

Η Επίδραση της Προπόνησης με Δονήσεις στην Ισορροπία των Κάτω Άκρων σε Αγύμναστες Γυναίκες

Αγγελική Μάλλιου¹, Β. Αγγελάκης¹, Α. Γιοφτσιδίου¹, Π. Μάλλιου¹, Α. Πορφυριάδου², Γ. Γκοδόλιας³

¹ Καθηγήτρια Φυσικής Αγωγής, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

² Φυσικοθεραπεύτρια, Τμήμα Φυσιοθεραπείας, Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης

³ Ιατρός, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Επικοινωνία: Αγγελική Μάλλιου, Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Κομοτηνή
email: malliou07@yahoo.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη της αθλητικής επιστήμης τα τελευταία χρόνια αποτελεί αδιαμφισβήτητο τεκμήριο για την εύρεση νέων μεθόδων άσκησης με σκοπό την βελτίωση της υγείας και της φυσικής κατάστασης σε όλο τον πληθυσμό. Για τον λόγο αυτό η σύγχρονη τεχνογνωσία οδηγήθηκε στην δημιουργία μηχανημάτων δόνησης η οποία φαίνεται ότι μπορεί να ενισχύσει τα ευεργετικά αποτελέσματα που προκαλεί η απλή καθημερινή άσκηση σε όλους τους ανθρώπους. Η άσκηση με μηχανικές δονήσεις αποτελεί μια νέα μέθοδο προπόνησης που ενεργοποιεί αποτελεσματικά τον μυϊκό, τον νευρικό ιστό του σώματος και τα οστά.⁶

Η αρχή με την οποία λειτουργούν τα μηχανήματα Ολικής Σωματικής Δόνησης βρίσκεται στον νόμο της κίνησης που διατύπωσε ο Νεύτωνας: Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα ισούται με το γινόμενο της

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει τις προσαρμογές που προκαλεί η προπόνηση με δονήσεις στην ισορροπία σε αγύμναστες γυναίκες, και να εξετάσει πόσες προπονήσεις δονήσεων την εβδομάδα είναι απαραίτητες για την βελτίωσή της. Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 44 γυναίκες ηλικίας $27,86 \pm 8,50$ ετών, ύψους $165,44 \pm 5,35$ cm και σωματικής μάζας $63,57 \pm 8,36$ kg, οι οποίες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες («ομάδα 1η» τριών προπονήσεων την εβδομάδα, «ομάδα 2η» δυο προπονήσεων την εβδομάδα και «ομάδα 3η» ομάδα ελέγχου). Η διάρκεια του παρεμβατικού προγράμματος ήταν 8 εβδομάδες. Οι ομάδες εκτέλεσαν το ίδιο πρωτόκολλο άσκησης εκτός της ομάδας ελέγχου που δεν συμμετείχε σε κανένα πρόγραμμα. Το παρεμβατικό πρόγραμμα εξάσκησης περιελάμβανε 10 λεπτά προθέρμανση, και 7 σετ ασκήσεων των κάτω άκρων, διάρκειας 30 έως 60 δευτερολέπτων, στο μηχάνημα εμβιομηχανικής διέγερσης, ενώ το διάλειμμα ανάμεσα στα σετ ήταν 20 δευτερόλεπτα. Η αξιολόγηση του δείγματος πραγματοποιήθηκε: α) πριν την έναρξη του προγράμματος παρέμβασης, β) αμέσως μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος παρέμβασης και γ) 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος διατήρησης. Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Anova Repeated Measures). Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της ισορροπίας στις τελικές μετρήσεις και στις μετρήσεις διατήρησης 4 εβδομάδες μετά με $p < .001$.

Λέξεις κλειδιά: δόνηση, ισορροπία, ιδιοδεκτικότητα

μάζας αυτού επί την επιτάχυνσή του δηλαδή $f = mxg$. Αυτό σημαίνει ότι κάποιος μπορεί να βελτιώσει την λειτουργική ικανότητα του (δύναμη, ταχύτητα και ισχύς) εφαρμόζοντας στο σώμα του είτε περισσότερη μάζα είτε περισσότερη επιτάχυνση. Πολλές μορφές προπόνησης αλλάζουν την παράμετρο μάζα (m), όπως τα μηχανήματα εκγύμνασης και τα ελεύθερα βάρη.¹⁸

Αντιθέτως, τα μηχανήματα Ολικής Σωματικής Δόνησης αλλάζουν την παράμετρο επιτάχυνσης (g), ενώ παράλληλα διατηρείται σταθερή η μάζα, δηλαδή το σωματικό βάρος. Το αποτέλεσμα είναι, σε κάθε κίνηση που πραγματοποιεί η πλατφόρμα να ασκείται μια πολύ μεγαλύτερη επίδραση της βαρύτητας.⁵

Στην πραγματικότητα, τα αποτελέσματα που παρατηρούνται κατά την προπόνηση δόνησης ακολουθούν τους ίδιους κανόνες της βιολογίας και της φυσιολογίας του σώματος που εφαρμόζονται και σε άλλες μορφές προπόνησης. Πρωταρχικός στόχος της χρήσης της μεθόδου ήταν η αντιμετώπιση της ο-

The Effect of Vibration on Lower Limb Balance Ability in Untrained Women

A. Malliou¹, E. Aggelakis¹, A. Gioftsidou¹, P. Malliou¹, A. Porfiriadou², G. Godolias³

¹ Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace

² Department of Physiotherapy, T.E.I. of Thessaloniki

³ Professor, Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace

Correspondence: Angeliki Malliou, Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace, Komotini, Greece

