



## Οι επιδράσεις ενός παρεμβατικού προγράμματος δόνησης και ενός προγράμματος δύναμης στην οστική πυκνότητα μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών

Παρπόρης, Φ.\*, Κώστα, Γ., Γιοφτσιδου, Α., Τοκμακίδης, Σ.

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η θετική επίδραση των προγραμμάτων άσκησης δύναμης και δόνησης στον ανθρώπινο οργανισμό αποτελεί αντικείμενο πολλών ερευνών, ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτών των προγραμμάτων στην οστική πυκνότητα μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών είναι αντικρουόμενα. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει τις επιδράσεις ενός προγράμματος άσκησης με δόνηση και ενός προγράμματος δύναμης στην οστική πυκνότητα γυναικών μετά την εμμηνόπαυση. Στην έρευνα συμμετείχαν 48 γυναίκες ηλικίας  $58 \pm 4$  ετών, οι οποίες κατανεμήθηκαν τυχαία τρεις ομάδες: 16 ομάδα προπόνησης δόνησης, 16 ομάδα προπόνησης δύναμης και 16 συμμετείχαν μόνο στις μετρήσεις ως ομάδα ελέγχου. Οι δύο ομάδες εξασκήθηκαν για 6 μήνες, τρεις φορές την εβδομάδα. Η οστική πυκνότητα αξιολογήθηκε με το όργανο μέτρησης Lunar Achilles Plus πριν και μετά την εφαρμογή των προγραμμάτων άσκησης. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης  $3$  (ομάδα)  $\times$   $2$  (μέτρηση) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ως προς τη μεταβλητή «χρονική στιγμή μέτρησης» ώστε να βρεθούν οι πιθανές διαφορές μεταξύ των ομάδων πριν και μετά την παρέμβαση. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην οστική πυκνότητα μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης (ομάδα δύναμης: 1<sup>η</sup> μέτρηση  $-1,788$ , 2<sup>η</sup> μέτρηση  $-1,581$ ,  $p < 0.001$  / ομάδα δόνησης: 1<sup>η</sup> μέτρηση  $-1,819$ , 2<sup>η</sup> μέτρηση  $-1,463$ ,  $p < 0.001$ ). Επίσης, παρατηρήθηκε διαφορά στην αποτελεσματικότητα (μείωση τιμής οστικής πυκνότητας) του προγράμματος άσκησης που ακολούθησε η κάθε ομάδα (δόνηση- δύναμη), χωρίς ωστόσο αυτή η διαφορά μεταξύ των ομάδων να είναι στατιστικά σημαντική,  $p = .809$ . Συμπερασματικά, η εκτέλεση ασκήσεων ενδυνάμωσης και προγραμμάτων με πλατφόρμα δόνησης, κατά τη διάρκεια της προπόνησης προγραμμάτων δύναμης, μπορεί να βελτιώσει την οστική πυκνότητα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, ενώ παρατηρήθηκε καλλίτερη ανταπόκριση στη βελτίωση της οστικής πυκνότητας με το πρόγραμμα δόνησης.

**Λέξεις κλειδιά:** οστεοπόρωση, power plate, Lunar Achilles.

### Εισαγωγή

Η οστεοπόρωση χαρακτηρίζεται από ελάττωση της οστικής μάζας με σύγχρονη διατήρηση της αναλογίας οστικών αλάτων/κολλαγόνου και διαταραχή της αρχιτεκτονικής του οστίτη ιστού (Kanis et al., 2008). Μετά από την ολοκλήρωση της σκελετικής ωρίμανσης επέρχεται προοδευτική οστική

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Φώτιος Παρπόρης  
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης  
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού  
Φ. Παρπόρη 7, TK 57013, Ωραιόκαστρο, Θεσσαλονίκη

E-mail:

[fparporis@gmail.com](mailto:fparporis@gmail.com)

απώλεια, που γίνεται ταχεία με την είσοδο της γυναίκας στην εμμηνόπαυση λόγω των ορμονικών και των μεταβολικών διαταραχών που συνοδεύουν τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο της γυναίκας (Riggs & Melton, 1996).

Σημείο αναφοράς της μέτρησης της οστικής πυκνότητας (ΟΠ) είναι η τιμή T-score. Η τιμή αυτή αντιπροσωπεύει τη διαφορά της μετρούμενης τιμής της οστικής πυκνότητας από τη μέση θεωρητική τιμή της κορυφαίας ΟΠ (Ελληνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης, 2015). Σύμφωνα με την Ελληνική Εταιρεία Μελέτης Μεταβολισμού των Οστών (2012) και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (2009) τα όρια φυσιολογικής ΟΠ είναι T-score -1 και υψηλότερο, η χαμηλή ΟΠ (οστεοπενία) ορίζεται από -1 έως -2,5 T-score και η οστεοπόρωση από -2.5 T-score και χαμηλότερο. Από τα αποτελέσματα συμπεράνουμε ότι οι συμμετέχουσες κατά μέσο όρο παρουσιάζουν χαμηλή οστική πυκνότητα (οστεοπενία).

