



## Η Επίδραση της Προπόνησης Αντισφαίρισης στην Οστική Πυκνότητα Νεαρών Ενηλίκων

Κωνσταντίνος Κορώνας<sup>1</sup>, Βασίλειος Κορώνας<sup>1</sup>, Αλέξανδρος Μαββίδης<sup>2</sup>,  
Κωνσταντίνος Μάντης<sup>2</sup>, & Ιωάννης Αθανηλίδης<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Τομέας Φυσικής Δραστηριότητας και Αναψυχής, ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
<sup>2</sup>ΤΕΦΑΑ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

### Περίληψη

Η παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε για να εκτιμήσει την επίδραση της προπόνησης αντισφαίρισης στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και του μηριαίου αυχένα σε άνδρες και γυναίκες, που βρίσκονται ακόμη στο στάδιο κορύφωσης της οστικής πυκνότητας. Στην έρευνα συμμετείχαν 6 άνδρες και 14 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 21 έτη ( $TA=0.89$  και  $1.11$  αντίστοιχα). Ο μέσος όρος Δείκτη Μάζας Σώματος για τους άνδρες ήταν  $23.22$  ( $TA=1.17$ ) και για τις γυναίκες  $21.01$  ( $TA=2.37$ ). Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της οστικής πυκνότητας ήταν η D.X.A (Dual X-ray - Absorptiometry, διπλή αποροφησιομέτρηση ακτίνων X) και μετρήθηκε η οστική πυκνότητα στις περιοχές της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης (L1 - L4) και του αυχένα του μηριαίου οστού. Οι μεταβολές στις παραπάνω μεταβλητές, πριν και μετά την παρέμβαση, εκτιμήθηκαν με μη παραμετρικά τεστ, ξεχωριστά στο σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε φύλο. Οι μεταβολές αυτές ήταν διαφορετικές σε σχέση με τα δύο φύλα. Συγκεκριμένα, οι γυναίκες βελτιώθηκαν σημαντικά και στις δύο μετρηθείσες περιοχές ( $p<.01$ ), ενώ οι άνδρες βελτιώθηκαν σημαντικά μόνον στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης ( $p<.05$ ). Παρά το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκε αύξηση της οστικής πυκνότητας των ανδρών και στις δύο περιοχές, τα δεδομένα δείχνουν ότι η άσκηση με την αντισφαίριση είναι ικανή να επιφέρει βελτίωση της οστικής πυκνότητας. Στη συζήτηση δίνονται ερμηνείες για τις διαφορές που παρουσιάζει η προπόνηση αντισφαίρισης στην επίδραση της οστικής πυκνότητας των δύο φύλων.

Λέξεις κλειδιά: *Αντισφαίριση, οστική πυκνότητα, σπονδυλική στήλη, μηριαίος αυχέννας*

### The Effects of Tennis Training on the Bone Mineral Density of Young Adults

Konstantinos Koronas<sup>1</sup>, Vassilios Koronas<sup>1</sup>, Alexandros Mavvidis<sup>2</sup>, Konstantinos Mantis<sup>2</sup>, Ioannis Athanailidis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Physical Activity and Recreation, Department of Physical Education and Sports Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Hellas

<sup>2</sup>Department of Physical Education and Sports Sciences, Democritus University of Thrace, Komotini, Hellas

### Abstract

The present study was designed to evaluate the effects of tennis training on the bone mineral density of the lumber of the vertebral column and the femoral neck in both males and females who are still at the stage where the peak bone mineral density has not yet been reached. Six male and 14 female individuals with an average age of 21 years old ( $SD=0.89, 1.11$  respectively). The mean body mass index for the males was  $23.22$  ( $SD=1.17$ ) and for the females was  $21.01$  ( $SD=2.37$ ). The methodology used for the measurement of bone density was that of D.X.A (Dual X-ray - Absorptiometry) measuring the bone density of the lumber of the vertebral column (L1 - L4) and the femoral neck. Changes in the above variables before and after the intervention were evaluated with non-parametric tests, separately for the whole study sample as well as individually for each sex. These variables were different in relation to the sexes. More specifically, females showed substantial improvement in the measurements of both body parts studied (each time:  $p<.01$ ), whereas the males showed improvement only in the bone mineral density of the lumber of the vertebral column ( $p<.05$ ). Despite the fact that no increase was observed in the bone mineral density for males in either region, the analysis of the results shows that tennis is able to produce improvement in the bone mineral density. In the discussion, explanations are given on the differences that tennis training presents on the effect of the bone mineral density for both sexes.

