

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Η ΑΜΕΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΟΛΟΣΩΜΗ ΔΟΝΗΣΗ
ΣΤΗΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΚΑΡΑΤΡΑΝΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΡΟΔΗΜΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΤΕΦΑΑ - ΠΘ

ΤΡΙΚΑΛΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2008

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Η ΑΜΕΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΟΛΟΣΩΜΗ ΔΟΝΗΣΗ
ΣΤΗΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΚΑΡΑΤΡΑΝΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΡΟΔΗΜΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΤΕΦΑΑ - ΠΘ

ΤΡΙΚΑΛΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2008



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 6392/1
Ημερ. Εισ.: 04/07/2008
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΤΕΦΑΑ
2008
ΚΑΡ



Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Εισαγωγή	4
Μεθοδολογία	14
<i>Δείγμα</i>	14
<i>Όργανα</i>	14
<i>Πρωτόκολλο</i>	15
<i>Περιγραφή Δοκιμασιών</i>	15
<i>Διαδικασία</i>	17
<i>Μηδενικές Υποθέσεις</i>	17
<i>Στατιστική Ανάλυση</i>	18
Αποτελέσματα	19
Συζήτηση	21
Βιβλιογραφία	25

Περίληψη

Η δόνηση είναι μια νέα μορφή άσκησης, ευρέως αναγνωρισμένη σαν 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) φυσικά δραστήριες, οι οποίες πραγματοποίησαν δύο πρωτόκολλα: ολόσωμης δόνησης και ελέγχου. Το πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης (διάρκεια: 6min, συχνότητα: 25Hz, εύρος μετατόπισης: 4mm), πραγματοποιήθηκε σε μηχάνημα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness), με τις συμμετέχουσες να στέκονται όρθιες πάνω στο μηχάνημα 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 x μέτρηση, 2 x 3), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκε και η ανάλυση κατά Tukey, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha = 0.05$. Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πρωτόκολλο και μέτρηση ($p < 0.05$). Στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων ($p < 0.001$), 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 ($p < 0.01$). 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 ικανότητα της κινητικότητας των νεαρών γυναικών.

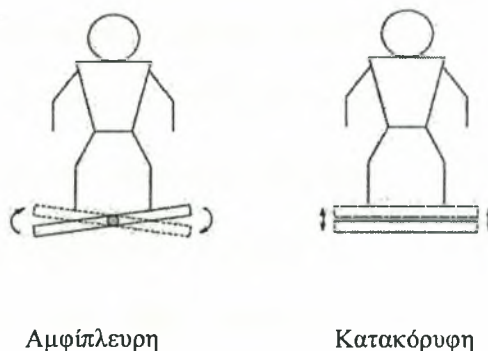
Λέξεις Κλειδιά: ευκαμψία, ευλυγισία, ολόσωμη δόνηση, άμεση επίδραση

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; Hubley-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. Τα στοιχεία επιβάρυνσης από τα οποία καθορίζεται είναι: η συχνότητα (ο αριθμός των ταλαντώσεων σε ένα δευτερόλεπτο σε Hz), το εύρος μετατόπισης (το εύρος ταλάντωσης σε mm) και η διάρκεια (το χρονικό διάστημα παραμονής πάνω στην πλατφόρμα δόνησης σε s ή min) (Cardinale & Wakeling, 2005). Η δόνηση διακρίνεται με βάση τον τρόπο που εφαρμόζεται, σε ολόσωμη (η δόνηση εφαρμόζεται σε ολόκληρο το σώμα) και τοπική (η δόνηση εφαρμόζεται απευθείας στη μάζα ή τον τένοντα ενός μυός) (Luo et al., 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 (Εικόνα 1). Η αμφίπλευρη δόνηση μιμείται τις φυσιολογικές ανθρώπινες κινήσεις, τρέξιμο και βάδιση, 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 Abercromby 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. Ένας ακόμη διαχωρισμός της δόνησης αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μεταδίδεται η ταλάντωση στο σώμα. Έτσι διακρίνουμε την ημιτονοειδή, την τυχαία και τη μη περιοδική ταλάντωση (Luo et al., 2005).



