

## Η Άμεση Επίδραση Της Άσκησης με Ολόσωμη Δόνηση Διαφορετικών Συχνοτήτων και Διαφορετικού Εύρους Μετατόπισης στην Καρδιακή Συχνότητα

Βασίλης Γεροδήμος, Κωνσταντίνα Καρατράντου, Δήμητρα Ψύχου,  
Στέργιος Τραπότσης, Θεοδώρα Βασιλοπούλου, & Γιάννης Χριστόπουλος  
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

### Περίληψη

Η ολόσωμη δόνηση είναι μια νέα μορφή άσκησης που χρησιμοποιείται τόσο για τη βελτίωση φυσικών ικανοτήτων όσο και για την πρόληψη και αποκατάσταση παθήσεων. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει την άμεση επίδραση της αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης διαφορετικών συχνοτήτων και διαφορετικού εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα νεαρών γυναικών. Για την επίτευξη του πιο πάνω σκοπού πραγματοποιήθηκαν δύο μελέτες. Στην πρώτη μελέτη συμμετείχαν 20 γυναίκες, οι οποίες πραγματοποίησαν 3 πρωτόκολλα δόνησης, διάρκειας 6min, συχνότητας 25Hz και εύρους μετατόπισης 4, 6 και 8mm (ΠΔ4, ΠΔ6, ΠΔ8, αντίστοιχα) και ένα πρωτόκολλο ελέγχου (ΠΕ). Στη δεύτερη μελέτη, στην οποία συμμετείχαν 20 γυναίκες, πραγματοποιήθηκαν 4 πρωτόκολλα δόνησης, διάρκειας 6min, συχνότητας 15, 20, 25 και 30Hz (ΠΔ15, ΠΔ20, ΠΔ25, ΠΔ30, αντίστοιχα) και σταθερού εύρους μετατόπισης 6mm και ένα πρωτόκολλο ελέγχου (ΠΕ). Όλα τα πρωτόκολλα πραγματοποιήθηκαν σε πλατφόρμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης. Η καρδιακή συχνότητα των νεαρών γυναικών καταγράφηκε πριν και αμέσως μετά το πέρας των πρωτοκόλλων (δόνησης και ελέγχου). Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με δυο παράγοντες (ομάδα x χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες και η ανάλυση του Tukey, όπου αυτή ήταν απαραίτητη. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, στην πρώτη μελέτη, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας στα ΠΔ4, ΠΔ6, ΠΔ8 και ΠΕ (32.93, 48.64, 64.58, 23.35%, αντίστοιχα). Στη δεύτερη μελέτη παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας στα ΠΔ15, ΠΔ20, ΠΔ25, ΠΔ30 και ΠΕ (36.72, 41.57, 54.39, 53.68, 41.11% αντίστοιχα). Συμπερασματικά, η ολόσωμη δόνηση αύξησε την καρδιακή συχνότητα των νεαρών γυναικών. Επιπρόσθετα, φάνηκε ότι τόσο το εύρος μετατόπισης όσο και η συχνότητα επηρεάζουν το εύρος της αύξησης αυτής. Πιο συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος μετατόπισης τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση της καρδιακής συχνότητας, ενώ η συχνότητα δόνησης φαίνεται να είναι αποτελεσματική πάνω από τα 25Hz. Τα πρωτόκολλα με υψηλή συχνότητα δόνησης (25 και 30Hz) και μεγάλο εύρος μετατόπισης (8mm) είναι πιο αποτελεσματικά στην αύξηση της καρδιακής συχνότητας των νεαρών γυναικών.

Λέξεις κλειδιά: *αμφίπλευρη δόνηση, στοιχεία επιβάρυνσης, δοσολογία προπόνησης, νεαρές γυναίκες*

### The Acute Effects of Different Whole-Body Vibration Amplitudes and Frequencies on Heart Rate

Vassilis Gerodimos, Konstantina Karatrantou, Dimitra Psychou,  
Stergios Trapotsis, Theodora Vasilopoulou, & Ioannis Christopoulos

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

### Abstract

Whole-body vibration (WBV) is a new type of exercise that has been emerged in sports training and rehabilitation during the last decade. The purpose of the present study was to investigate the effects of amplitude and frequency of a single bout of WBV, using side-to-side alternating vertical sinusoidal vibration, on heart rate. In the amplitude study, twenty females performed three vibration protocols (VPs) for 6 min

at frequency of 25Hz and amplitudes of 4, 6, and 8mm and one control protocol (CP). In the frequency study, twenty females performed four VPs at 6mm amplitude and frequencies of 15, 20, 25, and 30Hz and one CP. All protocols were performed on a side-to-side alternating vibration plate. Heart rate was measured before and immediately post. A two-Way analysis of variance (group x time) with repeated measures on both factors and Tukey's post-hoc analysis were used to analyze the data. In the amplitude study, HR increased ( $p<.01$ ) immediately-post in VP4, VP6, VP8, CP (32.93, 48.64, 64.58, 23.35%, respectively) vs. pre-vibration. In the frequency study, HR increased ( $p<.01$ ) immediately-post in VP15, VP20, VP25, VP30, CP (36.72, 41.57, 54.39, 53.68, 41.11%, respectively) vs. pre-vibration. In conclusion, a single WBV bout using a side-to-side alternating vibration plate may increase heart rate of young women. There were significant effects of amplitude and frequency on HR. The larger amplitude was associated with higher heart rate, whereas the frequency was found to be effective above 25Hz. VPs using loading parameters of 8mm amplitude and 25-30Hz frequency resulted in the greatest HR increase of young women.

Key words: *side-to-side alternating vibration, loading parameters, dose-response, young women*

---

## Εισαγωγή

Η ολόσωμη δόνηση (WBV) αποτελεί ένα μηχανικό ερέθισμα που χαρακτηρίζεται από ταλάντωση. Τα κύρια στοιχεία επιβάρυνσης της άσκησης με WBV είναι: η συχνότητα και το εύρος μετατόπισης (Cardinale & Pope, 2003; Cardinale & Wakeling, 2005). Η δόνηση μεταφέρεται στο ανθρώπινο σώμα μέσω ειδικών συσκευών, τις πλατφόρμες δόνησης, και ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς της στο σώμα διακρίνεται σε αμφίπλευρη και κατακόρυφη (Luo, McNamara, & Moran, 2005). Στις έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, οι επιδράσεις της άσκησης με ολόσωμη δόνηση (WBV) στον άνθρωπο, διαχωρίζονται σε άμεσες και σε μακρόχρονες.