Key words: *Tennis, bone mineral density, vertebral column, femoral neck*

## Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας παράγονται μηχανικά φορτία που προκαλούν καταπονήσεις στα οστά, οι οποίες θεωρείται ότι προσφέρουν το πλέον κατάλληλο ερέθισμα για τις λειτουργικές προσαρμογές του οστίτη ιστού. Το οστό απαντά, τόσο στην αύξηση, όσο και στην ελάττωση της μηχανικής φόρτισης (Humphries et al., 2000; Wagert, Littbrand, Johansson, Nord-Strom, & Gustafson, 2002). Αυτό αποδεικνύεται από τις πολυάριθμες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση της άσκησης στη διαμόρφωση της οστικής πυκνότητας. Η βαρύτητα και μυϊκή σόσπαση που αναπτύσσεται ως αντίδραση στη φόρτιση μέσω κάποιας φυσικής δραστηριότητας, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες στην αύξηση της οστικής πυκνότητας. Από πολλές μελέτες προκύπτει ότι εμφανίζονται υψηλότερες τιμές οστικής πυκνότητας σε αθλούμενους διαφόρων ηλικιών, όταν υποβάλλονται σε προπόνηση δύναμης ή το άθλημα τους χαρακτηρίζεται από κατακόρυφες φορτίσεις του σκελετού, συγκριτικά με άλλους αθλούμενους, που υποβάλλονται σε προπόνηση αντοχής, αλλά και με μη αθλούμενους (Avioli, 1997). Ερευνητές συνέκριναν αθλητές με μη ασκούμενα άτομα και κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι οι πρώτοι εμφάνιζαν αυξημένη οστική πυκνότητα σε συγκεκριμένες οστικές περιοχές όπως οπονδυλική στήλη, μηριαίος αυχέννας και κυρίαρχο άνω άκρο. Αντίθετα δε, η ελάττωση της φυσικής δραστηριότητας ή η απόλυτη ακινησία μέλους ή όλου του σώματος, οδηγεί πολύ γρήγορα σε απώλεια οστικής πυκνότητας και αύξηση της συχνότητας εμφάνισης οστεοπόρωσης και πιθανών οστεοπορωτικών καταγμάτων (Heaney, 1996; Mprakas, 2001; Sone et al., 2006).

Η σωματική άσκηση είναι πιο αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται προληπτικά κατά τη νεαρή και ώριμη ηλικία για την απόκτηση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης κορυφαίας οστικής μάζας (Peak Bone Mass), που είναι ένας βασικός παράγοντας της υγείας των οστών για τα επόμενα χρόνια της ζωής του ανθρώπου (Λυρίτης, 1998). Η κορύφωση της οστικής πυκνότητας επιτυγχάνεται μεταξύ της εφηβείας και το τέλος της τρίτης δεκαετίας, ενώ η συνολική ωρίμανση του σκελετού ολοκληρώνεται κατά την έναρξη της ενηλικίωσης στο 17<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> έτος (Matkovic et al., 1996). Αυτό όμως δεν εμποδίζει την οστική πυκνότητα να αυξάνεται συνεχώς και κατά τη διάρκεια της τρίτης δεκαετίας (Kannis, 1994; Recker, 1992). Όσο περισσότερο αυξάνεται η κατανάλωση θερμίδων με την άσκηση στην δεύτερη και τρίτη δεκαετία της ζωής, τόσο υψηλότερη κορυφαία οστική πυκνότητα επιτυγχάνεται. Αυτό συμβαίνει για τους άνδρες έως το 30<sup>ο</sup> έτος και για τις γυναίκες έως το 25<sup>ο</sup> (Λυρίτης, 1998).

Η φυσική δραστηριότητα, για να έχει ευεργετική επίδραση στην αύξηση και την διατήρηση της οστικής πυκνότητας σε ικανοποιητικά επίπεδα, πρέπει να είναι συνεχής, συστηματική και να παρέχει συνδυασμό κατακόρυφης φόρτισης και αεροβικής γυμναστικής (Μάλλιου και συν., 2004; Τροβάς, 2004). Η πλειοψηφία των ερευνητών μελέτησε την επίδραση διάφορων μορφών προπόνησης, όπως (προπόνηση αντιστάσεων, αερόβια άσκηση, ποδόσφαιρο, πετοσφαίριση, καλαθοσφαίριση, ενόργανη γυμναστική, άρση βαρών, ήπιες φυσικές δραστηριότητες) και διαπίστωσε στατιστικώς σημαντικές αυξήσεις στην οστική μάζα και στη δύναμη των ενήλικων ασκούμενων (Douchi et al., 2000; Kirchner et al., 1995; Snow et al., 2000). Η αντισφαίριση, λόγω των γρήγορων μετακινήσεων, των απότομων φρεναρισμάτων, των εκρηκτικών κινήσεων, συγκαταλέγεται στα αθλήματα που δίνουν την ευκαιρία εφαρμογής δύναμης, εναλλασσόμενης έντασης και κατακόρυφης φόρτισης στο μυοσκελετικό σύστημα, με αποτέλεσμα να βοηθά τόσο στην ανάπτυξη όσο και στη διατήρηση της οστικής πυκνότητας σε ικανοποιητικά επίπεδα (Avioli, 1997; Dock et al., 1997).