Εικόνα 1. Αμφίπλευρη και Κατακόρυφη Ολόσωμη Δόνηση (Cardinale & Wakeling, 2005)

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 μάζας (Roelants, Delecluse, & Verschueren, 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 (Gusi, Raimundo, & Leal, 2006; Cardinale & Rittweger, 2006), που αντιμετωπίζουν οξεία ή χρόνια προβλήματα στην οσφυϊκή μοίρα (Iwamoto, Takeda, Sato, & Uzawa, 2005; Rittweger, Just, Kautzsch, Reeg, & Felsenberg, 2002), με μειωμένη ικανότητα ισορροπίας, πάσχουν από αρθρίτιδα (Russo et al., 2003), από παχυσαρκία (Roelants et al., 2004), από τη νόσο του Πάρκινσον (Rickards & Cody, 1997) 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 αντανακλαστικό της δόνησης, μέσω της δραστηριοποίησης των μυϊκών ατράκτων (Cardinale & Bosco, 2003). Σαν αποτέλεσμα της ενεργοποίησης αυτού του μηχανισμού κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση πιθανόν πραγματοποιούνται και κάποιες άλλες προσαρμογές, όπως είναι η αύξηση της ροής αίματος με ταυτόχρονη αύξηση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας (Kerschman-Schindl et al., 2001) καθώς και μια μείωση στο αίσθημα του πόνου (Zoppi, Voegelin, Signorini & Zamponi, 1991; Pantaleo, Duranti, & Bellini, 1986).

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 μέθοδο) επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά στη βελτίωση της ικανότητας (Issurin et al., 1994; Sands et al., 2006; Van den Tillaar, 2006) (Πίνακας 1).

Στην έρευνα των Fagnani et al., (2006), έλαβαν μέρος 26 γυναίκες αθλήτριες (ηλικίας 21-27 ετών) οι οποίες ακολούθησαν ένα πρόγραμμα ολόσωμης δόνησης (35Hz, 4mm, 2-6min) για 8 εβδομάδες, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της ευλυγισίας κατά 13%. Παρόμοια, ο Van den Tillaar (2006), βρήκε σημαντική αύξηση του εύρους κίνησης των δικέφαλων μηριαίων μυών (30%), με την εφαρμογή ενός προγράμματος ολόσωμης δόνησης (6 x 30s, 28Hz, 10mm) σε συνδυασμό με μια παραδοσιακή μέθοδο προπόνησης της ευλυγισίας, για τέσσερις εβδομάδες, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Επιπλέον, οι Bautmans et al., (2005), παρατήρησαν αύξηση της ευλυγισίας των κάτω άκρων σε ηλικιωμένα άτομα, με την εφαρμογή ενός προγράμματος ολόσωμης δόνησης (30-50Hz, 2-5mm), για χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα.

Όσον αφορά στην τοπική δόνηση, οι Sands et al., (2006), στην έρευνά τους πραγματοποίησαν ένα συνδυαστικό πρόγραμμα τοπικής δόνησης (30Hz, 2mm, 4min) και στατικής προπόνησης ευλυγισίας, για 4 εβδομάδες με συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα, σε δέκα αθλητές ενόργανης γυμναστικής (ηλικίας 10 ± 1.5 ετών). Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων βρέθηκε σημαντική αύξηση του εύρους κίνησης στη θέση «σπαγκάτ», του δεξιού ποδιού αλλά όχι του αριστερού. Παρόμοια, οι Issurin et al., (1994), παρατήρησαν σημαντική αύξηση του εύρους κίνησης του ποδιού στη θέση «σπαγκάτ» (8.7%), με την εφαρμογή ενός προγράμματος τοπικής δόνησης (44Hz, 3mm), για χρονικό διάστημα 3 εβδομάδων, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα.

Πίνακας 1. Έρευνες σχετικά με τη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση στην ικανότητα της κινητικότητας.

