



Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό  
Τόμος 11 (2), 68 - 78  
Δημοσιεύτηκε: Σεπτέμβριος 2013



Inquiries in Sport & Physical Education  
Volume 11 (2), 68 - 78  
Released: September 2013

www.pe.uth.gr/emag

ISSN 1790-3041

## Η Επίδραση Προγράμματος Άσκησης με Ολόσωμη Δόνηση Συγκριτικά με Συνδυαστικό Πρόγραμμα Άσκησης στην Οστική Πυκνότητα Οστεοπορωτικών και Υγιών Μετα-Εμμηνόπαυσιακών Γυναικών

Στυλιανή Καρακίριου, Ελένη Δούδα, & Σάββας Τοκμακίδης  
ΤΕΦΑΑ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

### Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετάσει και να συγκρίνει την επίδραση ενός προγράμματος μηχανικής δόνησης με ένα συνδυαστικό πρόγραμμα αερόβιας άσκησης και προπόνησης με αντιστάσεις, διάρκειας οκτώ μηνών, στην οστική πυκνότητα (ΟΠ) και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά υγιών και οστεοπορωτικών μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν σαράντα επτά (n=47) μετα-εμμηνόπαυσιακές γυναίκες, οι οποίες χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες: α) άσκησης υγιών γυναικών (n=10), β) δόνησης υγιών γυναικών (n=13), γ) ελέγχου υγιών γυναικών (n=9), δ) άσκησης οστεοπορωτικών γυναικών (n=7) και ε) δόνησης οστεοπορωτικών γυναικών (n=8). Οι πειραματικές ομάδες συμμετείχαν σε ένα συστηματικό πρόγραμμα: α) συνδυασμού αερόβιας άσκησης και προπόνησης με αντιστάσεις και β) δόνησης εκτελώντας πρωτόκολλο στατικής άσκησης (35-40Hz, 1.5mm) σε πλατφόρμα κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση στην ΟΠ της οσφυϊκής μοίρας στην ομάδα άσκησης των υγιών μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών (+1.23%,  $p < .05$ ), τάση αύξησης στην ομάδα των οστεοπορωτικών γυναικών, διατήρηση της ΟΠ στις αντίστοιχες ομάδες δόνησης και μείωση της ΟΠ στην ομάδα ελέγχου (1.59%,  $p < .05$ ). Επίσης, στις ομάδες άσκησης παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του υποδόριου λίπους στις υγείες ( $p < .01$ ) και τις οστεοπορωτικές γυναίκες ( $p < .05$ ), ενώ στις ομάδες δόνησης δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική προσαρμογή στη σύσταση σώματος στη λήξη του προγράμματος. Συμπεραίνεται ότι ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και προπόνησης με αντιστάσεις μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη της οστεοπόρωσης, στη μείωση του υποδόριου λίπους σε υγείες και οστεοπορωτικές γυναίκες, ενώ το πρόγραμμα με δόνηση μπορεί να διατηρήσει την ΟΠ.

Λέξεις κλειδιά: *άσκηση με βάρη, αερόβια άσκηση, ολόσωμη δόνηση, εμμηνόπαυση, οστεοπόρωση*

### Effect of a Specific Vibration Program and Exercise Training on Bone Mineral Density in Osteoporotic and Healthy Postmenopausal Women

Styliani K. Karakiriou, Helen T. Douda, Savvas P. Tokmakidis

Department of Physical Education and Sports Sciences, Democritus University of Thrace, Komotini, Hellas

### Abstract

The purpose of the present study was to examine and compare the effects of a specific vibration program with exercise-training on bone mass density (BMD) and body composition, for a period of eight months, in healthy and osteoporotic postmenopausal women. Forty seven, postmenopausal women were divided into five groups: exercise group of healthy women (n=10), vibration group of healthy women (n=13), control group of healthy women (n=9), exercise group of osteoporotic women (n=7) and vibration group of osteoporotic women (n=8). The exercise groups participated in a) a supervised combined aerobic and resistance exercise program b) a vibration exercise training on a vertical whole body vibration platform (35-40Hz, 1.5mm). At the end of the study, an increase in the BMD of lumbar spine L2-L4 was observed in the healthy exercise group (+1.23%,  $p < .05$ ), as well as a positive trend in the osteoporotic exercise group, maintenance in the vibration groups, and decrease in the control group (-1.59%,  $p < .05$ ). The sum of skin folds of the exercise groups decreased significantly after the inter-

vention (healthy exercise group  $p < .01$  and osteoporotic healthy group  $p < .05$ ), but there were no significant differences in vibration groups. The above results indicated that conventional training contributed to the prevention of osteoporosis, reduced the sum of skin folds, while the vibration program helped to maintain BMD in healthy and osteoporotic postmenopausal women.

Key words: *exercise, whole body vibration, menopause, osteoporosis*

## Εισαγωγή

Η οστεοπόρωση είναι μεταβολικό νόσημα των οστών με σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής των ασθενών και τεράστιο κοινωνικοοικονομικό κόστος αποκατάστασης. Συγκεκριμένα, η οστεοπόρωση χαρακτηρίζεται από προοδευτική οστική απώλεια, διαταραχές στη μικροαρχιτεκτονική του οστίτη οστού που οδηγούν σε αυξημένο κίνδυνο καταγμάτων και παρουσιάζεται κυρίως στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση (World Health Organization, 2003). Στην Ευρώπη, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Οστεοπόρωσης (International Osteoporosis Foundation, 2008), υπολογίζεται ότι πάσχουν από τη νόσο τριάντα εκατομμύρια γυναίκες και προβλέπεται ότι μία στις τρεις γυναίκες ηλικίας άνω των 50 ετών θα υποστεί οστεοπορωτικό κάταγμα κατά τη διάρκεια της ζωής της. Η συνειδητοποίηση του οικονομικού και κοινωνικού αντίκτυπου της οστεοπόρωσης και των συνεπειών της κινητοποίησε τους φορείς υγείας στη διερεύνηση αποτελεσματικών μέτρων για την πρόληψη και θεραπεία της νόσου πέρα της φαρμακευτικής αγωγής. Για το λόγο αυτό αντικείμενο έρευνας αποτελεί η μελέτη των μορφών άσκησης στην αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης (Nikander, Sievanen, Heinonen, Daly, Uusi-Rasi & Kannus, 2010).

Από τα αποτελέσματα ερευνών, όπου εφαρμόστηκαν μεμονωμένα προγράμματα αερόβιας άσκησης (Borer, Fogleman, Gross, La New & Dengel, 2007; Καρακώριου, Δούδα & Τοκμακίδης, 2011), φαίνεται ότι η αερόβια άσκηση δε λειτουργεί ως οστεογεννητικό ερέθισμα στη μετα-εμμηνόπαυσιακή ηλικία, αλλά ως μέσο αναστολής της οστικής αποδόμησης, κυρίως στο ισχίο, περιοχή επίδρασης της άσκησης. Όσον αφορά στη συστηματική και μακροχρόνια άσκηση με βάρη, συμπεραίνεται ότι μπορεί να δράσει θετικά στη μετα-εμμηνόπαυσιακή περίοδο της γυναίκας και να μειώσει το ρυθμό οστικής απώλειας, ή ακόμη να αυξήσει την οστική πυκνότητα των οσφυϊκών σπονδύλων κατά 1-2%, χωρίς όμως τα αντίστοιχα αποτελέσματα να ισχύουν σε πρόσφατα μετα-εμμηνόπαυσιακές γυναίκες ή σε γυναίκες με υψηλή οστική πυκνότητα (Maddalozzo & Snow, 2000; Nichols, Sanborn, Bonnick, Benzra, Gench & Dimarco 1994; Nikander et al., 2010). Σχετικά με τα χαρακτηριστικά του προγράμματος δύναμης, που θα προκαλέσουν τα κατάλληλα μηχανικά ερεθίσματα στο οστό και θα οδηγήσουν σε οστεογένεση, αντικρουόμενα είναι τα συμπεράσματα και χρήζουν περαιτέρω έρευνας. Τα τελευταία χρόνια, ο συνδυασμός προγραμμάτων δύναμης και αερόβιας μορφής άσκησης βρίσκει περισσότερους υποστηρικτές για την πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης (Asikainen, Kukkonen-Harjula & Miilunpalo, 2004; Καρακώριου, Βολακλής, Δούδα, Κώτσα & Τοκμακίδης, 2005; Kemmler & Engelke, 2004). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα ερευνών, υποστηρίζεται ότι συνδυάζουν υψηλή ένταση, κατακόρυφη επιβάρυνση, ποικιλία ασκήσεων, που μπορούν να προκαλέσουν μυϊκές συσπάσεις σε διαφορετικές μυϊκές ομάδες και να προκαλέσουν μηχανικές φορτίσεις μεγαλύτερες από αυτές που δέχονται, συνήθως, τα οστά. Γενικότερα, όμως, φαίνεται από τις σχετικές έρευνες ότι δεν έχει ακόμη καθοριστεί το ιδανικό πρόγραμμα στην πρόληψη και αποκατάστασης της καλής σκελετικής υγείας.

