

Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό
τόμος 8 (2), 181 - 188
Δημοσιεύτηκε: 30 Σεπτεμβρίου 2010



Inquiries in Sport & Physical Education
Volume 8 (2), 181 - 188
Released: September 30, 2010

www.hape.gr/emag.asp

ISSN 1790-3041

Κινηματικές και Δυναμικές Διαφορές κατά την Εκτέλεση Βηματισμών σε Σταθερή και Ασταθή Επιφάνεια

Ανατολή Ιωαννίδου, Ευάγγελος Ντάκης, Θωμάς Νικοδέλης, & Γεώργιος Παπαϊακώβου
Εργαστήριο Βιοκινητικής, ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να διερευνήσει αν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του βασικού βηματισμού σε σταθερό και ασταθές «στεπ» μεταβάλλονται τα χαρακτηριστικά του κέντρου πίεσης και οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους ως συνάρτηση της επιφάνεια εκτέλεσης της άσκησης. Την άσκηση εκτέλεσαν τριάντα (30) υγιείς φοιτήτριες φυσικής αγωγής. Μετρήθηκαν η ταχύτητα και η μετατόπιση του κέντρου πίεσης (ΚΠ) στους άξονες x και y, στο οριζόντιο επίπεδο, καθώς και η δύναμη στον κατακόρυφο άξονα. Η μετατόπιση του ΚΠ ήταν μεγαλύτερη κατά την εκτέλεση με το ασταθές στεπ και στους δύο άξονες (ΚΠx σταθ: 45.1 ± 4 cm, ΚΠx αστ: 48.4 ± 3.2 cm και ΚΠy σταθ: 49.6 ± 6.3 cm, ΚΠy αστ: 51.8 ± 6.7 cm). Η δύναμη στον κατακόρυφο άξονα ήταν επίσης μεγαλύτερη στην εκτέλεση με το ασταθές στεπ (F_{max} (N): σταθ.: 934.13 ± 121.90 , αστ: 973.60 ± 114.71). Συμπεραίνεται ότι, η εκτέλεση του βασικού βηματισμού στην ασταθή επιφάνεια της σανίδας Core Board είναι άσκηση με αυξημένες απαιτήσεις ισορροπίας και δύναμης και μεγαλύτερη πιθανά ενεργειακή κατανάλωση, στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη χρησιμοποίηση του ασταθούς στεπ σε διάφορους πληθυσμούς.

Λέξεις κλειδιά: *άσκηση, σταθερή-ασταθής επιφάνεια, δύναμη αντίδρασης*

Kinematical and Dynamic Differences by Executing Basic Steps on Stable and Unstable Surface

Anatoli Ioannidou, Evaggelos Dakis, Thomas Nikodelis, & Georgios Papaiakovou
Biomechanics Lab, Dept. of Physical Education and Sports Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Hellas

Abstract

The purpose of the study was to investigate if the characteristics of the centre of pressure (CoP) and ground reaction forces (Fz) are altered during the basic step, when using a stable and an unstable stepper. Thirty (30) healthy female students of physical education, participated in the study executing the basic step on a stable step and on the unstable Reebok Core Board. The results showed a greater displacement of the CoP in both axes (CoPx stab: 45.1 ± 4 cm, CoPx unstab: 48.4 ± 3.2 cm and CoPy stab: 49.6 ± 6.3 cm, CoPy unstab: 51.8 ± 6.7 cm). The force developed in the vertical axis was also greater when using the unstable step (F_{zmax} (N): stab: 934.13 ± 121.90 , unstab: 973.60 ± 114.71). It can be concluded that the use of an unstable stepper is connected with increased demands on balance, force application and possibly more energy cost, facts that should be taken in account when introducing several populations in this kind of exercise.

Key words: *Step exercise, stabile-unstable surface, force development*

Εισαγωγή

Το ανθρώπινο σώμα δέχεται συνεχώς επιβαρύνσεις από τη μάζα του, από εξωτερικά φορτία και από τις ίδιες τις κινήσεις που πραγματοποιεί. Συνήθως τα κάτω άκρα δέχονται τις μεγαλύτερες επιβαρύνσεις οι οποίες κατά την άσκηση μπορεί να φτάσουν 2 έως και 5 φορές το βάρος του σώματος ανάλογα με το είδος της δραστηριότητας (Hyoku et al., 1984, McNitt-Gray, 1991, Κόλλιας, 1997). Ανάλογα με το είδος της άσκησης το ρυθμό εκτέλεσης της αλλά και την επιφάνεια όπου γίνεται η άσκηση μπορεί να προκληθούν τραυματισμοί.