Οι έρευνες σχετικά με τη μακρόχρονη επίδραση της άσκησης με WBV αναφέρουν βελτίωση της κινητικότητας (Fagnani, Giombini, Di Cesare, Pigozzi, & Di Salvo, 2006), της λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος (Bogaerts et al., 2009), της ισορροπίας και της ικανότητας βάρδισης κυρίως σε ηλικιωμένα άτομα (Bogaerts, Verschueren, Delecluse, Claessens & Boonen, 2007; Bruyere et al., 2005; Kawanabe et al., 2007). Τα αποτελέσματα όσον αφορά στη δύναμη και την ισχύ είναι αντικρουόμενα. Άλλες έρευνες υποστηρίζουν βελτίωση (Delecluse, Roelants, & Verschueren, 2003; Fagnani et al., 2006; Raimundo, Gusi, & Tomas-Carus, 2009; Roelants, Delecluse, Goris & Verschueren, 2004) και άλλες καμία επίδραση (de Ruiter, Van Raak, Schilperoort, Hollander, & De Haan, 2003; Kvorning, Bagger, Caserotti, & Madsen, 2006; Raimundo et al., 2009).

Για τις άμεσες επιδράσεις της άσκησης με WBV, στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί: αύξηση της κινητικότητας (Cochrane & Stannard, 2005; Gerodimos et al., 2010; Jacobs & Burns, 2009; Καρατράντου, Γεροδήμος, Σωτηριάδης, Χάνου, & Παπαϊωάννου, 2008), αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος (Kerschman et al., 2001; Lythgo, Eser, Groot & Galea, 2009), καθώς και καρδιαγγειακές (Cochrane et al., 2008a; Rittweger, Beller & Felsenberg, 2000; Rittweger et al., 2002; Rittweger, Schiessl, & Felsenberg, 2001) και ορμονικές μεταβολές (Bosco et al., 2000; Di Loreto et al., 2004; Fricke et al., 2009). Αντικρουόμενα είναι τα αποτελέσματα όσον αφορά στη δύναμη και την ισχύ, με μελέτες να αναφέρουν αύξησή τους (Adams et al., 2009; Cormie, Deane, Triplett & McBride, 2006; Jacobs & Burns, 2009), μείωση (de Ruiter, van der Linden, van der Zijden, Hollander, & de Haan, 2003; Erskine, Smillie, Leiper, Ball, & Cardinale, 2007; Rittweger et al., 2000) ή και καμία επίδραση (Bullock et al., 2008; Cochrane, Stannard, Sargeant, & Rittweger, 2008b; Gerodimos et al., 2010; Πιοπρίκου και συν., 2009; Ronnetsad, 2009a).

Όσον αφορά στις άμεσες επιδράσεις της άσκησης με WBV στην καρδιακή συχνότητα, τόσο σε νεαρά όσο και σε ηλικιωμένα άτομα, οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί κατέληξαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Οι Bogaerts et al. (2009), Cardinale, Leiper, Erskine, Milroy, και Bell (2006), Cochrane et al. (2008b), Jacobs και Burns (2009) και Rittweger et al. (2000), μετά την εφαρμογή άσκησης με ολόσωμη δόνηση σε πλατφόρμες τόσο αμφίπλευρης όσο και κατακόρυφης δόνησης (συχνότητα: 25-40Hz, εύρος μετατόπισης: 1.5-6mm, διάρκεια: από 2min μέχρι εξάντλησης, στατικές και δυναμικές ασκήσεις των κάτω άκρων), παρατήρησαν αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Αντίθετα άλλοι ερευνητές, μετά την εφαρμογή άσκησης με ολόσωμη δόνηση σε πλατφόρμες τόσο αμφίπλευρης όσο και κατακόρυφης δόνησης (συχνότητα: 15-45Hz, εύρος μετατόπισης: 2-5mm, διάρκεια: 3-15min, στατικές και δυναμικές ασκήσεις των κάτω άκρων), δεν παρατήρησαν καμία μεταβολή της καρδιακής συχνότητας

(Hazell, Thomas, DeGuire, & Lemon, 2008; Kerschman-Schindl et al., 2001; Otsuki et al., 2008; Yamada et al., 2005).

Τα παραπάνω αντικρουόμενα αποτελέσματα πιθανόν να οφείλονται σε διάφορους παράγοντες, που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στις φυσικές ικανότητες, όπως ο τρόπος μεταφοράς της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα (κατακόρυφα ή αμφίπλευρα), το φύλο (Bazett-Jones, Finch, & Dugan, 2008), η ηλικία (Cochrane et al., 2008a), το αρχικό επίπεδο φυσικής κατάστασης των συμμετεχόντων (Ronnestad, 2009a; Ronnestad, 2009b), και κυρίως το πρωτόκολλο άσκησης (συχνότητα, εύρος μετατόπισης, διάρκεια) (Adams et al., 2009; Da Silva et al., 2006; Stewart, Cochrane, & Morton, 2009).

Σύμφωνα με τους Bazett-Jones et al. (2008) και Crewther, Cronin, & Keogh (2004), η αλληλεπίδραση συχνότητας δόνησης και εύρους μετατόπισης καθώς και οι διαφορετικοί συνδυασμοί αυτών των δύο καθορίζουν την προπονητική επιβάρυνση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση. Στη διεθνή βιβλιογραφία βρέθηκε μικρός αριθμός μελετών οι οποίες εξέτασαν την άμεση επίδραση διαφορετικών συχνότητων και διαφορετικού εύρους μετατόπισης, κυρίως, στις ικανότητες της δύναμης, της ισχύος και της κινητικότητας (Adams et al., 2009; Bazett-Jones et al., 2008; Cardinale & Lim, 2003; Da Silva et al., 2006; Gerodimos et al., 2010; Ronnestad, 2009a; Ronnestad, 2009b).