Η μηχανική δόνηση προβλήθηκε ως μια εναλλακτική μέθοδος άσκησης, που μπορεί να προκαλέσει τα κατάλληλα ερεθίσματα για οστεοβλαστική δράση (Cardinale & Wakeling, 2005; Τοκμακίδης & Καρακώριου, 2006). Η δόνηση αποτελεί μηχανικό ερέθισμα το οποίο έχει χαρακτηριστικά ταλάντωσης. Τα θετικά αποτελέσματα των μακροχρόνιων ερευνών στα πειραματόζωα (Cristiansen & Silva 2006; Fieger, Karachalios, Khaldi, Raptou, & Lyritis, 1998; Rubin, Turner, Mallinckrodt, Jerome, McLeod, & Bain, 2002), οδήγησαν τους ερευνητές στο συμπέρασμα ότι η άσκηση με δόνηση μπορεί να προκαλέσει αναβολική δράση στα οστά. Αρχικά, η εφαρμογή προγράμματος δόνησης σε μετα-εμμηνόπαυσιακές γυναίκες (Rubin, Recker, Cullen, Ryaby, McCabe, & McLeod, 2004; Russo, et al., 2003) δεν παρουσίασε τις προσδοκώμενες προσαρμογές στην οστική μάζα, ίσως λόγω του περιορισμένου αριθμού προπονήσεων (δύο συνεδρίες εβδομαδιαίως), σε συνδυασμό με τη χαμηλή προέλευση των ασκουμένων στις συνεδρίες δόνησης. Σε άλλη έρευνα όμως εμφανίστηκαν προσαρμογές κατά 0.93% στην οστική πυκνότητα του ισχίου μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών, ύστερα από εφαρμογή εξάμηνου παρεμβατικού προγράμματος δόνησης (35- 40 Hz, 1.7-2.5 mm, 20 min) συχνότητας τρεις φορές την εβδομάδα (Verschueren, Roelants, Delecluse, Swinnen, Vanderschueren, & Boonen, 2004). Τα ορισμένα θετικά αποτελέσματα της άσκησης με δόνηση στην οστική πυκνότητα μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών και η ασφαλής χρήση της οδήγησε τους ερευνητές να εφαρμόσουν πρόγραμμα δόνησης σε οστεοπορωτικές γυναίκες (Stengel, Kemmler, Bebenek, Engelke & Kalender, 2011). Ο Ruan και οι συνεργάτες του (2008) παρατήρησαν σημαντική αύξηση της οστικής πυκνότητας στους οσφυϊκούς σπονδύλους και τον αυχέ-

να του μηριαίου οστού (κατά 4.3% και 3.2% αντίστοιχα) οστεοπορωτικών γυναικών, που ασκήθηκαν με πρόγραμμα δόνησης για έξι μήνες, υποστηρίζοντας ότι το παρεμβατικό πρόγραμμα μηχανικών δονήσεων (30 Hz, 5 mm, 10min) ήταν κατάλληλο ώστε να επηρεάσει το μεταβολισμό των οστικών κυττάρων.

Αυτή η μορφή εναλλακτικής άσκησης όμως είναι σχετικά νέα στο χώρο της υγείας, με συνέπεια να υπάρχουν διαφορετικές απόψεις ως προς τα χαρακτηριστικά του αποτελεσματικότερου προγράμματος δόνησης. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει την επίδραση δύο διαφορετικών παρεμβάσεων άσκησης (συμβατική, δόνηση) διάρκειας 8 μηνών στην οστική πυκνότητα, σε παραμέτρους οστικού μεταβολισμού και τη σύσταση μάζας σώματος υγιών και οστεοπορωτικών μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών.

## Μέθοδος και Διαδικασία

### Δείγμα

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν σαράντα επτά (n=47) μετα-εμμηνόπαυσιακές γυναίκες, οι οποίες χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες: α) άσκησης υγιών γυναικών ΟΑΥ (n=10), β) δόνησης υγιών γυναικών ΟΔΥ (n=13), γ) ελέγχου υγιών γυναικών ΟΕ (n=9), δ) άσκησης οστεοπορωτικών γυναικών ΟΑΟ (n=7) και ε) δόνησης οστεοπορωτικών γυναικών ΟΔΟ (n=8). Σύμφωνα με τα διαγνωστικά κριτήρια του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO, 2003), οστεοπορωτικές ορίστηκαν οι γυναίκες με οστική απώλεια μεγαλύτερης των 2.5 σταθερών αποκλίσεων από τη μέση τιμή νέων υγιών γυναικών (T-score  $\geq$  2.5 SD), ενώ ως υγιείς εκείνες με φυσιολογική οστική απώλεια (T-score  $\leq$  1 SD). Τα χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Τα χαρακτηριστικά της κάθε ομάδας κατά την έναρξη του προγράμματος (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση)

Μεταβλητή	ΟΑΥ (n=10)	ΟΔΥ (n=13)	ΟΕ (n=9)	ΟΑΟ (n=7)	ΟΔΟ (n=8)
Ηλικία (έτη)	53.4 $\pm$ 2.75	53.38 $\pm$ 3.96	53.0 $\pm$ 4.35	57.0 $\pm$ 6.16	58.7 $\pm$ 3.86
Εμμηνόπαυση (έτη)	4.80 $\pm$ 1.81	5.12 $\pm$ 2.75	3.50 $\pm$ 2.06	6.0 $\pm$ 3.58	7.43 $\pm$ 3.78
Σωμ. βάρος (kg)	71.20 $\pm$ 8.90	68.54 $\pm$ 9.07	75.44 $\pm$ 6.16	68.14 $\pm$ 14.84	68.03 $\pm$ 7.96
Ύψος (cm)	159.10 $\pm$ 3.78	158.77 $\pm$ 5.93	157.44 $\pm$ 5.81	153.731 $\pm$ 3.63	157.14 $\pm$ 4.01
ΔΜΣ (kg/m <sup>2</sup> )	28.14 $\pm$ 3.52	27.31 $\pm$ 4.50	30.47 $\pm$ 2.55	28.63 $\pm$ 5.22	27.50 $\pm$ 3.15
Άθρ. δερματ (mm)	100.04 $\pm$ 18.11	97.92 $\pm$ 26.4	115.65 $\pm$ 13.87	106.47 $\pm$ 16.63	102.92 $\pm$ 9.37

ΟΑΥ: Ομάδα άσκησης υγιών, ΟΔΥ: Ομάδα δόνησης υγιών, ΟΕ: Ομάδα ελέγχου, ΟΑΟ: Ομάδα άσκησης οστεοπορωτικών, ΟΔΟ: Ομάδα δόνησης οστεοπορωτικών, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος.