Επιπλέον, θεωρείται ιδανική ως δραστηριότητα φόρτισης βάρους εξαιτίας: (α) της τάσης που αναπτύσσεται από το όργανο (ρακέτα) στους μύες και στα οστά κατά την εκτέλεση των βασικών κινητικών προτύπων του αθλήματος και (β) της τάσης που αναπτύσσουν οι μύες στα σημεία πρόσφυσης κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων κινήσεων. Το άθλημα αυτό προσφέρεται για μελέτες με δείγμα νεαρών δοκιμαζόμενων, αφού η σύγκριση αποκλείει την επίδραση των γενετικών παραγόντων (Kannus et al., 1995).

Σε μελέτη των (Vuori, 1996; Wolman et al., 1991), που πραγματοποιήθηκε σε ασκούμενους αθλημάτων μονομερούς επιβάρυνσης, όπως αντισφαίριση και σκουός, ύστερα από ακτινογραφία στα άνω άκρα των αθλητών, διαπιστώθηκε ότι, στο κυρίαρχο άνω άκρο, τα οστά ήταν μεγαλύτερα και πυκνότερα από τα οστά του άλλου άκρου. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στη μεγαλύτερη φόρτιση που εφαρμόζεται στα συγκεκριμένα οστά λόγω των ιδιοτήτων που εμφανίζουν τα αθλήματα μονομερούς επιβάρυνσης. Επίσης, σε συγκριτικές μελέτες σχετικές με το άθλημα της αντισφαίρισης, παρατηρήθηκε αυξημένη οστική μάζα του κυρίαρχου άνω άκρου σε σχέση με το μη κυρίαρχο, ανάμεσα σε μη ασκούμενους ή ομάδες ασκούμενων άλλων αθλημάτων, όπως της καλαθοσφαίρισης (Etherington et al., 1996; Katsuta et al., 1996). Σύμφωνα με έρευνα του Jakes και των συνεργατών του (2001), που αναφέρεται στην κατάταξη των δραστηριοτήτων που επηρεάζουν θετικά την οστική πυκνότητα μετά από μελέτη σε ένα ευρύ δείγμα ανδρών (n=2296) και γυναικών (n=2914) ηλικίας 45-74 ετών, απο-

φάνθηκαν ότι η αντισφαίριση κατατάσσεται στα αθλήματα υψηλού επηρεασμού ως προς την οστική πυκνότητα.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της παγκόσμιας βιβλιογραφίας για τη θετική επίδραση της φυσικής δραστηριότητας γενικά στην υγεία, αλλά και την υγεία των οστών, αναμένεται θετική επίδραση της αντισφαίρισης στην οστική πυκνότητα των μετρηθέντων περιοχών. Προηγούμενες μελέτες ερευνήσαν την επίδραση της προπόνησης αντισφαίρισης στην οστική πυκνότητα των άνω άκρων αθλητών, ενώ ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει την επίδραση αυτής στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και του μηριαίου αυχένα, σε νεαρούς ενήλικες που βρίσκονται στο στάδιο ανάπτυξης κορυφαίας οστικής πυκνότητας. Αν επιβεβαιωθεί η υπόθεση της έρευνας, τότε η αντισφαίριση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο πρόληψης της οστεοπόρωσης.

## Μέθοδος και διαδικασία

### Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 6 φοιτητές και 14 φοιτήτριες της ειδικότητας αντισφαίρισης του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Στον Πίνακα 1 καταγράφονται τα σωματικά χαρακτηριστικά γυναικών και ανδρών αντίστοιχα. Ο δείκτης μάζας σώματος (23.22) για τους άνδρες και (21.01) για τις γυναίκες, με βάση τα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, κατατάσσει όλο το δείγμα στην κατηγορία ανθρώπων φυσιολογικού εύρους, αφού το ελάχιστο και μέγιστο εύρος για τους άνδρες ήταν αντίστοιχα 21.50 - 24.90, ενώ για τις γυναίκες βρέθηκε ανάλογα 18.70 - 25.60 (φυσιολογικό σωματικό βάρος 18.50 - 24.90, WHO, 2008). Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν υγιείς και συμμετείχαν οικιοθελώς στην έρευ-

**Πίνακας 1.** Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων

Ανδρες	N	ΜΟ	ΤΑ	Γυναίκες	N	ΜΟ	ΤΑ
Ηλικία (έτη)	6	21.00	0.89	Ηλικία (έτη)	14	21.00	1.11
Βάρος (Kgr)	6	76.00	2.19	Βάρος (Kgr)	14	58.00	9.25
Ύψος (m)	6	1.81	0.02	Ύψος (m)	14	1.66	0.05
ΔΜΣ	6	23.22	1.17	ΔΜΣ	14	21.01	2.37

να, αφού προηγουμένως ενημερώθηκαν για το σκοπό αυτής.