Ειδικότερα η μορφή της επιφάνειας έχει αποτελέσει σημαντικό πεδίο έρευνας, σκληρό ή μαλακό έδαφος (Arampatzis, 2001α). Ακόμη και λιγότερο δυναμικές ασκήσεις όμως οι οποίες εκτελούνται στους σύγχρονους χώρους άθλησης (γυμναστήρια) με τη χρήση οργάνων απαιτούν εξίσου καλό έλεγχο των κινήσεων.

Ένα τέτοιο όργανο πάνω στο οποίο εκτελείται μια σειρά ασκήσεων είναι το step. Η άσκηση στη συγκεκριμένη πλατφόρμα (step) αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες μορφές αερόβιας άσκησης και ενίσχυσης του μυοσκελετικού συστήματος. Κατά την άσκηση στο step, συνδυάζεται η ανύψωση του βάρους του σώματος ενάντια στη βαρύτητα ενώ παράλληλα μετακινούμαστε σε ένα σταθερό ρυθμό. Έχει χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα αποκατάστασης μετά από τραυματισμούς στα γόνατα για την ενδυνάμωση των μυών γύρω από το γόνατο. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί από επιστήμονες της άσκησης, για την εκτίμηση της λειτουργικής ικανότητας και αερόβιας φυσικής κατάστασης (Brouha 1943, DeVries & Klafs, 1965, McArdle, Katch, & Pechar. 1972).

Από βιοκινητική άποψη, έρευνες έχουν δείξει ότι οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (GRF) κατά την διάρκεια της άσκησης με step, είναι χαμηλότερες από το τρέξιμο και άμεσα συσχετιζόμενες με το ύψος του step, τη μορφή των κινήσεων και το ρυθμό άσκησης. Το ύψος της πλατφόρμας (step) και το τέμπο της μουσικής (ρυθμός άσκησης) αποτελούν δύο σημαντικές μεταβλητές, η αύξηση των οποίων οδηγεί σε μεγαλύτερες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (Newton & Humphries, 1991, Farrington & Dyson, 1995, Bezner et al., 1996, Terriet & Finch, 1997, Maybury & Waterfield, 1997, Scharff-Olson et al., 1997).

Η μέση τιμή των κατακόρυφων δυνάμεων κρούσης εκτείνεται κατά προσέγγιση από 1.4 μέχρι 1.74 φορές του βάρους του σώματος για το "βασικό βηματισμό" σε πλατφόρμες ύψους 6 μέχρι 10 ίντσες (από 15.24 cm μέχρι 25.4 cm) αντίστοιχα (Johnson et al. 1992, Johnson et al. 1993, Moses et al. 1993). Ωστόσο, μορφές βηματισμού υψηλότερης κρούσης, όπως είναι οι πλειομετρικές "απαγωγές", έχει παρατηρηθεί ότι παράγουν κατακόρυφες δυνάμεις κρούσης από 1.91 μέχρι 2.93 του βάρους του σώματος σε πλατφόρμες ύψους 15.24 cm μέχρι 30.48 cm (6 μέχρι 12 ίντσες), αντίστοιχα (Moses, Blessing, & Wang, 1993, Scharff-Olson, Williford, Blessing, Moses, R., Wang 1996).

Τον τελευταίο καιρό έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται όργανα με ασταθή επιφάνεια για καθημερινή άσκηση. Κατά τους κατασκευαστές τους, δίνουν τη δυνατότητα για καλύτερα αποτελέσματα επειδή η αστάθεια αναγκάζει περισσότερους μύες να ενεργοποιηθούν και να συμμετάσχουν στην κίνηση. Ένα τέτοιο όργανο είναι το ασταθές δάπεδο σημειακής στήριξης που χρησιμοποιείται στη φυσικοθεραπεία. Ο ασκούμενος προσπαθώντας να κρατήσει ισορροπία επάνω σε αυτό αναγκάζεται και ενεργοποιεί όλους τους μύες του κάτω άκρου του και αυτό φαίνεται να εξυπηρετεί τους θεραπευτικούς σκοπούς (E A L M Verhagen, 2005).



Εικόνα 1. Η σανίδα, Core Board.

Η σανίδα Core Board (Εικόνα 1) είναι μία ασταθής, αντιδραστική επιφάνεια που ανταποκρίνεται και αντιδρά στην ανθρώπινη κίνηση κατά τη διάρκεια μεταφοράς βάρους. Η ρύθμιση της σταθερότητας της επιφάνειας της σανίδας σε σχέση με τη μετατόπιση του βάρους του ασκούμενου, επηρεάζει τη στατική και δυναμική ισορροπία του ασκούμενου. Η άσκηση στη συγκεκριμένη σανίδα, επιφέρει θεωρητικά μια αύξηση στην ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση και επακόλουθη πυροδότηση κατάλληλων μυών, για την διατήρηση της ισορροπίας στη σανίδα.