Όσον αφορά στην καρδιακή συχνότητα βρέθηκαν μόνο δύο έρευνες (Cardinale et al., 2006; Lythgo et al., 2009), οι οποίες εξέτασαν την άμεση επίδραση διαφορετικών πρωτοκόλλων άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην ίδια μελέτη. Ο Cardinale και οι συνεργάτες του (2006) εξέτασαν την επίδραση του εύρους μετατόπισης, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης, χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά εύρη μετατόπισης (1.5 και 3mm). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης του Cardinale και των συνεργατών του (2006) η αύξηση της καρδιακής συχνότητας που παρατηρήθηκε ήταν ανεξάρτητη από το διαφορετικό εύρος μετατόπισης (1.5 ή 3mm) που χρησιμοποιήθηκε. Ο Lythgo και οι συνεργάτες του (2009) εξέτασαν την επίδραση του εύρους μετατόπισης (2.5mm ή 4.5mm) και την επίδραση της συχνότητας δόνησης στην καρδιακή συχνότητα και στη ροή αίματος νεαρών αντρών χρησιμοποιώντας έξι διαφορετικές συχνότητες (5-30Hz), σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης. Όσον αφορά στο εύρος μετατόπισης οι ερευνητές αναφέρουν υψηλότερη επίδραση της δόνησης στην καρδιακή συχνότητα, μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου με το μεγαλύτερο εύρος μετατόπισης (4.5mm). Σχετικά με την επίδραση της διαφορετικής συχνότητας δε γίνεται καμία αναφορά στη μελέτη όσον αφορά στην καρδιακή συχνότητα. Η μόνη αναφορά σχετικά με την επίδραση της συχνότητας δόνησης αναφέρεται στη ροής αίματος. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της ροής αίματος με τη σταδιακή αύξηση της συχνότητας δόνησης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί δύο έρευνες όσον αφορά στην άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση διαφορετικών συχνότητων ή/και διαφορετικού εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα, οι οποίες κατέληξαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Οι παραπάνω διαπιστώσεις οδήγησαν στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης, η οποία προσφέρει νέα στοιχεία όσον αφορά στην άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην καρδιακή συχνότητα, αλλά κυρίως όσον αφορά στον αποτελεσματικότερο και ασφαλέστερο συνδυασμό των χαρακτηριστικών της WBV, εξετάζοντας ένα μεγάλο εύρος συχνότητων και εύρους μετατόπισης, με στόχο τόσο τη βελτίωση της απόδοσης όσο και την προαγωγή της υγείας. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει την άμεση επίδραση της αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης διαφορετικών συχνότητων και διαφορετικού εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα νεαρών γυναικών.

## Μέθοδος και διαδικασία

### Δείγμα

Για να εξετασθεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση διαφορετικών συχνότητων και διαφορετικού εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα νεαρών γυναικών με φυσική δραστηριότητα πραγματοποιήθηκαν δυο μελέτες. Είκοσι νεαρές γυναίκες (ηλικία:  $20.55 \pm 1.61$  έτη, σωματική μάζα:  $59.33 \pm 5.54$  kg, ανάστημα:  $1.68 \pm 0.06$  m,  $\Delta MΣ$ :  $20.94 \pm 1.61$  kg/m<sup>2</sup>) έλαβαν μέρος εθελοντικά στην πρώτη μελέτη που εξέτασε την επίδραση του εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα. Στη δεύτερη μελέτη που εξέτασε την επίδραση της συχνότητας στην καρδιακή συχνότητα συμμετείχαν είκοσι νεαρές γυναίκες (ηλικία:  $20.3 \pm 2$  ετών, σωματική μάζα:  $59.88 \pm 7.51$  kg, ανάστημα:  $1.66 \pm 0.06$  m,  $\Delta MΣ$ :  $21.73 \pm 2.62$  kg/m<sup>2</sup>). Όλες οι δοκιμαζόμενες ήταν υγιείς φοιτήτριες που συμμετείχαν στα πρακτικά μαθήματα του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Επίσης οι ασκούμενες δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στην άσκηση με ολόσωμη δόνηση. Πριν την έναρξη της μελέτης οι συμμετέχουσες ενημερώθηκαν και υπέγραψαν σχετική φόρμα συγκατάθεσης για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Η παρούσα έρευνα εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του ΤΕΦΑΑ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

#### Πρωτόκολλο

Τα πρωτόκολλα άσκησης και ελέγχου πραγματοποιήθηκαν σε πλατφόρμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness, Novotec, Germany). Οι συμμετέχουσες στέκονταν όρθιες πάνω στην πλατφόρμα με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα στις 10°, χωρίς παπούτσια (για να αποφευχθεί η απορρόφηση της δόνησης), φορώντας αντιολισθητικές κάλτσες. Οι συμμετέχουσες της πρώτης μελέτης πραγματοποίησαν τρία πρωτόκολλα δόνησης, με συχνότητα 25Hz και εύρος μετατόπισης 4, 6 και 8mm (ΠΔ4, ΠΔ6, ΠΔ8) και ένα πρωτόκολλο ελέγχου (ΠΕ) διάρκειας 6min. Η δεύτερη μελέτη περιλάμβανε τέσσερα πρωτόκολλα δόνησης, με συχνότητες 15, 20, 25 και 30Hz (ΠΔ15, ΠΔ20, ΠΔ25, ΠΔ30) και σταθερό εύρος μετατόπισης 6mm και ένα πρωτόκολλο ελέγχου (ΠΕ) διάρκειας 6min. Η συχνότητα στο πρώτο λεπτό ανέβαινε σταδιακά και παρέμενε σταθερή για τα επόμενα 5min (Gerodimos et al., 2010; Jacobs & Burns, 2009). Το εύρος μετατόπισης ορίστηκε ως η απόσταση μεταξύ των δύο ποδιών (peak-to-peak displacement). Στα πρωτόκολλα ελέγχου οι ασκούμενες στέκονταν στην ίδια θέση πάνω στην πλατφόρμα για 6min χωρίς όμως να εφαρμόζεται δόνηση. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία επιβάρυνσης των πρωτοκόλλων της πρώτης και της δεύτερης μελέτης.

