



Η Άμεση Επίδραση της Άσκησης με Ολόσωμη Δόνηση στην Κινητικότητα του Ισχίου και της Οσφυϊκής Μοίρας

Νάντια Καρατράντου, Βασίλειος Γεροδήμος, Σωτήρης Σωτηριάδης, Κωνσταντίνα Χάνου,
& Ειρήνη Παπαϊωάννου
Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης,
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Περίληψη

Η δόνηση είναι μια νέα μορφή άσκησης, ευρέως αναγνωρισμένη ως ένα μέσο αποκατάστασης και βελτίωσης της φυσικής απόδοσης. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κινητικότητα της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας. Στη μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά δεκαέξι νεαρές γυναίκες (20.59 ± 1.9 ετών) συμμετέχουσες σε φυσικές δραστηριότητες, οι οποίες πραγματοποίησαν δύο πρωτόκολλα: ολόσωμης δόνησης και ελέγχου. Το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης (διάρκεια: 6min, συχνότητα δόνησης: 25Hz, εύρος μετατόπισης: 4mm), πραγματοποιήθηκε σε πλατφόρμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness), με τις συμμετέχουσες να στέκονται όρθιες πάνω στην πλατφόρμα με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα. Το πρωτόκολλο ελέγχου ήταν το ίδιο, με τη διαφορά ότι δεν υπήρχε δόνηση. Η δοκιμασία για την αξιολόγηση της κινητικότητας της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας (sit & reach test) πραγματοποιήθηκε πριν, αμέσως μετά και 15min μετά το πέρας των πρωτοκόλλων. Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες (πρωτόκολλο Χ μέτρηση, 2 Χ 3), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκε και η ανάλυση κατά Tukey, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$. Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πρωτόκολλο και μέτρηση ($p < .05$). Στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων ($p < .001$), σε αντίθεση με το πρωτόκολλο ελέγχου. Όσον αφορά στις διαφορές μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων, η αρχική τους μέτρηση δε διέφερε στατιστικά σημαντικά. Αντίθετα, στη δεύτερη και τρίτη μέτρηση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων ($p < .01$). Στη συγκεκριμένη έρευνα, στο πρωτόκολλο δόνησης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της κινητικότητας $4.5 \pm 3.5\%$. Συμπερασματικά φαίνεται ότι η ολόσωμη δόνηση επηρεάζει θετικά την κινητικότητα των νεαρών γυναικών.

Λέξεις κλειδιά: *ευκαμψία, ευλογισία, ολόσωμη δόνηση, άμεση επίδραση*

The Acute Effect of Whole Body Vibration on Hip and Spine Flexibility

Nantia Karatrantou, Vassilis Gerodimos, Sotiris Sotiriadis, Konstantina Chanou, & Irene Papaioannou

Center of Research and Evaluation of Physical Performance,
Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Thessaly, Hellas

Abstract

Vibration has been widely recognised as an exercise intervention for rehabilitation as well as for the development of physical performance. The purpose of this study was to investigate the acute effect of whole-body vibration (WBV) training on the flexibility of the hip and lower back. Sixteen young, physically active females (20.59 ± 1.9 yrs) volunteered to participate in the present study. They took part in two protocols: the

WBV protocol and the control protocol. During both interventions participants were standing at an upright position, maintaining their knees semi-flexed on a vibrating platform (Galileo Fitness, Novotec, Germany). The first protocol included a 6-minute training session at a fixed frequency and amplitude (25Hz, 4mm), while in the control protocol no vibration was performed. The flexibility of the hip and the lower back was measured using a sit-and-reach test before, immediately after and 15min after each intervention. A two-way analysis of variance (ANOVA), (protocol x measurement, 2 x 3) was used with repeated measurements of both factors as well as a Tukey's post hoc analysis whenever necessary. The level of significance was set at $p < 0.05$. The results showed statistically significant interaction between the factors protocol and measurement ($p < .05$). Specifically, the WBV protocol showed statistically significant difference between the measurements ($p < .001$), compared to the control protocol. Furthermore, there were no significant differences between the protocols at pre-test values, whereas in the second and third measurement there was statistically significant difference between the protocols ($p < .01$). According to the results, in the WBV protocol significant improvement of flexibility was observed ($4.5 \pm 3.5\%$). In conclusion, it seems that the WBV training positively affects the flexibility of young female adults.

