



Η Άμεση Επίδραση της Άσκησης με Ολόσωμη Δόνηση στην Κατακόρυφη Αλτική Ικανότητα Νεαρών Γυναϊκών

Ελένη Πισπική, Βασίλειος Γεροδήμος, Νάντια Καρατράντου, Κωνσταντίνα Χάνου,
Ειρήνη Παπαϊωάννου, & Θεοδώρα Κρίκη
Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης,
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τρίκαλα

Περίληψη

Η ολόσωμη δόνηση είναι μια νέα μέθοδος άσκησης, η οποία φαίνεται ότι βελτιώνει τη μυϊκή απόδοση. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να εξεταστεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Στην έρευνα έλαβαν μέρος εθελοντικά 16 νεαρές, φυσικά δραστήριες γυναίκες (20.59±1.9 ετών), οι οποίες πραγματοποίησαν δύο πρωτόκολλα (πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης και πρωτόκολλο ελέγχου). Το πρωτόκολλο δόνησης πραγματοποιήθηκε με τις συμμετέχουσες να στέκονται όρθιες πάνω σε μηχανήμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness), με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα, για 6min, με συχνότητα 25Hz και εύρος μετατόπισης 8mm. Το πρωτόκολλο ελέγχου ήταν ακριβώς το ίδιο, με τη διαφορά ότι δεν υπήρχε δόνηση. Οι δοκιμασίες για την αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας στο άλμα από ημικάθισμα (SJ) και στο άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ), πραγματοποιήθηκαν πριν, αμέσως μετά και 15min μετά το πέρας των πρωτοκόλλων, σε δυναμοδάπεδο (Bertec). Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακόμανσης με δύο παράγοντες (πρωτόκολλο x μέτρηση, 2x3), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κατά Tukey, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, τόσο για το SJ όσο και για το CMJ, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πρωτόκολλο και μέτρηση. Η απόδοση των νεαρών γυναικών στο SJ στις 3 μετρήσεις, πριν, αμέσως μετά και μετά από 15 min, ήταν 20.47±2.9, 20.46±2.7 και 19.75±2.9cm για το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης και 20.06±2.5, 19.4±3.0 και 19.15±2.8cm για το πρωτόκολλο ελέγχου, αντίστοιχα. Παρόμοια, στο CMJ η απόδοση των νεαρών γυναικών στις 3 μετρήσεις ήταν 21.73±2.7, 21.23±3.0 και 21.4±3.0cm για το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης και 21.5±2.6, 20.72±3.0 και 20.53±3.0cm για το πρωτόκολλο ελέγχου. Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η ολόσωμη δόνηση δεν επηρεάζει άμεσα την κατακόρυφη αλτική ικανότητα των νεαρών γυναικών.

Λέξεις κλειδιά: *άλμα από ημικάθισμα (SJ), άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ), ισχύς, ολόσωμη δόνηση, άμεση επίδραση*

The Acute Effect of Whole Body Vibration Training on Vertical Jumping Ability of Young Women

Elenie Pispirikou, Vassilios Gerodimos, Nantia Karatrantou, Konstantina Chanou,

Irine Papaioannou, & Theodora Kriki

Research and Assessment of Human Performance Centre,

Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Thessaly, Trikala, Hellas

Abstract

Whole-Body Vibration (WBV) is a new form of neuromuscular training that seems to improve muscular performance. The aim of this study was to examine the acute effects of WBV on vertical jumping ability. Sixteen physically active young women volunteered to participate in the research (20.59±1.9 years old) performing two different protocols (vibration protocol and control protocol). During both interventions, participants were standing at an upright position, maintaining their knees semi-flexed on a vibrating platform (Galileo Fitness) for 6min, at a fixed frequency of 25Hz and an amplitude of 8mm, while in the control protocol no vibration was performed. For the evaluation of the vertical jumping ability, the squat jump (SJ) and the counter-movement jump (CMJ) tests were used and were performed on a force platform (Bertec). The measurements were set before, post and 15 min after the completion of the protocol. The subjects executed each vertical jump three times and the best performance was recorded. A two-way (protocol x measurement, 2x3) analysis of variance (ANOVA), with repeated

measures on both factors, was used to examine the effects of WBV on vertical jumping ability. Tukey's post-hoc pairwise analyses were used when appropriate. The results revealed no statistical interaction between the factors "protocol" and "measurement" for both jumps (SJ and CMJ). The performance on the SJ during the three measurements, before, post, after 15min, was 20.47±2.9, 20.46±2.7 and 19.75±2.9cm for the vibration protocol and 20.06±2.5, 19.4±3.0 and 19.15±2.8cm for the control protocol. Similarly, for the CMJ the performance during the three measurements was 21.73±2.7, 21.23±3.0 and 21.4±3.0cm for the vibration protocol and 21.5±2.6, 20.72±3.0 and 20.53±3.0 cm for the control protocol. Conclusively, it appears that WBV does not affect the vertical jumping ability of young women.

