομάδα ασκήσεων αντίστασης, διατάσεων και ισορροπίας χαμηλής έντασης.

Συμπέρασμα: Περιορισμένες είναι οι ερευνητικές αποδείξεις για την υπεροχή των βαρομεταφερουσών ασκήσεων συγκριτικά με τις ασκήσεις αντίστασης για την αύξηση της οστικής μάζας, ενώ ισχυρές είναι οι αποδείξεις για την ανωτερότητα των βαρομεταφερουσών ασκήσεων και αντίστασης υψηλής έντασης σε σχέση με τις ασκήσεις αντίστασης, ισορροπίας και διάτασης χαμηλής έντασης. Περαιτέρω καλής ποιότητας τυχαίοποιημένες μελέτες χρειάζονται προκειμένου να διεξαχθούν σαφή συμπεράσματα.

Λέξεις-Κλειδιά: osteoporosis, bone density, women, menopause, impact

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ (ABSTRACT)

Introduction: Indisputable is the contribution of exercise in the improvement of bone mineral density. However a further research is needed in order to find out the characteristics of the perfect exercise for the improvement of bone mineral density. The main purpose of this systematic review is to examine the results of impact exercise in osteoporosis and also to find out if the impact exercise is superior in comparison with other types of exercises in women after menopause.

Method: Randomized controlled trials were obtained through a computerized search from several databases, such as PubMed, Science Direct, Medline, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), CINAHL from 2000 until 12/2018. Participants in the studies were postmenopausal women who exercised with impact exercises in comparison with other type of exercise. Trials in which participants were men or premenopausal women or they had a serious illness or they were under medication treatment or there were not a comparison between impact exercises and other type of exercise, were excluded. Methodological quality was assessed using PEDro scale.

Results: From 1.138 articles initially pooled, 6 trial moderate to high quality met the inclusion criteria set for the systematic review. Impact exercises compared to resistance exercises and high intensity impact exercises compared to low intensity exercises. Evidence about superiority of impact exercises were limited. Improvement was found in both impact and resistance groups without statistical significant difference between the groups. Higher improvement was found in the impact and resistance group in comparison to resistance, stretch and balance group.

Conclusion: There are limited evidence that support the superiority of impact exercises in comparison with resistance exercises in order to improve bone mass. Furthermore, there are strong evidence about the superiority of impact exercises and resistance exercises of high intensity in comparison with a combination of resistance, stretch and balance exercises. However, more high quality randomized controlled trials are needed in order to conduct a strong conclusion.

Key Words: osteoporosis, bone density, women, menopause, impact

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μελέτη αυτή διεξήχθη στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Επιστήμες Αποκατάστασης της Σχολής Επιστημών Αποκατάστασης Υγείας του Πανεπιστημίου Πατρών. Υπεύθυνη για την παρακολούθηση της προόδου της εργασίας ήταν η κα. Λαμπροπούλου Σοφία, καθηγήτρια, Msc (NeuroRehab), PhD, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήματος Φυσικοθεραπείας, Πανεπιστημίου Πατρών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός υγείας (WHO) έχει ορίσει ως οστεοπόρωση την κατάσταση όπου το επίπεδο της οστικής μεταλλικής πυκνότητας (BMD) είναι περισσότερο από 2,5 SDs κάτω από τη μέση τιμή BMD για τις νέες, λευκές, ενήλικες γυναίκες (Bergland et al.2010). Σύμφωνα με τον WHO, περίπου 30% των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών έχουν οστεοπόρωση (Bergland et al.2010), με τους Roghani et al.2012 να αναφέρουν πως επηρεάζει περίπου 200 εκατομμύρια γυναίκες παγκοσμίως. Μέσα από έρευνες λοιπόν, προκύπτει πως η συχνότητα εμφάνισης της οστεοπόρωσης στην Ευρώπη και στην Νότια Αμερική έχει παρουσιάσει αύξηση τα τελευταία 30-40 χρόνια. Οι λόγοι που οδηγούν στην αύξηση αυτή παραμένουν άγνωστοι αν και πιθανολογούνται να είναι γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες συμπεριλαμβανομένου και του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας (Englund et al.2005).

Συγκεκριμένα, η οστεοπόρωση επηρεάζει τον γηραιότερο πληθυσμό, ειδικά τις γυναίκες με εμφάνιση σε μία στις τρεις γυναίκες και έναν στους πέντε άντρες άνω των πενήντα ετών. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική πυκνότητα, φθορά του οστικού ιστού, αυξημένη ευθραυστότητα των οστών και αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων ελάχιστου τραύματος που σχετίζονται με σημαντική νοσηρότητα. Είναι μια σιωπηλή νόσος που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν προειδοποιητικά σημεία μέχρι να πραγματοποιηθεί ένα κατάγμα (Shanb et al.2014, McMillan et al. 2017, Senderovich et al.2018). Ο εννοιολογικός ορισμός της οστεοπόρωσης συνδέει τον υψηλό κίνδυνο των μετεμμηνοπαυσιακών καταγμάτων με την χαμηλή οστική πυκνότητα και τις ποιοτικές αλλαγές στην μικροαρχιτεκτονική των οστών (Black et al.2016, Chan et al.2004). Τα πιο συχνά οστεοπορωτικά κατάγματα συμβαίνουν κυρίως στο ισχίο, στην σπονδυλική στήλη και περιφερικά στο αντιβράχιο. Πιο συγκεκριμένα, όταν το σώμα αρχίζει να παράγει περισσότερους οστεοκλάστες από οστεοβλάστες σε μέγιστη οστική μάζα, τότε μπορεί να αναπτυχθεί οστεοπόρωση. Μόλις επιτευχθεί η μέγιστη οστική μάζα, η αυξημένη επαναρρόφηση οστού μπορεί να είναι ο κύριος παθογενετικός παράγοντας της οστεοπόρωσης (Senderovich et al.2018).

Οι Hamil et al.2013, αναφέρουν πως 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 φλοιώδης διάμετρος του παρατηρείται στις ηλικίες των τριάντα με σαράντα ετών και στους άνδρες και στις γυναίκες. Μετά τα τριάντα 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.

Καθώς αυξάνεται το ποσοστό των γυναικών που εμφανίζουν οστεοπόρωση στο στάδιο μετά την εμμηνόπαυση, κρίνεται αναγκαία η εύρεση ενός κατάλληλου τρόπου πρόληψης και θεραπείας της. Στην βιβλιογραφία υπάρχει διαφωνία μεταξύ των ερευνητών για το αποτελεσματικότερο είδος άσκησης στην οστική μάζα. Οι περισσότεροι ερευνητές διχάζονται μεταξύ των βαρομεταφερουσών ασκήσεων και των ασκήσεων αντίστασης (Balsamo et al. 2013, Marques et al.2011), ενώ άλλοι προτείνουν συνδυασμό διαφορετικών μεθόδων (Papaioannou et al.2003). Ακόμα και αν οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις είναι οι βέλτιστες, χρειάζεται διερεύνηση αν η υψηλή ή η χαμηλή φόρτιση είναι αποτελεσματικότερη. Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση όπου αναφέρεται άσκηση φόρτισης εννοείται βαρομεταφέρουσα άσκηση.

Η σημαντικότητα της παρούσας μελέτης στηρίζεται στο γεγονός ότι πραγματεύεται μία εξαιρετικά σημαντική πάθηση, όπως είναι η οστεοπόρωση. Η οστεοπόρωση απασχολεί έναν μεγάλο αριθμό ατόμων με δυσάρεστες συνέπειες για την προσωπική και την κοινωνική τους ζωή. Επιπλέον, η μελέτη εστιάζει στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση καθώς εδώ οι γυναίκες είναι πιο ευάλωτες έχοντας μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν οστεοπόρωση στο μετεμμηνοπαυσιακό στάδιο της ζωής τους συγκριτικά με τους άνδρες. Τέλος, η παρούσα μελέτη είναι σημαντική καθώς θα συνεισφέρει στην κάλυψη του σχετικού ερευνητικού κενού στο κομμάτι της θεραπευτικής άσκησης.

Αυτό είναι και το κίνητρο για την επιλογή του παρόντος θέματος για την παρούσα μεταπτυχιακή εργασία. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα αν ένα συγκεκριμένο είδος άσκησης που χρησιμοποιείται συχνά στον χώρο της αποκατάστασης για την πρόληψη και την θεραπεία της οστεοπόρωσης, η βαρομεταφέρουσα άσκηση,

υπερέχει σε αποτελεσματικότητα έναντι άλλων ειδών άσκησης που επιλέγονται εξίσου ή λιγότερο συχνά από τους φυσικοθεραπευτές.

Με βάση τα παραπάνω, στόχος της παρούσας μελέτης είναι να συγκριθεί η θεραπευτική προσέγγιση με βαρομεταφέρουσες ασκήσεις με άλλα είδη θεραπευτικών ασκήσεων σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και να εξεταστεί η αποτελεσματικότητά τους στην βελτίωση της οστικής πυκνότητας.

Η εκπόνηση της παρούσας εργασίας αρχίζει στο πρώτο κεφάλαιο, με την ανάλυση της υπάρχουσας γνώσης σχετικά με την υγεία των οστών, την οστεοπόρωση και τις επιπτώσεις της. Επιπλέον αναφέρονται πρόσφατες πληροφορίες σχετικά με τα εργαλεία αξιολόγησης και διάγνωσης της οστεοπόρωσης καθώς και πληροφορίες σχετικά με την οστική μάζα. Επίσης, γνωστοποιούνται τα μέσα θεραπείας πέραν των θεραπευτικών ασκήσεων. Συνεχίζοντας αναφέρονται οι γνώσεις που διατίθενται ως σήμερα σχετικά με την εμμηνόπαυση και την συσχέτισή της με την οστεοπόρωση. Τέλος, περιγράφονται οι τρόποι πρόληψης και θεραπείας της οστεοπόρωσης, ανασκοπώντας μελέτες που χρησιμοποιούν την βαρομεταφέρουσα άσκηση για την αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης συγκριτικά με άλλα είδη άσκησης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, που αποτελεί και το ειδικό μέρος της εργασίας, παρουσιάζεται η μέθοδος με την οποία αναπτύχθηκε η παρούσα συστηματική ανασκόπηση. Στη μέθοδο παρουσιάζεται η στρατηγική αναζήτησης των μελετών που σχετίζονται με το συγκεκριμένο θέμα καθώς και τα κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού των μελετών που εντοπίστηκαν από τη διαδικασία της ηλεκτρονικής αναζήτησης. Επιπλέον, γίνεται επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο θα γίνει η αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών που επιλέχθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση και περιγραφή της κλίμακας μεθοδολογικής αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκε.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που βρέθηκαν από την συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης θα παρουσιαστούν όσο πιο αναλυτικά γίνεται και με δύο διαφορετικές ομαδοποιήσεις. Συγκεκριμένα, θα συγκριθούν βάση του τύπου άσκησης που χρησιμοποιήθηκε. Αυτά θα συζητηθούν αναλυτικότερα παρακάτω, συγκρίνοντας

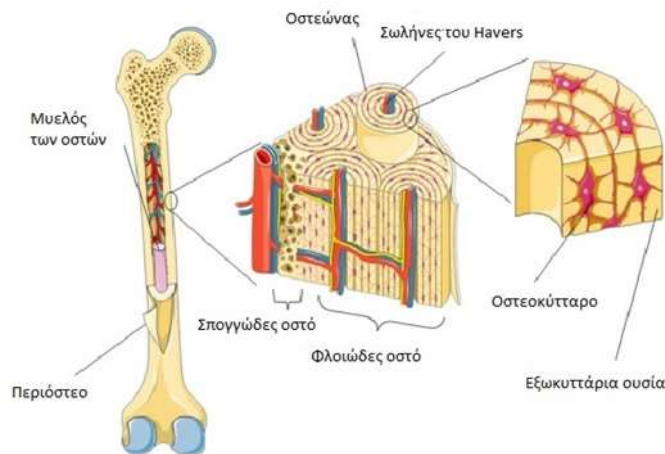
τα αποτελέσματα των μελετών με την υπόλοιπη βιβλιογραφία και θα παρουσιαστούν οι περιορισμοί της παρούσας εργασίας. Τέλος, θα αποδοθούν τα τελικά συμπεράσματα για το αν υπερέχει η βαρομεταφέρουσα άσκηση έναντι των άλλων ειδών άσκησης βάσει της συνολικής εργασίας.

Α.ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1.1.ΟΣΤΕΟΠΩΡΩΣΗ

Η οστεοπόρωση ως μία από τις βασικότερες παθήσεις που επηρεάζει τα οστά, επηρεάζει αρνητικά και τροποποιεί τη σύστασή τους. Τα οστά θεωρούνται ένας δυναμικός ιστός με συνεχή αναδιαμόρφωση κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου, αποτελούμενα από 35% οργανικό μέρος και 65% ανόργανα στοιχεία. Στο οργανικό μέρος των οστών ανήκουν τα κύτταρα του οστίτη ιστού, τα ινίδια του κολλαγόνου και η θεμέλια ουσία (Bao et al.2013) (Εικόνα 1). Η μεσοκυττάρια ουσία οστεοποιείται και περιβάλλει τους οστεοβλάστες, οι οποίοι μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα (Πουλμέντης. 2007) (Εικόνα 1). Οποιαδήποτε αλλαγή στην φυσιολογική αυτή σύσταση των οστών δύναται να επηρεάσει τις δομικές και μηχανικές ιδιότητες των οστών και να προκαλέσει οστεοπόρωση ή και κατάγματα.



Εικόνα 1: Μορφολογία του οστού (προσαρμοσμένο από Bao et al.2013)

Οι βασικές μηχανικές ιδιότητες των οστών είναι η δύναμη και η αντοχή, οι οποίες επηρεάζονται από το μέγεθος, το σχήμα και την εγκάρσια διάμετρο του οστού (Πουλμέντης. 2007). Επιπλέον, τα δομικά χαρακτηριστικά των οστών σχετίζονται με το πάχος και την διάμετρο του φλοιού, την πορωτικότητα, την μικροαρχιτεκτονική των οστικών δοκίδων και την ύπαρξη μικρορωγμών. Η αντοχή

του οστού αυξάνεται με την αύξηση της διαμέτρου και του πάχους του και μειώνεται με την αύξηση της πορωτικότητας. Επίσης, σε αύξηση της συνεκτικότητας των οστεοδοκίδων, αυξάνεται και η αντοχή του οστίτη ιστού, ενώ μειώνεται με την ύπαρξη μικρορωγμών (Λυρίτης. 2010).

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 (Meczekalski et al.2014). Παρόλο που πάνω από το 69% της κορυφαίας οστικής μάζας, που αποκτάται μέχρι την ολοκλήρωση της σκελετικής ανάπτυξης, καθορίζεται γενετικά, το υπόλοιπο 40% επηρεάζεται από εξωγενείς παράγοντες (Rizzoli et al. 2010), όπως είναι η επαρκής πρόσληψη γαλακτοκομικών προϊόντων, ως φυσική πηγή ασβεστίου και βιταμίνης D, η ορμονική θεραπεία αντικατάστασης (HRT) και η φυσική δραστηριότητα σε τακτά χρονικά διαστήματα, που περιλαμβάνει κυρίως βαρομεταφέρουσες ασκήσεις (Borer et al. 2007), όπως το τελευταίο θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο (Βλέπε Κεφ.3) Οι εξωγενείς παράγοντες που αναφέρθηκαν μπορούν να προλάβουν ή να καθυστερήσουν την οστεοπόρωση μέσω της μείωσης του ρυθμού της απώλειας της οστικής πυκνότητας και βελτιώνοντας την οστική μεταλλική πυκνότητα των ατόμων αυτών (Jeihouni et al.2015).

1.1.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Οι παράγοντες κινδύνου για την οστεοπόρωση σχετίζονται με την έλλειψη οιστρογόνων ή με άλλους παράγοντες που επηρεάζουν τον μεταβολισμό των οστών (Borer et al.2007). Στους άλλους παράγοντες συμπεριλαμβάνεται το φύλο, η ηλικία, η καυκάσια, ασιατική φυλή, η ύπαρξη οικογενειακού ιστορικού οστεοπόρωσης, το χαμηλό σωματικό βάρος σε σχέση με το ύψος, η πρώιμη εμμηνόπαυση, η παρατεταμένη προεμμηνοπαυσιακή αμηνόρροια, τα χαμηλά επίπεδα τεστοστερόνης στους άνδρες, η μειωμένη φυσική δραστηριότητα, το κάπνισμα, το αλκοόλ, η χαμηλή λήψη ασβεστίου και η χρόνια λήψη φαρμάκων όπως είναι τα γλυκοκορτικοειδή και τα αντιπαροξυσμικά (Dustine et al.2005).

Επιπλέον, η διατροφή και η φυσική δραστηριότητα μπορούν να αλλάξουν τον ρυθμό απώλειας της μάζας των οστών (Dustine et al.2005, Borer et al.2007).

1.1.2 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ - ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

Η μείωση της μάζας, της δομής και της αντοχής του οστού που παρατηρούνται στην οστεοπόρωση, συμβάλλουν σε πολλαπλές αρνητικές συνέπειες για την υγεία, συμπεριλαμβανομένου του αυξημένου κινδύνου πτώσεων, καταγμάτων και αδυναμιών (Shanb et al.2014). Ειδικότερα, η πιο κοινή συνέπεια της οστεοπόρωσης είναι τα σπονδυλικά κατάγματα (Bergland et al.2010). Σε μία γυναίκα ηλικίας 50 ετών υπάρχει κίνδυνος να εμφανιστεί στη ζωή της σπονδυλικό κάταγμα σε ποσοστό 15,6%. Εξαιτίας αυτών προκαλούνται συμπτώματα όπως πόνος στην πλάτη, διαταραχές του ύπνου, περιορισμοί στην φυσική λειτουργία, ψυχοκοινωνικός περιορισμός, κατάθλιψη, μειωμένη ποιότητα ζωής και δυσκολία στην εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων (Papaioannou et al.2003). Έτσι λοιπόν το άτομο οδηγείται σε απώλεια της ανεξαρτησίας του, αναπηρία, αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα και αυξάνει τα έξοδα της υγειονομικής φροντίδας (Daly et al.2017).

Η χαμηλή οστική μάζα, οι ορμονικοί παράγοντες, η χαμηλή φυσική δραστηριότητα, το κάπνισμα, οι κακές διατροφικές συνήθειες και 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 της θνησιμότητας του ηλικιωμένου πληθυσμού (Lane et al. 2006).

1.1.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

1.1.3.1 Οστεοπόρωση τύπου I

Η οστεοπόρωση τύπου I, αφορά τις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και προσβάλλει το 40% των γυναικών άνω των 50 ετών (Hall et al.2003). Τα πρώτα 15 χρόνια μετά την εμμηνόπαυση συμβαίνουν τα περισσότερα οστεοπορωτικά κατάγματα, με μεγαλύτερη προσβολή των σπογγωδών οστών. Αυτό έχει ως συνέπεια συχνότερη εμφάνιση να έχουν τα κατάγματα του αυχένα του μηριαίου, των σπονδυλικών σωμάτων και της πηχεοκαρπικής άρθρωσης (Dustine et al.2005). Αποτέλεσμα των σπονδυλικών καταγμάτων είναι η πρόκληση πόνου στην πλάτη και μείωση του σωματικού ύψους. Τα συμπιεστικά κατάγματα προκαλούν σφηνοειδές σχήμα στα σπονδυλικά σώματα, προδιαθέτοντας την θωρακική κύφωση (Hall et al.2003).

Στην Ελλάδα, περίπου 400.000 γυναίκες άνω των 50 ετών εμφανίζουν παραμορφώσεις στην σπονδυλική τους στήλη, αυξάνοντας σημαντικά τα ποσοστά θνησιμότητας (Λυρίτης, 2012).

1.1.3.2 Οστεοπόρωση τύπου II

Οστεοπόρωση τύπου II ή αλλιώς γεροντική, σχετίζεται με την ηλικία και εμφανίζεται συχνότερα στις γυναίκες συγκριτικά με τους άνδρες. Τα κατάγματα που προκαλούνται από την οστεοπόρωση σχετίζονται με την θνησιμότητα στην Τρίτη ηλικία (Hall et al.2003, Λυρίτης, 2012).

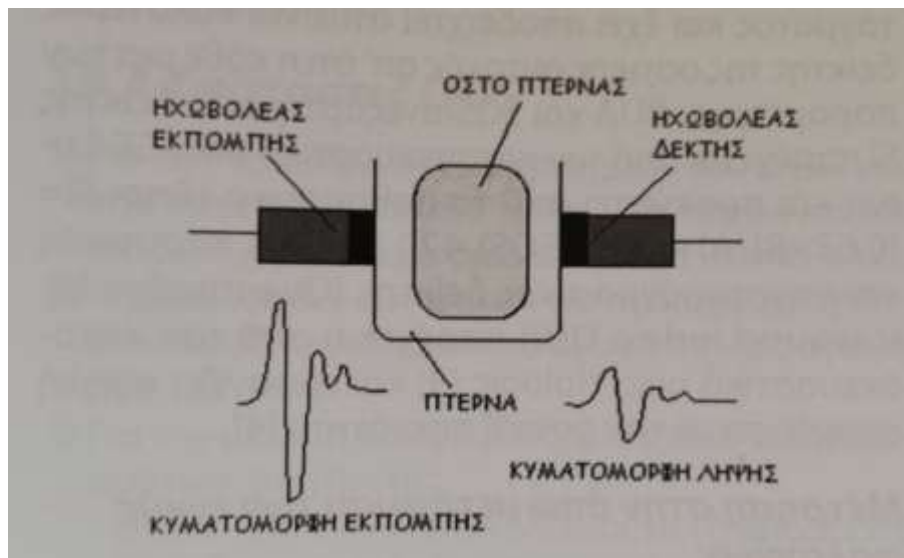
1.1.3.3 Δευτεροπαθής οστεοπόρωση

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 et al. 2013). Τον κίνδυνο δευτεροπαθούς οστεοπόρωσης αυξάνει το ιστορικό των καταγμάτων, η θεραπεία με στεροειδή, το κάπνισμα, η υπερβολική κατανάλωση αλκοολ και ο σακχαρώδης διαβήτης (Seki et al.2017).