Όλες οι συμμετέχουσες ήταν μετα-εμμηνόπαυσιακής ηλικίας, μεγαλύτερης του ενός έτους και δεν έπασχαν από καρδιαγγειακά νοσήματα, όπως ισχαιμική νόσο μυοκαρδίου, καρδιακή ανεπάρκεια, αρρυθμίες ούτε από ασθένειες, όπως υπερπαραθυροειδισμό, ηπατοπάθειες, νεφροπάθειες, σακχαρώδη διαβήτη. Επίσης, δεν ακολουθούσαν φαρμακευτική αγωγή (λήψη κορτιζόνης, λιθίου, αντιεπιληπτική αγωγή, αντιπηκτική αγωγή, θεραπεία υποκατάστασης ορμονών) που να επηρεάζει τον οστικό μεταβολισμό. Οι οστεοπορωτικές γυναίκες ήταν σε φάση προσωρινής διακοπής της αντιοστεοκλαστικής θεραπείας, στα πλαίσια διακεκομμένης φαρμακευτικής αγωγής που ακολουθούσαν. Το σύνολο των γυναικών δεν ασκούσαν συστηματικά και ήταν μη καπνίστριες. Η κατανάλωση αλκοόλης δεν ξεπερνούσε σε όλες τις ομάδες τα δυο ποτήρια αλκοολούχου ποτού την εβδομάδα.

### Πειραματικός σχεδιασμός

Το παρεμβατικό πρόγραμμα περιελάμβανε δύο διαφορετικά πρωτόκολλα: α) άσκηση δύναμης συνδυαστικής με αερόβιας μορφής άσκηση και β) άσκηση με δόνηση. Η συνολική διάρκειά του προγράμματος ήταν οκτώ μήνες (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2.** Τα παρεμβατικά πρωτόκολλα δόνησης και συνδυασμού άσκησης δύναμης και αερόβιας μορφής

<i>Πρόγραμμα άσκησης με δόνηση</i>					
Περιγραφή ασκήσεων	Αριθμός επαναλήψεων	Διάρκεια επανάληψης	Συχνότητα	Μετατόπιση	Συχνότητα / εβδομάδα
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Θέση ημικαθίσματος</li> <li>• Ισορροπία στο ένα πόδι</li> </ul>	9	45 s (1 <sup>ος</sup> μήνας), 60 s (2 <sup>ος</sup> - 3 <sup>ος</sup> μήνας) 80 s (4 <sup>ος</sup> μήνας) 60 s (5 <sup>ος</sup> - 7 <sup>ος</sup> μήνας) 80 s (8 <sup>ος</sup> μήνας)	35 Hz (1 <sup>ος</sup> - 4 <sup>ος</sup> μήνας) 40 Hz (5 <sup>ος</sup> - 8 <sup>ος</sup> μήνας)	1.5 mm	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 min διάλειμμα μεταξύ των σετ</li> <li>• 2 min διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 min προθέρμανση (κυκλοεργόμετρο)</li> <li>• 3 min γυμναστικές ασκήσεις για όλο το σώμα</li> </ul>		
<i>Πρόγραμμα άσκησης με αντιστάσεις</i>					
Περιγραφή ασκήσεων	Κύκλοι	Αριθμός επαναλήψεων	Ένταση	Συχνότητα / εβδομάδα	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• πιέσεις στήθους</li> <li>• pec-deck</li> <li>• χαμηλή κωπηλατική</li> <li>• εμπροσθολαίμιες έλξεις τροχαλίας</li> <li>• εκτάσεις στην άρθρωση του γόνατος</li> <li>• κάμψεις στην άρθρωση του γόνατος</li> <li>• πιέσεις ποδιών</li> <li>• εκτάσεις στην άρθρωση του ισχίου</li> <li>• προσαγωγές στην άρθρωση του ισχίου</li> <li>• απαγωγές στην άρθρωση του ισχίου</li> </ul>	2 (1 <sup>ος</sup> - 4 <sup>ος</sup> μήνας) 3 (5 <sup>ος</sup> - 8 <sup>ος</sup> μήνας)	10 -12	70% (1ME)	2	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 s διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων</li> <li>• 3 min διάλειμμα μεταξύ των κύκλων</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 min προθέρμανση</li> <li>• 10 min αποθεραπεία</li> </ul>			
<i>Πρόγραμμα αερόβιας άσκησης</i>					
Περιγραφή ασκήσεων	Αριθμός κύκλων	Διάρκεια άσκησης	Ένταση	Συχνότητα / εβδομάδα	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ανεβοκατέβασμα στο step-βασικό βήμα (A &amp; Δ)</li> <li>• πέρασμα στο πλάι (over the top)</li> <li>• ανέβασμα στη βαθμίδα με άρση γόνατος (A &amp; Δ)</li> <li>• ανέβασμα στη βαθμίδα με κάμψη γόνατος (A &amp; Δ)</li> <li>• ανεβοκατέβασμα από παράλληλη θέση με το στείπ ανάμεσα στα πόδια (A &amp; Δ)</li> </ul>	2	40 s	70% -85% ΜΚΣ	1	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 s διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων</li> <li>• 2 min διάλειμμα μεταξύ των κύκλων</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 min προθέρμανση</li> <li>• 10 min αποθεραπεία</li> </ul>			

A: Αριστερό βασικό πόδι, Δ: Δεξι βασικό πόδι, ΜΚΣ: Μέγιστη Καρδιακή Συχνότητα, 1 ME: 1 Μέγιστη Επανάληψη.

*Άσκηση με βάρη:* Η προπόνηση δύναμης έγινε με χρήση ειδικών μηχανημάτων δύναμης στα οποία εκτελούνταν δέκα ασκήσεις δύο φορές την εβδομάδα. Η ένταση καθορίστηκε στο 70% της μίας μέγιστης επανάληψης (1 ME) και εκτελούνταν 10-12 επαναλήψεις σε κάθε άσκηση. Το διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων ήταν περίπου 30 δευτερόλεπτα και μεταξύ των κύκλων 3 λεπτά (κυκλική προπόνηση). Ο αριθμός των κύκλων ήταν δύο για τους τέσσερις πρώτους μήνες και κατόπιν αυξήθηκε στους τρεις. Η διάρκεια κάθε προπονητικής μονάδας ήταν μία ώρα και η συχνότητά της ήταν δύο φορές την εβδομάδα. Η αναπροσαρμογή της έντασης έγινε μετά από τρεις μήνες εφαρμόζοντας τεστ για τη μέτρηση της μέγιστης δύναμης.

*Αερόβια άσκηση:* Η αερόβια άσκηση διαρκούσε είκοσι λεπτά και η συχνότητά της ήταν μία φορά την εβδομάδα.

δα. Η μορφή της ήταν κυκλική, περιελάμβανε εννιά ασκήσεις σε βαθμίδες (step) και η ένταση της προοδiorίστηκε στο 70-85% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ) των ασκουμένων. Ο αριθμός των κύκλων ήταν 2 και η διάρκεια των σταθμών 40 δευτερόλεπτα. Το διάλειμμα μεταξύ των σταθμών ήταν 20 δευτερόλεπτα και μεταξύ των κύκλων 2 λεπτά. Το ύψος της κάθε βαθμίδας ήταν 18 εκατοστά στους πρώτους τέσσερις μήνες του προγράμματος και έπειτα 21 εκατοστά.

Σε κάθε προπονητική μονάδα πραγματοποιήθηκε προθέρμανση, διάρκειας 15 λεπτών σε ποδήλατο ή δαπεδοεργόμετρο, έπονταν γυμναστικές ασκήσεις, ασκήσεις κοιλιακών και ραχιαίων (2-4 σετ από 16 επαναλήψεις). Στο τέλος της συνεδρίας, ακολουθούσε αποθεραπεία 10 λεπτών με ασκήσεις διατάσεων.