Συγγραφείς	Δείγμα	Πρόγραμμα παρέμβασης	Διάρκεια Παρέμβασης	Αποτελέσματα
Bautmans et al. (2005)	24 άτομα (15 ♀, 9 ♂) 77 ± 10 ετών ΟΔ (n = 13) ΟΕ (n = 11)	Προθέρμανση ΟΔ: ολόσ. δόν. (30-40Hz, 2-5mm, 1-3 σετ x 30-60s με 30-60s διάλ., 6 ασκήσεις) ΟΕ: μόνο στατ. διατ.	6 εβδ. 3 φορές / εβδ.	Κινητικότητα: ΟΔ: ↑ ΟΕ: ↔
Fagnani et al. (2006)	24 ♀ αθλήτριες (21-27 ετών) ΟΔ (n = 13) ΟΕ (n = 11)	Πρόθ. 10min ΟΔ: ολόσ. δόν. (35Hz, 4mm, 3-4σετ x 15-60s, 30-60s διάλ., 2 ασκ.)	8 εβδ. 3 φορές / εβδ.	Κινητικότητα: ΟΔ: ↑ 13% ΟΕ: ↔
Issurin et al. (1994)	28 ♂ αθλητές (ΟΔ, Δ & ΟΕ)	ΟΔ: τοπ. δόν. (44Hz, 3mm, 2-4 σετ x 6-7s) Δ: μόνο διατ. ασκ.	3 εβδ. 3 φορές / εβδ.	↑ εύρους κίνησης ποδιού στη θέση «σπαγκάτ» (ΟΔ > Δ > ΟΕ)
Sands et al. (2006)	10 νεαροί αθλητές ενόργανης γυμναστικής (10 ετών) ΟΔ (n = 5) ΟΕ (n = 5)	Προθέρμανση ΟΔ: τοπ. δόν. (30Hz, 2mm, 4σετ x 10s σε κάθε πόδι με 5s διάλ., 2 ασκ.) σε συνδυασμό με διατ. ασκήσεις	4 εβδ. 5 φορές / εβδ.	ΟΔ: ↑ εύρους κίνησης στη θέση «σπαγκάτ», του δεξιού αλλά όχι του αριστερού ποδιού ΟΕ: ↔
Van den Tillaar (2006)	19 άτομα (12 ♀, 7 ♂, 21.5±2 ετών) ΟΔ (n = 10) ΟΕ (n = 9)	Προθέρμανση ΟΔ: ολόσ. δόν. (6x30s, 28Hz, 10mm, ασκ.: ημικ. 90°), σε συνδυασμό (3x5s ισομ. συσπ. - 30s στατ. διατ., σε κάθε πόδι) ΟΕ: 3x5s ισομ. συσπ. - 30s στατ. διατ., σε κάθε πόδι	4 εβδ. 3 φορές / εβδ.	↑ εύρους κίνησης δικέφαλων μηριαίων μυών: ΟΔ 30% ΟΕ 14%

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, Δ: ομάδα διάτασης, ↑ αύξηση, ↔ διατήρηση



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 (Πίνακας 2). Όσον αφορά στην τοπική δόνηση, ο Sands και οι συνεργάτες του (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 και οι συνεργάτες του, (2008), εξέτασαν την άμεση επίδραση ενός συνδυαστικού πρωτοκόλλου τοπικής δόνησης (30Hz, 2mm, 4x10s, με 5s διάλειμμα) και διατακτικών ασκήσεων στην ευλυγισία 22 κοριτσιών 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) $8.2 \pm 5.4\%$. 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) φυσικά δραστήρια (21 ± 2 ετών), που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: ομάδα υψηλής (40Hz, 4mm, 5 x 1min με 1min διάλ., στάση: ημικάθισμα) και ομάδα χαμηλής συχνότητας (20Hz, 4mm, 5 x 1 min με 1min διάλ., 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%).

Πίνακας 2. Έρευνες σχετικά με την άμεση επίδραση της άσκησης με δόνηση στην ικανότητα της κινητικότητας.

