

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΟΛΟΣΩΜΗ ΔΟΝΗΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΜΕΣΗΛΙΚΩΝ ΓΥΝΑΙΚΩΝ**

της

Κωνσταντίνας Χάνου

Διδακτορική διατριβή που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης
του

διδακτορικού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος
«Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και
Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας.

Τρίκαλα
2011

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1ος Επιβλέπων: Βασίλειος Γεροδήμος, Επίκουρος Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

2ος Επιβλέπων: Αθανάσιος Τσιόκανος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

3ος Επιβλέπων: Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Επίκουρος Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

Επταμελής επιτροπή:

Βασίλειος Γεροδήμος, Επίκουρος Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

Αθανάσιος Τσιόκανος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Επίκουρος Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

Σπύρος Κέλλης, Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΑΠΘ

Ανδρέας Ζαφειρίδης, Λέκτορας, ΤΕΦΑΑ-ΑΠΘ

Ελιζάνα Πολλάτου, Επίκουρος Καθηγήτρια, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

Ιωάννης Κουτεντάκης, Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

*Αφιερωμένο στο σύζυγό μου Αποστόλη, το γιο μου Αντώνη και το νεογέννητο γιο μου, με
την ευχή να μη τους στερηθώ άλλο στο μέλλον*

Ευχαριστίες

Θεωρώ σημαντικό να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους για την πολύ μεγάλη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της διδακτορικής μου διατριβής.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον κύριο επιβλέποντα της διατριβής μου Επίκουρο καθηγητή κ. Βασίλη Γεροδήμο για τα εποικοδομητικά σχόλια του και την ουσιαστική καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αλλά κυρίως για την αμέριστη κατανόηση και υπομονή που έδειξε μέσα σε αυτά τα τέσσερα χρόνια. Ευχαριστώ επίσης τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Τσιόκανο Αθανάσιο και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Τζιαμούρτα Αθανάσιο, που ως μέλη της τριμελούς επιτροπής προσέφεραν ουσιαστική βοήθεια, με τις παρατηρήσεις και τις υποδείξεις τους, στην ολοκλήρωση της διατριβής.

Καθοριστική και πολύτιμη ήταν η συμβολή της συνεργάτιδας και φίλης Νάντιας Καρατράντου σε ό,τι αφορά στην εξοικείωσή μου με το χώρο των εργαστηρίων, τις δοκιμασίες και τα όργανα αξιολόγησης, αλλά και την πραγματική βοήθειά της όποτε την είχα ανάγκη.

Πολλές και θερμές ευχαριστίες στο Ινστιτούτο Σωματικής Απόδοσης και Αποκατάστασης, για την παραχώρηση της συσκευής ολόσωμης δόνησης Galileo Fitness, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η έρευνα.

Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου, που με στήριξε όλον αυτόν τον καιρό, σε όλες τις συμμετέχουσες, που προσφέρθηκαν αφιλοκερδώς να συμμετάσχουν στη μελέτη δείχνοντας ιδιαίτερο ζήλο και υποδειγματική τυπικότητα στη διάρκεια των 16 εβδομάδων, καθώς και σε όλους όσους καθ' οιονδήποτε τρόπο συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Χάνου Κωνσταντίνα: Η επίδραση της ολόσωμης άσκησης με δόνηση στη φυσική κατάσταση μεσήλικων γυναικών.

(Με την επίβλεψη του κ. Βασιλείου Γεροδήμου, Επίκουρου Καθηγητή, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ)

Η άσκηση με ολόσωμη δόνηση είναι αρκετά διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια στον τομέα της άθλησης και της αποκατάστασης. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθεί η επίδραση ενός προγράμματος άσκησης με ολόσωμη δόνηση διάρκειας 8 εβδομάδων στη φυσική κατάσταση υγιών, μη ασκούμενων μεσήλικων γυναικών, καθώς και η διάρκεια αυτών των επιδράσεων.

Στη μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά 30 γυναίκες, οι οποίες χωρίστηκαν σε: ομάδα άσκησης με ολόσωμη δόνηση (ΟΔ) και ομάδα ελέγχου (ΟΕ). Η ΟΔ πραγματοποίησε πρόγραμμα άσκησης με ολόσωμη δόνηση, διάρκειας 8 εβδομάδων (συχνότητα: 20-25Hz, εύρος μετατόπισης: 6mm, διάρκεια: 6-8min) σε πλατφόρμα αμφίπλευρης ολόσωμης δόνησης (Galileo Fitness). Η ΟΕ δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα παρέμβασης μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Αξιολογήθηκε η σωματική μάζα και οι παρακάτω φυσικές ικανότητες: αερόβια ικανότητα, κινητικότητα, κατακόρυφη αλτικότητα, δυναμική ισορροπία και δύναμη. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν από την έναρξη του προγράμματος παρέμβασης, αμέσως μετά τη λήξη του (στις 8 εβδομάδες) και 8 εβδομάδες μετά τη λήξη του (στις 16 εβδομάδες). Για τον έλεγχο της επίδρασης του προγράμματος άσκησης στις ικανότητες που αξιολογήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν αναλύσεις διακύμανσης (two-way ANOVA) και συνδιακύμανσης (ANCOVA) με 2 παράγοντες, «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» και επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Ο μαθηματικός τύπος κατά Tukey χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο post-hoc σύγκρισης, όπου κρίθηκε απαραίτητο.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική επίδραση της άσκησης με δόνηση στις υπό μελέτη παραμέτρους, με εξαίρεση την κινητικότητα, το άλμα από ημικάθισμα και το άλμα με αντίθετη κίνηση (σε απόλυτες και σχετικές τιμές), στις οποίες υπήρξε βελτίωση για την ΟΔ, χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Συμπερασματικά, φαίνεται ότι ένα πρόγραμμα

άσκησης 8 εβδομάδων με αμφίπλευρη ολόσωμη δόνηση δεν είναι αποτελεσματικό ως προς τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης μεσήλικων γυναικών.

Λέξεις-κλειδιά: αερόβια ικανότητα, κινητικότητα, κατακόρυφη αλτικότητα, ισορροπία, μέγιστη δύναμη, ισοκίνηση, ισομετρία

ABSTRACT

Konstantina Chanou: The effect of whole-body vibration on the physical condition of middle-aged women.

(Under the supervision of Vassilios Gerodimos, Assistant Professor, DPESS-UT)

Whole-body vibration training is a widespread type of exercise in sports and rehabilitation. The aim of the present research was to study the effect of an 8-week whole-body vibration program on the physical condition of healthy, untrained middle-aged women, as well as the duration of the possible effects.

Thirty women took part in the study and were divided into: a whole-body vibration (VG) and a control group (CG). The VG participated in an 8-week whole-body vibration training program (frequency: 20-25Hz, amplitude: 6mm, duration: 6-8min) on a side-to-side alternating whole-body vibration platform (Galileo Fitness). The CG did not follow any intervention protocol during the same period of time. The body mass and the following physical capabilities were assessed: aerobic capacity, flexibility, vertical jumping ability, balance and strength. The measures took place before the beginning of the program, right after its completion (at 8 weeks) and 8 weeks after its completion (at 16 weeks). The statistical analysis included two-way analysis of variance (ANOVA) and covariance (ANCOVA) with 2 factors ('group' and 'measure') with repeated measures when necessary. Tukey's post-hoc test was also used when necessary.

From the analysis of the results no statistically significant effect was observed for any of the under study parameters with the exception of flexibility, squat and counter movement jumps (in absolute and relative values), in which improvement was observed, with no between-group statistical differences. To sum up, it seems that an 8-week whole-body vibration protocol using a side-to-side alternating vibration platform is not effective for the improvement of the physical condition of middle-aged women.

Key-words: aerobic capacity, flexibility, vertical jumping ability, balance, maximum strength, isokinetic, isometric

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ABSTRACT	vii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xiv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	xv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ	xvi
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΜΗΛΕΝΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ	7
ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΕΙΣ-ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	9
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ	9
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	11
ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	11
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΟΝΗΣΗΣ	11
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΜΕΤΑΛΟΣΗ ΤΗΣ ΔΟΝΗΣΗΣ	13
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΔΟΝΗΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	17
Προσαρμογές στη σύσταση μάζας σώματος	17
Καρδιαγγειακές προσαρμογές	19
Νευρομυϊκές προσαρμογές	20
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΟΣΗΣ ΤΗΣ ΔΟΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΩΜΑ	48
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	50
ΔΕΙΓΜΑ	50
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΓΑΝΩΝ	50
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΩΝ	51
Σωματική μάζα	51
Ανάστημα	51
Αξιολόγηση αερόβιας ικανότητας	51
Αναδίπλωση του κορμού	52
Αξιολόγηση κατακόρυφης αλτικότητας	53
Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας	55
Αξιολόγηση δύναμης	57
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	58
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	60
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	62
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	63
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	65
ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ	65
ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	67
Μέγιστη καρδιακή συχνότητα	67
Μέση καρδιακή συχνότητα	67
ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	69
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	70
Άλμα από ημικάθισμα	70
Άλμα με αντίθετη κίνηση	72
ΠΡΟΣΘΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΕΦΙΚΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ (FRT)	74
Μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FTRmax) για το χέρι προτίμησης (ΧΠ) και το άλλο χέρι (ΑΧ)	74
Μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FTRmax) για το χέρι προτίμησης (ΧΠ) και το άλλο χέρι (ΑΧ)	76
ΠΛΑΓΙΑ ΕΦΙΚΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	78

Μέγιστη πλάγια εφικτή απόσταση (LRTmax) για το ΧΠ και το ΑΧ	78
Μέση πλάγια εφικτή απόσταση (LRTav) για το ΧΠ και το ΑΧ.	79
ΙΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΡΟΠΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΩΝ ΚΑΜΠΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΙΝΟΝΤΩΝ ΜΥΩΝ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ	81
Ισομετρική ροπή δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το πόδι προτίμησης (ΠΠ) και το άλλο πόδι (ΑΠ)	81
Ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το πόδι προτίμησης (ΠΠ) και το άλλο πόδι (ΑΠ)	83
ΣΥΓΚΕΝΤΡΗ ΡΟΠΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΩΝ ΚΑΜΠΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΙΝΟΝΤΩΝ ΜΥΩΝ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ	87
Σύγκεντρη ροπή δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το ΠΠ και το ΑΠ	87
Σύγκεντρη ροπή δύναμης εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το ΠΠ και το ΑΠ	89
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	92
ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ	92
ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	94
ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	95
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	96
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	98
ΔΥΝΑΜΗ	99
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	102
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104
VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	123
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I. Επιτροπή Βιοηθικής	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II. Ερωτηματολόγιο εξέτασης της κατάστασης της υγείας των δοκιμαζόμενων	126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III. Υπόδειγμα συναίνεσης δοκιμαζόμενου	129
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV. Επιστολή προς τον καρδιολόγο προκειμένου να χορηγήσει πιστοποιητικό υγείας των δοκιμαζόμενων	131
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V. Καρτέλα καταγραφής προσωπικών στοιχείων και πρωτόκολλα μετρήσεων	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI. Έλεγχος κανονικής κατανομής με βάση το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov	135
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII. Έλεγχος ομοιογένειας των διακυμάνσεων με τη χρήση του Mauchly's Test of Sphericity W	137

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στη σύσταση μάζας σώματος του δείγματος	35
Πίνακας 2.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στη σύσταση μάζας σώματος του δείγματος	36
Πίνακας 3.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην αερόβια ικανότητα	36
Πίνακας 4.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην κινητικότητα	37
Πίνακας 5.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην κινητικότητα	38
Πίνακας 6.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα	39
Πίνακας 7.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα	41
Πίνακας 8.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην ισορροπία	42
Πίνακας 9.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην ισορροπία	43
Πίνακας 10.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στη δύναμη	44
Πίνακας 11.	Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στη δύναμη	46
Πίνακας 12.	Τα χαρακτηριστικά του δείγματος ανά ομάδα	50
Πίνακας 13.	Πρωτόκολλο παρέμβασης για την ομάδα δόνησης	60
Πίνακας 14.	Χρονοδιάγραμμα των μετρήσεων	61
Πίνακας 15.	Μέσοι όροι της σωματικής μάζας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	66
Πίνακας 16.	Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	67
Πίνακας 17.	Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών της μέσης καρδιακής συχνότητας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	68
Πίνακας 18.	Μέσοι όροι της κινητικότητας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	69
Πίνακας 19.	Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών του άλματος από ημικάθισμα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	71
Πίνακας 20.	Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών του άλματος με αντίθετη κίνηση των	73
Πίνακας 21.	Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέγιστης πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ	75
Πίνακας 22.	Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέσης πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ	77
Πίνακας 23.	Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέγιστης πλάγιας εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ	79
Πίνακας 24.	Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέσης πλάγιας εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ	80
Πίνακας 25.	Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	86
Πίνακας 26.	Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	91

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Σχεδιασμός της έρευνας	62
Σχήμα 2.	Η σωματική μάζα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	65
Σχήμα 3.	Η σωματική μάζα των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	66
Σχήμα 4.	Απόλυτες τιμές της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΚΣmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	67
Σχήμα 5.	Απόλυτες τιμές της μέσης καρδιακής συχνότητας (ΚΣav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	68
Σχήμα 6.	Η κινητικότητα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	69
Σχήμα 7.	Οι απόλυτες τιμές του άλματος από ημικάθισμα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	70
Σχήμα 8.	Οι σχετικές τιμές του άλματος από ημικάθισμα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	71
Σχήμα 9.	Οι απόλυτες τιμές του άλματος με αντίθετη κίνηση των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	72
Σχήμα 10.	Οι σχετικές τιμές του άλματος με αντίθετη κίνηση των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης	73
Σχήμα 11.	Η μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΠ	74
Σχήμα 12.	Η μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	74
Σχήμα 13.	Η μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα	75
Σχήμα 14.	Η μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΠ	76
Σχήμα 15.	Η μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	76
Σχήμα 16.	Η μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα	77
Σχήμα 17.	Η μέγιστη πλάγια εφικτή απόσταση (LRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΠ	78
Σχήμα 18.	Η μέγιστη πλάγια εφικτή απόσταση (LRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	78
Σχήμα 19.	Η μέση πλάγια εφικτή απόσταση (LRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΠ	79
Σχήμα 20.	Η μέση πλάγια εφικτή απόσταση (LRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	81
Σχήμα 21.	Οι απόλυτες τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	81
Σχήμα 22.	Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	82
Σχήμα 23.	Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	82
Σχήμα 24.	Οι απόλυτες τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	83
Σχήμα 25.	Οι απόλυτες τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	84
Σχήμα 26.	Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	84
Σχήμα 27.	Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης	85
Σχήμα 28.	Οι απόλυτες τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	87
Σχήμα 29.	Οι σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	88
Σχήμα 30.	Οι σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της	

	άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	88
Σχήμα 31.	Οι απόλυτες τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των εκτεινότων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα για το ΠΠ και το ΑΠ	89
Σχήμα 32.	Οι σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των εκτεινότων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ	89

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.	Τύποι δόνησης	2
Εικόνα 2.	Τα χαρακτηριστικά της δόνησης ως είδος ταλάντωσης	11
Εικόνα 3.	Υπολογισμός του εύρους μετατόπισης της πλατφόρμας δόνησης	13
Εικόνα 4.	Πιθανός μηχανισμός μετάδοσης της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα	49
Εικόνα 5.	Αξιολόγηση της κινητικότητας με τη χρήση της δοκιμασίας αναδίπλωσης του κορμού	52
Εικόνα 6.	Αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικότητας με τη χρήση της δοκιμασίας του άλματος από ημικάθισμα	53
Εικόνα 7.	Αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικότητας με τη χρήση της δοκιμασίας του άλματος με αντίθετη κίνηση	54
Εικόνα 8.	Αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας με τη χρήση της δοκιμασίας της πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης	55
Εικόνα 9.	Αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας με τη χρήση της δοκιμασίας της πλάγιας εφικτής απόστασης	56
Εικόνα 10.	Αξιολόγηση της δύναμης με τη χρήση της μέγιστης ισοκινητικής και ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος	58
Εικόνα 11.	Θέση του σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση	59

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ (με τη σειρά εμφάνισής τους στο κείμενο)

ΝΠ	Νόσος του Πάρκινσον
ΣΚΠ	Σκλήρυνση Κατά Πλάκας
ΑΕΕ	Αγγειακό Εγγεφαλικό Επεισόδιο
ΤΑΔ	Τονικό Αντανακλαστικό Δόνησης
F	Συχνότητα δόνησης
A	Εύρος μετατόπισης
α	Επιτάχυνση
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
ΝΟ	Μονοξείδιο του αζώτου
ΑΝΣ	Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα
IM-F_{ΕΓ}	Ισομετρική Ροπή Δύναμης Εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος
IK-F_{ΕΓ}	Ισοκινητική Ροπή Δύναμης Εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος
IM-F_{ΚΓ}	Ισομετρική Ροπή Δύναμης Καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος
IK-F_{ΚΓ}	Ισοκινητική Ροπή Δύναμης Καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος
ΟΔ	Ομάδα Δόνησης
ΟΕΠ	Ομάδα Εικονικής Παρέμβασης
ΟΑ	Ομάδα Άσκησης
ΟΕ	Ομάδα Ελέγχου
VO2max	Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
CMJ	Counter movement jump – Άλμα με αντίθετη κίνηση
SJ	Squat jump – Άλμα από ημικάθισμα
ΟΔ+ΔΤ	Ομάδα Δόνησης σε συνδυασμό με Διατάσεις
ROM	Range Of Motion – εύρος κίνησης
ΟΔΤ	Ομάδα Διάτασης
ΤΤ	Tinetti Test
ΚΣ	Καρδιακή Συχνότητα
ΟΑ+Δ	Ομάδα Άσκησης σε συνδυασμό με Δόνηση
ΔΜΣ	Δείκτης Μάζας Σώματος
ΟΒ	Ομάδα Βάδισης
COG	Centre Of Gravity – Κέντρο Βάρους
FRT	Πρόσθια Λειτουργική Εφικτή Απόσταση (Functional Reach Test)
ΤΠΠ	Τυφλή Ισορρόπηση στο ένα Πόδι (Blind Flamingo Test)
ΟΔ+Φ	Ομάδα Δόνησης σε συνδυασμό με Φυσικοθεραπεία
ΟΦ	Ομάδα Φυσικοθεραπείας
ΠΠ	Πόδι Προτίμησης
ΑΠ	Άλλο Πόδι
ΧΠ	Χέρι Προτίμησης
ΑΧ	Άλλο Χέρι
LRT	Πλάγια Εφικτή Απόσταση (Lateral Reach Test)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ (με τη σειρά εμφάνισής τους στο κείμενο)

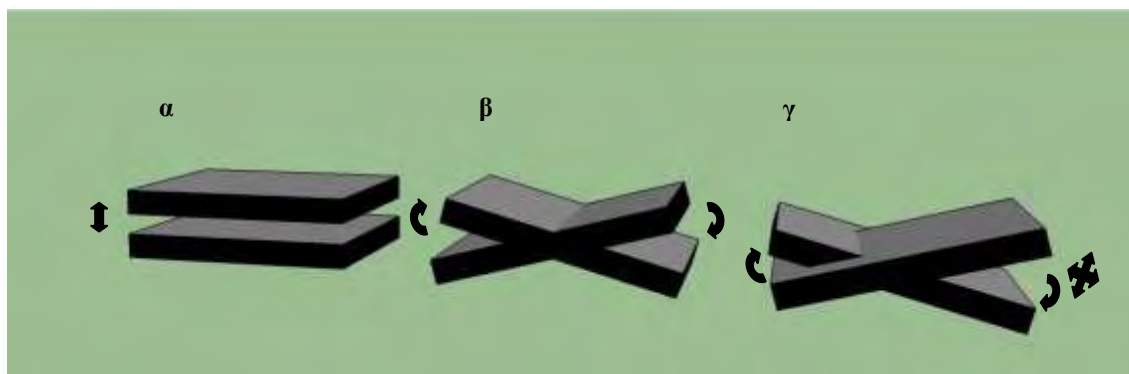
♀	Γυναίκες
∅	Καμία στατιστικά σημαντική επίδραση
↓	Στατιστικά σημαντική μείωση
⊗	Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων
♂	Άνδρες
↑	Στατιστικά σημαντική αύξηση
↑†	Διατήρηση της αύξησης
-	Καμία επιπλέον βελτίωση

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΟΛΟΣΩΜΗ ΔΟΝΗΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΣΗΛΙΚΩΝ ΓΥΝΑΙΚΩΝ

Η χρήση της δόνησης ως μέσο άσκησης είναι αρκετά διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια στον τομέα του αθλητισμού και της αποκατάστασης. Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζεται, η δόνηση διακρίνεται σε δύο τύπους: στην *άμεση* (Luo, McNamara & Moran, 2005) ή *τοπική* (Cardinale & Pope, 2003) και στην *έμμεση* ή *ολόσωμη* (Luo et al., 2005). Η τοπική δόνηση εφαρμόζεται απευθείας στη μάζα ή τον τένοντα ενός μυ με τη βοήθεια ειδικών μικρομονάδων δόνησης (Abrahamova, Mancini, Hlavacka & Chiari, 2009; Issurin & Tenenbaum, 1999) ενώ η ολόσωμη δόνηση μεταδίδεται από τα πέλματα προς το υπόλοιπο σώμα (Luo et al., 2005) μέσω ειδικών συσκευών, τις πλατφόρμες ολόσωμης δόνησης (Rehn, Lidstrom, Skoglund & Lindstrom, 2007).