*Πρόγραμμα άσκησης με δόνηση:* Η πλατφόρμα κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης NEMES™ Bosco System, LCB-244, χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση του πρωτοκόλλου άσκησης με δόνηση. Η εκγύμναση με δόνηση πραγματοποιούνταν τρεις φορές την εβδομάδα και τα χαρακτηριστικά επιβάρυνσης περιλάμβαναν συχνότητα 35 - 40 Hz, μετατόπιση 1.5 mm και διάρκεια 7 - 12 min. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα δόνησης περιελάμβανε δύο στατικές ασκήσεις. Στην πρώτη άσκηση, η ασκούμενη στεκόταν σε θέση ημικαθίσματος (~120°) με τα πόδια παράλληλα στο μέσο της πλατφόρμας ενώ στη δεύτερη, ισορροπούσε στο ένα πόδι έχοντας το ελαφρώς λυγισμένο (~120°) και πιανόταν από τις χειρολαβές. Η κάθε άσκηση αποτελούταν από τρία σετ σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος. Το διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων ήταν 2 λεπτά και μεταξύ των σετ 1 λεπτό. Σε κάθε προπονητική μονάδα πραγματοποιήθηκε προθέρμανση σε ποδήλατο (7 λεπτά) και γυμναστικές ασκήσεις (3 λεπτά).

*Κλινικός και εργαστηριακός έλεγχος.* Οι γυναίκες των τεσσάρων ομάδων υποβλήθηκαν σε μέτρηση οστικής πυκνότητας, βιοχημικό έλεγχο στην έναρξη και λήξη του προγράμματος. Οι γυναίκες της ομάδας ελέγχου συμμετείχαν μόνο στη διαδικασία των μετρήσεων.

*Αξιολόγηση ανθρωπομετρικών μετρήσεων:* Η σωματική μάζα μετρήθηκε στον ηλεκτρονικό ζυγό Seca alpha 770 (Vogel & Halke Hamburg, Germany), με ακρίβεια μέτρησης 0.1 kg και το ύψος σε αναστημόμετρο τύπου Seca bodymeter 208 (Vogel & Halke Hamburg, Germany) με ακρίβεια μέτρησης 1 mm. Ο δείκτης σωματικής μάζας (ΔΜΣ), υπολογίστηκε με το πηλίκο σωματικού βάρους/ύψους<sup>2</sup>. Το άθροισμα του πάχους τεσσάρων δερματοπτυχών (τρικεφάλου, υποπλάτιου, υπερλαγόνιου και μηρού) έγινε με τη χρήση δερματοπτυχομέτρου Harpenden Skinfold Caliper (HSK-BI; British Indicators, England), με ακρίβεια μέτρησης 0.2 mm.

*Έλεγχος μέτρησης της οστικής πυκνότητας (ΟΠ):* Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της διπλής ενεργειακής απορροφησιόμετρησης (Lunar-DPX) με διχρωματική πηγή ακτίνων Χ (70KVP and 140KPV). Η μέτρηση της οστικής πυκνότητας, έγινε σε προσθιοπίσθια λήψη στη σπονδυλική στήλη σε επίπεδο O2-O4.

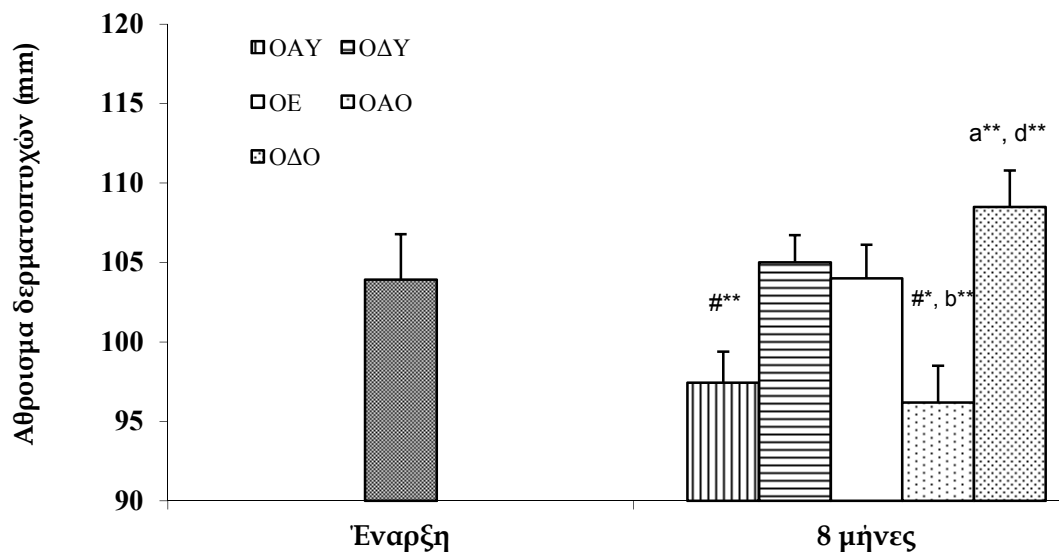
*Βιοχημικός έλεγχος:* Οι δοκιμαζόμενες προσέρχονταν στο εργαστήριο, όπου γινόταν λήψη ποσότητας φλεβικού αίματος (5ml) και παράδοση συλλογής πρωινών ούρων διώρου νηστείας (αποχή από κρέας, πουλερικά, ψάρια, γαλακτομικά, παγωτά και ζελέ). Μετά από φυγοκέντρηση του αίματος και των ούρων νήστεως έγινε ανάλυση της οστεοκαλσίνης (OC) ορού αίματος με τη μέθοδο RIA (Recipe, Chemicals + Instruments GmbH, Munich, Germany) και της υδροξυπρολίνης (HYP) ούρων με τη μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας υψηλής πίεσεως (HPLC), (DiaSorin S.P.A., Saluggia, Italy).

#### Στατιστική ανάλυση

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέσος όρος, τυπική απόκλιση). Η προϋπόθεση της κανονικότητας ελέγχθηκε με το τεστ Kolmogorov-Smirnov και διαπιστώθηκε ότι ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις (για όλες τις μεταβλητές σε όλες τις ομάδες και για κάθε χρονική στιγμή μέτρησης. Από το σχεδιασμό της έρευνας προέκυψαν πέντε διαφορετικές ομάδες (τέσσερις πειραματικές και μία έλεγχου), οι οποίες εξετάστηκαν σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές (μετρήσεις). Για τη διαπίστωση διαφορών στις εξαρτημένες μεταβλητές μεταξύ των πέντε ομάδων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (two-way ANOVA Repeated Measures) δύο παραγόντων (ομάδα x μέτρηση) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα μέτρηση. Οι διαφορές εντοπίστηκαν με τη χρήση του τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni. Σε ορισμένες περιπτώσεις για τη διαπίστωση διαφορών μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (one-way ANOVA). Επίσης, στις μεταβλητές άθροισμα δερματοπτυχών, ΟΠ, οστεοκαλσίνη και υδροξυπρολίνη, στις οποίες υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αρχικές μετρήσεις, εφαρμόστηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση. Επιπλέον, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες μεταβολές σε κάθε μεταβλητή χωριστά. Επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το  $p < 0.05$ .