1.1.4 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

Επειδή η έγκαιρη αναγνώριση των ατόμων που κινδυνεύουν από οστεοπόρωση και κατάγματα μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη της οστεοπόρωσης, έχουν προταθεί κατά καιρούς ποικίλα διαγνωστικά εργαλεία

(Espallargues et al.2001). Ένα από τα διαγνωστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι η μέτρηση της οστικής πυκνότητας η οποία αποτελεί μια καλή διαγνωστική τεχνική, με καλή ορθότητα και ακρίβεια στον εντοπισμό της χαμηλής οστικής μάζας (Espallargues et al.2001). Η μέθοδος της απορροφησιομετρίας διπλοενεργειακής δέσμης ακτίνων Χ (Dual-energy X-Ray Absorptiometry, DXA), θεωρείται παγκοσμίως η μέθοδος εκλογής για την μέτρηση της οστικής πυκνότητας και κατατάσσεται με τη μέθοδο της ογκομετρικής ποσοτικής υπολογιστικής τομογραφίας (Volumetric Quantitative Computed Tomography, vQCT) στις πρωτεύουσες μεθόδους (Λυρίτης,2013). Η μέθοδος της ποσοτικής υπερηχοτομογραφίας χρησιμοποιείται τις τελευταίες δεκαετίες για τον έλεγχο της οστεοπόρωσης, στηριζόμενη στην αρχή της παραγωγής (λειτουργία ως πομπού) και της ανίχνευσης (λειτουργία ως δέκτη) δέσμης υπερήχων, μέσω μετατροπένων ενέργειας υψηλής διακριτικής ικανότητας που ονομάζονται ηχωβολείς (transducers) (Εικόνα 2) (Λυρίτης,2013).



Εικόνα 2: Σχηματική παράσταση της αρχής της παραγωγής και της ανίχνευσης δέσμης υπερήχων με την μέθοδο QUS (μέτρηση στο οπίσθιο τμήμα της πτέρνας (Λυρίτης,2013).

Μία ακόμη μέθοδος για την διάγνωση της οστεοπόρωσης είναι η μέθοδος της ογκομετρικής ποσοτικής υπολογιστικής τομογραφίας (volumetric Quantitative Computed Tomography, vQCT). Πρόκειται για τροποποιημένη μέθοδο Υπολογιστικής Τομογραφίας, η οποία χρησιμοποιεί μονάδες Hounsfield/HU για τον υπολογισμό της ολικής οστικής πυκνότητας. Οι μετρήσεις γίνονται κυρίως στην σπονδυλική στήλη και στον αυχένα του μηριαίου οστού (Λυρίτης,2013).

Ακόμη μία διαγνωστική μέθοδος της οστεοπόρωσης είναι η μέθοδος περιφερικής ποσοτικής υπολογιστικής τομογραφίας. Πρόκειται για έναν μικρό, φορητό αξονικό τομογράφο (μονής τομής ή πολυτομικό) για αποκλειστική χρήση στο αντιβράχιο ή στην κνήμη που διαχωρίζει και μετρά ανεξάρτητα το σπογγώδες από το φλοιώδες οστό, προσδιορίζοντας ταυτόχρονα και τις γεωμετρικές παραμέτρους του οστού. Οι μετρήσεις αφορούν την ογκομετρική ποσότητα της οστικής μάζας και τη μέτρηση της μέσης τιμής οστικής πυκνότητας στο άπω τμήμα της κερκίδας και της κνήμης (Λυρίτης.2013).

Επιπρόσθετα χρησιμοποιείται ο μαγνητικός συντονισμός (MRI) που δεν παρέχει άμεσες πληροφορίες για την πυκνότητα του οστού, αλλά έχει τη δυνατότητα της ανάδειξης του σπογγώδους οστού και των οστεοδοκίδων, εκμεταλλευόμενος ως υπόστρωμα εικόνας το υψηλό σήμα του μυελού των οστών (Λυρίτης.2013). Επιπλέον χρησιμοποιούνται οι δείκτες οστικού μεταβολισμού όπως είναι η αλκαλική φασφατάση και η οστεοκαλσίνη. Τέλος, χρησιμοποιείται η οστική βιοψία για την διάγνωση ορισμένων μεταβολικών παθήσεων των οστών (Λυρίτης.2013).

Αφού διαπιστωθεί η ύπαρξη οστεοπόρωσης αρχίζει η θεραπεία της. Καθώς δεν υπάρχει διαθέσιμη θεραπεία που να αντιμετωπίζει πλήρως την οστεοπόρωση, χρησιμοποιούνται φάρμακα τα οποία βοηθούν τα άτομα με οστεοπόρωση επιβραδύνοντας τις αρνητικές επιπτώσεις της επιδείνωσης των οστών (Senderovich et al.2018). Οι φαρμακευτικές θεραπείες ποικίλουν με τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα φάρμακα να είναι τα διφωσφονικά αν και εμφανίζουν παρενέργειες όπως είναι καούρες και διαταραχές στο στομάχι (Senderovich et al.2018). Τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες αναφέρουν κρίση στην θεραπεία της οστεοπόρωσης καθώς τόσο η συνταγογράφηση όσο και η προσκόλληση στα φαρμακοθεραπευτικά καθεστώτα έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια, που μπορεί να συμβαίνει λόγω της αυξημένης γνώσης των σοβαρών, αλλά σπάνιων, παρενεργειών των φαρμάκων πρώτης γραμμής, τα διφωσφονικά (McMillan et al.2017).

Μια λιγότερο συχνή θεραπεία είναι η θεραπεία ορμονικής αποκατάστασης (HRT), αλλά εμφανίζει και αυτή παρενέργειες όπως είναι ο κίνδυνος χολολιθίασης και η αύξηση του κινδύνου καρδιακής προσβολής, εγκεφαλικών και

συγκεκριμένων τύπων καρκίνων. Χρησιμοποιείται για να αυξήσει τον ανασχηματισμό των οστών σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Σε συνδυασμό με την άσκηση έχει βρεθεί πως έχει καλύτερα αποτελέσματα από την κάθε μέθοδο μεμονωμένα (von Heideken et al.2002). Για την πρόληψη της οστικής απώλειας σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση χρησιμοποιείται και η Ραλοξιφαίνη, ένας εκλεκτικός ρυθμιστής των οιστρογονικών υποδοχέων (SERM), που δεν εμφανίζει αρνητικές παρενέργειες όπως το HRT, δηλαδή αύξηση του καρκίνου του στήθους. Υπάρχει συνεπώς η ανάγκη για μη φαρμακευτική θεραπεία και πρόληψη της οστεοπόρωσης (von Heideken et al.2002).

Η αποτελεσματικότητα της βιταμίνης D και του ασβεστίου για την πρόληψη των οστεοπορωτικών καταγμάτων είναι αμφιλεγόμενη. Σε έρευνα που διεξήχθη από το Women's Health Initiative (WHI) και στην οποία συμμετείχαν περισσότερες από 36.000 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, το ασβέστιο σε συνδυασμό με την βιταμίνη D δεν είχε σημαντικό αποτέλεσμα στα κατάγματα (Black et al.2018).

Ένα άλλο φάρμακο που χρησιμοποιείται περισσότερο από τα υπόλοιπα για την θεραπεία της οστεοπόρωσης και έχει την δυνατότητα να αναχαιτίσει την οστική απώλεια είναι το αλενδρονικό οξύ. Έρευνες έχουν αποδείξει πως μετά την λήψη του αλενδρονικού οξέος διάρκειας 2 με 3 ετών σε γυναίκες με οστεοπόρωση, αυξήθηκε η οστική μάζα της σπονδυλικής στήλης και του ισχίου κατά 4%-6% με ταυτόχρονη μείωση του κινδύνου καταγμάτων κατά 20 % με 50%. Είναι επίσης ικανό να προλάβει την οστική απώλεια σε νεότερες γυναίκες στην εμμηνόπαυση που εμφανίζουν κίνδυνο εμφάνισης οστεοπόρωσης (Uusi-Rasi et al.2003).

Συνεπώς, η φαρμακευτική θεραπεία όταν χρησιμοποιείται μεμονωμένα δεν είναι επαρκής για την ολοκληρωμένη διαχείριση της οστεοπόρωσης. Κρίνεται λοιπόν αναγκαίος ο συνδυασμός της με μη φαρμακευτική θεραπεία για την επιτυχημένη θεραπεία της οστεοπενίας και της οστεοπόρωσης (Sinaki et al.2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ ΚΑΙ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ

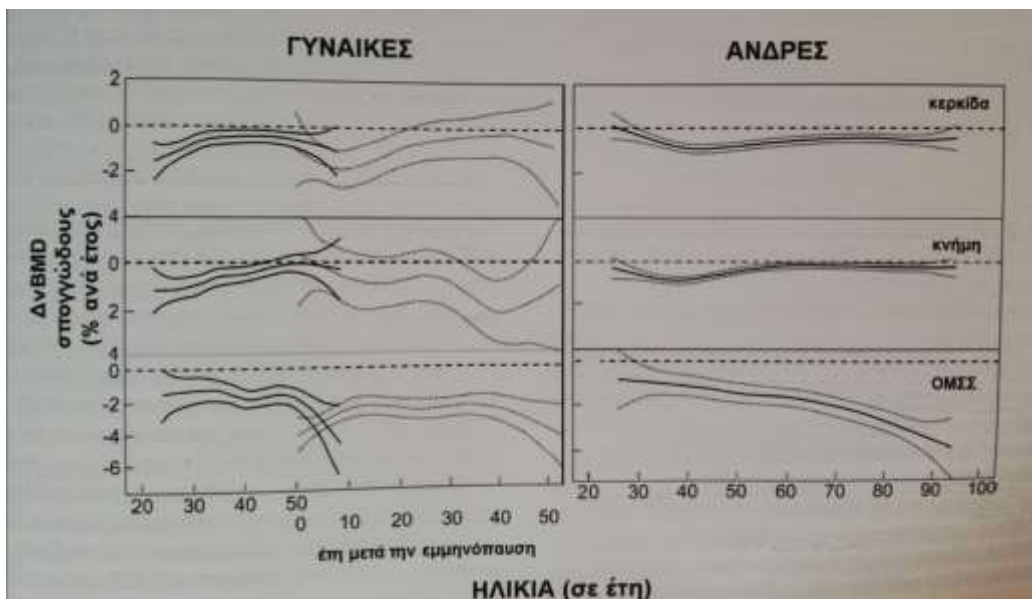
Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μεταξύ άλλων, παράγοντες επηρεασμού των φυσιολογικών ιδιοτήτων των οστών είναι και οι ορμονικοί. Τέτοιοι παράγοντες είναι εμφανείς στην εμμηνόπαυση, η οποία ορίζεται ως η διακοπή της έμμηνου ρύσεως για περισσότερο από 12 μήνες, γι' αυτό και η εμμηνόπαυση είναι στενά συνδεδεμένη με την οστεοπόρωση.

Το ηλικιακό διάστημα στο οποίο οι γυναίκες εισέρχονται στην εμμηνόπαυση είναι 49 με 52 έτη. Υπολογίζεται ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής 6000 γυναίκες φθάνουν στην εμμηνόπαυση κάθε μέρα και καθώς έχει αυξηθεί το προσδόκιμο ζωής, υπολογίζεται ότι θα περάσουν περίπου το 40% των ζώων τους στο μεταεμμηνόπαυσιακό στάδιο (Takahashi et al.2015). Για την θεραπεία των αγγειοκινητικών συμπτωμάτων της εμμηνόπαυσης χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια, τα οιστρογόνα. Η θεραπεία οιστρογόνων και προγεστερόνης, μειώνει τον κίνδυνο οστεοπόρωσης αλλά αυξάνει τον κίνδυνο εγκεφαλικών, φλεβικής θρόμβωσης, ασθένεια της χοληδόχου κύστης και ακράτειας (Takahashi et al.2015).

Στα αρχικά στάδια μετά την εμμηνόπαυση εμφανίζεται κίνδυνος απώλειας μυϊκής δύναμης και οστικής μάζας στις γυναίκες (Garcia et al.2017). Οι γυναίκες παρουσιάζουν μείωση της μυϊκής μάζας κατά 0,6% ετησίως μετά την εμμηνόπαυση. Παρόλα αυτά, οι μειώσεις στη μυϊκή μάζα εξαρτώνται όχι μόνο από την ηλικία και την κατάσταση της εμμηνόπαυσης αλλά και από άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την απώλεια αυτή, όπως η χαμηλή σωματική δραστηριότητα, τα αποτελέσματα των φλεγμονών και η δύναμη των κάτω άκρων (Marin-Carcales et al.2017). Η απώλεια της οστικής μάζας, από την άλλη πλευρά, επιταχύνεται κατά τη διάρκεια της εμμηνόπαυσης και μετά από αυτήν. Ίσως υπάρχει μία συσχέτιση μεταξύ της μείωσης της μυϊκής δύναμης και της οστικής μάζας που παρατηρείται, καθώς οι απώλειες στη μυϊκή δύναμη που σχετίζονται με την ηλικία προηγούνται των απωλειών στα οστά και οι μειωμένες μυϊκές δυνάμεις που προκύπτουν και εφαρμόζονται στο οστό προκαλούν μια απάντηση αχρηστίας στο οστό. Έτσι

λοιπόν, ευνοείται η ανάπτυξη χρόνιων παθήσεων όπως είναι η οστεοπενία και η οστεοπόρωση (Garcia et al.2017). Το μοντέλο αυτό υποστηρίζει πως οι παρεμβάσεις με μηχανικά φορτία που αυξάνουν την μυϊκή δύναμη ίσως να προλάβουν την οστική απώλεια (Boger et al.2007). Επιπλέον, κατά την πρώτη φάση της εμμηνόπαυσης, παρατηρείται μείωση της απορρόφησης του ασβεστίου (Bemben et al.2000).

Σχετικά με την κορυφαία οστική μάζα, θεωρείται πως επιτυγχάνεται στο τέλος της τρίτης δεκαετίας της ζωής του ατόμου, επομένως μεγαλύτερη αύξηση επιτυγχάνεται σε αυτή την ηλικιακή περίοδο. Η κατάσταση της εμμηνόρροιας έχει μεγάλη επιρροή στην απάντηση που έχουν τα οστά στην άσκηση (Guadalupe-Grau et al. 2009). Μετά την επίτευξη της κορυφαίας οστικής μάζας, έχει βρεθεί και στα δύο φύλα μια προοδευτική εξαρτώμενη από την ηλικία απώλεια της οστικής μάζας. Στο σπογγώδες οστό η απώλεια της ογκομετρικής οστικής πυκνότητας ξεκινά από πολύ νωρίς κατά την τρίτη και την τέταρτη δεκαετία της ζωής (Εικόνα 3) (Λυρίτης.2013).

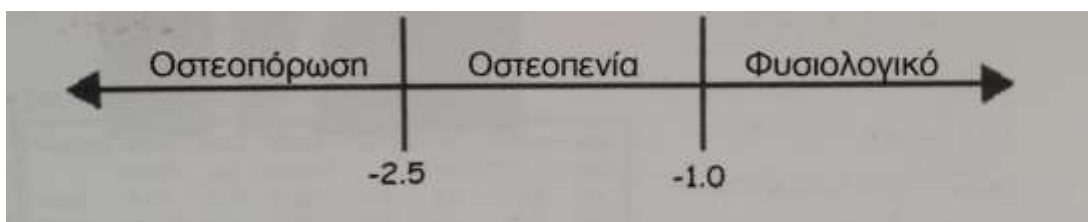


Εικόνα 3: Ηλικιοεξαρτώμενες μεταβολές στην οστική πυκνότητα του σπογγώδους οστού στο άνω πέρας της κερκίδας και της κνήμης σε γυναίκες και άνδρες (Λυρίτης.2013).

Η απώλεια της οστικής πυκνότητας του σπογγώδους οστού στα κεντρικά σημεία του σκελετού (ΟΜΣΣ, αυχένα του μηριαίου) είναι στις γυναίκες 55%, ενώ στα περιφερικά σημεία (κερκίδα, κνήμη) είναι 24%. Στα πρώτα

μετεμμηνοπαυσιακά χρόνια η απώλεια της οστικής πυκνότητας του σπογγώδους οστού είναι ταχύτερη στις γυναίκες. Πριν την ηλικία των 50 ετών οι γυναίκες χάνουν το 37% της συνολικής απώλειας της οστικής πυκνότητας του σπογγώδους οστού (Λυρίτης.2013). Η εμμηνόπαυση προκαλεί μεγάλη αύξηση του ρυθμού της οστικής απώλειας που είναι ιδιαίτερα εμφανής στο σπογγώδες οστό της ΟΜΣΣ (Λυρίτης.2013). Μετά την εμμηνόπαυση, ο κύκλος σχηματισμού του οστού και της επαναρρόφησης του, υποβάλλονται σε μια διαδικασία «αποσύνδεσης», η οποία οδηγεί σε αύξηση της οστεοκλαστικής απορροφητικής δράσης και, με τη σειρά της, σε καθαρή απώλεια της οστικής μάζας (Marin-Carcales et al.2017).

Ως σημείο αναφοράς για την κατάταξη του ατόμου σε φυσιολογικό, οστεοπενικό ή οστεοπορωτικό χρησιμοποιείται το T-score. Ως T-score ορίζεται η μέση τιμή οστικής πυκνότητας στην υπό εξέταση περιοχή, σε υγιές νεαρό άτομο 20 έως 30 ετών, του ίδιου φύλου, φυλής και λοιπών χαρακτηριστικών με αυτά του εξεταζόμενου (Λυρίτης.2013). Συγκεκριμένα, οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και άνδρες ηλικίας μεγαλύτερης των 50 ετών, έχουν φυσιολογικές τιμές όταν το T-score έως -1 σταθερή απόκλιση κάτω από αυτή των νεαρών ατόμων αναφοράς. Θεωρούνται οστεοπενικοί με τιμές T-score από -1 έως -2,5 σταθερές αποκλίσεις κάτω από αυτή των νεαρών ατόμων αναφοράς, οστεοπορωτικοί με τιμές T-score μικρότερες των -2,5 σταθερών αποκλίσεων κάτω από αυτή των νεαρών ατόμων αναφοράς και με εγκατεστημένη οστεοπόρωση θεωρούνται όταν οι τιμές T-score είναι μικρότερες των -2,5 σταθερών αποκλίσεων κάτω από αυτή των νεαρών ατόμων αναφοράς και συνύπαρξη ενός ή περισσότερων οστεοπορωτικών καταγμάτων (Εικόνα 4) (Λυρίτης.2013).



Εικόνα 4: Γραφική παράσταση των διαγνωστικών κριτηρίων του WHO που χρησιμοποιεί το T-score (βασιζόμενο στις τιμές BMD) και ισχύουν για μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και άνδρες άνω των 50 ετών (Λυρίτης.2013).

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε αστικές περιοχές έχει βρεθεί πως οι γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση χαρακτηρίζονται από χαμηλή φυσική

δραστηριότητα και καθιστική ζωή (Roghani et al.2012). Εξαιτίας της χαμηλής μηχανικής διέγερσης των οστών, παρατηρείται μια μείωση στο μυϊκό φορτίο που σχετίζεται με χαμηλή μυϊκή μάζα όπως επίσης και μειωμένη δύναμη, συντονισμό και ισορροπία (Boger et al.2007). Η μείωση της δύναμης και η αύξηση της οστικής ευθραυστότητας που παρατηρείται, αυξάνει τον κίνδυνο των οστικών καταγμάτων (Gusi et al.2006). Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η αύξηση της δραστηριότητας των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών προκειμένου να αυξηθεί η οστική μάζα, το μηχανικό φορτίο και η μυϊκή δύναμη, ελαττώνοντας με τον τρόπο αυτό τον κίνδυνο των καταγμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ

Προκειμένου να αυξηθεί η οστική μάζα πρέπει ο θεραπευτής που θα χορηγήσει την άσκηση να λάβει υπόψη του κάποιους παράγοντες που αναλύονται στην συνέχεια. Στην προεφηβική περίοδο και στους νέους ενήλικες, οι διαφορές μεταξύ των φύλων δεν είναι πολύ σημαντικές. Αντιθέτως, στην μέση ηλικία και στους ηλικιωμένους, οι γυναίκες χρειάζονται προπόνηση σε μεγαλύτερη ένταση συγκριτικά με τους άνδρες προκειμένου να αυξήσουν την οστική τους μάζα (Guadalupe-Grau et al.2009). Επιπλέον, καθώς η οστική προσαρμογή είναι περιορισμένη σε περιοχές φόρτισης, προτείνεται η επιλογή ασκήσεων συγκεκριμένα για τις περιοχές αυτές. Τέτοιες περιοχές φόρτισης είναι η οσφυϊκή και η θωρακική μοίρα της σπονδυλικής στήλης, όλο το ισχίο και συγκεκριμένα ο μείζων τροχαντήρας και ο αυχένας του μηριαίου (Guadalupe-Grau et al.2009).

Σχετικά με την ένταση της άσκησης, έχει βρεθεί πως θετικά αποτελέσματα στην οστική μάζα επιτυγχάνουν εντάσεις στο 70-90% της μέγιστης επανάληψης, με προοδευτική αύξηση από χαμηλές σε υψηλότερες εντάσεις (Guadalupe-Grau et al.2009). Όσον αφορά την συχνότητα, θετικά είναι τα αποτελέσματα για την οστική μάζα σε μελέτες με συχνότητα άσκησης 2-3 φορές την εβδομάδα. Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις έχουν δείξει βελτίωση σε συχνότητα 30-60 λεπτά την συνεδρία, 3 με 5 φορές ή σε καθημερινή βάση ανάλογα με την αντοχή του ασθενούς (Guadalupe-Grau et al.2009). Επιπλέον, η ένταση στις ασκήσεις άρσεις βαρών προτείνεται να είναι κοντά στην μέγιστη επανάληψη που μπορεί να πραγματοποιηθεί με το εκάστοτε φορτίο και να μπορεί ο ασκούμενος να ολοκληρώσει 2-3 σετ με 1-3 λεπτά χαλάρωση. Στις ασκήσεις υψηλής φόρτισης, δεν υπάρχει ομοφωνία σχετικά με την ένταση των ασκήσεων. Τέλος, η ταχύτητα κίνησης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, με προοδευτική αύξηση από μέτρια σε μέγιστη αρκεί οι ασκούμενοι να εκτελούν με ασφάλεια τις ασκήσεις (Guadalupe-Grau et al.2009).