Η μακροχρόνια και συστηματική άσκηση με βάρη, με μέτρια προς υψηλή ένταση, μπορεί να δράσει θετικά στη μετεμμηνόπαυσιακή περίοδο της γυναίκας και να βελτιώσει την οστική πυκνότητα ή να μειώσει το ρυθμό οστικής απώλειας σε πρόσφατα μετεμμηνόπαυσιακές γυναίκες (Kohrt et al., 2004). Ωστόσο, τα συμπεράσματα για τα χαρακτηριστικά ενός προγράμματος δύναμης που θα αποδώσει στο μέγιστο τα κατάλληλα μηχανικά ερεθίσματα στο οστό και θα οδηγήσει σε οστεογένεση είναι αντικρουόμενα και χρήζουν περαιτέρω έρευνας (Καρακύριου, Δούδα, & Τοκμακίδης, 2011).

Η άσκηση με δόνηση αποτελεί ένα καινούριο ερευνητικό πεδίο το οποίο έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών τα τελευταία χρόνια. Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες που υποστηρίζουν τη θετική επίδραση και τα οφέλη της άσκησης με δόνηση στον ανθρώπινο οργανισμό (Roelants, Delecluse, & Verschueren, 2004; Cochrane & Stannard, 2005). Η μηχανική δόνηση προβάλλεται ως μια εναλλακτική μέθοδος άσκησης που, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, προκαλεί θετικές προσαρμογές σε πολλά συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού. Έρευνες σχετικά με τη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση αναφέρουν βελτίωση της οστικής μάζας (Heinonen et al., 1999) και την προτείνουν ως ιδανική μορφή άσκησης για άτομα που πάσχουν από οστεοπόρωση (Cardinale & Rittweger, 2006; Gusi, Raimundo, & Leal, 2006 (Stengel, Kemmler, Bebenek, Engelke & Kalender, 2011; Chan, Uzer & Rubin, 2013). Πιο συγκεκριμένα, οι παραπάνω ερευνητές αναδεικνύοντας διαφορές οστικής πυκνότητας σε γυναίκες με οστεοπενία και οστεοπόρωση μετά την εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης με δόνηση τονίζουν τη σημασία του μηχανισμού δόνησης ως κατάλληλο ερέθισμα που επηρεάζει θετικά το μεταβολισμό των οστικών κυττάρων.

Αυτή η νέα στο χώρο της υγείας μορφή εναλλακτικής άσκησης, αποτελεί πεδίο έρευνας για ένα μεγάλο τμήμα του πληθυσμού των γυναικών που διανύουν τη μετεμμηνόπαυσιακή περίοδο. Το πεδίο έρευνας αυτό αφορά τόσο τη διερεύνηση των χαρακτηριστικών του προγράμματος δόνησης που θα είναι το πιο αποτελεσματικό ώστε να επιτευχτεί το μέγιστο θετικό αποτέλεσμα στη βελτίωση της οστικής πυκνότητας, όσο και την επίδραση της άσκησης με δόνηση σε συνδυασμό με την παρέμβαση άσκησης δύναμης. Η προπόνηση δόνησης φαίνεται να έχει ευεργετικές επιδράσεις σε πολλές παραμέτρους της υγείας και της υγιούς κινητικότητας, ωστόσο λίγες έρευνες υπάρχουν οι οποίες να αξιολογούν αυτές τις επιδράσεις σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Για το λόγο αυτό, η μελέτη και η κατανόηση τόσο των μηχανισμών που διέπουν τη δράση της δόνησης, όσο και των επιδράσεων που έχει η τελευταία στο ανθρώπινο σώμα μετεμμηνόπαυσιακών γυναικών, θα βοηθήσει προπονητές και φυσικοθεραπευτές στο σχεδιασμό αποτελεσματικών και ασφαλέστερων προγραμμάτων άσκησης, προπόνησης και αποκατάστασης. Η παρούσα έρευνα αποτελεί μία προσπάθεια κάλυψης αυτού του κενού, χρησιμοποιώντας ένα ολοκληρωμένο πρωτόκολλο παρέμβασης, είτε με εξάσκηση



δόνησης, είτε με εξάσκηση δύναμης, μετρήσεις πριν και μετά την εξάσκηση, καθώς και σύγκριση με ομάδα ελέγχου.