Key words: *Vertical jumping ability, squat jump, counter-movement jump, power, whole body vibration (WBV), acute effects*

Εισαγωγή

Η δόνηση αποτελεί ένα μηχανικό ερέθισμα που χαρακτηρίζεται από ταλάντωση (Cardinale & Pope, 2003). Η ολόσωμη δόνηση βασίζεται στην ιδέα της ενεργοποίησης της μυϊκής ατράκτου, λόγω της αλλαγής του μήκους της που προκαλείται κατά την εφαρμογή του ερεθίσματος της δόνησης (Delecluse, Roelants, & Verschueren, 2003; Torvinen et al., 2002a; Torvinen et al., 2002b). Τα στοιχεία επιβάρυνσης της ολόσωμης δόνησης είναι το εύρος μετατόπισης (cm ή mm), η συχνότητα (Hz) και η διάρκεια (s ή min). Η δόνηση μεταφέρεται στο σώμα με τη χρήση ειδικών πλατφορμών (Galileo, Nemes, Power Plate κ.τ.λ.), οι οποίες διαφέρουν κυρίως στον τύπο της δόνησης που παράγουν. Οι δύο βασικοί τύποι δόνησης είναι η κατακόρυφη και η αμφίπλευρη. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε η αμφίπλευρη δόνηση, καθώς θεωρείται πιο ασφαλής από την άποψη ότι ελαχιστοποιείται η μεταφορά της δόνησης στο κεφάλι και στα ζωτικά όργανα (Bosco et al., 1999).

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες που υποστηρίζουν τη θετική επίδραση και τα οφέλη της άσκησης με δόνηση (άμεση, βραχυχρόνια ή μακροχρόνια επίδραση) στον ανθρώπινο οργανισμό. Έτσι έχει αποδειχθεί ότι, η μακροχρόνια άσκηση με ολόσωμη δόνηση βελτιώνει την ευλυγισία (Bautmans, Van Hees, Lemper, & Mets, 2005; Fagnani, Giombini, Di Cesare, Pigozzi, & Di Salvo, 2006) και την ισορροπία (Bautmans et al., 2005), αυξάνει τη δύναμη και την κατακόρυφη αλτική ικανότητα (Fagnani et al., 2006; Roelants, Delecluse, & Verschueren, 2004), ενώ βελτιώνει και τη λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος (Yue & Mester, 2007). Επιπλέον, θεωρείται ως μία μέθοδος άσκησης που ενισχύει την πρόληψη της οστεοπόρωσης και της οστεοπενίας, επιβραδύνοντας το ρυθμό μείωσης της οστικής πυκνότητας (Rubin, Turner, Bain, Mallinckrodt, & McLeod, 2001a; Rubin, Xu, & Judex, 2001b; Rubin, 2002; Ward et al., 2004).

Όσον αφορά στις άμεσες επιδράσεις της άσκησης με δόνηση, οι ερευνητές έχουν παρατηρήσει ορμονικές μεταβολές (Bosco et al., 2000), αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος (Kerschman-

Schindl et al., 2001), καθώς και βελτίωση της ευλυγισίας (Cochrane & Stannard, 2005) και της δύναμης (Bosco et al., 2000; Jacobs & Burns, 2009).

Η επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα εξετάζεται εδώ και μερικά χρόνια. Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν έρευνες που μελετούν την άμεση, βραχυχρόνια και μακροχρόνια επίδραση της ολόσωμης δόνησης στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα και κατ' επέκταση στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων. Σε ό,τι αφορά τη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα, οι περισσότεροι ερευνητές παρατηρούν σημαντική βελτίωση που κυμαίνεται από 3.3 έως και 19.4% μετά την εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης με δόνηση για χρονικό διάστημα από 5 εβδομάδες έως 8 μήνες (Delecluse et al., 2003; Fagnani et al., 2006; Paradisis & Zacharogiannis, 2007; Roelants et al., 2004; Ronnestad, 2004; Torvinen et al., 2003).

Σε ό,τι αφορά τη βραχυχρόνια επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτικότητα, ο αριθμός των ερευνών είναι περιορισμένος (Πίνακας 1). Σύμφωνα με το Bosco και τους συνεργάτες του (1998), παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας μετά από καθημερινή προπόνηση συνολικής διάρκειας 10 ημερών. Αντίθετα, οι Cochrane, Legg, και Hooker, (2004), δεν παρατήρησαν καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή μετά από 9 ημέρες άσκησης με δόνηση.

Ωστόσο, ενδιαφέρον παρατηρείται στη διεθνή βιβλιογραφία, όσον αφορά στην άμεση επίδραση της ολόσωμης δόνησης στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα, καθώς οι απόψεις των ερευνητών είναι αντικρουόμενες, κάτι το οποίο πιθανόν να οφείλεται στη χρήση διαφορετικών πρωτοκόλλων άσκησης. Έτσι σύμφωνα με κάποιους ερευνητές (Bullock et al., 2008; Rittweger, Mutschelknauss, & Felsenberg, 2003; Skidmore, Stoutenberg, Webb, Serravite, & Signorile, 2007; Stevenson, 2005; Torvinen et al., 2002b), δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα νεαρών ανδρών και γυναικών (αθλουμένων και μη), μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης με ολόσωμη δόνηση (2-12mm, 25-40Hz και 30s-

Πίνακας 2. Έρευνες σχετικές με την άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα. (CMJ=άλμα με αντίθετη κίνηση, ACMJ=άλμα με αντίθετη κίνηση με αιώρηση των χεριών, SJ=άλμα από ημικάθισμα, A= εύρος μετατόπισης σε mm, F=συχνότητα, Δ: διάρκεια, a₀=εύρος μετατόπισης σε cm, ΟΔ= ομάδα δόνησης, ΟΕ= ομάδα ελέγχου, ΟΚ= ομάδα κυκλοεργόμετρο, ♀ =γυναίκες, ♂ =άνδρες, ↑= αύξηση, ↓= μείωση, ↔= διατήρηση, - = δεν αναφέρεται).