Όλες οι πλατφόρμες ολόσωμης δόνησης που κυκλοφορούν στο εμπόριο (πχ. Nemes, Galileo, Powerplate, Vibrafit) έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό τους την ημιτονοειδή ταλάντωση (Jordan, Norris, Smith & Herzog, 2005), υψηλής συχνότητας και μικρού εύρους μετατόπισης, η οποία αποτελεί ισχυρό ερέθισμα για τους σκελετικούς μυς (Cardinale & Bosco, 2003; Cardinale & Rittweger, 2006; Rehn et al., 2007). Η διαφορά μεταξύ τους έγκειται στον τύπο της δόνησης που παρέχει η κάθε μια. Συγκεκριμένα, με βάση τον τρόπο μετάδοσης της δόνησης (Εικ. 1α, β, γ), μια πλατφόρμα μπορεί να παράξει κατακόρυφου τύπου δόνηση με τρεις τρόπους: α. με *ταυτόχρονη* ταλάντωση, β. με *αμφίπλευρη* ταλάντωση (Cardinale & Wakeling, 2005) και γ. με *πολυεπίπεδη* ταλάντωση, δηλ. συνδυασμό ταυτόχρονης, αμφίπλευρης και οριζόντιας ταλάντωσης (Turbanski, Haas, Schmidtbleicher, Friedrich & Duisberg, 2005; Schuhfried, Mittermaier, Jovanovic, Pieber & Paternostro-Sluga, 2005).

Έρευνες σε ότι αφορά στη σύγκριση των παραπάνω τύπων δόνησης έδειξαν ότι η αμφίπλευρη ταλάντωση γενικώς προσομοιάζει καλύτερα καθημερινές κινήσεις όπως η βάρδια και το τρέξιμο (Cardinale & Wakeling, 2005). Επιπλέον, είναι λιγότερο δυσάρεστη για τους ασκούμενους σε σχέση με την ταυτόχρονη ταλάντωση (Pollock,



Εικόνα 1. Τύποι δόνησης: **α.** Κατακόρυφη με ταυτόχρονη ταλάντωση, **β.** Κατακόρυφη με αμφίπλευρη ταλάντωση, **γ.** Κατακόρυφη με πολυεπίπεδη ταλάντωση

Woledge, Mills, Martin & Newham, 2010) και θεωρείται περισσότερο ασφαλής αφού περιορίζει, όσο αυτό είναι δυνατό, τη μεταφορά του ερεθίσματος της δόνησης προς τον αυχένα και τα εσωτερικά όργανα (Abercromby, Amonette, Layne, McFarlin, Hinman & Paloski, 2007; Spitzenfeil, Stritzker, Kirchbichler, Tusker, Hartmann & Hartard, 2006).

Θετικές επιδράσεις της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα διαπιστώθηκαν, αρχικά, στην ιατρική μετά από πολυετή παρατήρηση. Η δόνηση ξεκίνησε να χρησιμοποιείται σε μακροχρόνια κλινήρεις ασθενείς για την αποφυγή εμφάνισης καρδιαγγειακών και μυοσκελετικών προβλημάτων (Whedon, Deitrick & Shorr, 1949). Γνωστή ήταν, επίσης, η χρήση της σε ασθενείς που υπέφεραν από πέτρα στα νεφρά, στους οποίους συστήνονταν η οδήγηση σε ανώμαλο δρόμο για θεραπευτικούς σκοπούς (Griffin, 1996), ενώ αργότερα έγινε αντιληπτή η ευεργετική δράση της δόνησης ως μεθόδου χαλάρωσης μέσω ειδικών τεχνικών μάλαξης (Issurin, 2005). Παράλληλα, τεκμηριώθηκε η αρνητική επίδρασή της στον εργασιακό χώρο (Carlsoo, 1982), όταν διαπιστώθηκε ότι η πολύωρη έκθεση του ατόμου στη δόνηση δημιουργούσε προβλήματα στο μυοσκελετικό και καρδιαγγειακό σύστημα (Buckle & Devereux, 2002). Μελέτες σε οδηγούς μεγάλων οχημάτων (Nishiyama, Taoda & Kitahara, 1998) και σε χειριστές κομπρεσέρ (Gerhardsson, Balogh, Hambert, Hjortsberg & Karlsson, 2005) έδειξαν ότι οι εργαζόμενοι παρουσίαζαν προβλήματα στην οσφυϊκή μοίρα και τα αγγεία των άνω άκρων τους, αντίστοιχα, λόγω της πολυετούς έκθεσής τους στη δόνηση. Οι παραπάνω παρατηρήσεις (τόσο θετικές όσο και αρνητικές) οδήγησαν τους ερευνητές σε εκτενείς μελέτες για τον καθορισμό ασφαλούς δοσολογίας (διάρκεια, ένταση),

προκειμένου να εκμεταλλευτούν στο μέγιστο δυνατό την πιθανή ευεργετική επίδραση της δόνησης (Kaneko, Hagiwara & Maeda, 2005), ενώ ταυτόχρονα να αποφύγουν την αρνητική επίδρασή της στο ανθρώπινο σώμα.

Οι πλατφόρμες ολόσωμης δόνησης χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα για την εκγύμναση τόσο υγιών όσο και παθολογικών πληθυσμών. Σε γενικές γραμμές, δεν προκύπτουν σοβαρές αρνητικές αντιδράσεις στο ανθρώπινο σώμα από την εφαρμογή της ολόσωμης δόνησης, πέρα από ένα τοπικό ερύθημα και έναν μικρής έκτασης και διάρκειας κνησμό στις κνήμες και τις γάμπες (Rittweger, 2010). Επιπλέον, για την ασφαλέστερη χρήση των συσκευών ολόσωμης δόνησης, ορίστηκαν κάποιες αντενδείξεις από τους ερευνητές (Torvinen et al., 2003; Delecluse, Roelants, & Verschueren, 2003). Έτσι, δε συνιστάται η άσκηση με ολόσωμη δόνηση σε εγκυμονούσες αλλά και σε ασθενείς που πάσχουν από σοβαρές καρδιαγγειακές παθήσεις (πχ. ύπαρξη βηματοδότη), σε άτομα στα οποία υπάρχει πιθανό ενδεχόμενο θρόμβωσης ή έχουν υποστεί πρόσφατα κατάγματα και/ή χειρουργεία (ράμματα, ουλές, πληγές), καθώς επίσης σε άτομα που πάσχουν από οξεία φλεγμονή ή παρουσιάζουν οξύ πόνο στην οσφυϊκή μοίρα (Albasini, Krause & Rembitzki, 2010).

Στις έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, η επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση διαχωρίζεται σε άμεση, βραχυχρόνια και μακροχρόνια. Ο όρος «άμεση επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση» χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα αποτελέσματα που προκύπτουν αμέσως μετά από την εφαρμογή μιας συνεδρίας ολόσωμης δόνησης (Roelants, Verschueren, Delecluse, Levin & Stijnen, 2006). Επιπλέον, οι όροι «βραχυχρόνια» και «μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση» αναφέρονται στα αποτελέσματα που προκαλούνται από την εφαρμογή ενός προγράμματος ολόσωμης δόνησης διάρκειας από μερικές ημέρες (πχ. 10 ημέρες, Bosco et al., 1998) ως μερικούς μήνες (πχ. 24 μήνες, Bogaerts, Verschueren, Delecluse, Claessens & Boonen, 2007).

Αν και η βιβλιογραφία αναφορικά με την άσκηση με ολόσωμη δόνηση είναι αρκετά πλούσια, η έρευνα βρίσκεται ακόμη υπό εξέλιξη. Παρόλο που δεν υπάρχει συμφωνία μεταξύ των ερευνητών, υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ως προς τις επιδράσεις της ολόσωμης δόνησης στο μυοσκελετικό, νευρικό, καρδιαγγειακό και ενδοκρινικό σύστημα του ανθρώπινου σώματος. Πιο συγκεκριμένα, όπως προέκυψε από τη μελέτη

της άμεσης επίδρασης της άσκησης με ολόσωμη δόνηση σε υγιείς πληθυσμούς, η δύναμη, η ισχύς και η ισορροπία αναφέρεται πως είτε αυξάνονται (Bosco, Colli, Cardinale, Tsarpela, & Bonifazi, 1999; Bosco et al., 2000; Jacobs & Burns, 2009; Torvinen et al., 2002b), είτε μειώνονται (deRuiter, Van Raak, Schilperoort, Hollander, & De Haan, 2003), είτε παραμένουν αμετάβλητες (Gerodimos, Zafeiridis, Karatrantou, Vasilopoulou, Chanou & Pispirikou, 2010; Torvinen et al., 2002c), ανάλογα με την ένταση και τη συχνότητα της άσκησης (Luo et al., 2005), ενώ η κινητικότητα (Gerodimos et al., 2010; Jacobs & Burns, 2009) και η λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος (Rittweger, Beller & Felsenberg, 2000; Rittweger, Schiessl & Felsenberg, 2001; Cochrane, Sartor, Winwood, Stannard, Narici & Rittweger, 2008) φαίνεται πως βελτιώνονται. Επιπλέον, η κυκλοφορία του αίματος (Kersch-Schindl et al., 2001; Lythgo, Eser, Groot & Galea, 2009) και οι ορμονικές εκκρίσεις (Bosco et al., 2000; Di Loreto et al., 2004; Fricke, Semler, Land, Beccard, Thoma & Schoenau, 2009) επηρεάζονται θετικά από την άσκηση με ολόσωμη δόνηση.

Άτομα με παθολογικές καταστάσεις όπως η νόσος του Πάρκινσον (ΝΠ), η σκλήρυνση κατά πλάκας (ΣΚΠ) και τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια (ΑΕΕ) έχουν, επίσης, μελετηθεί ως προς την άμεση επίδραση που έχει η δόνηση στη δύναμη, τη βάδιση, την ισορροπία και άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε πάθησης, μετά από την εφαρμογή μιας συνεδρίας με άσκηση σε πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, η βάδιση (ταχύτητα, βηματισμός) βελτιώνεται ανεξάρτητα από την πάθηση (Haas, Turbanski, Kessler & Schmidtbleicher, 2006; Turbanski et al., 2005), ενώ η δύναμη και η ισορροπία αναφέρεται είτε ότι βελτιώνονται (Tihanyi, Horvath, Fazekas, Hortobagyi & Tihanyi, 2007; Turbanski et al., 2005, Van Nes, Geurts, Hendricks & Duysen, 2004), είτε ότι παραμένουν αμετάβλητες (Jackson, Merriman, Vanderburgh & Brahler, 2008; Schuhfried et al., 2005).

Σε ότι αφορά στη βραχυχρόνια επίδραση προγραμμάτων άσκησης με ολόσωμη δόνηση, όπως προέκυψε από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, η δύναμη και η κινητικότητα, οι οποίες εξετάστηκαν, παραμένουν αμετάβλητες ανεξάρτητα από τη φυσική κατάσταση του δείγματος (Cochrane, Legg, & Hooker, 2004; deRuiter et al., 2003; Καρατράντου, 2010), ενώ η κατακόρυφη αλτική ικανότητα σε κάποιες μελέτες αυξήθηκε (Bosco et al., 1998; Cronin, McLaren, & Bressel, 2004), ενώ σε κάποιες

άλλες παρέμεινε αμετάβλητη (Cochrane et al., 2004; deRuiter et al., 2003; Καρατράντου, 2010).

Από τη μελέτη της μακροχρόνιας επίδρασης της άσκησης με ολόσωμη δόνηση σε υγιή άτομα, προέκυψε ότι η κινητικότητα (Fagnani, Giombini, Di Cesare, Pigozzi, & Di Salvo, 2006; Van den Tillaar, 2006), η ισορροπία και η βιάδιση (Bautmans, van Hees, Lemper & Mets, 2005; Bruyere et al., 2005; Gusi, Raimundo & Leal, 2006; Kawanabe, Kawashima, Sashimoto, Takeda, Sato & Iwamoto, 2007; Bogaerts et al., 2007), κυρίως σε ηλικιωμένα, μη ασκούμενα άτομα (Rhea, Bunker, Marín & Lunt, 2009; Vipond, Knowls & Hall, 2008), καθώς επίσης η λειτουργία του καρδιοαναπνευστικού συστήματος (Bogaerts, Delecluse, Claessens, Troosters, Boonen & Verschueren, 2009) μπορεί να βελτιωθούν. Τα αποτελέσματα είναι λιγότερο ξεκάθαρα σε ό,τι αφορά στη δύναμη και την ισχύ, αφού σε κάποιες έρευνες υπάρχει βελτίωση (Annino et al., 2007; Delecluse et al., 2003; Fagnani et al., 2006; Machado, Garcia-Lopez, Gonzalez-Gallego & Garatachea, 2010; Roelants, Delecluse, & Verschueren, 2004a), ενώ σε άλλες δεν υπάρχει καμία επίδραση στις παραπάνω ικανότητες (Delecluse, Roelants, Diels, Koninckx & Verschueren, 2005; deRuiter et al., 2003; Raimundo, Gusi, & Tomas-Carus, 2009; Torvinen et al., 2003).

Επιπλέον, η δύναμη (Ahlborg, Andersso & Julin, 2006; Schyns, Paul, Finlay, Ferguson & Noble, 2009; Trans, Aaboe, Henriksen, Christensen, Bliddal & Lund, 2009), η ισορροπία (Arias, Chouza, Vivas & Cudeiro, 2009; Ebersbach, Edler, Kaufhold & Wissel, 2008; Van Nes, Latour, Schils, Meijer, van Kuijk & Geurts, 2006; Gusi, Parraca, Olivares, Leal & Adsuar, 2010) και η βιάδιση (Ahlborg et al., 2006; Arias et al., 2009; Ebersbach et al., 2008; Ness & Field-Fote, 2009; Moezy, Olyaei, Hadian, Razi & Faghizadeh, 2008) αποτελούν ικανότητες, οι οποίες φαίνεται ότι μακροχρόνια επηρεάζονται θετικά από την άσκηση με ολόσωμη δόνηση, σε παθολογίες όπως η νόσος του Πάρκινσον, το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, η ινομυαλγία, η σπαστική διπληγία και οι τραυματισμοί της σπονδυλικής στήλης, ανεξάρτητα από το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε στις διάφορες μελέτες.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι παράγοντες που πιθανολογείται ότι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση αφορούν στον τύπο της δόνησης που χρησιμοποιείται, καθώς επίσης στο πρωτόκολλο

παρέμβασης που επιλέγεται και τα χαρακτηριστικά του δείγματος. Σε γενικές γραμμές, διαπιστώνεται ότι ο κατακόρυφος τύπος δόνησης με ταυτόχρονη ταλάντωση είναι πιο αποτελεσματικός σε σχέση με την αμφίπλευρη ταλάντωση (Marin & Rhea, 2010). Επιπλέον, η διαλειμματική άσκηση, η χρήση υψηλών συχνοτήτων (άνω των 30Hz) και η εκτέλεση δυναμικών ασκήσεων πάνω στην πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης φαίνεται πως έχουν καλύτερα αποτελέσματα (Adams et al., 2009; Bazett-Jones, Finch & Dugan, 2008; Cardinale & Lim, 2003; Da Silva et al., 2006; Mester, Kleinoder & Yue, 2006; Ronnestad, 2009; Rubin, Pope, Fritton, Magnusson, Hansson & McLeod, 2003), σε σχέση με τη συνεχή άσκηση χαμηλής συχνότητας (μικρότερη των 30Hz) σε στατική θέση, ανεξάρτητα από τη μεταβλητή που μελετήθηκε. Τέλος, το γεγονός ότι η ηλικία και η φυσική κατάσταση των ασκούμενων επηρεάζουν διαφορετικά τις φυσικές ικανότητες (Bressel, Smith, & Branscomb, 2010; Issurin & Tenenbaum, 1999; Jordan et al., 2005; Ronnestad, 2009; Rubin et al., 2003), δεν επιτρέπει την εξαγωγή γενικότερων συμπερασμάτων.

Ο μηχανισμός που θεωρείται υπεύθυνος για την επίδραση των μηχανικών ερεθισμάτων της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα δεν είναι ακόμη πλήρως αποσαφηνισμένος. Έρευνες αναφέρουν ότι η επίδραση της δόνησης οφείλεται στο Τονικό Αντανακλαστικό Δόνησης (ΤΑΔ), μια αντανακλαστική μυϊκή σύσπαση που προκαλείται όταν η δόνηση εφαρμόζεται στη μυϊκή μάζα ή τον τένοντα ενός μυός. Ο μηχανισμός ενεργοποίησης του ΤΑΔ πιθανολογείται ότι σχετίζεται με τις μυϊκές ατράκτους (Cardinale & Bosco, 2003), ενώ ενδεχομένως εξηγεί κάποιες δευτερεύουσες περιφερικές ανταποκρίσεις που εμφανίζονται μετά από την άσκηση με δόνηση, όπως είναι η αύξηση στη ροή του αίματος (Kerschhan-Schindl et al., 2001) και στην ενδομυϊκή θερμοκρασία (Bosco et al., 1999; Kerschhan-Schindl et al., 2001).