Η συγκεκριμένη σανίδα η οποία κατασκευάστηκε από τον Alex McKechnie το 1998, χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον ίδιο για την ενδυνάμωση της στάσης του σώματος των ασθενών του, για την σταθεροποίηση των αστραγάλων και γονάτων και για την αντιμετώπιση των τραυματισμών στους προσαγωγούς και στην βουβωνική χώρα.

Η χρησιμοποίηση ασταθούς επιφάνειας δεν έχει μελετηθεί εκτενώς έως σήμερα. Δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα για τις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την εκτέλεση βηματισμών στην σανίδα core board, όπως επίσης και για την λειτουργία των αρθρώσεων. Δεν είναι γνωστός ο τρόπος με τον οποίο ανταποκρίνεται ο κινητικός μηχανισμός σε τέτοιου είδους άσκηση, από την άποψη των δυναμικών χαρακτηριστικών κατά το ανέβασμα και κατέβασμα σε ένα τέτοιο δάπεδο. Κατά συνέπεια, κρίθηκε σημαντικό να διερευνηθεί η εκτέλεση του βασικού βηματισμού (basic step), πάνω σε σταθερή και ασταθή (υποχωρητική) επιφάνεια.

Οι δύο βασικές ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας εργασίας, διαμορφώνονται ως εξής: 1. Κατά την εκτέλεση της άσκησης σε ασταθή επιφάνεια μεταβάλλονται τα χαρακτηριστικά του Κέντρου Πίεσης (ΚΠ). 2. Οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους στον κατακόρυφο άξονα εξαρτώνται από την επιφάνεια εκτέλεσης της άσκησης.

Μεθοδολογία

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τον οδηγό διεξαγωγής έρευνας της Επιτροπής Ερευνών του πανεπιστημίου .

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά τριάντα νέες, υγιείς χωρίς τραυματισμούς, φοιτήτριες του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά εξεταζομένων. (μέσοι όροι ± τυπική απόκλιση).

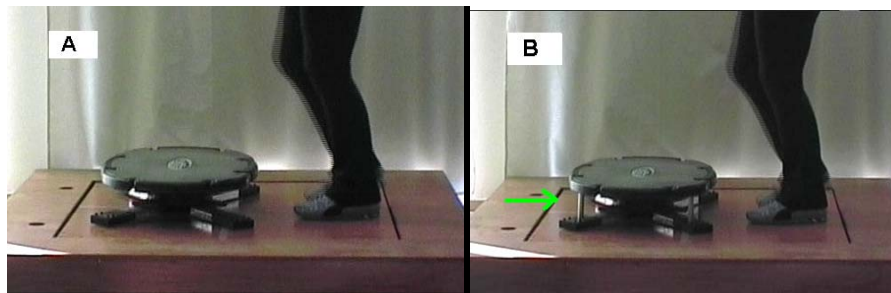
| Φύλο | n | Ηλικία (έτη) | Ύψος (cm) | Μάζα (kg) |
|----------|----|-----------------|--------------|--------------|
| Γυναίκες | 30 | 20.19±2.04 | 165.82±5.58 | 60.62±7.93 |

Περιγραφή των οργάνων

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας ήταν:

1. Μια τετράγωνη πλατφόρμα αντίδρασης διαστάσεων 100x100cm², εφοδιασμένη με αισθητήρες δύναμης στις γωνίες της. Η πλατφόρμα ήταν συνδεδεμένη με Η/Υ Pentium II, μέσω A/D κάρτας (PCL - 812, Advantech Co. Japan). Ανάλυση κάρτας 12bit, συχνότητα δειγματοληψίας 100Hz. Καταγράφηκαν οι δυνάμεις αντίδρασης και υπολογίστηκε η θέση και η ταχύτητα του ΚΠ (COP) στο οριζόντιο επίπεδο (Χ και Υ άξονες).

2. Ως υπερυψωμένο ασταθές επίπεδο χρησιμοποιήθηκε το αποκαλούμενο "Core Board" της εταιρείας Reebok. Η άνω επιφάνεια αυτού του οργάνου στηρίζεται σε ημιελαστικό κορμό και έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα, αλλά και γύρω από τους άλλους δύο άξονες. Η μέγιστη κλίση, που εξαρτάται από το βάρος του ασκούμενου, μπορεί να φτάσει έως τις 15 μοίρες. Ειδικά στηρίγματα κατασκευάστηκαν για να χρησιμοποιηθεί το ίδιο όργανο ως σταθερή επιφάνεια. Το ύψος της επιφάνειας ήταν 15 cm από το επίπεδο της πλατφόρμας αντίδρασης (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Α. Ασταθής επιφάνεια, Β. Σταθερή επιφάνεια.

Πρωτόκολλο

Οι εξεταζόμενες εκτέλεσαν τον «βασικό βηματισμό» (basic step) με την εξής τεχνική: «Πρώτο πόδι επάνω, δεύτερο πόδι επάνω, πρώτο πόδι κάτω, δεύτερο πόδι κάτω». Η άσκηση εκτελέστηκε σε δύο διαφορετικές συνθήκες.