Συγγραφείς & έτος	Συμμετέχοντες	Είδος & Χαρακτηριστικά δόνησης	Άσκηση	Μετρήσεις	Χρόνος μετρήσεων	Αποτελέσματα
Artero et al., (2007)	37♂ & 77♀ (19.6±2 ετών)	A: 6mm, F: 20-30Hz, Δ: 90-120s, κυματοειδής δόνηση (Galileo 900)	3 διαφορετικές στάσεις	CMJ	Πριν τη δόνηση, αμέσως μετά και μετά από 1 και 2 min	↓ CMJ αμέσως με- τά τη δόνηση και επιπλέον στις αρχικές τιμές στα επόμενα λεπτά ↑ 4% CMJ
Bosco et al., (2000)	14 ♂ (25.1± 4.6 ετών) ε- νεργά αθλούμενοι	A: 4mm, F: 26Hz, Δ: 10 x 60s, 6min διάλειμμα, κατακόρυφη δό- νηση (NEMES 30L)	Ημικάθισμα 100°	CMJ	Πριν και αμέσως μετά τη δόνηση	ΟΔ: ↔ CMJ, ↔SJ ΟΕ: ↔ CMJ, ↔SJ
Bullock et al., (2008)	1♂ & 6♀ (24.9±4.7 ετών) αθλητές έλκηθρου κατά- βασης ΟΔ:- & ΟΕ:-	ΟΔ: A: 4mm, F: 30Hz, Δ: 3 x 60s κατακόρυφη δόνηση (NEMES LC) ΟΕ: όπως ΟΔ χωρίς εφαρμογή δόνησης	ΟΔ: ημικάθισμα 110° ΟΕ: όρθιοι πάνω στην πλατφόρμα	SJ & CMJ	Πριν τη δόνηση και 5 min μετά	ΟΔ: ↑ 3,9% SJ ↔ CMJ Ομάδα β: ↓ 3.6% CMJ & ↓ 3.8% SJ
Cardinale & Lim (2003)	13 ♂ & 2 ♀ αγόμναστοι. 2 ομάδες: α)χαμηλής έν- τασης, 7 άτομα (20.4±0.5 ετών) και β)υψηλής έντασης, 8 άτομα (21±2.2 ετών)	A: 4mm, Δ: 5 x 60s, 60s διάλειμμα, δόνηση ημιτονοειδούς ταλάντω- σης (NEMES LC) Ομάδα α: (F: 20 Hz) Ομάδα β: (F:40 Hz)	Ημικάθισμα	CMJ & SJ	Πριν τη δόνηση και 60s μετά	ΟΔ: ↑ 8,1± 5,8% ACMJ ΟΕ: ↔ ΟΚ: ↔
Cochrane & Stannard (2005)	18♀ (21.8± 5.9 ετών) αθ- λήτριες χόκεϋ ΟΔ:- ΟΕ:-	ΟΔ: A: 6mm, F: 26Hz, Δ: 5min (Galileo Sport), ΟΕ: όπως ΟΔ χωρίς εφαρμογή δόνησης	ΟΔ: 6 ασκήσεις ΟΕ: 6 ασκήσεις ΟΚ: άσκηση στο κυκλοερ- γόμετρο	ACMJ	Πριν και 15s αμέ- σως μετά τη δόνηση	ΟΔ: ↑ CMJ αμέσως μετά τη δόνηση CMJ ΟΔ > CMJ ΟΕ
Cormie et al., (2006)	9♂ (19-23 ετών) προπο- νημένοι σε αντοχή ΟΔ:- ΟΕ:-	ΟΔ: A: 2.5mm, F: 30Hz, Δ: 30s, κατακόρυφη δόνηση (Power Plate) ΟΕ: όπως ΟΔ χωρίς εφαρμογή δόνησης	ΟΔ: ημικάθισμα 100° ΟΕ: ημικάθισμα 100°	CMJ	Πριν, αμέσως μετά και 5,15 και 30 min μετά τη δόνηση	

Πίνακας 2. (Συνέχεια).