**Πίνακας 1.** Στοιχεία επιβάρυνσης των πρωτοκόλλων δόνησης και ελέγχου της πρώτης και της δεύτερης μελέτης.

Μελέτη 1				
Στοιχεία επιβάρυνσης	Πρωτόκολλα			
	ΠΔ4*	ΠΔ6*	ΠΔ8*	ΠΕ†
Συχνότητα (Hz)	25	25	25	0
Εύρος μετατόπισης (mm)	4	6	8	0
Διάρκεια (min)	6	6	6	6

Μελέτη 2					
Στοιχεία επιβάρυνσης	Πρωτόκολλα				
	ΠΔ15#	ΠΔ20#	ΠΔ25#	ΠΔ30#	ΠΕ†
Συχνότητα (Hz)	15	20	25	30	0
Εύρος μετατόπισης (mm)	6	6	6	6	0
Διάρκεια (min)	6	6	6	6	6

\*ΠΔ4, ΠΔ6, ΠΔ8: πρωτόκολλα δόνησης με εύρος μετατόπισης 4, 6 και 8mm, αντίστοιχα, #ΠΔ15, ΠΔ20, ΠΔ25, ΠΔ30: πρωτόκολλα δόνησης με συχνότητα 15, 20, 25 και 30Hz, αντίστοιχα και †ΠΕ: πρωτόκολλο ελέγχου.

#### Μέτρηση καρδιακής συχνότητας

Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας γινόταν με τη χρήση ενός καρδιοσφυγμόμετρου (Polar RS400, Finland), το οποίο τοποθετούνταν στις ασκούμενες πριν την έναρξη του κάθε πρωτοκόλλου. Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας γινόταν κάθε φορά πριν και αμέσως μετά τη λήξη κάθε πρωτοκόλλου (δόνησης και ελέγχου). Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε η ποσοστιαία μεταβολή της καρδιακής συχνότητας.

#### Διαδικασία

Πριν την έναρξη της έρευνας πραγματοποιήθηκε στο Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ενημέρωση και εξοικείωση των συμμετεχόντων με το μηχάνημα άσκησης. Επίσης, την ίδια μέρα πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των σωματομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος.

Πριν την εφαρμογή των πρωτοκόλλων δεν πραγματοποιήθηκε προθέρμανση, για να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματα της μελέτης (Cochrane & Stannard, 2005). Η καρδιακή συχνότητα των ασκούμενων μετρήθηκε πριν και αμέσως μετά τη λήξη του κάθε πρωτοκόλλου (άσκησης και ελέγχου). Τα πρωτόκολλα άσκησης και ελέγχου πραγματοποιήθηκαν με τυχαία σειρά από το δείγμα. Μεταξύ των

πρωτοκόλλων μεσολαβούσε διάστημα 1 εβδομάδας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την ίδια ώρα της ημέρας, για να μην υπάρχουν διαφοροποιήσεις σε ό, τι αφορά στους ημερήσιους βιορυθμούς.

*Στατιστική ανάλυση*

Για να εξετασθεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση διαφορετικών συχνοτήτων και διαφορετικού εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα πριν και αμέσως μετά το πέρας της άσκησης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακόμανσης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA, πρωτόκολλο x χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιπρόσθετα, για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των πρωτοκόλλων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κατά Tukey, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < .05$ .

**Αποτελέσματα**

*Εύρος μετατόπισης*

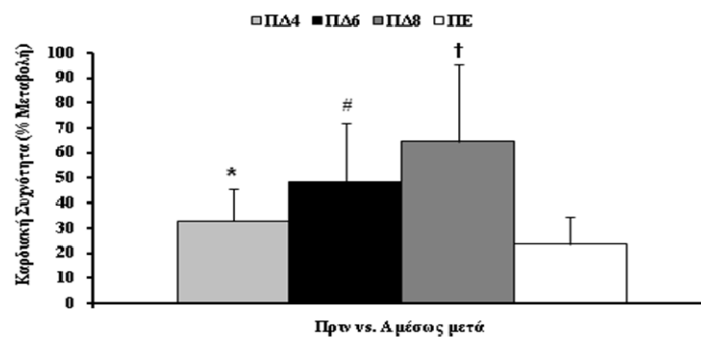
Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πρώτης μελέτης, προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «πρωτόκολλο» και «χρόνος» ( $F_{3,57}=26.97, p < .001$ ) στην καρδιακή συχνότητα των νεαρών γυναικών. Σε όλα τα πρωτόκολλα (δόνησης και ελέγχου) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης ( $p < .01$ ). Συγκεκριμένα η καρδιακή συχνότητα των νεαρών γυναικών αυξήθηκε μετά τη λήξη κάθε πρωτοκόλλου 32.93%, 48.64%, 64.58% και 23.35% για τα ΠΔ4, ΠΔ6, ΠΔ8 και ΠΕ, αντίστοιχα.

Όσον αφορά στις διαφορές μεταξύ των πρωτοκόλλων, η αρχική μέτρηση δε διέφερε στατιστικά σημαντικά. Αντίθετα στη δεύτερη μέτρηση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων ( $p < .01$ ). Συγκεκριμένα, τα ΠΕ και ΠΔ4 διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα ΠΔ6 και ΠΔ8 ( $p < .01$ ), τα οποία παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ( $p < .01$ ). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές της καρδιακής συχνότητας των νεαρών γυναικών ανά πρωτόκολλο και μέτρηση.

**Πίνακας 2.** Η απόδοση των νεαρών γυναικών στην καρδιακή συχνότητα ανά πρωτόκολλο και μέτρηση (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Πρωτόκολλα	Καρδιακή Συχνότητα (beats/min)	
	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση
ΠΔ4*	79.40 ± 11.81	104.65 ± 11.37†
ΠΔ6*	78.20 ± 9.15	115.55 ± 18.58‡§
ΠΔ8*	80.60 ± 10.62	130.75 ± 19.07‡§
ΠΕ#	79.10 ± 8.22	97.15 ± 9.50†

\*ΠΔ4, ΠΔ6, ΠΔ8: πρωτόκολλα δόνησης με εύρος μετατόπισης 4, 6 και 8mm, αντίστοιχα, #ΠΕ: πρωτόκολλο ελέγχου, † $p < .001$  μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης, ‡ $p < .001$  μεταξύ των πρωτοκόλλων.