Συγγραφείς	Δείγμα	Πρωτόκολλο Άσκησης	Αποτελέσματα
Cardinale et al. (2003)	15 άτομα (2 ♀ & 13 ♂ άνδρες, 21±2 ετών) ΟΔ ₁ (n = 7) ΟΔ ₂ (n = 8)	Προθέρμανση 10min ΟΔ ₁ : καθ. ολόσ. δόνηση (40Hz, 4mm, 5x1min με 1min διάλ., άσκηση: ημικάθισμα) ΟΔ ₂ : καθ. ολόσ. δόνηση (20 Hz, 4mm, 5x1min με 1min διάλ., άσκηση: ημικάθισμα)	ευλυγισία δικέφαλων μηριαίων μυών: ΟΔ ₁ : ↓ (3.3%) ΟΔ ₂ : ↑ (10.1%)
Cochrane et al. (2005)	18 παίκτριες χόκεϋ υψηλού επιπέδου (22 ± 6 ετών), οι οποίες ακολούθησαν 3 πρωτόκολλα (ΠΔ, ΠΕ, Π)	ΠΔ: αμφ. ολόσ. δόνηση: 6mm, 26Hz, 5min, 6 ασκ. ΠΕ: 0mm, 0Hz, 5min, 6 ασκήσεις Π: ποδήλατο (50rpm, 5min, 50W)	↑ κινητικότητας: ΠΔ 8.2 ± 5.4% ΠΕ 5.3 ± 5.1% Π 5.3 ± 4.9%
Cronin et al. (2007)	10 ♂ (22.7 ± 3.6), οι οποίοι πραγματοποίησαν 4 διαφορετικά πρωτόκολλα ΤΔ	Προθέρμανση ΤΔ ₁ : 3mm, 14Hz, 30s ΤΔ ₂ : 3mm, 24Hz, 30s ΤΔ ₃ : 3mm, 34Hz, 30s ΤΔ ₄ : 5mm, 44Hz, 30s	↑ εύρους κίνησης δικέφαλων μηριαίων μυών: ΤΔ ₄ 2.1%, ΤΔ ₂ 1.6 % & ΤΔ ₃ 2%
Kinser et al. (2008)	κορίτσια αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής (11.3 ετών) ΣΠ (n = 22) ΤΔ(n = 8) Δ(n = 7)	ΣΠ: τοπική δόνηση (30Hz, 2mm, 4x10s, με 5s διάλ.) & διατ. ασκ. ΤΔ: (30Hz, 2mm, 4x10s, με 5s διάλ.) Δ: διατ. ασκ.	↑ ευλυγισίας στη θέση «σπαγκάτ»: ΣΠ: 18.5% ΤΔ: 9.5% Δ: 2%
Sands et al. (2006)	10 νεαροί αθλητές ενόργανης γυμναστικής (10 ετών) ΟΔ (n = 5) ΟΕ (n = 5)	Προθέρμανση ΟΔ: τοπ. δόνηση (30Hz, 2mm, 4σετ x 10s για κάθε πόδι με 5s διάλ., 2 ασκ.)	ΟΔ: ↑ εύρους κίνησης στη θέση «σπαγκάτ» και των δύο ποδιών ΟΕ: ↔

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, ΠΔ: πρωτόκολλο δόνησης, ΠΕ: πρωτόκολλο ελέγχου, Π: ποδήλατο, ΤΔ: τοπική δόνηση, ΣΠ: συνδυαστικό πρωτόκολλο, Δ: διατακτικές ασκήσεις.

Όπου ↑ αύξηση, ↓ μείωση, ↔ διατήρηση

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 Spornoga, 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 και οι συνεργάτες του (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 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 ολόσωμης δόνησης στην κινητικότητα και δεύτερον να διερευνηθεί για πόσο χρονικό διάστημα διαρκεί αυτή η επίδραση (αν επαρκούν τα 15min).

Δείγμα

Στην έρευνα έλαβαν μέρος εθελοντικά δεκαέξι νεαρές (18-24 ετών), φυσικά δραστήριες γυναίκες (Πίνακας 3), οι οποίες πραγματοποίησαν δύο πρωτόκολλα: ολόσωμης δόνησης και ελέγχου.