Email: malliou07@yahoo.gr

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the adaptations of vibration in the balance ability of women that do not make gymnastics, and to examine how many weekly sessions of vibrations are essential for improvement. In the study 44 women (age $27,86 \pm 8,50$ years, height of $165,44 \pm 5,35$ cm and bodily mass of $63,57 \pm 8,36$ kg) participated voluntarily, and separated in 2 experimental and 1 control ("team of 1st" three trainings week, "team of 2nd" two trainings week and "team 3rd" team of control) groups. The duration of the intervention program was 8 weeks. The 2 experimental groups performed 10 min warm up and executed 7 sets of 30 – 60 sec in the vibration machine, with 20 sec rest between sets. The sample was evaluated: a) before the intervention, b) immediately after the completion of the intervention program and c) 4 weeks after the completion of the program. The analysis of Anova Repeated Measures was used for the statistical analysis. The results showed improvement of balance ability in the final measurements and in the measurements of maintenance 4 weeks afterwards with $p < .001$.

Key words: vibration, stability, proprioception

στεοπόρωσης και τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν αισθητή βελτίωση της θέσης των αρθρώσεων. Στην συνέχεια η μέθοδος εφαρμόζεται στην Πρώην Σοβιετική Ένωση με σκοπό τη μεγιστοποίηση της μυϊκής αντοχής των Σοβιετικών Αστροναυτών. Ένδειξη αποτελεί η παραμονή αυτών στο διάστημα για περισσότερο από 400 24ωρα έναντι μόνο 100 των Αμερικανών. Η μέθοδος εφαρμόζεται επίσης και σε προγράμματα προετοιμασίας αθλητών υψηλού αγωνιστικού επιπέδου όπως είναι οι κολυμβητές, οι χορευτές μπαλέτου και οι ενοργανιστές.^{13,25}

Πρωταρχικός στόχος της χρήσης της μεθόδου ήταν η αντιμετώπιση

της οστεοπόρωσης. Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι ύστερα από μια συνεδρία με μηχανικές δονήσεις ενεργοποιείται το νευρικό και το κινητικό σύστημα. Η προκαλούμενη δόνηση δρα τόσο στους περιφερικούς κινητικούς νευρώνες μέσω της ενεργοποίησης του μυοτατικού αντανακλαστικού, όσο και στους κεντρικούς κινητικούς νευρώνες και το εξωπυραμιδικό σύστημα μέσω νευρικών οδών που ερευνώνται.^{5,40}

Σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα η βελτίωση της απόδοσης, της ευκαμψίας και της ισορροπίας παρατηρείται όταν η συχνότητα του δονητικού ερεθίσματος είναι χαμηλή. Η χαμηλή συχνότητα δονή-

σεων δεν είναι ικανή να προκαλέσει μυϊκό κάματο και να ενεργοποιήσει σε μικρό βαθμό το τονικό δονητικό αντανακλαστικό (TVR).^{7,9} Αντίθετα, υψηλής συχνότητας δονήσεις προκαλούν αυξημένη ενεργοποίηση του αντανακλαστικού και θέτουν τους μύες σε κατάσταση διέγερσης.^{30,48}

Σε σχετικές έρευνες αναφέρεται ότι συχνότητες κάτω από 20 Hz προκαλούν μυϊκή χαλάρωση, ενώ συχνότητες πάνω από 50 Hz είναι πολύ πιθανό να προκαλέσουν κάματο, ειδικά όταν η δόνηση εφαρμόζεται σε απροπόνητα άτομα.⁷ Όταν η ένταση των δονήσεων δεν είναι ικανή να προκαλέσει κάματο και έχει σχετικά μικρή διάρκεια, τότε παρατηρείται αύξηση τόσο της διεγερσιμότητας του κεντρικού νευρικού συστήματος όσο και της ικανότητας παραγωγής ισχύος.^{11,30} Χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης. Μελέτες απέδειξαν πως οι κραδασμοί σε σωστή δόση οδηγούν σε ανάπτυξη των οστών. Υπάρχουν πλατφόρμες που δίνουν έμφαση στην ενδυνάμωση των μυών, οπότε επιτυγχάνονται οφέλη και στα οστά αλλά κυρίως στη μυϊκή απόδοση και την προφύλαξη από τις πτώσεις και τα κατάγματα.^{11,30}

Πολλοί ερευνητές χρησιμοποίησαν διαφορετικά μηχανήματα, διαφορετικές παραμέτρους για διαφορετικά χρονικά διαστήματα και με διαφορετικά προπονητικά μοντέλα. Αρκετοί δεν αναφέρουν τον τρόπο εκτέλεσης των ασκήσεων καθώς και το επίπεδο δυσκολίας της άσκησης. Αυτό δυσχεραίνει τον σχηματισμό μιας ολοκληρωμένης άποψης πάνω στο θέμα. Και αυτό

γιατί ερευνητές με διαφορετικές μεθόδους έχουν βρει αντιφατικά αποτελέσματα για το ίδιο αντικείμενο. Κρίνεται λοιπόν αναγκαίο να δομηθούν κανόνες και προπονητικά μοντέλα για κάθε προπονητικό στόχο, έτσι ώστε να έχουμε τις καλύτερες δυνατές προσαρμογές.¹⁰