Key words: *flexibility, whole body vibration (WBV), acute effect*

Εισαγωγή

Η κινητικότητα είναι μια από τις ικανότητες της φυσικής κατάστασης που διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, τόσο στην αθλητική απόδοση, όσο και στην καθημερινή ζωή. Ο όρος κινητικότητα αναφέρεται στην ικανότητα της άρθρωσης να εκδηλώνει το φυσιολογικό ή μη κινητικό της εύρος (Ζάκας, 2003). Η κινητικότητα περιλαμβάνει, τόσο τον όρο ευλυγισία (ικανότητα διάτασης των μυών, τενόντων, συνδέσμων και αρθρικών θυλάκων), όσο και τον όρο ευκαμψία (εύρος κίνησης της άρθρωσης). Η ηλικία, το φύλο, η ψυχολογική ένταση, η ώρα της ημέρας, η θερμοκρασία, η προθέρμανση και η κόπωση αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την κινητικότητα (Docherty, 1996; Hubble-Kozey, 1991). Η βελτίωση της κινητικότητας γίνεται συνήθως χρησιμοποιώντας τις μυϊκές διατάσεις, είτε με τη δυναμική ή βαλλιστική, είτε με τη στατική μέθοδο (Sands, McNeal, Stone, Russell, & Jemni, 2006). Ωστόσο, σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, μια νευρομυϊκής φύσεως μορφή άσκησης, όπως είναι η δόνηση, είναι πιθανόν να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της ικανότητας της κινητικότητας (Bautmans, Van Hees, Lemper, & Mets, 2005; Fagnani, Giombini, Cesare, Pigozzi, & Di Salvo, 2006; Van den Tillaar, 2006).

Η δόνηση είναι ένα μηχανικό ερέθισμα που χαρακτηρίζεται από ταλάντωση. Κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση τα στοιχεία επιβάρυνσης είναι: η συχνότητα, το εύρος μετατόπισης και η διάρκεια (Cardinale & Wakeling, 2005). Υπάρχουν διάφορες πλατφόρμες δόνησης (Galileo, Nemes, Power Plate κ.τ.λ.), που διαφέρουν κυρίως στον τύπο της δόνησης που παράγουν. Οι δύο βασικοί τύποι δόνησης είναι η κατακόρυφη και η αμφίπλευρη. Η αμφίπλευρη δόνηση μιμείται τις φυσιολογικές ανθρώπινες κινήσεις, τρέξιμο και βάδισμα, στις οποίες τα μέλη του σώματος κινούνται εναλλάξ και

όχι ταυτόχρονα. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της αμφίπλευρης δόνησης είναι η ελαχιστοποίηση της μεταφοράς της δόνησης στο κεφάλι και στα ζωτικά όργανα (Bosco et al., 1999). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τον Abercomby και τους συνεργάτες του (2007), όσον αφορά στη δραστηριοποίηση των μυών, αυτή είναι μεγαλύτερη στο γαστροκνήμιο και στον έξω πλατύ μυ κατά τη διάρκεια της αμφίπλευρης δόνησης, σε αντίθεση με την κατακόρυφη δόνηση όπου μεγαλύτερες επιβαρύνσεις δέχεται ο πρόσθιος κνημιαίος μυς.

Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες που υποστηρίζουν τη θετική επίδραση και τα οφέλη της άσκησης με δόνηση στον ανθρώπινο οργανισμό. Οι έρευνες σχετικά με τη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση αναφέρουν βελτίωση της ευλυγισίας (Bautmans et al., 2005; Fagnani et al., 2006), της δύναμης και της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας (Fagnani et al., 2006), της ισορροπίας (Bautmans et al., 2005), βελτίωση της λειτουργίας του καρδιαγγειακού συστήματος (Yue & Mester, 2007), αύξηση της άλιπης σωματικής (Roelants, Delecluse, & Verschuere, 2004) και της οστικής μάζας (Heinonen et al., 1999).

Όσον αφορά στις άμεσες επιδράσεις της άσκησης με δόνηση, έχει παρατηρηθεί βελτίωση της δύναμης και της κατακόρυφης αλτικότητας (Cardinale & Lim, 2003; Cochrane & Stannard, 2005), ορμονικές αλλαγές (Bosco et al., 2000), βελτίωση της λειτουργίας του καρδιαγγειακού συστήματος (Rittweger, Beller, & Felsenberg, 2000), αύξηση ευλυγισίας - ευκαμψίας (Cardinale & Lim, 2003; Cochrane & Stannard, 2005) και αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος (Kerschman et al., 2001).

Επιπρόσθετα, η δόνηση αποτελεί ιδανική μορφή άσκησης για άτομα που πάσχουν από οστεοπόρωση (Cardinale & Rittweger, 2006; Gusi, Raimundo, & Leal, 2006) που αντιμετωπίζουν οξεία ή χρόνια προβλήματα στην οσφυϊκή μοίρα (Iwamoto, Takeda,

Sato, & Uzawa, 2005; Rittweger, Just, Kautzsch, Reeg, & Felsenberg, 2002), άτομα με μειωμένη ικανότητα ισορροπίας, άτομα που πάσχουν από αρθρίτιδα (Russo et al., 2003), από παχυσαρκία (Roelants et al., 2004), από τη νόσο του Πάρκινσον (Rickards & Cody, 1997), από διαβήτη τύπου II (Baum, Votteler, & Schiab, 2007), καθώς και για άτομα που υπέστησαν εγκεφαλικό (Tihanyi, Fazekas, Hortobagyi, & Tihanyi, 2007).

Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι, η άσκηση με δόνηση πρέπει να αποφεύγεται: κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, σε άτομα με επιληψία, ημικρανίες, θρόμβωση, καρδιαγγειακές παθήσεις, προχωρημένη αρθροπάθεια, προβλήματα στο ουροποιητικό σύστημα, πρόσφατα ράμματα, τεχνητό μέλος, προβλήματα στην οσφυϊκή μοίρα και οξεία φλεγμονή ή λοίμωξη (Cardinale & Pope, 2003).

Η επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα εξετάζεται εδώ και μερικά χρόνια. Η κατανόηση του τρόπου επίδρασης της άσκησης με δόνηση στις διάφορες φυσικές ικανότητες και των μηχανισμών που ενεργοποιούνται συμβάλλει αποφασιστικά στο σχεδιασμό και την καθοδήγηση αποτελεσματικών προγραμμάτων άσκησης με δόνηση. Κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση ο κύριος μηχανισμός που ενεργοποιείται είναι το τονικό αντανεκλαστικό της δόνησης, μέσω της δραστηριοποίησης των μυϊκών ατράκτων (Cardinale & Bosco, 2003). Ως αποτέλεσμα της ενεργοποίησης αυτού του μηχανισμού κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση, πιθανόν εκδηλώνονται και κάποιες άλλες προσαρμογές, όπως είναι η αύξηση της ροής αίματος, με ταυτόχρονη αύξηση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας (Kerschan-Schindl et al., 2001), καθώς και μια μείωση στο αίσθημα του πόνου (Pantaleo, Duranti, & Bellini, 1986; Zoppi, Voegelin, Signorini, & Zamponi, 1991).

Έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες, τόσο για την άμεση, όσο και για τη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα (Issurin, 2005). Όσον αφορά στη μακροχρόνια επίδραση, έχει παρατηρηθεί σημαντική βελτίωση της κινητικότητας με την εφαρμογή προγραμμάτων τόσο ολόσωμης (Bautmans et al., 2005; Fagnani et al., 2006; Van den Tillaar, 2006), όσο και τοπικής δόνησης (Issurin, Liebermann, & Tenenbaum, 1994; Sands et al., 2006). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι η άσκηση με δόνηση, σε συνδυασμό με πιο παραδοσιακές μεθόδους προπόνησης της κινητικότητας (στατική μέθοδος), επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά στη βελτίωση της ικανότητας (Issurin et al., 1994; Sands et al., 2006; Van den Tillaar, 2006).

Σχετικά με την άμεση επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα, υπάρχει περιορισμένος αριθμός ερευνών, τόσο για την ολόσωμη όσο και για την τοπική δόνηση. Όσον αφορά στην τοπική δόνηση, ο Sands et al. (2006) στην έρευνά τους βρήκαν

αύξηση του εύρους κίνησης στη θέση «σπαγκάτ» και των δύο ποδιών σε 10 νεαρούς αθλητές ενόργανης γυμναστικής (10 ετών), με την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου τοπικής δόνησης (30Hz, 2mm, 4min). Παρόμοια, οι Cronin, Nash και Whatman (2007) παρατήρησαν σημαντική αύξηση του δυναμικού εύρους κίνησης των δικέφαλων μηριαίων μυών σε δέκα άντρες (23 ετών), με την εφαρμογή διαφόρων πρωτοκόλλων τοπικής δόνησης (14-44Hz, 3-5mm, 30s). Ως πιο αποτελεσματικό αναφέρεται το πρωτόκολλο με εύρος μετατόπισης 5mm, συχνότητα 44Hz και διάρκεια 30s. Τέλος, ο Kinser et al (2008), εξέτασαν την άμεση επίδραση ενός συνδυαστικού πρωτοκόλλου τοπικής δόνησης (30Hz, 2mm, 4x10s, με 5s διάλειμμα) και διάταξης στην ευλυγισία 22 νεαρών αθλητριών ενόργανης γυμναστικής (11.3 ετών). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της ευλυγισίας των αθλητριών στη θέση «σπαγκάτ» (18.5%), σε σχέση με την ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα μόνο με διατακτικές ασκήσεις (2%) και την ομάδα που ακολούθησε άσκηση μόνο με δόνηση (9.5%).