Παρότι οι έρευνες σε ό,τι αφορά στην άσκηση με ολόσωμη δόνηση είναι ποικίλες, τόσο σε αριθμό όσο και σε θεματολογία, δε βρέθηκε κάποια έρευνα που να μελετά την επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στη φυσική κατάσταση διερευνώντας την αντοχή, τη δύναμη και την κινητικότητα μεσήλικων γυναικών σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης. Αντίθετα, υπήρξαν έρευνες στις οποίες μελετήθηκε η κατακόρυφη αλτικότητα και η δύναμη σε δείγμα νεαρών (deRuijter et al., 2003) ή ηλικιωμένων ατόμων (Raimundo et al., 2009), χρησιμοποιώντας πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης. Η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε με την εφαρμογή της δόνησης

σε ολόκληρο το σώμα, και σκοπό είχε τη διερεύνηση της επίδρασης ενός προγράμματος άσκησης με ολόσωμη δόνηση, διάρκειας 8 εβδομάδων, στη φυσική κατάσταση υγιών, μη ασκούμενων, μεσήλικων γυναικών, αξιολογώντας τη σωματική μάζα, την αερόβια ικανότητα, την κινητικότητα, την κατακόρυφη αλτική ικανότητα, την ισορροπία και τη δύναμή τους, καθώς και τη διάρκεια αυτών των επιδράσεων.

Σημειώνεται ότι για λόγους συντομίας, από εδώ και στο εξής, όπου χρησιμοποιούνται οι όροι «δόνηση» και «επίδραση της άσκησης με δόνηση», αυτοί θα είναι ταυτόσημοι με τους όρους «ολόσωμη δόνηση» και «επίδραση της μακροχρόνιας ή βραχυχρόνιας άσκησης με ολόσωμη δόνηση», αντίστοιχα. Για τον ίδιο λόγο, οι φράσεις «κατακόρυφος τύπος δόνησης με ταυτόχρονη ταλάντωση», «κατακόρυφος τύπος δόνησης με αμφίπλευρη ταλάντωση» και «κατακόρυφος τύπος δόνησης με πολυεπίπεδη ταλάντωση» θα αντικατασταθούν από τις λέξεις «κατακόρυφη δόνηση», «αμφίπλευρη δόνηση» και «πολυεπίπεδη δόνηση», αντίστοιχα, και θα χρησιμοποιούνται ισότιμα.

Μηδενικές υποθέσεις

Οι μηδενικές υποθέσεις της έρευνας για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου ήταν:

- Η σωματική μάζα των δοκιμαζόμενων δε θα μεταβληθεί τόσο κατά την τελική μέτρηση όσο και κατά την επαναμέτρηση σε καμία από τις δύο ομάδες.
- Η αερόβια ικανότητα των δοκιμαζόμενων δε θα μεταβληθεί τόσο κατά την τελική μέτρηση όσο και κατά την επαναμέτρηση σε καμία από τις δύο ομάδες.
- Η κινητικότητα των δοκιμαζόμενων δε θα μεταβληθεί τόσο κατά την τελική μέτρηση όσο και κατά την επαναμέτρηση σε καμία από τις δύο ομάδες.
- Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα των δοκιμαζόμενων δε θα μεταβληθεί τόσο κατά την τελική μέτρηση όσο και κατά την επαναμέτρηση σε καμία από τις δύο ομάδες.
- Η δυναμική ισορροπία των δοκιμαζόμενων δε θα μεταβληθεί τόσο κατά την τελική μέτρηση όσο και κατά την επαναμέτρηση σε καμία από τις δύο ομάδες.

- Η ισομετρική ροπή δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των δοκιμαζόμενων δε θα μεταβληθεί τόσο κατά την τελική μέτρηση όσο και κατά την επαναμέτρηση σε καμία από τις δύο ομάδες.
- Η ισοκινητική ροπή δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των δοκιμαζόμενων δε θα μεταβληθεί τόσο κατά την τελική μέτρηση όσο και κατά την επαναμέτρηση σε καμία από τις δύο ομάδες.

Οι μηδενικές υποθέσεις για τη σύγκριση των δύο ομάδων ήταν:

- Κατά την αξιολόγηση της σωματικής μάζας, δε θα παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, τόσο στην τελική μέτρηση όσο και στην επαναμέτρηση.
- Κατά την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας, δε θα παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, τόσο στην τελική μέτρηση όσο και στην επαναμέτρηση.
- Κατά την αξιολόγηση της κινητικότητας, δε θα παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, τόσο στην τελική μέτρηση όσο και στην επαναμέτρηση.
- Κατά την αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας, δε θα παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, τόσο στην τελική μέτρηση όσο και στην επαναμέτρηση.
- Κατά την αξιολόγηση της ισοροπίας, δε θα παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, τόσο στην τελική μέτρηση όσο και στην επαναμέτρηση.
- Κατά την αξιολόγηση της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος, δε θα παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, τόσο στην τελική μέτρηση όσο και στην επαναμέτρηση.
- Κατά την αξιολόγηση της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος, δε θα παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, τόσο στην τελική μέτρηση όσο και στην επαναμέτρηση.

Οριοθετήσεις-Περιορισμοί

Οι συμμετέχουσες της έρευνας έπρεπε να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις:

- Να είναι γυναίκες ηλικίας 37-50 ετών.
- Να μην έχουν ασχοληθεί συστηματικά με οποιαδήποτε μορφή άσκησης το τελευταίο εξάμηνο.
- Να μην έχουν προηγούμενη εμπειρία με άσκηση πάνω σε πλατφόρμες ολόσωμης δόνησης.
- Να είναι υγιείς, να μη βρίσκονται σε κατάσταση εγκυμοσύνης και γενικά να μην παρουσιάζουν ιστορικό από οξείες καταστάσεις ή σοβαρές παθήσεις, όπως οσφυαλγία, πρόσφατη ή πιθανή θρόμβωση, σοβαρά καρδιαγγειακά προβλήματα, χρήση βηματοδότη, τεχνητό πόδι, γόνατο ή ισχίο, πρόσφατο χειρουργείο (ράμματα, ουλές, πληγές), οξεία φλεγμονή στις μυϊκές ομάδες υπό άσκηση, επιληψία, όγκοι, πέτρα στα νεφρά, διαβήτη (Albasini et al., 2010), καθώς επίσης κάταγμα ή άλλα σοβαρά μυοσκελετικά προβλήματα, προχωρημένη αρθροπάθεια, νευρολογικά προβλήματα και προβλήματα ουροδόχου κύστης (Delecluse et al., 2003; Torvinen et al, 2002a), γιατί θεωρούνται αντενδείξεις για την άσκηση με δόνηση.

Λειτουργικοί ορισμοί

- | | |
|-------------------|---|
| Ολόσωμη δόνηση | Το είδος της δόνησης στο οποίο η ταλάντωση μεταφέρεται από τα πέλματα προς το υπόλοιπο σώμα μέσω ειδικής συσκευής, της πλατφόρμας ολόσωμης δόνησης, (Luo et al., 2005). |
| Συχνότητα | Ο αριθμός των ταλαντώσεων της πλατφόρμας ολόσωμης δόνησης στη μονάδα του χρόνου (Cardinale & Wakeling, 2005). |
| Εύρος μετατόπισης | Η απόσταση που ορίζεται μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων που λαμβάνει η πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης κατά την ταλάντωσή της (Cardinale & Wakeling, 2005). |

Πλάτος ταλάντωσης	Το μισό της διαφοράς μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής που παίρνει μια περιοδική ταλάντωση (Lorenzen, Maschette, Koh & Wilson, 2009).
Αμφίπλευρη δόνηση	Ο τύπος δόνησης κατά τον οποίο η πλατφόρμα περιστρέφεται διαδοχικά μεταξύ δύο ακραίων θέσεων έχοντας ένα σταθερό σημείο εφαρμογής (Rauch, 2009).
Κατακόρυφη δόνηση	Ο τύπος της δόνησης κατά τον οποίο η πλατφόρμα ταλαντώνεται ταυτόχρονα κατακόρυφα (Rauch, 2009).
Πολυεπίπεδη δόνηση	Ο τύπος της δόνησης στον οποίο η πλατφόρμα ταλαντώνεται τόσο στο μετωπιαίο όσο και στο οβελιαίο και το εγκάρσιο επίπεδο (Turbanski et al., 2005).
Κινητικότητα	Η ευκαμψία μιας άρθρωσης και η ευλυγισία των μυών της άρθρωσης αυτής (Docherty, 1996).
Λειτουργικότητα	Η ικανότητα του ατόμου να εκτελεί δοκιμασίες και δραστηριότητες που θεωρούνται απαραίτητες και αναγκαίες για τη ζωή του (Kane, 2011).
Δυναμική ισορροπία	Η κατάσταση στην οποία το ανθρώπινο σώμα παραμένει σε ισορροπία καθώς η προβολή του κέντρου βάρους του σώματος μετακινείται προς τα νοητά όρια της βάσης στήριξης (Yim-Chiplis & Talbot, 2000).

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

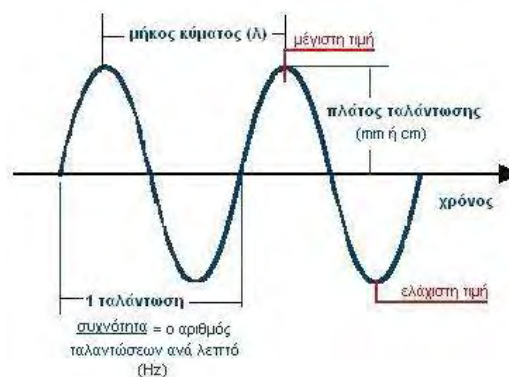
Σύντομη ιστορική αναδρομή

Η έρευνα σχετικά με την επίδραση της άσκησης με δόνηση στο ανθρώπινο σώμα ποικίλει και βρίσκει εφαρμογές τόσο στον τομέα της άθλησης όσο και της αποκατάστασης. Αρχικά, η δόνηση εφαρμόστηκε από Ρώσους επιστήμονες ως μέσο άσκησης, με σκοπό τη διατήρηση της οστικής μάζας των αστροναυτών σε φυσιολογικά επίπεδα, ενώ βρίσκονταν υπό συνθήκες έλλειψης βαρύτητας (Issurin, Liebermann & Tenenbaum, 1994). Αργότερα, η χρήση της δόνησης εδραιώθηκε στους αθλητικούς χώρους ως προπονητικό μέσο για τη βελτίωση της δύναμης (Luo et al., 2005) και της κινητικότητας (Jordan et al., 2005) σε αθλητές υψηλών, κυρίως, επιδόσεων (Delecluse et al., 2003; Cardinale & Wakeling, 2005). Επίσης, χρησιμοποιήθηκε σε διάφορα κέντρα αποκατάστασης ως θεραπευτικό μέσο για τη μείωση του πόνου και του οιδήματος σε τραυματισμούς (Goats, 1994), αλλά και για τη μείωση της σπαστικότητας και τη βελτίωση της δύναμης, της ισορροπίας και της βάδισης, σε παθήσεις όπως η οσφυαλγία (Rittweger, Just, Kautzsch, Reeg & Felsenberg, 2002), η οστεοπόρωση (Rittweger et al., 2000; Iwamoto, Takeda, Yoshihiro & Uzawa, 2005), η νόσος του Parkinson (Arias et al., 2009) και η σκλήρυνση κατά πλάκας (Jackson et al., 2008).

Χαρακτηριστικά της δόνησης

Η δόνηση αποτελεί ένα μηχανικό ερέθισμα, που χαρακτηρίζεται από ταλάντωση. Ως είδος ταλάντωσης παρουσιάζει, μεταξύ άλλων, τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Εικ. 2):

α) τη *συχνότητα*, που αναφέρεται στον



Εικόνα 2. Τα χαρακτηριστικά της δόνησης ως είδος ταλάντωσης.

αριθμό των ταλαντώσεων ενός δονούμενου υλικού στη μονάδα του χρόνου και μετριέται σε Hz, και

β) το *πλάτος ταλάντωσης*, που αναφέρεται στο μισό της διαφοράς μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης τιμής μιας περιοδικής ταλάντωσης και μετριέται σε cm ή σε mm (Lorenzen et al., 2009).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η δόνηση διακρίνεται σε τοπική (Cardinale & Pope, 2003) και σε ολόσωμη (Luo et al., 2005), ανάλογα με το σημείο στο οποίο εφαρμόζεται. Επιπλέον, ανάλογα με τον τύπο της πλατφόρμας που χρησιμοποιείται, η ολόσωμη δόνηση διακρίνεται σε αμφίπλευρη, κατακόρυφη (Luo et al., 2005) και πολυεπίπεδη (Turbanski et al., 2005). Στην αμφίπλευρη δόνηση η ταλάντωση της πλατφόρμας γίνεται αμφίπλευρα και ασύγχρονα, με αποτέλεσμα τα μέλη του σώματος να κινούνται διαδοχικά, όπως συμβαίνει σε καθημερινές λειτουργικές κινήσεις, πχ. βάρδια, τρέξιμο. Στην κατακόρυφη δόνηση, αντίθετα, τα μέλη του σώματος κινούνται συμμετρικά ως προς τον κατακόρυφο άξονα (Abercromby et al., 2007). Στην πολυεπίπεδη δόνηση, η κίνηση του σώματος γίνεται τόσο στον κατακόρυφο όσο και στον οριζόντιο άξονα (Turbanski et al., 2005). Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν προέκυψε κάποια μελέτη που να αφορά στη χρήση πλατφόρμας πολυεπίπεδης ταλάντωσης σε υγιή πληθυσμό.

Σύμφωνα με τους Abercromby και συν. (2007), κατά την εφαρμογή κατακόρυφης δόνησης, η μηχανική ενέργεια που μεταδίδεται στον άνω κορμό και το κεφάλι είναι κατά 71-189% μεγαλύτερη απ' ό τι κατά την εφαρμογή αμφίπλευρης δόνησης. Η παραπάνω διαπίστωση μπορεί να οφείλεται στη συνεχή εναλλαγή κάμψης-έκτασης των κάτω άκρων, σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη στροφή που παρατηρείται στη λεκάνη κατά τη διάρκεια της αμφίπλευρης δόνησης (Abercromby et al., 2007; Rittweger et al., 2001). Επιπλέον, ο γαστροκνήμιος και ο έξω πλατύς μυς στην περίπτωση της αμφίπλευρης δόνησης, και ο πρόσθιος κνημιαίος μυς κατά την εφαρμογή κατακόρυφης δόνησης φαίνεται πως δέχονται τις μεγαλύτερες επιβαρύνσεις (Abercromby et al., 2007).

Ανεξάρτητα από τον τύπο της δόνησης που παράγουν, όλες οι πλατφόρμες δόνησης παρουσιάζουν χαρακτηριστικά όπως:

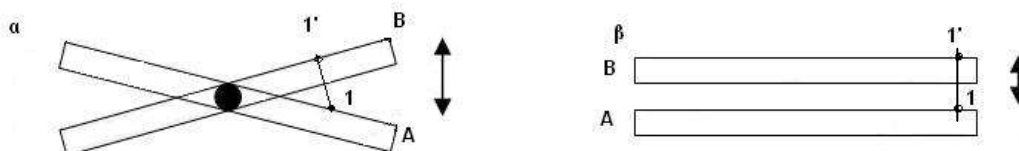
α) η *συχνότητα* (F), δηλ. ο αριθμός των ταλαντώσεων της πλατφόρμας ανά λεπτό.

β) το *εύρος μετατόπισης* (A), δηλ. η απόσταση μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων που λαμβάνει η πλατφόρμα δόνησης κατά την ταλάντωση.

γ) η *επιτάχυνση* (α), που δίνεται από τον τύπο $a = \omega^2 A$, όπου ω η γωνιακή ταχύτητα που προκύπτει από το γινόμενο $2\pi F$ (F =η συχνότητα της δόνησης) και A το εύρος μετατόπισης της πλατφόρμας.

δ) η *διάρκεια*, που ορίζεται ως το χρονικό διάστημα παραμονής πάνω στην πλατφόρμα δόνησης και μετριέται σε s ή min (Cardinale & Wakeling, 2005).

Κατά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψαν προβληματισμοί σχετικά με την ορολογία που χρησιμοποιείται από τους διάφορους ερευνητές για να περιγράψουν τη μετατόπιση που υφίσταται η πλατφόρμα δόνησης. Συγκεκριμένα, όπως αναφέρουν οι Lorenzen και συν. (2009), χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές αδιαφοροποίητα όροι όπως “peak-to-peak amplitude”, “amplitude”, “displacement”, “peak-to-peak displacement”, οι οποίοι δεν προσφέρουν ξεκάθαρα νοήματα και σε μερικές περιπτώσεις παραπληροφορούν τον αναγνώστη. Σύμφωνα με τους Lorenzen και συν. (2009), ο όρος «peak-to-peak displacement» εκφράζει ολοκληρωμένα την απόσταση που διαγράφει ένα σταθερό σημείο κατά τη μέγιστη ταλάντωση της πλατφόρμας (Εικ. 3). Επιπλέον, ο όρος «εύρος μετατόπισης» χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη για να αποδόσει τον προαναφερθέντα όρο στην ελληνική γλώσσα.



Εικόνα 3. Υπολογισμός εύρους μετατόπισης της πλατφόρμας δόνησης. Ανεξάρτητα από τον τύπο της πλατφόρμας, το εύρος μετατόπισης προκύπτει από την απόσταση (πχ. 1'1) που διαγράφει ένα σταθερό σημείο κατά τη μέγιστη ταλάντωση της πλατφόρμας.

Παράγοντες που επιδρούν στη μετάδοση της δόνησης

Μελετώντας τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα, παρατηρείται ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες που πιθανολογούνται πως επηρεάζουν τον τρόπο που το ερέθισμα της δόνησης επηρεάζει το σώμα. Τέτοιοι είναι:

α. *τα χαρακτηριστικά της δόνησης.* Σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της δόνησης ως μέσου άσκησης φαίνεται πως διαδραματίζει η διάρκεια έκθεσης του ατόμου στο ερέθισμα της δόνησης, ο χρόνος ανάληψης μεταξύ των σετ (Silva-

Grogoletto, Vaamonde, Castillo, Poblador, Garcia-Manso & Lanchos, 2009; Stewart, Cochrane & Morton, 2009), η συχνότητα και το εύρος μετατόπισης που χρησιμοποιούνται στα διάφορα πρωτόκολλα (Χάνου και συν., 2009).

Από τη βιβλιογραφία προέκυψε πολύ μικρός αριθμός μελετών, οι οποίες εξέτασαν την άμεση επίδραση διαφορετικών συχνοτήτων και εύρους μετατόπισης στη δύναμη, την ισχύ και την κινητικότητα (Adams et al., 2009; Bazett-Jones et al., 2008; Cardinale & Lim, 2003; Da Silva et al., 2006; Gerodimos et al., 2010; Ronnestad, 2009). Οι περισσότερες μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης και παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση τόσο της συχνότητας όσο και του εύρους μετατόπισης στις φυσικές ικανότητες που αξιολογήθηκαν. Εξάιρεση αποτελεί η έρευνα των Gerodimos και συν. (2010), που χρησιμοποίησαν πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης και παρατήρησαν στατιστικά σημαντική επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα, η οποία ήταν ανεξάρτητη από τη συχνότητα και το εύρος μετατόπισης που εφαρμόστηκαν. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών αποτελούν ένδειξη ότι ενδεχομένως η συχνότητα, η οποία επιλέγεται κατά την εφαρμογή των διαφόρων πρωτόκολλων άσκησης, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο της δόνησης που χρησιμοποιείται.