Πραγματοποιήθηκε προπόνηση σε μηχανήμα κυκλοειδούς ταλάντωσης για 9 ημέρες και χρησιμοποιήθηκαν 5 ισομετρικές ασκήσεις για τα πόδια για 2 λεπτά η κάθε μία, ενώ χρησιμοποιήθηκαν 26Hz και 11mm πλάτος ταλάντωσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η προπόνηση δόνησης με αυτή τη μεθοδολογία δεν είχε κανένα αποτέλεσμα στην ευκαμψία και στην ισχύ, αλλά είχε αποτέλεσμα στην αύξηση της δύναμης και της ισορροπίας.^{42,48,2}

Η άμεση επίδραση που προκαλεί η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης στον ανθρώπινο οργανισμό είναι η νευρική διέγερση όπως έχει διαπιστωθεί έπειτα από μία σειρά μελετών που πραγματοποιήθηκαν τόσο από τον Bosco όσο και από άλλους ερευνητές. Στη πρώτη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τον Bosco και τους συνεργάτες του το 1991 συμμετείχαν 14 αθλήτριες χειροσφαίρισης. Το ένα κάτω άκρο πραγματοποίησε προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης που περιλάμβανε 10 επαναλήψεις διάρκειας ενός λεπτού η κάθε μία με ένα μικρό διάλειμμα ανάμεσα σε κάθε επανάληψη (παράμετροι βιομηχανικής διέγερσης 26HZ, 10mm, 54 m/sec²). Οι αθλήτριες επέλεξαν κάμψη του γόνατος 100° πάνω στην πλατφόρμα βιομηχανικής διέγερσης. Στις

μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε άμεση αύξηση της ιδιοδεκτικότητας από 5,5 έως 7,6%.

Σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε αθλήτριες πετοσφαίρισης επαγγελματικού επιπέδου εξετάστηκε η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στη μηχανική συμπεριφορά των σκελετικών μυών. Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της ισορροπίας, της μέσης δύναμης και της μέσης ισχύος.⁶ Η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης λειτουργεί μέσω δονήσεων, ώστε το σώμα να ενεργοποιεί υποσυνείδητα τους μυς για να παραμείνει σε ισορροπία πάρα τις δονήσεις που προκαλούνται στους μύες και τους τένοντες.^{29,36,40}

Ακόμα οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες παρέχουν επίσης προστασία στην άρθρωση από κάκωση που μπορεί να προκύψει από υπέρβαση του φυσιολογικού εύρους κίνησης και βοηθούν στην εύρεση της κατάλληλης ισορροπίας μεταξύ συνεργών και ανταγωνιστικών δυνάμεων. Η παραμόρφωση των μαλακών ιστών που προκαλείται από τις δονήσεις είναι ικανή να ενεργοποιήσει τις μυϊκές ατράκτους και τον κύκλο διάτασης – βράχυνσης.¹¹ Η εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου ασκήσεων ισορροπίας για τα κάτω άκρα σε υγιή άτομα έχει βρεθεί ότι μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία, την ικανότητα ελέγχου του σώματος στο χώρο με αποτέλεσμα τον καλύτερο έλεγχο του σώματος σε καθημερινές δραστηριότητες, όπως είναι το μαγείρεμα, το καθάρισμα ή το κουβάλημα των ψώνιων από το σούπερ μάρκετ.^{15,45,47}

Η αύξηση της ισορροπίας οφείλεται στην αύξηση της ανεκτικότητας του μυός στην εκτελούμενη διάταση, κάτι το οποίο ίσως να συμβαίνει έπειτα από προπόνηση με δονήσεις. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας. Έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες, συχνότητας 80Hz και διάρκειας 30 δευτερολέπτων από τα αποτελέσματα προκύπτει αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα συστατικά στοιχεία του μυός. Η αύξηση της ανεκτικότητας των μυών στη διάταση, δεν έχει θετικές επιδράσεις στην αποφυγή τραυματισμών, ενώ μια σωστή προθέρμανση, η οποία δε θα περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές, έχει καλύτερα αποτελέσματα.^{1,3,42}

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνει μια αναφορά στις αντενδείξεις της εφαρμογής μιας συνεδρίας δόνησης εφόσον έχουν προηγηθεί τα ακόλουθα:

- Εγγείριση σε διάστημα μικρότερο του ενός έτους
- Φλεγμονή ή ανοιχτό τραύμα
- Φλεβίτις ή θρόμβωση
- Σακχαρώδης διαβήτης ή άλλες χρόνιες παθήσεις
- Λαβίδες ή βίδες στο σώμα του ασκούμενου
- Τεχνητό μέλος
- Σπιράλ για τις γυναίκες
- Ρευματισμοί αρθροπάθειες
- Προβλήματα σε μηνίσκους ή χιαστούς συνδέσμους

Για τον λόγο αυτό απαραίτητη προϋπόθεση πριν την έναρξη του προγράμματος αποτελεί η επίσκεψη του υποψήφιου ασκούμενου στο γιατρό, ο οποίος και θα δώσει

Πίνακας 1. Περιγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος.

	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα Ελέγχου
	<i>M ± SD</i>	<i>M ± SD</i>	<i>M ± SD</i>
n	n=18	n=14	n=12
Ηλικία (έτη)	20,3±1,8	36,2±6,1	29,3±7
Βάρος (κιλά)	62,7±9,1	62,8±7,8	65,6±8
Ύψος (cm)	160±5,9	164±4,1	166±5,7

την τελική απάντηση για το εάν ή όχι θα μπορέσει να συμμετάσχει ο ενδιαφερόμενος στο ακόλουθο πρόγραμμα.