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας ερευνητικής μελέτης ήταν να διερευνήσει τις επιδράσεις ενός παρεμβατικού προγράμματος με δόνηση (power plate) και ενός προγράμματος δύναμης στην οστική πυκνότητα σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση.

## Μέθοδος

### Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 48 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, ηλικίας  $58 \pm 4$  ετών (εύρος ηλικίας από 54 έως 62 έτη), με μέση ηλικία εμμηνόπαυσης τα  $49,5 \pm 1,5$  έτη (εύρος ηλικίας εμμηνόπαυσης από 48 έως 53 έτη). Οι συμμετέχουσες επιλέχθηκαν τυχαία και η κατανομή τους στις ομάδες πραγματοποιήθηκε τυχαία από τους ερευνητές (δύο ομάδες άσκησης και μία ομάδα ελέγχου). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται για την κάθε ομάδα άσκησης ξεχωριστά οι μέσοι όροι των σωματομετρικών τους χαρακτηριστικών καθώς και η μέση ηλικία εμμηνόπαυσης. Η συμμετοχή τους ήταν εθελοντική και εξασφαλίστηκε ενυπόγραφη δήλωση συγκατάθεσης συμμετοχής στην έρευνα. Οι συμμετέχουσες ήταν όλες κάτοικοι περιοχών της Δυτικής Θεσσαλονίκης και δεν λάμβαναν βοηθητικά συμπληρώματα ασβεστίου.

**Πίνακας 1.** Σωματομετρικά χαρακτηριστικά (μέση τιμή  $\pm$  τυπική απόκλιση) και ηλικία εμμηνόπαυσης των γυναικών.

	Ηλικία (MO $\pm$ SD)	Ηλικία εμμηνόπαυσης (MO $\pm$ SD)	Βάρος (MO $\pm$ SD)	Ύψος (MO $\pm$ SD)
Ομάδα Ελέγχου (n=16)	57,81( $\pm$ 4,5)	49,75( $\pm$ 1,5)	72,150( $\pm$ 5,2)	164,56( $\pm$ 4,2)
Ομάδα Δύναμης (n=16)	57,88( $\pm$ 3,6)	49,81( $\pm$ 1,6)	69,963( $\pm$ 5,9)	162,63( $\pm$ 3,8)
Ομάδα Δόνησης (n= 16)	57,63( $\pm$ 4,2)	49,25( $\pm$ 1,6)	65,913( $\pm$ 7,1)	160,00( $\pm$ 4,4)
Σύνολο (n=48)	58 ( $\pm$ 4)	49,50( $\pm$ 1,5)	69,342( $\pm$ 6,5)	162,40( $\pm$ 4,9)

### Όργανα Μέτρησης

Η οστική πυκνότητα αξιολογήθηκε με υπερήχους με το όργανο μέτρησης Lunar Achilles Plus EXPII (General Electric Company). Το μηχάνημα Lunar Achilles Plus διεξάγει τη μέτρηση με υπερήχους στην πτέρνα. Πιο συγκεκριμένα, μετρείται η ταχύτητα των υπερήχων που διαπερνά το κόκκαλο καθώς και η απορρόφηση των υπερήχων μέσα στο κόκκαλο. Η συσκευή έχει ακρίβεια 1,7% επαναληψιμότητας (Coefficient of Variation) των μετρήσεων in vivo (Δάνος, 1999). Οι μετρήσεις με τη χρήση υπερήχων παρέχουν πληροφορίες και για τη δομή και για την ποιότητα του οστού (Ραμματά, 2008).

Η συγκεκριμένη θέση μέτρησης επιλέχθηκε καθώς η πτέρνα αποτελείται κατά 90% από σπογγώδες οστόν, το οποίο, λόγω της υψηλής αναλογίας επιφάνειας προς όγκο, έχει κατά προσέγγιση 8 φορές ταχύτερο μεταβολικό ρυθμό από ότι το φλοιώδες και μπορεί να εκδηλώσει νωρίτερα μεταβολικές αλλαγές (Δάνος, 1999). Είναι εύκολα προσβάσιμο οστόν, οι δύο πλευρές του είναι παράλληλες και επίπεδες, γεγονός που ελαττώνει τα λάθη επανατοποθέτησης, ενώ έχει προταθεί από πολλούς μελετητές. Το αποτέλεσμα της εξέτασης δίνεται σε τιμή T-score, η οποία χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες τις έρευνας. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) χρησιμοποιεί το T-score για τη διάγνωση της οστεοπόρωσης. Έτσι, αν κάποιο άτομο έχει T-score μέχρι -1, τότε το άτομο αυτό έχει φυσιολογική οστική πυκνότητα, αν το T-score κυμαίνεται από -1



έως -2,5, τότε το άτομο παρουσιάζει οστεοπενία και τέλος εάν κάποιο άτομο παρουσιάζει T-score μικρότερο -2,5 τότε το άτομο αυτό πάσχει από οστεοπόρωση.