### Διαδικασία

Στους συμμετέχοντες στην έρευνα μετρήθηκαν το ύψος με ειδική κινητή διαβαθμισμένη ράβδος και το σωματικό βάρος με ειδική ζυγαριά. Πριν αρχίσει η διαδικασία των μετρήσεων, πραγματοποιήθηκε κλινικός έλεγχος από ορθοπαιδικό ιατρό για την υγεία του μυοσκελετικού συστήματος. Ο χρόνος που απαιτούνταν για κάθε περιοχή μέτρησης ήταν πέντε λεπτά. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν κατά τις πρωινές ώρες, από τον ίδιο ειδικό χειριστή του μηχανήματος. Απαραίτητη προϋπόθεση πριν από κάθε μέτρηση ήταν η βαθμονόμηση (calibration) και διόρθωση της ακρίβειας της συσκευής, μέσω ενός ειδικού, για το σκοπό αυτό, ομοιώματος οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης.

Στους δοκιμαζόμενους μετρήθηκε η οστική πυκνότητα στις περιοχές της σπονδυλικής στήλης και του μηριαίου αυχένα σε δύο διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Η πρώτη μέτρηση έγινε τον μήνα Οκτώβριο και η δεύτερη μετά οκτώ μήνες (τον μήνα Ιούλιο). Στο διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των δύο μετρήσεων, οι φοιτητές και φοιτήτριες παρακολουθούσαν ενεργά τα μαθήματα της ειδικότητας αντισφαίρισης, δέκα ώρες την εβδομάδα

για τέσσερις ημέρες, δηλαδή έπαιζαν τένις κατά μέσο όρο 2.5 χρονικές ώρες την ημέρα, χωρίς να ασχολούνται παράλληλα και με άλλη φυσική δραστηριότητα.

### Παράμετροι οστικής πυκνότητας

Η μέθοδος D.X.A έχει μεγάλη ακρίβεια (in vitro accuracy: 0,5 ως 2%) και επαναληψιμότητα (in vitro precision: 1%, Lees et al.,1992; Λυρίτης, 1991), ενώ η απορροφώμενη ακτινοβολία είναι περίπου 1 mrem κατά περιοχή ενδιαφέροντος ή 1 uSV σε σύγκριση με ακτινογραφία θώρακος που είναι 50 uSV (Λατσός, 1998). Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ήταν τύπου Hologic 1000 Q.D.R. προέλευσης Η.Π.Α. (Σικάγο), η οποία διαθέτει βάση δεδομένων προς σύγκριση 10.000 ατόμων με φυσιολογικές τιμές αμερικανών λευκής φυλής, που είναι πιο συγγενείς προς τον ελληνικό πληθυσμό (Μολυβδά - Αθανασσοπούλου, 1997).

Για την διοχέτευση της ακτινοβολίας στο ίδιο ακριβώς τμήμα του οστού, τόσο στην αρχική όσο και στην τελική μέτρηση, ακολουθήθηκαν οι ίδιες παράμετροι και οι ίδιες γωνίες, σύμφωνα με το κήτος του δοκιμαζόμενου. Σε γενικότερη βάση οι γωνίες ήταν ίδιες μεταξύ τους. Σε περίπτωση διαφοροποίησης άλλαζε η γωνία της μέτρησης, η οποία

**Πίνακας 2.** Εξέλιξη τιμών οστικής πυκνότητας οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης ανδρών

Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας	Πριν		Μετά		Z
	MO	TA	MO	TA	
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (απόλυτες τιμές) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	1.17	.16	1.26	.15	2.20*
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (T-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	.76	1.47	1.56	1.33	2.20*
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (Z-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	.77	1.48	1.60	1.33	2.20*

\*  $p < .05$ 

ακολουθούσε την πορεία του οστού βάζοντας σημείο στο δέρμα, το οποίο ήταν ίδιο για όλους.

Για κάθε περιοχή καταγράφηκαν οι απόλυτες τιμές (g/cm<sup>2</sup>) και οι σταθμισμένες τιμές (T-score και Z-score), σύμφωνα με τις νόρμες του δείγματος που διαθέτει το μηχάνημα στη μνήμη του. Το T-score δηλώνει πόσες τυπικές αποκλίσεις απέχει η μετρηθείσα πυκνότητα από τη μέση πυκνότητα φυσιολογικών ενηλίκων, ενώ το Z-score δηλώνει πόσες τυπικές αποκλίσεις απέχει η μετρηθείσα πυκνότητα από τη μέση πυκνότητα φυσιολογικών ατόμων της ίδιας, με τον εξεταζόμενο ηλικίας. Μεγάλες αρνητικές τιμές του T-score δηλώνουν κίνδυνο κατάγματος. Διαγνωστικό κριτήριο οστεοπόρωσης αποτελεί η ελάττωση της οστικής πυκνότητας περισσότερο από 2.5 σταθερές αποκλίσεις (1 SD = 10% οστική πυκνότητα) από τη μέση τιμή της κορυφαίας οστικής πυκνότητας νεαρών ατόμων (T-score ≤ -2.5) (World Health Organisation, 1994).