Ο προβληματισμός της παρούσης μελέτης αφορά την βελτίωση της ισορροπίας υγιών γυναικών μέσω της εκτέλεσης ασκήσεων στο μηχάνημα δόνησης. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει τις προσαρμογές που προκαλούν οι μηχανικές δονήσεις στην ισορροπία σε αγύμναστες γυναίκες, και να εξετάσει πρωτόκολλα διαφορετικής συχνότητας εξάσκησης.

Μεθοδολογία

Δείγμα

Στην παρούσα έρευνα το δείγμα αποτέλεσαν 44 άτομα (γυναίκες). Από αυτές οι 24 ήταν φοιτήτριες του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, και οι 20 ήταν γυναίκες από την περιοχή της Κομοτηνής. Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Το δείγμα χωρίστηκε τυχαία σε τρεις ομάδες. Οι περιορισμοί και οι οριοθετήσεις της παρούσας έρευνας ήταν οι εξής:

Καμία από τις γυναίκες που έλαβαν μέρος στην παρούσα έρευνα δεν συμμετείχαν συστηματικά σε προπόνηση κάποιου αθλήματος όπως επίσης σε κάποιο πρόγραμμα ιδιοδεκτικότητας. Όσες ανέφεραν κάποιο μυϊκό τραυματισμό ή κατάγματα αποκλείστηκαν από την παρούσα έρευνα. Τέλος, όλες οι συμμετέχουσες στην έρευνα πριν την έναρξη της, πραγματοποίησαν 2 συνεδρίες προπόνησης με δονήσεις προκειμένου να εξοικειωθούν με το μηχάνημα το οποίο παρήγαγε το δονητικό ερέθισμα.

Όργανα Αξιολόγησης

Για την αξιολόγηση του δείγματος και την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν δυο ξύλινες σανίδες ισορροπίας με ημικυλινδρική και με ημισφαιρική την κάτω επιφάνεια και ένα χρονόμετρο χειρός. Για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση της ισορροπίας εκτελέστηκαν τρεις προσπάθειες στο κάθε άκρο από τις οποίες καταγράφηκε η καλύτερη. Οι μετρήσεις έγιναν στις ίδιες σανίδες, τις ίδιες ώρες της ημέρας έπειτα από προθέρμανση.

Η αξιολόγηση του δείγματος και για τις 2 ομάδες πραγματοποιήθηκε: α) πριν την έναρξη του προ-

γράμματος παρέμβασης, β) αμέσως μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος παρέμβασης και γ) 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος (διατήρησης).

Περιγραφή Προγράμματος Εξάσκησης

Το παρεμβατικό πρόγραμμα εξάσκησης πραγματοποιήθηκε στο σύστημα δόνησης Body Coach. Στο Body Coach η διάρκεια της δόνησης είναι από 30 – 60 δευτερόλεπτα και οι συχνότητες από 30 – 50 Hz. Οι συχνότητες αυξάνουν κατά 5 Hz αυξάνοντας ταυτόχρονα και την δυσκολία της άσκησης. Το παρεμβατικό πρόγραμμα περιελάμβανε 10 λεπτά προθέρμανση, 5 λεπτά εργοποδήλατο ή διάδρομο και 5 λεπτά διατακτικές ασκήσεις των κάτω άκρων. Στην συνέχεια οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούσαν 7 σετ ασκήσεων διάρκειας 30 – 60 δευτερολέπτων στο μηχάνημα εμβιομηχανικής διέγερσης, ενώ το διάλλεμα ανάμεσα στα σετ ήταν 20 δευτερόλεπτα. Η επιλογή του των συχνοτήτων και της διάρκειας του δονητικού ερεθίσματος έγινε με βάση την διεθνή βιβλιογραφία και του ειδικού μηχανήματος που παρήγαγε τις μηχανικές δονήσεις.

Στο παρεμβατικό πρόγραμμα εξάσκησης οι συμμετέχουσες χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις πειραματικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα (n = 18) εκτελούσε προπόνηση 3 φορές την εβδομάδα, η δεύτερη ομάδα (n = 14) εκτελούσε προπόνηση 2 φορές την εβδομάδα και η τρίτη ομάδα δεν εκτέλεσε κανένα πρωτόκολλο άσκησης διότι ήταν η ομάδα ελέγχου. Το πρόγραμμα εξάσκησης στο μηχάνημα δόνησης

περιελάμβανε τις ακόλουθες 7 ασκήσεις:

1. Εκτέλεση χαμηλού squat.
2. Squat στο αριστερό άκρο.
3. Η ίδια άσκηση ακολουθούσε και για το δεξί άκρο.
4. Γλουτός – δικέφαλος μηριαίος μύς στο αριστερό άκρο.
5. Η ίδια άσκηση ακολουθούσε και για το δεξί άκρο.
6. Γλουτοί – δικέφαλος μηριαίος μύς απο ύπτια θέση.
7. Εκτέλεση χαμηλού squat με τοποθέτηση μπάλας στους προσαγωγούς.

Η διάρκεια του προγράμματος εξάσκησης ήταν 12 λεπτά και για τις δυο ομάδες. Η κάθε ομάδα εκτέλεσε 12 συνεδρίες. Στην παρούσα ερευνητική εργασία χρησιμοποιήθηκε στις 4 πρώτες συνεδρίες άσκηση διάρκειας 30 sec με 20 sec διάλειμμα, στις επόμενες 4 συνεδρίες η άσκηση είχε διάρκεια 45 sec με 20 sec διάλειμμα, ενώ οι τελευταίες 4 συνεδρίες είχαν 1 min διάρκεια και 20 sec διάλειμμα.