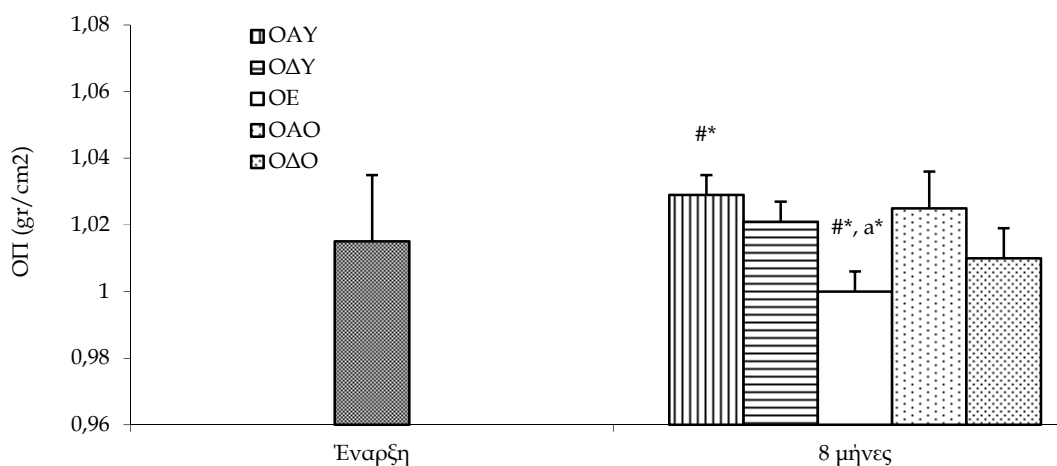
## Αποτελέσματα

**Σύσταση σώματος:** Η συμμετοχή των γυναικών σε όλη τη διάρκεια των 8 μηνών άσκησης ήταν ικανοποιητική και κυμάνθηκε μεταξύ 75%-90%. Μετά το τέλος του προγράμματος άσκησης δε σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αναφορικά με το σωματικό βάρος και το ΔΜΣ μεταξύ των ομάδων και των μετρήσεων. Ωστόσο, οι ομάδες συμβατικής άσκησης (υγιών και οστεοπορωτικών) παρουσίασαν στατιστικά σημαντική μείωση του αθροίσματος πάχους των δερματοπτυχών μετά από οκτώ μήνες, -6.45%,  $p<.01$  και 7.2%,  $p<.05$  αντίστοιχα. Επίσης, εφαρμόστηκε ανάλυση συνδιακύμανσης, με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση του αθροίσματος πάχους των δερματοπτυχών, όπου παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p<.01$ ) της ομάδας άσκησης οστεοπορωτικών με την ομάδα δόνησης υγιών και οστεοπορωτικών και της ομάδας άσκησης υγιών με την ομάδα δόνησης οστεοπορωτικών (Σχήμα 1).



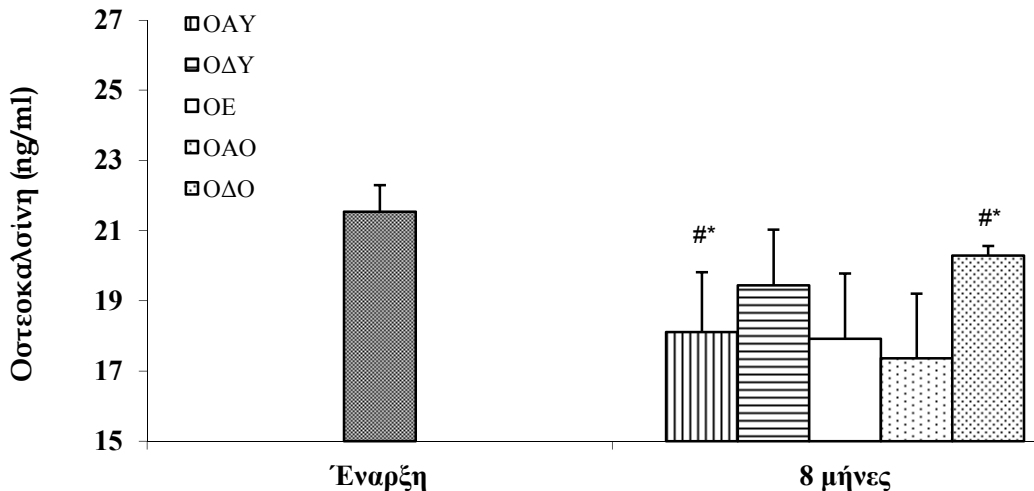
**μα 1.** Μέσες τιμές του αθροίσματος πάχους δερματοπτυχών των μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών στην κάθε ομάδα χωριστά, προσαρμοσμένες σε ανάλυση συνδιακύμανσης, όπου: \*  $p<.05$ , \*\*  $p<.01$ , #: διαφορά με την έναρξη του προγράμματος, a: διαφορά με την ομάδα άσκησης υγιών (OAY), b: διαφορά με την ομάδα δόνησης υγιών (OΔY), d: διαφορά με την ομάδα άσκησης οστεοπορωτικών (OAO)

**Οστική πυκνότητα:** Στη λήξη του προγράμματος διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης για την ομάδα άσκησης υγιών (+1.23%,  $p<.05$ ) και την ομάδα ελέγχου (-1.59%,  $p<.05$ ), ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στις άλλες ομάδες. Επίσης, από την εφαρμογή της ανάλυσης συνδιακύμανσης με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση, σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας άσκησης υγιών και της ομάδας ελέγχου ( $p<.05$ ) (Σχήμα 2).



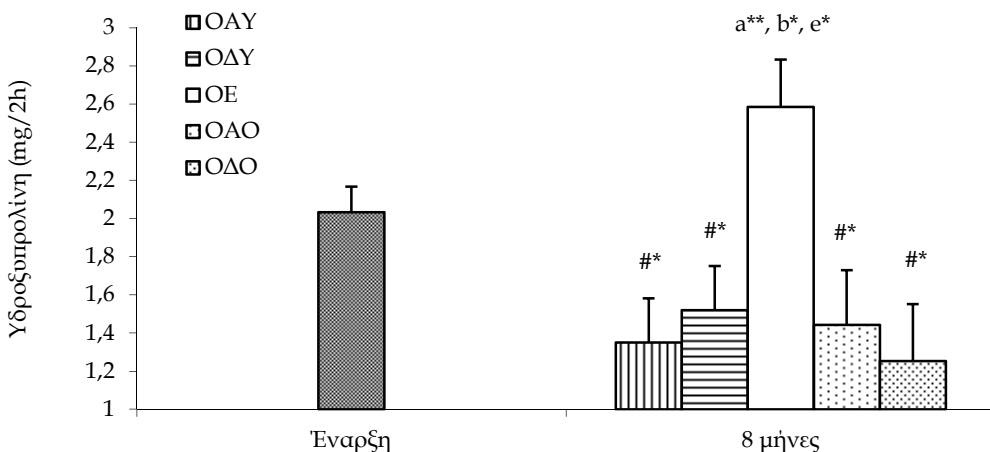
**Σχήμα 2.** Μέσες τιμές της οστικής πυκνότητας των οσφυϊκών σπονδύλων Ο2-Ο4 των μετα-εμμηνοπαυσιακών γυναικών στην κάθε ομάδα χωριστά, προσαρμοσμένες σε ανάλυση συνδιακύμανσης, όπου: \*  $p < .05$ , #: διαφορά με την έναρξη του προγράμματος, α: διαφορά με την ομάδα άσκησης υγιών (ΟΑΥ)

*Βιοχημικές αναλύσεις:* Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι οι τιμές της οστεοκαλσίνης ορού μειώθηκαν σημαντικά μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα άσκησης στην ομάδα των υγιών (-24.78%,  $p < .05$ ) και των οστεοπορωτικών γυναικών (-20.65%,  $p < .05$ ), (Σχήμα 3).