#### Στατιστική ανάλυση

Οι τιμές των ομάδων, πριν και μετά την παρέμβαση, εξετάστηκαν για σημαντικές διαφορές με μια στατιστική δοκιμασία για αλληλένδετα δείγματα. Χρησιμοποιήθηκε ένα μη παραμετρικό (Wilcoxon) τεστ, επειδή πρόκειται για ένα σχετικά μικρό δείγμα και αυτό γίνεται παρά το γεγονός ότι η κατανομή των τιμών ήταν κανονική (Kerppel & Wickens, 2004). Η κατανομή εξετάστηκε με το Kolmogorov-Smirnov Test και βρέθηκε ότι ήταν κανονική στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής

μοίρας της σπονδυλικής στήλης και στο μηριαίο αυχένα (Kolmogorov-Smirnov Z = .724 και .717 αντίστοιχα,  $p > .20$ ). Επίσης, αναφέρεται η ποσοστιαία βελτίωση για να γίνει πιο κατανοητό το αποτέλεσμα. Βέβαια, τα ποσοστά βελτίωσης ενδέχεται να μην βρίσκονται σε πλήρη αναλογία με τα αποτελέσματα του στατιστικού τεστ, επειδή τα μη παραμετρικά τεστ διαχειρίζονται την ιεραρχική σειρά των ατόμων μέσα στην ερευνητική ομάδα και στις τιμές των ατόμων (πράγμα που δεν συμβαίνει στην εκτίμηση των ποσοστών μεταβολής). Όλες οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με τη 12<sup>η</sup> έκδοση του στατιστικού προγράμματος SPSS (2003).

#### Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η προπόνηση αντισφαίρισης επιδρά θετικά στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης των ανδρών. Η επίδραση αυτή θεωρείται στατιστικά σημαντική σύμφωνα με το Wilcoxon test, αφού παρατηρήθηκε μεταβολή στις απόλυτες τιμές κατά την τελική μέτρηση. Συγκεκριμένα, η οστική πυκνότητα αυξήθηκε κατά 7.88% ( $p < .05$ ). Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα τόσο για το T-score όσο και για το Z-score. Στον Πίνακα 2 δίνονται οι τιμές των ανδρών ως προς την οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης πριν και μετά την παρέμβαση.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μεταβολές

**Πίνακας 3.** Εξέλιξη τιμών οστικής πυκνότητας οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης γυναικών

Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας	Πριν		Μετά		Z
	MO	TA	MO	TA	
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (απόλυτες τιμές) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	1.05	.15	1.08	.15	2.86**
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (T-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	.07	1.40	.34	1.36	2.86**
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (Z-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	.24	1.40	.52	1.37	2.62**

\*\*  $p < .01$

**Πίνακας 4:** Εξέλιξη τιμών οστικής πυκνότητας μηριαίου αυχένα ανδρών .

Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας	Πριν		Μετά		Z
	MO	TA	MO	TA	
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (απόλυτες τιμές) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	1.25	.14	1.39	.25	1.57**
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (T-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	1.34	1.11	2.44	1.90	1.57**
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (Z-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	1.51	1.19	2.56	1.88	1.15**

\*\**p*<.01

των απόλυτων τιμών της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας οπιοδουλκικής στήλης των γυναικών, πριν και μετά την παρέμβαση. Όπως προκύπτει, μετά τη δεύτερη μέτρηση, διαπιστώνεται σε όλες τις μεταβλητές των γυναικών, μια στατιστικά σημαντική αύξηση της οστικής πυκνότητας της οσφυϊκής μοίρας οπιοδουλκικής στήλης. Η αύξηση αυτή ήταν στο 2.94% (\*\**p*<.01). Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά τόσο στο T-score όσο και στο Z-score.

Οι μεταβολές των απόλυτων τιμών της οστικής πυκνότητας του μηριαίου αυχένα των ανδρών,

πριν και μετά την παρέμβαση, δεν παρουσίασαν καμία στατιστικά σημαντική αύξηση (Πίνακας 4). Στον Πίνακα 5 καταγράφονται οι μεταβολές των τιμών της οστικής πυκνότητας του μηριαίου αυχένα των γυναικών πριν και μετά την παρέμβαση. Όπως προκύπτει από τη στατιστική ανάλυση στην περιοχή αυτή, προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση. Συγκεκριμένα, η οστική πυκνότητα αυξήθηκε κατά 8.82% (*p*<.01). Στη σύγκριση των τιμών με φυσιολογικά (υγιά) άτομα (T-score), τα αποτελέσματα ήταν λιγότερο σημαντικά απ' ό,τι με τα άτομα ίδιας ηλικίας (Z-score).