Πρώτη συνθήκη (ασταθής επιφάνεια) : Ελεύθερο stepper να περιστρέφεται (Εικόνα 2Α).

Δεύτερη συνθήκη (σταθερή επιφάνεια): Σταθεροποίηση του stepper έτσι ώστε να χρησιμοποιείται ως σταθερή επιφάνεια (Εικόνα 2Β). Οι ενδείξεις της δύναμης μηδενίστηκαν αρχικά με το core board επάνω στη δυναμοπλατφόρμα χωρίς την εξεταζόμενη.

Και στις δύο συνθήκες η καταγραφή των δυνάμεων ξεκινούσε αφού η εξεταζόμενη είχε αποκτήσει ένα συγκεκριμένο ρυθμό 120 bpm, (δηλαδή ο κάθε κύκλος είχε διάρκεια δύο (2) δευτερόλεπτα), που δινόταν με μετρονόμο. Η διάρκεια καταγραφής ήταν κάθε φορά 30 δευτερόλεπτα.

Οι εξεταζόμενες αφέθηκαν ελεύθερες να επιλέξουν το πόδι εκκίνησης, «πρώτο πόδι επάνω». Ως μόνο περιορισμό είχαν να τοποθετούν τα πέλματα τους πάνω στο stepper περίπου στο πλάτος των ισχίων τους.

Ανάλυση των δεδομένων

Οι μεταβλητές αξιολόγησης των δύο διαφορετικών συνθηκών εκτέλεσης ήταν:

K.Π_y: Η μετατόπιση του ΚΠ στον προσθιοπίσθιο άξονα.

K.Π_x: Η μετατόπιση του ΚΠ στον εγκάρσιο άξονα.

U_K.Π_ymin : Η ελάχιστη τιμή της ταχύτητας μεταφοράς του ΚΠ στον προσθιοπίσθιο άξονα.

U_K.Π_ymax : Η μέγιστη τιμή της ταχύτητας μεταφοράς του ΚΠ στον προσθιοπίσθιο άξονα.

U_K.Π_xmin : Η ελάχιστη τιμή της ταχύτητας μεταφοράς του ΚΠ στον εγκάρσιο άξονα.

U_K.Π_xmax : Η μέγιστη τιμή της ταχύτητας μεταφοράς του ΚΠ στον εγκάρσιο άξονα.

Fmax : Η μέγιστη τιμή της δύναμης αντίδρασης του εδάφους.

Στατιστική ανάλυση

Για την σύγκριση των παραμέτρων στις δύο συνθήκες, χρησιμοποιήθηκε το t - test για ζευγαρωτές παρατηρήσεις (paired samples t - test). Το επίπεδο εμπιστοσύνης ορίστηκε στο 95% ($p < 0.05$). Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SPSS, έκδοση 10.0.1 (SPSS Incorporated, Chicago, IL).

Αποτελέσματα

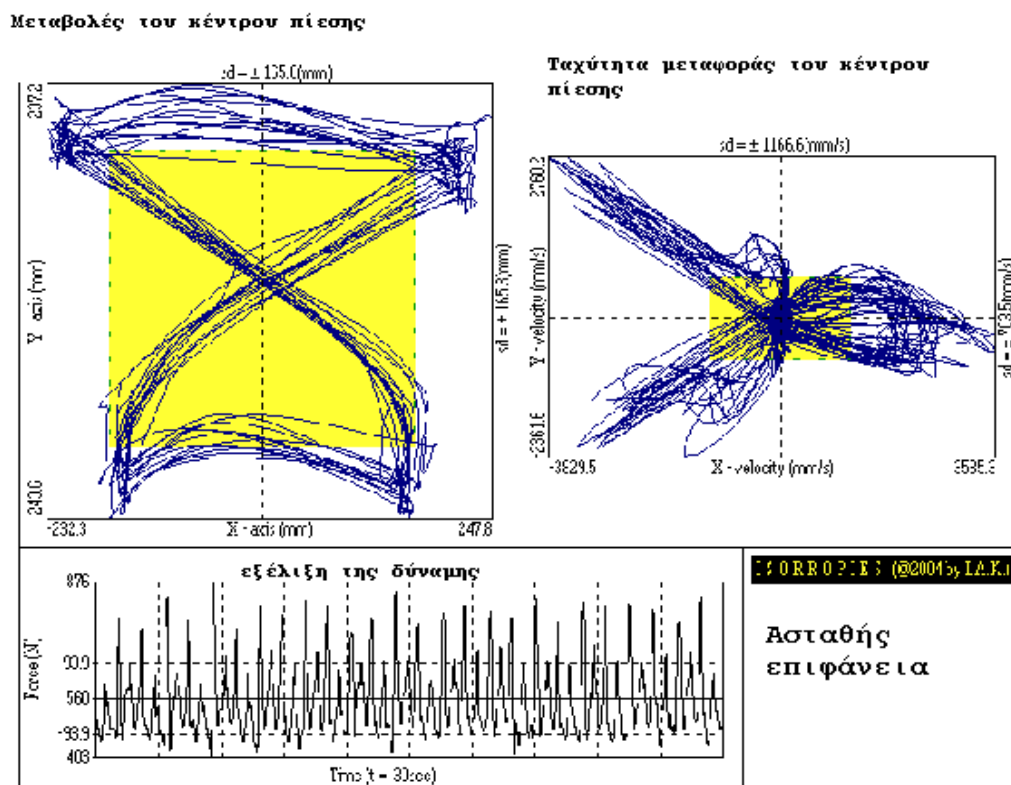
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Το σύνολο σχεδόν των επιλεγμένων μεταβλητών εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μετρήσεων. Οι μόνες μεταβλητές οι οποίες δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά είναι το εύρος της μετατόπισης του ΚΠ στον y και η ελάχιστη ταχύτητα του ΚΠ στον ίδιο άξονα.