Όσον αφορά στην άμεση επίδραση της ολόσωμης δόνησης στην κινητικότητα, υπάρχει περιορισμένος αριθμός μελετών στη διεθνή βιβλιογραφία. Οι Cochrane και Stannard (2005), εξέτασαν την άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στο κατακόρυφο άλμα και στην ευλυγισία. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 18 παίκτριες χόκεϊ υψηλού επιπέδου (22 ± 6 ετών), οι οποίες ακολούθησαν ένα πρόγραμμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (Galileo Sport machine). Το πρωτόκολλο περιελάμβανε 6 διαφορετικές ασκήσεις πάνω στην πλατφόρμα δόνησης, με τα εξής στοιχεία επιβάρυνσης: εύρος μετατόπισης 6mm, συχνότητα 26Hz και διάρκεια 5min. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της ευλυγισίας (sit-and-reach test) 8.2±5.4%. Παρόμοια, οι Cardinale και Lim (2003) εξέτασαν την άμεση επίδραση δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων κατακόρυφης ολόσωμης δόνησης (Nemes LC, the Bosco System, Italy) με έμφαση στη σύγκριση δύο διαφορετικών συχνοτήτων δόνησης στο κατακόρυφο άλμα και στην ευλυγισία. Στην έρευνα συμμετείχαν 15 άτομα (2 γυναίκες και 13 άνδρες) που συμμετείχαν σε φυσικές δραστηριότητες (21±2 ετών), χωρισμένα σε δύο ομάδες: ομάδα υψηλής (40Hz, 4mm, 5x1min με 1min διάλειμμα., στάση: ημικάθισμα) και ομάδα χαμηλής συχνότητας (20Hz, 4mm, 5x1min με 1min διάλειμμα., στάση: ημικάθισμα). Στη συγκεκριμένη έρευνα, πριν την έναρξη των μετρήσεων και του πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης, πραγματοποιήθηκε προθέρμανση για 10min. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, στην ομάδα χαμηλής συχνότητας παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της ευλυγισίας των δικέφαλων μηριαίων μυών (10.1%),

ενώ στην ομάδα υψηλής συχνότητας παρατηρήθηκε μείωση της ευλυγισίας (3.3%).

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να διευκρινιστεί, όταν εξετάζεται η άμεση επίδραση ενός πρωτοκόλλου άσκησης (ολόσωμη δόνηση) σε μια ικανότητα όπως είναι η κινητικότητα, είναι για πόσο χρονικό διάστημα διαρκεί αυτή η επίδραση. Σύμφωνα με τις έρευνες των DePino, Webright και Arnold (2000) και Spermoga, Uhl, Arnold και Gansneder (2001), η θετική επίδραση ενός πρωτοκόλλου στατικής διάταξης στην ευλυγισία των δικέφαλων μηριαίων μυών διήρκεσε 3-6min, μετά το πέρας του πρωτοκόλλου άσκησης. Όσον αφορά στην άσκηση με δόνηση, ο χρόνος επαναφοράς των διαφόρων φυσικών ικανοτήτων και συγκεκριμένα της κινητικότητας στα αρχικά επίπεδα πριν την άσκηση με δόνηση, δεν έχει διερευνηθεί αρκετά. Ο Cronin et al. (2007), που εξέτασαν την άμεση επίδραση διαφόρων πρωτοκόλλων τοπικής δόνησης στο δυναμικό εύρος κίνησης των δικέφαλων μηριαίων μυών, υποστήριξαν ότι οποιαδήποτε νευρομυϊκή προσαρμογή προέρχεται από την άσκηση με δόνηση χάνεται 15min μετά το πέρας της άσκησης. Όσον αφορά στην ολόσωμη δόνηση, δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία έρευνα που να εξετάζει πόσο χρονικό διάστημα διαρκεί η επίδραση της άσκησης με δόνηση στην ικανότητα της κινητικότητας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κινητικότητα δεν έχει διερευνηθεί αρκετά στη διεθνή βιβλιογραφία. Φαίνεται επίσης ότι τα ευρήματα των μελετών δεν είναι σταθερά σχετικά με τον τρόπο, αλλά και το χρόνο που η άσκηση με ολόσωμη δόνηση επηρεάζει την ικανότητα της κινητικότητας. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν πρώτον, να εξεταστεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κινητικότητα και δεύτερον να διερευνηθεί για πόσο χρονικό διάστημα διαρκεί αυτή η επίδραση (αν επαρκούν τα 15min).

Μέθοδος και διαδικασία

Δείγμα

Στην έρευνα έλαβαν μέρος εθελοντικά 16 νεαρές γυναίκες (18 - 24 ετών), συμμετέχουσες σε φυσικές δραστηριότητες, οι οποίες πραγματοποίησαν δύο πρωτόκολλα: ολόσωμης δόνησης και ελέγχου.