Πίνακας 3. Ηλικία και σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

N=16	M \pm SD
Ηλικία (έτη)	20.59 \pm 1.9
Σωματική μάζα (Kg)	59.49 \pm 6.69
Ανάστημα (m)	1.69 \pm .05
$\Delta\text{M}\Sigma$ (kg/m ²)	20.82 \pm 1.94

($\Delta\text{M}\Sigma$: δείκτης μάζας σώματος = σωματική μάζα/ανάστημα²)

Όργανα

Άσκησης: Για την πραγματοποίηση του πρωτοκόλλου χρησιμοποιήθηκε πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness, Novotec, Germany). Η συγκεκριμένη πλατφόρμα παράγει αμφίπλευρη δόνηση και ημιτονοειδής ταλάντωση. Η συχνότητα κυμαίνεται από 5 έως 30Hz και το εύρος μετατόπισης από 0 έως 10.4mm (Εικόνα 2).

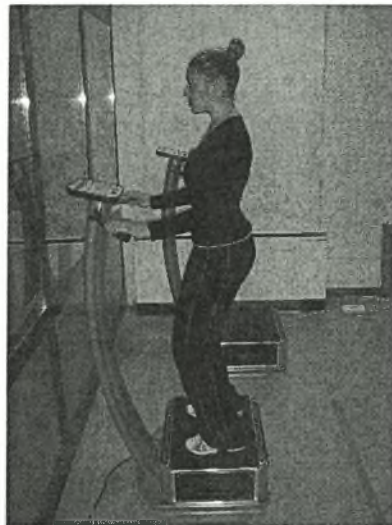


Εικόνα 2. Πλατφόρμα Ολόσωμης Δόνησης

Αξιολόγησης της κινητικότητας: Για τη μέτρηση της κινητικότητας χρησιμοποιήθηκε κιβώτιο (sit and reach flex tester, Fitness Giant), με διαστάσεις: μήκος 21cm, πλάτος 13cm και ύψος 13cm.

Πρωτόκολλο

Το πρωτόκολλο πραγματοποιήθηκε με τις συμμετέχουσες να στέκονται όρθιες πάνω στην πλατφόρμα με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα (10°), χωρίς παπούτσια (για να αποφευχθεί η απορρόφηση της δόνησης), φορώντας αντιολισθητικές κάλτσες (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Θέση σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση

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 6 λεπτά χωρίς όμως να εφαρμόζεται δόνηση (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Στοιχεία επιβάρυνσης των δύο πρωτοκόλλων (ολόσωμης δόνησης και ελέγχου)

Στοιχεία Επιβάρυνσης	Πρωτόκολλο Δόνησης	Πρωτόκολλο Ελέγχου
Συχνότητα (Hz)	25	0
Εύρος μετατόπισης (mm)	4	0
Διάρκεια (min)	6	6

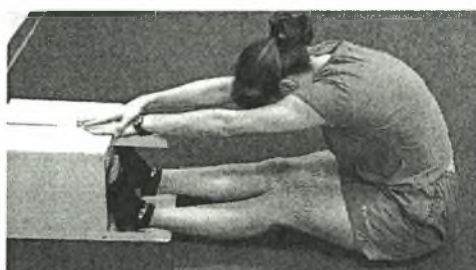
Περιγραφή Δοκιμασιών

Μέτρηση σωματικής μάζας: Για τη μέτρηση της σωματικής μάζας των δοκιμαζομένων χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακρίβειας. Η μέτρηση έγινε με ακρίβεια μισού κιλού (0.5kg). Οι δοκιμαζόμενες στέκονταν ελαφρά ντυμένες στο κέντρο του ζυγού με το βάρος του σώματος να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια. Η μέτρηση επαναλήφθηκε 2 φορές (Lohman, Roche, & Martorell, 1988).