Για όλες τις μεταβλητές που παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ακόμη και για αυτές που παρουσίασαν τάσεις διαφοροποίησης, οι τιμές ήταν μεγαλύτερες κατά απόλυτη τιμή στην ασταθή επιφάνεια σε σχέση με τη σταθερή.

Στο Σχήμα 1 εμφανίζεται η εξέλιξη των επιλεγμένων μεταβλητών για μία αντιπροσωπευτική εξεταζόμενη, σε σταθερή και ασταθή επιφάνεια. Η χαρακτηριστική καμπύλη (κλεψύδρα) της μετατόπισης του ΚΠ, εμφανίζεται πιο συμμετρική και να καταλαμβάνει μικρότερη έκταση στη σταθερή επιφάνεια τουλάχιστον ποιοτικά. Ακόμη, είναι χαρακτηριστική η καμπύλη της ταχύτητας μεταφοράς του ΚΠ. Τα δύο άκρα της που βρίσκονται από την αριστερή μεριά του σχήματος, στην συγκεκριμένη περίπτωση δηλώνουν το πόδι με το οποίο ξεκινάει η ανάβαση και κατάβαση από την πλατφόρμα (stepper).

Πίνακας 2. Μέση τιμή, τυπική απόκλιση και στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μετρήσεων για τις επιλεγμένες μεταβλητές αξιολόγησης.

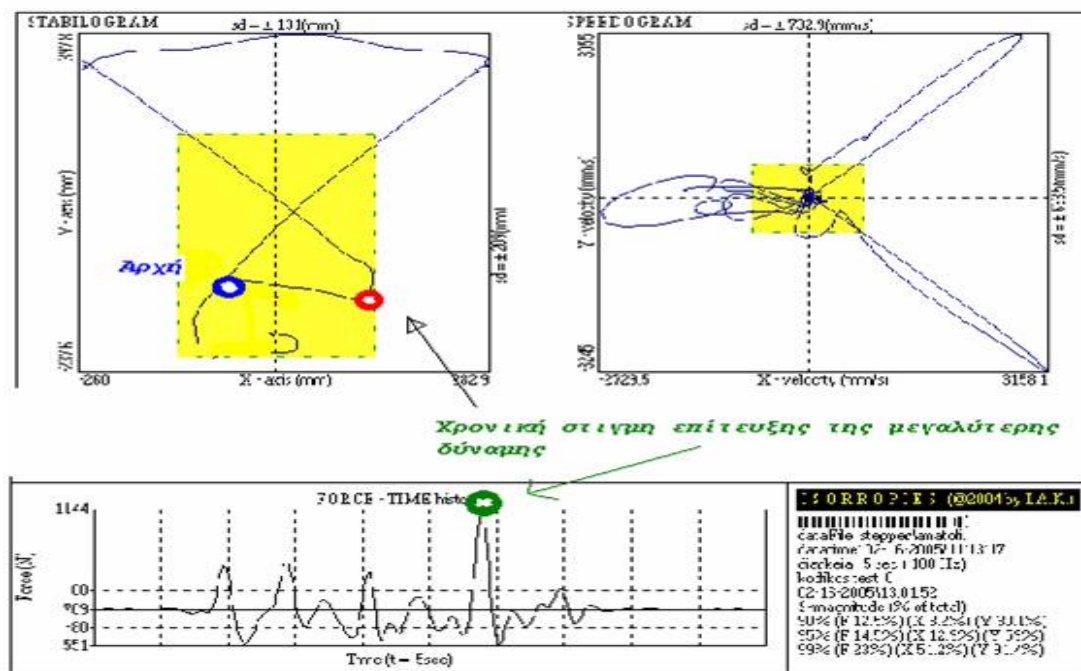
| | Σταθερή Επιφάνεια | Ασταθής επιφάνεια | t (p<.05*, p<.01**) |
|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Κ.Π._x (cm) | 45.1 ± 4 | 48.4 ± 3.2 | -4.51 ** |
| Κ.Π._y (cm) | 49.6 ± 6.3 | 51.8 ± 6.7 | t=-1.79 p=.083 |
| U_Κ.Π._xmin (m/sec) | -3 ± 0.58 | -3.82 ± 0.85 | 6.35 ** |
| U_Κ.Π._xmax (m/sec) | 3.43 ± 0.68 | 3.89 ± 0.87 | -3.72 ** |
| U_Κ.Π._ymin (m/sec) | -2.65 ± 0.63 | -3. ± 1 | t=2 p=.054 |
| U_Κ.Π._ymax (m/sec) | 2.49 ± 0.54 | 2.83 ± 0.72 | -2.79 ** |
| Fmax (N) | 934.13± 121.90 | 973.60 ± 114.71 | -3.74 ** |