Πρωτόκολλο Άσκησης - Μετρήσεις

Πρωτόκολλο: Το πρωτόκολλο άσκησης πραγματοποιήθηκε σε πλατφόρμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness, Novotec, Germany). Οι συμμετέχουσες στέκονταν όρθιες πάνω στην πλατφόρμα με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα (10°), χωρίς παπούτσια (για να αποφευχθεί η απορρόφηση της δόνησης), φορώντας αντιολισθητικές κάλτσες. Το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης περιλάμβανε

τα εξής στοιχεία επιβάρυνσης: διάρκεια 6min, εύρος μετατόπισης 4mm 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 6min χωρίς όμως να εφαρμόζεται δόνηση.

Πίνακας 1. Ηλικία και σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος (ΔΜΣ: δείκτης μάζας σώματος = σωματική μάζα/ανάστημα²).

N=16	M ± SD
Ηλικία (έτη)	20.59 ± 1.9
Σωματική μάζα (Kg)	59.49 ± 6.69
Ανάστημα (m)	1.69 ± .05
ΔΜΣ (kg/m ²)	20.82 ± 1.94

Αξιολόγηση Κινητικότητας: Για την αξιολόγηση της κινητικότητας της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία διπλώσης του κορμού (sit-and-reach test). Οι εξεταζόμενες κάθονταν, χωρίς παπούτσια στο πάτωμα, με τα γόνατα τεντωμένα και τα πέλματα να εφάπτονται στην εσωτερική επιφάνεια ειδικού κιβωτίου. Οι εξεταζόμενες, έχοντας ως αρχική θέση την παραπάνω, εκτελούσαν κάμψη του κορμού με σταθερό ρυθμό τεντώνοντας μπροστά όσο το δυνατόν περισσότερο και τα δύο τους χέρια πάνω στην αριθμημένη επιφάνεια του κιβωτίου, χωρίς να λυγίζουν τα γόνατα και διατηρώντας την τελική τους θέση για 2s. Πραγματοποιήθηκαν δύο προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη. Μεταξύ των δύο προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 15s (ACSM, 2007).

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 εξοικείωση των δοκιμαζόμενων με την πλατφόρμα δόνησης και τις μετρήσεις. 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 δοκιμασία για την αξιολόγηση της κινητικότητας της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας πραγματοποιήθηκε πριν, αμέσως μετά και 15min μετά τη λήξη του κάθε πρωτοκόλλου (άσκησης και ελέγχου). Τα πρωτόκολλα άσκησης και ελέγχου πραγματοποιήθηκαν με το

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

Δοκιμασίες	Πρωτόκολλο Δόνησης	Πρωτόκολλο Ελέγχου
Κινητικότητα πριν (cm)	31.8 ± 9.2	32.1 ± 8.6
Κινητικότητα αμέσως μετά (cm)	33.1 ± 9.0	32.3 ± 8.9
Κινητικότητα μετά από 15min (cm)	33.1 ± 8.7	32.3 ± 8.6

χαία σειρά από το δείγμα. Μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων μεσολαβούσε διάστημα 1 εβδομάδας.

Στατιστική ανάλυση

Για να εξετασθεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην ικανότητα της κινητικότητας πριν, αμέσως μετά και 15min μετά το πέρας της άσκησης, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακόμανσης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA), (πρωτόκολλο Χ μέτρηση, 2 Χ 3), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιπρόσθετα, για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων (ολόσωμη δόνησης και ελέγχου) χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κατά Tukey, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha = .05$.

Αποτελέσματα

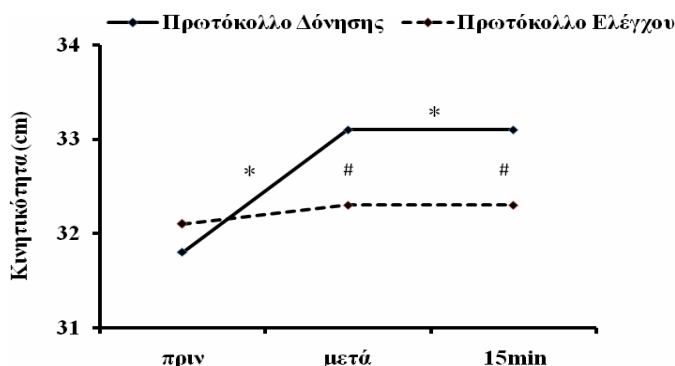
Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πρωτόκολλο και μέτρηση ($p < .05$). Στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων ($p < .001$), ενώ στο πρωτόκολλο ελέγχου δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμία από τις μετρήσεις (Σχήμα 1). Όσον αφορά στις διαφορές μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων, η αρχική μέτρηση δε διέφερε στατιστικά σημαντικά. Αντίθετα, στη δεύτερη και τρίτη μέ-

τρηση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < .01$) μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων (Σχήμα 1). Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της κινητικότητας $4.5 \pm 3.5\%$. Τα αποτελέσματα της απόδοσης των νεαρών γυναικών (πρωτόκολλο δόνησης και πρωτόκολλο ελέγχου) στην κινητικότητα της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας (πριν, αμέσως μετά και 15min μετά το πέρας του κάθε πρωτοκόλλου) παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Συζήτηση

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η άμεση επίδραση ενός πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης στην κινητικότητα της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης (6min, 25Hz, 4mm) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της κινητικότητας 4.5%. Όσον αφορά στο χρόνο που απαιτείται για την επαναφορά της κινητικότητας στα αρχικά επίπεδα, πριν από την εφαρμογή του πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης, φαίνεται ότι το χρονικό διάστημα των 15min δεν ήταν αρκετό.