Μέτρηση Αναστήματος: Το ανάστημα μετρήθηκε με μετροταινία τοποθετημένη στον τοίχο. Η μέτρηση έγινε με ακρίβεια εκατοστού (1cm). Οι εξεταζόμενες στέκονταν όρθιες, με το βάρος του σώματος να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια, και τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα στα πλάγια. Τα πέλματα (ενωμένα), το κεφάλι (όρθιο), η ωμοπλάτη και οι γλουτοί ακουμπούσαν στον τοίχο. Το ανάστημα προσδιοριζόταν με τη βοήθεια ενός ορθογώνιου τριγώνου, του οποίου η μία ορθή πλευρά εφαπτόταν στον τοίχο και η άλλη στο κεφάλι. Η μέτρηση επαναλήφθηκε 2 φορές (Lohman, et al., 1988).

Δοκιμασία Κινητικότητας: Για τη μέτρηση της κινητικότητας της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία δίπλωσης 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 (Εικόνα 4). Πραγματοποιήθηκαν δύο προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη. Μεταξύ των δύο προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 15s (ACSM, 2007).



Εικόνα 4. Δοκιμασία Δίπλωσης του κορμού (Sit & Reach Test)

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 συμμετεχόντων με την πλατφόρμα δόνησης και τις μετρήσεις. Επίσης, την ίδια ημέρα 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 τυχαία σειρά από το δείγμα. Μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων μεσολαβούσε διάστημα 1 εβδομάδας.

Μηδενικές Υποθέσεις

- Δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης.
- Δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων στο πρωτόκολλο ελέγχου.
- Δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά στις μετρήσεις μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων (ολόσωμης δόνησης και ελέγχου).

Στατιστική ανάλυση

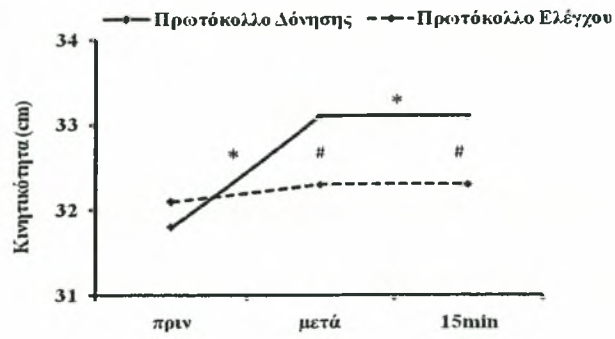
Για να εξετασθεί η άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην ικανότητα της κινητικότητας πριν, αμέσως μετά και 15 min μετά το πέρας της άσκησης, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA), (πρωτόκολλο x μέτρηση, 2 x 3), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιπρόσθετα, για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων (ολόσωμης δόνησης και ελέγχου) χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κατά Tukey, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha = 0.05$.

Αποτελέσματα

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων πρωτόκολλο και μέτρηση ($p < 0.05$). Στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων ($p < 0.001$), 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 διέφερε στατιστικά σημαντικά. Αντίθετα, στη δεύτερη και τρίτη μέτρηση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.01$) μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων (Σχήμα 1). Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων στο πρωτόκολλο ολόσωμης δόνησης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της κινητικότητας $4.5 \pm 3.5\%$. Τα αποτελέσματα της απόδοσης των νεαρών γυναικών στην κινητικότητα της άρθρωσης του ισχίου και της οσφυϊκής μοίρας (πριν, αμέσως μετά και 15min μετά το πέρας του κάθε πρωτοκόλλου) παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Η απόδοση στην κινητικότητα των νεαρών γυναικών ανά πρωτόκολλο και μέτρηση (μέσος όρος \pm 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



Σχήμα1. Σύγκριση της απόδοσης στην κινητικότητα νεαρών γυναικών ανά πρωτόκολλο και μέτρηση. Όπου * $p < 0.001$ μεταξύ 1^{ης} μέτρησης με 2^η και 3^η ανά ομάδα και όπου # $p < 0.01$ 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης μεταξύ των ομάδων.