**Σχήμα 1.** Ποσοστιαία μεταβολή της καρδιακής συχνότητας των νεαρών γυναικών στα πρωτόκολλα: δόνησης με εύρος μετατόπισης 4mm (ΠΔ4), 6mm (ΠΔ6), 8mm (ΠΔ8) και ελέγχου (ΠΕ). \* $p < .01$  με ΠΔ6, ΠΔ8 & ΠΕ, ‡ $p < .01$  με ΠΔ8 & ΠΕ, † $p < .01$  με ΠΕ

Σχετικά με την ποσοστιαία μεταβολή της καρδιακής συχνότητας, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων ( $F_{3,57}=22.80, p<.001$ , Σχήμα 1). Συγκεκριμένα, το ΠΕ διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα ΠΔ4, ΠΔ6 και ΠΔ8, τα οποία παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

*Συχνότητα*

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της δεύτερης μελέτης, προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «πρωτόκολλο» και «χρόνος» ( $F_{4,76} = 7.30, p<.001$ ) στην καρδιακή συχνότητα των νεαρών γυναικών. Σε όλα τα πρωτόκολλα (δόνησης και ελέγχου) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης ( $p<.01$ ). Συγκεκριμένα η καρδιακή συχνότητα των νεαρών γυναικών αυξήθηκε μετά τη λήξη κάθε πρωτοκόλλου 36.72%, 41.57%, 54.39%, 53.68% και 41.11% για τα ΠΔ15, ΠΔ20, ΠΔ25, ΠΔ30 και ΠΕ, αντίστοιχα.

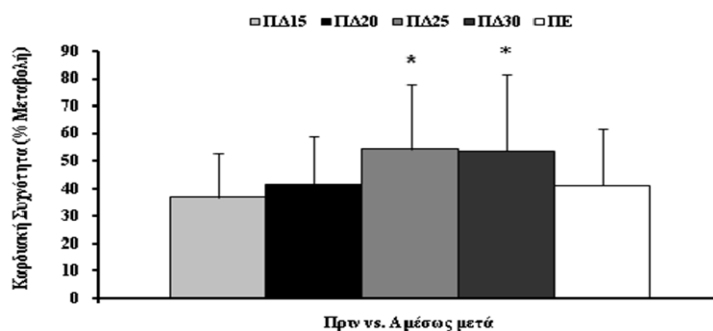
Όσον αφορά στις διαφορές μεταξύ των πρωτοκόλλων, η αρχική μέτρηση δε διέφερε στατιστικά σημαντικά. Αντίθετα στη δεύτερη μέτρηση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων ( $p<.01$ ). Συγκεκριμένα, τα ΠΕ και ΠΔ15 διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα ΠΔ25 και ΠΔ30 ( $p<.01$ ), ενώ το ΠΔ20 παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο με το ΠΔ30 ( $p<.01$ ). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές καρδιακής συχνότητας των νεαρών γυναικών ανά πρωτόκολλο και μέτρηση.

Επίσης, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων στην ποσοστιαία μεταβολή της καρδιακής συχνότητας ( $F_{4,76}=5.52, p<.01$ , Σχήμα 2). Συγκεκριμένα, τα ΠΕ, ΠΔ15, ΠΔ20 διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα ΠΔ25 και ΠΔ30.

**Πίνακας 3.** Η απόδοση των νεαρών γυναικών στην καρδιακή συχνότητα ανά πρωτόκολλο και μέτρηση (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Πρωτόκολλα	Καρδιακή Συχνότητα (beats/min)	
	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση
ΠΔ15*	77.90 ± 8.18	105.85 ± 12.39 <sup>§</sup>
ΠΔ20*	76.90 ± 9.14	108.05 ± 12.28 <sup>§</sup>
ΠΔ25*	74.75 ± 10.74	114.60 ± 19.38 <sup>‡</sup>
ΠΔ30*	79.65 ± 10.31	121.15 ± 20.89 <sup>‡</sup>
ΠΕ#	73.10 ± 13.39	101.65 ± 15.59 <sup>§</sup>

\*ΠΔ15, ΠΔ20, ΠΔ25, ΠΔ30: πρωτόκολλο δόνησης με συχνότητα 15, 20, 25 και 30Hz, αντίστοιχα, #ΠΕ: πρωτόκολλο ελέγχου, <sup>§</sup> $p<.001$  μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης, <sup>‡</sup> $p<.001$  με ΠΕ και ΠΔ15, <sup>‡</sup> $p<.001$  με ΠΕ, ΠΔ15 και ΠΔ20.



**Σχήμα 2.** Ποσοστιαία μεταβολή της καρδιακής συχνότητας των νεαρών γυναικών στα πρωτόκολλα: δόνησης με συχνότητα 15Hz (ΠΔ15□), 20Hz (ΠΔ20■), 25Hz (ΠΔ25▒), 30Hz (ΠΔ30▓) και ελέγχου (ΠΕ□). \* $p<.01$  με ΠΕ, ΠΔ15, ΠΔ20