Η οστική πυκνότητα μπορεί να αυξηθεί ή τουλάχιστον να μετριαστεί η απώλεια της οστικής μάζας στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, με την χρήση

βαρομεταφέρουσων ασκήσεων. Τα οστεογενετικά αποτελέσματα είναι σε συγκεκριμένες οστικές περιοχές και μπορούν να επιτευχθούν μόνο με φορτία υψηλής έντασης (>70% της RM), τρεις με τέσσερις συνεδρίες την εβδομάδα και 2-3 σετ ανά συνεδρία, με μεγαλύτερα αποτελέσματα σε εφαρμογή του προγράμματος για τουλάχιστον ένα χρόνο ή για περισσότερο (Guadalupe-Grau et al. 2009).

Οι φυσικές δραστηριότητες, όπως προκύπτει από την βιβλιογραφία, μπορούν να καθυστερήσουν την οστική απώλεια που συμβαίνει μετά την εμμηνόπαυση, χωρίς όμως να είναι ξεκάθαρο αν η φυσική άσκηση μόνη της μπορεί να αυξήσει την οστική μάζα και δεν είναι γνωστό ποιο είδος άσκησης είναι βέλτιστο στο να μειώσει ή να αντιστρέψει την οστική απώλεια (von Heideken et al. 2002). Οι ασκήσεις με βαρύ φορτίο και λίγες επαναλήψεις έχουν ως αποτέλεσμα υψηλούς ρυθμούς καταπόνησης, οι οποίοι μπορούν να βελτιώσουν την αύξηση της οστικής πυκνότητας (Balsamo et al.2013). Μελέτες σε ζώα αποδεικνύουν πως προγράμματα ασκήσεων που περιελάμβαναν τρέξιμο, κολύμβηση, άλματα, αναρρίχηση και ασκήσεις αντίστασης, προκάλεσαν οστεογόνο αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι συγκεκριμένο και εξαρτώμενο από τον τύπο της άσκησης και του φορτίου που ασκείται στα οστά (Marquez et al.2011).

3.1 ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

Όπως είναι γνωστό, η άσκηση βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες του οστού, αλλάζοντας την σύστασή του (Shanb et al.2014). Αναλυτικότερα, οι βασικές μηχανικές ιδιότητες των οστών είναι η δύναμη και η αντοχή, οι οποίες επηρεάζονται από το μέγεθος, το σχήμα και την εγκάρσια διάμετρο του οστού (Πουλμένης. 2007).

Σε περιπτώσεις που το άτομο έχει μειωμένη κινητική λειτουργία ή καθήλωση στο κρεβάτι, δέχεται μειωμένες φορτίσεις με αποτέλεσμα να έχει απώλεια οστικής μάζας, δύναμης και αντοχής (Πουλμένης. 2007). Συνεπώς, προκειμένου να βελτιωθεί η μειωμένη οστική μάζα που παρατηρείται στους

ασθενείς με οστεοπόρωση, θα πρέπει να αυξηθούν οι φορτίσεις που δέχονται τα οστά. Οπότε κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή βαρομεταφέρουσας άσκησης στον οστεοπορωτικό ή οστεοπενικό πληθυσμό (Πουλμένης. 2007). Επιπρόσθετα, όταν το οστό δέχεται φόρτιση, η μηχανική παραμόρφωση που υφίσταται μπορεί να αναλυθεί μέσω των παρακάτω 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 (Πουλμένης. 2007). 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 (Πουλμένης. 2007).

Είναι εμφανές πως η ανταπόκριση του οστού στην άσκηση εξαρτάται από το μηχανικό φορτίο που του ασκείται. Οι πιο οστεογενείς δραστηριότητες είναι αυτές που προκαλούν υψηλού μεγέθους πίεση με υψηλό ρυθμό ή συχνότητα στο οστό. Συνεπώς η απάντηση επιτυγχάνεται με φορτίο υψηλής έντασης, όπως αυτό που προκαλείται από τις βαρομεταφέρουσες ασκήσεις και την άσκηση προοδευτικής αντίστασης ή την δυναμική προπόνηση (Moreira et al.2014, Watson et al.2015).

Στην αρθρογραφία παρατηρείται ομοφωνία σχετικά με τα οφέλη που εμφανίζει η άσκηση στα οστά (Bergstrom et al.2008, Sinaki et al.2010, Shanb et al.2014, Papaioannou et al.2003, Roghani et al.2012). Συγκεκριμένα, σε περίπτωση που μειωθεί δραστικά η φυσική δραστηριότητα, μειώνεται ουσιαστικά και ραγδαία η οστική πυκνότητα και η οστική δύναμη όπως προκύπτει από έρευνες σε τετραπληγικούς ασθενείς και αστροναύτες που πέρασαν μήνες σε μηδενική βαρύτητα (Bergstrom et al.2008). Στον αντίποδα, σε εκτέλεση φυσικής δραστηριότητας παρατηρείται αύξηση της οστικής πυκνότητας, μείωση του κινδύνου των καταγμάτων και των πτώσεων (Bergstrom et al.2008), βελτίωση της αξονικής σταθερότητας μέσω της βελτίωσης της μυϊκής δύναμης και μείωση των παραμορφώσεων που σχετίζονται με την ακινησία (Sinaki et al.2010). Επίσης η φυσική δραστηριότητα έχει θετική επίδραση στα αναπτυσσόμενα οστά κατά την παιδική ηλικία, εφηβεία και ενήλικη ζωή, ιδιαίτερα για την αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης σε ηλικιωμένους (Shanb et al.2014). Στους ηλικιωμένους

συγκεκριμένα, η ενδυνάμωση των αξονικών μυών μπορεί να βελτιώσει την κινητικότητά τους καθώς επίσης να μειώσει την κύφωση και τον κίνδυνο σπονδυλικών καταγμάτων (Sinaki et al.2010). Ακόμη και όταν η άσκηση δεν αυξάνει την οστική μάζα, μπορεί να είναι ωφέλιμη βελτιώνοντας την αστάθεια και μειώνοντας τον κίνδυνο των πτώσεων και των επικείμενων καταγμάτων. Επιπλέον η άσκηση βελτιώνει την ποιότητα ζωής, αυξάνει την καρδιαγγειακή υγεία, μειώνει το σωματικό βάρος, βελτιώνει τον σακχαρώδη διαβήτη, την υπερλιπιδαιμία, την κατάθλιψη, συμβάλλει στην διαχείριση του στρες, βελτιώνει την ισορροπία και μειώνει τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (Papaioannou et al.2003, Sinaki et al.2010, Roghani et al.2012). Επιπλέον, η άσκηση χρησιμοποιείται και προτείνεται για την αποκατάσταση των καταγμάτων (Papaioannou et al.2003). Από τα σημαντικότερα οφέλη της άσκησης είναι το γεγονός ότι δεν εμφανίζει τις παρενέργειες που εμφανίζονται με την χρήση των φαρμάκων (Roghani et al.2012).

3.2 ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις είναι αεροβικές ασκήσεις μεταφοράς βάρους. Σύμφωνα με τον νόμο του Νεύτωνα, κάθε φορά που ένα σώμα ασκεί μία δύναμη σε ένα άλλο σώμα, το σώμα που ασκεί την δύναμη υφίσταται μια δύναμη αντίδρασης. Για παράδειγμα, στο περπάτημα, το πόδι ασκεί μία δύναμη στο έδαφος και το έδαφος ασκεί μια αντίθετη δύναμη στο πόδι, η οποία είναι ίση με την ασκούμενη δύναμη και αντίθετη σε κατεύθυνση (Λυρίτης.2013). Η φόρτιση σχετίζεται με την ποσότητα των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους (Newstead et al.2004) και χωρίζεται σε υψηλή και χαμηλή φόρτιση, όπου υψηλή είναι όταν ασκείται υψηλή δύναμη στο έδαφος και η δύναμη αντίδρασης του εδάφους είναι εξίσου υψηλή, ενώ χαμηλή όταν ασκείται χαμηλή δύναμη στο έδαφος και όπως είναι λογικό σύμφωνα με τον νόμο του Νεύτωνα, η δύναμη αντίδρασης του εδάφους είναι επίσης χαμηλή (Newstead et al.2004).

Είναι γνωστό πως το μηχανικό φορτίο, αποτελεί ένα από τα καλύτερα ερεθίσματα για την ενίσχυση της οστικής μάζας και των δομικών σκελετικών προσαρμογών (Karisson et al. 2012) και το υψηλότερο μηχανικό φορτίο που παράγεται στα οστά, προκαλείται από τις βαρομεταφέρουσες ασκήσεις (Shanb et al.2014).

Στις βαρομεταφέρουσες ασκήσεις, συμπεριλαμβάνονται δραστηριότητες στις οποίες τα χέρια, τα πέλματα και τα πόδια δέχονται το βάρος του σώματος, όπως είναι η βάδιση, το ανέβασμα σκαλοπατιών, η πετοσφαίριση, η αντισφαίριση και παρόμοια αθλήματα, το Tai chi και ο χορός (Benedetti et al.2018).

Οι Howe et al.2011, ταξινομούν τις βαρομεταφέρουσες δραστηριότητες σε τρεις κατηγορίες. Στην στατική φόρτιση, που περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως είναι η μονοποδική στήριξη, στη δυναμική φόρτιση χαμηλής ισχύς, που περιλαμβάνει δραστηριότητες όπου το ένα πόδι χάνει την επαφή με το έδαφος, όπως η βάδιση και το Tai Chi και τέλος στη δυναμική φόρτιση υψηλής ισχύς, όπου σε αυτήν ανήκουν δραστηριότητες στις οποίες και τα δύο πόδια χάνουν την επαφή με το έδαφος ταυτόχρονα, όπως το τζόκινγκ, τα άλματα, το τρέξιμο και ο χορός. Κατά τη διάρκεια της βάδισης κάθε βήμα ασκεί φορτίο στον αξονικό σκελετό ίσο με το σωματικό βάρος. Στο τζόκινγκ τα μεγέθη αυξάνουν 3-4 φορές και κατά τα άλματα 5 φορές (Λυρίτης.2013).

Αρκετές είναι οι μελέτες που υποστηρίζουν την χρήση βαρομεταφέρουσας άσκησης στην οστεοπόρωση καθώς μπορεί να βελτιώσει την φυσική κατάσταση και την ποιότητα ζωής των γυναικών μετά την εμμηνόπαυση (Roghani et al.2012, Chan et al.2018). Παράλληλα, σύμφωνα με τους Newstead et al.2004, η δυναμική φόρτιση είναι σημαντική για την πρόληψη και την θεραπεία της οστεοπόρωσης και την ανάπτυξη των οστών.

Απαιτείται μόνο μικρός αριθμός κύκλων φόρτισης για να προσαρμοστεί το οστό (Bemben et al.2000). Σε περίπτωση που τα οστά δέχονται μειωμένη φόρτιση, μειώνεται η οστική μάζα, η οστική αντοχή και η μυϊκή δύναμη (Multanen et al.2017). Αντιθέτως, με την εφαρμογή συνεχούς φόρτισης, δίνεται η δυνατότητα στα οστά να αποκαταστήσουν πλήρως τις βλάβες που έχουν υποστεί (Λυρίτης.2013).

Ωστόσο, οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις προτείνεται να αυξάνονται προοδευτικά μέχρι την μέγιστη προσπάθεια του κάθε ατόμου και να επιλέγονται ανάλογα με την ηλικία του ατόμου που συμμετέχει, προκειμένου να αποφευχθούν οι πτώσεις (Guadalupe –Grau et al.2009).

Η **Βάδιση**, που ανήκει στις βαρομεταφέρουσες ασκήσεις, αποτελεί την πιο συχνή μορφή φυσικής δραστηριότητας στο γηραιότερο πληθυσμό, ενώ η καθημερινή βάδιση σχετίζεται με πολλά θετικά αποτελέσματα στην υγεία. Με την πάροδο της ηλικίας, η αύξηση ή διατήρηση της οστικής πυκνότητας με την χρήση της βάδισης, δεν έχει ισχυρές ερευνητικές ενδείξεις. Ωστόσο, η βάδιση αποτελεί μια δραστηριότητα που χρησιμοποιείται συχνά για την πρόληψη της οστεοπόρωσης (Sinaki et al.2010, McMillan et al.2017, Daly et al.2017, Senderovich et al.2018). Η βάδιση αρχίζει με φυσιολογικό ρυθμό, ο οποίος αυξάνεται μετά από 5 λεπτά σταδιακά σε μέτριο προς γρήγορο ρυθμό για 30 λεπτά. Δεν πρέπει να λαχανιάζει ο ασκούμενος και η ένταση να είναι ικανή να κάνει τον ασκούμενο να ιδρώσει. Προτείνεται να εκτελείται η βάδιση σε καθημερινή βάση ή 3 φορές την εβδομάδα από 30 λεπτά (Λυρίτης.2013).

Αναμφισβήτητα είναι μια δραστηριότητα χαμηλού ρίσκου τραυματισμού. Έχει βρεθεί πως μειώνει την οστική απώλεια αν και δεν προκαλεί σημαντική αύξηση της οστικής μεταλλικής πυκνότητας στα πρώτα χρόνια της εμμηνόπαυσης και έχει περιορισμένα αποτελέσματα στα οστά σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση (Gusi et al.2006). Συγκεκριμένα, 28 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Στην μία εφαρμόστηκε προπόνηση με πλατφόρμα δόνησης και στην άλλη προπόνηση με βάδιση για 8 μήνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της οστικής πυκνότητας μετά την προπόνηση στην ομάδα με την πλατφόρμα δόνησης κατά 4,3 % σε σύγκριση με την ομάδα βάδισης (Gusi et al.2006). Λόγω της χαμηλής έντασης φορτίου που προκαλεί στα οστά, θεωρείται μη αποτελεσματική ως προς αυτά και έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο πτώσης σε ηλικιωμένους (Watson et al.2015).

Από παλαιότερες έρευνες προκύπτει πως η βάδιση υψηλής έντασης διάρκειας επτά μηνών σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση οδήγησε σε αύξηση στην οστική πυκνότητα χωρίς σημαντική αλλαγή στην οστεοκαλσίνη και στην υδροξυπρολίνη (Milliken et al.2003).

Μία ακόμη βαρομεταφέρουσα δραστηριότητα χαμηλής επίδρασης, είναι το **Tai Chi Chun**. Συνήθως εκτελείται από ηλικιωμένους ανθρώπους και συμβάλλει στην διατήρηση της φυσιολογικής λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού και του ενδοκρινικού συστήματος, στην βελτίωση της μυϊκής δύναμης, της ελαστικότητας

και του νευρομυϊκού συντονισμού και στην μείωση των καταγμάτων που σχετίζονται με τις πτώσεις σε ηλικιωμένους πληθυσμούς (Chan et al.2003).

Το Tai Chi Chun, επικεντρώνεται στην στάση του σώματος και σε χαμηλής ταχύτητας κινήσεις του σώματος. Επιπλέον, βοηθά στην μείωση των φορτίων στις αρθρώσεις των κάτω άκρων, ειδικά στα δύο γόνατα και στους δύο αστραγάλους, που είναι περιοχές συχνού εκφυλισμού του ιστού και του χόνδρου. Συνδυάζει την βαθιά αναπνοή και την χαλάρωση με αργές και ήπιες ασκήσεις (Chan et al.2003). Οι ήπιες και αργές κινήσεις του σώματος που εξασκούνται σε αυτή την μορφή άσκησης συμβάλλουν επίσης στην χαλάρωση των μυών, στην ενδυνάμωση των οστών, στην εκπαίδευση της αντοχής, στη βελτίωση της ισορροπίας, της ελαστικότητας και του συντονισμού, μειώνοντας έτσι την ευαισθησία στις πτώσεις (Lirani- Galvao et al.2010). Επίσης, βελτιώνει την μυϊκή δύναμη, την ισορροπία, την στατική σταθερότητα και την ελαστικότητα του σώματος (Chan et al. 2004).

Η άσκηση Tai chi υποστηρίζεται από πρόσφατες μελέτες για την εκπαίδευση της ισορροπίας σε οστεοπορωτικούς ασθενείς. Είναι μέτριας έντασης άσκηση που χρησιμοποιείται στην αποκατάσταση και υποστηρίζει την στατική σταθερότητα και αντοχή (Alp et al.2008). Σε μελέτη διάρκειας 6 μηνών που συμμετείχαν 44 γυναίκες με οστεοπόρωση με μέσο όρο ηλικίας τα 70 έτη, βρέθηκε βελτίωση στην ομάδα Tai chi σε σύγκριση με την ομάδα που συνέχισε την καθιστική της ζωή. Η βελτίωση αφορούσε την ποιότητα ζωής και την λειτουργική ικανότητα που αξιολογήθηκε με λειτουργικές δοκιμασίες και ερωτηματολόγια (Alp et al.2008).

Σε μια άλλη μελέτη, των ερευνητών Chan et al. (2004), ζήτησαν από γυναίκες που βρίσκονταν στα αρχικά στάδια μετά την εμμηνόπαυση να πραγματοποιήσουν άσκηση με την μέθοδο Tai Chi Chun για περισσότερο από 12 μήνες. Μετά την παρέμβαση ελέγχθηκε η οστική πυκνότητα στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και του μηριαίου σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου που ακολουθούσε καθιστικό τρόπο ζωής. Τα αποτελέσματά τους ανέδειξαν την μέθοδο Tai Chi chun ωφέλιμη στην επιβράδυνση της οστικής απώλειας στα βαρομεταφέροντα οστά σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Συγκεκριμένα επιβραδύνθηκε η οστική απώλεια κατά 2,6 με 3,6% στο σπογγώδες και φλοιώδες διαμέρισμα της κνήμης.

Συγκεκριμένες μελέτες υποστηρίζουν πως οι ασκήσεις πρέπει να είναι **υψηλής φόρτισης** για να αποφευχθεί η οστική απώλεια αλλά όχι απαραίτητα υψηλής έντασης. Η ένταση σχετίζεται με την ποσότητα της σωματικής προσπάθειας, ενώ η φόρτιση σχετίζεται με την ποσότητα των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους (Newstead et al.2004). Υψηλή ένταση θεωρείται όταν είναι μεγαλύτερη ή ίση με το 70% της μέγιστης επανάληψης (Guadalupe-Grau et al.2009).

Οι ασκήσεις υψηλής φόρτισης, συμπεριλαμβανομένων των αλμάτων σε διαφορετικές κατευθύνσεις και των αλμάτων πάνω και κάτω από ύψη με εξωτερικό βάρος, αυξάνει σημαντικά την οστική πυκνότητα μέχρι και 28% στον αυχένα του μηριαίου μετά από 8 μήνες άσκησης σε γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση (von Heideken et al.2002). Η άσκηση υψηλής φόρτισης, οποιασδήποτε μορφής, αποτελεί την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μορφή άσκησης για την μείωση της επιβάρυνσης της οστεοπόρωσης σε ηλικιωμένους. Αποτελείται από δραστηριότητες, όπως άλματα στο ένα πόδι, σκοινάκι, άλματα, βήματα στο πλάι και τρέξιμο, που μπορούν να επηρεάσουν πολλούς χρήσιμους παράγοντες στην πρόληψη των καταγμάτων, όπως είναι η αύξηση στην BMD και η μείωση του κινδύνου πτώσεων λόγω βελτιώσεων στην ισορροπία και την ιδιοδεκτικότητα μαζί με οφέλη στην μυϊκή δύναμη και ενέργεια (McMillan et al.2017)

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 (Lirani-Galvao et al.2010).

Σε έρευνα των Multanen et al.2017, 80 γυναίκες που βρίσκονταν στο στάδιο μετά την εμμηνόπαυση και είχαν ήπια οστεοαρθρίτιδα γόνατος εκτέλεσαν ασκήσεις υψηλής φόρτισης για 12 μήνες. Στο τέλος μετρήθηκε η οστική πυκνότητα στον

αυχένα του μηριαίου με την μέθοδο της απορροφησιμετρίας ακτίνων Χ διπλής ενέργειας και πραγματοποιήθηκε μαγνητική τομογραφία στο γόνατο. Το συμπέρασμα της έρευνας είναι πως οι προοδευτικές ασκήσεις υψηλής φόρτισης αυξάνουν την δύναμη του αυχένα του μηριαίου, χωρίς ζημία στο χόνδρο του γόνατος. Είναι μία εφικτή μέθοδος για την πρόληψη των καταγμάτων του ισχίου σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση που ο αρθρικός τους χόνδρος μπορεί να είναι ευπαθής. Επιπλέον μειώνεται ο κίνδυνος πτώσεων αυξάνοντας την φυσική λειτουργία μαζί με την οστική πυκνότητα του αυχένα του μηριαίου σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση με ήπια οστεοαρθρίτιδα γόνατος.

Μία ακόμα έρευνα υποστηρίζει πως οι ασκήσεις υψηλής φόρτισης διάρκειας 12 μηνών σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και σε άντρες έδειξαν βελτίωση της BMD στον μείζον τροχαντήρα (Newstead et al.2004).

Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν και σε υδάτινο περιβάλλον βελτιώνοντας την νευρομυική και την λειτουργική ικανότητα και την καρδιομεταβολική υγεία και επειδή παρέχουν επιπλέον και ασφάλεια, είναι μια ιδανική πρόταση άσκησης για ηλικιωμένα άτομα με ανικανότητα (Balsamo et al.2013).

Οι Aveiro et al.2017 χώρισαν 36 γυναίκες, που βρίσκονταν μετά την εμμηνόπαυση και είχαν οστεοπόρωση, σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα εκτέλεσαν ασκήσεις εδάφους ενώ οι συμμετέχοντες της δεύτερης, βαρομεταφέρουσες ασκήσεις στο νερό. Το συμπέρασμα που διεξήγαγαν είναι πως οι ομαδικές ασκήσεις σε νερό ίσως είναι πιο αποτελεσματικές από τις ασκήσεις εδάφους στην βελτίωση του στασικού ελέγχου σε μονοποδική στήριξη σε γυναίκες με οστεοπόρωση, βελτιώνοντας την οστική πυκνότητα.