Συγγραφείς & έτος	Συμμετέχοντες	Είδος & Χαρακτηριστικά δόνησης	Άσκηση	Μετρήσεις	Χρόνος μετρήσεων	Αποτελέσματα
Rittweger et al., (2000)	21 ♂ & 16 ♀ (23.5 ετών)	α ₀ : 1.05cm, F: 26Hz, Δ: μέχρι εξάντλησης, αμφίπλευρη δόνηση (Galileo 2000)	Φορώντας μια ζώνη που ζύγιζε το 35-40% του βάρους τους στάσιμοι τα πρώτα 30s και στη συνέχεια εκτελώντας ημικαθίσματα	CMJ	Πριν και αμέσως μετά τη δόνηση	↓ 9.1% CMJ ↓ CMJ ♂ > ↓ CMJ ♀
Rittweger et al., (2003)	9♂ (24.4± 2.8 ετών) & 10♀ (21.8± 2.7 ετών) ΟΔ:- ΟΕ:-	ΟΔ: Α: 12mm, F: 26Hz, Δ: μέχρι εξάντλησης, αμφίπλευρη δόνηση (Galileo 2000) ΟΕ: όπως ΟΔ χωρίς δόνηση	ΟΔ: ημικαθίσματα 90° φορώντας ζώνη που ζύγιζε το 40% του βάρους τους ΟΕ: όπως ΟΔ	Μέγιστα συνεχόμενα κατακόρυφα άλματα για 30s	Πριν, αμέσως μετά και 10 min μετά τη δόνηση	ΟΔ: ↔ ΟΕ: ↔
Skidmore et al., (2007)	15 ♀ (23.07±4.28 ετών) αθλούμενες & 15 ♀ μη αθλούμ. (23.8±3.7 ετών)	Α: 5mm, F: 40Hz, Δ: 30s	Ημικάθισμα	CMJ	Πριν τη δόνηση, 1 και 5 min μετά	↔
Stevenson (2005)	13 ♂ & 7 ♀ (22.9 ±2.2 ετών) ενεργά αθλούμενοι ΟΔ:- ΟΕ:-	ΟΔ: Α: 5mm, F: 26Hz, Δ: 5 x 60s, 60s διάλειμμα ενδιάμεσα, 6min διάλειμμα & 5 x 2 min, κατακόρυφη δόνηση (Power Plate) ΟΕ: όπως ΟΔ χωρίς την εφαρμογή δόνησης	ΟΔ: ημικάθισμα 45° ΟΕ: ημικάθισμα 45°	CMJ	Πριν, στο διάλειμμα και αμέσως μετά τη δόνηση	ΟΔ: ↔ ΟΕ: ↔
Torvinen et al., (2002a)	ΟΔ: 8 ♂ & 8 ♀ (28.1±2.5 ετών) ΟΕ: 8 ♂ & 8 ♀ (28.1±2.5 ετών) φυσικά δραστήριοι	ΟΔ: Α: 10mm, F: 15-30Hz, Δ: 4min 60s διάλ., αμφίπλευρη δόνηση (Galileo 2000) ΟΕ: όπως ΟΔ χωρίς την εφαρμογή δόνησης	ΟΔ: 6 ασκήσεις ΟΕ: 6 ασκήσεις	CMJ	10min πριν, 2 και 60min μετά τη δόνηση	ΟΔ: ↑ 2.5% CMJ ΟΕ: ↔
Torvinen et al., (2002b)	8♂ & 8♀ (18-35) ετών μη αθλούμενοι ΟΔ:- ΟΕ:-	ΟΔ: Α: 2mm, F: 25-40Hz Δ: 4min, κατακόρυφη δόνηση (Kuntotäry) ΟΕ: όπως ΟΔ χωρίς την εφαρμογή δόνησης	ΟΔ: εκτελώντας ήπια άσκηση ΟΕ: εκτελώντας ήπια άσκηση	CMJ	10 min πριν τη δόνηση, 2 και 60 min μετά	ΟΔ: ↔ ΟΕ: ↔

μέχρι την εξάντληση). Αντίθετα, μετά από την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης με ολόσωμη δόνηση, οι Artero et al., (2007) (6mm, 20-30Hz, 90-120s), οι Cardinale και Lim, (2003) (40Hz, 4mm, 5min) και οι Rittweger, Beller, και Felsenberg, (2000) (1.05cm, 26Hz και διάρκεια μέχρι την εξάντλησή τους), παρατήρησαν μείωση της κατακόρυφης αλτικότητας νεαρών ανδρών και γυναικών έως και 9.1%. Τέλος, σύμφωνα με άλλους ερευνητές (Bosco et al., 2000; Cardinale & Lim, 2003; Cochrane & Stannard, 2005; Cormie, Deane Triplett, & McBride, 2006; Torvinen et al., 2002a), η κατακόρυφη αλτική ικανότητα νεαρών ανδρών και γυναικών βελτιώθηκε (3.9-8.1%) μετά από την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης με ολόσωμη δόνηση (εύρους κίνησης από 2.5 έως 10mm, συχνότητας από 15 έως 30Hz και συνολικής διάρκειας από 30s έως 10min).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, παρατηρείται ότι τα ευρήματα των μελετών που αφορούν στην άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα είναι ποικίλα και αντικρουόμενα. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξεταστεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα νεαρών γυναικών.

Μέθοδος και Διαδικασία

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 16 νεαρές, φυσικά δραστήριες γυναίκες (ηλικίας: 20.6 ± 1.9 ετών, σωματικής μάζας: 59.5 ± 6.7 kg και αναστήματος: 1.7 ± 0.05 m), οι οποίες πραγματοποίησαν δύο πρωτόκολλα: ολόσωμης δόνησης και ελέγχου.

Πρωτόκολλο άσκησης

Πρωτόκολλο. Για την πραγματοποίηση των πρωτοκόλλων χρησιμοποιήθηκε πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness, Novotec, Germany). Οι συμμετέχουσες στέκονταν όρθιες πάνω στην πλατφόρμα με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα (10°), χωρίς παπούτσια, φορώντας αντιολισθητικές κάλτσες, έτσι ώστε να αποφευχθεί η ολίσθηση των πελμάτων πάνω στην πλατφόρμα.

Πραγματοποιήθηκαν 2 πρωτόκολλα (ολόσωμης δόνησης και ελέγχου, Πίνακας 2). Το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης περιελάμβανε τα εξής στοιχεία επιβάρυνσης: διάρκεια 6min, εύρος μετατόπισης 8mm και συχνότητα 25Hz (η συχνότητα στο πρώτο λεπτό ανέβαινε σταδιακά κατά 5Hz κάθε 15s, με έναρξη τα 5Hz και παρέμεινε σταθερή στα 25Hz για τα επόμενα 5min). Στο πρωτόκολλο ελέγχου οι ασκούμενες στέκονταν στην ίδια θέση πάνω στην πλατφόρμα για 6 λεπτά χωρίς όμως να εφαρμόζεται δόνηση.