**Συζήτηση**

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση διαφορετικών συχνοτήτων και διαφορετικού εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα νεαρών γυναικών.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση (32.93-64.58%) της καρδιακής συχνότητας μετά την εφαρμογή διαφόρων πρωτοκόλλων άσκησης με ολόσωμη δόνηση (WBV). Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να τονιστεί είναι ότι όσο μεγαλύτερο ήταν το εύρος μετατόπισης που χρησιμοποιήθηκε τόσο μεγαλύτερη ήταν η αύξηση της καρδιακής συχνότητας που παρατηρήθηκε. Όσον αφορά στη συχνότητα δόνησης, φαίνεται ότι αυτή ήταν αποτελεσματική (τιμές πάνω από τα 25 Hz) για την αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη, στη βιβλιογραφία στην οποία εξετάστηκε η άμεση επίδραση διαφόρων πρωτοκόλλων άσκησης με αμφίπλευρη ολόσωμη δόνηση στην καρδιακή συχνότητα νεαρών γυναικών, σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων και εύρους μετατόπισης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με αυτά των Bogaerts et al. (2009), Cardinale et al. (2006), Cochrane et al. (2008b), Jacobs και Burns (2009) και Rittweger et al. (2000), που αναφέρουν αύξηση της καρδιακής συχνότητας τόσο σε νεαρά όσο και σε ηλικιωμένα άτομα, με την εφαρμογή διαφόρων πρωτοκόλλων άσκησης με WBV. Συγκεκριμένα, οι Cochrane et al. (2008b), οι Jacobs και Burns (2009) και ο Rittweger et al. (2000) πραγματοποίησαν άσκηση σε πλατφόρμα αμφίπλευρης WBV (συχνότητα: 26Hz, διάρκεια: από 6min μέχρι εξάντλησης, στατικές και δυναμικές ασκήσεις) και παρατήρησαν αύξηση της καρδιακής συχνότητας νεαρών ανδρών και γυναικών. Σύμφωνα με τους συγγραφείς των παραπάνω μελετών η αύξηση της καρδιακής συχνότητας που παρατηρήθηκε μετά την εφαρμογή πρωτοκόλλων άσκησης με WBV ήταν μικρότερη από αυτή που παρατηρήθηκε μετά από άσκηση σε στατικό ποδήλατο. Παρόμοια, ο Bogaerts και οι συνεργάτες του (2009) εφάρμοσαν δύο πρωτόκολλα άσκησης (παραδοσιακό vs. δυναμικό πρόγραμμα) σε πλατφόρμα κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης και παρατήρησαν αύξηση της καρδιακής συχνότητας, σε ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες, και στα δύο πρωτόκολλα. Ωστόσο, η ποσοστιαία μεταβολή της καρδιακής συχνότητας ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στο δυναμικό πρωτόκολλο άσκησης με WBV, συγκριτικά με το παραδοσιακό πρωτόκολλο.

Αντίθετα τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαφοροποιούνται από αυτά των Hazell et al. (2008), Kersch-Schindl et al. (2001), Otsuki et al. (2008) και Yamada et al. (2005), οι οποίοι δεν παρατήρησαν καμία μεταβολή στην καρδιακή συχνότητα μετά την εφαρμογή διαφόρων πρωτοκόλλων άσκησης με ολόσωμη δόνηση. Πιο αναλυτικά στις έρευνες των Hazell et al. (2008) και Otsuki et al. (2008) δε διαπιστώθηκε καμία μεταβολή στην καρδιακή συχνότητα νεαρών ανδρών μετά την εφαρμογή άσκησης σε πλατφόρμα κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης (συχνότητα: 26-45Hz, εύρος μετατόπισης: 2-4mm, διάρκεια: 10-15min). Παρόμοια ο Kersch-Schindl et al. (2001) και Yamada et al. (2005), οι οποίοι εφάρμοσαν πρωτόκολλα άσκησης σε πλατφόρμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (συχνότητα: 15-26Hz, εύρος μετατόπισης: 3-5mm, διάρκεια: 3-9min, δυναμικές ασκήσεις) δεν παρατήρησαν καμία μεταβολή στην καρδιακή συχνότητα νεαρών ανδρών και γυναικών.

Ένας παράγοντας που πιθανόν ευθύνεται για τα αντικρουόμενα αποτελέσματα, σχετικά με την άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην καρδιακή συχνότητα, είναι το φύλο των συμμετεχόντων. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψε ότι στις περισσότερες από τις μελέτες που έλαβαν μέρος μόνο άντρες (Hazell et al., 2008; Otsuki et al., 2008; Yamada et al., 2005) δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της καρδιακής συχνότητας. Αντίθετα σε έρευνες όπου στο δείγμα συμμετείχαν και γυναίκες παρατηρήθηκε αύξηση της καρδιακής συχνότητας μετά την εφαρμογή άσκησης με ολόσωμη δόνηση (Bogaerts et al., 2009; Cochrane et al., 2008; Jacobs & Burns, 2009; Rittweger et al., 2000). Φαίνεται ότι οι γυναίκες παρουσιάζουν μεγαλύτερες προσαρμογές στην καρδιακή συχνότητα μετά την εφαρμογή πρωτοκόλλων άσκησης με ολόσωμη δόνηση. Η παρατήρηση αυτή χρήζει περαιτέρω διερεύνησης για να μπορέσουν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Όσον αφορά στην επίδραση διαφορετικών χαρακτηριστικών της άσκησης με ολόσωμη δόνηση, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας διαφοροποιούνται από αυτά του Cardinale και των συνεργατών του (2006), οι οποίοι εξέτασαν την άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση διαφορετικού εύρους μετατόπισης στην καρδιακή συχνότητα. Στη μελέτη των Cardinale et al. (2006) έλαβαν μέρος 9 νέοι άνδρες με φυσική δραστηριότητα (22 ετών), οι οποίοι πραγματοποίησαν τρία πρωτόκολλα: δύο δόνησης και ένα ελέγχου σε πλατφόρμα κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης. Τα πρωτόκολλα δόνησης περιλάμβαναν σταθερή συχνότητα (30Hz) και διαφορετικό εύρος μετατόπισης (1.5 vs. 3mm). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, σε όλα τα πρωτόκολλα (δόνησης και ελέγχου) παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Ωστόσο δεν παρατηρήθηκε επίδραση του διαφορετικού εύρους μετατόπισης. Το χαμηλότερο εύρος μετατόπισης (1.5 και 3mm) που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα των Cardinale et al. (2006) συγκριτικά με αυτό της παρούσας μελέτης (4, 6 και 8mm) πιθανόν να ευθύνεται για τα αντικρουόμενα αποτελέσματα.