Η μέτρηση του σωματικού βάρους πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά δαπέδου (Seca 803) και η μέτρηση του αναστήματος με επιτοίχιο αναστημόμετρο (Seca 206).

### *Διαδικασία*

Τις πειραματικές ομάδες αποτελέσαν: α) 16 γυναίκες οι οποίες συμμετείχαν στη προπόνηση δόνησης (ΟμΔο) β) 16 γυναίκες οι οποίες συμμετείχαν στην προπόνηση δύναμης (ΟμΔυ) και γ) 16 γυναίκες οι οποίες αποτελέσαν την ομάδα ελέγχου (ΟμΕλ). Και οι δύο ομάδες άσκησης (ΟμΔο και ΟμΔυ) ασκήθηκαν για 6 μήνες, δηλαδή 24 συνεχόμενες εβδομάδες (τρεις φορές την εβδομάδα).

Η ΟμΔυ ακολούθησε ένα πρόγραμμα δύναμης με συχνότητα τρεις φορές την εβδομάδα για έξι μήνες. Το πρόγραμμα δύναμης περιελάμβανε κυκλική προπόνηση δύναμης με τις παρακάτω ασκήσεις: εκτάσεις τετρακέφαλων, κάμψεις οπίσθιων μηριαίων, ημικαθίσματα, προσαγωγή ισχίου, απαγωγή ισχίου, υπερέκταση ισχίου, προβολές ποδιών. Η ένταση καθορίστηκε στο 70% της 1 μέγιστης επανάληψης (1ΜΕ) της ασκούμενης σε μία μέγιστη προσπάθεια, για κάθε άσκηση. Η κάθε συμμετέχουσα εκτέλεσε 10-12 επαναλήψεις την κάθε άσκηση-σετ σε 4 κύκλους. Τα διαλείμματα μεταξύ των σετ ήταν 30 sec και το διάλειμμα μεταξύ των κύκλων 3 λεπτά. Μετά τους τρεις πρώτους μήνες προπόνησης αξιολογήθηκε η μέγιστη δύναμη των ασκούμενων και επαναπροσδιορίστηκαν τα φορτία όπου χρειαζόταν. Κάθε προπονητική συνεδρία περιελάμβανε προθέρμανση 15 λεπτών (περπάτημα στο διάδρομο/ εργομετρικό ποδήλατο) και ακολουθούσαν διατακτικές ασκήσεις άνω - κάτω άκρων και κορμού καθώς και άλματα στα δύο πόδια (1-2 σετ των 25 επαναλήψεων). Μετά το πρόγραμμα δύναμης οι συμμετέχοντες εκτελούσαν ασκήσεις κοιλιακών και ραχιαίων (μία άσκηση για κάθε μυϊκή ομάδα, από 2 έως 4 σετ, των 16 επαναλήψεων).

Η πειραματική ομάδα δόνησης προπονήθηκε σε μια πλατφόρμα πλευρικής εναλλασσόμενης δόνησης Power-plate Pro5™ τρεις φορές την εβδομάδα για 6 μήνες. Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων πρώτων μηνών η ένταση ήταν 35 Hz, ενώ τους δύο τελευταίους μήνες η ένταση ήταν 40 Hz. Το πρόγραμμα δόνησης περιελάμβανε δύο στατικές ασκήσεις. Κατά τη διάρκεια της πρώτης άσκησης η κάθε συμμετέχουσα στεκόταν με τα δύο πόδια ελαφρώς λυγισμένα, επάνω στη πλατφόρμα και τα χέρια να πιάνουν τις λαβές. Στη δεύτερη άσκηση η κάθε συμμετέχουσα ισορροπούσε με το ένα πόδι ελαφρώς λυγισμένο πάνω στην πλατφόρμα και το άλλο πόδι στον αέρα πίσω λυγισμένο. Η εκτέλεση της άσκησης γινόταν εναλλάξ και με τα δύο πόδια. Σε κάθε άσκηση η ασκούμενη εκτελούσε τρία σετ σε όλη τη περίοδο των έξι μηνών του προγράμματος. Ο χρόνος του κάθε σετ αυξανόταν προοδευτικά και ήταν τον 1ο μήνα 45 sec, τον 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> μήνα 60 sec, τον 4<sup>ο</sup> μήνα 80 sec. Τους τελευταίους δύο μήνες ο χρόνος του κάθε σετ ήταν 60 sec τον 5<sup>ο</sup> μήνα και 80 sec τον 6<sup>ο</sup> μήνα. Ο συνολικός χρόνος δόνησης σε κάθε συνεδρία κυμαινόταν από 7 έως 12 λεπτά. Ο χρόνος αποκατάστασης - διάλειμμα μεταξύ των σετ ήταν 2 λεπτά και το διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων ήταν 1 λεπτό. Κατά τη διάρκεια του διαλείμματος οι συμμετέχοντες είχαν η δυνατότητα να ξεκουράζονται με περπάτημα ή να κάθονται. Κάθε προπονητική συνεδρία περιελάμβανε προθέρμανση 7 λεπτών σε εργομετρικό ποδήλατο και 3 λεπτά διατάσεις για όλο το σώμα.

Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά μετρήθηκαν μία φορά πριν την έναρξη της αρχικής μέτρησης οστικής πυκνότητας. Οι συμμετέχουσες των τριών ομάδων (ομάδα δόνησης, ομάδα δύναμης, ομάδα ελέγχου), εκτέλεσαν μία αρχική μέτρηση και αφού ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα παρέμβασης, ακολούθησε η τελική μέτρηση για τον εντοπισμό πιθανών διαφορών. Πριν από τη μέτρηση οστικής



πυκνότητας εισήχθησαν στο λογισμικό του οργάνου μέτρησης πληροφορίες για τις συμμετέχουσες, όπως βάρος, ηλικία, ύψος και ηλικία εμμηνόπαυσης.

Οι μετρήσεις στο όργανο μέτρησης Lunar Achilles Plus EXPII (General Electric Company) πραγματοποιήθηκαν με το άτομο καθισμένο πάνω σε μια σταθερή καρέκλα και με το κυρίαρχο πόδι του τοποθετημένο και ακίνητο σε ειδική υποδοχή που διαθέτει η μονάδα. Το πόδι ακινητοποιήθηκε με τη βοήθεια ενός ειδικού εξαρτήματος που προσαρμόστηκε σε αυτό μέχρι το μέσο της κνήμης. Κατά τη μέτρηση, η κάθε συμμετέχουσα τοποθέτησε την πατούσα της επάνω στο όργανο για 10 έως 60 sec. Ένα ζευγάρι μεμβρανών έρχονταν σε επαφή με τις δυο εκ διαμέτρου αντίθετες πλευρές του οστού της πτέρνας. Το πόδι ήταν τοποθετημένο έτσι ώστε η πτέρνα, η κνήμη και ο μηρός να είναι ευθυγραμμισμένα. Όταν ήταν απαραίτητο το μηχάνημα ρυθμίστηκε ώστε το μέσο της κνήμης να ακουμπάει ελαφρά πάνω στο στήριγμα του μηχανήματος. Με αυτό τον τρόπο αποφεύχθηκε η πλήρης στήριξη της κνήμης, η οποία θα προκαλούσε πρόσθια μετατόπιση τις με αποτέλεσμα να μην κάνει καλή επαφή με τις μεμβράνες και να εξάγονται λανθασμένα αποτελέσματα.

### Στατιστική Ανάλυση

Για την επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε πρώτα έλεγχος καλής προσαρμογής - ύπαρξη κανονικής ή μη κανονικής κατανομής με One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test. Τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή:  $p\text{-value} > 0.05$ . Ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν οι παράγοντες Ομάδα (ομάδα ελέγχου, ομάδα προπόνησης δύναμης, ομάδα προπόνησης δόνησης) και Χρονική Στιγμή Μέτρησης (αρχική -τελική μέτρηση). Εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η τιμή της οστικής πυκνότητας. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης 3 (ομάδα) x 2 (μέτρηση) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ώστε να βρεθούν οι πιθανές διαφορές ως προς την τιμή της οστικής πυκνότητας μεταξύ των ομάδων πριν και μετά την παρέμβαση. Για την ανάλυση των επιμέρους διαφορών χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων του Scheffe. Ως επίπεδο σημαντικότητας των στατιστικά σημαντικών διαφορών ορίστηκε το  $p < 0.05$ .

### Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων Ομάδα και Χρονική στιγμή μέτρησης [ $F_{(2,45)}=60.945$ ,  $p < 0.001$ ] στην οστική πυκνότητα. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα Χρονική στιγμή μέτρησης [ $F_{(1,45)}=178.708$ ,  $p < 0.001$ ] στις τιμές της οστικής πυκνότητας (αρχική -τελική μέτρηση). Παρατηρώντας τους μέσους όρους των μονάδων απόκλισης T- score της οστικής πυκνότητας (Πίνακας 2) υπάρχει μείωση των μονάδων απόκλισης T- score στη δεύτερη μέτρηση τόσο για την ομάδα που ακολούθησε το πρόγραμμα γυμναστικής με δόνηση (24,33%) όσο και για την ομάδα που ακολούθησε το πρόγραμμα δύναμης (13,09%). Αντίθετα, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα Ομάδα [ $F_{(2,45)}=0.213$ ,  $p=0.809$ ]. Παρατηρώντας τους μέσους όρους (Πίνακας 2), διακρίνεται μείωση των μονάδων απόκλισης T- score της οστικής πυκνότητας στις τελικές μετρήσεις μεταξύ των ομάδων, η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται μεγαλύτερη μείωση των μονάδων απόκλισης T- score στην οστική πυκνότητα της ομάδας που προπονήθηκε με το πρόγραμμα δόνησης (1,463 από 1,819/ βελτίωση 24,33%) συγκριτικά με τις μονάδες απόκλισης T- score της ομάδας με το πρόγραμμα προπόνησης δύναμης (1,581 από 1,788 / βελτίωση 14%).





**Πίνακας 2.** Αποτελέσματα (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) αρχικής και τελικής μέτρησης των μονάδων απόκλισης T- score.

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση MO (±SD)	2 <sup>η</sup> μέτρηση MO (±SD)
Ομάδα Ελέγχου (n=16)	-1,519 (±0,79)	-1,531(±0,78)
Ομάδα Δύναμης (n=16)	-1,788 (±0,64)	-1,581* (±0,62)
Ομάδα Δόνησης (n= 16)	-1,819 (±0,76)	-1,463* (±0,67)

\* $p < 0.001$

### Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης οδήγησαν σε θετικά συμπεράσματα ως προς διερεύνηση αρχικά των χαρακτηριστικών ενός παρεμβατικού προγράμματος με δόνηση (power plate) και αντίστοιχα ενός προγράμματος δύναμης στη βελτίωση της οστικής πυκνότητας σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση.

Σε σύγκριση με τα μη ασκούμενα άτομα, οι αθλητές και τα άτομα που ασχολούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα με αθλητικές δραστηριότητες έχουν μεγαλύτερη οστική μάζα και οστική πυκνότητα, ιδίως στις θέσεις εκείνες που δέχονται υψηλές μηχανικές καταπονήσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης (Bass et al., 1998; Falk et al., 2003). Η εφαρμογή δύναμης στο σκελετικό σύστημα επηρεάζει την μικροαρχιτεκτονική του οστού και τη σύσταση της θεμέλιας του ουσίας (Lanyon, 1992). Το σωματικό βάρος και η συνεχής δύναμη που ασκεί στο σκελετό καθορίζει ουσιαστικά την οστική του μάζα. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται να επιβεβαιώσουν τα παραπάνω καθώς και παρατηρήθηκε βελτίωση της οστικής πυκνότητας των γυναικών που συμμετείχαν και στα δύο προγράμματα άσκησης. Επίσης, βιβλιογραφικά τα αποτελέσματα συμφωνούν με έρευνες που συγκρίνουν πρωτόκολλα προγραμμάτων άσκησης με δόνηση και προγράμματα βελτίωσης δύναμης με αντιστάσεις, έρευνες στις οποίες παρουσιάστηκαν θετικά αποτελέσματα στην ενεργοποίηση της οστεοβλαστικής δράσης με μικρές αλλά ευδιάκριτες διαφορές στη βελτίωση της οστικής πυκνότητας μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών (Καρακίριου, Δούδα, Πυλιανίδης, & Τοκμακίδης, 2007).

Ωστόσο, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνα των Karakiriou, Douda, Smilios, Volaklis και Tokmakidis (2012). Πιο συγκεκριμένα, οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι το συνδυασμένο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης και άσκησης με αντιστάσεις συνέβαλλε στη βελτίωση της οστικής πυκνότητας ενώ αντίστοιχα το πρόγραμμα άσκησης με δόνηση συνέβαλε στη διατήρησή της. Η διαφορά με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης αιτιολογείται από τα επίπεδα της αρχικής τιμής της οστικής πυκνότητας των συμμετεχουσών καθώς στην έρευνα των Karakiriou et al. (2012) συμμετείχαν 32 υγιείς μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, οι οποίες ασκήθηκαν επί 6 μήνες, σε αντίθεση με τα επίπεδα οστεοπενίας και οστεοπόρωσης των γυναικών της παρούσας μελέτης.