Πίνακας 2. Στοιχεία επιβάρυνσης των δύο πρωτοκόλλων (ολόσωμης δόνησης και ελέγχου)

Στοιχεία επιβάρυνσης	Πρωτόκολλο δόνησης	Πρωτόκολλο ελέγχου
Συχνότητα (Hz)	25	0
Εύρος μετατόπισης (mm)	8	0
Διάρκεια (min)	6	6

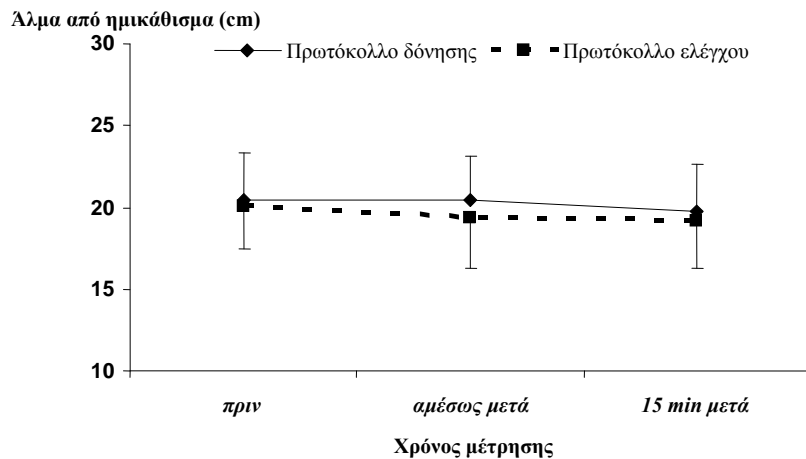
Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης, αλλά και μετά το πέρας αυτού, κάποιες από τις συμμετέχουσες παραπονέθηκαν για αίσθηση κνησμού στην περιοχή του γαστροκνήμιου και υποκνημίδιου μυός και στην περιοχή παρατηρήθηκε ένα ελαφρύ ερυθρότητα. Και οι δύο ενδείξεις εξαφανίστηκαν μετά από λίγα λεπτά. Παρόμοια περιστατικά παρατήρησαν ο Rittweger και οι συνεργάτες του (2000), και ο Roelants και οι συνεργάτες του (2004), στις έρευνές τους. Το παραπάνω συμβάν πιθανόν να οφείλεται στην αύξηση της ταχύτητας ροής του αίματος στα αιμοφόρα αγγεία της περιοχής των συγκεκριμένων μυών, καθώς βρίσκονται πλησιέστερα στην πλατφόρμα δόνησης.

Αξιολόγηση κατακόρυφης αλτικής ικανότητας

Οι μετρήσεις της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας έγιναν σε σταθερό δυναμοδάπεδο (Bertec). Τα κατακόρυφα άλματα με τη σειρά που εκτελέστηκαν ήταν: άλμα από ημικάθισμα (SJ) και άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ). Στο άλμα από ημικάθισμα οι δοκιμαζόμενες έπρεπε να εκτελέσουν μέγιστο κατακόρυφο άλμα ξεκινώντας από τη θέση του ημικάθισματος με όρθιο τον κορμό και με τα χέρια στη μεσολαβή. Ως ιδανική γωνία ημικάθισματος ορίστηκαν οι 90° (Bosco, Mogroni, & Luhtanen, 1983). Στο άλμα με αντίθετη κίνηση, οι εξεταζόμενες, από την όρθια θέση με τα χέρια στη μεσολαβή, έπρεπε να εκτελέσουν μέγιστο κατακόρυφο άλμα μετά από μία αντίθετη κίνηση προς τα κάτω (τα γόνατα έπρεπε να λυγίσουν μέχρι τις 90°). Η προσγείωση και στα 2 άλματα γινόταν με τα δάχτυλα των ποδιών στο σημείο όπου ξεκίνησε το άλμα (Bosco, 1995; Γεροδήμος και άλλοι., 2006). Πραγματοποιήθηκαν 3 προσπάθειες σε κάθε άλμα και αξιολογήθηκε η καλύτερη προσπάθεια. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 15s. Από τη μέτρηση αξιολογήθηκε το ύψος των κατακόρυφων αλμάτων (cm) με βάση το χρόνο πτήσης.

Διαδικασία

Μια εβδομάδα πριν την έναρξη της έρευνας, πραγματοποιήθηκε στο Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ενημέρωση και



Σχήμα 1. Σύγκριση της απόδοσης των νεαρών γυναικών στο άλμα από ημικάθισμα (SJ) ανά πρωτόκολλο και μέτρηση.

εξοικείωση των συμμετεχόντων με την πλατφόρμα δόνησης και τις μετρήσεις του κατακόρυφου άλματος. Επίσης, την ίδια ημέρα πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των σωματομετρικών χαρακτηριστικών τους.

Πριν την εφαρμογή των πρωτοκόλλων δεν πραγματοποιήθηκε προθέρμανση για να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματα της μελέτης (Cochrane & Stannard, 2005). Η δοκιμασία για την αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικότητας πραγματοποιήθηκε πριν, αμέσως μετά και 15min μετά τη λήξη του κάθε πρωτοκόλλου (άσκησης και ελέγχου). Τα πρωτόκολλα άσκησης και ελέγχου πραγματοποιήθηκαν με τυχαία σειρά. Μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων μεσολαβούσε διάστημα 1 εβδομάδας.