Σχήμα 1. Μετατόπιση του Κέντρου Πίεσης, ταχύτητα μεταφοράς του Κέντρου Πίεσης και εξέλιξη της κατακόρυφης δύναμης σε σταθερή και ασταθή επιφάνεια, (μια αντιπροσωπευτική εξεταζόμενη).

Αναφορικά με τις δυναμικές παραμέτρους της κίνησης, η μέγιστη τιμή της δύναμης ήταν μεγαλύτερη στην ασταθή επιφάνεια (Fmax : σταθερή 934.13 N - ασταθή 973.60 N,).

Από τη συνδυασμένη παρατήρηση της συνισταμένης δύναμης και του κέντρου πίεσης σε ένα βασικό βηματισμό, και γνωρίζοντας τον τρόπο εκτέλεσης της άσκησης, π.χ. δεξι-αριστερό, δεξι-αριστερό, έγινε αντιπαραβολή των δύο μεταβλητών που είναι συγχρονισμένες γιατί και οι δύο προέρχονται από τις συνιστώσες της δύναμης. Διαπιστώθηκε ότι η μέγιστη τιμή της συνισταμένης δύναμης συμπίπτει με τη πρώτη κάτω γωνία της κλεψύδρας (x αρνητικό τοπικό ελάχιστο και y θετικό τοπικό μέγιστο), που ουσιαστικά αντιστοιχεί στο πρώτο πόδι κάτω (κατάβαση) δηλαδή στην τυφλή προσγείωση (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Αποτύπωση της χρονικής στιγμής επίτευξης της μέγιστης δύναμης με την τυφλή προσγείωση σε ένα κύκλο κίνησης.

Συζήτηση

Ο βασικός σκοπός της εργασίας ήταν να συγκρίνει τις διαφορές της χρήσης σταθερής και ασταθούς επιφάνειας στους διαδοχικούς βηματισμούς ως προς την εξέλιξη του κέντρου πίεσης (ΚΠ) και της κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης μεταβλητές αξιολόγησης ασκήσεων που απαιτούν δυναμική ή στατική ισορροπία (Carpenter, Frank, & Silcher, 1999; Hahn & Chou, 2004).

Η μετατόπιση του Κ.Π. ήταν μεγαλύτερη κατά την εκτέλεση στην ασταθή επιφάνεια και στους δύο άξονες, τον προσθιοπίσθιο και τον εγκάρσιο. Η ταχύτητα μετατόπισης του ΚΠ ήταν επίσης μεγαλύτερη στην ασταθή επιφάνεια.

Τα δύο αυτά στοιχεία έρχονται να ενισχύσουν το αρχικό σκεπτικό κατασκευής της ασταθούς σανίδας (core board), δηλαδή την γύμναση των μυών του κορμού (Reebok Core Training: Professional Training Manual, 2000). Όταν το σώμα κινείται σε μια κατεύθυνση και πρέπει ν' αλλάξει πορεία, επιβαρύνονται οι μύες του κορμού, κοιλιακοί και ραχιαίοι. Καθώς η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης είναι μεγαλύτερη στην ασταθή σανίδα θεωρητικά υπάρχει μεγαλύτερη δραστηριότητα από το σύνολο των μυών που ελέγχουν το σώμα κατά την αλλαγή κατεύθυνσης.

Πρέπει να σημειωθεί όμως, ότι κατά την υποχώρηση της σανίδας το πόδι του ασκούμενου αναγκάζεται σε υπτιασμό ανάλογο με το βαθμό κλίσης της σανίδας (25° μοίρες περίπου). Ο πρηνισμός αυτός της ποδοκνημικής σε υγιή άτομα πιθανά δεν συνιστά ιδιαίτερη επιβάρυνση, σε άτομα όμως με περιορισμένη ευκαμψία στην ποδοκνημική άρθρωση ίσως είναι αρκετά επιβαρυντικό στοιχείο.