Στατιστική Ανάλυση

Η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Anova Repeated Measures) πραγματοποιήθηκε για να διαπιστωθούν πιθανές στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων (αρχικών, τελικών, διατήρησης) και μεταξύ των ομάδων (2 πειραματικές, 1 ελέγχου). Επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας παρατηρή-

θηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας απο την αρχική στην τελική αξιολόγηση. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές α) κατά την πρόσθια-οπίσθια κίνηση για το αριστερό $F(2,43) = 0.77, p < .05$, και δεξί άκρο $F(2,41) = 1.54, p < .05$, β) για την έσω-έξω πλάγια κίνηση για το αριστερό $F(2,43) = 1.987, p < .05$, και δεξί άκρο $F(2,41) = 4.52, p < .05$ και γ) για την συνολική κίνηση για το αριστερό $F(2,43) = 0.418, p < .05$, και δεξί άκρο $F(2,41) = 2.76, p < .05$ (Πίνακας 2).

Αντίστοιχη βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας παρατηρήθηκε και κατά τις αξιολογήσεις διατήρησης. Συγκεκριμένα βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές α) για την πρόσθια – οπίσθια κίνηση για το αριστερό άκρο $F(2,82) = 7.569, p < .05$, και δεξί άκρο $F(2,82) = 12.392, p < .05$, β) για την έσω – έξω κίνηση για το αριστερό άκρο $F(2,82) = 13.422, p < .05$, και δεξί άκρο $F(2,82) = 11.013, p < .05$, γ) για την κυκλική κίνηση για το αριστερό άκρο $F(2,82) = 9.933, p < .05$, και δεξί άκρο $F(2,82) = 8.063, p < .05$ (Πίνακας 2).

Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές απο την τελική μέτρηση στη μέτρηση διατήρησης (Πίνακας 2).

Συζήτηση

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στην ισορροπία των κάτω άκρων σε αγύμναστες γυναίκες. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε οτι οι δυο

πειραματικές ομάδες βελτίωσαν την ικανότητά της ισορροπίας και διατήρησαν την βελτίωση αυτή μέχρι και 1 μήνα μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, σε όλα τις δοκιμασίες που εφαρμόστηκαν κατεγράφησαν σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα της ισορροπίας σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές των ασκούμενων. Οι βελτιώσεις αυτές διαπιστώθηκαν από τις δοκιμασίες που εφαρμόστηκαν στις σανίδες ισορροπίας, όπου με την κατάλληλη τοποθέτηση του πέλματος στήριξης σε αυτήν πραγματοποιείται και διαφορετική κίνηση: κίνηση πρόσθια -οπίσθια οβελιαίο επίπεδο και κίνηση έσω-έξω πλάγια μετωπιαίο επίπεδο.

Αντίθετα, στα άτομα που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου, δεν εντοπίστηκε καμιά διαφοροποίηση σε κανένα επίπεδο, εφόσον δεν συμμετείχαν ενεργά σε καμμία φάση της προπόνησης.

Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων διατήρησης της ισορροπίας κατόπιν αντίστοιχων μετρήσεων, διαπιστώθηκε ότι όλες οι ασκούμενες που έλαβαν μέρος στα παρεμβατικά προγράμματα άσκησης διατήρησαν τις βελτιώσεις στην ικανότητα της ισορροπίας 1 μήνα μετά την ολοκλήρωση των παρεμβατικών προγραμμάτων.

Συγκεκριμένα σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των αρχικών αξιολογήσεων και των αξιολογήσεων διατήρησης, τόσο κατά την εκτέλεση με το κυρίαρχο όσο και με το μη κυρίαρχο κάτω άκρο.

Πίνακας 2. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) της ικανότητας διατήρησης της ισορροπίας κατά την εκτέλεση με το δεξί και αριστερό κάτω άκρο, για τις τρεις ομάδες στις τρεις διαφορετικές φάσεις αξιολόγησης.

	Αρχική Μέτρηση			Τελική			Διατήρησης		
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου
	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Πρόσθιο-οπίσθιο αριστερό άκρο	$2,20 \pm 0,61$	$4,64 \pm 3,66$	$2,35 \pm 0,68$	$3,63 \pm 1,76^*$	$5,42 \pm 4,25^*$	$2,90 \pm 0,51$	$4,71 \pm 4,85^*$	$7,02 \pm 4,75^*$	$2,68 \pm 0,64$
Πρόσθιο-οπίσθιο δεξί άκρο	$2,68 \pm 0,84$	$3,31 \pm 1,45$	$2,49 \pm 0,56$	$3,73 \pm 2,17^*$	$4,32 \pm 2,23^*$	$2,74 \pm 0,73$	$3,89 \pm 1,62^*$	$4,97 \pm 2,71^*$	$2,41 \pm 0,48$
Εσω – έξω αριστερό άκρο	$2,81 \pm 1,23$	$4,92 \pm 4,07$	$2,56 \pm 0,81$	$4,81 \pm 2,83^*$	$6,72 \pm 6,42^*$	$2,90 \pm 0,71$	$4,86 \pm 3,45^*$	$8,32 \pm 6,55^*$	$2,79 \pm 0,66$
Εσω – έξω δεξί άκρο	$3,58 \pm 2,55$	$4,21 \pm 2,20$	$3,05 \pm 1,18$	$5,49 \pm 3,56^*$	$6,32 \pm 2,94^*$	$5,14 \pm 3,06$	$5,95 \pm 4,98^*$	$6,08 \pm 2,77^*$	$3,39 \pm 1,21$
Κυκλική κίνηση αριστερό άκρο	$2,35 \pm 0,92$	$3,32 \pm 1,41$	$2,61 \pm 1,02$	$2,87 \pm 1,22^*$	$3,65 \pm 2,40^*$	$2,88 \pm 1,33$	$3,29 \pm 1,30^*$	$4,19 \pm 2,35^*$	$2,97 \pm 1,20$
Κυκλική κίνηση δεξί άκρο	$2,60 \pm 0,79$	$3,22 \pm 1,49$	$2,73 \pm 1,28$	$2,89 \pm 1,10^*$	$4,14 \pm 1,80^*$	$2,50 \pm 0,7$	$3,50 \pm 1,21^*$	$4,49 \pm 2,01^*$	$2,91 \pm 0,44$