Σε αντίστοιχα, με την παρούσα μελέτη, ερευνητικά αποτελέσματα αναφορικά με την άσκηση με δόνηση κατέληξαν οι Gusi et al. (2006). Πιο συγκεκριμένα, παρατήρησαν μεγαλύτερη βελτίωση της οστικής πυκνότητας σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες που ασκήθηκαν με πρωτόκολλο δόνησης σε σύγκριση με άλλες που ασκήθηκαν με περπάτημα. Υπάρχουν, όμως, και αντικρουόμενα αποτελέσματα όπου ερευνητές (Villareal et al., 2004) δεν παρατήρησαν σημαντικές αλλαγές στην οστική πυκνότητα ενώ άλλοι ερευνητές (Stengel et al., 2005) συγκρίνοντας προγράμματα δύναμης και ισχύος κατέληξαν να υποστηρίζουν ως πιο ωφέλιμα για την ΟΠ τα προγράμματα δύναμης.



Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν με προσοχή καθώς δεδομένα αναφέρουν ότι οι τραυματισμοί που προκαλούνται από τη δόνηση μπορούν μακροπρόθεσμα, να βλάψουν τα περιφερειακά νεύρα (Cardinale & Pope, 2003) και δεν έχουν εξερευνηθεί ακόμα πλήρως οι επιπτώσεις της δόνησης στα περιφερειακά νεύρα.

### Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η εφαρμογή ασκήσεων ενδυνάμωσης κατά τη διάρκεια της προπόνησης προγραμμάτων δύναμης και προγραμμάτων με πλατφόρμα δόνησης μπορεί να βελτιώσει την οστική πυκνότητα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Επιπλέον, παρατηρήθηκε καλύτερη ανταπόκριση στη βελτίωση της οστικής πυκνότητας με το πρόγραμμα δόνησης και αυτό αναδεικνύεται από τη μεγαλύτερη μείωση των μονάδων απόκλισης T- score στην οστική πυκνότητα της ομάδας που ασκήθηκε με το πρόγραμμα δόνησης συγκριτικά με τις μονάδες απόκλισης T- score της ομάδας με το πρόγραμμα δύναμης. Προτείνεται, για πιο ασφαλή συμπεράσματα, τα προγράμματα άσκησης της παρούσας έρευνας να εφαρμοστούν σε μεγαλύτερο δείγμα μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών και από διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας, ώστε να είναι δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων στον ελληνικό πληθυσμό.

### Βιβλιογραφία

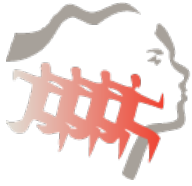
- Bass, S., Pearce, G., Bradney, M., Hendrich, E., Delmas, P.D., Harding, A. & Seeman, E. (1998). Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(3), 500-507.
- Cardinale, M., & Pope, M.H. (2003). The effects of whole body vibration on humans: Dangerous or advantageous? *Acta Physiologica Hungarica*, 90, 195-206.
- Cardinale, M., & Rittweger, J. (2006). Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction? *Journal of the British Menopause Society*, 12, 12-18
- Chan, M.E, Uzer, G., & Rubin, C.T. (2013). The Potential Benefits and Inherent Risks of Vibration as a Non-Drug Therapy for the Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Current Osteoporosis Reports*, 11(1), 36–44.
- Cochrane, D.J., & Stannard, S.R. (2005). Acute whole-body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 860-865.
- Δάνος, Ν. (1999). Η συμβολή των υπέρηχων στη διάγνωση της οστεοπόρωσης. *Ιατρική Κυπρος*, 17, 47-50.
- Ελληνική Εταιρεία Μελέτης Μεταβολισμού των Οστών (2012). *Ιατρική εκπαίδευση*. Ανακτήθηκε Οκτώβριος, 12, 2016 από <http://www.eemmo.gr>
- Ελληνικό Ίδρυμα Οστεοπόρωσης, (2015). Ημερομηνία ανάκτησης: 1/12/2015 <http://heliost.gr/el>
- Falk, B., Bronshtein, Z., Zigel, L., Constantini, N.W. & Eliakim, A. (2003). Quantitative ultrasound of the tibia and radius in prepubertal and earlypubertal female athletes. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 157(2), 139-143.
- 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, 92-100.