Οι μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία που αξιολογούν την άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κινητικότητα είναι λίγες. Σύμφωνα με τους Cochrane και Stannard (2005) και



Σχήμα 1. Σύγκριση της απόδοσης στην κινητικότητα νεαρών γυναικών ανά πρωτόκολλο και μέτρηση. Όπου * $p < .001$ μεταξύ 1ης μέτρησης με 2η και 3η ανά ομάδα και όπου # $p < .01$ 2ης και 3ης μέτρησης μεταξύ των ομάδων.

Cardinale και Lim (2003), μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης με ολόσωμη δόνηση παρατηρήθηκε βελτίωση της ευλυγισίας κατά 8 - 10%. Αντίθετα, στην έρευνα των Cardinale και Lim (2003), παρατηρήθηκε μια μείωση της ευλυγισίας (3%) με την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης με υψηλή συχνότητα. Φαίνεται ότι η υψηλή συχνότητα επηρεάζει αρνητικά την κινητικότητα. Αν και τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα με αυτά των άλλων ερευνών, φαίνεται ότι συμφωνούν με την πλειοψηφία των ερευνητών που αναφέρουν βελτίωση της κινητικότητας, μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης με δόνηση (τοπική και ολόσωμη). Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη, το ποσοστό επίδρασης της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα είναι μικρότερο από αυτό άλλων ερευνών και είναι πιθανό να οφείλεται στο διαφορετικό πρωτόκολλο άσκησης (εύρος μετατόπισης, συχνότητα, διάρκεια: συνεχόμενη ή διαλειμματική εφαρμογή του πρωτοκόλλου, στάση: όρθια στάση, ημικάθισμα κ.τ.λ.), το διαφορετικό τύπο δόνησης (αμφίπλευρη ή κατακόρυφη δόνηση), την προθέρμανση αλλά και το διαφορετικό δείγμα (αθλητές - συμμετέχοντα σε φυσικές δραστηριότητες άτομα, άνδρες - γυναίκες) (Jordan, Norris, Smith, & Herzog, 2005; Luo, McNamara, & Moran, 2005).

Σχετικά με το χρόνο που απαιτείται για την επαναφορά της κινητικότητας στα αρχικά επίπεδα, μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης, από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται ότι απαιτείται χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 15min. Οι αναφορές των DePino et al. (2001) και Spornoga et al. (2001), σχετικά με το χρόνο που απαιτείται (3-6min) για την επαναφορά της ευλυγισίας των δικέφαλων μηριαίων μυών στα αρχικά επίπεδα, μετά από την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου στατικής διάτασης, φαίνεται ότι δεν ισχύουν για την άσκηση με δόνηση. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί άλλη μελέτη που να εξετάζει το χρονικό διάστημα που διαρκεί η άσκηση με ολόσωμη δόνηση στην ικανότητα της κινητικότητας. Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα της μελέτης μας, αν και δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα, δεν συμφωνούν με τον Cronin et al. (2007), δέχονται, χωρίς όμως να εξετάσουν, ότι οποιαδήποτε νευρομυϊκή προσαρμογή προέρχεται από την άσκηση με τοπική δόνηση χάνεται 15min μετά το πέρας της άσκησης. Φαίνεται ότι ο τρόπος αλλά και ο χρόνος που η άσκηση με ολόσωμη δόνηση επηρεάζει την κινητικότητα διαφέρουν σε σχέση με την τοπική δόνηση. Επομένως, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για το πόσο χρονικό διάστημα διαρκεί η επίδραση ενός πρωτοκόλλου ολόσωμης δόνησης στην κινητικότητα.