Μικρός αριθμός μελετών προέκυψε, επίσης, σε ό,τι αφορά στη μακροχρόνια επίδραση διαφορετικών συχνοτήτων δόνησης ή/και διαφορετικών θέσεων πάνω στην πλατφόρμα δόνησης. Συγκεκριμένα, στη μελέτη των Savelberg, Keizer και Meijer (2007) δείγμα 23 ατόμων με φυσική δραστηριότητα χωρίστηκε σε 4 ομάδες δόνησης: την ΟΔ₁ (20Hz, 5-9mm, 10° κάμψης γονάτων), την ΟΔ₂ (27Hz, 5-9mm, 10° κάμψης γονάτων), την ΟΔ₃ (34Hz, 5-9mm, 10° κάμψης γονάτων) και την ΟΔ₄ (20Hz, 5-9mm, 70° κάμψης γονάτων). Οι ομάδες αυτές εξετάστηκαν ως προς τη μεταβολή της δύναμης μετά από την εφαρμογή προγράμματος δόνησης διάρκειας 4 εβδομάδων σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, παρατηρήθηκε βελτίωση της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος, η οποία ήταν ανεξάρτητη τόσο από τις διαφορετικές συχνότητες όσο και από τις διαφορετικές θέσεις που χρησιμοποιήθηκαν. Επιπλέον, στην έρευνα των di Giminiani, Tyhaniyi, Safar και Scrimaglio (2009), που πραγματοποιήθηκε σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης, το δείγμα χωρίστηκε σε ομάδα ελέγχου (OE) και σε 2 ομάδες δόνησης εκ των οποίων

στην πρώτη ($O\Delta_1$) η συχνότητα αυξανόταν σταδιακά από 20-45Hz, ανάλογα με τις ανάγκες των δοκιμαζόμενων, ενώ στη δεύτερη ($O\Delta_2$) διατηρούνταν σταθερή και ίση με 30Hz. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική επίδραση της δόνησης στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ), για καμία από τις τρεις ομάδες μετά από χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων, ενώ υπήρξε βελτίωση στο άλμα από ημικάθισμα (SJ) και για τις τρεις ομάδες, με την $O\Delta_1$ να προηγείται. Ο μικρός αριθμός των μελετών που πραγματοποιήθηκαν, καθώς επίσης οι διαφορετικές μεταβλητές που αξιολογήθηκαν δεν επιτρέπουν την εξαγωγή συμπερασμάτων σε ό,τι αφορά στη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση σε σχέση με τα χαρακτηριστικά της δόνησης. Περαιτέρω έρευνα, που να μελετά τη σχέση μεταξύ των στοιχείων επιβάρυνσης και της αποτελεσματικότητας της άσκησης με δόνηση, κρίνεται απαραίτητη.

β. τον τρόπο μεταφοράς της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα (αμφίπλευρη vs. κατακόρυφη δόνηση). Σύμφωνα με τη μετα-ανάλυση των Marin & Rhea (2010), η μακροχρόνια άσκηση σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης φαίνεται ότι είναι πιο αποτελεσματική, σε σχέση με την πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης, στη δημιουργία προσαρμογών στις φυσικές ικανότητες της δύναμης και της ισχύος. Όπως αναφέρουν οι συγγραφείς, η παραπάνω διαπίστωση είναι πιθανόν να οφείλεται στις υψηλότερες συχνότητες που χρησιμοποιούνται γενικά στις πλατφόρμες κατακόρυφης (έως 45Hz), συγκριτικά με τις πλατφόρμες αμφίπλευρης (έως 34Hz) δόνησης. Ωστόσο, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν ανέδειξε κάποια έρευνα που να μελετά την επίδραση της δόνησης σε κάποια φυσική ικανότητα συγκρίνοντας τους δύο τύπους δόνησης. Μελλοντικές μελέτες πάνω στη σύγκριση διαφορετικών συχνοτήτων και διαφορετικών τύπων δόνησης θα οδηγήσουν σε πιο σαφή συμπεράσματα.

γ. τα χαρακτηριστικά του δείγματος, δηλ. η ηλικία, το φύλο, η φυσική κατάσταση των ασκούμενων (πχ αθλητές, υγιείς, ασθενείς; Bressel et al., 2010; Issurin, & Tenenbaum, 1999; Jordan et al., 2005; Ronnestad, 2009), καθώς επίσης, η δραστηριότητα του ασκούμενου κατά την εφαρμογή της δόνησης, δηλαδή αν στέκεται όρθιος με ελαφρώς λυγισμένα γόνατα, αν είναι ακίνητος ή αν εκτελεί δυναμικές ασκήσεις πάνω στην πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης (Mester et al., 2006).

Γίνεται αντιληπτό ότι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν πιο πάνω μπορούν να συνδυαστούν με ποικίλους τρόπους κατά το σχεδιασμό πρωτοκόλλων άσκησης (Cardinale & Wakeling, 2005), επηρεάζοντας την αποτελεσματικότητά τους. Η συστηματική διερεύνηση του συσχετισμού των παραπάνω παραγόντων κρίνεται απαραίτητη.

Κατά το σχεδιασμό πρωτοκόλλων άσκησης πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην επιλογή των συχνοτήτων, προκειμένου να αποφεύγεται το φαινόμενο του συντονισμού. Κατά το συντονισμό μπορεί να προκληθεί μέγιστη απομάκρυνση ενός μαλακού μορίου (εσωτερικό όργανο, μυς, αγγείο) από μια σκελετική δομή, γεγονός που το οδηγεί σε τάση και πιθανό τραυματισμό. Διαφορετικά είδη ιστών έχουν διαφορετικές γλοιοελαστικές ιδιότητες (Guyton, 2001), με αποτέλεσμα να συντονίζονται σε διαφορετικές συχνότητες. Το βάρος του ασκούμενου (Lundstrom, Holmlund & Lindberg, 1998) και η θέση από την οποία εκτελεί άσκηση πάνω στην πλατφόρμα δόνησης συμβάλλουν, επίσης, ενεργά στη διαδικασία του συντονισμού ενός ιστού (Kitazaki & Griffin, 1998). Επιπλέον, η απόσταση του ιστού που βρίσκεται υπό δόνηση από το σημείο εφαρμογής της επηρεάζει το φαινόμενο του συντονισμού, αφού όσο πιο μακριά βρίσκεται η μυϊκή ομάδα που υφίστανται δόνηση από την πηγή παραγωγής της, τόσο μεγαλύτερη απορρόφηση υπάρχει από τα γειτονικά μαλακά μόρια και άρα τόσο μικρότερη η ταλάντωση που δέχεται (Pel et al., 2005). Πράγματι, σε έρευνά τους οι Pel και συν. (2009) μελέτησαν τις επιβαρύνσεις που υφίσταται οι 3 μεγάλες αρθρώσεις των κάτω άκρων, συγκρίνοντας τους τρεις τύπους δόνησης, και παρατήρησαν μεγαλύτερη επιβάρυνση στις ποδοκνημικές αρθρώσεις σε σχέση με τα γόνατα και τα ισχία, όπου η επιβάρυνση ήταν πολύ μικρότερη. Επιπλέον, παρατήρησαν ότι η απορρόφηση της ταλάντωσης ήταν σχεδόν ίδια, τόσο στην αμφίπλευρη όσο και στην κατακόρυφη δόνηση, για το γόνατο και το ισχίο, ενώ ήταν μεγαλύτερη στις ποδοκνημικές αρθρώσεις κατά την εφαρμογή αμφίπλευρης δόνησης (Pel et al., 2009). Η τελευταία παρατήρηση σε συνδυασμό με τη διαφορετική κίνηση την οποία υφίστανται οι μυϊκές ομάδες (ταυτόχρονη κάμψη-έκταση των κάτω άκρων στην κατακόρυφη δόνηση σε σχέση με την εναλλαγή κάμψης-έκτασης των κάτω άκρων με ταυτόχρονη στροφή της λεκάνης στην αμφίπλευρη δόνηση), ανάλογα με τον τύπο δόνησης (Abercromby et al., 2007), μπορεί να εξηγεί γιατί η αμφίπλευρη δόνηση θεωρείται πιο ευχάριστη από τους ασκούμενους, σε σχέση με την κατακόρυφη δόνηση. Παρόλα αυτά, δεν μπορεί να

εξηγήσει γιατί η αμφίπλευρη δόνηση είναι, ενδεχομένως, λιγότερο αποτελεσματική ως προς τις επιδράσεις της στο ανθρώπινο σώμα σε σχέση με την κατακόρυφη δόνηση.

Επίδραση της άσκησης με δόνηση στη φυσική κατάσταση

Στην παρούσα ανασκόπηση γίνεται εκτενής αναφορά στις έρευνες που αφορούν στη βραχυχρόνια και μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση σε γυναικείο ή μικτό πληθυσμό, ενώ δε συμπεριλαμβάνονται έρευνες στις οποίες το δείγμα αποτελούνταν αποκλειστικά από άρρενες, ανήλικα άτομα, ασθενείς οποιασδήποτε παθολογίας ή ζώα. Η ομαδοποίηση των ερευνών πραγματοποιήθηκε με βάση τις νευρομυϊκές και καρδιαγγειακές προσαρμογές, καθώς επίσης με βάση τις προσαρμογές στη σύσταση μάζας σώματος των συμμετεχόντων.

Στις μελέτες που ανασκοπήθηκαν, η βραχυχρόνια και μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας τις πλατφόρμες κατακόρυφης (PowerPlate, Nemes, Kuntotary) και αμφίπλευρης δόνησης (Galileo, Vibrafit). Η συχνότητα και το εύρος μετατόπισης στις πλατφόρμες κυμάνθηκαν μεταξύ 24-55 Hz και 1.7-10mm, αντίστοιχα, για την κατακόρυφη δόνηση και μεταξύ 10-35Hz και 1.7mm-11mm, αντίστοιχα, για την αμφίπλευρη δόνηση. Ποικιλία υπήρξε ως προς τη θέση των δοκιμαζόμενων πάνω στην πλατφόρμα δόνησης, με τα άτομα είτε να στέκονται (deRuiter et al., 2003; Fagnani et al., 2006) είτε να εκτελούν δυναμικές ασκήσεις (von Stengel, Kemmler, Engelke & Kalender, 2010) είτε, τέλος, συνδυασμό και των δύο (Delecluse et al., 2003; Rees, Murphy & Watsford, 2008). Μεγάλο εύρος παρατηρήθηκε στην ηλικία του δείγματος, το οποίο περιλάμβανε είτε νεαρά άτομα με φυσική δραστηριότητα ή μη ασκούμενα άτομα (19-27 ετών, Cochrane et al., 2004; Delecluse et al., 2003), είτε ηλικιωμένα μη ασκούμενα άτομα (>58 ετών, Cheung, Mok, Oin, Sze, Lee & Leung, 2007; Verschueren, Roelants, Delecluse, Swinnen, Vanderschueren & Boonen, 2004), ενώ δε βρέθηκε έρευνα που να μελετά άτομα μέσης ηλικίας (40-50 ετών). Τα αποτελέσματα των ερευνών ποικίλαν ανάλογα με τις δοκιμασίες, τον τύπο της δόνησης και το πρωτόκολλο άσκησης που χρησιμοποιήθηκε.

Προσαρμογές στη σύσταση μάζας σώματος του δείγματος. Οι προσαρμογές σε ό,τι αφορά στη σύσταση μάζας σώματος περιλαμβάνουν την επίδραση της δόνησης στη σωματική μάζα, το δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) και το ποσοστό λίπους των ασκούμενων. Από τη βιβλιογραφία προέκυψαν τρεις έρευνες, στις οποίες μελετήθηκε η

μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση στο ποσοστό λίπους και τη σωματική μάζα νεαρών (Roelants et al., 2004a) ή μετα-εμμηνοπαυσιακών (Fjeldstad, Palmer, Bembem, Bembem, 2009; Verschueren et al., 2004) γυναικών, χρησιμοποιώντας πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης. Πιο συγκεκριμένα, οι Roelants και συν. (2004a) μελέτησαν τη σύσταση μάζας σώματος 48 μη ασκούμενων νεαρών γυναικών, τις οποίες χώρισαν σε 3 ομάδες: την ομάδα δόνησης (ΟΔ), που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (1-3 σετ, ημικαθίσματα, βαθιά καθίσματα, καθίσματα σε μονοποδική στήριξη, καθίσματα με τα πόδια σε διάσταση και προβολές), διάρκειας 30-60s ανά άσκηση, με διάλειμμα που κυμαίνονταν από 1 ως 5min σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (35-40Hz, 2.5-5.0mm), την ομάδα άσκησης (ΟΑ), που εκτέλεσε 20λεπτο πρόγραμμα ενδυνάμωσης (20-8RM) των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος και την ομάδα ελέγχου (ΟΕ), που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι 24 εβδομάδες άσκησης με δόνηση δεν επέφεραν καμία αλλαγή στη σωματική μάζα, το ποσοστό σωματικού λίπους και τις τιμές των δερματοπτυχών σε καμία από τις 3 ομάδες. Οι Verschueren και συν. (2004) χώρισαν 70 μη ασκούμενες ηλικιωμένες γυναίκες σε 3 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις, παρόμοιες με την προαναφερθείσα έρευνα, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (35-40Hz, 1.7-2.5mm) για 24 εβδομάδες, την ΟΑ, που εκτέλεσε πρόγραμμα ενδυνάμωσης των κάτω άκρων (20-8RM) στο ίδιο χρονικό διάστημα, και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό λίπους των μετα-εμμηνοπαυσιακών γυναικών μειώθηκε στατιστικά σημαντικά, περισσότερο στην ΟΑ από ότι στην ΟΔ (3.1% vs. 2.3%), αλλά όχι στην ΟΕ, ενώ η σωματική μάζα δε μεταβλήθηκε μέσα σε 24 εβδομάδες άσκησης. Οι Fjeldstad και συν. (2009) χώρισαν 55 γυναίκες σε 3 ομάδες: την ομάδα άσκησης (ΟΑ), που εκτέλεσε πρόγραμμα ενδυνάμωσης του κορμού και των κάτω άκρων (0.8RM), την ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με εφαρμογή δόνησης (ΟΑ+Δ), που εκτέλεσε ό,τι και η ΟΑ σε συνδυασμό με δόνηση σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (30-40Hz, 3mm) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι 32 εβδομάδες άσκησης δεν ήταν αρκετές για να επιφέρουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη σωματική μάζα μετα-εμμηνοπαυσιακών γυναικών σε καμία από τις 3 ομάδες. Αντίθετα, εμφανίστηκαν διαφορές ως προς το ποσοστό σωματικού λίπους, το οποίο μειώθηκε στην ΟΑ+Δ (-1.3%), αλλά όχι στις άλλες δυο ομάδες. Οι έρευνες σχετικά με την

επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στο ποσοστό λίπους και τη σωματική μάζα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.

Από τη βιβλιογραφία προέκυψε μόνο μια έρευνα που να μελετά τη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση στο ποσοστό λίπους και τη σωματική μάζα υγιών πληθυσμών, χρησιμοποιώντας πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης. Πιο συγκεκριμένα, οι von Stengel και συν. (2010) μελέτησαν 151 μη ασκούμενες ηλικιωμένες γυναίκες, τις οποίες χώρισαν σε 3 ομάδες: την ΟΑ, που εκτέλεσε πρόγραμμα άσκησης (διατάσεις, ασκήσεις ισορροπίας και ενδυνάμωσης) για χρονικό διάστημα 66 εβδομάδων, την ΟΑ+Δ, που εκτέλεσε ότι και η ΟΑ σε συνδυασμό με δόνηση (25-35Hz, 1.7-2mm) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά στη σωματική τους μάζα, ενώ αντίθετα το ποσοστό λίπους μειώθηκε τόσο στην ΟΑ+Δ (0.8%) όσο και την ΟΑ (1.3%), χωρίς όμως διαφορά μεταξύ των ομάδων. Η έρευνα σχετικά με την επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στο ποσοστό λίπους και τη σωματική μάζα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 2.

Όπως προκύπτει από τις παραπάνω έρευνες, η σωματική μάζα των ασκούμενων δε μεταβλήθηκε, ανεξάρτητα από την ομάδα στην οποία ανήκαν. Αντίθετα, το ποσοστό λίπους μειώθηκε στις 3 από τις 4 έρευνες, ανεξαρτήτως ομάδας. Η παραπάνω παρατήρηση επιβεβαιώνει την άποψη ότι υπάρχουν προσαρμογές στη σύσταση μάζας σώματος κατά την εφαρμογή άσκησης. Παρόλα αυτά, ο μικρός αριθμός ερευνών δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπεράσματος σχετικά με το κατά πόσο η άσκηση με δόνηση μπορεί να επιφέρει επιπλέον μείωση στο ποσοστό λίπους σε σχέση με τις ασκήσεις αντίστασης αφού, όπως φαίνεται και από την ανασκόπηση, τα αποτελέσματα δεν είναι ξεκάθαρα.

Καρδιαγγειακές προσαρμογές. Οι καρδιαγγειακές προσαρμογές αφορούν στην επίδραση της δόνησης στην καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) και τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max). Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψε μια μόνο μελέτη, η οποία ασχολήθηκε με την επίδραση της άσκησης με δόνηση στην καρδιαγγειακή λειτουργία ηλικιωμένων ασθενών, χρησιμοποιώντας πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης, ενώ δε βρέθηκε καμία μελέτη που να εξετάζει την επίδραση της βραχυχρόνιας ή μακροχρόνιας άσκησης με δόνηση στην καρδιαγγειακή λειτουργία με

τη χρήση πλατφόρμας αμφίπλευρης δόνησης. Συγκεκριμένα, οι Bogaerts και συν. (2009) μελέτησαν 154 ηλικιωμένα άτομα (± 67.1 ετών), τα οποία χώρισαν σε 3 ομάδες: την ομάδα δόνησης (ΟΔ), που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (για τον κορμό, τα άνω και κάτω άκρα) διάρκειας 15s με διάλειμμα 15-60s ανάμεσα στα σετ, για χρονικό διάστημα 48 εβδομάδων σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Powerplate (30-40Hz, 2.5-5mm), την ομάδα άσκησης (ΟΑ), που εκτέλεσε ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας, κινητικότητας, καθώς και ασκήσεις για τη βελτίωση του καρδιαγγειακού συστήματος για το ίδιο χρονικό διάστημα, και την ομάδα ελέγχου (ΟΕ), που δεν εκτέλεσε άσκηση. Επιπλέον, για την ΟΔ μια φορά την εβδομάδα η προπόνηση γινόταν πιο εντατική, δηλ. τα 15s στατικής άσκησης αντικαθιστούνταν από 15s ανεβοκατεβάσματος (step) στην πλατφόρμα δόνησης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε αύξηση της ΚΣ για την ΟΔ, καθώς επίσης αύξηση της $VO_2\max$ για την ΟΔ και την ΟΑ σε σχέση με την ΟΕ, χωρίς όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Παρόλο που η έρευνα των Bogaerts και συν. (2009) αποτελεί ένδειξη της θετικής επίδρασης της άσκησης με δόνηση στην καρδιαγγειακή λειτουργία ηλικιωμένων ατόμων, αυτή δεν μπορεί να αποδείξει ότι η άσκηση με δόνηση είναι αποτελεσματικότερη σε σχέση με άλλη μορφή άσκησης. Περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να διαπιστωθεί η πιθανή θετική επίδραση της δόνησης σε άτομα διαφόρων ηλικιών. Η έρευνα σχετικά με την επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην καρδιαγγειακή λειτουργία παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.

Νευρομυϊκές προσαρμογές. Οι νευρομυϊκές προσαρμογές αφορούν στην ανταπόκριση του νευρικού και μυϊκού συστήματος στο ερέθισμα της δόνησης, και εξετάζονται μέσα από την αξιολόγηση ικανοτήτων, όπως η κινητικότητα, η κατακόρυφη αλτική ικανότητα, η ισορροπία και η μυϊκή δύναμη.