Η μεγαλύτερη μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα σε σχέση με τον εγκάρσιο, αν και δεν αξιολογήθηκε στατιστικά, ήταν αναμενόμενη λόγω της επιλεγμένης άσκησης. Η άσκηση άλλωστε είναι βηματισμός μπρος - πίσω (μεγάλη μετατόπιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο). Ένα ακόμη ενδιαφέρον στοιχείο της περιγραφικής ανάλυσης ήταν ότι οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές των ταχυτήτων στον προσθιοπίσθιο άξονα ήταν μικρότερες κατ' απόλυτες τιμές απ' ότι στον εγκάρσιο. Τα παραπάνω υποδηλώνουν μια πιο ομαλή και σταθερή εξέλιξη της κίνησης στον προσθιοπίσθιο άξονα, που πιθανά συμβαίνει με μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με τον εγκάρσιο άξονα.

Η δύναμη αντίδρασης ήταν μεγαλύτερη στην ασταθή επιφάνεια. Οι μεγαλύτερες τιμές της δύναμης υποδηλώνουν περισσότερη κατανάλωση ενέργειας στην ασταθή, κάτι το οποίο έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές (McKeever, 1993). Αυτό μπορεί μερικώς να δικαιολογήσει τη χρησιμότητα της σανίδας core board στην εκτέλεση ασκήσεων αεροβικής για την εντονότερη γύμναση του σώματος.

Όπως διαπιστώθηκε από την ποιοτική παρατήρηση των αποτελεσμάτων, (Σχήμα 2) οι μέγιστες τιμές της δύναμης χρονικά εμφανίζονται κατά την τυφλή προσγείωση (φάση κατάβασης από την αστα-

θή ή σταθερή επιφάνεια). Αυτό σε συνδυασμό με την σχετικά υψηλή επιβάρυνση, καθώς οι μέγιστες τιμές της δύναμης αντιστοιχούν σε σχετική δύναμη μέχρι και 1.8 φορές του βάρους του σώματος, τιμές ανάλογες με τη βιβλιογραφία, (Skelly, Darby, & Phillips, 2003; Scharff-Olson et al., 1997), δημιουργεί προϋποθέσεις για δυσάρεστες καταστάσεις τραυματισμών στη συνθήκη της ασταθούς επιφάνειας. Πιο συγκεκριμένα, η μέγιστη τιμή της δύναμης, αντιστοιχεί σε μία στιγμή κρούσης με τιμές παρόμοιες με άλλες εντονότερες μορφές άσκησης (π.χ. αργό τρέξιμο) ενώ πρόκειται για άσκηση βηματισμού.

Η εμφάνιση υψηλότερης τιμής δύναμης κατά την εκτέλεση του βασικού βηματισμού στην ασταθή σανίδα εξαρτάται και από το ύψος της σανίδας. Οι δυνάμεις που αναπτύχθηκαν με τη χρησιμοποίηση της συγκεκριμένης σανίδας έστω και σε ύψους 15 cm, πιθανά να πρέπει να λειτουργήσουν ως ανασταλτικός παράγοντας για την χρησιμοποίηση της συγκεκριμένης άσκησης από άτομα τρίτης ηλικίας.

Συμπερασματικά, η εκτέλεση του βασικού βηματισμού στην ασταθή επιφάνεια της σανίδας Core Board είναι άσκηση με μειωμένη ισορροπία μεγαλύτερη πιθανά ενεργειακή κατανάλωση και ενδεχόμενο τραυματισμού. Το γεγονός ότι αυτή η σανίδα και η συγκεκριμένη μορφή βηματισμού χρησιμοποιούνται σε προγράμματα άσκησης για υγεία, επιβάλλει τα πορίσματα της συγκεκριμένης έρευνας, κυρίως αυτά που αφορούν τα μειονεκτήματα του συγκεκριμένης σανίδας ως όργανο εκγύμνασης, να λαμβάνονται υπόψη κατά την χρήση της. Έτσι προτείνεται να αποφεύγεται η χρήση της για την εξάσκηση του βασικού βηματισμού ή άλλων μορφών βηματισμού από ευαίσθητες ομάδες (όπως ηλικιωμένους, υπέρβαρους κλπ.), καθώς αυτές οι ασκήσεις εμπεριέχουν ένα υψηλό βαθμό δυσκολίας όσον αφορά τις απαιτήσεις για ισορροπία, αλλά και τις δυναμικές επιβαρύνσεις.

Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η παρούσα εργασία προσφέρει μια κριτική των δυνατοτήτων και των περιορισμών της κατάσκευής coreboard βασισμένη σε ερευνητικά δεδομένα. Η κριτική αυτή και η παραγόμενη γνώση μπορεί να αξιοποιηθεί ώστε το coreboard να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης των αθλουμένων και κατ' επέκταση τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής τους.