* $p < .05$ διαφορές μεταξύ α) αρχικής και τελικής μέτρησης, β) αρχικής μέτρησης και διατήρησης

Ωστόσο, είναι πολύ σημαντικό το πρόγραμμα άσκησης να είναι ελεγχόμενο και αυστηρά μεθοδευμένο, έτσι ώστε να παρέχονται όχι μόνο οι απαραίτητες οδηγίες στους ασκούμενους αλλά και να γίνεται αυστηρός έλεγχος της σωστής εκτέλεσης των ασκήσεων. Οι επισημάνσεις αυτές θεωρήθηκαν απαραίτητες και τηρήθηκαν αυστηρά κατά των σχεδιασμό της παρούσας έρευνας. Κρίθηκε σκόπιμο να κατανοήσουν οι γυναίκες που συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία την σπουδαιότητα της αυτοσυγκέντρωσης, που θα πρέπει να έχουν κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος άσκησης, αλλά και την σωστή τοποθέτηση του σώματός τους, για την κατάλληλη ενεργοποίηση και εξάσκηση του νευρομυϊκού μηχανισμού.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος εξαρτάται από τη συχνότητα που εφαρμόζεται, ενώ

η χαμηλής συχνότητας δονήσεις μεταδίδονται μέσω της κινητικής αλυσίδας στις κεντρικές μυϊκές ομάδες τις οποίες και ενεργοποιεί.

Από άλλες έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν, όπως αυτή των Cardinale και Lim (2003)⁴⁹ έχει διαπιστωθεί ότι δονητικό ερέθισμα συχνότητας 40-50Hz ίσως είναι το βέλτιστο για το συνδυασμό δυο διαφορετικών στόχων: α) για τη μετάδοση των δονήσεων, και β) για τη μυϊκή ενεργοποίηση πριν και κατά τη διάρκεια της εκούσιας σύσπασης. Η βελτίωση της απόδοσης, της ισορροπίας που παρατηρείται όταν η συχνότητα του δονητικού ερεθίσματος είναι χαμηλή μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Βασικά, είναι πολύ πιθανό μια χαμηλή συχνότητα δονήσεων να μην είναι ικανή να προκαλέσει μυϊκό κάματο και να ενεργοποιήσει σε μικρό βαθμό το τονικό δονητικό αντανακλαστικό (TVR).⁴²

Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνε-

ται από τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας του Ribot-Ciscar και συνεργατών (1998).⁵⁰ Έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες, συχνότητας 80Hz και διάρκειας 30 δευτερολέπτων, από τα αποτελέσματα προκύπτει αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα συστατικά στοιχεία του μυός. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση της ανεκτικότητας των μυών στη διάταση, δεν έχει θετικές επιδράσεις στην αποφυγή τραυματισμών 12, ενώ μια σωστή προθέρμανση, η οποία δε θα περιλαμβάνει πλειομετρικές συστολές, έχει καλύτερα αποτελέσματα.^{27,37} Τέλος, η προπόνηση με δονήσεις που στοχεύει στην αύξηση του εύρους κίνησης, αφορά αθλητές των οποίων τα αθλήματα απαιτούν μεγάλη ευκαμψία, όπως είναι οι γυμναστές.^{37,41}

Επιπλέον έρευνες έχουν δείξει ότι, συχνότητες κάτω από 20 Hz προκαλούν μυϊκή χαλάρωση, ενώ συχνότητες πάνω από 50 Hz είναι

πολύ πιθανό να προκαλέσουν κάματο ειδικά όταν η δόνηση εφαρμόζεται σε απροπύνητα άτομα.^{10,17} Όταν η ένταση των δονήσεων δεν είναι ικανή να προκαλέσει κάματο και έχει σχετικά μικρή διάρκεια, τότε παρατηρείται αύξηση τόσο της διεγερσιμότητας του κεντρικού νευρικού συστήματος όσο και της ικανότητας παραγωγής ισχύος.^{8,11} Χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης και τη βελτίωση της ισορροπίας που αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα στην πρόληψη των καταγμάτων χωρίς όμως για το κομμάτι αυτό να υπάρχουν τεκμηριωμένα αποτελέσματα. Η φιλοσοφία τους όσον αφορά την οστεοπόρωση στηρίζεται στο ότι με τους κραδασμούς που προκαλούν οι δονήσεις το οστό δέχεται δυνάμεις ικανές να αυξήσουν την οστική του πυκνότητα.⁸

Μελέτες απέδειξαν πως οι κραδασμοί σε σωστή δόση οδηγούν σε ανάπτυξη τα οστά. Υπάρχουν πλατφόρμες που δίνουν έμφαση στο δυνάμωμα των μυών, οπότε επιτυγχάνονται οφέλη και στα οστά αλλά κυρίως στην ισορροπία και την προφύλαξη από τις πτώσεις και