Κινητικότητα. Η επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα δεν έχει ερευνηθεί σε μεγάλο βαθμό σε ό,τι αφορά στην κατακόρυφη δόνηση. Στις δύο από τις τρεις έρευνες, που μελετήθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση, χρησιμοποιήθηκε δείγμα νεαρών ατόμων ηλικίας 21-27 ετών (Fagnani et al., 2006; Van der Tillaar, 2006), ενώ μόνο σε μια αξιολογήθηκαν οι επιδόσεις ηλικιωμένων ατόμων ηλικίας 77.5 ± 11.0 ετών (Bautmans et al., 2005). Στη μελέτη των Fagnani και συν. (2006), αξιολογήθηκε η κινητικότητα μέσω της δοκιμασίας της αναδίπλωσης του κορμού (sit-and-reach test).

Δείγμα 22 νεαρών γυναικών χωρίστηκε σε ομάδα δόνησης (ΟΔ), που εκτέλεσε στατική άσκηση (γόνατα σε 90° κάμψης σε μονοποδική και διποδική στάση), διάρκειας 15-60s με παρεμβαλλόμενο διάλειμμα 30-60s σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Nemes (35Hz, 4mm) για 8 εβδομάδες και σε ομάδα ελέγχου (ΟΕ), που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε βελτίωση της επίδοσης στην παραπάνω δοκιμασία μόνο στην ΟΔ (13%). Παρόμοια, ο van den Tillaar (2006) χώρισε 18 νεαρά άτομα σε 2 ομάδες: μια ομάδα που εφάρμοσε 3 σετ ισομετρικής σύσπασης των ισchioκνημιαίων και 3 σετ διατάσεων τους σε κάθε πόδι για 4 εβδομάδες (ΟΔΤ) και μια ομάδα που εκτέλεσε ό,τι και η ΟΔΤ, σε συνδυασμό με εφαρμογή δόνησης (βαθιά καθίσματα, 6 σετ των 30s) σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Nemes (28Hz, 10mm) μεταξύ των διατάσεων (ΟΔ+ΔΤ). Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση του εύρους κίνησης (ROM) της άρθρωσης του ισχίου, τόσο στην ΟΔ+ΔΤ (30%) όσο και στην ΟΔΤ (14%), υποδηλώνοντας ότι η δόνηση μπορεί να προσφέρει μια επιπλέον θετική επίδραση στην κινητικότητα νεαρών ατόμων. Αντίθετα, οι Bautmans και συν. (2005) χρησιμοποίησαν τη δοκιμασία αναδίπλωσης του κορμού από καρέκλα (chair sit-and-reach test) σε 21 μη ασκούμενα ηλικιωμένα άτομα, τα οποία χώρισαν σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε 6 στατικές ασκήσεις διάρκειας 30-60s με παρεμβαλλόμενο διαλειμμα 30-60s για 6 εβδομάδες σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (35-40Hz, 2-5mm) και την ομάδα εικονικής παρέμβασης (ΟΕΠ), που εκτέλεσε ό,τι και η ΟΔ χωρίς δόνηση και δε βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις τόσο της ΟΔ όσο και της ΟΕΠ, μετά από 6 εβδομάδες άσκησης. Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην κινητικότητα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.

Σε ό,τι αφορά στην αμφίπλευρη δόνηση υπάρχουν μόνο 3 μελέτες, που αφορούν στην επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα. Πιο συγκεκριμένα, η Καρατράντου (2010) χρησιμοποίησε δείγμα 26 νεαρών γυναικών (19.44±1.5 ετών) με φυσική δραστηριότητα, το οποίο χώρισε σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατική άσκηση (όρθια θέση με ελαφρώς λυγισμένα γόνατα) σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (25Hz, 6mm) για 22 ημέρες (16 προπονητικές μονάδες) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσης στη δοκιμασία αναδίπλωσης του κορμού μετά από 22 ημέρες μόνο για την ΟΔ, χωρίς όμως στατιστικά σημαντική

διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Σε έρευνά του, ο Epperson (2009) χώρισε 44 νεαρά άτομα (22.5 ± 1.8 ετών) με φυσική δραστηριότητα, σε τέσσερις ομάδες: ομάδα στατικής διάτασης με εφαρμογή δόνησης (ΟΔ+ΔΤ), ομάδα στατικής διάτασης χωρίς δόνηση (ΟΔΤ), ομάδα δόνησης χωρίς διάταση (ΟΔ) και ΟΕ. Στις ΟΔ+ΔΤ και ΟΔΤ τα άτομα εκτέλεσαν στατική διάταση αμφότερων των ισchioκνημιαίων (γόνατα 0° κάμψης, ισχία 90° κάμψης), ενώ η ΟΔ+ΔΤ εκτέλεσε, επιπλέον, πρωτόκολλο δόνησης. Στην ΟΔ εφαρμόστηκε δόνηση από όρθια θέση με ελαφρώς λυγισμένα γόνατα, ενώ στην ΟΕ δεν πραγματοποιήθηκε άσκηση. Το πρωτόκολλο δόνησης, που εφαρμόστηκε σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (26Hz, 4mm), περιλάμβανε 5 σετ των 30s στατικής άσκησης (για κάθε ομάδα, αντίστοιχα) με 30s διάλειμμα ανάμεσα στα σετ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από 3 εβδομάδες άσκησης τόσο η ΟΔ+ΔΤ όσο και η ΟΔΤ εμφάνισαν στατιστικά σημαντική αύξηση στη ROM των ισchioκνημιαίων, τους σε σχέση με την ΟΕ και την ΟΔ. Επιπλέον, 1 και 2 εβδομάδες μετά το τέλος του προγράμματος, η διαφορά μεταξύ ΟΔ+ΔΤ και ΟΔ, αλλά και ΟΔ+ΔΤ και ΟΕ διατηρήθηκε, ενώ μετά την 3^η εβδομάδα οι τιμές επέστρεψαν στις αρχικές τους για όλες τις ομάδες. Οι Feland και συν. (2010), χρησιμοποιώντας παρόμοιο πρωτόκολλο άσκησης σε 34 νεαρά άτομα με φυσική δραστηριότητα, βρήκαν ότι η ΟΔ+ΔΤ αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά (22%), μετά από 4 εβδομάδες προγράμματος άσκησης σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (26Hz, 4mm), συγκρινόμενη με την ΟΔΤ (14%) ή την ΟΕ. Επιπλέον, μετά από 3 εβδομάδες από το πέρας του προγράμματος, οι τιμές για την ΟΔΤ επέστρεψαν στις αρχικές, ενώ η ΟΔ+ΔΤ διατηρούσε ακόμη την αύξηση στην κινητικότητα κατά 11% σε σχέση με την αρχική μέτρηση. Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην κινητικότητα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 5.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η κινητικότητα βελτιώνεται στις περισσότερες μελέτες που ανασκοπήθηκαν, ανεξάρτητα από τον τύπο της πλατφόρμας που χρησιμοποιήθηκε, καθώς επίσης από το πρωτόκολλο και τη διάρκεια του προγράμματος άσκησης που εφαρμόστηκαν. Επιπλέον, όπως προκύπτει από τις μελέτες, όπου χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός δόνησης με διατάσεις, η βελτίωση στην κινητικότητα ήταν εμφανώς μεγαλύτερη σε σχέση με την εφαρμογή δόνησης μόνο. Περαιτέρω έρευνα απαιτείται προκειμένου να επιβεβαιωθούν οι παραπάνω παρατηρήσεις.

Κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας το άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ) ή/και το άλμα από ημικάθισμα (SJ). Οι περισσότερες έρευνες παρουσίασαν θετικά αποτελέσματα σε ότι αφορά στην κατακόρυφη δόνηση (Annino et al., 2007; Delecluse et al., 2003; Fagnani et al., 2006; Paradisis & Zacharogiannis, 2007; Roelants, Delecluse & Verschuere, 2004b; Torvinen et al., 2002a; Torvinen et al., 2003). Αντιπροσωπευτική είναι η έρευνα των Roelants et al. (2004b), που μελέτησαν 69 μη ασκούμενες, ηλικιωμένες γυναίκες. Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 ομάδες: την ομάδα δόνησης (ΟΔ), που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (καθίσματα, προβολές) διάρκειας 30-60s με παρεμβαλλόμενο διάλειμμα 60-5s, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (35-40Hz, 2.5-5mm) για χρονικό διάστημα 24 εβδομάδων, την ομάδα άσκησης (ΟΑ), που εκτέλεσε πρόγραμμα ενδυνάμωσης των κάτω άκρων και την ομάδα ελέγχου (ΟΕ), που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι το CMJ βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά κατά τις πρώτες 12 εβδομάδες, τόσο στην ΟΔ ($16.0 \pm 2.8\%$) όσο και στην ΟΑ ($12.1 \pm 2.9\%$), ενώ δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην ΟΕ. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε επιπλέον βελτίωση κατά τις επόμενες 12 εβδομάδες σε καμία από τις 3 ομάδες.

Οι Fagnani και συν. (2006) χώρισαν 22 νεαρές ασκούμενες γυναίκες σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε 2 στατικές ασκήσεις διάρκειας 15-60s με παρεμβαλλόμενο διάλειμμα 30-60s σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Nemes (35Hz, 4mm) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι μετά από 8 εβδομάδες το CMJ βελτιώθηκε μόνο στην ΟΔ (8.7%). Οι Delecluse και συν. (2003) μελέτησαν 67 μη ασκούμενες νεαρές γυναίκες (21.4 ± 2.1 ετών), τις οποίες χώρισαν σε 4 ομάδες: την ΟΔ, την ομάδα εικονικής παρέμβασης (ΟΕΠ), την ΟΑ και την ΟΕ. Οι δυο πρώτες ομάδες εκτέλεσαν για διάστημα 12 εβδομάδων στατικές και δυναμικές ασκήσεις έκτασης γόνατος (1-3 σετ, ημικαθίσματα, βαθιά καθίσματα, καθίσματα σε μονοποδική στήριξη, καθίσματα με τα πόδια σε διάσταση και προβολές), διάρκειας 30-60s ανά άσκηση, με διάλειμμα που κυμαίνονταν από 1 ως 5min, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (35-40Hz, 2.5-5mm). Στην ΟΕΠ η δόνηση ήταν πλασματική, υπήρχε δηλαδή μόνο ακουστικό ερέθισμα, καθώς και μια ανεπαίσθητη αίσθηση δόνησης στα πέλματα. Η ΟΑ εκτέλεσε πρόγραμμα ενδυνάμωσης των μυών των κάτω άκρων (2 σετ, 20-10RM με 60s διάλειμμα μεταξύ των σετ) για το ίδιο χρονικό διάστημα, ενώ η ΟΕ

δεν εκτέλεσε άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το CMJ βελτιώθηκε σημαντικά μόνο για την ΟΔ ($7.6\pm 4.3\%$), ενώ δεν υπήρξε στατιστικά διαφορά για τις ΟΕΠ, ΟΑ και ΟΕ μετά από 5 εβδομάδες. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα των Annino και συν. (2007), οι οποίοι μελέτησαν 22 νεαρά ασκούμενα άτομα. Το δείγμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες: την ΟΑ, που εκτέλεσε 5 σετ στατικών ασκήσεων διάρκειας 40s, με παρεμβαλλόμενο διάλειμμα 60s ανά σετ και την ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με εφαρμογή δόνησης (ΟΑ+Δ), που εκτέλεσε ό,τι και η ΟΑ σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Nemes (30Hz, 5mm). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από 8 εβδομάδες στατικής άσκησης το CMJ βελτιώθηκε μόνο για την ΟΑ+Δ (6.3%).

Θετικά αποτελέσματα ως προς την επίδραση της δόνησης στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα προκύπτουν και από μελέτες, στις οποίες έγινε σύγκριση μεταξύ μιας ΟΔ και μιας ΟΕ. Συγκεκριμένα, οι Paradisis και Zacharogiannis (2007) μελέτησαν 24 άτομα νεαρής ηλικίας (21.3 ± 1.2 ετών) με φυσική δραστηριότητα, τα οποία χώρισαν σε 2 ομάδες: την ΟΔ, η οποία εκτέλεσε 3 σετ στατικών ασκήσεων (καθίσματα, μονοποδική στήριξη) διάρκειας 40-60s, με διάλειμμα 120s ανά σετ, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (30Hz, 2.5mm) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από 6 εβδομάδες το CMJ αυξήθηκε μόνο στην ΟΔ (3.3%). Οι Torvinen και συν. (2002a) μελέτησαν 52 μη ασκούμενα άτομα ηλικίας 19-38 ετών. Το δείγμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις, διάρκειας 60s, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Kuntotary (25-45Hz, 2mm) για 16 εβδομάδες και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση του CMJ κατά 2.5cm για την ΟΔ και .3cm για την ΟΕ μετά από 16 εβδομάδες (Torvinen et al., 2002a). Σε παρόμοια έρευνα μεγαλύτερης διάρκειας (32 εβδομάδες) οι Torvinen και συν. (2003) βρήκαν αύξηση του CMJ κατά 2.1cm για την ΟΔ, αλλά μείωση κατά 0.3cm για την ΟΕ.

Αντίθετα, υπήρξαν έρευνες στις οποίες η δόνηση δεν είχε θετική επίδραση στο CMJ. Συγκεκριμένα, σε έρευνά τους οι di Giminiani και συν. (2009) μελέτησαν την επίδραση της συχνότητας της πλατφόρμας κατακόρυφης δόνησης Nemes (20-45Hz ατομική για κάθε συμμετέχοντα, σε σύγκριση με 30Hz σταθερή συχνότητα) σε 30 νεαρά άτομα με φυσική δραστηριότητα, διατηρώντας τα υπόλοιπα στοιχεία επιβάρυνσης σταθερά (2mm, 10σετ των 60s) και δε βρήκαν καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση στο CMJ. Οι Delecluse και συν. (2005) μελέτησαν 20 νεαρά ασκούμενα άτομα, τα οποία χώρισαν

σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις διάρκειας (30-60)s, με διάλειμμα (60-5)s, πάνω σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Nemes (35-40Hz, 1.7-2.5mm), για χρονικό διάστημα 5 εβδομάδων, και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε καμία βελτίωση στο CMJ, τόσο της ΟΔ όσο και της ΟΕ.

Το άλμα από ημικάθισμα (SJ) μελετήθηκε μόνο στην έρευνα των di Giminiani και συν. (2009), οι οποίοι βρήκαν ότι αυξήθηκε κατά 11% στην ομάδα όπου ο κάθε δοκιμαζόμενος είχε ατομική συχνότητα και κατά 3% στην ομάδα με τη σταθερή συχνότητα. Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 6.

Η βιβλιογραφία σε ότι αφορά στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα χρησιμοποιώντας αμφίπλευρη δόνηση είναι σχετικά περιορισμένη και παρουσιάζει αντικρουόμενα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι Cochrane και συν. (2004) μελέτησαν 24 νεαρά άτομα με φυσική δραστηριότητα, τα οποία χώρισαν σε ΟΑ, που εκτέλεσε 5 στατικές ασκήσεις, διάρκειας 2min, με παρεμβαλλόμενο διάλειμμα 40s για 9 ημέρες και σε ΟΑ+Δ, που εκτέλεσε ό,τι και η ΟΑ σε συνδυασμό με αμφίπλευρη δόνηση (26Hz, 11mm). Από τα αποτελέσματα δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στο CMJ. Οι deRuiter και συν. (2003) χώρισαν 19 νεαρά μη ασκούμενα άτομα σε ΟΑ, που εφάρμοσε 5-8 σετ στατικής άσκησης των 60s, με 60s διάλειμμα ενδιάμεσα, για 11 εβδομάδες και σε ΟΑ+Δ, που εκτέλεσε ό,τι και η ΟΑ σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (30Hz, 8mm) και δε βρήκαν καμία διαφορά στο CMJ για καμία από τις δύο ομάδες. Οι Bosco και συν. (1998) μελέτησαν το CMJ, σε 14 αθλητές ηλικίας 19-21 ετών, τους οποίους χώρισαν σε ΟΔ και ΟΕ. Η ΟΔ εκτέλεσε 5 σετ των 90s από στατικές και δυναμικές ασκήσεις, πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (16Hz, 10mm), για 10 ημέρες, ενώ η ΟΕ δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική επίδραση της δόνησης στο CMJ για καμία από τις δύο ομάδες. Η Καρατράντου (2010) χρησιμοποίησε δείγμα 26 νεαρών γυναικών με φυσική δραστηριότητα, το οποίο χώρισε σε ΟΔ, που εκτέλεσε 16 προπονήσεις στατικής άσκησης σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (25Hz, 6mm) και σε ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση του CMJ, τόσο στην ΟΔ όσο και στην ΟΕ.

Αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα των Raimundo και συν. (2009), οι οποίοι μελέτησαν 27 μη ασκούμενες ηλικιωμένες γυναίκες, τις οποίες χώρισαν σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε 3-6 σετ στατικής άσκησης διάρκειας 60s, με παρεμβαλλόμενο διάλειμμα 60s, σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (12.6Hz, 6mm) και την ομάδα που εκτέλεσε πρωτόκολλο βάδισης (OB), για χρονικό διάστημα 32 εβδομάδων. Από τα αποτελέσματα βρέθηκε ότι το CMJ βελτιώθηκε κατά 7% στην ΟΔ, ενώ δεν υπήρξε επίδραση στην OB. Τέλος, το SJ μελετήθηκε στις έρευνες των Cochrane και συν. (2004) και της Καρατράντου (2010), που παρουσιάστηκαν πιο πάνω, και δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση τόσο στην ΟΔ όσο και στην ΟΕ. Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 7.

Από την ανασκόπηση φαίνεται ότι ο τύπος της δόνησης επηρεάζει τις επιδόσεις του άλματος από ημικάθισμα και του άλματος με αντίθετη κίνηση. Πράγματι, σε ό,τι αφορά στην αμφίπλευρη δόνηση, το κατακόρυφο άλμα δε φαίνεται να επηρεάζεται από την άσκηση με δόνηση, ανεξάρτητα από τη διάρκεια του προγράμματος και τα στοιχεία επιβάρυνσης. Αντίθετα, στην περίπτωση της κατακόρυφης δόνησης φαίνεται ότι συχνότητες μεταξύ 25-45Hz, με διάρκεια εφαρμογής 6-32 εβδομάδες, επιφέρουν βελτίωση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας (Delecluse et al., 2003; 2005; Fagnani et al., 2006; Paradisis & Zacharogiannis, 2007; Roelants et al, 2004b; Torvinen et al., 2002a; 2003), ενώ ενδεχομένως η ηλικία να παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδραση που μπορεί να έχει η δόνηση στο άλμα. Από τη σύγκριση των παραπάνω μελετών γίνεται αντιληπτό ότι η κατακόρυφη δόνηση είναι πιο αποτελεσματική από την αμφίπλευρη, ανεξάρτητα από το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε και το άλμα που αξιολογήθηκε. Περαιτέρω έρευνα σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, είναι πιθανό να αποσαφηνίσει το ρόλο που παίζει η ηλικία στην αποτελεσματικότητα ενός πρωτοκόλλου άσκησης με δόνηση.