- Heinonen, A., Kannus, P., Sievanen, H., Pasanen, M., Oja, P., & Vuori, I. (1999). Good maintenance of high-impact activity-induced bone gain by voluntary, unsupervised exercises: An 8-month follow-up of a randomized controlled trial. *Journal of Bone Mineral Research*, *14*, 125- 128.
- Kanis, J.A., McCloskey, E.V., Johansson, H., Oden., A, Melton, L.J., & Khaltav N. A. (2008). Reference standard for the description of osteoporosis. *Bone*, *42*, 467–475.
- Karakiriou, S. K., Douda, H. T. Smilios, I., Volaklis, K. A. & Tokmakidis, S.P., (2012). Effects of vibration and exercise training on bone mineral density and muscle strength in post-menopausal women. *European Journal of Sport Science*, *12*(1), 81-88.
- Καρακύριου, Σ., Δούδα Ε., & Τοκμακίδης Σ. (2011). Ο ρόλος της άσκησης στην πρόληψη και στη θεραπεία της οστεοπόρωσης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, *28*(4), 479-490.
- Καρακύριου, Σ., Δούδα, Ε., Πυλιανίδης, Θ., & Τοκμακίδης, (2007). Επίδραση στην οστική πυκνότητα και τη μυϊκή δύναμη σε μετεμμηνοπαυσιακες γυναίκες μετά από 6-μηνο πρόγραμμα με δονήσεις συγκριτικά με την άσκηση. *Άθληση και Κοινωνία. Πρακτικά του 15ου Διεθνούς Συνεδρίου Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού*. Κομοτηνή: Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης [http://www.phyed.duth.gr/UNDERgraduate/images/files/congress/2007/congr\\_abs9.pdf](http://www.phyed.duth.gr/UNDERgraduate/images/files/congress/2007/congr_abs9.pdf)
- Kohrt, W.M., Bloomfield, S.A., Little, K.D., Nelson, M.E., & Yingling, V.R., (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: Physical activity and bone health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(11), 1985-1996.
- Lanyon, L.E. (1992). Control of bone architecture by functional load bearing. *Journal of Bone and Mineral Research*, *7*(2), 369–375.
- Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, (2009). World health organization- publications. Retrieved October 12, 2015, from <http://www.who.int/publications/en/>
- Ραμματά, Μ. (2008). *Οστεοπενία, οστεοπόρωση και παράγοντες κινδύνου*. Πτυχιακή Εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα. Retrieved October 12, 2015, from <http://www.openarchives.gr/view/107724>
- Riggs, L.B., & Melton, L.J. (1996). Osteoporosis: Etiology, diagnosis, and management. *Bone and Joint Journal*, *78*(1), 169-170.
- Roelants, M., Delecluse, C., & Verschueren, S. (2004). Whole body vibration increases knee extension strength and speed of movement in older women. *Journal of the American Geriatric Society*, *52*, 901–908.
- Stengel, S.V., Kemmler, W., Bebenek, M., Engelke, K., & Kalender W.A. (2011). Effects of whole-body vibration training on different devices on bone mineral density. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *43*, 1071-1079.
- Stengel, S.V., Kemmler, W., Pintag, R., Beeskow, C., Weineck, J., Lauber, D., Kalender, W.A., & Engelke, K., (2005). Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *Journal of Applied Physiology*, *99*(1), 181-8.
- Villareal, D.T., Steger-May, K., Schechtman, K.B., Yarasheski, K.E., Brown, M., Sinacore, D.R., & Binder, E.F., (2004). Effects of exercise training on bone mineral density in frail older women and men: a randomised controlled trial. *Age Ageing*, *33*(3), 309-312.







## The effects of a vibration and a strength-training program on bone density of postmenopausal women

Parpporis, F.\*, Kosta, G., Gioftsidou, A., Tokmakidis, S.

Democritus University of Thrace

### ABSTRACT

The positive effect of strength and vibration training programs on the human body has been a subject of much research, however, the effects of these programs on bone density in postmenopausal women is conflicting. The purpose of this study was to investigate the effects of a vibration exercise program and a strength-training program on bone mineral density of postmenopausal women. The research involved 48 women aged  $58 \pm 4$  years, who were randomly assigned to three groups: 16 vibration training group, 16 strength training group and 16 participated only in the measurements as control group. Both groups exercised for 6 months, three times a week. Bone mineral density was assessed by the measurement instrument Lunar Achilles Plus, before and after the implementation of training programs. Statistical analysis of variance 3 (group) x 2 (measurement) for repeated measures was conducted to the variable "time measuring time" to find possible differences between groups before and after intervention. Statistically significant differences were found in bone density after application of training programs for both groups,  $p < 0.001$  (strength training group: 1<sup>st</sup> measure -1,788, 2<sup>nd</sup> measure -1,581 / vibration training group: 1<sup>st</sup> measure -1.819, 2<sup>nd</sup> measure -1,463). A difference in efficacy between the two programs (vibration- strength) was also found (reduced bone density value), but it was not statistically significant  $p = 0.809$ . In conclusion, the execution strength exercises during strength training programs and programs with a vibrating platform can improve bone mineral density of postmenopausal women, and better response was found in improving bone density with the vibration program.

**Key words:** osteoporosis; power plate; Lunar Achilles.

Corresponding address:

Fotios Parpporis  
Democritus University of Thrace  
Department of Physical Education and Sport Science  
F. Parpori 7, PC 57013, Oraiakastro, Thessaloniki

E-mail:

[fparporis@gmail.com](mailto:fparporis@gmail.com)