**Σχήμα 3.** Μέσες τιμές της οστεοκαλσίνης των μετα-εμμηνοπαυσιακών γυναικών στην κάθε ομάδα χωριστά, προσαρμοσμένες σε ανάλυση συνδιακύμανσης, όπου: \*  $p < .05$ , #: διαφορά με την έναρξη του προγράμματος

Επίσης, σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην υδροξυπρολίνη ούρων μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης στις ομάδες άσκησης των υγιών γυναικών (-32.32%,  $p < .05$ ), των οστεοπορωτικών (-8.91%,  $p < .05$ ), όπως και τις ομάδες δόνησης των υγιών γυναικών (-27.48%,  $p < .05$ ) και των οστεοπορωτικών (-38.42%,  $p < .05$ ). Από την εφαρμογή της ανάλυσης συνδιακύμανσης, με συνδιακυμαντή την αρχική μέτρηση στην υδροξυπρολίνη ούρων, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά της ομάδας ελέγχου με την ομάδα άσκησης υγιών ( $p < .01$ ), την ομάδα δόνησης υγιών ( $p < .05$ ) και την ομάδα δόνησης οστεοπορωτικών ( $p < .05$ ) (Σχήμα 4).



**Σχήμα 4.** Μέσες τιμές της υδροξυπρολίνης ούρων των μετα-εμμηνοπαυσιακών γυναικών στην κάθε ομάδα χωριστά, προσαρμοσμένες σε ανάλυση συνδιακύμανσης, όπου: \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , #: διαφορά με την έναρξη του προγράμματος, α: διαφορά με την ομάδα άσκησης υγιών (ΟΑΥ), β: διαφορά με την ομάδα δόνησης υγιών (ΟΔΥ), ε: διαφορά με την ομάδα δόνησης οστεοπορωτικών (ΟΔΟ).

## Συζήτηση

Η επίδραση δύο διαφορετικών προγραμμάτων άσκησης, συμβατικής και εναλλακτικής μορφής, στην οστική πυκνότητα και σε παραμέτρους οστικού μεταβολισμού υγιών και οστεοπορωτικών γυναικών ερευνηθήκε στην παρούσα εργασία, προκειμένου να διεκρινιστεί κατά πόσο ο υγιής και ο ευπαθής οστικός ιστός ανταποκρίνονται σε μηχανικά ερεθίσματα, ύστερα από πρόγραμμα διάρκειας οχτώ μηνών. Στη λήξη του προγράμματος, εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας στην ομάδα άσκησης των υγιών μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών, τάση αύξησης στην ομάδα των οστεοπορωτικών, διατήρηση της οστικής πυκνότητας στις αντίστοιχες ομάδες δόνησης και μείωση στην ομάδα ελέγχου (Σχήμα 2). Τα αποτελέσματα αυτά είναι ενθαρρυντικά για την επίδραση του συνδυαστικού προγράμματος αερόβιας άσκησης και προπόνησης με αντιστάσεις στην οστική πυκνότητα υγιών και οστεοπορωτικών μετα-εμμηνόπαυσιακών γυναικών και ελπιδοφόρα για την επίδραση των προγραμμάτων δόνησης στο μυοσκελετικό σύστημα.

Τα προγράμματα δύναμης και αερόβιας μορφής άσκησης, σε συνδυασμό μεταξύ τους, παρά μεμονωμένα, συγκεντρώνουν περισσότερους παράγοντες που ενεργοποιούν την αναβολική δράση του οστικού μεταβολισμού (Asikainen, Kukkonen-Harjula & Miilunpalo, 2004; Kemmler & Engelke, 2004). Συγκεκριμένα, ο συνδυασμός προγράμματος δύναμης και αερόβιας μορφής άσκησης, προκαλεί κατακόρυφη επιβάρυνση στο μυοσκελετικό σύστημα, δυνάμεις αντίδρασης από το έδαφος, μυϊκές συσπάσεις διαφορετικών μυϊκών ομάδων και μηχανικές φορτίσεις που είναι μεγαλύτερες από αυτές που δέχονται, συνήθως, τα οστά. Για το λόγο αυτό, ο συνδυασμός δύναμης και αερόβιας άσκησης φαίνεται να δρα θετικά και στοχευμένα σε περισσότερα ευπαθή σημεία του σκελετού, όπως στην οσφυϊκή μοίρα και θεωρείται αποτελεσματικότερη μορφή άσκησης, για την πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης (Kemmler, Engelke, Weineck, Hensen & Kalender, 2003; Milliken, et al., 2003; Walker, Klentrou, Chow & Plyley, 2000).

Στην παρούσα έρευνα, η επίδραση του εξειδικευμένου παρεμβατικού προγράμματος άσκησης στην οστική πυκνότητα των οστεοπορωτικών γυναικών κρίνεται θετική, αν και η αύξηση της ΟΠ δεν ήταν στατιστικά σημαντική, ίσως λόγω του μικρού αριθμού του δείγματος. Σε άλλη έρευνα μεγαλύτερης διάρκειας, όπου εφαρμόστηκε γρήγορο βάδισμα (κατά μέσο όρο  $7.909 \pm 2.445$  βήματα ημερησίως το πρώτο έτος και  $8.511 \pm 2.622$  βήματα ημερησίως το δεύτερο έτος) και ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης (άρσεις κάτω σκέλους, ημικαθίσματα, κουλιακοί, ραχιαίοι), παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση περίπου 4.5% της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης στην ομάδα άσκησης των οστεοπορωτικών γυναικών, μετά το τέλος του πρώτου και δεύτερου έτους της αερόβιας άσκησης (Iwamoto, Takeda, & Ichimura 2001). Κατά συνέπεια, η καθημερινή και μακροχρόνια άσκηση μπορεί να αποτελέσει απαραίτητη συνιστώσα στη διατήρηση της καλύτερης δυνατής σκελετικής υγείας σε γυναίκες με χαμηλή οστική πυκνότητα και να δράσει επικουρικά στη θεραπεία της οστεοπόρωσης.

Όσον αφορά στην ομάδα δόνησης της παρούσας έρευνας, παρατηρήθηκε διατήρηση της οστικής πυκνότητας. Επίσης, σε άλλη έρευνα (Verschueren et al., 2004), που χρησιμοποιήθηκε παρόμοια ένταση δόνησης (35-40 Hz, 1.7-2.5 mm), η ομάδα δόνησης διατήρησε την οσφυϊκή οστική πυκνότητα και αύξησε σημαντικά κατά 0.93% την οστική πυκνότητα του ισχίου, σε αντίθεση με το πρόγραμμα άσκησης με αντιστάσεις, που δεν είχε αντίστοιχα αποτελέσματα στην οστική πυκνότητα των ασκουμένων γυναικών. Η υπεροχή του προγράμματος δόνησης έναντι της άσκησης, ως προς την επίδρασή του στην οστική πυκνότητα, είναι σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Αυτό, ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι στο πρόγραμμα δόνησης ασκήθηκε μεγαλύτερη μηχανική φόρτιση στο οστό, καθώς αποτελούταν από πέντε δυναμικές ασκήσεις για τα κάτω άκρα, ενώ το πρόγραμμα δύναμης περιελάμβανε μόνο δύο ασκήσεις.

Επίσης, σε άλλη έρευνα (Gusi, Raimundo, & Leal, 2006) η άσκηση με δόνηση προκάλεσε στατιστικά σημαντική αύξηση στην οστική πυκνότητα στο μηριαίο αυχένα, συγκριτικά με την απώλεια που παρατηρήθηκε στην ομάδα βάδισης. Τα μηχανικά, όμως, ερεθίσματα που προκλήθηκαν και στις δύο ομάδες δεν ήταν ικανά να εμποδίσουν την απώλεια στην οσφυϊκή μοίρα. Σχετικά με το πρόγραμμα άσκησης, η έντασή της βάδισης δεν προσδιορίζεται για να μπορεί να αξιολογηθεί, αλλά εκτιμάται ως χαμηλή καθώς υπάρχει η θεωρία ότι το οστό ανταποκρίνεται οστεογενετικά σε μηχανικά ερεθίσματα διαφορετικά και μεγαλύτερα από αυτά που λαμβάνει καθημερινά (Vuori, Heinonen, Sievanen, Kannus, Pasanen & Oja, 1994). Επίσης, υπάρχουν επιφυλάξεις για τη συχνότητα του προγράμματος δόνησης που ακολουθήθηκε (12.6 Hz), καθώς σύμφωνα με τον Mester και τους συνεργάτες του (2006), συχνότητες κάτω των 20 Hz είναι καλύτερο να αποφεύγονται για την ασφάλεια του ανθρώπινου οργανισμού. Φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα δόνησης μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα με την επιτάχυνση, τη συχνότητα, τη διάρκεια, τη στάση του σώματος, επιφέροντας διαφορετικά αποτελέσματα στο ερειστικό σύστημα.