Δυναμική Ισορροπία. Η ισορροπία είναι μια λειτουργική ικανότητα, η οποία έχει μελετηθεί επί το πλείστον σε ηλικιωμένα άτομα, προκειμένου να εξεταστεί αν η άσκηση με δόνηση βελτιώνει την ισορροπία των ατόμων και, επομένως, συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου για πτώσεις (Bautmans et al., 2005; Bogaerts et al., 2007; Verschueren et al., 2004). Σε ό,τι αφορά στην κατακόρυφη δόνηση, αντιπροσωπευτική είναι η μελέτη των Verschueren και συν. (2004), οι οποίοι εξέτασαν την ταλάντωση

θέσης (postural sway) από την όρθια στάση υπό 4 συνθήκες: με ανοικτά μάτια, με περιορισμένη όραση (χρήση ειδικών γυαλιών), μετά από σύντομη εκούσια οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή των ώμων. Το δείγμα αποτελούνταν από 70 ηλικιωμένες γυναίκες, οι οποίες χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: την ομάδα δόνησης (ΟΔ), που εφάρμοσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (ημικαθίσματα, βαθιά καθίσματα, καθίσματα σε μονοποδική στήριξη, καθίσματα με τα πόδια σε διάσταση και προβολές) σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate για 24 εβδομάδες (35-40Hz, 1.7-2.5mm), την ομάδα άσκησης (ΟΑ), που εκτέλεσε πρόγραμμα ασκήσεων αντίστασης των κάτω άκρων (20-8RM) για το ίδιο χρονικό διάστημα και την ομάδα ελέγχου (ΟΕ), που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τη σύγκριση μεταξύ της ΟΔ και της ΟΕ προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας για την ΟΔ κατά τις 2 τελευταίες συνθήκες, ενώ δεν έγινε σύγκριση μεταξύ της ΟΑ και των υπολοίπων δύο ομάδων. Οι Bogaerts και συν. (2007) μελέτησαν 161 ηλικιωμένα, μη ασκούμενα άτομα, τα οποία χώρισαν σε 3 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (ημικαθίσματα, βαθιά καθίσματα, καθίσματα σε μονοποδική στήριξη, καθίσματα με τα πόδια σε διάσταση, στήριξη στα δάκτυλα και προβολές) σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate, για 48 εβδομάδες (35-40Hz, 2.5-5mm), την ΟΑ, που εκτέλεσε πρόγραμμα ασκήσεων για τα κάτω άκρα (15-8RM), για το ίδιο χρονικό διάστημα, και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της ισορροπίας για τις ΟΔ και ΟΑ (χωρίς διαφορές μεταξύ των ομάδων), ενώ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ΟΕ, τόσο στις 24 όσο και στις 48 εβδομάδες προπόνησης με δόνηση.

Οι Bautmans και συν. (2005) χώρισαν 21 ηλικιωμένα, μη ασκούμενα άτομα, σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε 6 στατικές ασκήσεις σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate για 6 εβδομάδες και την ομάδα εικονικής παρέμβασης (ΟΕΠ), που εκτέλεσε ό,τι και η ΟΔ, χωρίς δόνηση. Από τα αποτελέσματα δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση στα σκορ του Tinetti Test (ΤΤ) για την ΟΔ, σε αντίθεση με την ΟΕΠ, όπου τα σκορ χειροτέρευαν (10.61%). Οι Torvinen και συν. (2002a) μελέτησαν την ταλάντωση θέσης 52 μη ασκούμενων ατόμων ηλικίας 19-38 ετών. Το δείγμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις διάρκειας 60s σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Kuntotary (25-45Hz, 2mm), με συχνότητα 3-5 φ/εβ, για 16 εβδομάδες, και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα δε βρέθηκε καμία επίδραση της άσκησης με δόνηση

στην ισορροπία των εξεταζόμενων. Τα ίδια αποτελέσματα προέκυψαν και από παρόμοια έρευνα των Torvinen και συν. (2003), μεγαλύτερης διάρκειας (32 εβδομάδες). Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην ισορροπία παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 8.

Σε ό,τι αφορά στην αμφίπλευρη δόνηση, οι Cheung και συν. (2007) αξιολόγησαν την ισορροπία 69 μη ασκούμενων γυναικών ηλικίας άνω των 60 ετών, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο μέτρησης του κέντρου βάρους (COG) και τη δοκιμασία πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης (FRT). Οι γυναίκες χωρίστηκαν σε ΟΔ και ΟΕ, εκ των οποίων η ΟΔ εκτέλεσε, για χρονικό διάστημα 12 εβδομάδων, τρίλεπτο πρόγραμμα άσκησης σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (20Hz, 4mm), ενώ η ΟΕ δεν πραγματοποίησε καμία δραστηριότητα, μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε βελτίωση της ισορροπίας μόνο για την ΟΔ κατά την πρώτη δοκιμασία, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση για καμία από τις ομάδες κατά τη δεύτερη δοκιμασία. Οι Gusi και συν. (2006) μελέτησαν 28 γυναίκες ηλικίας περίπου 66 ετών. Το δείγμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε 6 σετ στατικής άσκησης (όρθια θέση με ελαφρώς λυγισμένα γόνατα), διάρκειας 60s, με παρεμβαλλόμενο διάλειμμα 60s ανά σετ, σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (12.6Hz, 3mm) και την ομάδα βάδισης (OB), που εκτέλεσε 60λεπτο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης. Κατά την αξιολόγηση της ισορροπίας, με τη βοήθεια της δοκιμασίας τυφλής ισορρόπησης στο ένα πόδι (Blind Flamingo Test - BFT), βρέθηκε ότι μετά από 32 εβδομάδες υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας για την ΟΔ (29%), αλλά όχι για την OB. Οι Bruyere και συν. (2007) χρησιμοποίησαν το TT για να μελετήσουν την επίδραση άσκησης (4 σετ, 1 min, 90s διάλειμμα μεταξύ των σετ) με δόνηση σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (10-26Hz, 3-7mm) σε συνδυασμό με πρόγραμμα φυσικοθεραπείας (ΟΔ+Φ), σε σχέση με την εφαρμογή προγράμματος φυσικοθεραπείας (ΟΦ) μόνο, σε ηλικιωμένα μη ασκούμενα άτομα, και βρήκαν στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας για την ΟΔ+Φ (μείωση των σκορ κατά 3.5 ± 2.0 μονάδες), αλλά μείωση για την ΟΦ (αύξηση των σκορ κατά $.3 \pm 1.2$ μονάδες) μετά από 6 εβδομάδες. Τέλος, οι Spiliourou και συν. (2010) μελέτησαν τη στατική ισορροπία 38 γυναικών μέσης ηλικίας (± 55 ετών), τις οποίες χώρισαν σε 3 ομάδες: την ομάδα άσκησης (OA), που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις για 12 εβδομάδες, την ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση (OA+Δ), που εκτέλεσε

ό,τι και η ΟΑ πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (15-25Hz, 2-12,8mm) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση μόνο στην ΟΑ+Δ (σε όλες τις δοκιμασίες που πραγματοποιήθηκαν), ενώ δεν υπήρξε διαφορά για τις ΟΑ και ΟΕ. Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην ισορροπία παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 9.

Η δυναμική ισορροπία μελετήθηκε στη διεθνή βιβλιογραφία, κυρίως, για την πρόληψη των πτώσεων σε ηλικιωμένους και πολύ λιγότερο σε νεαρούς πληθυσμούς. Από την ανασκόπηση προκύπτει ότι στην πλειοψηφία των μελετών που χρησιμοποιήθηκε αμφίπλευρη δόνηση, με εξαίρεση τους Cheung και συν. (2007), η ισορροπία βελτιώνεται ανεξάρτητα από το πρωτόκολλο άσκησης και τη διάρκεια του προγράμματος που εφαρμόστηκε. Επιπλέον, φαίνεται ότι η ηλικία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επίδραση της άσκησης με δόνηση στην ισορροπία, ανεξάρτητα από τον τύπο δόνησης που εφαρμόστηκε στις έρευνες. Πράγματι, στις έρευνες που χρησιμοποιήθηκε δείγμα ηλικιωμένων ατόμων παρατηρήθηκε βελτίωση στην ισορροπία, σε σχέση με εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν νεαρά άτομα. Περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να αξιολογηθεί ολοκληρωμένα η σχέση ανάμεσα στην ισορροπία, τη δόνηση και τους παράγοντες που τις επηρεάζουν.

Δύναμη. Σε ό,τι αφορά στη δύναμη, αυτή αξιολογήθηκε μέσω της μέγιστης ισομετρικής ή/και της ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων (IM-F_{ΕΓ} και ΙΚ-F_{ΕΓ}, αντίστοιχα) και καμπτήρων (IM-F_{ΚΓ} και ΙΚ-F_{ΚΓ}, αντίστοιχα) μυών της άρθρωσης του γόνατος. Στις έρευνες, όπου χρησιμοποιήθηκε κατακόρυφη δόνηση, τα αποτελέσματα σε ό,τι αφορά στη δύναμη δεν είναι ξεκάθαρα. Συγκεκριμένα, υπήρξαν έρευνες στις οποίες η ομάδα που εκτέλεσε πρόγραμμα δόνησης είχε μεγαλύτερη βελτίωση στη δύναμη, σε σχέση με άλλη παρέμβαση (Delecluse et al., 2003; Fagnani et al., 2006; Machado et al., 2006; Roelants et al., 2004a; 2004b; Torvinen et al., 2002a), ενώ υπήρξαν και μελέτες στις οποίες δεν παρατηρήθηκε καμία βελτίωση (Delecluse et al., 2005, Torvinen et al., 2003) ή όπου παρατηρήθηκε δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ της ομάδας δόνησης σε σχέση με κάποια άλλη παρέμβαση (Bautmans et al., 2005; Verschueren et al., 2004).

Αντιπροσωπευτική είναι η μελέτη των Delecluse και συν. (2003), οι οποίοι μελέτησαν τη δύναμη 67 μη ασκούμενων νεαρών γυναικών (21.4 ± 2.1 ετών). Το δείγμα χωρίστηκε σε 4 ομάδες: την ομάδα δόνησης (ΟΔ), την ομάδα εικονικής παρέμβασης (ΟΕΠ), την ομάδα άσκησης (ΟΑ) και την ομάδα ελέγχου (ΟΕ). Οι δυο πρώτες ομάδες εκτέλεσαν, για διάστημα 12 εβδομάδων (3 φ/εβ), στατικές και δυναμικές ασκήσεις των κάτω άκρων (1-3 σετ, ημικαθίσματα, βαθιά καθίσματα, καθίσματα σε μονοποδική στήριξη, καθίσματα με τα πόδια σε διάσταση και προβολές), διάρκειας 30-60s ανά άσκηση, με διάλειμμα που κυμαίνονταν από 1 ως 5 min, πάνω σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (35-40Hz, 2.5-5mm). Στην ΟΕΠ η δόνηση ήταν πλασματική, υπήρχε δηλαδή μόνο ακουστικό ερέθισμα, καθώς και μια ανεπαίσθητη αίσθηση δόνησης στα πέλματα. Η ΟΑ εκτέλεσε πρόγραμμα ενδυνάμωσης των μυών των κάτω άκρων (2 σετ, 20-10RM, με 60s διάλειμμα μεταξύ των σετ), για το ίδιο χρονικό διάστημα, ενώ η ΟΕ δεν εκτέλεσε άσκηση. Από την αξιολόγηση της IM-F_{EF} και της IK-F_{EF} προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση για την ΟΔ ($16.6 \pm 10.8\%$ και $9.0 \pm 3.2\%$, αντίστοιχα) και την ΟΑ ($14.4 \pm 5.3\%$ και $7.0 \pm 6.2\%$, αντίστοιχα), με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων, ενώ δεν υπήρξε καμία επίδραση στις ΟΕ και ΟΕΠ (Delecluse et al., 2003).

Στην έρευνά τους οι Fagnani και συν. (2006) χώρισαν 22 γυναίκες ηλικίας 21-27 ετών σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε 2 στατικές ασκήσεις (γόνατα $0^\circ/90^\circ$ κάμψης), διάρκειας 15-60s, παρεμβάλλοντας διάλειμμα 30-60s, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Nemes (35Hz, 4mm) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε για 8 εβδομάδες με συχνότητα 3φ/εβ. Από την αξιολόγηση της ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων του γόνατος (IK-F_{EF}) προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση της δύναμης για την ΟΔ (11.2%) και καμία επίδραση για την ΟΕ.

Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα των Machado και συν. (2010), οι οποίοι μελέτησαν την ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος (IM-F_{EF}) 26 ηλικιωμένων γυναικών (65-90 ετών). Οι γυναίκες χωρίστηκαν σε ΟΔ και ΟΕ, εκ των οποίων η ΟΔ εκτέλεσε δυναμικές ασκήσεις (ημικάθισμα, βαθύ κάθισμα, κάθισμα με τα πόδια σε διάσταση, πελματιαίες κάμψεις), για διάστημα 10 εβδομάδων, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Fitvibe (20-40Hz, 2-4mm), μετά από προθέρμανση που περιλάμβανε διατάσεις και αερόβια άσκηση, ενώ η ΟΕ δεν εκτέλεσε

άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στη δύναμη μόνο για την ΟΔ ($38.8 \pm 18.3\%$).

Οι Roelants και συν. (2004a) μελέτησαν την IM-F_{EG} και IK-F_{EG} σε 48 μη ασκούμενες νεαρές γυναίκες (21.3 ± 2.0 ετών). Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (ημικαθίσματα, βαθιά καθίσματα, καθίσματα σε μονοποδική στήριξη, καθίσματα με τα πόδια σε διάσταση και προβολές) σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης PowerPlate (35-40Hz, 2-4mm), την ΟΑ, που εκτέλεσε 20λεπτο πρόγραμμα ενδυνάμωσης (20-8RM) των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της δύναμης των ΟΔ και ΟΑ μετά από 24 εβδομάδες, ανεξάρτητα από τη γωνιακή ταχύτητα στην οποία εκτελέστηκε η άσκηση, χωρίς όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Στην ΟΕ δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφοροποίηση.

Αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα στη μελέτη των Torvinen και συν. (2003) Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η IM-F_{EG} σε 53 μη ασκούμενα άτομα ηλικίας 19-38 ετών. Το δείγμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (ημικάθισμα, όρθια θέση, ελαφρώς λυγισμένα γόνατα, ελαφρά πηδηματάκια, εναλλαγή βάρους στο κάθε πόδι, στήριξη στις φτέρνες), διάρκειας 60s, σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης Kuntotary (25-45Hz, 2mm), με συχνότητα 3-5 φ/εβ, για 32 εβδομάδες και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Από τα αποτελέσματα βρέθηκε ότι μετά από πρόγραμμα 32 εβδομάδων καμία από τις δύο ομάδες δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά στην IM-F_{EG}.

Οι Verschueren και συν. (2004), τέλος, μελέτησαν τη δύναμη 70 γυναικών ηλικίας 58-74 ετών. Τις χώρισαν σε 3 ομάδες: την ΟΔ, την ΟΑ και την ΟΕ. Τα άτομα της ΟΔ εκτέλεσαν το ίδιο πρωτόκολλο με αυτό των Delecluse και συν. (2003), ενώ οι γυναίκες της ΟΑ εκτέλεσαν πρόγραμμα ενδυνάμωσης (20-8RM) των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος. Η ΟΕ δεν εκτέλεσε άσκηση. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 24 εβδομάδες και η άσκηση γίνονταν με συχνότητα 3φ/εβ. Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση της IM-F_{EG} για τις ΟΔ (15%) και ΟΑ (16%) και της IK-F_{EG} για τις ΟΔ (16.5%) και ΟΑ (10.6%), χωρίς διαφορές μεταξύ των ομάδων, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική

διαφορά στην ΟΕ. Οι έρευνες σχετικά με τις μακροχρόνιες επιδράσεις της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στη δύναμη παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 10.

Στις μελέτες που χρησιμοποιήθηκε αμφίπλευρη δόνηση, δε φάνηκε πως υπάρχει επίδραση της δόνησης στη δύναμη (deRuijter et al., 2003; Καρατράντου, 2010; Raimundo et al., 2009) ή, όπου υπήρξε, αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική μεταξύ των ομάδων που χρησιμοποιήθηκαν (Rees et al., 2008; 2007; Savelberg, Keizer & Meijer, 2007; Spiliopoulou, Amiridis, Tsigganos, Enonomides, Kellis, 2010). Πιο συγκεκριμένα, οι deRuijter και συν. (2003), μελέτησαν 19 νεαρά ασκούμενα άτομα, τα οποία χώρισαν σε ομάδα άσκησης (ΟΑ) και σε ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση (ΟΑ+Δ). Η ΟΑ εκτέλεσε 5 σετ στατικών ασκήσεων, διάρκειας 60s, με παρεμβλλόμενο διάλειμμα 120s ανά σετ και η ΟΑ+Δ εκτέλεσε ό,τι και η ΟΑ, πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (30Hz, 8mm). Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος, σε καμία από τις δύο ομάδες, μετά από 11 εβδομάδες άσκησης. Στην έρευνά της η Καρατράντου (2010) χρησιμοποίησε δείγμα 26 νεαρών γυναικών (19.44±1.5 ετών) με φυσική δραστηριότητα, το οποίο χώρισε σε 2 ομάδες: την ΟΔ, που εκτέλεσε στατική άσκηση σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (25Hz, 6mm), για 22 ημέρες (16 προπονητικές μονάδες), και την ΟΕ που δεν εκτέλεσε άσκηση μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση, τόσο της ισομετρικής όσο και της ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος, για καμία από τις δύο ομάδες, μετά το τέλος του προγράμματος άσκησης. Οι Raimundo και συν. (2009) μελέτησαν τη δύναμη 27 ηλικιωμένων γυναικών, τις οποίες χώρισαν σε ΟΔ και ομάδα βάρδιας (ΟΒ). Η ΟΔ εκτέλεσε 3-6 σετ στατικής άσκησης, διάρκειας 60s, σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (12.6Hz, 6mm), για διάστημα 32 εβδομάδων, ενώ η ΟΒ εκτέλεσε πρωτόκολλο βάρδιας συνολικής διάρκειας 60min. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στην ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για καμία από τις δύο ομάδες.

Οι Rees και συν. (2007) μελέτησαν τη δύναμη 43 ατόμων (66-85 ετών), τα οποία χώρισαν σε 3 ομάδες: την ΟΑ, την ΟΑ+Δ και την ΟΕ. Στις δύο πρώτες ομάδες τα άτομα εκτέλεσαν τις ίδιες ασκήσεις, με τη διαφορά ότι η ΟΑ+Δ εκτέλεσε τις ασκήσεις

πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (26Hz, 8mm), ενώ η ΟΕ δεν εκτέλεσε άσκηση. Το πρωτόκολλο άσκησης περιλάμβανε διαλειμματική άσκηση (5-6σετ, 45-80s/σετ, 45-80s διάλειμα/σετ) και εκτελούνταν με συχνότητα 3φ/εβ, για χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων. Από τα αποτελέσματα προέκυψε βελτίωση της ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος στις ΟΑ+Δ (8.1%) και ΟΑ (7.2%), χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, και καμία επίδραση στην ΟΕ, ενώ δεν υπήρξε καμία βελτίωση της ισοκινητικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος σε καμία από τις ομάδες. Σε νέα τους μελέτη, οι Rees και συν. (2008) μελέτησαν 28 ηλικιωμένα άτομα, τα οποία χώρισαν σε 3 ομάδες: ΟΑ, ΟΑ+Δ και ΟΕ, χρησιμοποιώντας το ίδιο πρωτόκολλο παρέμβασης, και βρήκαν ότι οι 8 εβδομάδες προπόνησης αύξησαν την ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων (8% έναντι 7%) και καμπτήρων (10% vs. 6%) μυών της άρθρωσης του γόνατος για τις ΟΑ+Δ και ΟΑ, αντίστοιχα, χωρίς καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων.