Αντίθετα τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με αυτά του Lythgo και των συνεργατών του (2009), οι οποίοι εξέτασαν την άμεση επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη ολόσωμη δόνηση διαφορετικών συχνοτήτων (5-30Hz) και διαφορετικού εύρους μετατόπισης (2.5 vs. 4.5mm) στην καρδιακή συχνότητα και στη ροή αίματος νεαρών αντρών. Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης (Lythgo et al., 2009) προέκυψε ότι σε πρωτόκολλα με μεγάλο εύρος μετατόπισης (4.5mm) παρατηρήθηκε υψηλότερη καρδιακή συχνότητα, συγκριτικά με πρωτόκολλα άσκησης με ολόσωμη δόνηση στα οποία χρησιμοποιήθηκε μικρότερο εύρος μετατόπισης (2.5mm). Επιπρόσθετα, όσον αφορά στη ροή αίματος, ο Lythgo και οι συνεργάτες του (2009) παρατήρησαν ότι η σταδιακή αύξηση της συχνότητας δόνησης προκάλεσε μεγαλύτερη αύξηση της ροής αίματος. Φαίνεται ότι οι μελέτες που έγιναν σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης παρουσιάζουν διαφορετικά αποτελέσματα, συγκριτικά με την έρευνα του Cardinale και των συνεργατών του (2006) που πραγματοποιήθηκε σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης. Πιθανόν ο τρόπος μεταφοράς της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα (αμφίπλευρη vs. κατακόρυφη) αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που ευθύνεται για τα αντικρουόμενα αποτελέσματα. Η παρατήρηση αυτή ενισχύεται και από άλλους ερευνητές (Abercromby et al., 2007; Pel et al., 2009) που αναφέρουν ότι οι δύο μορφές ολόσωμης δόνησης (αμφίπλευρη vs. κατακόρυφη) προκαλούν διαφορετική μυϊκή ενεργοποίηση και πιθανόν διαφορετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Ωστόσο η παρατήρηση αυτή χρήζει περαιτέρω μελέτης προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Σύμφωνα με ερευνητές η αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια της άσκησης με ολόσωμη δόνηση πιθανόν σχετίζεται με την αυξημένη ροή αίματος. Η άσκηση με ολόσωμη δόνηση έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνει τη ροή αίματος (Kerschman-Schindl et al., 2001; Lythgo et al., 2009), που σύμφωνα με κάποιους ερευνητές σχετίζεται με την αυξημένη απελευθέρωση μονοξειδίου του αζώτου (NO). Συγκεκριμένα, οι Yue, Kleinoder, de Marees, Wahl και Mester (2007) υποθέτουν ότι κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση προκαλείται άτακτη κίνηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων μέσα στο αγγείο, με συνέπεια τη σύγκρουση μεταξύ τους, αλλά και στα τοιχώματα του αγγείου, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση μονοξειδίου του αζώτου (NO), μιας ουσίας που ενεργοποιεί την αγγειοδιαστολή. Η απελευθέρωση μονοξειδίου του αζώτου επιβεβαιώνεται από τη μελέτη των Sackner, Gummels, και Adams (2005), οι οποίοι αναφέρουν ότι η δόνηση μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα της σύνθεσης του μονοξειδίου του αζώτου.

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φάνηκε ότι η ολόσωμη δόνηση βελτίωσε σημαντικά την καρδιακή συχνότητα των νεαρών γυναικών. Επιπρόσθετα, από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προέκυψε ότι τα πρωτόκολλα με υψηλή συχνότητα δόνησης (25-30Hz) και μεγάλο εύρος μετατόπισης (8mm) είναι πιο αποτελεσματικά στη βελτίωση της καρδιακής συχνότητας.

### Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η δόνηση είναι μια νέα, πολύ δημοφιλής μορφή άσκησης, η οποία φαίνεται ότι αυξάνει την καρδιακή συχνότητα. Η κατανόηση του τρόπου που η άσκηση με ολόσωμη δόνηση επηρεάζει την καρδιακή συχνότητα θα οδηγήσει στο σχεδιασμό και την καθοδήγηση αποτελεσματικότερων και ασφαλέστερων προγραμμάτων άσκησης, με στόχο τόσο τη βελτίωση της απόδοσης όσο και την προαγωγή της υγείας. Η παρούσα μελέτη προσφέρει νέα στοιχεία όσον αφορά στον αποτελεσματικότερο συνδυασμό των χαρακτηριστικών της αμφίπλευρης WBV (συχνότητα και εύρος μετατόπισης) με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης.