Στις δυναμικές δραστηριότητες φόρτισης υψηλής ισχύς συμπεριλαμβάνεται και η **πλατφόρμα δόνησης** η οποία φαίνεται να ενισχύει την οστική πυκνότητα και την φυσική κατάσταση σε ηλικιωμένους. Επιπλέον βελτιώνει την μυϊκή δύναμη και ενισχύει το σώμα ώστε να εξουδετερώσει την απώλεια οστικής και μυϊκής μάζας (Marin-Carcales et al.2017).

Υπάρχουν δύο είδη πλατφορμών δόνησης: Στο πρώτο είδος η πλατφόρμα ταλαντεύεται πάνω κάτω, ενώ στο δεύτερο συμβαίνουν παλινδρομικές κατακόρυφες μετατοπίσεις στην αριστερή και δεξιά πλευρά μιας βάσης, αυξάνοντας τις πλευρικές επιταχύνσεις. Κάποιες έρευνες υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητα του πρώτου είδους πλατφόρμας στην αύξηση της οστικής μεταλλικής πυκνότητας και της ισορροπίας. Αναφέρεται πως οκτώ μήνες προπόνηση με πλατφόρμα παλινδρομικών μετατοπίσεων είναι πιο αποτελεσματική από την βάδιση στην βελτίωση των δύο καθοριστικών παραγόντων των οστικών καταγμάτων που είναι η οστική πυκνότητα του ισχίου και η ισορροπία, σε γυναίκες που βρίσκονταν μετά την εμμηνόπαυση (Gusi et al.2006).

Έχει προταθεί η χρήση της σε υψηλή συχνότητα για την πρόληψη και την θεραπεία της οστεοπόρωσης. Υψηλής συχνότητας (28Hz) και χαμηλού μεγέθους (0,3 gr) άσκηση δόνησης βελτιώνει την οστική μάζα αν και δεν είναι σαφείς οι μηχανισμοί με τους οποίους η δόνηση επηρεάζει τον οστικό ιστό (Russo et al.2003).

Μέσω της πλατφόρμας δόνησης παράγεται ένα μηχανικό ερέθισμα το οποίο μεταδίδεται στο σώμα και διεγείρει τους αισθητήριους υποδοχείς, τις μυϊκές ατράκτους. Η ενεργοποίηση των αισθητήριων υποδοχέων έχει σαν αποτέλεσμα την ενεργοποίηση των α κινητικών νευρώνων για τη σύσπασση του μυός και έχει προταθεί ότι ο μηχανισμός αυτός μέσω της δόνησης είναι συγκρίσιμος με εκείνον του τονικού αντανακλαστικού δόνησης. Μέσα από την αρθρογραφία προκύπτει βελτίωση της μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων σε γυναίκες μεγαλύτερες των 50 ετών, αλλά δεν βρέθηκε βελτίωση της οστικής πυκνότητας (Marin-Carcales et al.2017). Οι υψηλής συχνότητας στασικές διαταραχές της θέσης που παράγονται από την πλατφόρμα παράγουν αντανακλαστικές συσπάσεις των μυών που στοχεύουν στην σταθεροποίηση της στάσης. Επιπλέον επηρεάζει την μυϊκή ενέργεια βελτιώνοντάς την. Δεν αύξησε όμως την οστική πυκνότητα όταν εφαρμόστηκε σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση για 6 μήνες (Russo et al.2003).

Η οκτάμηνη προπόνηση με πλατφόρμα δόνησης χαμηλής συχνότητας ηλικιωμένων που βρίσκονταν στην δεκαετία των ογδόντα, δεν εμφάνισε σημαντικές αλλαγές στην οστική πυκνότητα του ισχίου και δεν βρέθηκε συσχέτιση

μεταξύ της δύναμης της γροθιάς και του ρίσκου οστεοπόρωσης σε ηλικιωμένες γυναίκες (Santin et al.2015). Προκειμένου όμως να υπάρχει ασφάλεια πρέπει το πρόγραμμα να τηρεί κάποιες προδιαγραφές ασφαλείας για την πρόληψη τραυματισμών που μπορεί να προκύψουν όπως είναι ο πόνος στην πλάτη και η μυϊκή δυσφορία. Για τον λόγο αυτό η χρήση της πλατφόρμας δόνησης δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα δέκα λεπτά, ο ασκούμενος θα πρέπει να διατηρεί μια στάση ημικαθίσματος με τα γόνατα σε κάμψη, με ενεργή συμμετοχή των μυών των κάτω άκρων προκειμένου να μειωθεί η μετάδοση της δόνησης στο κεφάλι (Gusi et al.2006).

Αν και η αποτελεσματικότητα της πλατφόρμας δόνησης υποστηρίζεται από κάποιους ερευνητές για την αύξηση της οστικής πυκνότητας, η χρήση της είναι αμφιλεγόμενη λόγω των τραυματισμών που μπορούν να προκύψουν από την χρήση της. Επιπλέον εμφανίζει πολλές αντενδείξεις που δυσχεραίνουν την χρήση της σε ηλικιωμένους.

3.3 ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Οι ασκήσεις δύναμης και/ή οι ασκήσεις αντίστασης, περιλαμβάνουν ασκήσεις στις οποίες οι αρθρώσεις κινούνται ενάντια ενός είδους αντίστασης με την μορφή ελεύθερων βαρών, μηχανημάτων, σωλήνα ή του βάρους του σώματος (Benedetti et al.2018), ασκήσεις με τροχαλίες και λάστιχα (Λυρίτης.2013). Οι ασκήσεις αυτού του είδους χρησιμοποιούνται πολύ για την αύξηση της οστικής μάζας στους ηλικιωμένους. Η συχνή χρήση τους οφείλεται στο γεγονός ότι παράγουν έμμεσα μηχανικό ερέθισμα στο οστό. Είναι ωφέλιμες για την οστική πυκνότητα καθώς προκαλούν μια δύναμη αντίδρασης από την άρθρωση και μυϊκή ενδυνάμωση όπως συμβαίνει και στις βαρομεταφέρουσες ασκήσεις. Μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με φορτίο όπως είναι τα βάρη ή χωρίς φορτίο όπως είναι η κολύμβηση και η ποδηλασία (Benedetti et al.2018).

Η βελτίωση της δύναμης, ειδικότερα των κάτω άκρων, συμβάλλει στην πρόληψη των πτώσεων σε ηλικιωμένους. Δεν υπάρχει όμως ομοφωνία για το ποιο είναι το πιο κατάλληλο πρόγραμμα άσκησης για την πρόληψη των πτώσεων σε ηλικιωμένους. Ένα χαμηλής έντασης πρόγραμμα (ένταση <70% 1RM),βελτιώνει

την ισορροπία και την δύναμη σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση με οστεοπόρωση (Otero et al.2017).

Οι Bemben et al.2000, εφάρμοσαν έξι μήνες προοδευτικής άσκησης με βάρη υψηλής έντασης και λίγων επαναλήψεων και άσκηση πολλαπλών επαναλήψεων και χαμηλής έντασης. Τα αποτελέσματά τους οδηγούν στο συμπέρασμα πως και οι δύο τρόποι άσκησης βελτιώνουν την μυϊκή δύναμη σε γυναίκες που βρίσκονται στα πρώτα στάδια μετά την εμμηνόπαυση. Η οστική μεταλλική πυκνότητα από την άλλη, δεν εμφάνισε σημαντικές στατιστικά αυξήσεις στην σπονδυλική στήλη, στο μηριαίο αλλά και συνολικά στο σώμα.

Συνεπώς, στη μελέτη των Otero et al.2017, δεν εξετάσθηκαν τυχόν αλλαγές στην οστική πυκνότητα, ενώ στην μελέτη των Bemben et al.2000, που εξετάσθηκαν οι αλλαγές στην οστική πυκνότητα, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές αυξήσεις σε αυτή. Οπότε, οι ασκήσεις δύναμης δεν έχουν ισχυρές συστάσεις για την χρήση τους στην βελτίωση της οστικής πυκνότητας σε οστεοπορωτικούς ασθενείς.

3.4 YOGA

Η άσκηση με την μέθοδο της yoga, έχει αναφερθεί ως ωφέλιμη για την οστεοπόρωση από κάποιους ερευνητές λόγω του συνδυασμού της ισορροπίας, της διάτασης, της χαλάρωσης και της ενδυνάμωσης που αποτελούν τα βασικά συστατικά της. Στα οφέλη της μεθόδου συμπεριλαμβάνεται η βελτίωση της υπερέντασης, της αϋπνίας, της κατάθλιψης, της στάση του σώματος, της ελαστικότητας, της ισορροπίας, του συντονισμού των κινήσεων, της ποιότητας της ζωής και πιθανώς της οστικής μεταλλικής πυκνότητας σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση (Tuzun et al.2010). Επειδή αναγκάζει μία μυϊκή ομάδα να ανταγωνιστεί κάποια άλλη, εκθέτει τα οστά σε μεγάλες δυνάμεις και έτσι μπορεί να ενισχύσει την οστική πυκνότητα περισσότερο από άλλες μεθόδους (Lu et al.2016).

Ασκήσεις και ισορροπιστικά προγράμματα όπως είναι η yoga και το tai chi ίσως οδηγήσουν σε βελτίωση της ισορροπίας και αύξηση του μυϊκού τόνου και δευτερευόντως σε μείωση του κινδύνου των πτώσεων στους ηλικιωμένους (Black

et al.2016). Η αποτελεσματικότητα της yoga στην οστική πυκνότητα, δεν έχει διερευνηθεί από πολλές μελέτες.

Οι Phoosuwan et al.2009, εφάρμοσαν την μέθοδο της yoga σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση για 12 εβδομάδες. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι είχε θετική επίδραση στα οστά, μειώνοντας την οστική επαναρρόφηση και συνεπώς μειώνοντας τον κίνδυνο της οστεοπόρωσης. Επιπλέον, οι Lu et al.2016, εφάρμοσαν yoga σε 741 ασθενείς με οστεοπόρωση για 10 χρόνια και βρήκαν βελτίωση στην οστική πυκνότητα των ασθενών μετά την παρέμβαση, στην σπονδυλική στήλη, στα ισχία και στο μηριαίο.

3.5 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΑΣΚΗΣΗΣ

Σε πολλές μελέτες οι ερευνητές συνδυάζουν θεραπευτικές μεθόδους προκειμένου να πετύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στις μεθόδους αυτές συμπεριλαμβάνονται οι αερόβιες ασκήσεις, οι ασκήσεις δύναμης, οι ασκήσεις προοδευτικής αντίστασης, ασκήσεις ισορροπίας και χορός. Έτσι λοιπόν οι Englund et al.2005, συγκέντρωσαν γυναίκες ηλικίας 66-87 ετών και τους εφάρμοσαν έναν συνδυασμό ασκήσεων ενδυνάμωσης, αεροβικές ασκήσεις, ασκήσεις ισορροπίας και συνδυαστικές ασκήσεις για 12 μήνες. Οι ασκήσεις ήταν σχεδιασμένες έτσι ώστε να φορτίζουν τα οστά με διακεκομμένες συμπιεστικές δυνάμεις, εισάγοντας άτυπες και νέες τάσεις στο οστό, που ως γνωστόν βελτιώνουν την σκελετική ακεραιότητα και τη νευρομυϊκή λειτουργία, η έλλειψη της οποίας συνδέεται με πτώσεις και κατάγματα. Στις αεροβικές ασκήσεις περιλαμβάνονταν βάδιση ή τζογκινγκ, σκαλιά σε διαφορετικές κατευθύνσεις και συνδυασμούς, με συντονισμένες κινήσεις των χεριών. Δεν περιελάμβανε άλματα. Στις ασκήσεις ενδυνάμωσης χρησιμοποιήθηκε μόνο το βάρος του σώματος και η ενδυνάμωση εστίαζε στα πόδια, τους κοιλιακούς και τους μύες της ράχης. Βαράκια χρησιμοποιήθηκαν μόνο στα χέρια προοδευτικά. Η ισορροπία εκπαιδεύτηκε με μονοποδική στήριξη και με την χρήση πιο περίπλοκων και γρηγορότερων συνδυασμών κινήσεων. Για μεγαλύτερη δυσκολία, η βάση στήριξης γινόταν πιο μικρή.

Ακόμη μια έρευνα υποστηρίζει την χρήση συνδυαστικών μεθόδων για την βελτίωση της ποιότητας ζωής των ηλικιωμένων και την βελτίωση της οστικής πυκνότητας. Σε έρευνα των Papaioannou et al.2003, συμμετείχαν 74 γυναίκες που βρίσκονταν μετά την εμμηνόπαυση με οστεοπόρωση και είχαν τουλάχιστον ένα κάταγμα. Το θεραπευτικό πρόγραμμα που ακολούθησαν έλαβε μέρος στο σπίτι των συμμετεχόντων και περιελάμβανε διατάσεις, ασκήσεις ενδυνάμωσης, αεροβικές ασκήσεις (βάδιση) και ασκήσεις των άνω και κάτω άκρων. Στα άνω άκρα πραγματοποιήθηκε διάταση με την χρήση του τοίχου και έκταση του ώμου, για τα κάτω άκρα πραγματοποιήθηκαν άρσεις των πτερνών, άρσεις των ποδών και εκτάσεις των γονάτων, χωρίς να δίνει περισσότερες λεπτομέρειες για το πρόγραμμα προπόνησης. Οι ασκήσεις εκτελέστηκαν με την χρήση λάστιχου με προοδευτικά αυξανόμενη αντίσταση. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 12 μήνες. Ελέγχθηκε η βελτίωση στην ποιότητα ζωής, στη λειτουργικότητα και στην οστική πυκνότητα. Το συμπέρασμα ήταν βελτίωση στην ποιότητα ζωής των ατόμων που συμμετείχαν στο πρόγραμμα.

Συνδυασμός διατάσεων διάρκειας 9 λεπτών, ασκήσεων ενδυνάμωσης για 10 λεπτά, βαρομεταφερουσών ασκήσεων για 23 λεπτά, έντασης 65%-75% του μέγιστου καρδιακού παλμού, ασκήσεων ισορροπίας για 18 λεπτά, και εκπαίδευση της διόρθωσης της στάσης του σώματος οδήγησε σε αύξηση της BMD της άρθρωσης του ισχίου και συνέβαλε στην βελτίωση των παραγόντων κινδύνου πραγματοποίησης κατάγματος στο ισχίο καθώς βελτίωσε την οστική πυκνότητα στο ισχίο σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση .Το πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε 3 φορές την εβδομάδα για 48 εβδομάδες (Park et al.2008).

Βαρομεταφέρουσες ασκήσεις, ισορροπίας και δύναμης. Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις είναι αποτελεσματικές στην μείωση του κινδύνου των καταγμάτων στις ηλικιωμένες γυναίκες (Korpelainen et al.2006). Ισορροπία και δύναμη σε συνδυασμό εξέτασαν και οι Otero et al.2017, σε 33 γυναίκες με οστεοπόρωση που βρίσκονταν μετά την εμμηνόπαυση, με τα αποτελέσματά τους να δείχνουν βελτίωση στην δύναμη και στην ισορροπία στις γυναίκες αυτές. Βάδιση, αεροβικές ασκήσεις, ασκήσεις δύναμης και διατάσεις συμβάλλουν στην αύξηση της BMD στο ισχίο σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση με χαμηλή οστική πυκνότητα (Bergstrom et al.2008).

Ένα συνδυαστικό πρόγραμμα βαρομεταφερουσών ασκήσεων με ασκήσεις αντίστασης έχει βρεθεί πως αυξάνει την μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων και την πλευρική σταθερότητα σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση ενώ παράλληλα διατηρεί την οστική πυκνότητα (Roghani et al.2012, Chan et al.2018). Επιπλέον, μπορούν να αυξήσουν την μυϊκή μάζα και να αυξήσουν προσωρινά την οστική πυκνότητα. Ωστόσο, τα δεδομένα που προκύπτουν από τυχαίοποιημένες δοκιμές έχουν ελλείψεις στο να δείξουν ότι οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις μειώνουν τον κίνδυνο καταγμάτων (Black et al.2016).

Αρκετές είναι οι μελέτες που στα μέτρα έκβασής τους περιλαμβάνουν μέτρα που δεν σχετίζονται με τα οστά και την υγεία τους, όπως είναι η βελτίωση της ποιότητας της ζωής, η βελτίωση της δύναμης, η βελτίωση της ισορροπίας και της λειτουργικότητας (Aveiro et al.2017, Papaioannou et al. 2003, Bergland et al.2010, Korpelainen et al.2006, Arnold et al. 2008), χωρίς να εστιάζουν στην οστική μάζα ή σε άλλους παράγοντες που σχετίζονται άμεσα με την βελτίωση της υγείας των οστών. Υπάρχει συνεπώς η ανάγκη συγκέντρωσης μελετών που εστιάζουν στην βελτίωση της οστικής πυκνότητας και οστικής μάζας.

Αν και υπάρχουν δεδομένα για την αποτελεσματικότητα της άσκησης στην οστική μάζα, την οστική αντοχή και σύνθεση, δεν είναι ξεκάθαρο ποιο είδος άσκησης έχει την καλύτερη επίδραση σε αυτά. Στις περισσότερες μελέτες εφαρμόζεται στη μία ομάδα ασθενών κάποιο είδος άσκησης και στην άλλη ομάδα καμία παρέμβαση. Συνεπώς δεν μπορεί να προκύψει υπεροχή κάποιου είδους άσκησης. Η βαρομεταφέρουσα άσκηση αποτελεί ένα είδος άσκησης που επιλέγεται και συνίσταται από τους ερευνητές προκειμένου να αυξήσει την οστική πυκνότητα των ασθενών που έχει μειωθεί στην οστεοπόρωση. Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η συλλογή των υπαρχουσών ερευνών σχετικά με την βαρομεταφέρουσα άσκηση και την σύγκρισή της με άλλα είδη ασκήσεων που χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό και όπως προκύπτει από τις υπάρχουσες γνώσεις, έχουν θετική επίδραση στο οστό.

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν, ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει το καταλληλότερο είδος άσκησης στην βελτίωση ή διατήρηση της οστικής μάζας σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Επιπλέον επιθυμεί να διερευνήσει αν οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις είναι αποτελεσματικότερες στην

υγεία των οστών συγκριτικά ή συνδυαστικά με άλλα μεθόδους που χρησιμοποιούνται εξίσου.

B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Η μείωση της οστικής πυκνότητας είναι χαρακτηριστική απόρροια της οστεοπόρωσης και κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση της καταλληλότερης μεθόδου για την διατήρηση ή και την βελτίωσή της προκειμένου να προληφθούν τα κατάγματα που απασχολούν πολλούς ασθενείς με οστεοπόρωση. Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των βαρομεταφερουσών ασκήσεων συγκριτικά με άλλες μορφές άσκησης στην πρόληψη και αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, μέσω την πραγματοποίηση συστηματικής ανασκόπησης. Η συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση αποσκοπεί στην εύρεση της πιο αποτελεσματικής σύγχρονης μεθόδου για την βελτίωση της οστικής πυκνότητας στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και στον έλεγχο αν η βαρομεταφέροουσα άσκηση αποτελεί την αποτελεσματικότερη μέθοδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΘΟΔΟΣ

5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Συστηματική Ανασκόπηση Τυχαιοποιημένων Κλινικών Μελετών. Η παρέμβαση που παρουσίαζαν οι μελέτες ήταν οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις που εφαρμόζονταν συγκριτικά με άλλες μορφές άσκησης με σκοπό την βελτίωση της οστικής πυκνότητας για την πρόληψη και την θεραπεία της οστεοπόρωσης.

5.2 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ

Η αναζήτηση των ερευνών για την παρούσα συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε σε διεθνείς ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων, οι οποίες είναι: PubMed, Science Direct, Medline, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), CINAHL με συγκεκριμένη εφαρμογή λέξεων κλειδιά στις κατηγορίες i) παθολογία ii) πληθυσμός iii) παρέμβαση iv) σχεδιασμός μελέτης. Ο λογάριθμος χρήσης των λέξεων κλειδιά φαίνεται στην εικόνα 5. Όλες οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν ήταν δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα.