Βιβλιογραφία

- Arampatzis, A., Brueggemann, G.P., Klapsing, G.M., & Wiehn, M. (2001a). A three-dimensional lower leg-foot model to determine the influence of various gymnastic mats on foot motion during landings. *Journal of Sport Sciences*, 19(8), 545.
- Bezner, S.A., Chinworth, S.A., Drewlinger, D.M., Kern, J.C., Rast, P.D., Robinson, R.D., & Wilkerson. (1996). Step Aerobics : a Kinematic and Kinetic Analysis. Denton : *Texas Women's University*, 252-254.
- Brouha, L. (1943). The step test : a simple method of measuring physical fitness for muscular work in young men. *Res Q.* 14, 31-6
- Carpenter, M.G, Frank, J.S., & Silcher, CP. (1999). Surface height effects on postural control : a hypothesis for a stiffness strategy for stance. *Journal of Vestibular Research*, 9, 277-86.
- DeVries, H.A., & Klafs, C.E. (1965). Prediction of maximal O₂ intake from submaximal tests. *Journal of Sports Medicine* 5, 207-14.
- Farrington, T., & Dyson, R.J. (1995). Ground reaction forces during step aerobics. *Journal of Human Movement Studies* 29, 89-98.
- Hahn, M.E., & Chou, L.S. (2004). Age related reduction in sagittal plane center of mass motion during obstacle crossing. *Journal of Biomechanics*, 37, 837-44.
- Hyoku, C., Shibukawa, K., Ae M., Hashihara, Y., Yokoi, T., & Kawabata, A. (1984). Effect of dropping height on a buffer action in landing. In *Proc. Japanese Society of Biomechanics, Nagoya*, pp. 203-207
- Johnson, B.F., Rupp, J.C., & Berry, S.A. (1992). Peak vertical ground reaction forces (PVGRFs) and time - to - peak force (TTPFs) in bench-step aerobics and other activities [abstract]. *Medicine & Science in Sports & Exercise* , 24 (5 Suppl.), 783S.
- Johnson, B.F., Johnston, K.D., & Winnier, S.A. (1993). Bench-step aerobic ground reaction forces for two steps at variable bench heights [abstract]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25 (5 Suppl.), 195S
- Κόλλιας Η.Α. (1997). *Βιοκινητική της αθλητικής κίνησης*. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Χριστοδουλιδη.
- Maybury, M.C., & Waterfield, J. (1997). An investigation into the relation between step height and ground reaction forces in

- step exercise : a Pilot Study. *Journal Sports Medicine* 31, 109-113.
- McArdle, W.D., Katch, G.S., & Pechar, G.S. (1972). Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step test scores in females. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 4, 182-186.
- McKeever, K.G. (1993). The effects of impact-attenuating take off and landing surfaces on the metabolic cost of bench stepping. Unpublished master's thesis, Montana State University, Bozeman, Montana.
- McNitt-Gray, J.L. (1991). Kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, 201-204
- Moses, R.D., Blessing, D.L., Wang, T. (1993). Ground reaction forces in bench aerobics [abstract no. 49]. 22nd Annual Meeting, Southeast Regional Chapter of the ACSM : 1993 : Greensboro (N.C.) : SEACSM Conference Proceedings.
- Newton, R., & Humphries, B., (1991). Peak ground reaction forces during step aerobics, walking and jogging. In C. Tant, P. Patterson, and S. York (Eds.), *Biomechanics in Sports IX*, (pp. 67-71). Ames, Iowa: State University.
- Reebok Core Training: Professional Training Manual (2000) Reebok University, www.reeboku.com
- Scharff-Olson, M., Williford, H.N., Blessing, D.L., Moses, R., & Wang, T. (1996). Ground reaction forces between novices and instructors during bench / step exercise at two different speeds. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28 (5 suppl.), 155S
- Scharff-Olson, M., Williford, H.N., Blessing, D.L., Moses, R., Wang, T. (1997). Vertical impact forces during bench-step aerobics: exercise rate and experience. *Perceptual and Motor Skills* 84, 267-74
- Skelly W.A, Darby L.A., & Phillips K. (2003). Physiological and Biomechanical responses to three different landing surfaces during step aerobics. *Journal of Exercise Physiology* 6, 70-79.
- Terriet, C.R., & Finch A. (1997). Effects of varied music tempo and volumes on vertical impact forces produced in step aerobics. In J. D. Wilkerson, W.J. Zimmermann, K. Ludwig (Eds), *Biomechanics in Sports - Proceedings*, XV ISBS in Sports, 148.
- Verhagen, E A L M, van Tulder, M., J van der Beek, A., Bouter, L.M., & van Mechelen, W. (2005). An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 111-115.