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. Οι Cochrane και Stannard (2005), εφάρμοσαν ένα πρωτόκολλο αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (6mm, 26Hz, 5min) σε παίκτριες χόκεϋ υψηλού επιπέδου, οι οποίες παρουσίασαν αύξηση της ευλυγισίας των κάτω άκρων κατά 8%. Παρόμοια, οι Cardinale & Lim (2003), εξέτασαν την επίδραση δύο πρωτοκόλλων ολόσωμης δόνησης (4mm, 5x1min με 1min διάλ., στάση: ημικάθισμα) με έμφαση στη διαφορετική συχνότητα (υψηλή συχνότητα: 40Hz και χαμηλή συχνότητα: 20Hz). Στην ομάδα με τη χαμηλή συχνότητα δόνησης παρατηρήθηκε αύξηση της ευλυγισίας των δικέφαλων μηριαίων (10%), ενώ αντίθετα στην ομάδα που ακολούθησε το πρωτόκολλο δόνησης με υψηλή συχνότητα παρατηρήθηκε μείωση της ευλυγισίας (3%). Φαίνεται ότι η υψηλή συχνότητα πιθανόν επηρεάζει αρνητικά την κινητικότητα.

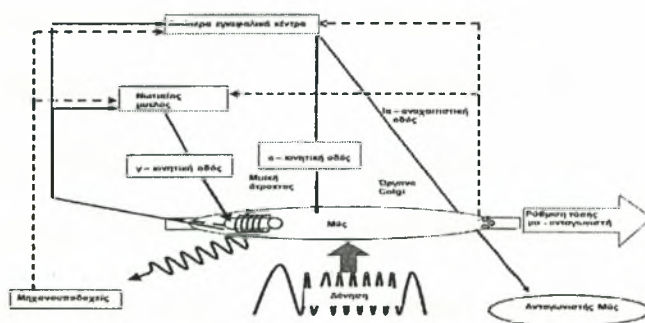
Αν και τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα με αυτά των άλλων ερευνών, φαίνεται ότι συμφωνούν με την πλειοψηφία των ερευνητών που αναφέρουν βελτίωση της κινητικότητας μετά την εφαρμογή ενός

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 αυτό 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 - φυσικά δραστήρια άτομα, άνδρες - γυναίκες) (Luo, McNamara, & Moran, 2005; Jordan, Norris, Smith, & Herzog, 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 και τους συνεργάτες του (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 ποσό 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 μηχανισμός (Εικόνα 5). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η δόνηση προκαλεί ταχείες και μικρές εναλλαγές του μήκους των μυϊκών ινών. Αυτό έχει σαν 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, 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 αναχαιτιστικούς 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).



Εικόνα 5. Μηχανισμός δράσης κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση (Τροποποιημένο από Cardinale & Bosco, 2003).

Ο παραπάνω μηχανισμός πιθανόν εξηγεί κάποιες περιφερικές προσαρμογές των οποίων η εμφάνιση 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 (26-30Hz, 3-6mm, 3-9min) παρατηρήθηκε αύξηση της ταχύτητας ροής αίματος στα αγγεία, σαν αποτέλεσμα των ρυθμικών μυϊκών συστολών αλλά και της αγγειοδιαστολής, που διήρκησε για χρονικό διάστημα πάνω από 10min μετά το πέρας του πρωτοκόλλου άσκησης (Kersch-Schindl et al., 2001; Lohman, Petrofsky, Maloney-Hinds, Betts Schwab & Thorpe, 2007) . Όλα αυτά πιθανόν έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής ροής αίματος και της τοπικής θερμοκρασίας του μυ. Η αυξημένη ενδομυϊκή θερμοκρασία, μπορεί να προκαλέσει μείωση της μυϊκής σκληρότητας και αύξηση της μυϊκής ελαστικότητας και σαν αποτέλεσμα αύξηση της κινητικότητας (Cronin, Oliver, & McNair, 2004).

Συμπερασματικά από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φάνηκε ότι η ολόσωμη δόνηση βελτίωσε σημαντικά την κινητικότητα. Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί 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.

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.
- 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., 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 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 Res.*, 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 Books.

- 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*, 1
- 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.
- Kersch-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.
- 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., Petrofesky, 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.
- Lohman, T.G., Roche, A., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- 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, 239-50.

- 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' sdisease. *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., & Ferrucci,L. (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 Physiol Scand.*, 143, 439-43.