Οι von Stengel και συν. (2010) μελέτησαν 151 μη ασκούμενες ηλικιωμένες γυναίκες τις οποίες χώρισαν σε 3 ομάδες: την ΟΑ, που εκτέλεσε ένα πρόγραμμα άσκησης (διατάσεις, ασκήσεις ενδυνάμωσης, ασκήσεις ισορροπίας και χορό), την ΟΑ σε συνδυασμό με εφαρμογή δόνησης (ΟΑ+Δ), που εφάρμοσε ότι και η ΟΑ, αλλά εκτέλεσε τις ασκήσεις ενδυνάμωσης πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης VibraFit (25-35Hz, 1.7-2mm), και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι 66 εβδομάδες άσκησης είχαν θετική επίδραση στην ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για την ΟΑ+Δ, ενώ δεν είχαν καμία επίδραση στις ΟΑ και ΟΕ. Τέλος, οι Spiliopoulou και συν. (2010) μελέτησαν την ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος 38 γυναικών μέσης ηλικίας (± 55 ετών), τις οποίες χώρισαν σε 3 ομάδες: την ΟΑ, που εκτέλεσε στατικές και δυναμικές ασκήσεις (βαθιά καθίσματα, ημικαθίσματα σε διποδική και μονοποδική στήριξη, προβολές) για 12 εβδομάδες, την ΟΑ+Δ, που εκτέλεσε ότι και η ΟΑ σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (15-25Hz, 2-12.8mm) και την ΟΕ, που δεν εκτέλεσε άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε βελτίωση τόσο στην ΟΑ+Δ όσο και στην ΟΑ (χωρίς διαφορές μεταξύ των ομάδων), ενώ δεν υπήρξε διαφορά στην ΟΕ. Επιπλέον, μελετώντας την ισοκινητική ροπή δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος, βρήκαν στατιστικά

σημαντική βελτίωση μόνο για την ΟΑ, χωρίς όμως διαφορά μεταξύ των τριών ομάδων. Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στη δύναμη παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 11.

Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης ως προς την επίδραση της άσκησης με δόνηση στη δύναμη δεν είναι ξεκάθαρα. Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι, σε ό,τι αφορά στην αμφίπλευρη δόνηση, η άσκηση με δόνηση δεν έχει καμία επίδραση (deRuijter et al., 2003; Raimundo et al., 2009) ή δεν επιφέρει επιπλέον βελτίωση (Rees et al., 2008; Rees et al., 2007; Spilioroulou et al., 2010) στη δύναμη, συγκρινόμενη με άλλη μορφή άσκησης. Αντίθετα, στην κατακόρυφη δόνηση, φαίνεται ότι η άσκηση με δόνηση βελτιώνει τη δύναμη, συγκρινόμενη με άλλη παρέμβαση (Delecluse et al., 2003; Roelants et al., 204a) ή με καμία παρέμβαση (Fagnani et al., 2006; Machado et al., 2010; Torvinen et al., 2002a), ενώ λίγες είναι οι περιπτώσεις όπου δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση (Delecluse et al., 2005; Torvinen et al., 2003) ή αν παρατηρήθηκε, δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των παρεμβάσεων (Bautmans et al., 2005; Verschueren et al., 2004). Περισσότερη έρευνα κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να διερευνηθεί πλήρως η επίδραση της δόνησης στη δύναμη σε σύγκριση με άλλα πρωτόκολλα παρέμβασης.

Πίνακας 1. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στη σύσταση μάζας σώματος του δείγματος ανά έρευνα.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο Παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Roelants et al. (2004a)	48 ♀ MA 21.3±2.0 ετών	PowerPlate <u>OA</u> : F: 35-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 2-9ασκ, 1-3σετ, (30-60)s +(60-5)s δ, 3 φ/εβ, 24 εβ, στατικές/δυναμικές ασκ <u>OA</u> : ΠΡΟΘ, 2σετ, ασκ κάτω άκρων (20-8RM) <u>OE</u> : καμία άσκηση	ΣΜ ΠΛ ΔΠ	Πριν την έναρξη & στις 24εβ	ΣΜ : ∅ σε OA, OA & OE ΠΛ : ∅ σε OA, OA & OE ΔΠ : ∅ σε OA, OA & OE
Fjeldstad et al. (2009)	55 ♀ MA 60-75 ετών	PowerPlate <u>OA</u> : ΠΡΟΘ, 3σετ, 10επαν, ασκ κάτω άκρων (80% του 1RM) <u>OA+Δ</u> : ότι και η OA με δόνηση: F: 30-40Hz, A: 3mm, D: 3 ασκ, 1-2σετ, (15-60)s + 15s δ, 3φ/εβ, 32 εβ, δυναμικές ασκ <u>OE</u> : καμία άσκηση	ΣΜ ΠΛ	Πριν την έναρξη & στις 32εβ	ΣΜ : ∅ σε OA, OA+Δ & OE ΠΛ : ↓ OA+Δ (-1.3%), ∅ σε OA & OE
Verschueren et al. (2004)	70 ♀ MA 58-74 ετών	PowerPlate <u>OA</u> : F: 35-40Hz, A: 1.7-2.5mm, D: 5 ασκ, 3 φ/εβ, 24 εβ, στατικές/δυναμικές ασκ <u>OA</u> : ασκ κάτω άκρων (20-8RM) <u>OE</u> : καμία άσκηση	ΣΜ ΠΛ	Πριν την έναρξη & στις 24εβ	ΣΜ : ∅ σε OA, OA & OE ΠΛ : ↓ OA (2.3%), ↓ OA (3.1%), (OA>OA) ∅ OE

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♀: Γυναίκες, MA: Μη ασκούμενοι, OA: Ομάδα δόνησης, F: Συχνότητα, A: Εύρος μετατόπισης, D: Διάρκεια, ασκ: Άσκηση, δ: Διάλειμμα, φ/εβ: Φορές ανά εβδομάδα, OA: Ομάδα άσκησης, ΠΡΟΘ: Προθέρμανση, OE: Ομάδα ελέγχου, ΣΜ: Σωματική μάζα, ΠΛ: Ποσοστό λίπους, ΔΠ: Δερματοπτυχές, ∅: Καμία επίδραση, επαν: Επαναλήψεις, OA+Δ: Ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση, ↓: Μείωση.

Πίνακας 2. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στη σύσταση μάζας σώματος του δείγματος ανά έρευνα.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Von Stengel et al. (2010)	151 ♀ MA 68.5±3.1 ετών	VibraFit OA: 3-6ασκ, 6σετ, 60s + 60s διατ στο δ, 2φ/εβ, 66 εβ, δυναμικές ασκ, + ασκ χαμηλής έντασης στο σπίτι + 20min χορός (70–80% ΚΣmax), 5min ασκ ισορροπίας + ασκ κάτω άκρων (2σετ, 3 ασκ, 1min + 1min δ) OA+Δ: ότι και η OA με δόνηση για τις ασκ ενδυνάμωσης + δόνηση: F: 25-35Hz, A: 1.7-2mm OE: ασκ ενδυνάμωσης & χαλάρωσης 1φ/εβ	ΣΜ ΠΛ	Πριν την έναρξη & στις 66εβ	ΣΜ: ∅ σε OA+Δ, OA & OE ΠΛ: ↓ OA+Δ (-0.8%), ↓ OA (-1.3%), ⊗ ∅ σε OE

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♀: Γυναίκες, MA: Μη ασκούμενοι, OA: Ομάδα άσκησης με αντίσταση, ασκ: Άσκηση, διατ: Διατάξεις, δ: Διάλειμμα, φ/εβ: Φορές ανά εβδομάδα, ΚΣmax: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, OA+Δ: Ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση, F: Συχνότητα, A: Εύρος μετατόπισης, OE: Ομάδα ελέγχου, ΣΜ: Σωματική μάζα, ΠΛ: Ποσοστό λίπους, ∅: Καμία επίδραση, ↓: Μείωση, ⊗: Καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων.

Πίνακας 3. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην αερόβια ικανότητα.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Bogaerts et al. (2009)	154 (♂ & ♀) MA ±67.1 ετών	PowerPlate OA: ΠΡΟΘ, ΑΠΟΘ, F: 30-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 8 ασκ, (1-5)σετ, 15s + (15-60)s δ, 3 φ/εβ, 48 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ OA: 60-90min ασκ αντίστασης, καρδιαγγειακές, ισορροπίας & κινητικότητας OE: καμία άσκηση	ΚΣ VO ₂ max	Πριν την έναρξη & στις 48εβ	ΚΣ: ↑ OΔ (62%, 80% ΕΚΣ) VO₂max: ↑ OΔ (18.2%) ↑ OA (21.0%), ⊗ (OΔ>OE, OA>OE) ↑ OE (8.4%)

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, MA: Μη ασκούμενοι, OA: Ομάδα δόνησης, ΠΡΟΘ: Προθέρμανση, ΑΠΟΘ: Αποθεραπεία, F: Συχνότητα, A: Εύρος μετατόπισης, D: Διάρκεια, ασκ: Άσκηση, δ: Διάλειμμα, φ/εβ: Φορές ανά εβδομάδα, OA: Ομάδα άσκησης, OE: Ομάδα ελέγχου, ΚΣ: Καρδιακή συχνότητα, VO₂max: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, ↑: Αύξηση, ΕΚΣ: Εφεδρική καρδιακή συχνότητα, ⊗: Καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων.

Πίνακας 4. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην κινητικότητα.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Bautmans et al. (2005)	21 (♂&♀) MA 77.5±11.0 ετών	PowerPlate ΟΔ: F: 35-40Hz, A: 2-5mm, D: 6 ασκ, 1-3σετ, (30-60)s + (30-60)s δ, 3 φ/εβ, 6 εβ, Θ: στατική ΟΕΠ: ότι και η ΟΔ χωρίς δόνηση (μόνο ήχος)	CS&RT	Πριν την έναρξη & στις 6εβ	CS&RT: ↑ ΟΔ, ΟΕΠ, ⊗
Fagnani et al. (2006)	22 ♀ ΑΣ 21-27 ετών	Nemes ΟΔ: F: 35Hz, A: 4mm, 2 ασκ, 3-4σετ, (15-60)s + (30-60)s δ, 3 φ/εβ, 8 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	S&RT	Πριν την έναρξη & στις 8εβ	S&RT: ↑ ΟΔ (13%), ∅ ΟΕ
Van der Tillaar (2006)	18 (♂&♀) ΑΣ 21.5±2.0 ετών	Nemes ΟΔ+ΔΤ: F: 28Hz, A: 10mm, D: 6σετ, 30s, +3σετ, 5s ΙΜΣ/30s στατ. διατ., σε κάθε πόδι, 3 φ/εβ, 4 εβ, Θ: στατική ΟΔΤ: ότι και η ΟΔ+ΔΤ χωρίς δόνηση	ROM δικέφαλων μυών	Πριν την έναρξη & στις 4εβ	ROM: ↑ ΟΔ+ΔΤ (30%), ↑ ΟΔΤ (14%)

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, **MA:** Μη ασκούμενοι, **ΟΔ:** Ομάδα δόνησης, **F:** Συχνότητα, **A:** Εύρος μετατόπισης, **D:** Διάρκεια, **ασκ:** Άσκηση, **δ:** Διάλειμμα, **φ/εβ:** Φορές ανά εβδομάδα, **Θ:** Θέση, **ΟΕΠ:** Ομάδα εικονικής παρέμβασης, **CS&RT:** Chair sit and reach test, **∅:** Καμία επίδραση, **ΑΣ:** Ασκούμενοι, **ΟΕ:** ομάδα ελέγχου, **S&RT:** Sit and reach test, ↑: Αύξηση, **ΟΔ+ΔΤ:** Ομάδα δόνησης και διάταση, **ΙΜΣ:** Ισομετρική σύσπαση, **στατ:** Στατική, **διατ:** Διάταση, **ΟΔΤ:** Ομάδα διάτασης, **ROM:** Range of motion.

Πίνακας 5. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην κινητικότητα.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Epperson - ΔΠ (2009)	44 (♂ & ♀) ΦΔ 22.5±1.8 ετών	Galileo 2000 ΟΔ+ΔΤ: F: 26Hz, A: 4mm, D: 5σετ, 30s διατ + 30s δ, 5φ/εβ, 4 εβ, Θ: στατική ΟΔΤ: ότι και η ΟΔ χωρίς δόνηση ΟΔ: μόνο δόνηση, χωρίς διάταση ΟΕ: καμία άσκηση	Διάταση ισchioκνημιαίων (ROM κάμψης ισχίου)	Πριν την έναρξη, στις 3εβ και 3εβ μετά τη λήξη	ROM (2εβ): ↑ ΟΔ+ΔΤ & ΟΔ σε σχέση με την ΟΕ, ROM (3εβ): ↑↑ ΟΔ+ΔΤ & ΟΔ σε σχέση με την ΟΕ, ↑ ΟΔΤ σε σχέση με την ΟΕ, ↑ ΟΔ σε σχέση με την ΟΕ ROM (1εβ-f + 2 εβ-f): ↑↑ ΟΔ+ΔΤ & ΟΔ σε σχέση με την ΟΕ, ROM (3εβ-f): ∅
Feland et al. (2010)	34 (♂ & ♀) ΦΔ 23.4±1.7 ετών	Galileo 2000 ΟΔ+ΔΤ: F: 26Hz, A: 4mm, D: 5σετ x 30s διατ + 30s δ, 5φ/εβ, 4 εβ, Θ: στατική ΟΔΤ: ότι και η ΟΔ χωρίς δόνηση ΟΕ: καμία άσκηση	Παθητική διάταση ισchioκνημιαίων (ROM κάμψης ισχίου)	Πριν την έναρξη, στις 4εβ και 3εβ μετά τη λήξη	ROM (4εβ): ↑ ΟΔ+ΔΤ (22%), ↑ ΟΔΤ (14%), ROM (3εβ-f): ↑↑ ΟΔ+ΔΤ (11%) ∅ ΟΔΤ
Καρατράντου - ΔΠ (2010)	26 ♀ ΦΔ 19.4±1.5 ετών	Galileo 2000 ΟΔ: F: 25Hz, A: 6mm, D: 2σετ, 5min + 2min δ μεταξύ των σετ, 16 συνεδρίες, 22 ημ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	S&RT	Πριν την έναρξη, κατά τη λήξη & 22ημ μετά	S&RT: ↑ ΟΔ ∅ ΟΕ ⊗

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ΔΠ: Διπλωματική εργασία, ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, ΦΔ: Φυσικά δραστήριοι, ΟΔ+ΔΤ: Ομάδα δόνησης και διάταση, F: Συχνότητα, A: Εύρος μετατόπισης, D: Διάρκεια, διατ: Διατάσεις δ: Διάλειμμα, φ/εβ: Φορές ανά εβδομάδα, Θ: Θέση, ΟΔΤ: Ομάδα διάτασης, ΟΔ: Ομάδα δόνησης, ΟΕ: Ομάδα ελέγχου, ROM: Range of motion, ↑: Αύξηση, ↑↑: Διατήρηση της αύξησης, εβ-f: Εβδομάδα follow-up, ∅: Καμία επίδραση, ημ: Ημέρες, S&RT: Sit and reach test, ⊗: Καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων.

Πίνακας 6. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Annino et al. (2007)	22 ♀ ΑΣ 21.25±1.5ετών	Nemes ΟΑ: 5φ/εβ, 60-90min συγκεκριμένο πρόγραμμα μπαλέτου, 5σετ, 40s + 60s/σετ δ, 3φ/εβ, 8 εβ, Θ: στατική ΟΑ+Δ: ότι και η ΟΑ με δόνηση: F: 30Hz, A: 5mm	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 8εβ	CMJ: ↑ ΟΑ+Δ (6.3%), ∅ σε ΟΑ
Delecluse et al. (2005)	20 (♂&♀) ΑΣ 17-30 ετών	Powerplate ΟΑ: F: 35-40Hz, A: 1.7-2.5mm, D: 6 ασκ, 3σετ, (30-60)s + (60-5)s δ, 5 εβ, 3φ/εβ, στατικές/δυναμικές ασκ ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 5εβ	CMJ: ∅ σε ΟΔ & ΟΕ
Delecluse et al. (2003)	67 ♀ ΜΑ 21.4±2.1 ετών	PowerPlate ΟΑ: F: 35-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 1-3 σετ, 2-6ασκ, (30-60)s + (60-5)s δ, 3 φ/εβ, 12 εβ, στατικές/δυναμικές ασκ ΟΕΠ: ότι και η ΟΔ χωρίς δόνηση (μόνο ήχος) ΟΑ: 2 σετ, ασκ κάτω άκρων (20-10RM) + 60s δ μεταξύ των σετ ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 12εβ	CMJ: ↑ ΟΔ (7.6±4.3%), ∅ σε ΟΕ, ΟΕΠ & ΟΑ
Di Giminiani et al. (2009)	30 (♀&♂) ΦΔ 22 ετών	Nemes ΟΑ₁: F:20-45Hz (ατομική για κάθε δοκιμαζόμενο), A: 2mm, D: 10σετ, 60s + 60s δ/σετ + 240 δ/5σετ, 3./εβ, 8 εβ, Θ: στατική ΟΑ₂: F: 30Hz, A: 2mm, D: 10σετ, 60s + 60s δ/σετ + 4min δ/5σετ, 3φ/εβ, 8 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	SJ CMJ	Πριν την έναρξη, στις 4εβ, στις 8εβ & 1εβ μετά τη λήξη (9εβ)	SJ: ↑ ΟΔ ₁ (11%), ↑ ΟΔ ₂ (3%), ↑ ΟΕ (2%) CMJ: ∅ σε ΟΔ ₁ , ΟΔ ₂ & ΟΕ
Fagnani et al. (2006)	22 ♀ ΑΣ 21-27 ετών	Nemes ΟΑ: F: 35Hz, A: 4mm, 2 ασκ, 3-4σετ, (15-60)s + (30-60)s δ, 3 φ/εβ, 8 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 8εβ	CMJ: ↑ ΟΔ (8.7%), ∅ σε ΟΕ

Συνέχεια στη σελ. 40

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
--------	--------	-----------------------	------------	---------	--------------

Paradis & Zacharogiannis (2007)	24 (♂&♀) ΑΣ 21.3±1.2 ετών	PowerPlate ΟΑ: F:30Hz, A: 2.5mm, D: 3 σετ, (2-4)ασκ, 8 επαν, (40-60)s + 120s/ σετ & 60s/ επαν δ, 3 φ/εβ, 6 εβ, στατικές ασκ ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 6εβ	CMJ: ↑ ΟΔ (3.3%), ∅ σε ΟΕ
Roelants et al. (2004b)	69 ♀ ΜΑ 58-74 ετών	PowerPlate ΟΑ: F: 35-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 2-9ασκ, 1-3σετ, (30-60)s +(60-5)s δ, 3 φ/εβ, 24 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΑ: ΠΡΟΘ, 2σετ, ασκ κάτω άκρων (20-8RM) ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη, στις 12εβ & στις 24εβ	CMJ: <u>12εβ:</u> ↑ ΟΔ 16.0±2.8%), ↑ ΟΑ (12.1±2.9%), ∅ σε ΟΕ <u>24εβ:</u> ∅ σε ΟΔ, ΟΑ&ΟΕ
Torvinen et al. (2002a)	52 (♂&♀) ΜΑ 19-38 ετών	Kuntotary ΟΑ: F: 25-40Hz, A: 2mm, D: 6 ασκ, 4σετ, 60s +60s δ, 3-5φ/εβ, 16 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη, στις 8εβ & στις 16εβ	CMJ: <u>8εβ:</u> ↑ ΟΔ (2.0cm), ↓ ΟΕ (.6cm) <u>16εβ:</u> ↑ ΟΔ (2.5cm), ↑ ΟΕ (.3cm)
Torvinen et al. (2003)	53 (♂&♀) ΜΑ 19-38 ετών	Kuntotary ΟΑ: F: 25-45Hz, A: 2mm, D: 6 ασκ, 4 σετ, 60s, 3-5φ/εβ, 32 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 32εβ	CMJ: ↑ ΟΔ (2.1cm), ↓ ΟΕ (.3cm)

Πίνακας 6. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα (συνέχεια).