Στην παρούσα εργασία, οι τιμές της οστεοκαλσίνης μειώθηκαν σημαντικά στις ομάδες των υγιών και οστεοπορωτικών γυναικών μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα άσκησης ενώ η υδροξυπρολίνη ούρων μειώθηκε σε όλες τις παρεμβατικές ομάδες. Η έλλειψη οιστρογόνων, λίγους μήνες μετά την εμμηνόπαυση, συνοδεύεται από ραγδαία αύξηση των δεικτών οστικής απορρόφησης και της οστικής παραγωγής (Delmas, Eastell, Garnero, Seibel & Stepan, 2000). Μάλιστα, σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα η οστεοκαλσίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προγνωστικός δείκτης της οστεοπόρωσης σε οστεοπενικές γυναίκες. Τα υψηλά επίπεδα οστεοκαλσίνης σε μετα-εμμηνόπαυσιαικές γυναίκες με χαμηλή οστική πυκνότητα, πιθανώς να σχετίζονται με την αύξηση της οστικής κατασκευής που είναι, όμως, μικρότερου βαθμού από την οστική καταστροφή που προηγήθηκε (De Leo, Ditto, la Marca, Lanzetta, Massafra, & Morgante, 2000; Iki, et al., 2007). Επομένως, η μείωση των βιοχημικών δεικτών, κυρίως της οστεοκαλσίνης ορού και της υδροξυπρολίνης ούρων, που παρατηρήθηκε στην παρούσα έρευνα, σε συνδυασμό με τη θετική τάση της οστικής πυκνότητας, μπορεί να θεωρηθεί ως αντιοστεοκλαστική δράση της άσκησης. Αντίθετα, η αύξηση στις τιμές της υδροξυπρολίνης ούρων και η απώλεια της οστικής πυκνότητας, που παρατηρήθηκαν στην ομάδα ελέγχου, ίσως, να σχετίζονται με οστική αποδόμηση σε αυτήν την ομάδα.

Επίσης, στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε ότι ο συνδυασμός άσκησης με βάρη και αερόβιας άσκησης συνέβαλε στη στατιστικά σημαντική μείωση του υποδόριου λίπους (Σχήμα 1) των μετα-εμμηνόπαυσιαικών γυναικών (στις υγιείς κατά 6.45% και τις οστεοπορωτικές κατά 7.2%). Αντίθετα, στις ίδιες ομάδες δεν υπήρξε βελτίωση του σωματικού βάρους και του ΔΜΣ. Η μείωση του αθροίσματος των δερματοπτυχών υποδηλώνει ότι οι ασκούμενες έχασαν σωματικό λίπος και αύξησαν την άλιπη μυϊκή τους μάζα. Εξάλλου, σε προγράμματα άσκησης που έχουν κύριο στόχο την αύξηση της οστικής πυκνότητας, η απώλεια βάρους δεν κρίνεται σκόπιμη αλλά η αύξηση της άλιπης μάζας (Ryan, Treuth, Hunter, & Elahi, 1998). Αυτό οφείλεται στη θετική συσχέτιση του σωματικού βάρους και της άλιπης μάζας με την οστική πυκνότητα, κυρίως, των οσφυϊκών σπονδύλων, όπως έχει παρατηρηθεί σε άλλες έρευνες (Lima, De Falco, Baima, Carazzato & Pereira 2001).

Αντίθετα, στις ομάδες δόνησης δεν παρουσιάστηκε καμία στατιστικά σημαντική προσαρμογή στη σύσταση του σώματος μετά το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος. Παρόμοια αποτελέσματα σημειώθηκαν στις περισσότερες έρευνες που εφάρμοσαν πρόγραμμα με δόνηση (Ruan, Jin., Liu, Peng, & Sun, 2008; Torvinen, et al., 2003). Ο Verschueren και οι συνεργάτες του (2004) παρατήρησαν μικρή αλλά στατιστικά σημαντική μείωση του ποσοστού λίπους κατά -2.3% χωρίς αύξηση της μυϊκής μάζας στην ομάδα δόνησης, ενώ στην ομάδα άσκησης, τα είκοσι λεπτά αερόβιας άσκησης, σε συνδυασμό με τις δύο ασκήσεις δύναμης των κάτω άκρων, ήταν ικανά να μειώσουν το ποσοστό λίπους (κατά -3.1%) των ασκούμενων, αλλά ανεπαρκή να προκαλέσουν αύξηση της μυϊκής μάζας. Επομένως, στην παρούσα εργασία η βελτίωση που παρατηρήθηκε στη σύσταση του σώματος των ασκούμενων γυναικών είναι ιδιαίτερα σημαντική, δεδομένων των διαταραχών στη σύσταση του σώματος κατά τη διάρκεια της εμμηνόπαυσης, που συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο δυσλιπιδαιμιών, σακχαρώδη διαβήτη και καρδιαγγειακών παθήσεων (Douchi, et al., 2000; Καρακώριου, Βόλακλης, Καρακώριου & Τοκμακίδης 2005).

Συμπερασματικά, ένα πρόγραμμα άσκησης με βάρη μέτριας έντασης, σε συνδυασμό με αεροβική άσκηση, μπορεί να προταθεί ως μέσο ασφαλές και ευχάριστο, που συμβάλει στην πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης. Η εξειδικευμένη άσκηση, λοιπόν, είναι ανάγκη να αποτελεί απαραίτητο στοιχείο της καθημερινής ενασχόλησης όλου του πληθυσμού ανεξαρτήτως ηλικίας. Με τον τρόπο αυτό καλλιεργείται η φυσική κατάσταση και βελτιώνεται η ποιότητα ζωής.

Όσον αφορά στο πρόγραμμα δόνησης, συμπεραίνεται ότι μπορεί να διατηρήσει την οστική πυκνότητα σε υγιείς μετα-εμμηνόπαυσιαικές γυναίκες, απαιτώντας λιγότερο χρόνο άσκησης, περίπου τριάντα λεπτά σε σύγκριση με τη συνεδρία της συμβατικής άσκησης, που διαρκούσε περίπου εξήντα λεπτά. Το σύντομο της διάρκειας του προγράμματος δόνησης είναι ένα προτέρημα της άσκησης με δόνηση και δίνει τη δυνατότητα, σε μελλοντικές έρευνες, διερεύνησης προγραμμάτων συνδυασμού συμβατικής και εναλλακτικής άσκησης. Επομένως, κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω διερεύνηση του ρόλου της φυσικής αγωγής και της μηχανικής δόνησης στο μεταβολισμό του οστού κατά την μετα-εμμηνόπαυσιαική ηλικία.

### Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Ο αθλητικός επιστήμονας οφείλει να καταρτιστεί με ειδικευμένες γνώσεις για τις μεταβολικές και οργανικές διαταραχές που συμβαίνουν στη γυναίκα κατά την εμμηνόπαυση, για την επίδραση της άσκησης αλλά και για τις νέες εναλλακτικές μεθόδους άσκησης, όπως είναι η δόνηση. Τέλος, μπορεί με τη σωστή ενημέρωση να βοηθήσει τη μετα-εμμηνόπαυσιακή και οστεοπορωτική γυναίκα να εγκαταλείψει την παθητική στάση απέναντι στην εμμηνόπαυση και την ασθένειά της και να την καθοδηγήσει στην επιτυχή ανάκτηση της υγείας της και τη δράση για το υπόλοιπο της ζωής της.