Στατιστική ανάλυση

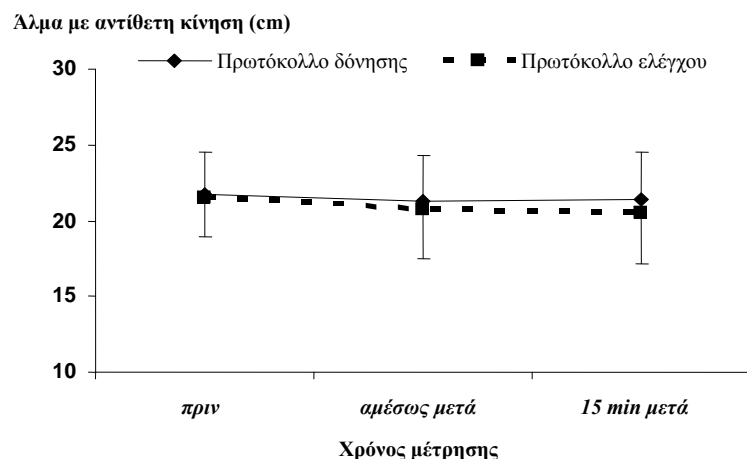
Για να εξετασθεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην αλτική ικανότητα πριν, αμέσως μετά και 15min μετά το πέρας της άσκησης, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακόμησης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA), (πρωτόκολλο x μέτρηση, 2x3), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιπ-

ρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε και η ανάλυση κατά Tukey όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε α= .05.

Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πρωτόκολλο και μέτρηση τόσο για το άλμα από SJ ($F_{2,30}=0.69, p=0.51$) όσο και για το CMJ ($F_{2,30}=1.91, p=0.17$).

Η απόδοση των νεαρών γυναικών στο SJ στις 3 μετρήσεις, πριν, αμέσως μετά και μετά από 15 min, ήταν 20.47±2.9, 20.46±2.7 και 19.75±2.9cm για το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης και 20.06±2.5, 19.4±3.0 και 19.15±2.8cm για το πρωτόκολλο ελέγχου (Σχήμα 1). Παρόμοια, στο CMJ η απόδοση των νεαρών γυναικών στις 3 μετρήσεις ήταν 21.73±2.7, 21.23±3.0 και 21.4±3.0cm για το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης και 21.5±2.6, 20.72±3.0 και 20.53±3.0cm για το πρωτόκολλο ελέγχου (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Σύγκριση της απόδοσης των νεαρών γυναικών στο άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ) ανά πρωτόκολλο και μέτρηση

Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετασθεί η άμεση επίδραση ενός πρωτοκόλλου άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα νεαρών, φυσικά δραστήριων γυναικών. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης (6min, 25Hz, 8mm) δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας των νεαρών γυναικών.

Αν και τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα με εκείνα προηγούμενων ερευνών, γιατί διαφέρουν στο σχεδιασμό και στα χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου δόνησης, ωστόσο ενισχύουν την άποψη κάποιων ερευνητών. Έτσι συμφωνούν με την Torvinen και τους συνεργάτες της (2002b), οι οποίοι επίσης δεν παρατήρησαν καμία μεταβολή στην κατακόρυφη αλτικότητα μη αθλούμενων ανδρών και γυναικών, μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης με ολόσωμη δόνηση (2mm, 25-40Hz και 4min). Ομοίως ο Rittweger και οι συνεργάτες του (2003), οι οποίοι εφαρμόσαν ένα πρωτόκολλο άσκησης με δόνηση (26Hz, 12mm και μέχρι την εξάντλησή τους) σε 19 νεαρά άτομα, δεν παρατήρησαν μεταβολές της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας. Σε όμοια επίσης αποτελέσματα οδηγήθηκε και ο Stevenson (2005), ο οποίος εφαρμόζοντας ένα πρωτόκολλο εύρους κίνησης 5mm, συχνότητας 26Hz και διάρκειας 7min σε 13 ενεργά αθλούμενους άνδρες και γυναίκες, δεν παρατήρησε στατιστικά σημαντικές μεταβολές στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Επιπρόσθετα, η Skidmore και οι συνεργάτες της (2007), εφαρμόζοντας για 30s ολόσωμη δόνηση, με εύρος κίνησης 5mm και συχνότητα 40Hz σε αθλούμενες και μη αθλούμενες γυναίκες, δεν παρατήρησε επίσης καμία μεταβολή στην απόδοση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας των νεαρών γυναικών. Τέλος, σε μία έρευνα που πραγματοποίησαν ο Bullock και οι συνεργάτες του (2008), εξετάστηκε η επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση (4mm, 30Hz και 3min) στην κατακόρυφη αλτικότητα νεαρών αθλητών υψηλού επιπέδου του έλκηθρου κατάβασης (bobsled). Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν έδειξαν καμία μεταβολή της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας των αθλητών (τόσο για το άλμα από ημικάθισμα όσο και για το άλμα με αντίθετη κίνηση).

Από την άλλη πλευρά, διαφορετικά ήταν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας με εκείνα του Rittweger και των συνεργατών του (2000), οι οποίοι παρατήρησαν μείωση έως και 9,1% της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας νεαρών ανδρών και γυναικών, μετά από την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης (1.05cm, 26Hz). Οι ε-