**Πίνακας 5.** Εξέλιξη τιμών οστικής πυκνότητας μηριαίου αυχένα γυναικών

Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας	Πριν		Μετά		Z
	MO	TA	MO	TA	
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (απόλυτες τιμές) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	1.02	.14	1.11	.15	3.30**
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (T-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	.38	1.21	.88	1.40	2.54**
Οστική πυκνότητα Οσφυϊκής Μοίρας (Z-score (%) τιμές, Διαφορά) (1.000 ± 0,12 gr/cm <sup>2</sup> )	.48	1.19	1.16	1.27	3.05**

\*\**p*<.01

## Συζήτηση

Μελέτες σε πειραματόζωα έχουν δείξει ότι τρεις είναι οι κύριες μηχανικές παράμετροι της ασκησιογενούς οστικής αναδιαμόρφωσης, ως αποτέλεσμα της χρόνιας γύμνασης: α) το μέγεθος της πίεσης που ασκείται στο οστό, β) η συχνότητα άσκησης της ανωτέρω πίεσης και γ) η κατεύθυνση άσκησης της πίεσης (Lanyon, 1989). Εκτός από τη σημασία της συγκέντρωσης διαφόρων ορμονών και μεταβολιτών όπως της παραθορμόνης ή του ασβεστίου, έχει υποστηριχθεί, πρόσφατα, η σημασία του οξειδίου του αζώτου (NO) στους μηχανισμούς αύξησης της οστικής μάζας στους ασκούμενους (Stacey et al., 1998). Το NO διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ομοίωση του ερειστικού συστήματος και μια ελάχιστη παραγωγή NO αποτελεί απαραί-

τητη προϋπόθεση για τη φυσιολογική οστική λειτουργία και την εκδήλωση των ασκησιογενών οστικών προσαρμογών (Wimalansa et al., 1996).

Η επίδραση της άσκησης στον αναπτυσσόμενο σκελετό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη νέου οστίτη ιστού στην υποπεριοστική επιφάνεια και αύξηση της διαμέτρου του οστού στην προσπάθεια προσαρμογής του στην επιβάρυνση. Το οστό απαντά τόσο στην αύξηση όσο και στην ελάττωση της μηχανικής φόρτισης (Αμπατζίδης, 1997). Η διατήρηση ικανοποιητικής οστικής πυκνότητας στους μεσήλικες εξαρτάται από την επίτευξη μεγάλης κορυφαίας οστικής πυκνότητας κατά τη νεαρή ηλικία (Γεωργίου, 1998; Λυρίτης, 1998). Τα αθλήματα με ρακέτα είναι χρήσιμα, διότι δίνουν την ευκαιρία εφαρμογής δύναμης και εναλλασσόμενης έντασης στο μυοσκελετικό σύστημα, πράγμα περισσότερο ωφέλιμο από την απλή εφαρμογή δύ-

ναμης, ώστε να αναπτυχθεί ή και να διατηρηθεί σε ικανοποιητικό επίπεδο η οστική μάζα (Ανιολί, 1997).

Η παρούσα μελέτη υπόκειται σε ορισμένους μεθοδολογικούς περιορισμούς, όπως είναι το μικρό δείγμα (ιδιαίτερα των ανδρών) και η έλλειψη ομάδας ελέγχου. Ωστόσο, πρόκειται για μια κατ' αρχήν προσέγγιση, η οποία στοχεύει στην αρχική μελέτη και ανάδειξη του θέματος. Στην συγκεκριμένη έρευνα μελετήθηκαν οι επιδράσεις ήπιας ενασχόλησης με την αντισφαίριση, στην οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και του αυχένα του μηριαίου οστού, σε άνδρες και γυναίκες. Από τα αποτελέσματα των αρχικών μετρήσεων διαπιστώθηκε ότι, όλοι οι εξεταζόμενοι κατατάσσονταν στην κατηγορία φυσιολογικού εύρους οστικής πυκνότητας. Μετά το πέρας της δοκιμασίας, παρατηρείται σημαντική αύξηση των απόλυτων τιμών της οστικής πυκνότητας στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης των δύο φύλων, η οποία ήταν μεγαλύτερη στους άνδρες. Συγκεκριμένα, για τους άνδρες το ποσοστό βελτίωσης ήταν 7,88% και των γυναικών 2,94%. Αντίθετα δε, η μεταβολή στην περιοχή του μηριαίου αυχένα εμφανίστηκε ιδιαίτερα σημαντική μόνον στις γυναίκες και σε ποσοστό 8,81%, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή στους άνδρες. Η μεταβολή που δεν παρατηρήθηκε στον μηριαίο αυχένα των ανδρών ίσως να οφείλεται στο γεγονός της ήπιας επιβάρυνσης με την προπόνηση αντισφαίρισης. Γι' αυτό λοιπόν, θα ήταν σκόπιμο μελλοντικές έρευνες για το ίδιο θέμα να χρησιμοποιήσουν μεγαλύτερο δείγμα και διαφορετικό τρόπο επιβάρυνσης με την αντισφαίριση, ώστε να αποδειχθεί αν πράγματι μπορεί να επιφέρει σημαντική αύξηση της οστικής πυκνότητας στη συγκεκριμένη περιοχή. Η σημαντική όμως βελτίωση της οστικής πυκνότητας που παρατηρήθηκε στον μηριαίο αυ-

χένα των γυναικών είναι ευεργετική, διότι σε αυτό το σημείο του σώματος και ιδιαίτερα σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας και υπό προϋποθέσεις οστεοπενίας, προκαλούνται πολλά οστεοπορωτικά κατάγματα (Τροβάς, 2004). Η σημαντική αύξηση της οστικής πυκνότητας των αθλουμένων στους περισσότερους δείκτες, οφείλεται στο γεγονός, ότι η αντισφαίριση ως άσκηση, προσφέρει την εν λόγω εφαρμογή δύναμης - εναλλασσόμενη ένταση στο μυοσκελετικό σύστημα (Ανιολί, 1997). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι συμπίπτουν με αυτά άλλων ερευνών ως προς την θετική επίδραση της προπόνησης αντισφαίρισης στην οστική πυκνότητα των αθλουμένων (Courteix et al., 1998; Tsuji et al., 1995; Wagert, et al., 2002).

Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι η προπόνηση αντισφαίρισης αποτελεί παράγοντα ο οποίος συμβάλλει στην ανάπτυξη της οστικής πυκνότητας του συγκεκριμένου δείγματος. Επομένως, θα μπορούσε να εφαρμοσθεί στα πλαίσια ενός ευρύτερου προγράμματος φυσικής δραστηριότητας ως μέσο πρόληψης της οστεοπόρωσης ή των καταγμάτων. Συμπερασματικά, διαπιστώνεται ότι σημαντικοί παράγοντες στην αύξηση της οστικής πυκνότητας αποτελούν η βαρύτητα και η μυϊκή σύσπαση που αναπτύσσεται ως αντίδραση στη φόρτιση. Από πολλές μελέτες προκύπτει ότι εμφανίζονται υψηλότερες τιμές οστικής πυκνότητας σε αθλούμενους διαφόρων ηλικιών όταν υποβάλλονται σε προπόνηση δύναμης ή το άθλημα τους χαρακτηρίζεται από κατακόρυφες φορτίσεις του σκελετού. Μελλοντικές εργασίες θα πρέπει να διερευνήσουν το είδος της άθλησης που προσφέρει κατακόρυφες φορτίσεις στο μυοσκελετικό σύστημα, ώστε να επιδρά ευεργετικά στην αύξηση της οστικής πυκνότητας.

### Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η φυσική δραστηριότητα δε συμβάλλει μόνον στην καλή φυσική κατάσταση, αλλά και στην αύξηση της οστικής πυκνότητας σε ενήλικα νεαρά άτομα. Εκείνο όμως που έχει ιδιαίτερη σημασία, είναι η επίτευξη υψηλής κορυφαίας οστικής πυκνότητας στα πρώτα στάδια της ζωής του ανθρώπου, διότι είναι βασικός παράγοντας για την ποσότητα της οστικής πυκνότητας που θα διατηρηθεί στην ενήλικη ζωή. Οι αθλητικές δραστηριότητες για να έχουν ευεργετική επίδραση στην οστική πυκνότητα, πρέπει να παράγουν υψηλή σχέση επιβάρυνσης και έντασης. Η αντισφαίριση, προσφέρει αυτή τη δυνατότητα και έτσι βοηθά αποτελεσματικά στην ανάπτυξη της οστικής πυκνότητας σε ικανοποιητικά επίπεδα.

### Βιβλιογραφία

- Avioli, L.V. (1997). *Clinical Manual on Osteoporosis* (2nd Ed). London: Science Press.
- Αμπατζίδης, Γ. (1997). Άσκηση και οστική μάζα στους νέους. *Οστούν*, 8(4), 247-250.
- Courteix, S., Mème, C., Magni, J., Viala, C., & Benhamou, (1998). Bone geometry in response to long-term tennis playing and its relationship

- with muscle volume: A quantitative magnetic resonance imaging study in tennis players. *Bone*, 37 (4), 457 - 466.
- Dock, J.E., James, C., Henderson, N.K., & Price, R.I. (1997). Exercise and bone mineral density in mature female athletes. *Medicine and science in Sport exercise*, 29, 291-296.