### Βιβλιογραφία

- Abercromby, A.F.J., Amonette, W.E., Layne, C.S., McFarlin, B.K., Hinman, M.R., & Paloski, W.H. (2007). Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 1642-1650.
- Adams, J.B., Edwards, D., Serviette, D., Bedient, A.M., Huntsman, E., Jacobs, K.A., et al., (2009). Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximize power output following acute whole-body vibration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 237-245.
- Bazett-Jones, D.M., Finch, H.W., & Dugan, E.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.
- Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A., Troosters, T., Boonen, S., & Vershueren, S. (2009). Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age and Ageing*, 38, 448-454.
- Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, A.L., & Boonen, S. (2007). Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait and Posture*, 26, 309-316.
- Bosco, C., Lacovelli, M., Tarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., et al., (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 449-454.
- Bruyere, O., Wuidart, M.A., di Palma, E., Gourlay, M., Ethgen, O., Richy, F., et al., (2005). Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 303-307.
- Bullock, N., Martin, D.T., Ross, A., Rosemond, C.D., Jordan, M.J., & Marino, F.E. (2008). Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 22, 1371-1374.
- Cardinale, M., Leiper, J., Erskine, J., Milroy, M., & Bell, S. (2006). The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: a preliminary study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 26, 380-384.
- 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.
- Cardinale, M., & Wakeling, J. (2005). Whole-body vibration exercise: are vibrations good for you? *British Journal of Sports Medicine*, 39, 585-589.
- 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.
- Cochrane, D.J., Sartor, F., Winwood, K., Stannard, S.R., Narici, M.V., & Rittweger, J. (2008a). A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89, 815-821.
- Cochrane, D.J., Stannard, S.R., Sargeant, A.J., & Rittweger, J. (2008b). The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 441-448.
- Cormie, P., Deane R.S., Triplett N.T., & McBride J.M. (2006). Acute effects of whole-vibration on muscle activity, strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 257-261.
- Crewther, B., Cronin, J., & Keogh, J. (2004). Gravitational forces and whole body vibration: implications for prescription of vibratory stimulation. *Physical Therapy in Sport*, 5, 37-43.
- Da Silva, M., Nunez, V., Vaamonde, D., Fernandez, J., Poblador, M, Garcia- Manso, J., et al., (2006). Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance. *Biology of Sport*, 23, 267-282.
- De Ruyter, C. J., Van Raak, S. M., Schilperoort, J. V., Hollander, A. P., & De Haan A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *European Journal in Applied Physiology*, 90, 595-600.
- De Ruyter, C., van der Linden, R., van der Zijden, M., Hollander, A., & de Haan, A. (2003). Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric extensor force and rate of force rise. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 472-475.
- 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.
- Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., et al., (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of endocrinological investigation*, 27, 323-327.
- Erskine, J., Smillie, I., Leiper, J., Ball, D., & Cardinale, M. (2007). Neuromuscular and hormonal responses to a single session of whole-body vibration exercise in health young men. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 27, 242-248.
- 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.
- Fricke, O., Semler, O., Land, C., Beccard, R., Thoma, P., & Schoenau, E. (2009). Hormonal and metabolic responses to whole body vibration in healthy adults. *The Endocrinologist, 19*, 24-30.
- Gerodimos, V., Zafeiridis, A., Karatrantou, K., Vasilopoulou, T., Chanou, K., & Pispirikou, E. (2010). The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. *Journal of Science and Medicine in Sport, 13*, 438-443.
- Hazell, T.J., Thomas, G.W.R., DeGuire, J.R., & Lemon, P.W.R. (2008). Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *European Journal of Applied Physiology, 104*, 903-908.
- Jacobs, P.L. & Burns, P. (2009). Acute enhancement of lower-extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*, 51-57.
- Kanawabe, K., Kawashima, A., Sashimoto, I., Takeda, T., Sato, Y., & Iwamoto, J. (2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio Journal of Medicine, 56*, 28-33.
- Καρατράντου, Ν., Γεροδήμος, Β., Σωτηριάδης, Σ., Χάνου, Κ., & Παπαϊωάννου, Ε. (2008). Η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κινητικότητα του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό, 6*, 340-347.
- Kersch-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., et al., (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical Physiology, 21*, 377-382.
- Kvorning, T., Bagger, M., Caserotti, P., & Madsen, K. (2006). Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *European Journal of Applied Physiology, 96*, 615-625.
- Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine, 35*(1), 23-41.
- Lythgo, N., Eser, P., de Groot, P., & Galea, M. (2009). Whole-body vibration dosage alters leg blood flow. *Clinical Physiology & Functional Imaging, 29*, 53-59.
- Otsuki, T., Takanami, Y., Aoi, W., Kawai, Y., Ichikawa, H., & Yoshikawa, T. (2008). Arterial stiffness acutely decreases after whole-body vibration in humans. *Acta Physiologica, 194*, 189-194.
- Pel, J.J.M., Bagheri, J., Van Dam, L.M., Van Den Berg-Emons, H.J.G., Horemans, H.L.D., Stam, H.J., & van der Steen, J (2009). Platform accelerations of three different whole-body vibration devices and the transmission of vertical vibrations of the lower limbs. *Medical Engineering & Physics, 31*, 937-944.
- Πισπρικού, Ε., Γεροδήμος, Β., Καρατράντου, Κ., Χάνου, Κ., Παπαϊωάννου, Ε., & Κρίκη, Θ. (2009). Η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα νεαρών γυναικών. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή και τον Αθλητισμό, 7*, 161-170.
- Raimundo, A., Gusi, N., & Tomas-Carus, P. (2009). Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology, 106*, 741-748.
- Rittweger, J., Beller, G., & Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical Physiology, 20*, 134-142.
- Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K.A., & Felsenberg, D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: Influence of vibration frequency, amplitude and external load. *International Journal of Sports Medicine, 23*, 428-432.
- Rittweger, J., Schiessl, H., & Felsenberg, D. (2001). Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *European Journal of Applied Physiology, 86*, 169-173.
- Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M., & Verschueren, S. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *International Journal of Sports Medicine, 25*, 1-5.
- Rønnestad, B. (2009a). Acute effects of various whole body vibration frequencies on 1rm in trained and untrained subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*, 2068-2072.
- Rønnestad, B. (2009b). Acute effects of various whole-body vibration frequencies on

- lower-body power in trained and untrained subjects. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23, 1309-1315.
- Sackner, M.A., Gummels, E., & Adams, J.A. (2005). Nitric oxide is released into circulation with whole-body, periodic acceleration. *Chest*, 127, 30-39.
- Stewart, J. A., Cochrane, D. J., & Morton, R. H. (2009). Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 50-53.
- Yamada, E., Kusaka, T., Miyamoto, K., Tanaka, S., Morita, S., Tanaka, S., Tsuji, S., Mori, S., Norimatsu, H., & Itoh, S. (2005). Vastus lateralis oxygenation and blood volume measured by near-infrared spectroscopy during whole body vibration. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 25, 203-208.
- Yue, Z., Kleinoder, H., de Marees, M., Wahl, P., & Mester, J. (2007). On the cardiovascular effects of whole-body vibration. Part II. Lateral Effects: Statistical Analysis. *Studies in Applied Mathematics*, 119, 111-125.



**Υπεύθυνος έκδοσης:** Ελληνική Ακαδημία Φυσικής Αγωγής, **Υπεύθυνος συντακτικής επιτροπής:** Γιάννης Θεοδωράκης, **Συντάκτες:** Αγγελούσης Νίκος, Γεροδήμος Βασιλης, Ζήση Βασιλική, Κουρτέσης Θωμάς, Τζιαμούρτας Θανάσης. **Μέλη της συντακτικής επιτροπής:** Αλμπανίδης Ευάγγελος, Βλαχόπουλος Συμεών, Γούδας Μάριος, Δέρρη Βασιλική, Διγγελίδης Νίκος, Ζαχοπούλου Ερη, Κιουμουρτζόγλου Ευθύμης, Μουντάκης Κώστας, Παπαϊωάννου Αθανάσιος, Τζέτζης Γιώργος, Τσαγγαρίδου Νίκη, Χατζηγεωργιάδης Αντώνης, Χρόνη Στυλιανή. **Διαχείριση και επιμέλεια έκδοσης:** Ζήση Βασιλική, **Υπεύθυνη αλληλογραφίας:** Δημητρίου Ελένη, **Τεχνικός έλεγχος και στοιχειοθεσία:** Πέρκος Στέφανος, Γρηγορίου Στεφανία.