τα κατάγματα.^{8,10}

Αντίθετα, υψηλής συχνότητας δονήσεις προκαλούν αυξημένη ενεργοποίηση του αντανεκλαστικού καθώς και αύξηση της νευρομυϊκής διέγερσης, σε τέτοιο βαθμό που οι μύες δεν είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν λόγω της μυϊκής κόπωσης.⁴²

Συμπεράσματα

Έπειτα από την ολοκλήρωση του προγράμματος δόνησης διαπιστώθηκε ότι η επιβάρυνση που δέχονται οι ασκούμενες έπειτα από την εκτέλεση προπόνησης με δονήσεις μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας όπως έμμεσα αυτή μπορεί να αξιολογηθεί από αντίστοιχες δοκιμασίες ισορροπίας. Οι βελτιώσεις της ικανότητας της ισορροπίας που εμφανίζονται μετά από την εκτέλεση ενός προγράμματος δόνησης μπορούν να διατηρηθούν τουλάχιστον για χρονικό διάστημα 4 εβδομάδων. Ομοίως, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε συμφωνία με τις βελτιώσεις στην ικανότητα ελέγχου της ισορροπίας που παρατηρήθη-

καν από τον Chong και τους συνεργάτες του (2001)⁵¹. Συγκεκριμένα, μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης σε σανίδες ισορροπίας σε υγιή άτομα, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα και για 4 εβδομάδες, παρατηρήθηκε μια γενική βελτίωση στην ικανότητα της ισορροπίας.

Επομένως, προτείνεται η εξάσκηση της ισορροπίας μέσω μιας προπόνησης με δονήσεις δυο ή τρεις φορές την εβδομάδα. Το πρόγραμμα δόνησης είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει ασκήσεις που να βοηθούν στην βελτίωση της ισορροπίας προκειμένου να είναι πιο ενδιαφέρουσες για τις ασκούμενες αλλά και πιο πρακτικά εφαρμόσιμες. Κρίθηκε σκόπιμο να κατανοήσουν οι ασκούμενες που συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία την σπουδαιότητα της αυτοσυγκέντρωσης, που θα πρέπει να έχουν κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος άσκησης, αλλά και την σωστή τοποθέτηση του σώματός τους, για την κατάλληλη ενεργοποίηση και εξάσκηση του νευρομυϊκού μηχανισμού.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Βασιλόπουλος Α.Γ, Ζουμπουρίδης Ι.Α., «Η θεωρία της βασικής γυμναστικής», Αθήνα 1992.
2. Σταυρίδης Ι. (1997). Φυσιολογία του Ανθρώπου. Τόμος Β'. Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασαλιδής.
3. Τοζμακίδης Σ. Π., Καρακώριου Σ. Κ., «Φυσιολογικές ανταποκρίσεις μιας εναλλακτικής μορφής άσκησης με μηχανικές δονήσεις – vibrations», περιοδικό Αθλητικής Επιστήμης “Αθληση & Κοινωνία”, τεύχος 43, σελ. 30 – 39, Κομοτηνή, 2006.
4. Αντωνάκης Ε., Δουδά Ε., Πυλιανίδης Θ., Τοζμακίδης Σ., «Άμεση επίδραση της άσκησης με δονήσεις στην αλτική ικανότητα και την ευκαμψία», περιοδικό Αθλητικής Επιστήμης “Αθληση & Κοινωνία”, τεύχος 43, σελ. 7 – 14, Κομοτηνή, 2006.
5. Bosco C. (1992). The effects of extra – load permanent wearing on morphological and functional characteristics of leg extensor muscles. Published Doctoral Thesis, University Jean – Monnet de Saint Etienne, France.
6. Bosco C., Cardinale M, Colli R., Tihanyi J., Von Duvillard S. & Viru A., (1998). The influence of whole body vibration on jumping ability. *Biology of Sport*, 15: 157 – 64.
7. Rittweger J., Beller G. & Felsenberg D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*, 20: 134 – 42.
8. Torvinen S., Sievanen H., Jarvinen T.A., Pasanen P/ (2002). Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross – over study. *International Journal of Sports Medicine*, 23 : 374 – 9.
9. Delecluse, C., M. Reelants, S. Verschueren (2003). Strength increase after whole-