### Βιβλιογραφία

- Asikainen, T.M., Kukkonen-Harjula, K., & Miilunpalo, S. (2004). Exercise for health for early postmenopausal women: A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Medicine* 34, 753-778.
- Borer, K.T., Fogleman, K., Gross, M., La New, J.M., & Dengel, D. (2007). Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone*, 41, 713-721.
- Cardinale, M., & Wakeling, J. (2005) Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *British Journal Sports Medicine*, 39, 585-589.
- Cristiansen, B.A., & Silva, M.J. (2006). The effect of varying magnitudes of whole-body vibration on several skeletal sites in mice. *Annals of Biomedical Engineering*, 34, 1149-1156.
- De Leo, V., Ditto, A., la Marca, A., Lanzetta, D., Massafra, C., & Morgante, G. (2000). Bone mineral density and biochemical markers of bone turnover in peri- and postmenopausal women. *Calcified Tissue International*, 66, 263-267.
- Delmas, P.D., Eastell, R., Garnero, P., Seibel, M.J., & Stepan, J., for the Committee of Scientific Advisors of the International Osteoporosis Foundation. (2000). The use of biochemical markers of bone turnover in osteoporosis. *Osteoporosis International*, 11, S2-S17.
- Douchi, T., Yamamoto, S., Oki, T., Maruta, K., Kuwahata, R., Yamasaki, H., & Nagata, Y. (2000). The effects of physical exercise on body fat distribution and bone mineral density in postmenopausal woman. *Maturitas*, 35, 25-30.
- Fieger, J., Karachalios, Th, Khaldi, L. Raptou, P., & Lyritis, G. (1998). Mechanical stimulation in the form of vibration prevents postmenopausal bone loss in varicetomized rats. *Calcified Tissue International*, 63, 510-514.
- 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, 92-80.
- Iki, M., Morita, A., Ikeda, Y., Sato, Y., Akiba, T., Matsumoto, T., Nishino, H., Kagamimori, S., Kagawa, Y., & Yoneshima, H. (2007) Biochemical markers of bone turnover may predict progression to osteoporosis in osteopenic women: the JPOS Cohort study. *Journal of Bone Mineral and Research*, 25, 122-129.
- International Osteoporosis Foundation. Facts and Statistics. Ημερομηνία Ανάκτησης: 13-7-2008.  
<http://www.iofbonehealth.org/facts-and-statistics.html>
- Iwamoto, J., Takeda, T., & Ichimura, S. (2001). Effect of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *Journal of Orthopaedic Science*, 6, 128-132.
- Καρακώριου Σ., Δουδά Ε., & Τοκμακίδης Σ. (2011). Ο ρόλος της άσκησης στην πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης σε μετεμμηνόπαυσιακές γυναίκες. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 28, 479-490.
- Καρακώριου, Σ., Βόλακλης Κ., Δουδά, Ε., Κώτσα Κ., & Τοκμακίδης, Σ. (2005). Η επίδραση ενός εξειδικευμένου προγράμματος άσκησης στο μεταβολισμό του οστού μετεμμηνόπαυσιακών γυναικών. *Οστών*, 16, 241-247.
- Καρακώριου, Σ., Βόλακλης, Κ., Καρακώριου, Μ., & Τοκμακίδης Σ. (2005). Η επίδραση ενός εξειδικευμένου προγράμματος άσκησης στο λιπιδαιμικό προφίλ και στη φυσική κατάσταση μετεμμηνόπαυσιακών γυναικών. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 22, 485-492
- Kemmler, W., & Engelke, K. (2004). A critical review of exercise training effects on bone mineral density (BMD) in early postmenopausal women. *International SportMed Journal*, 5, 67-77.
- Kemmler, W., Engelke, K., Weineck, J., Hensen, J., & Kalender, W. (2003). The erlangen fitness osteoporosis prevention study: A controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density-first year results. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 673-682.
- Lima, F., De Falco V., Baima, J.G., Carazzato J.G., & Pereira R.M.R. (2001). Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1318-1323.

- Maddalozzo, G.F., & Snow, C.M. (2000). High intensity resistance training: Effects on bone in older men and women. *Calcified Tissue International*, 66, 399-404.
- Mester, J., Kleinoder, H., & Yue, Z. (2006). Vibration training: benefits and risks. *Journal of Biomechanics*, 39, 1056-1065.
- Milliken, L.A., Going, S.B., Houtkooper, L.B., Flint-Wagner, H.G., Figueroa, A., Metcalfe, L.L., Blew, R.M., Sharp, S.C., & Lohman, T.G. (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, 478-484.
- Nichols, D.L., Sanborn C.F., Bonnicksen S.L., Benezra, V., Gench, B., & Dimarco, N.M. (1994). The effects of gymnastics training on bone mineral density, *Medicine Science in Sports and Exercise*, 26, 1220-1225.
- Nikander, R., Sievanen, H., Heinonen, A., Daly, R.M, Uusi-Rasi, K., & Kannus, P. (2010). Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimizing bone strength through life. *BioMed Central Medicine*, 8, 47. Ημερομηνία ανάκτησης: 6-9-2010. <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/8/47>.
- Ruan, X.Y., Jin, F.Y., Liu, Y.L. Peng, Z.L., & Sun, Y.G. (2008). Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *Chinese Medical Journal*, 121, 1155-1158.
- Rubin, C., Turner A.S., Mallinckrodt, C., Jerome, C., McLeod, K., & Bain, S. (2002). Mechanical strain, induced noninvasively in the high-frequency domain, is anabolic to cancellous bone, but not cortical bone. *Bone*, 30, 445-452.
- Rubin, C., Recker, R., Cullen, D., Ryaby, J., McCabe, J., & McLeod, K. (2004). Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: A clinical trial assessing compliance, efficacy and safety. *Journal of Bone Mineral and Research*, 19, 343-351.
- Russo, C.R., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, M.J., & Ferrucci L. (2003). High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 1854-1857.
- Ryan, A.S., Treuth, M.S., Hunter, G.R., & Elahi, D. (1998). Resistive training maintains bone mineral density in postmenopausal woman. *Calcified Tissue International*, 62, 295-299.
- 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.
- Τοκμακίδης, Σ., & Καρακώριου, Σ. (2006). Φυσιολογικές ανταποκρίσεις μιας εναλλακτικής μορφής άσκησης με μηχανικές δονήσεις (vibrations). *Αθληση & Κοινωνία*, 43, 30-39.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A., Pasanen, M., Kontulainen, S., Nenonen, A., Jarvinen, T.L., Paakkala, T., Jarvinen, M., & Vuori, I. (2003). Effect of 8-month vertical whole body vibration on body balance: A randomized controlled study. *Journal of Bone Mineral and Research*, 18, 876-884.
- Verschueren, S.M., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole body vibration on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized control pilot study. *Journal of Bone Mineral and Research*, 19, 352-359.
- Vuori, I., Heinonen, A., Sievanen, H., Kannus, P., Pasanen, M., & Oja, P. (1994). Effects of unilateral strength training and detraining on bone mineral density and content in young women: A study of mechanical loading and deloading on human bones. *Calcified Tissue International*, 55, 59-67.
- Walker, M., Klentrou, P., Chow, R., & Plyley, M. (2000). Longitudinal evaluation of supervised exercise programs for the treatment of osteoporosis. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 349-355.
- WHO Scientific Group. (2003). Prevention and management of osteoporosis. Geneva, World Health Organization. (pg: 57).