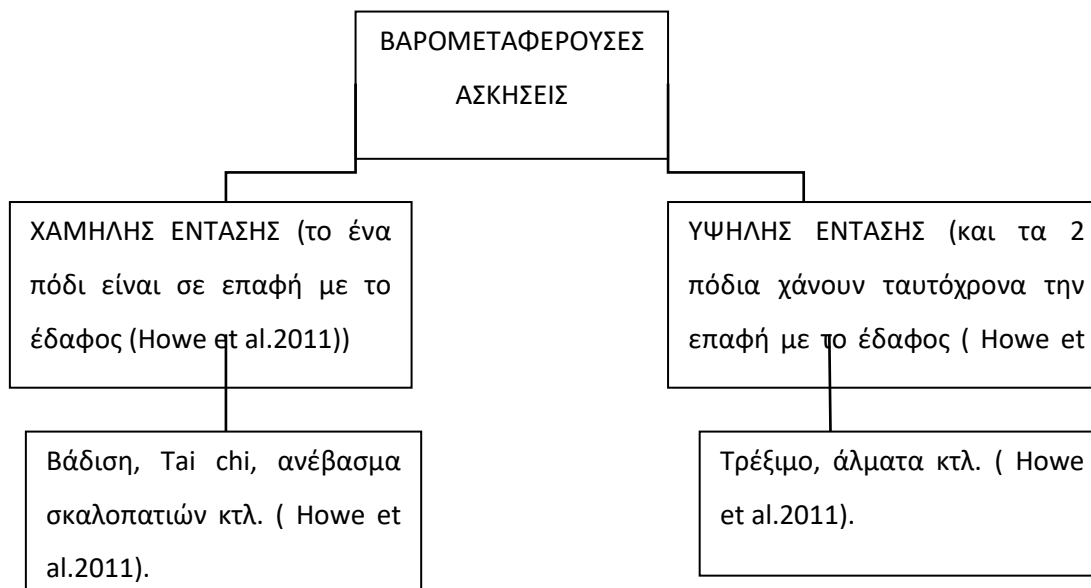
Search	Add to builder	Query	Items found	Time
#5	Add	Search ((clinical trial) OR control trial) OR randomized control trial Sort by: Best Match Filters: Publication date from 2000/01/01 to 2018/12/31	906033	11:23:50
#4	Add	Search (((treatment) OR therapy) OR physical) OR physiotherapy) OR prevent* Sort by: Best Match Filters: Publication date from 2000/01/01 to 2018/12/31	7518719	11:23:10
#3	Add	Search (((((((impact) OR load) OR exercise) OR weight) OR bear*) OR tai chi) OR walk*) OR run*) OR jump*) OR danc*) OR jog* Sort by: Best Match Filters: Publication date from 2000/01/01 to 2018/12/31	2270830	11:22:11
#2	Add	Search (women) OR menopaus* Sort by: Best Match Filters: Publication date from 2000/01/01 to 2018/12/31	904228	11:06:14
#1	Add	Search (osteoporosis) OR bone density Sort by: Best Match Filters: Publication date from 2000/01/01 to 2018/12/31	103053	11:05:28

Εικόνα 5: Ιστορικό Αναζήτησης στη Βάση Δεδομένων PubMed με λογάριθμο χρήσης συγκεκριμένων λέξεων κλειδιά

5.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Προκειμένου να συμπεριληφθεί μια μελέτη στην συστηματική ανασκόπηση έπρεπε να πληροί τα κάτωθι κριτήρια: Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη ή τυχαιοποιημένη συγκριτική κλινική μελέτη, οι συμμετέχοντες να είναι γυναίκες μετά

την εμμηνόπαυση, συμμετείχαν επίσης όσες μελέτες πραγματοποιούσαν βαρομεταφέρουσα άσκηση για την πρόληψη ή την θεραπεία της οστεοπόρωσης, όσες μελέτες πραγματοποιούσαν ασκήσεις φόρτισης (εικόνα 6), συγκριτικά με άλλες μορφές άσκησης για την πρόληψη ή θεραπεία της οστεοπόρωσης, όσες μελέτες συμπεριλάμβαναν τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω μέτρα έκβασης (outcome measures): έλεγχος οστικής πυκνότητας, έλεγχος φυσικής δραστηριότητας, έλεγχος λειτουργικής δραστηριότητας.



Εικόνα 6: Βαρομεταφέρουσες ασκήσεις και διαχωρισμός τους σε υψηλής και χαμηλής φόρτισης (Howe et al.2011).

Από τη συστηματική ανασκόπηση αποκλείονταν μελέτες που συμπεριλάμβαναν ως δείγμα, άντρες οστεοπόρωση, γυναίκες με καρκίνο και γυναίκες που βρίσκονταν πριν την εμμηνόπαυση. Επιπλέον, αποκλείονταν μελέτες που ως θεραπευτικό μέσο δεν συμπεριλάμβαναν βαρομεταφέρουσες ασκήσεις καθώς και μελέτες που είχαν ως κύριο μέσο θεραπείας την φαρμακευτική αγωγή.

Οι μελέτες αξιολογήθηκαν για το αν πληρούν τα κριτήρια εισαγωγής σε κάθε στάδιο. Τα στάδια επιλογής των μελετών παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αποτελέσματα στο διάγραμμα (εικόνα 7).

5.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Προκειμένου να αξιολογηθούν ποιοτικά οι μελέτες, χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα PEDro. Πρόκειται για μια 11-βάθμια κλίμακα η οποία είναι διαμορφωμένη για την εκτίμηση της μεθοδολογικής ποιότητας των μελετών και των αναφερόμενων RCTs και είναι αξιόπιστη για την αξιολόγηση των μελετών με μη φαρμακολογικές παρεμβάσεις. Κάθε στοιχείο το οποίο αποδεικνύεται ότι πραγματοποιήθηκε κατά την διεξαγωγή της έρευνας συνεισφέρει στην συνολική βαθμολογία. Τα αποτελέσματα της κλίμακας φτάνουν από το μηδέν (0) έως το δέκα (10) διότι το πρώτο κριτήριο που αφορά στην εξωτερική εγκυρότητα δεν εκτιμάται στην συνολική βαθμολογία. Βαθμοί χορηγούνται μόνο όταν όλα τα κριτήρια είναι σαφώς ικανοποιητικά και αναφέρονται. Αν σε μια κατά γράμμα ανάγνωση της μελέτης είναι πιθανόν ένα κριτήριο να μην πληρείται ή να μην αναφέρεται, ο πόντος δεν δίνεται για το εν λόγω κριτήριο. Η κλίμακα PEDro απαρτίζεται από 11 στοιχεία (Εικόνα 4) τα οποία είναι: 1) κριτήρια επιλεξιμότητας, 2) τυχαία κατανομή, 3) κρυφή κατανομή, 4) ομοιογένεια δείγματος, 5) τυφλοί συμμετέχοντες, 6) τυφλοί θεραπευτές, 7) τυφλοί αξιολογητές, 8) μέτρηση τουλάχιστον μιας βασικής μεταβλητής σε >85% των ασθενών, 9) πρόθεση για θεραπεία, 10) σύγκριση μεταξύ των ομάδων τουλάχιστον μιας βασικής μεταβλητής, 11) μετρήσεις σημείου και μεταβλητότητας για τουλάχιστον μια βασική μεταβλητή (<https://www.pedro.org.au/english/downloads/pedro-scale/>). Επεξήγηση για τον ορισμό του κάθε κριτηρίου παρατίθεται στο Παράρτημα 1.

Το σύνολο της βαθμολογίας, το οποίο είναι 10, υπολογίζεται από όλα τα στοιχεία εκτός από το πρώτο (κριτήρια επιλεξιμότητας), προσθέτοντας ένα βαθμό κάθε φορά που κάθε κριτήριο απαντάται στο κείμενο. Η ίδια η κλίμακα PEDro δεν παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες για την εκτίμηση των μελετών σύμφωνα με τη συνολική βαθμολογία που τελικά λαμβάνουν. Όμως, τα κριτήρια εδραιώθηκαν με τη λογική ότι υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας θεωρούνται οι μελέτες όπου η βαθμολογία τους είναι πάνω από 6, μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας οι μελέτες με βαθμολογίες 5 και 4 και χαμηλής όταν οι βαθμολογία είναι μικρότερες ή ίσες του 3 (Maher, et al., 2003; <https://www.strokingengine.ca/en/glossary/pedroscore/>).

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, κατά την αξιολόγηση κάθε μελέτης με την κλίμακα PEDro, η βαθμολογία δινόταν μόνο εάν στο κείμενο γινόταν ακριβής περιγραφή των διαδικασιών από τους συγγραφείς της. Η αξιολόγηση των μελετών πραγματοποιήθηκε από δυο ερευνητές, ανεξάρτητα, οι οποίοι ελέγχθηκαν για το αν ήρθαν σε συμφωνία.

5.5.ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

5.5.1 Ανάλυση Ετερογένειας

Η ύπαρξη στατιστικής ετερογένειας μεταξύ των μελετών που συμπεριλήφθησαν αξιολογήθηκε με τη δοκιμασία I^2 . Η ετερογένεια θεωρούνταν χαμηλή αν η τιμή του I^2 ήταν 25%, μέτρια αν η τιμή ήταν 50% και η υψηλή αν ήταν >75% (Sedgwick, 2013).

Λόγω της μεγάλης ανομοιογένειας των μελετών σε σχέση με την παρέμβαση, τη διάρκεια της παρέμβασης και τα μέτρα έκβασης που χρησιμοποιήθηκαν για την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης, δεν ήταν δυνατή η μετα-ανάλυση, δηλαδή η ποσοτική ανάλυση των μελετών. Επειδή λοιπόν η ετερογένεια των μελετών ήταν 85%, τελικά δεν πραγματοποιήθηκε μετά-ανάλυση αλλά η συστηματική ανασκόπηση ολοκληρώθηκε με την ποιοτική ανάλυση των μελετών.

Με την μέθοδο «Best Evidence Synthesis-BES» (σύνθεση των καλύτερων στοιχείων) προκειμένου να διεξαχθούν συμπεράσματα (Ezzo et al.2000, Van Tulder et al.1997,2013). Η μέθοδος BES αποτελείται από τέσσερα επίπεδα ερευνητικών αποδείξεων τα οποία είναι τα κάτωθι:

- 1. Ισχυρά αποδεικτικά στοιχεία:** πολλαπλές, συναφείς και υψηλής ποιότητας τυχαίοποιημένες μελέτες έλεγχου (RCT) με γενικά σε συμφωνία αποτελέσματα.
- 2. Μέτρια αποδεικτικά στοιχεία:** μία σχετική RCT υψηλής ποιότητας και μία ή περισσότερες σχετικές RCT χαμηλής ποιότητας με γενικά σε συμφωνία αποτελέσματα.

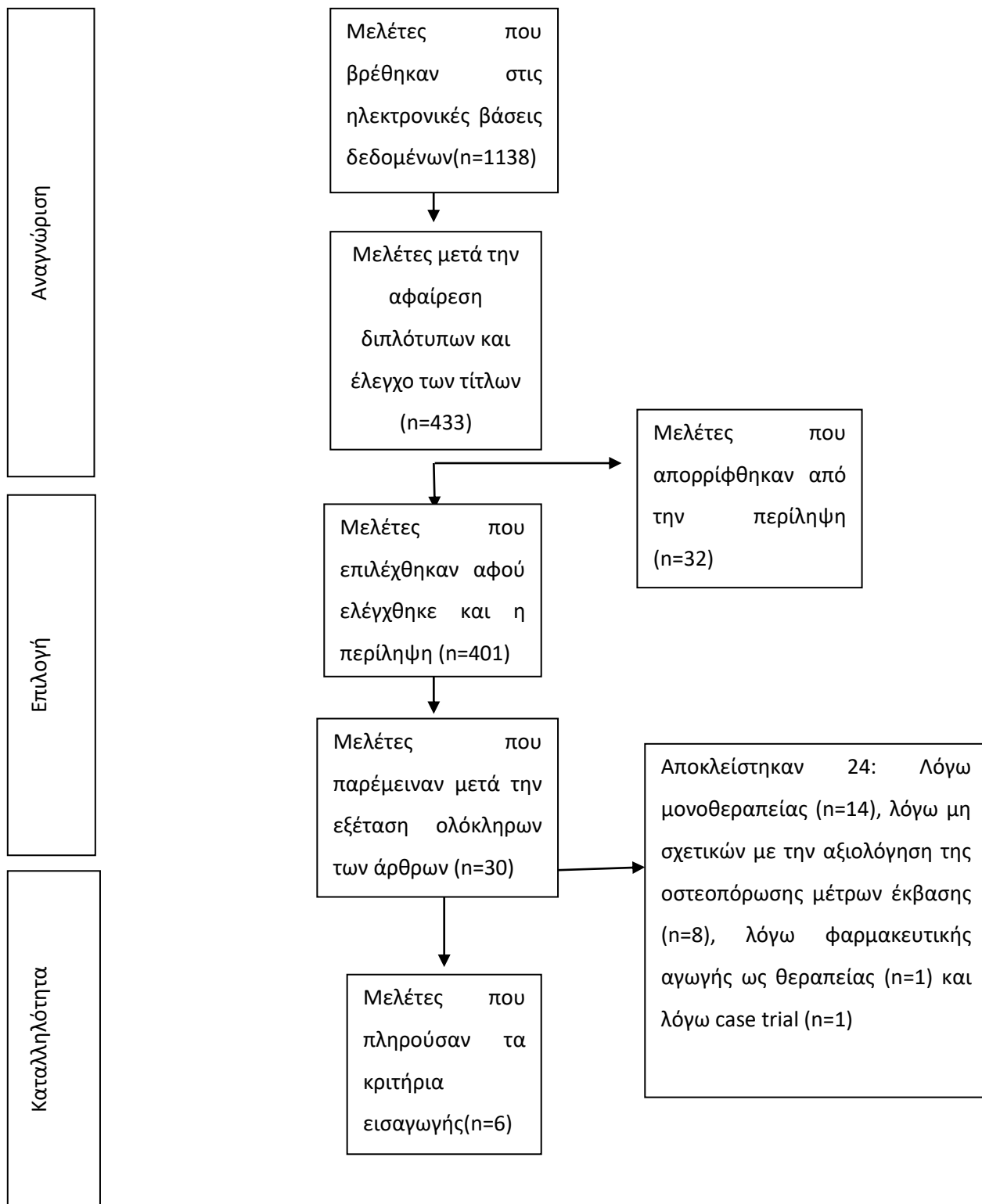
3. Περιορισμένα αποδεικτικά στοιχεία: μια σχετική RCT υψηλής ποιότητας ή πολλαπλές σχετικά RCT χαμηλής ποιότητας με γενικά σε συμφωνία αποτελέσματα.

4. Ασαφή στοιχεία: μόνο μία σχετική RCT χαμηλής ποιότητας, μη σχετικές RCTs ή RCTs με ασυνεπή αποτελέσματα (Ezzo et.al, 2000; Van Tulder et.al, 1997, 2003).

Για να θεωρούνται οι έρευνες σε συμφωνία καθορίστηκε εκ των προτέρων το ποσοστό >75% των μελετών να συμφωνούν προς την ίδια κατεύθυνση των αποτελεσμάτων. Η μεθοδολογική ποιότητα των μελετών αξιολογήθηκε με την κλίμακα PEDro. Υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας θεωρούνται οι μελέτες όπου η βαθμολογία τους είναι πάνω από 6, μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας οι μελέτες με βαθμολογίες 5 και 4 και χαμηλής όταν οι βαθμολογία είναι μικρότερες ή ίσες του 3 (Maher, et al., 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων, βρέθηκαν συνολικά 1.138 άρθρα. Ύστερα από αφαίρεση των διπλότυπων και ανάγνωση του τίτλου έμειναν 433 άρθρα. Μετά από έλεγχο του τίτλου και της περίληψης, 401 μελέτες παρέμειναν για συμμετοχή στη συστηματική ανασκόπηση. Μετά από έλεγχο ολόκληρων των άρθρων, 30 άρθρα παρέμειναν για περαιτέρω αξιολόγηση. Τα άρθρα που αποκλείστηκαν από τον τίτλο ή την περίληψη αναφέρονταν σε : 1) άντρες, 2) παιδιά, 3)καρκινοπαθείς, 4) στο θεραπευτικό μέσο δεν συμπεριλαμβανόταν η βαρομεταφέρουσα άσκηση, 5) γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση, 6) γυναίκες με κάποια πάθηση εκτός από οστεοπόρωση 7)άρθρα που δεν αποτελούσαν έρευνες. Από τα άρθρα που συλλέχθηκαν 24 δεν πληρούσαν τα κριτήρια εισαγωγής και αποκλείστηκαν. Συγκεκριμένα, δεκατέσσερα από τα άρθρα αποκλείστηκαν λόγω μονοθεραπείας, απλά εκτελούσαν βαρομεταφέρουσες ασκήσεις χωρίς σύγκριση με άλλη ομάδα. Ακόμη, αποκλείστηκαν λόγω μη σχετικών με την αξιολόγηση της οστεοπόρωσης μέτρων έκβασης τα οκτώ. Ένα απορρίφθηκε γιατί ήταν μελέτη μονής περίπτωσης και ένα περιελάμβανε και φαρμακευτική αγωγή ως θεραπεία. Τελικά συμπεριλήφθηκαν 6 μελέτες για αξιολόγηση στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση (διάγραμμα 1) Οι έρευνες αυτές αξιολογήθηκαν με την κλίμακα PEDro για τον έλεγχο της ποιότητάς τους. Όλες ο μελέτες της παρούσας ανασκόπησης ήταν RCTs (πίνακας 2).



Εικόνα 7: Διάγραμμα ροής μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση

6.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Οι μελέτες ήταν χρονολογικά από το 2011 μέχρι και το 2018. Όλες συνέκριναν τις βαρομεταφέρουσες ασκήσεις με κάποιο άλλο είδος άσκησης. Στην παρούσα ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν γυναίκες που βρίσκονταν μετά την εμμηνόπαυση. Σε μία μελέτη οι συμμετέχοντες είχαν οστεοπόρωση ή οστεοπενία (Gombos et al.2016) και σε μία άλλη χαμηλή οστική μάζα (Watson et al.2018) και ήταν όλες άνω των 50 ετών. Όσον αφορά τα μέτρα έκβασης, στις περισσότερες μελέτες που συμπεριλήφθηκαν μέτρο έκβασης ήταν η μέτρηση της οστικής πυκνότητας μέσω της απορροφησιμετρίας ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA) (πίνακας 1). Οι μελέτες αυτές παρουσίαζαν ανομοιομορφία σχετικά με την παρέμβαση που χρησιμοποιούσαν και την διάρκεια της θεραπείας. Συνεπώς, προκειμένου να βγουν ασφαλή συμπεράσματα για τις μελέτες, ομαδοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες βάση της παρέμβασης που χρησιμοποιήθηκε. Οι κατηγορίες αυτές ήταν η σύγκριση των ασκήσεων υψηλής φόρτισης με ασκήσεις χαμηλής έντασης και η άλλη κατηγορία ήταν οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις συγκριτικά με ασκήσεις αντίστασης και την ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν υπεροχή των βζρομεταφερουσών ασκήσεων συγκριτικά με τις ασκήσεις αντίστασης, όμως υπερείχαν οι ασκήσεις φόρτισης υψηλής έντασης σε σχέση με άλλες ασκήσεις χαμηλής έντασης ως προς την αύξηση της οστικής πυκνότητας.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση

Συγγραφέας	Δείγμα, MO ηλικίας	Ομάδες παρέμβασης	Δοσολογία Άσκησης	Μετρήσεις Έκβασης	Αποτελέσματα
Watson et al.2015	Ομ.Α=n36 Ηλικία 65,3 Ομ.Β=n36 Ηλικία 66,7	Ομ.Α:ΗιΠΡΤ/ασκήσεις φόρτισης Ομ.Β: Ομάδα ελέγχου : ασκήσεις πολύ χαμηλής φόρτισης στο σπίτι: 10' βάδιση προθέρμανσης, 4 διατάσεις, 4 χαμηλής αντίστασης ασκ., αντοχής κάτω άκρων, ισορροπία,5' βάδιση αποθεραπείας	Ομάδα Α: 2 συνεδρίες 30'/εβδ., max 8 άτομα/ομάδα -deadlift -squat -jumpingchinups/droplandings -overhead press, 5 σετ, 5 επαναλήψεων, αυξάνοντας προοδευτικά βάρος Ομάδα Ελέγχου:2 συνεδρίες 30'/εβδ.	DXA →BMD →σε όλο το σώμα, στο μη επικρατές αυχένα του μηριαίου & ΟΜ - Φυσική απόδοση: δυναμόμετρο χειρός στους εκτεινόντες ράχης -Λειτουργική απόδοση:TUGT, FTSTS	BMD →FN: 0,3±0,5% vs -2,5±0,8%, p=0,016 ΟΜ:1.6±0.9 % vs -1.7±0.6 %, p=0.005 συγκριτικά με τις απώλειες που υπήρχαν στην ομάδα ελέγχου.
Kemmler et al.2013	85 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση Ομ.Α: v=43, MO ηλικίας=52,3 Ομ.Β: v=42 MO ηλικίας=52,4	Ομ.Α: υψηλής έντασης ασκήσεις ειδικές για το οστό διαλειπόμενες από ασκήσεις για την αύξηση της αντοχής και μείωση των παραγόντων του καρδιακού και του μεταβολικού ρίσκου Ομ.Β: πρόγραμμα χαμηλής έντασης για την βελτίωση της ευεξίας	Ομ.Α: 4-6 εβδομάδες ασκήσεις για το οστό και 10-12 εβδ., ασκήσεις για το καρδιαγγειακό σύστημα και τον μεταβολισμό. 3συνεδρίες/εβδομάδα/ 45-60 λεπτά Ομ.Β: 60', 1/εβδ.,10 εβδομ.και 10 εβδ. Ανάπαυσης	Απορροφησιομετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA)-> BMD στην ΟΜ, MetS→καρδιαγγειακό & μεταβολικό ρίσκο	Αλλαγή BMD LS: ομ.παρέμβασης: 0,001±0,022 control: -0,019±0,018 BMD Total Hip: παρέμβασης: -0,003±0,012 control:- 0,007±0,012
Marques et al.2011	Ομ.Α: MO ηλικίας: 67,3 έτη, v=23 Ομ.Β: MO ηλικίας: 70,3 έτη, v=24 Ομ.Γ: MO ηλικίας:67,9	Ομ.Α: ασκήσεις αντίστασης Ομ.Β: αεροβικές ασκήσεις ΟΜ.Γ: ομάδα ελέγχου	Ομ.Α:3/εβδ, 60'/συνεδρία, 32 εβδομάδες Ομ.Β: 32 εβδομάδες, 3/εβδ., τουλάχιστον 1 μέρα παύσης μεταξύ των συνεδριών, 60' /συνεδρία (σκαλιά, skipping,βάδιση, τζόγκινγκ,χορός, χορογραφίες αεροβικές και με σκαλί)	DXA, ισοκινητικό δυναμόμετρο, 8 feet up and go test, one leg stance	Συνολική BMD ισχίου: Ομάδα αντίστασηςπριν: 0.859±0.124, μετά: 0.873±0.132 ομ. Αεροβικών ασκ. Πριν: 0.848±0.125, μετά: 0.849±0.124, ομάδα ελέγχου πριν:

	έτη, v=24				0.831±0.065, μετά: 0.824±0.082
Gombos et al.2016	N=150 M.O ηλικίας:59,1+-7,1 Ομ.Α:v=50, MO ηλ.:60,2 έτη Ομ.Β:v=50, MO ηλ.:58,7 Ομ.Γ:v=50 MO ηλ. 57,8 έτη	Ομ.Α:ασκ.αντίσταση Ομ.Β:βάδιση Ομ.Γ: ομάδα ελέγχου	Ομ.Α: 8'προθέρμανση,30' ασκ. Ενδυνάμωσης και σταθεροποίησης του πυρήνα,3 σετ, 8' αποθεραπεία (βάδιση, στατικές & δυναμικές διατάσεις) Ομ.Β: ήπιας έντασης ζωηρή βάδιση(100 βήματα/λεπτό) με μετρονόμο, 46 ', Ομ.Γ: Καμία παρέμβαση	CTX, BALP(δείκτης οστεογένεσης)	Αλλαγές σε BALP : RG: +0,1 ±5,0 WG: +0,9±2,6 CG: -0,14±0,57 CTX: RG: -27,2±33,5 WG: +6,6 ±30,7 CG: -2,4±14,6 Σλεροσίνη: RG: +2,9 ±8,6 WG: +6,3±12,1 CG: -0,2±8,7
Watson et al. 2018	N=101, MO ηλ.:65+-5 έτη, OM.A:v=49 MO ηλ.:65+-5, Ομ.Β:v=52, MO ηλ.:65+-5	Ομ.Α: Ασκ. Υψηλής έντασης αντίστασης και φόρτισης, Ομ.Β: χαμηλής έντασης ασκ. Στο σπίτι	Ομ.Α.: 8 μήνες, 2/εβδ., 30', 5 σετ. /5 επαναλ. >85% 1RM Ομ.Β: 8 μήνες,2/εβδ.,30' 10'βάδιση προθέρμανση, 5'βάδιση για αποθεραπεία, χαμηλής φόρτισης αντίστασης εκπαίδευση & διατάσεις	BMD→DXA,Ανθρωπομετρικά στοιχεία, περιφεριακά μέτρα του οστού,ασβέστιο, φυσική δραστηριότητα, λειτουργική απόδοση	LS BMD HiRIT: 2.9 ±3.1 FN BMD: 0.3 ± 3.0 Control: LS BMD αλλαγή -1.2 ± 3.1 FN BMD: -2.0 ± 3.0
Balsamo et al.2013	N=63, Ομ.Α:v=15, MO ηλ.:51,4+-2,7 έτη, Ομ.Β:v=22, MO ηλ.54,5+-3,3 έτη, Ομ.Γ:v=26, MO ηλ.52+-3,3 έτη	OM.A: ασκ.αντίστασης , OM.B: Βαρομεταφέρουσες ασκ. στο νερό OM.Γ:Ομ. ελέγχου	Ομ.Α: MO εκπαίδευσης: 4,5+_2 έτη OM.B: 4,2+-2,2 έτη	BMD	Συνολική BMD σώματος: ομ. Δύναμης: 1,221±0,022 Βαρομεταφ.: 1,232±0,012 ομ.ελέγχου: 1,153±0,014

6.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΡΕΥΝΩΝ

Όσον αφορά την μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών, με βάση την κλίμακα PEDro, τέσσερις από τις μελέτες είναι υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας (Kemmler et al.2013, Marques et al.2011, Watson et al.2018, Balsamo et al.2013) και 2 μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας (Watson et al.2015, Gombos et al.2016). Η βαθμολογία προκύπτει με τη λογική πως οι μελέτες που βαθμολογούνταν από 6 έως 10 χαρακτηρίζονται ως υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας και οι μελέτες με βαθμολογία 4 και 5 χαρακτηρίζονται ως μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας. Δεν βρέθηκε και δεν συμπεριλήφθηκε καμία μελέτη χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας με βαθμολογία ≤ 3 . Η ακριβής βαθμολογία της ποιότητας για κάθε μελέτη φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Εκτίμηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών

Μελέτη	Τυχαία Κατανομή	Τυφλή Κατανομή	Ομοιογένεια δείγματος	Απλή τυφλή μελέτη	Διπλή τυφλή μελέτη	Τριπλή τυφλή μελέτη	Follow up	Πρόθεση για θεραπεία	Σύγκριση μεταξύ των ομάδων	Μετρήσεις σημείου μεταβλητότητας	Τελική βαθμολογία
Watson et al.2015	NAI	OXI	NAI	OXI	OXI	OXI	όχι	OXI	NAI	NAI	4/10
Kemmler et al.2013	NAI	OXI	NAI	OXI	OXI	NAI	όχι	NAI	NAI	NAI	6/10
Marques et al.2011	NAI	NAI	NAI	OXI	OXI	NAI	Όχι	NAI	NAI	NAI	7/10
Gombos et al.2016	NAI	OXI	NAI	OXI	OXI	OXI	NAI	OXI	NAI	NAI	5/10
Watson et al.2018	NAI	NAI	NAI	OXI	OXI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI	7/10
Balsamo et al.2013	NAI	OXI	NAI	OXI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	7/10

6.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Τρεις μελέτες πληρούσαν τα κριτήρια εισαγωγής στην συστηματική ανασκόπηση σχετικά με την σύγκριση των βαρομεταφερουσών ασκήσεων με ασκήσεις αντίστασης. Οι δύο είναι υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας (7/10) (Marques et al.2011, Balsamo et al.2013) ενώ η μία μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας (5/10) (Gombos et al.2016).

Στην έρευνα του Marques et al.2011, συμμετείχαν 71 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση οι οποίες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα, συμμετείχαν 23 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 67 έτη, οι οποίες πραγματοποίησαν ασκήσεις αντίστασης για 32 εβδομάδες, με συχνότητα τρεις φορές την εβδομάδα και η κάθε συνεδρία είχε διάρκεια 60 λεπτά. Στην δεύτερη ομάδα, 24 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 70 έτη, πραγματοποίησαν αεροβικές ασκήσεις στις οποίες περιλαμβάνονταν σκαλιά, skipping, βόδιση, τζόκινγκ, χορός και αεροβικές χορογραφίες με σκαλί. Η διάρκεια ήταν 32 εβδομάδες, τρεις φορές την εβδομάδα με τουλάχιστον μία ημέρα παύσης μεταξύ των συνεδριών και η κάθε συνεδρία είχε διάρκεια 60 λεπτά. Η τρίτη ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου όπου οι συμμετέχοντες συνέχισαν κανονικά την καθημερινότητά τους. Στην ομάδα αυτή συμμετείχαν 24 γυναίκες μέσο όρο ηλικίας 68 έτη. Στο τέλος μετρήθηκε η BMD μέσω απορροφησιομετρίας ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA), η μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων, συγκεκριμένα μετρήθηκε η δυναμική σύγκεντρη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος μέσω ισοκινητικού δυναμόμετρου (Biodex System 4 Pro; Biodex, Shirley, NY). Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι 8 μήνες άσκησης αντίστασης, αλλά όχι με αερόβια άσκηση, μπορεί να προκαλέσει σημαντικές οστικές προσαρμογές σε ηλικιωμένες γυναίκες. Συγκεκριμένα η συνολική BMD του ισχίου στην ομάδα αντίστασης πριν την παρέμβαση ήταν 0.859 ± 0.124 και μετά την παρέμβαση 0.873 ± 0.132 . Στην ομάδα των αεροβικών βαρομεταφερουσών ασκήσεων, η BMD πριν την παρέμβαση ήταν 0.848 ± 0.125 , ενώ μετά ήταν 0.849 ± 0.124 . Στην ομάδα ελέγχου η BMD πριν την έναρξη του προγράμματος ήταν 0.831 ± 0.065 ενώ όταν μετρήθηκε μετά το πέρας του προγράμματος ήταν 0.824 ± 0.082 . Συνεπάγεται μικρότερη βελτίωση της οστικής πυκνότητας μετά από την προπόνηση με βαρομεταφέρουσες ασκήσεις, ενώ μεγαλύτερη είναι η βελτίωση αυτής

μέσω της προπόνησης με ασκήσεις αντίστασης. Στην ομάδα ελέγχου που συνέχισαν οι συμμετέχοντες τις καθημερινές τους δραστηριότητες παρατηρείται μείωση της οστικής πυκνότητας. Το γεγονός αυτό τονίζει την ανάγκη άσκησης προκειμένου να διατηρηθεί μια καλή οστική υγεία, με θετικότερα τα αποτελέσματα για αυτούς που εκτέλεσαν ασκήσεις αντίστασης.

Οι Gombos et al. 2016, χώρισαν 150 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση σε τρεις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα οι 50 συμμετέχοντες είχαν μέσο όρο ηλικίας 59 έτη και εκτέλεσαν ασκήσεις αντίστασης. Το πρόγραμμα αποτελούταν από 8 λεπτά προθέρμανσης, 30 λεπτά άσκησης ενδυνάμωσης και σταθεροποίησης του πυρήνα ,3 σετ και 8 λεπτά αποθεραπεία που περιελάμβανε βάδιση και στατικές και δυναμικές διατάσεις. Στην δεύτερη ομάδα οι 50 συμμετέχοντες είχαν μέσο όρο ηλικίας 59 έτη και πραγματοποίησαν ήπιας έντασης ζωηρή βάδιση, εκατό βήματα ανα λεπτό με μετρονόμο για 46 λεπτά, ενώ στην τρίτη ομάδα οι 50 συμμετέχοντες με μέσο όρο ηλικίας 58 έτη, δεν είχαν καμία παρέμβαση. Ως μέτρα έκβασης μετρήθηκαν οι αλλαγές στην συσχετιζόμενη με το οστό αλκαλική φωσφατάση (BALP) καρβοξυτελικό τελοπεπτιδίο κολλαγόνου τύπου 1 (CTX) και οι συγκεντρώσεις σλεροσίνης ορού. Συνεπάγεται πως οι δυνάμεις που δημιουργούνται από την μυϊκή σύσπασση έχουν σημαντικό ρόλο στην διέγερση της επαναρρόφησης του οστού και στην αλλαγή στην συγκέντρωση CTX στην ομάδα αντίστασης. Συγκεκριμένα οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στην αλκαλική φασφατάση, που είναι δείκτης οστεογένεσης, είναι $+0,1 \pm 5,0$ στην ομάδα αντίστασης, $+0,9 \pm 2,6$ στην ομάδα ζωηρής βάδισης και $-0,14 \pm 0,57$ στην ομάδα ελέγχου. Παρατηρείται δηλαδή μεγαλύτερη αύξησή της στην ομάδα βάδισης σε σχέση με την ομάδα αντίστασης, αν και η αλλαγή είναι μικρή και στις δύο ομάδες, ενώ παρατηρείται μείωσή της στην ομάδα ελέγχου. Οι τιμές του CTX για την ομάδα αντίστασης μετά το πέρας του προγράμματος ήταν $-27,2 \pm 33,5$, για την ομάδα βάδισης: $+6,6 \pm 30,7$, ενώ για την ομάδα ελέγχου: $-2,4 \pm 14,6$. Παρατηρείται μείωση της οστικής επαναρρόφησης στην ομάδα αντίστασης σε σχέση με την ομάδα βαρομεταφέρουσας άσκησης. Όμως, η άσκηση που πραγματοποιείται για μικρό χρονικό διάστημα είναι ανεπαρκής να αλλάξει την συγκέντρωση βιοχημικών δεικτών του οστικού μεταβολισμού. Η σλεροσίνη στην ομάδα αντίστασης ήταν $+2,9 \pm 8,6$, στην ομάδα βάδισης: $+6,3 \pm 12,1$ και στην ομάδα ελέγχου: $-0,2 \pm 8,7$. Από ότι συμπεραίνουν οι ερευνητές, η σλεροσίνη ανταποκρίνεται πιο γρήγορα στο μηχανικό

φορτίο σε σχέση με τα υπόλοιπα μέτρα έκβασης. Συνεπώς είναι εμφανής η αύξησή της στις ομάδες παρέμβασης με μεγαλύτερη αύξηση στην ομάδα βάδισης.

Στην μελέτη των Balsamo et al.2013, συμμετείχαν 63 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Στην πρώτη ομάδα συμμετείχαν 15 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 51 έτη, οι οποίες εκτέλεσαν ασκήσεις αντίστασης. Ο μέσος όρος εκπαίδευσης του τμήματος ήταν 4,5 έτη. Η δεύτερη ομάδα αποτελούταν από 22 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας τα 55 έτη και πραγματοποίησαν βαρομεταφέρουσες ασκήσεις μέσα στο νερό και ο μέσος όρος εκπαίδευσής τους ήταν τα 4,2 έτη. Ενώ οι 26 συμμετέχοντες της τρίτης ομάδας, με μέσο όρο ηλικίας τα 52 έτη, δεν πραγματοποίησαν κάποια δραστηριότητα. Ως μέτρο έκβασης μετρήθηκε η BMD μέσω απορροφησιομετρίας ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA). Οι ερευνητές συμπεραίνουν πως όχι μόνο οι ασκήσεις αντίστασης αλλά και οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις στο νερό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη της οστικής απώλειας σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Βρέθηκε βελτίωση της συνολικής BMD του σώματος, της οσφυϊκής μοίρας O2-O4 και του ισχίου της ομάδας βαρομεταφέρουσών ασκήσεων στο νερό σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, όπως επίσης και η ομάδα αντίστασης εμφάνισε υψηλότερη BMD σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Οι δύο ομάδες παρέμβασης είχαν παρόμοια BMD. Συγκεκριμένα, η συνολική BMD σώματος στην ομάδα αντίστασης ήταν $1,221 \pm 0,022$, στην ομάδα βαρομεταφέρουσας άσκησης: $1,232 \pm 0,012$ και στην ομάδα ελέγχου: $1,153 \pm 0,014$. Όπως φαίνεται λοιπόν από την μελέτη, η άσκηση είτε είναι σε μορφή άσκησης αντίστασης είτε είναι βαρομεταφέρουσα άσκηση, βελτιώνει την οστική πυκνότητα περισσότερο από την αποχή από την άσκηση. Στην συγκεκριμένη μελέτη η βελτίωση της BMD είναι παρόμοια και στις δύο ομάδες παρέμβασης.

Συνοψίζοντας, οι Gombos et al.2016 έλεγξαν την συγκέντρωση της αλκαλικής φασφατάσης που είναι δείκτης οστεογένεσης στις τρεις ομάδες και διαπίστωσαν μεγαλύτερη βελτίωση στην ομάδα της φόρτισης. Ως προς την βελτίωση της οστικής πυκνότητας, θετικά είναι τα αποτελέσματα που αναφέρουν και οι δυο μελέτες. Τα αποτελέσματα όμως είναι θετικά και στις δύο ομάδες παρέμβασης, δηλαδή στην ομάδα βαρομεταφέρουσας άσκησης και στην ομάδα αντίστασης, ενώ είναι αρνητικά στην ομάδα ελέγχου. Στην έρευνα των Marques et al.2011, που είναι μια μελέτη υψηλής ποιότητας αναφέρουν πως βρέθηκε βελτίωση στην οστική πυκνότητα και

στις δύο ομάδες και δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σχετικά με την οστική πυκνότητα σε όλες τις περιοχές μέτρησής της. Απεναντίας, στην υψηλής ποιότητας μελέτη των Balsamo et al.2013, βρέθηκε μεγαλύτερη βελτίωση στην οστική πυκνότητα, στην ομάδα βαρομεταφέρουσας άσκησης. Η βελτίωση αυτή όμως ήταν πολύ μικρή σε σχέση με την ομάδα αντίστασης. Συνεπώς, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας βαρομεταφέρουσας άσκησης και της ομάδας αντίστασης, καθώς παρατηρείται εξίσου αύξηση της οστικής πυκνότητας και στις δύο. Άρα, όλες οι μελέτες συμφωνούν πως δεν υπερέχει κανένα είδος άσκησης ως προς την βελτίωση της οστικής πυκνότητας.

6.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Τρεις μελέτες πληρούσαν τα κριτήρια εισαγωγής στην συστηματική ανασκόπηση σχετικά με ασκήσεις υψηλής φόρτισης συγκριτικά με ασκήσεις χαμηλής έντασης. Από αυτές η μία ήταν μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας (4/10), (Watson et al.2015), ενώ οι άλλες δύο υψηλής (Watson et al.2018 (7/10), Kemmler et al.2013 (6/10)).

Στην μελέτη των Watson et al.2015, συμμετείχαν συνολικά 72 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση οι οποίες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες παρέμβασης. Στην πρώτη ομάδα ο αριθμός των γυναικών ήταν 36 και ο μέσος όρος ηλικίας τους ήταν τα 65 έτη. Οι γυναίκες αυτές συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα υψηλής έντασης προοδευτικών ασκήσεων αντίστασης με φόρτιση. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν δύο συνεδρίες των 30 λεπτών την εβδομάδα και μέγιστος αριθμός ατόμων τα 8 άτομα. Αποτελούταν από τέσσερις ασκήσεις οι οποίες ήταν οι άρσεις θανάτου (από όρθια θέση με τα χέρια τεντωμένα προς τα κάτω και κρατώντας μια μπάρα με βάρος, λυγίζει σιγά σιγά τα γόνατα), καθίσματα, άλματα και προσγειώσεις και άρσεις βαρών πάνω από το κεφάλι. Οι συμμετέχοντες εκτελούσαν 5 σετ, 5 επαναλήψεων, αυξάνοντας προοδευτικά το βάρος. Στην δεύτερη ομάδα που ήταν η ομάδα ελέγχου συμμετείχαν 36 άτομα με μέσο όρο ηλικίας τα 67 έτη. Οι ασκήσεις της δεύτερης ομάδας ήταν πολύ χαμηλής έντασης στο σπίτι. Συγκεκριμένα 10 λεπτά βάρδια προθέρμανσης, 4 διατάσεις, 4 ασκήσεις χαμηλής αντίστασης, ασκήσεις αντοχής των

κάτω άκρων, ισορροπία και 5 λεπτά βάδιση για αποθεραπεία. Η συχνότητα και η διάρκεια του προγράμματος ήταν ίδια με την ομάδα παρέμβασης. Ως μέτρα έκβασης χρησιμοποιήθηκαν η απορροφησιμετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA) για την μέτρηση της BMD σε όλο το σώμα, στο μη επικρατές αυχένα του μηριαίου & OM, μετρήθηκε η φυσική απόδοση μέσω δυναμόμετρου χειρός στους εκτεινόντες της ράχης και η λειτουργική απόδοση μέσω λειτουργικών δοκιμασιών όπως είναι το “Time Up and Go Test” (TUGT) και το “Five Times Sit-to-stand test”(FTSTS). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στην ομάδα παρέμβασης βελτιώθηκε η BMD στον αυχένα του μηριαίου ($0,3\pm 0,5\%$ vs $-2,5\pm 0,8\%$, $p=0,016$) και στην οσφυϊκή μοίρα ($1.6\pm 0.9\%$ vs $-1.7\pm 0.6\%$, $p=0.005$) συγκριτικά με τις απώλειες που υπήρχαν στην ομάδα χαμηλής έντασης. Είναι αναμενόμενη η βελτίωση της οστικής πυκνότητας στην ομάδα υψηλής έντασης σε σχέση με την ομάδα χαμηλής έντασης, καθώς στην δεύτερη ομάδα οι ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν στο σπίτι με πολύ χαμηλή φόρτιση.

Οι Kemmler et al. 2013, συνέκριναν ασκήσεις υψηλής έντασης ειδικές για το οστό διαλειπόμενες από ασκήσεις για την αύξηση της αντοχής και μείωση των παραγόντων του καρδιακού και του μεταβολικού ρίσκου με ένα πρόγραμμα χαμηλής έντασης για την βελτίωση της ευεξίας. Οι ασκήσεις που είναι ειδικές για το οστό ήταν υψηλής φόρτισης αεροβικού χορού με σκαλιά και ασκήσεις αντίστασης (ισομετρικές και δυναμικές ασκήσεις στο πάτωμα). Τα άτομα που συμμετείχαν στην ομάδα αυτή ήταν 43 με μέσο όρο ηλικίας τα 52 έτη. Η συχνότητα και η διάρκεια του προγράμματος ήταν 4-6 εβδομάδες ασκήσεις για το οστό και 10-12 εβδ., ασκήσεις για το καρδιαγγειακό σύστημα και τον μεταβολισμό. 3 συνεδρίες την εβδομάδα διάρκειας 45-60 λεπτά. Το μεταβολικό μπλοκ αποτελούταν από 10 -12 εβδομάδες ήπιας έντασης άσκηση. Η μία συνεδρία περιελάμβανε 60' βάδισης nordic, που διακοπτόταν από 60' χαμηλής φόρτισης αεροβικό χορό κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Η ομάδα ελέγχου περιελάμβανε 60' χαμηλής έντασης ασκήσεις μία φορά την εβδομάδα για 10 εβδομάδες με εναλλαγή 10 εβδομάδων για ανάπαυση. Οι ασκήσεις περιελάμβαναν παιχνίδια, αναπνοές, ασκήσεις συντονισμού, ισορροπίας, ελαστικότητας, αντοχής, μυϊκής δύναμης, χαλάρωσης και χορό. Στην ομάδα αυτή συμμετείχαν 42 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας τα 52 έτη. Στο τέλος μετρήθηκε η BMD στην οσφύ μέσω της απορροφησιμετρίας ακτίνων Χ διπλής ενέργειας και το

καρδιοαγγειακό και μεταβολικό ρίσκο με το MetS. Όπως προέκυψε από την μελέτη, στην ομάδα παρέμβασης διατηρήθηκε η οστική πυκνότητα σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που μειώθηκε. Η αλλαγή στην BMD στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης στην ομάδα παρέμβασης είναι : $0,001 \pm 0,022$, ενώ στην ομάδα ελέγχου: $-0,019 \pm 0,018$. Ακόμη, η συνολική BMD στο ισχίο στην ομάδα παρέμβασης είναι $-0,003 \pm 0,012$, ενώ στην ομάδα ελέγχου: $-0,007 \pm 0,012$

Παράμετροι MetS: Ο πόνος και η συχνότητά του δεν άλλαξαν μέσα στις ομάδες. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως βελτιώθηκε η οστική πυκνότητα του ισχίου συνολικά και της οσφυϊκής μοίρας στην ομάδα υψηλής έντασης και φόρτισης σε σύγκριση με την ομάδα χαμηλής έντασης. Άρα σύμφωνα με την συγκεκριμένη μελέτη, όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση και η φόρτιση των ασκήσεων που εφαρμόζονται στα οστά τόσο καλύτερα αποτελέσματα έχουμε στην οστική πυκνότητα.