- Douchi, T., Yamamoto, S., Oki, T., Maruta, K., Kuwahata, R., Yamasaki, H., et al. (2000). The effects of physical exercise on bone fat distribution and bone mineral density in postmenopausal women. *Maturitas*, 35, 25-30.
- Etherington, J., Harris, P.A., Nandra, D., Hartd, J., Wolman, R.L., Doyle, D.V. et al. (1996). The effect of weight bearing exercise on bone mineral density: A study of female ex-elite athletes and the general population. *Journal of Bone and Mineral Research*, 11, 1333-1338.
- Γεωργίου, Β. (1998). Άσκηση και οστική μάζα. *Οστών*, 9(4), 213-217.
- Heaney, R.P. (1996). Pathophysiology of osteoporosis. *American Journal of Medicine and Science*, 312, 251-256.
- Humphries, B., Newton, R., Bronks, R., Marshall, S., McBride, J., Triplet- McBride, T., et al. (2000). Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 32(6), 1043-1050.
- Jakes, R.W., Khaw, K., Day, N.E., Bingham, S., Welch, A., Oakes, S. Et al. (2001). Patterns of physical activity and ultrasound attenuation by heel bone among Norfolk cohort of European Prospective Investigation of Cancer (EPIC Norfolk): population based study. *British Medical Journal*, 20 (322), 140-143.
- Kannis, J.A. (1994). *Osteoporosis*. London: Blackwell.
- Kannus, P., Haaspalo, H., Sankelo, M., Sievanen, H., Pasanen, M., Heinonen, A. et al. (1995). Effect of starting age physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. *Annals of Internal Medicine*, 123, 27-31.
- Katsuta, S., Shimegi, S., Terao, M., Takahashi, H., Amagai, H., Mukai, N., et al. (1996). Effects of unilateral activity on bone mineral density and content in adolescentsmales. *Bulletin Instruction Health & Sport Science of Univercity of Tsakuba*, 19, 99-106.
- Keppel, G. & Wickens, T.D. (2004). *Design and Analysis: A Researcher's Handbook* (4th Edition). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kirchner, E., Lewis, R., & O'Connor, P. (1995). Bone mineral density and dietary intake of female college gymnasts. *Medicine Science Sports Exercise*, 27, 543-549.
- Lanyon, L.E. (1989). Bone loading, exercise, and the control of bone mass: The physiological basis for the prevention of osteoporosis. *Bone-Clinical and Biochemical News and Reviews*, 6, 19-21.
- Λατσός, Γ.Ν. (1998). Βασικές αρχές πυκνομετρίας. *Οστών*, 9(4), 235-240.
- Lees, B. & Stevenson, J.C. (1992). An evaluation of dual energy X-ray absorptiometry and comparison with dual photon absorptiometry. *Osteoporosis International*, 2(3), 146-152.
- Λυρίτης Γ.Π. (1998). *Μεταβολικά νοσήματα των οστών και διαταραχές του μεταβολισμού των μετάλλων*. Αθήνα: Εκδόσεις Press Line.
- Λυρίτης, Γ.Π. (1991). Οστική πυκνομετρία. *Οστών* 2(2), 71-76.
- Μάλλιου, Π., Γιοφτσίδου, Α., Δελαπόρτα, Α., & Γκοδόλιας, Γ. (2004). Οστεοπόρωση και Φυσική Δραστηριότητα. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό*, 2, 173-183.
- Matkovic, V, Colachis, S.C., & Illich, J.Z. (1996). Osteoporosis: 1st Prevention and Treatment. In: R.L. Braddom, R. M. Buschbacher, D. Dumitru (Eds.), *Physical Medicin and Rehabilitation* (pp. 851-875). Philadelphia: W.B. Saunders.
- Μολοβδά - Αθανασσοπούλου, Α. (1997). *Οστική Πυκνομετρία. Φυσιολογικές τιμές Ελληνικού Πληθυσμού με DEXA*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΖΗΤΗ.
- Μπάκας, Η.Ε. (2001). *Οστεοπόρωση. Πρόληψη, αποθεραπεία, αποκατάσταση* (2<sup>η</sup> Έκδοση). Θεσσαλονίκη: Ιατρικές εκδόσεις Σιώκης.
- Recker, R.R., Davies, K.M., Hinders, S.M., Heaney, R.P., Stegman, R.P., & Kimmel, D.B. (1992). Bone gain in young women. *Journal of the American Medical Association*, 268, 2403-2408.
- Snow, C.M., Rosen, C.J., & Robinson, T.L. (2000). Serum IGF-I is higher in gymnasts than runners and predicts bone and lean mass. *Medicine Science Sports Exercise*, 32, 1902-1907.
- Sone, Y., Ima, Y., Joo, S., Onodera, T., Tomomitsu, T., & Fukunaga, M. (2006). Side-to-side differences in cortical bone mineral density of tibiae in young male athletes. *Bone*, 38(5), 708-713T.
- Stacey, E., Korkia, P., Hukkanen, M.V.J., Polak, J.M., & Rutherford, O.M. (1998). Decreased nitric oxide levels and bone turnover in amenorrheic athletes with spinal osteopenia. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 83(9), 3056-3061.
- Τροβάς, Γ. (2004). *Ανδρική οστεοπόρωση*. Αθήνα: Εκδόσεις Hylonome.
- Tsuji, S., Tsunoda, N., Yata, H., Katsukawa, F., Onishi, S., & Yamazaki, H. (1995). Relation between grip strength and radial bone mineral bone density in young athletes. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 234- 238.
- Vuori, I. (1996). Peak bone mass and physical activity: A short review. *Nutrition Review*, 54, 511-514.
- Wagert, P., Littbrand, H., Johansson, A., Nordstrom, P., & Gustafson, Y. (2002). Jumping exercises with and without raloxifene treatment in healthy elderly women. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 20, 376-382.
- Wimalawansa, S.J., De Marco, G., Gangula, P., & Yallampalli, C. (1996). Nitric oxide donor alleviates ovariectomy-induced bone loss. *Bone*,

18, 301-304.  
Wolman, R.L., Faulman, L., Clark, P., Hesp, R., & Harries, M.G. (1991). Different training patterns and bone mineral density of the femoral shaft in elite female athletes. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 50, 487-489.

World Health Organization (2008). Global Database on Body Mass Index.

World Health Organisation (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. W.H.O. technical report series 43, Genova.