ξεταζόμενοι ήταν τοποθετημένοι πάνω στην πλατφόρμα, στάσιμοι τα πρώτα 30s, φορώντας μία ζώνη που ζύγιζε το 35-40% του σωματικού τους βάρους και στη συνέχεια εκτελούσαν ημικάθισμα μέχρι να επέλθει η εξάντλησή τους. Το παραπάνω αποτέλεσμα πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι μετά την έκθεση των εξεταζομένων σε ολόσωμη δόνηση μέχρι την εξάντλησή τους και σε συνδυασμό με την επιπλέον επιβάρυνση, η κόπωση που επήλθε οδήγησε σε χαμηλότερη απόδοση από την αρχική. Μείωση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας 114 νεαρών ανδρών και γυναικών παρατήρησε και ο Artero και οι συνεργάτες του (2007), η οποία επανήλθε στα αρχικά επίπεδα λίγα λεπτά μετά τη διακοπή της άσκησης. Το πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε περιελάμβανε 3 διαφορετικές ασκήσεις πάνω στην πλατφόρμα δόνησης, με τα εξής στοιχεία επιβάρυνσης: εύρος μετατόπισης 6mm, συχνότητα 20-30Hz και διάρκεια 90-120s.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας διαφέρουν επίσης από εκείνα του Bosco και των συνεργατών του (2000), οι οποίοι εξέτασαν την επίδραση της δόνησης (4mm, 26Hz, 10min) στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα 14 ενεργά αθλούμενων ανδρών. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έδειξε αύξηση 4% για το άλμα με αντίθετη κίνηση. Επίσης, σύμφωνα με την Torvinen και τους συνεργάτες της (2002a), η κατακόρυφη αλτική ικανότητα (άλμα με αντίθετη κίνηση) 16 μη αθλούμενων ανδρών και γυναικών αυξήθηκε κατά 2.5% μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης με δόνηση (10mm, 15-30Hz, 4 min) και επανήλθε στα αρχικά της επίπεδα μετά το πέρας των 60min. Παρόμοια, οι Cochrane και Stannard (2005) εξέτασαν την άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στο κατακόρυφο άλμα. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 18 νεαρές παίκτριες χόκεϊ υψηλού επιπέδου, οι οποίες ακολούθησαν ένα πρόγραμμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (6mm, 26Hz, 5min). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας (8.1±5.8%). Σημαντική αύξηση στην κατακόρυφη αλτικότητα 9 νεαρών ανδρών, οι οποίοι ήταν προπονημένοι σε αθλήματα αντοχής, παρατήρησαν και ο Cormie και οι συνεργάτες του (2006), εφαρμόζοντας ένα πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης εύρους κίνησης 2.5mm, συχνότητας 30Hz και διάρκειας 30s. Επιπρόσθετα, οι Cardinale και Lim (2003), εξέτασαν την άμεση επίδραση δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης με έμφαση στη σύγκριση δύο διαφορετικών συχνότητων δόνησης στο κατακόρυφο άλμα και στην ευλυγισία. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 15 νεαρά άτομα, που συμμετείχαν σε φυσικές δραστηριότητες, χωρισμένοι σε δύο ομάδες: ομάδα υψηλής (40Hz, 4mm, 5x1min με 1min διάλειμμα) και ομά-

δα χαμηλής συχνότητας (20Hz, 4mm, 5x 1min με 1min διάλειμμα). Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων στην ομάδα χαμηλής συχνότητας παρατηρήθηκε αύξηση της τάξεως του 4% της κατακόρυφης αλτικότητας (άλμα από ημικάθισμα), ενώ στην ομάδα υψηλής συχνότητας παρατηρήθηκε μείωση και για το άλμα από ημικάθισμα (-3.8%) και για το άλμα με αντίθετη κίνηση (-3.6%).

Παρατηρείται ότι δεν έχει εξακριβωθεί ακόμη ποια παράμετρος της δόνησης διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στη μεταβολή της απόδοσης της κατακόρυφης αλτικότητας. Για παράδειγμα, δύο διαφορετικές μελέτες (Torvinen et al., 2002a; Torvinen et al., 2002b) που ακολούθησαν πρωτόκολλα άσκησης με ολόσωμη δόνηση, διάρκειας 4min (η πρώτη εύρους κίνησης 10mm και η δεύτερη 2mm) και αυξανόμενης συχνότητας, έδειξαν διαφορετικά αποτελέσματα. Στην πρώτη (Torvinen et al., 2002a), παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της κατακόρυφης αλτικότητας, ενώ στη δεύτερη (Torvinen et al., 2002b) δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή. Επίσης, δύο άλλες έρευνες (Cormie et al., 2006; Skidmore et al., 2007), ακολουθώντας πρωτόκολλα άσκησης με δόνηση ίδιας διάρκειας (30s) και διαφορετικής συχνότητας και εύρους κίνησης (30Hz, 2.5mm και 40Hz, 5mm αντίστοιχα), κατέληξαν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Στην πρώτη έρευνα παρατηρή-

θηκε αύξηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας, ενώ στη δεύτερη δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή αυτής. Σε μία διαφορετική έρευνα που πραγματοποίησαν οι Bazett-Jones, Finch, και Dugan, (2008), συγκρίθηκε η επίδραση της ολόσωμης δόνησης στην απόδοση στο άλμα με αντίθετη κίνηση μεταξύ νεαρών ανδρών και γυναικών. Ακολουθήθηκαν 5 πρωτόκολλα διάρκειας 45s (0Hz, 0mm για την ομάδα ελέγχου και 30Hz, 2-4mm; 40Hz, 2-4mm; 35Hz, 4-6mm και 50Hz, 4-6mm για την πειραματική ομάδα). Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η άσκηση με δόνηση επιδρά με διαφορετικό τρόπο στην κατακόρυφη αλτικότητα των ανδρών σε σύγκριση με τις γυναίκες.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ενισχύεται η άποψη ότι η ολόσωμη δόνηση δεν επηρεάζει άμεσα την κατακόρυφη αλτική ικανότητα των νεαρών γυναικών. Ωστόσο, στις διάφορες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί διεθνώς, παρουσιάζονται αντικρουόμενες απόψεις, γεγονός το οποίο δείχνει ότι η σύγκριση της επίδρασης διαφορετικών πρωτοκόλλων άσκησης με ολόσωμη δόνηση (εύρος κίνησης, συχνότητα, διάρκεια) στην ικανότητα της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας αποτελεί σημαντικό πεδίο μελλοντικής έρευνας.

Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η ολόσωμη δόνηση είναι μια νέα μορφή άσκησης, η οποία φαίνεται να επιδρά θετικά στην ανάπτυξη της ανθρώπινης απόδοσης. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η δόνηση επιδρά στους διάφορους μηχανισμούς του ανθρώπινου σώματος, θα βοηθήσει στον αποτελεσματικότερο και ασφαλέστερο σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης.

Βιβλιογραφία

- Artero, E., España-Romero, V., Ortega, F., Jiménez-Pavón, D., Carreño-Gálvez, F., Ruiz J., Gutiérrez, A., & Castillo, M. (2007). Use of whole-body vibration as a mode of warming up before counter movement jump. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 574-575.
- Bautmans, I., Van Hees, E.V., Lemper, J.C., & Mets, T. (2005). The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *Biomechanics Medicine Central Geriatrics*, 5, 1-8.
- Bazett-Jones, M., Finch, W., & Dugan L. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 144-150.
- Bosco, C. (1995). Αξιολόγηση της ταχυδύναμης. Θεσσαλονίκη: Σάλτο.
- Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., Colli, R., Tihanyi J., S.P. von Duvillard, & Viru, A. (1998). The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biology of sport*, 15, 157-164.
- Bosco, C., Colli, R., Intorini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J., & Viru, A. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology*, 19, 183-187.
- Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A., & Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal in Applied Physiology*, 8, 449-454.
- Bosco, C., Mognoni, P., & Luhtanen, P. (1983). Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European Journal of Applied Physiology*, 51, 357-364.
- Bullock, N., Martin, D., Ross, A., Rosemond, D.,

- Jordan, M., & Marino, F. (2008). Acute effects of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (4), 1371-1374.
- Cardinale, M., & Lim, J. (2003). The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Medicina dello Sport*, 56, 287-292.
- Cardinale, M., & Pope, M.H. (2003). The effects of whole body vibration on humans: Dangerous or advantageous? *Acta Physiologica Hungarica*, 90, 195-206.
- Cochrane, D., Legg, S., & Hooker M. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 828-832.
- Cochrane, D. & Stannard, S. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 860-865.
- Cormie, P., Deane R.S., Triplett N.T., & McBride J.M. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2), 257-261.
- Γεροδήμος, Β., Γιαννακός, Α., Μπλέτσου, Ε., Μάβου, Β, Ιωακειμίδης, Π., & Κέλλης, Σ. (2006). Σχέση κατακόρυφης αλτικότητας και ισοκινητικής ροπής δύναμης εκτεινόντων μυών του γονάτου και της ποδοκνημικής άρθρωσης σε καλαθοσφαιριστές αναπτυξιακών ηλικιών. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό*, 4 (3), 449-454.
- Delecluse, C., Roelants, M., & Verschueren, S. (2003). Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 1033-1041.
- Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F., & Di Salvo, V. (2006). The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85, 956-962.
- Jacobs, PL., & Burns, P. (2009). Acute enhancement of lower extremity dynamic strength and flexibility with whole body vibration. *Journal of strength and conditioning research*, 22, 1-7.
- Kerschman-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., & Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical Physiology*, 21, 377-382.
- Paradisis, G., & Zacharogiannis, E. (2007). Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 44-49.
- Rittweger, J., Beller, G., & Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*, 20 (2), 134-142.
- 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 & Functional Imaging*, 23, 81-86.
- Roelants, M., Delecluse, C., & Verschueren, S. (2004). Whole-Body-Vibration Training Increases Knee-Extension Strength and Speed of Movement in Older Women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52 (6), 901-908.
- Rønnestad, B. (2004). Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 839-845.
- Rubin, C., Turner, A.S., Bain, S., Mallinckrodt, C., & McLeod, K., (2001a). Anabolism. Low mechanical signals strengthen long bones. *Nature*, 412, 603-604.
- Rubin, C., Xu, G., & Judex, S. (2001b). The anabolic activity of bone tissue, suppressed by disuse, is normalized by brief exposure to extremely low magnitude mechanical stimuli. *The Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*, 15, 2225-2229.
- Rubin, C. (2002). Quantity and quality of trabecular bone in the femur are enhanced by a strongly anabolic, noninvasive mechanical intervention. *Journal of Bone & Mineral Research*, 17, 349-357.
- Skidmore, E., Stoutenberg, M., Webb, V., Serravite, D., & Signorile, J. (2007). Acute Effects of Whole Body Vibration on Vertical Jump Performance and Related Muscle Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (5), Supplement May p S300.
- Stevenson, D. (2005). *Whole-body vibration and its effects on electromechanical delay and vertical jump performance*. Unpublished master dissertation, Brigham Young University, Provo.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L.N., Jarvinen, M., Oja, P., & Vuori, I. (2002a). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clinical Physiology & Functional*

tional Imaging, 22, 145-152.

Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., & Kannus, P. (2002b). Effect of a 4-min Vertical Whole Body Vibration on Muscle Performance and Body Balance. *International journal of sports medicine*, 23, 374-379.

Torvinen, S. (2003). Effect of whole body vibration on muscular performance, balance, and bone. Unpublished academic dissertation, Universi-

ty of Tampere, Finland.

Ward, K., Alsop, C., Caulton, J., Rubin, C., Adams, J., & Mughal, Z. (2004). Low magnitude mechanical loading is osteogenic in children with disabling conditions. *Journal of Bone & Mineral Research*, 19, 360-369.

Yue, Z., & Mester, J. (2007). On the cardiovascular effects of whole body vibration. Part I. Longitudinal effects: hydrodynamic analysis. *Studies in Applied Mathematics*, 119, 95-109.