Οι Watson et al.2018, χώρισαν 101 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση σε δύο ομάδες. Την ομάδα παρέμβασης που αποτελούταν από 49 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας τα 65 έτη και την ομάδα ελέγχου με 52 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας τα 65 έτη. Στην πρώτη ομάδα εκτέλεσαν ασκήσεις υψηλής έντασης αντίστασης και φόρτισης. Συγκεκριμένα ασκήσεις αντίστασης: άρσεις θανάτου, άρση βαρών πάνω από το κεφάλι και ημικαθίσματα με βάρος στην πλάτη, και ασκήσεις φόρτισης: έλξεις με αλματάκι και προσγείωση. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 8 μήνες, 2 φορές την εβδομάδα, διάρκειας 30', 5 σετ. Με 5 επαναλήψεις το κάθε σετ μεγαλύτερης έντασης από 85% της 1RM.

Στην ομάδα ελέγχου η διάρκεια ήταν 8 μήνες, 2 φορές την εβδομάδα, διάρκειας 30'. Βάδιση 10 λεπτά για προθέρμανση και 5 λεπτά για αποθεραπεία, ασκήσεις χαμηλού φορτίου και αντίστασης (προβολές, άρσεις της πτέρνας, άρσεις των χεριών από όρθια θέση και ανύψωση των ώμων) και διατάσεις (διάταση στον αυχένα από το ένα πλάι στο άλλο, διάταση του πετάλου των στροφών, του ώμου και από το ένα πλάι στο άλλο διάταση της οσφυϊκής μοίρας). Η ένταση των ασκήσεων αντίστασης ήταν προοδευτική ξεκινώντας από το βάρος του σώματος μέχρι 3 κιλά μέγιστη αντίσταση με βαράκια χεριών τον τελευταίο μήνα του προγράμματος. Μετρήθηκε η BMD μέσω της DXA, τα ανθρωπομετρικά στοιχεία, τα περιφερειακά

μέτρα του οστού, το ασβέστιο, η φυσική δραστηριότητα και η λειτουργική απόδοση. Η ομάδα παρέμβασης βελτίωσε το ύψος λόγω βελτίωσης της στάσης του σώματος, ενίσχυσε τα οστά και την λειτουργική απόδοση σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες με χαμηλή ως πολύ χαμηλή οστική μάζα. Η BMD στην οσφυϊκή μοίρα της ομάδας υψηλής έντασης και φόρτισης είχε αλλαγή : 2.9 ± 3.1 και η BMD του αυχένα του μηριαίου: 0.3 ± 3.0 . Στην ομάδα ελέγχου από την άλλη η BMD της οσφυϊκής μοίρας είχε αλλαγή -1.2 ± 3.1 ενώ στον αυχένα του μηριαίου BMD: -2.0 ± 3.0 . Προκύπτει λοιπόν και από την μελέτη αυτή πως οι υψηλής έντασης ασκήσεις οδηγούν σε καλύτερα αποτελέσματα στην οστική πυκνότητα σε σχέση με ασκήσεις χαμηλής έντασης.

Συμπερασματικά από τις τρεις μελέτες μία μέτριας και δύο υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας, που συνέκριναν τις ασκήσεις υψηλής έντασης στις οποίες συμπεριλαμβάνονταν βαρομεταφέρουσες ασκήσεις σε συνδυασμό με αντίσταση, με τις ασκήσεις χαμηλής έντασης, προκύπτει βελτίωση στην οστική πυκνότητα, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που περιελάμβανε ασκήσεις χαμηλής έντασης, με ομοφωνία αποτελεσμάτων. Άρα, επειδή υπάρχει συμφωνία των δύο μελετών υψηλής ποιότητας με την μέτρια μεθοδολογικής ποιότητας μελέτη, προκύπτει πως υπάρχουν ισχυρά στοιχεία που αποδεικνύουν πως οι ασκήσεις φόρτισης υψηλής έντασης σε συνδυασμό με τις ασκήσεις αντίστασης, έχουν καλύτερα αποτελέσματα στην οστική πυκνότητα σε σχέση με τις ασκήσεις χαμηλής έντασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στις ανασκοπήσεις που έχουν γίνει στο παρελθόν σχετικά με την άσκηση και την επίδρασή της στα οστά, οι περισσότερες μελέτες που συμμετέχουν περιλαμβάνουν την σύγκριση της ομάδας που εκτελεί άσκηση με την ομάδα ελέγχου που ακολουθεί καθιστικό τρόπο ζωής (Chan et al.2004, Multanen et al. 2016, Englund et al.2005, von Heideken et al.2012, Borer et al. 2007, Bergland et al.2011, Korpelainen et al.2006, Bemben et al.2000, Otero et al.2017, Madureira et al.2007, Newstead et al.2004, Alp et al. 2008, Evstigneeva et al.2016, Ibolya et al. 2018, Pereira et al.2016, Teixeira et al.2009, Bravo et al.1996).

Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης ήταν να συμπεριλάβει μελέτες στις οποίες και οι δύο ομάδες συμμετεχόντων εκτελούσαν άσκηση η οποία όμως ήταν διαφορετικού είδους. Συγκεκριμένα, επικεντρώθηκε σε μελέτες που εφαρμόζαν την βαρομεταφέρουσα άσκηση σε γυναίκες που βρίσκονταν μετά την εμμηνόπαυση και την συνέκριναν με οποιοδήποτε άλλο είδος άσκησης. Από αυτές, πέντε είχαν σαν μέτρο έκβασης την οστική πυκνότητα που είναι μέτρο αξιολόγησης της οστεοπόρωσης. Τα αποτελέσματα κατέληξαν σε σαφή συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της βαρομεταφέρουσας άσκησης. Οι δύο μελέτες που συνέκριναν την βαρομεταφέρουσα άσκηση με την άσκηση αντίστασης ήταν υψηλής ποιότητας και συμφωνούσαν πως βελτίωση παρατηρήθηκε και στις δύο ομάδες χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματά τους. Δεν βρέθηκε ποιο είδος άσκησης υπερέχει έναντι του άλλου καθώς βελτίωση βρέθηκε στην οστική πυκνότητα και των δύο ομάδων μετά την παρέμβαση. Σχετικά με τις τρεις μελέτες που συνέκριναν την άσκηση φόρτισης υψηλής έντασης με ασκήσεις χαμηλής έντασης, υπάρχει ομοφωνία πως μεγαλύτερη βελτίωση παρατηρείται στην οστική πυκνότητα της ομάδας άσκησης φόρτισης υψηλής έντασης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με μελέτες που δείχνουν ότι η βαρομεταφέρουσα άσκηση μπορεί να ενισχύσει την οστική πυκνότητα σε οστικές περιοχές που δέχονται φορτίο όπως είναι το μηριαίο, σε παιδιά και εφήβους (Nikander et al.2010). Επιπλέον, στην ίδια ανασκόπηση αναφέρεται πως σε γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση, η άσκηση υψηλής έντασης

φόρτισης και η άσκηση αντίστασης μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, βελτιώνει την οστική πυκνότητα 1% -2 % στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και στον αυχένα του μηριαίου. Ακόμη, οι Todd et al.2003 αναφέρουν στην ανασκόπησή τους πως η κολύμβηση δεν έχει κανένα αποτέλεσμα στην οστική πυκνότητα, η βάδιση και οι άλλες μορφές χαμηλής φόρτισης διατηρούν την οστική πυκνότητα και αποτρέπουν περαιτέρω απώλειά της, οι ασκήσεις υψηλής φόρτισης αυξάνουν την οστική πυκνότητα όπως επίσης και οι ασκήσεις με βάρη. Ωστόσο οι ασκήσεις φόρτισης υψηλής έντασης έχουν καλύτερα αποτελέσματα στην οστική πυκνότητα.

Ακόμα μία ανασκόπηση που διεκπεραιώθηκε από τους Bolam et al.(2013) έρχεται να ενισχύσει τα ευρήματά της παρούσας ανασκόπησης. Αναλυτικότερα, αναφέρουν πως οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις όπως και οι ασκήσεις αντίστασης μπορούν να λειτουργήσουν εξίσου θετικά στην πρόληψη της οστεοπόρωσης σε μεσήλικες και ηλικιωμένους άνδρες. Στις μελέτες που συμμετείχαν στην ανασκόπηση υπήρχε ετερογένεια σχετικά με τον τύπο, την ένταση, την συχνότητα και την διάρκεια μεταξύ των προγραμμάτων άσκησης. Βρέθηκε πως η άσκηση αντίστασης μόνη της ή σε συνδυασμό με βαρομεταφέρουσες ασκήσεις είναι πιο οστεογενείς στους άνδρες ενώ οι έρευνες που περιελάμβαναν βάδιση μόνο, εμφάνισαν περιορισμένο αποτέλεσμα στην οστική πυκνότητα. Από τις 8 μελέτες που συμμετείχαν στην ανασκόπηση των Bolam et al.(2013), οι δύο περιελάμβαναν μόνο βάδιση, οι τρεις μόνο αντίσταση, μία περιελάμβανε βάδιση και αντίσταση, μία περιελάμβανε ασκήσεις αντίστασης και βαρομεταφέρουσες ασκήσεις και μία περιελάμβανε ασκήσεις αντίστασης και Tai chi.

Τον συνδυασμό των θεραπευτικών ασκήσεων υποστηρίζουν οι de Kam et al.2009, ανασκοπώντας μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ασθενείς με οστεοπόρωση. Το συμπέρασμα που διεξάγουν είναι πως προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος των πτώσεων και των καταγμάτων θα πρέπει να συνδυάζονται βαρομεταφέρουσες ασκήσεις, ασκήσεις δύναμης και ισορροπίας. Το συμπέρασμα των de Kam et al.2009 ενισχύουν πολλές ανασκοπήσεις που θεωρούν πως καλύτερα αποτελέσματα στα οστά έχει ο συνδυασμός της βαρομεταφέρουσας άσκησης με την άσκηση αντίστασης (Xu et al.2016, James et al.2010,Zhao et al.2015).

Οι Eatemadololama et al. (2017), πραγματοποίησαν άσκηση αντίστασης και συγκεκριμένα, άρση βαρών σε 24 ασθενείς με μεταμόσχευση ήπατος. Η οστική πυκνότητα μετρήθηκε με DXA. Οι τιμές της οστικής πυκνότητας πριν την παρέμβαση στο μηριαίο ήταν $0.679 \pm 0.09 \text{ g/cm}^2$ ενώ μετά την άσκηση ήταν 0.689 ± 0.09 . Ενώ στην ομάδα ελέγχου που δεν πραγματοποιήθηκε καμία παρέμβαση ήταν 0.643 ± 0.11 πριν την παρέμβαση και $0.641 \pm 0.11 \text{ g/cm}^2$ στο τέλος του προγράμματος. Ενώ βρέθηκε βελτίωση μετά την παρέμβαση με άσκηση αντίστασης στο μηριαίο, στην σπονδυλική στήλη δεν υπήρξε διαφορά.

Σε μελέτη των Dahamsheh et al. (2019), πραγματοποιήθηκαν αεροβικές ασκήσεις σε 65 γυναίκες για 12 εβδομάδες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα, για 60 λεπτά. Στις αεροβικές ασκήσεις περιλαμβάνονται η βάρδια και το σκαλί. Βρέθηκε βελτίωση της οστικής μάζας, της οστικής πυκνότητας και της αλκαλικής φασφατάσης σε γυναίκες με οστεοπόρωση και οστεοπενία.

Οι Bonaiuti et al. (2002), πραγματοποίησαν συστηματική ανασκόπηση στην οποία συμμετείχαν 18 τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες. Στις μελέτες συμπεριλαμβάνονταν ασκήσεις βαρομεταφέρουσες αεροβικές, βάρδια και ασκήσεις αντίστασης. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν βελτίωση στην οστική πυκνότητα της σπονδυλικής στήλης. Συγκεκριμένα, με την χρήση βαρομεταφέρουσών αεροβικών ασκήσεων, βρέθηκε η οστική πυκνότητα της σπονδυλικής στήλης $1,79 \text{ g/cm}^2$ και ο καρπός $1,22 \text{ g/cm}^2$. Η βάρδια βελτίωσε την οστική πυκνότητα της σπονδυλικής στήλης που ήταν $1,31 \text{ g/cm}^2$ και του ισχίου που ήταν $0,92 \text{ g/cm}^2$.

Οι βαρομεταφέρουσες ασκήσεις και οι ασκήσεις αντίστασης υποστηρίζονται για την χρήση τους στην πρόληψη της οστεοπόρωσης (Guadalupe-Grau et al. 2009).

Σχετικά με τα αποτελέσματα της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης, στην μελέτη των Gombos et al. (2016), βρέθηκε αύξηση της σλεροσίνης, που είναι δείκτης σχηματισμού του οστού, στην ομάδα βαρομεταφέρουσας άσκησης σε σχέση με την ομάδα αντίστασης. Η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η σλεροσίνη έχει πιο γρήγορη ανταπόκριση στο μηχανικό φορτίο. Οι Marques et al. (2011), αναφέρουν βελτίωση στην οστική πυκνότητα και στις δύο ομάδες,

χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων με εφαρμογή του προγράμματος για 32 εβδομάδες. Σε συμφωνία με τους Marques et al. (2011) έρχονται οι Balsamo et al. (2013), που αναφέρουν ίδια βελτίωση μεταξύ των δύο ομάδων της έρευνας και εφάρμοσαν το πρόγραμμα για 4,5 χρόνια. Συγκεκριμένα, η συνολική BMD σώματος στην ομάδα αντίστασης ήταν $1,221 \pm 0,022$, στην ομάδα βαρομεταφέρουσας άσκησης: $1,232 \pm 0,012$ και στην ομάδα ελέγχου: $1,153 \pm 0,014$. Συνεπώς η βαρομεταφέρουσα άσκηση όπως και η άσκηση αντίστασης μπορούν να βελτιώσουν εξίσου την οστική πυκνότητα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.

Περιορισμοί της παρούσας μελέτης. Στην παρούσα μελέτη υπήρχαν και κάποιοι περιορισμοί. Δεν αξιολογήθηκαν οι μελέτες για την ύπαρξη προκατάληψης (bias) και ο τελικός αριθμός των μελετών που συμμετείχαν ήταν περιορισμένος. Καθώς τελικώς στην ανασκόπησή μας συμμετείχαν λίγες μελέτες, το συμπέρασμα δεν μπορεί να γενικευτεί. Η ύπαρξη λιγοστών μελετών συνέβη διότι οι ερευνητές δεν εξέταζαν τα αποτελέσματα που είχαν οι ασκήσεις στην πρόληψη ή στην βελτίωση της οστεοπόρωσης, αλλά στα αποτελέσματα αυτής όπως είναι η ισορροπία και η ποιότητα ζωής. Επιπλέον στις περισσότερες μελέτες δεν υπήρχε σύγκριση δύο ειδών άσκησης, αλλά μίας παρεμβατικής ομάδας με μία ομάδα ελέγχου που συνέχιζαν κανονικά της καθημερινές τους δραστηριότητες. Αυτό οδήγησε σε μια πληθώρα μελετών να αποκλειστούν από την παρούσα συστηματική ανασκόπηση. Ίσως σε μελλοντική ανασκόπηση θα πρέπει να αρθεί το μεθοδολογικό κριτήριο περι τυχαιοποιημένων μελετών και να είναι πιο γενικό το κριτήριο που να περιλαμβάνει όλες τις κλινικές μελέτες.

Μελλοντικές προτάσεις. Για το μέλλον, συνίσταται να διερευνηθεί περισσότερο η αποτελεσματικότητα των ασκήσεων φόρτισης συγκριτικά με άλλες ασκήσεις σε γυναίκες που βρίσκονται μετά την εμμηνόπαυση, καθώς είναι περιορισμένος ο διαθέσιμος αριθμός ερευνών που εστιάζουν σε αυτή την σύγκριση. Τα αποτελέσματα αυτά στη συνέχεια, θα ήταν ωφέλιμο να εστιάζουν στην επίδραση των ασκήσεων στο οστό. Χρειάζονται περισσότερες μελέτες υψηλής ποιότητας, μεγαλύτερου δείγματος και ασθενών που δεν κάνουν χρήση φαρμάκων και δεν παρουσιάζουν κάποια συνοδό πάθηση. Ενώ βρέθηκε βελτίωση της οστικής πυκνότητας σε όλα τα είδη ασκήσεων που εξετάστηκαν δεν βρέθηκαν

ισχυρές ερευνητικές αποδείξεις που να υποστηρίζουν την υπεροχή της άσκησης φόρτισης έναντι των άλλων ειδών άσκησης.

Ωστόσο προκύπτει πως η άσκηση μπορεί να λειτουργήσει ως προληπτικό μέσο για την οστική απώλεια που παρατηρείται στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Επιπλέον, οι ερευνητές συμφωνούν πως η άσκηση έχει θετικά αποτελέσματα στην βελτίωση της μυϊκής μάζας, της δύναμης, της ισορροπίας και του συντονισμού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην οστεοπόρωση για την πρόληψη των πτώσεων και των καταγμάτων, χωρίς τις παρενέργειες που εμφανίζουν τα φάρμακα.

Σημαντικότητα της παρούσας μελέτης. Η παρούσα μελέτη είναι σημαντική καθώς δεν έχει γίνει στο παρελθόν ανασκόπηση που να περιλαμβάνει μελέτες που να συγκρίνουν τις βαρομεταφέρουσες ασκήσεις με άλλα είδη ασκήσεων. Σε παλαιότερες ανασκοπήσεις συμπεριλαμβάνονταν μελέτες που χρησιμοποιούσαν ένα είδος άσκησης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου που οι συμμετέχοντες συνέχιζαν κανονικά τις καθημερινές τους δραστηριότητες. Επιπλέον, πολλές μελέτες εστίαζαν τα αποτελέσματά τους σε παράγοντες όπως είναι η βελτίωση της ισορροπίας και της ποιότητας ζωής και όχι στην οστική πυκνότητα που εστιάζει η παρούσα μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Εν κατακλείδι, παρόλο που είναι γνωστό πως η άσκηση συμβάλλει στην πρόληψη και την θεραπεία της οστεοπόρωσης, δεν υπάρχει υπεροχή της βαρομεταφέρουσας άσκησης έναντι της άσκησης αντίστασης αφού και οι δύο φάνηκαν εξίσου αποτελεσματικές στην αύξηση της οστικής πυκνότητας με ισχυρά αποδεικτικά στοιχεία. Αντίθετα, η άσκηση υψηλής έντασης και φόρτισης ίσως είναι πιο αποτελεσματική από την άσκηση χαμηλής έντασης για την αύξηση της οστικής πυκνότητας σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Τα άνωθεν στοιχεία υποστηρίζουν την ήδη υπάρχουσα άποψη ότι η άσκηση μπορεί να ενισχύσει την οστική πυκνότητα των γυναικών μετά την εμμηνόπαυση και να αποτρέψει την περαιτέρω οστική απώλεια σε ασθενείς με οστεοπόρωση και συνεπώς να προλάβει τον κίνδυνο των καταγμάτων. Όμως χρειάζονται περαιτέρω μελέτες προκειμένου να καθιερωθεί το είδος άσκησης που είναι καταλληλότερο σε αυτόν τον πληθυσμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

ΒΙΒΛΙΑ- ελληνικά

1. Λυρίτης ΓΠ. Ειδικά θέματα στα μεταβολικά νοσήματα των οστών. 1ος τόμος. Αθήνα: Έκδοση Π.Μ.Σ. "Μεταβολικά νοσήματα των οστών", 2010.
2. Λυρίτης ΓΠ. Ειδικά θέματα στα μεταβολικά νοσήματα των οστών. 3ος τόμος. Αθήνα: Έκδοση Π.Μ.Σ. "Μεταβολικά νοσήματα των οστών" , 2012.
3. Λυρίτης ΓΠ. Μεταβολικά νοσήματα των οστών. 5η έκδοση. Αθήνα: *Hylonome Editions*, 2013.
4. Πουλμέντης Π.. Βιολογική μηχανική Εργονομία. Αθήνα: Κ.ΚΑΠΟΠΟΥΛΟΣ , 2007.

ΒΙΒΛΙΑ- μεταφρασμένα

1. Dustine J., Moore G.. ACSM's Άσκηση Χρόνιες Παθήσεις & Αναπηρίες. 2^η έκδοση. Αθήνα: Πασχαλίδης, 2005.
2. Hall S.. Εμβιομηχανική. 4^η έκδοση. Αθήνα: Παρισιάνου Α.Ε, 2003.

Ξενόγλωσση Αρθρογραφία

ΑΡΘΡΑ

1. Alp A., Cansever S., Gorgec N., Yurtkuran M., Topsac T. 2008. Effects of Tai chi exercise on functional and life quality assessments in senile osteoporosis. *Turkiye Klinikleri J Med Sci*, 29(3):687-95
2. Arnold C., Busch A., Schachter C., Harrison E., Olszynski W. 2008. A Randomized Clinical Trial of Aquatic versus Land Exercise to Improve Balance, Function, and Quality of Life in Older Women with Osteoporosis. *Physiother Can.*60:296-306.
3. Aveiro CM, Arias Avila M, Santos Pereira-Baldon V, Santa Barbara Ceccatto Oliveira A, Gramani-Say K, Oishi J, Driusso P. 2017. Water-versus land-based treatment for postural control in postmenopausal

- osteoporotic women: a randomized, controlled trial. *Climacteric*, 20(5):427-435
4. Balsamo S., Mota L., Santana F., Nascimento D., Bezerra L., Balsamo D., Borges J., Paula A., Bottaro M. 2013. Resistance training versus weight-bearing aquatic exercise: a cross-sectional analysis of bone mineral density in postmenopausal women. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 53(2):193-8
 5. Bao C., Erin Y. Teo, Mark S.K. Chong, Yuchun Liu, Mahesh Choolani and Jerry K.Y. Chan .2013. *Advances in Bone Tissue Engineering*. Intech. 24:600- 614.
 6. Bemben D., Fethers N., Bemben M., Nabavi N., Koh E.2000. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.*, 32(11):1949-57
 7. Benedetti M., Furlini G., Zati A., Mauro G. 2018. The effectiveness of physical exercise on bone density in osteoporotic patients. *BioMed Research international*
 8. Bergland A, Thorsen H, Karesen R. 2011.Effect of exercise on mobility, balance, and health-related quality of life in osteoporotic women with a history of vertebral fracture: a randomized, controlled trial. 22(6):1863-1871
 9. Bergstrom I., Landgren B. 2008. Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. *Osteoporos Int.*, 19(2):177-183
 10. Black D., Rosen C. 2016. Postmenopausal osteoporosis. *The new England journal of medicine*, 374:254-62
 11. Bolam K., van Uffelen J., Taaffe D. 2013. The effect of physical exercise on bone density in middle-aged and older men: a systematic review. *Osteoporosis International*, 24(11) : 2749–2762.
 12. Bonaiuti D., Shea B., Iovine R., Negrini S. et al. 2002. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.eat
 13. Borer K., Fogleman K., Gross M., Jacquelyn M. La New, Dengel D. 2007. Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone*, 41:713-721.