Ο κύριος μηχανισμός που ενεργοποιείται κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση είναι ο νευροφυσιολογικός. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η

δόνηση προκαλεί ταχείες και μικρές εναλλαγές του μήκους των μυϊκών ινών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του τονικού αντανακλαστικού μέσω της διέγερσης των Ia ινών της μυϊκής ατράκτου (Cardinale & Bosco, 2003). Επιπλέον, οι μηχανοϋποδοχείς που υπάρχουν στις αρθρώσεις και στο δέρμα, αλλά και οι δευτερεύουσες απολήξεις της μυϊκής ατράκτου αντιλαμβάνονται το ερέθισμα της δόνησης (Ribot-Ciscar, Rool, & Gilhodes, 1996) και ενισχύουν τη νευρική διέγερση της πρωτεύουσας απόληξης της μυϊκής ατράκτου μέσω της δραστηριοποίησης των γ-κινητικών νευρώνων. Παράλληλα, η δόνηση ενεργοποιεί τους Ia αναχαϊτιστικούς νευρώνες, οι οποίοι προκαλούν αλλαγές στον ενδομυϊκό συντονισμό, μειώνοντας τις δυνάμεις διάτμησης γύρω από τις αρθρώσεις στις οποίες εφαρμόζεται η δόνηση (Cardinale & Bosco, 2003), με αποτέλεσμα την αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης (Cochrane & Stannard, 2005).

Ο παραπάνω μηχανισμός πιθανόν εξηγεί κάποιες περιφερικές ανταποκρίσεις των οποίων η εκδήλωση είναι ορατή αμέσως μετά την άσκηση με δόνηση. Συγκεκριμένα, σε αρκετές έρευνες έχει παρατηρηθεί αύξηση της ροής αίματος (Kersch-Schindl et al., 2001) και της ενδομυϊκής θερμοκρασίας (Bosco et al., 1999; Kersch-Schindl et al., 2001), καθώς και μια μείωση στο αίσθημα του πόνου (Zoppi et al., 1991; Lundeberg, Nordemar, & Ottoson, 1984). Με την εφαρμογή πρωτοκόλλων άσκησης με ολόσωμη δόνηση (26-30 Hz, 3-6 mm, 3-9 min) παρατηρήθηκε αύξηση της ταχύτητας ροής αίματος στα αγγεία, ως αποτέλεσμα των ρυθμικών μυϊκών συστολών, αλλά και της αγγειοδιαστολής, που διήρκησε για χρονικό διάστημα πάνω από 10 min, μετά το πέρας του πρωτοκόλλου άσκησης (Kersch-Schindl et al., 2001; Lohman, Petrofsky, Maloney-Hinds, Betts Schwab, & Thorpe, 2007). Όλα αυτά, πιθανόν έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής ροής αίματος και της τοπικής θερμοκρασίας του μυός. Η αυξημένη ενδομυϊκή θερμοκρασία, μπορεί να προκαλέσει μείωση της μυϊκής σκληρότητας και αύξηση της μυϊκής ελαστικότητας και ως αποτέλεσμα αύξηση της κινητικότητας (Cronin, Oliver, & McNair, 2004).

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φάνηκε ότι η ολόσωμη δόνηση βελτίωσε σημαντικά την κινητικότητα. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η βιβλιογραφία σχετικά με τους διάφορους παράγοντες (προθέρμανση, πρωτόκολλο δόνησης, τύπος δόνησης, δείγμα κ.τ.λ.), που επηρεάζουν την άμεση επίδραση της ολόσωμης δόνησης στην κινητικότητα είναι πολύ περιορισμένη. Επομένως, η σύγκριση της επίδρασης διαφορετικών πρωτοκόλλων άσκησης με ολόσωμη δόνηση (εύρος μετατόπισης, διάρκεια, συχνότητα) στην ικανότητα της κινητικότητας αποτελεί σημαντικό πεδίο μελλοντικής έρευνας.

Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η ανάπτυξη της φυσικής κατάστασης με στόχο την προαγωγή της υγείας αποτελεί σημαντικό ερευνητικό πεδίο. Η δόνηση, ως μια νέα και δημοφιλής μορφή άσκησης, φαίνεται ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση των φυσικών ικανοτήτων. Η κατανόηση του τρόπου που η άσκηση με δόνηση επιδρά στις διάφορες φυσικές ικανότητες και πιο συγκεκριμένα στην ικανότητα της κινητικότητας, καθώς και η μελέτη των μηχανισμών που προκαλούν αυτή την επίδραση, θα βοηθήσει στο σχεδιασμό και την καθοδήγηση αποτελεσματικότερων και ασφαλέστερων προγραμμάτων άσκησης, με στόχο την προαγωγή της υγείας.