- body vibration compared with resistance training. *Med. sci. Sports Exerc.*, vol 35, no 6., p.p. 1033 – 1041.
10. Rittweger J., Mutschelknauss M. & Felsenberg D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 23 (2) : 81 – 86.
 11. Darryl J., Cochane M. University (2005). Acute whole body vibration training increases vertical flexibility performance in elite female field hockey players, Palmestron North, New Zeland, *British journal of sports medicine*; 39: 860 – 865 ; doi ;10.1136/bjsm.2005.019950.
 12. Rozzi S.L., Lephart S.M., Sterner R., Kuligowski L. (I) (1999). Balance training for persons with functionally unstable ankles. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, Aug;29(8):478-86.
 13. McNamara, Brian 2; Moran, Kieran 1 (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power, *Sports Medicine*, 35 (1): 23-41.
 14. McArdlen W., Katch F., Katch V. (2000). *Essentials of Exercise Physiology*. 2nd Edition, Lippincott Williams & Wilkins
 15. Tous, (2005) *Strength training f.c Barcelona*, Insight live, vol. 11, July.
 16. Kiado Akademiai, (2005) The effects of whole body vibration on humans : dangerous or advantagerous/*Acta physiologica Hyngarica*, July 22.
 17. Mester J., Kleinodeh H., Yue Z., (2006). Vibration training : benefits and risks, *Journal of biomechanics*, volume 39, issue 6, pages 1056-1065.
 18. Sands, William A. 1; Mcneal, Jeni R2; Stone Michael H3; Russell, Elizabeth M 1; Jemni Monelm 4, (2006). Flexibility enhancement with vibration: acute and long term. *Sports medicine*.
 19. Abbott LC., Saunders JB., Bost FC., Anderson CF. (1944). Injuries to the ligaments of the knee joint. In Lephart and Fu (2000). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*, Human Kinetics.
 20. Schulte M.J. & Happel (1990). Joint innervation in injury. *Clinical Sports Medicine*, 9: 511-517. In Tippet S & Voight M. (1995). *Functional Progressions for Sport Rehabilitation*. Human Kinetics.
 21. Guyton AC. & Hall JE. (1998). *Textbook of Medical Physiology*. 9th Edition, ISBN: 0-7216-5944-6.
 22. Tippet S. & Voight M. (1995). *Functional Progressions for Sport Rehabilitation*. Human Kinetics.
 23. Voight ML, Harden JA, Blackburn TA, Tippet S., Canner GC. (1996). The effect of muscle fatigue on the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 23(6):348-352.
 24. McNamara, Brian 2; Moran, Kieran 1, The use of vibration training to enhance muscle strength and power, *Sports Medicine*, 35 (1): 23-41, 2005.
 25. Eisman A.J. (2001). Good, good, good...vibrations: the best option for better bones? *The Lanset*, 358,9227, 1924-1925.
 26. Fieger J, Karachalios Th., Khaldi L., Raptou P., Lyritis G (1998). Mechanical stimulation in the form of vibration prevents postmenopausal bone loss in varietomized rats. *Calcified Tissue International*, 63: 510 – 514.
 27. Jones L.A. & Hunter I.W. (1985). Effect of muscle tendon vibration on the perception of force. *Experimental Neurology*, 87:35-45.
 28. Mcdonald M.J.N. & Davies C.T.M. (1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal of Physiology*, 52:139-155.
 29. Rothmuller C. & Cafarelli E. (1995). Effect of vibration on antagonist muscle coactivation during progressive fatigue in humans. *Journal of Physiology*, 485:857-64.
 30. Torvinen S., Sievanen H., Jarvinen T.A., Pasanen M., Kontulainen S. & Kannus P.(2002). Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *International Journal of Sports Medicine*, 23:374-9.
 31. Hagbath K.E. & Eklund G. (1965). Motor effects of vibratory stimuli in man. In: R. Granit editor. *Muscular afferent and motor control*. Proc First Nobel Symp Stockholm: Almquist and Wiksell.
 32. Hollins M. & Roy E.A. (1996). Perceived intensity of vibroactile stimuli: the role of mechanoreceptors channels. *Somatosensory Motor Research* 13: 273-86.
 33. Nigg B.M. & Wakeling J.M. (2000). Impact forces and muscle tuning: a new paradigm. *Exercise Sport Science Review*, 29:37-41.
 34. Rittweger J., Beller G. & Felsenberg D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*, 20:134-42.
 35. Rittweger J., Mutschelknauss M. & Felsenberg D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical Physiology and Fuctional Imaging*, 23: 81-6.
 36. Lo I., Fowler P. (2000). Surgical Considerations Related to Proprioception and Neuromuscular Control. In Lephart and Fu (2000). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*, Human Kinetics.
 37. Winter DA. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement*, 2nd ed. New York: Wiley, 191-212.
 38. Moffroid MT., Whipple RH. (1970). Specificity of speed of exercise. *Physical Therapy*, 50(12):1692-700.
 39. Lebedev M.A. & Peliakov A.V. (1991). Analysis of the interference electromyogram of human soleus muscle after exposure to vibration. *Neurofisiologia*, 23: 57-65.
 40. Lephart SM., Fu F. (2000). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Human Kinetics
 41. Carpenter JE., Blasier RB., Pellizzon GG. (1998). The effects of Muscle Fatigue on Shoulder Joint Position Sense. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 26(2): 262-265.
 42. Bouet V., Gahery Y. (2000). Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neuroscience Letters*, 289, 143-146.
 43. Lattanzio P., Petrella R., Sproule J., Fowler P. (1997). Effects of fatigue on knee proprioception. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 7(1): 22-27.
 44. Lattanzio P., Petrella R., Sproule J., Fowler P. (1997). Effects of fatigue on knee proprioception. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 7(1):22-27.
 45. Roll J.P., Vedell J.P. & Ribot E. (1989). Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. *Experimental brain research*, 76:213-22.
 46. Burke J.R., Rymer W.Z. & Walsh HV (1976). Relative strength of synaptic inputs from short latency pathways to motor units of defined type in cat medial gastrocnemius. *Neurophysiology*, 39: 447-58.
 47. Stewart JA, Cochrane DJ, Morton RH. Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *J Sci Med Sport*. 2007 Dec 8. [Epub ahead of print], PMID: 18078783 [PubMed - as supplied by publisher]
 48. Issurin VB. Vibrations and their applications in sport. A review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2005 Sep;45(3):324-36. Review., PMID: 16230984 [PubMed - indexed for MEDLINE].
 49. Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res*. 2003 Aug;17(3):621-4.
 50. Ribot-Ciscar E, Rossi-Durand C, Roll JP. Muscle spindle activity following muscle tendon vibration in man. *Neurosci Lett*. 1998 Dec 24;258(3):147-50.
 51. Chong RK, Ambrose A, Carzoli J, Hardison L, Jacobson B. Source of improvement in balance control after a training program for ankle proprioception. *Percept Mot Skills*. 2001 Feb;92(1):265-72.