14. Bravo, G., Gauthier, P., Roy, P.-M., Payette, H., Gaulin, P., Harvey, M., ... Dubois, M.-F. (1996). *Impact of a 12-Month Exercise Program on the Physical and Psychological Health of Osteopenic Women. Journal of the American Geriatrics Society, 44(7), 756–762.*
15. Chan K., Anderson M., Lau E. 2003. Exercise interventions: defusing the world's osteoporosis time bomb. *Bulletin of the World Health Organization, 81(11):827-830.*
16. Chan K., Qin L., Lau M. et al. 2004. A Randomized, Prospective Study of effects of Tai Chi Chun Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Arch Phys Med Rehabil., 85 (5): 717-722*
17. Chan D., Chang C., Han D. et al. (2018) *Journal of the Formosan Medical Association, 117: 572-582*
18. Dahamsheh Z., Rashdan K., Hadid A., Jaradat R., Bakheet M., Bataineh Z. (2019) The Impact of aerobic exercise on female bone health indicators. *Med Arch., 73(1):35-38*
19. Daly R. 2017. Exercise and nutritional approaches to prevent frail bones, falls and fractures: an update. *Climacteric., 20:119-124.*
20. de Kam D., Smulders E., Weerdesteyn V., Smits-Engelsman B. 2009. Exercise interventions to reduce fall-related fractures and their risk factors in individuals with low bone density: a systematic review of randomized controlled trials. *Osteoporosis International, 20 (12): 2111–2125*
21. Eatemadololama A., Karimi M., Rahnama N., Rasolzadegan M. (2017) Resistance exercise training restores bone mineral density in renal transplant recipients. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism, 14(2):157-160*
22. Espallargues M., Sampietro-Colom L., Estrada M., Sola M., del Rio L. et al. (2001) Identifying Bone-Mass-Related Risk Factors for Fracture to Guide Bone Densitometry Measurements: A Systematic Review of the Literature. *Osteoporosis International. 12:811–822*
23. Evstigneeva L., Lesnyak O., Bultink I., Lems W. et al. 2016. Effect of twelve-month physical exercise program on patients with osteoporotic vertebral fractures: a randomized, controlled trial. *Osteoporosis International.*

24. Ezzo J., Berman B., Hadhazy V. et al. 2000. Is acupuncture effective for the treatment of chronic pain? A systematic review. *Pain*, 86: 217-225
25. Fletcher J, (2013), Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine Position Statement: Osteoporosis and Exercise. *Clin J Sport Med*. 23: pp. 333–338.
26. Garcia-Gomariz C., Blasco J., Macian-Romero C., Guillem-Hernandez E., Igual-Camacho C. 2017. Effect of 2 years of endurance and high-impact training on preventing osteoporosis in postmenopausal women: randomized clinical trial. *Menopause: The Journal of The North American Menopause Society*, 25(3):1-6
27. Gombos G., Bajsz V., Pek E., Schmidt B., Sio E., Molics B., Betlehem J. 2016. Direct effects of physical training on markers of bone metabolism and serum sclerostin concentrations in older adults with low bone mass. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17:254
28. Guadalupe-Grau A., Fuentes T., Guerra B., Calbet J. 2009. Exercise and bone mass in adults. *Sports Med*, 39 (6): 439-468
29. Gusi N., Raimundo A., Leal A. 2006. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(92):1-8
30. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, Harbour RT, Caldwell LM, Creed G. 2011. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev*. 6(7):1-165.
31. Ibolya M., Szerb I., Szerb A., Bender T., Poor G. 2018. Effect of a balance-training programme on postural balance, aerobic capacity and frequency of falls in women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*, 50: 542–547
32. James M., Carroll S. 2010. Effects of different impact exercise modalities on bone mineral density in premenopausal women: A meta-analysis. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*. 28 (3) :251–267
33. Jeihouni A., Hidarnia A., Kaveh M., Hajizadeh E., Askari A. 2015. Effects of an osteoporosis prevention program based on health belief model among females. *Nurs Midwifery Stud.*; 4(3): 26731.

34. Karisson M., Rosengren B. 2012. Training and bone-from health to injury. *Scand J Med Sci Sports*. 22(4): 15-23
35. Kemmler W., Bebenek M., von Stengel S., Engelke K., Kalender W. 2013. Effect of block-periodized exercise training on bone and coronary heart disease risk factors in early post-menopausal women: a randomized controlled study. *Scand J Med Sci Sports*. 23(1):121-9
36. Korpelainen R, Keinanen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Vaananen K, Korpelainen J. 2006. Effect of exercise on extraskkeletal risk factors for hip fractures in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21(5):772-779
37. Lu Y., Rosner B., Fishman L., Phil B. 2016. Twelve-minute Daily yoga regimen reverses osteoporotic Bone loss. 32 (2): 81-87
38. Lirani-Galvão A., Lazaretti-Castro M. 2010. Physical approach for prevention and treatment of osteoporosis. *Arq Bras Endocrinol Metab.*, 54:171-178.
39. Lane N., (2006), Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 194: pp. 3–11.
40. Madureira M., Takayama L., Gallinaro A., Caparbo V. et al. 2007. Osteoporosis international, 18: 419-425
41. Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M. & Elkins, M. 2003, Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.*, 83(8):713-21.
42. Marin-Cascales E., Alcaraz P., Rubio-Arias J. 2017. Effects of 24 Weeks of Whole Body Vibration Versus Multicomponent Training on Muscle Strength and Body Composition in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. *Rejuvenation Res.*, 20(3):193-201
43. Marques E., Wanderley F., Machado L., Sousa F. Viana JL., Moreira-Goncalves D., Moreira P., Mota J., Carvalho J. 2011. Effects of resistance and aerobic exercise on physical function, bone mineral density, OPG and RANKL in older women. *Exp Gerontol.*, 46(7):524-32
44. McMillan L., Zengin A., Ebeling P., Scott D. 2017. Prescribing Physical Activity for the Prevention and Treatment of Osteoporosis in Older Adults. *Healthcare*. 85:1-15.

45. Meczekalski B., Katulski K., Czyzyk A., Podfigurna-Stopa A. Health in older women athletes. *Maturitas* 2014;79(4): 357–361.
46. Milliken LA, Going SB, Houtkooper LB, Flint-Wagner HG, Figueroa A, Metcalfe LL, Blew RM, Sharp SC, Lohman TG. 2003. Effects of exercise training on bone remodeling, insulin-like growth factors, and bone mineral density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Calcified Tissue International*, 72(4):478-484
47. Moreira L., Oliveira ML, Lirani-Galvão AP, Marin-Mio RV, Santos RN, Lazaretti-Castro M. 2014. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol.*, 58(5):514-22.
48. Multanen J, Rantalainen T, Kautiainen H, Ahola R, Jamsa T, Nieminen MT, Lammentausta E, Hakkinen A, Kiviranta I, Heinonen A. 2017. Effect of progressive high-impact exercise on femoral neck structural strength in postmenopausal women with mild knee osteoarthritis: a 12-month RCT. *Osteoporosis International*, 28(4):1323-1333
49. Newstead A, Smith KI, Bruder J, Keller C. 2004. The effect of a jumping exercise intervention on bone mineral density in postmenopausal women. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 27(2):47-52
50. Nikander R., Sievanen H., Heinonen A., Daly R., UusiRasi K., Kannus P. 2010. Targeted exercise against osteoporosis: a systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Medicine*, 8(47).
51. Otero M, Esain I, Gonzalez-Suarez AM, Gil SM. 2017. The effectiveness of a basic exercise intervention to improve strength and balance in women with osteoporosis. *Clinical Interventions in Aging* , 14;12:505-513
52. Papaioannou A., Adachi J., Winegard K., Ferko N., Parkinson W., Cook R., Webber C., McCartney N. 2003. Efficacy of home-based exercise for improving quality of life among elderly women with symptomatic osteoporosis-related vertebral fractures. *Osteoporosis Int.*, 14(8): 677-82.
53. Park H, Kim KJ, Komatsu T, Park SK, Mutoh Y. 2008. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 26(3):254-259

54. Pereira A., Costa A., Palmeira A., Soares J. et al. 2016. The effects of combined training on bone metabolic markers in postmenopausal women. *Science and sports*, 31: 152-157
55. Phoosuwan M., Kritpet T., Yuktanandana P. 2009. The effects of weight bearing yoga training on the bone resorption markers of the postmenopausal women. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 92: 102-108
56. Rizzoli R., Bianchi M, Garabédian M., 2010., Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 46: pp. 294–305.
57. Roghani T., Torkaman G., Movassegh S., Hedayati M., Goosheh B., Bayat N. 2012. Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatology International*, 10:1-9.
58. Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM, Ferrucci L. 2003. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(12):1854-1857
59. Santin-Medeiros F., Santos-Lozano A., Rey-Lopez J., Vallejo N. 2015. *Nutr Hosp.*, 31(4):1654-9
60. Sedgwick, P. 2013. Meta-analyses: heterogeneity and subgroup analysis. *Bmj*, 346(jun24 2), f4040-f4040. doi: 10.1136/bmj.f4040
61. Seki A., Ikeda F., Miyatake H., Takaguchi K., Hayashi S. et al. 2017. Risk of secondary osteoporosis due to lobular cholestasis in non-cirrhotic primary biliary cholangitis. *J Gastroenterol Hepatol.* , 32(9):1611-1616
62. 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.*, 9: 1-7.
63. Shanb A., Youssef E. 2014. 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*, 21:176-181.
64. Sinaki M., Pfeifer M., Preisinger E., Itoi E., Rizzoli R., Boonen S., Geusens

- P., Minne H. 2010. The Role of Exercise in the Treatment of Osteoporosis. *Curr Osteoporos Rep* 8:138–144.
65. Takahashi T., Johnson K. 2015. Menopause. *Med Clin N Am*, 99: 521-534
66. Teixeira L., Silva K., Imoto A., Teixeira T. et al. 2009. Progressive load training for the quadriceps muscle associated with proprioception exercises for the prevention of falls in postmenopausal women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporosis International*, 21:589-596
67. Todd J., Robinson R. 2003. Osteoporosis and exercise. *Postgrad Med J*, 79:320-323
68. Tuzun S., Aktas I., Akarirmak U., Sipahi S., Tuzun F. 2010. Yoga might be an alternative training for the quality of life and balance in postmenopausal osteoporosis. *Eur J Phys Rehabil Med.*, 46:69-72
69. Uusi-Rasi K, Kannus P, Cheng S, Sievanen H, Pasanen M, Heinonen A, Nenonen A, Halleen J, Fuerst T, Genant H, Vuori I. 2003. Effect of alendronate and exercise on bone and physical performance of postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Bone*, 33(1):132-143.
70. Van Tulder M., Koes B., Bouter L. 1997. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain. *Pain*, 22(18):2128-2156
71. Van Tulder M., Furlan A., Bombardier C., Bouter L. 2003. Updated Method Guidelines for systematic reviews in the Cochrane collaboration back review group. *Spine*, 28(12): 1290-1299
72. Von Heideken W., Littbrand H., Johansson A., Nordstrom P., Gustafson Y. 2002. Jumping exercises with and without raloxifene treatment in healthy elderly women. *J Bone Miner Metab.*, 20(6):376-82
73. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Horan SA, Beck BR. 2015. Heavy resistance training is safe and improves bone, function, and stature in postmenopausal women with low to very low bone mass: novel early findings from the LIFTMOR trial. *Osteoporosis International*, 26(12):2889-2894
74. Watson S., Weeks B., Weis L., Harding A., Horan S, Beck B. 2018. High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and

- Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(2):211-220
75. Xu J., Lombardi G., Jiao W., Banfi G. 2016. Effects of Exercise on Bone Status in Female Subjects, from Young Girls to Postmenopausal Women: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Sports Medicine*, 46 (8):1165– 1182.
76. Zhao R., Zhao M., Xu Z. 2015. The effects of differing resistance training modes on the preservation of bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis. *Osteoporos Int.*, 26(5):1605-18

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

1. Heart and Stroke foundation. Canadian Partnership for Stroke Recovery. PEDro Score. Available at: <https://www.strokengine.ca/en/glossary/pedro-score/>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Πίνακας 1: Επεξήγηση των κριτηρίων της κλίμακας PEDro

Κριτήριο	Ορισμός	Επεξήγηση
Κριτήριο 1	Κριτήρια επιλεξιμότητας	Τα κριτήρια επιλεξιμότητας πληρούνται εάν στη μελέτη αναφέρεται από που επιλέχθηκαν οι συμμετέχοντες που έλαβαν μέρος στη μελέτη και ένας κατάλογος κριτηρίων που χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστεί ποιος ήταν κατάλληλος να συμμετάσχει στη μελέτη
Κριτήριο 2	Τυχαιοποιημένη κατανομή	Μια μελέτη θεωρείται ότι έχει χρησιμοποιήσει τυχαιοποιημένη κατανομή εάν στη μελέτη καταγράφεται από τους συγγραφείς ότι η κατανομή ήταν τυχαία. Η ακριβής μέθοδος της τυχαιοποίησης δε χρειάζεται να προσδιοριστεί. Διαδικασίες όπως η ρίψη νομίσματος και η κύλιση ζαριών πρέπει να θεωρούνται τυχαίες. Διαδικασίες ψευδο-τυχαιοποιημένης κατανομής όπως κατανομή από τον αριθμό εγγραφής σε νοσοκομείο ή ημερομηνία γέννησης ή εναλλαγή, δεν ικανοποιούν αυτό το κριτήριο
Κριτήριο 3	Κρυφή κατανομή	Κρυφή κατανομή σημαίνει ότι ο ερευνητής που καθόρισε εάν ένα άτομο ήταν επιλέξιμο για ένταξη στη μελέτη, αγνοούσε όταν λήφθηκε η απόφαση σχετικά με το από ποια ομάδα θα κατανεμηθεί το άτομο. Ένας βαθμός απονέμεται για αυτό το κριτήριο, ακόμα και εάν δεν δηλώνεται ότι η κατανομή ήταν κρυφή, όταν η αναφορά δηλώνει ότι η κατανομή έγινε με σφραγισμένους αδιαφανείς φακέλους ή ότι η κατανομή έφερε σε επαφή τον κάτοχο του προγράμματος κατανομής, ο οποίος βρισκόταν εκτός.
Κριτήριο 4	Ομοιογένεια δείγματος	Ομοιογένεια δείγματος σημαίνει ότι οι ομάδες ήταν παρόμοιες κατά την έναρξη σε σχέση με τους σημαντικότερους προγνωστικούς δείκτες. Στις μελέτες θεραπευτικών παρεμβάσεων θα πρέπει να περιγράφεται τουλάχιστον ένα μέτρο της σοβαρότητας της πάθησης που αντιμετωπίζεται και τουλάχιστον ένα (διαφορετικό) βασικό μέτρο έκβασης κατά την έναρξη. Ο βαθμολογητής θα πρέπει να είναι σίγουρος ότι τα αποτελέσματα των ομάδων δεν αναμένεται να διαφέρουν με βάση τις βασικές διαφορές, μόνο στις προγνωστικές μεταβλητές, από ένα κλινικά σημαντικό ποσό
Κριτήριο 5-7	Κρυφοί συμμετέχοντες, θεραπευτές & αξιολογητές	Αυτό σημαίνει ότι τα άτομα (συμμετέχοντες, θεραπευτές, αξιολογητές) δε γνώριζαν σε ποια ομάδα έχει ανατεθεί κάθε συμμετέχοντας. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες και οι θεραπευτές θεωρούνται τυφλοί μόνο όταν αναμένεται ότι δε θα ήταν σε θέση να κάνουν διάκριση μεταξύ των θεραπειών που εφαρμόστηκαν στις διάφορες ομάδες. Στις μελέτες στις οποίες τα κύρια αποτελέσματα αυτό-αναφέρονται (πχ ημερολόγιο πόνου, οπτική αναλογική κλίμακα), ο αξιολογητής θεωρείται τυφλός εάν το άτομο ήταν τυφλό.
Κριτήριο 5	«Τύφλωση» στους συμμετέχοντες	Με το κριτήριο «κρυφοί συμμετέχοντες» δηλώνεται ότι τα άτομα δε μπορούσαν να διακρίνουν εάν είχαν ή δεν είχαν λάβει θεραπεία. Όταν οι συμμετέχοντες είναι κρυφοί, ο αναγνώστης μπορεί να είναι πεπεισμένος ότι η εμφανής επίδραση της θεραπείας δεν οφείλεται στο φαινόμενο placebo
Κριτήριο 6	«Τύφλωση» στους θεραπευτές	Ο θεραπευτής δεν γνώριζε σε ποια ομάδα είχε ανατεθεί ο συμμετέχοντας. Οι συμμετέχοντες και οι θεραπευτές θεωρούνται κρυφοί, μόνο εάν αναμένεται ότι δε θα ήταν σε θέση να κάνουν διάκριση μεταξύ των θεραπειών που εφαρμόστηκαν σε διαφορετικές ομάδες. Όταν οι θεραπευτές είναι κρυφοί, ο αναγνώστης μπορεί να είναι σίγουρος ότι η εμφανής επίδραση της θεραπείας δεν οφείλεται στον ενθουσιασμό των θεραπειών ή στην έλλειψη ενθουσιασμού για τις συνθήκες θεραπείας ή ελέγχου.
Κριτήριο 7	«Τύφλωση» στους αξιολογητές	Ο αναγνώστης είναι σίγουρος ότι η επίδραση της θεραπείας δεν οφείλεται στις μεροληψίες των αξιολογητών που επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Κριτήριο 8	Επαναξιολόγηση	Το κριτήριο αυτό ικανοποιείται μόνο εάν στο κείμενο αναφέρονται ρητά ο αριθμός των ατόμων που αρχικά καταμετρήθηκαν σε ομάδες και ο αριθμός των ατόμων από τα οποία λήφθηκε το κύριο αποτέλεσμα των μετρήσεων. Σε δοκιμές στις οποίες τα αποτελέσματα μετριοούνται σε διάφορα χρονικά σημεία, ένα βασικό αποτέλεσμα πρέπει να έχει μετρηθεί σε περισσότερο από το 85% των ατόμων σε ένα από αυτά τα χρονικά σημεία.
Κριτήριο 9	Πρόθεση για θεραπεία	Μια ανάλυση «intention to treat» σημαίνει ότι εάν οι συμμετέχοντες δεν λάμβαναν θεραπεία όπως καταμετρήθηκαν και εάν οι μετρήσεις των αποτελεσμάτων ήταν διαθέσιμες, η ανάλυση εκτελέστηκε όπως εάν οι συμμετέχοντες λάμβαναν θεραπεία στην οποία ήταν καταμετρημένοι. Το κριτήριο αυτό ικανοποιείται ακόμα και όταν δεν υπάρχει αναφορά στην ανάλυση με πρόθεση να αντιμετωπιστεί εάν στην έκθεση αναφέρεται ρητά ότι όλα τα άτομα έχουν λάβει θεραπευτικές ή ελεγχόμενες συνθήκες που τους έχουν διατεθεί.
Κριτήριο 10	Σύγκριση μεταξύ των ομάδων	Μια στατιστική σύγκριση μεταξύ των ομάδων περιλαμβάνει στατιστική σύγκριση της μιας ομάδας με την άλλη. Ανάλογα με τον σχεδιασμό της μελέτης, αυτό μπορεί να συνεπάγεται σύγκριση δυο ή περισσότερων θεραπειών ή σύγκριση της θεραπείας με μια κατάσταση ελέγχου. Η ανάλυση μπορεί να είναι μια απλή σύγκριση του αποτελέσματος που μετρήθηκε μετά τη χορήγηση της θεραπείας ή μια σύγκριση της αλλαγής μιας ομάδας σε σχέση με την άλλη. Η σύγκριση μπορεί να είναι υπό τη μορφή δοκιμής υπόθεσης ή υπό τη μορφή της εκτίμησης και του διαστήματος εμπιστοσύνης.
Κριτήριο 11	Μετρήσεις μεταβλητότητας σημείου	Ένα σημείο μέτρησης είναι ένα μέτρο του μεγέθους του αποτελέσματος της θεραπείας. Το αποτέλεσμα της θεραπείας μπορεί να περιγραφεί ως μια διαφορά στα αποτελέσματα της ομάδας ή ως το αποτέλεσμα σε όλες τις ομάδες. Οι μετρήσεις μεταβλητότητας περιλαμβάνουν τις τυπικές αποκλίσεις, τα τυπικά σφάλματα, τα διαστήματα εμπιστοσύνης, τα διατεταρτημοριακά εύρη (ή άλλα ποσοτικά εύρη) και τις κλίμακες. Τα σημεία μέτρησης και/ή οι μετρήσεις μεταβλητότητας μπορούν να παρέχονται γραφικά εφ' όσον είναι σαφές τι είναι το γράφημα. Όπου τα αποτελέσματα είναι κατηγορηματικά, το κριτήριο αυτό θεωρείται ότι πληρείται εάν ο αριθμός των ατόμων σε κάθε κατηγορία δίνεται για κάθε ομάδα