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.
- ACSM. (2007). *Κατευθύνσεις Σχεδιασμού Προγραμμάτων Άσκησης και Αξιολόγησης*. Αθήνα, Αθλότυπο.
- Baum, K., Votteler, T., & Schiab, J. (2007). Efficiency of vibration exercise for glycemic control in type 2 diabetes patients. *International Journal of Medical Sciences*, 4, 159-163.
- 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.
- Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., et al. (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., et al. (2000). Hormonal responses to whole body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 449-454.
- Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31, 3-7.
- 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., & Rittweger, J. (2006). Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction? *Journal of the British Menopause Society*, 12, 12-18.
- Cardinale, M., & Wakeling, J. (2005). Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *British Journal of Sports Medicine*, 39, 585-589.
- Cochrane, D.J., & Stannard, S.R. (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.
- Cronin, J., Nash, M., & Whatman, C. (2007). The effect of four different vibratory stimuli on dynamic range of motion of the hamstrings. *Physical Therapy in Sport*, 8, 30-36.
- Cronin, J.B., Oliver, M., & McNair, P.J. (2004). Muscle stiffness and injury effects of whole body vibration. *Physical Therapy in Sport*, 5, 68-74.
- DePino, G.M., Webright, W.G., & Arnold, B.L. (2000). Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of athletic training*, 35, 56-59.
- Docherty, D. (1996). Field Tests and Test Batteries. In D. Docherty (Ed.), *Measurement in Pediatric exercise science* (pp. 285-330). Champaign, IL: Human Kinetics.
- 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.
- Heinonen, A., Kannus, P., Sievanen, H., Pasanen, M., Oja, P., & Vuori, I. (1999). Good maintenance of high-impact activity-induced bone gain by voluntary, unsupervised exercises: An 8-month follow-up of a randomized controlled trial. *Journal of Bone Mineral Research*, 14, 125-128.
- Gusi, N., Raimundo, A., & Leal, A. (2006). Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7, 92-100.
- Hubley-Kozey, C.L. (1991). Testing Flexibility. In J.D., MacDongall, H.A. Wenger & H.J. Green (Eds.), *Physiological Testing of the High-Performance Athlete* (pp. 309-359). Champaign, IL: Human Kinetics
- Issurin, V.B. (2005). Vibrations and their applications in sport: A review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, 324-336.
- Issurin, V.B., Liebermann, D.G., & Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training

- on maximal force and flexibility. *Journal of Sports Science*, 12, 561-566.
- Iwamoto, J., Takeda, T., Sato, Y., & Uzawa, M. (2005). Effect of whole body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover and chronic back pain in postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clinical and Experimental Research*, 17, 157-163.
- Jordan, M.J., Norris, S.R., Smith, D.J., & Herzog, W. (2005). Vibration training: An overview of the area, training consequences, and future considerations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 459-466.
- Kerschman-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.
- Kinser, A.M., Ramsey, M.W., O'Bryant, H.S., Ayres, C.A., Sands, W.A., & Stone, M.H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40, 133-140.
- Lohman, E.B., Petrofsky, J.S., Maloney-Hinds, C., Betts-Schwab, H., & Thorpe, D. (2007). The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. *Medicine Science Monitor*, 13, CR71-76.
- Lundeberg, T., Nordemar, R., & Ottoson, D. (1984). Pain alleviation by vibratory stimulation. *Pain*, 20, 25-44.
- Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine*, 35, 23-41.
- Pantaleo, T., Duranti, R., & Bellini, F. (1986). Effects of vibratory stimulation on muscular pain threshold and blink response in human subjects. *Pain*, 24, 239-250.
- Ribot - Ciscar, E., Rooll, J.P., & Gilhodes, J.C. (1996). Human motor unit activity during post - vibratory and imitative voluntary muscle contractions. *Brain Research*, 716, 84 - 90.
- Rickards, C., & Cody, F.W.J. (1997). Proprioceptive control of wrist movements in Parkinson' s disease. *Brain*, 120, 970-990.
- Rittweger, J., Beller, G., & Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole body vibration exercise in men. *Clinical Physiology*, 20, 134-142.
- Rittweger, J., Just, K., Kautzsch, K., Reeg, P., & Felsenberg, D. (2002). Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole body vibration exercise. *Spine*, 27, 1829-1834.
- Roelants, M., Delecluse, C., & Verschueren, S.M. (2004). Whole body vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of American Geriatrics Society*, 52, 901-908.
- Russo, C.R., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, J.M., et al. (2003). High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 1854-1857.
- Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Russell, E.M., & Jemni, M. (2006). Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 720-725.
- Spernoga, S.G., Uhl, T.L., Arnold, B.L., & Gansneder, B.N. (2001). Duration of maintained hamstring flexibility after a one time modified hold-relax stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, 36, 44-48.
- Tihanyi, T.K., Fazekas, MHG, Hortobagyi, T., & Tihanyi, J. (2007). One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. *Clinical Rehabilitation*, 21, 782-793.
- Van Den Tillaar, R. (2006). Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 192-196.
- 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.
- Ζάκας, Α.Π. (2003). *Η Ευκαμψία και η Βελτίωσή της*. Θεσσαλονίκη.
- Zoppi, M., Voegelin, M.R., Signorini, M., & Zamponi, A. (1991). Pain threshold changes by skin vibratory stimulation in healthy subjects. *Acta Physiologica Scandinavica*, 143, 439-443.