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♀: Γυναίκες, **ΑΣ:** Ασκούμενοι, **ΟΑ:** Ομάδα άσκησης, **φ/εβ:** Φορές ανά εβδομάδα, **δ:** Διάλειμμα, **Θ:** Θέση, **ΟΑ+Δ:** Ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση, **F:** Συχνότητα, **A:** Εύρος μετατόπισης, **CMJ:** Counter movement jump, ↑: Αύξηση, **∅:** Καμία επίδραση, **♂:** Άνδρες, **ΟΔ:** Ομάδα δόνησης, **D:** Διάρκεια, **ασκ:** Άσκηση, **ΟΕ:** Ομάδα ελέγχου, **ΜΑ:** Μη ασκούμενοι, **ΟΕΠ:** Ομάδα εικονικής παρέμβασης, **ΦΔ:** Φυσικά δραστήριοι, **SJ:** Squat jump, **επαν:** Επαναλήψεις, **ΠΡΟΘ:** Προθέρμανση, **↓:** Μείωση

Πίνακας 7. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Bosco et al. (1998)	14 (♂ & ♀) ΦΔ 19-21 ετών	Galileo 2000 ΟΔ: F: 26Hz, A: 10mm, D: 5 ασκ, 5σετ, 90s + 40s δ, 7φ/εβ, 10 ημ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 10ημ	CMJ: ∅ σε ΟΔ & ΟΕ
Cochrane et al. (2004)	24 (♂ & ♀) ΦΔ 23.9±5.9 ετών	Galileo 2000 ΠΡΟΘ. & ΑΠΟΘ.: 10min ΟΔ: 5 ασκ, 5σετ, 2min + 40s/σετ δ, 9 ημ (5ημ +2δ+4ημ) Θ: στατική ΟΑ+Δ: ότι και η ΟΑ με δόνηση: F: 26Hz, A: 11mm	SJ CMJ	Πριν την έναρξη & στις 9ημ	CMJ: ∅ σε ΟΑ & ΟΑ+Δ SJ: ∅ σε ΟΑ & ΟΑ+Δ
de Ruiter et al. (2003)	19 ♂ & ♀ ΜΑ 19.9±6 ετών (ΟΑ) 20.7±5 ετών (ΟΑ+Δ)	Galileo 2000 ΟΔ: 5σετ, 1min +2min/σετ δ, 3φ/εβ, 11 εβ (δόνησης) +4εβ δ, Θ: στατική ΟΑ+Δ: ότι και η ΟΑ με δόνηση: F: 30Hz, A: 8mm	CMJ	Πριν την έναρξη, στην 5 ^η , 6 ^η , 7 ^η , 13 ^η & 14 ^η εβ	CMJ: ∅ σε ΟΑ+Δ & ΟΑ
Καρατράντου (2010) –ΔΠ	26 ♀ ΦΔ 19.4±1.5 ετών	Galileo 2000 ΟΔ: F: 25Hz, A: 6mm, D: 2σετ, 5min + 2min δ μεταξύ των σετ, 16 συνεδρίες, 22 ημ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	CMJ SJ	Πριν την έναρξη, κατά τη λήκη & 22ημ μετά	CMJ: ∅ σε ΟΔ & ΟΕ στις 22ημ SJ: ∅ σε ΟΔ & ΟΕ στις 22ημ
Raimundo et al. (2009)	27 ♀ ΜΑ ±66 ετών	Galileo 2000 ΟΔ: ΠΡΟΘ, F: 12.6Hz, A: 6mm, D: 3-6σετ, 1min + 1min δ μεταξύ των σετ, 3φ/εβ, 32εβ, Θ: στατική ΟΒ: 2σετ, 25min, 70-75% ΚΣmax + 5min διατ, 3φ/εβ	CMJ	Πριν την έναρξη & στις 32εβ	CMJ: ↑ ΟΔ (7%), ∅ σε ΟΒ

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, **ΦΔ:** Φυσικά δραστήριοι, **ΟΔ:** Ομάδα δόνησης, **F:** Συχνότητα, **A:** Εύρος μετατόπισης, **D:** Διάρκεια, **ασκ:** Άσκηση, **δ:** Διάλειμμα, **φ/εβ:** Φορές ανά εβδομάδα, **ημ:** Ημέρες, **Θ:** Θέση, **ΟΕ:** Ομάδα ελέγχου, **CMJ:** Counter movement jump, **∅:** Καμία επίδραση, **ΠΡΟΘ:** Προθέρμανση, **ΑΠΟΘ:** Αποθεραπεία, **ΟΑ:** Ομάδα άσκησης, **ημ:** ημέρες, **ΟΑ+Δ:** Ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση, **SJ:** Squat jump, **ΜΑ:** Μη ασκούμενοι, **ΟΒ:** Ομάδα βάδισης, **ΚΣmax:** Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, **διατ:** Διατάσεις, **↑:** Αύξηση.

Πίνακας 8. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στην ισορροπία.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Bautmans et al. (2005)	21 (♂ & ♀), MA 77.5±11.0 ετών	PowerPlate ΟΑ: F: 35-40Hz, A: 2-5mm, D: 6 ασκ, 1-3σετ, (30-60)s + (30-60)s δ, 3 φ/εβ, 6 εβ, Θ: στατική ΟΕΠ: ότι και η ΟΔ χωρίς δόνηση (μόνο ήχος)	TT	Πριν την έναρξη & στις 6εβ	TT (score): Ø στην ΟΔ & ↓ (10.61%) στην ΟΕΠ
Bogaerts et al. (2007)	161 (♂ & ♀), MA 60-80 ετών	PowerPlate ΟΑ: F: 35-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 8 ασκ, 8σετ, (30-60)s +(15-60)s δ, 3 φ/εβ, 48 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΑ: ΠΡΟΘ, 90min στο 70-85% ΚΣmax, 1-2σετ, ασκ κάτω άκρων (1-2σετ, 15-8 RM) ΟΕ: καμία άσκηση	SOT σε 6 συνθήκες (3 σε σταθερή πλατφόρμα, 3 με κίνηση, 1 για πτώσεις)	Πριν την έναρξη, στις 24εβ & στις 48εβ	ΠΤ: ↓ σε ΟΔ & ΟΑ, Ø ΟΕ στις 24εβ & 48 εβ
Torvinen et al. (2003)	53 (♂ & ♀) MA 19-38 ετών	Kuntotary ΟΑ: F: 25-45Hz, A: 2mm, D: 4 σετ, 60s, 3-5 φ/εβ, 32 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΕ: καμία άσκηση	Ταλάντωση θέσης	Πριν την έναρξη & στις 32εβ	ΠΤ: Ø ΟΔ & ΟΕ
Torvinen et al. (2002a)	52 (♂ & ♀) MA 19-38 ετών	Kuntotary ΟΑ: F:25-40Hz, A: 2mm, D: 6 ασκ, 4σετ, 60s +60s δ, 3-5φ/εβ, 16 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	Ταλάντωση θέσης	Πριν την έναρξη, στις 8εβ & στις 16εβ	ΠΤ: Ø ΟΔ & ΟΕ στις 8εβ & 16 εβ
Verschueren et al. (2004)	70 ♀, MA 58-74 ετών	PowerPlate ΟΑ: F: 35-40Hz, A: 1.7-2.5mm, D: 5 ασκ, 3 φ/εβ, 24 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΑ: ασκ κάτω άκρων (10-15επαν, 20-8RM) ΟΕ: καμία άσκηση	Ταλάντωση θέσης	Πριν την έναρξη & στις 24εβ	ΠΤ: ↓ ΟΔ, Ø ΟΕ, δεν έγινε σύγκριση με την ΟΑ

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, MA: Μη ασκούμενοι, ΟΑ: Ομάδα δόνησης, F: Συχνότητα, A: Εύρος μετατόπισης, D: Διάρκεια, ασκ: Άσκηση, δ: Διάλειμμα, φ/εβ: Φορές ανά εβδομάδα, Θ: Θέση, ΟΕΠ: Ομάδα εικονικής παρέμβασης, TT: Tinetti Test, Ø: Καμία επίδραση, ↓: Μείωση, ΟΑ: Ομάδα άσκησης, ΠΡΟΘ: Προθέρμανση, ΚΣmax: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, ΟΕ: Ομάδα ελέγχου, SOT: Sensory Organisation Test, ΠΤ: Πλάτος ταλάντωσης, επαν: Επαναλήψεις.

Πίνακας 9. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στην ισορροπία.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Bruyere et al. (2005)	42 (♂ & ♀) MA 63-98 ετών	Galileo 2000 ΟΔ+Φ: F: 10-26Hz, A: 3-7mm, D: 4σετ, 1min + 90s δ, 3 φ/εβ, 6 εβ, Θ: στατική ΟΦ: 10min, 3φ/εβ, 6 εβ, ασκ αντίστασης, ισορροπίας, ενδυνάμωσης, βάδισης	TT	Πριν την έναρξη & στις 6εβ	TT: ↑ ΟΔ+Φ (3.5±2.0 μον), ↓ στην ΟΦ (.3±1.2 μον)
Cheung et al. (2007)	69 ♀ MA >60 ετών	Galileo 900 ΟΔ: F: 20Hz, A: 4mm, D: 3min, 3 φ/εβ, 12 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	COG μέσω TK & ΜΑΠ FRT	Πριν την έναρξη & στις 12εβ	TK: ↑ ΟΔ (53%), Ø ΟΕ ΜΑΠ: ↑ ΟΔ (19%), Ø ΟΕ FRT: Ø για ΟΔ & ΟΕ
Gusi et al. (2006)	28 ♀ MA ±66 ετών	Galileo 2000 ΟΔ: F: 12.6Hz, A: 3mm, D: 6σετ, 1min + 1min δ, 3φ/εβ, 32 εβ, Θ: στατική ΟΒ: 55min βάδιση, 5min διατάσεις	BFT	Πριν την έναρξη & στις 32εβ	BFT: ↑ ΟΔ (29%), Ø ΟΒ
Spiliopoulou et al. (2010)	38 ♀ MA 56.5±3.5 ετών (ΟΑ+Δ) 54.8±2.5 ετών (ΟΑ) 57.2±2.9 ετών (ΟΕ)	Galileo ΟΑ: ΠΡΟΘ, ΑΠΟΘ, 7 ασκ, 2σετ, 2IM των 10s + 5s δ + 6-15 επαν, 3/εβ, 12 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΑ+Δ: ότι και η ΟΑ με δόνηση: F: 15-25Hz, A: 2-12.8cm ΟΕ: καμία άσκηση	Ταλάντωση θέσης	Πριν την έναρξη & στις 12εβ	ΠΤ: ↓ ΟΑ+Δ, Ø σε ΟΑ & ΟΕ

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, MA: Μη ασκούμενοι, **ΟΔ+Φ:** Ομάδα δόνησης με φυσικοθεραπεία, **F:** Συχνότητα, **A:** Εύρος μετατόπισης, **D:** Διάρκεια, **δ:** Διάλειμμα, **φ/εβ:** Φορές ανά εβδομάδα, **Θ:** Θέση, **ΟΦ:** Ομάδα φυσικοθεραπείας, **ασκ:** Άσκηση, **TT:** Tinetti Test, ↑: Αύξηση, ↓: Μείωση, **μον:** μονάδες, **ΟΔ:** Ομάδα δόνησης, **ΟΕ:** Ομάδα ελέγχου, **COG:** Centre of gravity, **TK:** Ταχύτητα κίνησης, **ΜΑΠ:** Μέγιστη απόκλιση, **FRT:** Functional Reach Test, **Ø:** Καμία επίδραση, **ΟΒ:** Ομάδα βάδισης, **BFT:** Blind Flamingo Test, **ΟΑ:** Ομάδα άσκησης, **ΠΡΟΘ:** Προθέρμανση, **ΑΠΟΘ:** Αποθεραπεία, **επαν:** Επαναλήψεις, **IM:** Ισομετρική ασκ, **ΟΑ+Δ:** Ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση, **ΠΤ:** Πλάτος ταλάντωσης.

Πίνακας 10. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στη δύναμη.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Bautmans et al. (2005)	21 (♂ & ♀) MA 77.5±11.0 ετών	PowerPlate ΟΔ: ΠΡΟΘ, F: 35-40Hz, A: 2-5mm, D: 1-4 ασκ, 1-3σετ, (30-60)s + (30-60)s δ, 3 φ/εβ, 6 εβ, Θ: στατική ΟΕΠ: ότι και η ΟΔ χωρίς δόνηση (μόνο ήχος)	IK-F _{EF} στα 40cm/s και 60cm/s	Πριν την έναρξη & στις 6εβ	IK-F_{EF} (40cm/s): ↑ ΟΔ & ΟΕΠ, ⊗ IK-F_{EF} (60cm/s): ↑ ΟΕΠ & ΟΔ, ⊗
Delecluse et al. (2005)	20 (♂ & ♀) ΑΣ 17-30 ετών	PowerPlate ΟΔ: F: 35-40Hz, A: 1.7-2.5mm, D: 6 ασκ, 3σετ, (30-60)s + (60-5)s δ, 5 εβ, 3φ/εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EF} & IM-F _{KΓ} στις 90°/s & 130°/s IK-F _{EF} & IK-F _{KΓ} στις 100°/s	Πριν την έναρξη & στις 5εβ	∅ ΟΔ & ΟΕ σε καμία από τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν
Delecluse et al. (2003)	67 ♀ MA 21.5±1.9 ετών	PowerPlate ΟΔ: F: 35-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 1-3 σετ, 2-6 ασκ, (30-60)s + (60-5)s δ, 3 φ/εβ, 12 εβ, στατική/δυναμική ασκ ΟΕΠ: ότι και η ΟΔ χωρίς δόνηση (μόνο ήχος) ΟΔ: 2 σετ, ασκ κάτω άκρων (20-10RM) + 60s δ μεταξύ των σετ ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EF} στις 130°/s IK-F _{EF} στις 100°/s	Πριν την έναρξη & στις 12εβ	IM-F_{EF}: ↑ ΟΔ (16.6±10.8%), ↑ ΟΑ (14.4±5.3%), (ΟΔ>ΟΑ) ∅ στις ΟΕ, ΟΕΠ IK-F_{EF}: ↑ ΟΔ (9.0±3.2%), ↑ ΟΑ (7.0±6.2%), (ΟΔ>ΟΑ) ∅ σε ΟΕ & ΟΕΠ
Fagnani et al. (2006)	22 ♀ ΑΣ 21-27 ετών	Nemes ΟΔ: F: 35Hz, A: 4mm, 2 ασκ, 3-4σετ, (15-60)s + (30-60)s δ, 3 φ/εβ, 8 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	IK-F _{EF} στα 40cm/s και 80cm/s	Πριν την έναρξη & στις 8εβ	IK-F_{EF} (40cm/s): ↑ ΟΔ 26.2±5.3kg, ∅ ΟΕ IK-F_{EF} (80cm/s): ↑ ΟΔ (48±12.2kg), ∅ ΟΕ
Machado et al. (2010)	26 ♀ MA 65 - 90 ετών	Fitvibe ΟΔ: ΠΡΟΘ, ΑΠΟΘ, F: 20-40Hz, A: 2-4mm, D: 1-2σετ, (30-60)s + (180-120)s/σετ δ, 3-5φ/εβ, 10 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EF}	Πριν την έναρξη & στις 10εβ	IM-F_{EF}: ↑ ΟΔ (38.8±18.3%), ∅ ΟΕ

Συνέχεια στη σελ. 45

Πίνακας 10. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με κατακόρυφη δόνηση στη δύναμη (συνέχεια).

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Roelants et al. (2004a)	48 ♀ MA 21.3±2.0 ετών	PowerPlate ΟΔ: F: 35-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 2-9 ασκ, 1-3σετ, (30-60)s +(60-5)s δ, 3 φ/εβ, 24 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΑ: ΠΡΟΘ, 2σετ, ασκ κάτω άκρων (20-8RM) ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EG} στις 0°/s, 50°/s, 100°/s, 150°/s	Πριν την έναρξη & στις 24εβ	IM-F_{EG} (0°/s): ↑ ΟΔ (24.4±5.1%), ↑ ΟΑ (16.5±1.7%), ∅ στην ΟΕ IM-F_{EG} (50°/s): ↑ ΟΔ (5.9±2.1%), ↑ ΟΑ (12.0±2.7%), ∅ στην ΟΕ IM-F_{EG} (100°/s): ↑ ΟΔ (8.3±4.4%), ↑ ΟΑ (10.4±2.3%), ∅ στην ΟΕ IM-F_{EG} (150°/s): ↑ ΟΔ (7.6±1.5%), ↑ ΟΑ (10.2±1.9%), ∅ στην ΟΕ
Roelants et al. (2004b)	69 ♀ MA 58-74 ετών	PowerPlate ΟΔ: F: 35-40Hz, A: 2.5-5mm, D: 2-9ασκ, 1-3σετ, (30-60)s +(60-5)s δ, 3 φ/εβ, 24 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΑ: ΠΡΟΘ, 2σετ, ασκ κάτω άκρων (20-8RM) ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EG} στις 100°/s IK-F _{EG} στις 100°/s	Πριν την έναρξη, στις 12εβ & στις 24εβ	IM-F_{EG}: 12 εβ: ↑ ΟΔ (12.4±2.1%), ↑ ΟΑ (16.8±2.9%), ∅ στην ΟΕ, ⊗ 24 εβ: □ σε ΟΑ & ΟΔ, ↓ ΟΕ (4.3±1.6%) IK-F_{EG}: 12 εβ: ↑ ΟΔ (12.1±2.7%), ↑ ΟΑ (12.5±2.7%), ∅ στην ΟΕ, ⊗ 24 εβ: ↑ ΟΔ (3.7±1.7%), ∅ σε ΟΑ & ΟΕ
Torvinen et al. (2002a)	52 (♂&♀) MA 19-38 ετών	Kuntotary ΟΔ: F: 25-40Hz, A: 2mm, D: 6 ασκ, 4σετ, 60s +60s δ, 3-5φ/εβ, 16 εβ, Θ: στατική ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EG}	Πριν την έναρξη, στις 8εβ & στις 16εβ	IM-F_{EG}: 8 εβ: ↑ ΟΔ (11.2kg), ↑ ΟΕ (4.8kg) 16 εβ: ↑ ΟΔ (1.8kg), ↑ ΟΕ (6.2kg)
Torvinen et al. (2003)	53 (♂&♀) MA 19-38 ετών	Kuntotary ΟΔ: F: 25-45Hz, A: 2mm, D: 6 ασκ, 4 σετ, 60s, 3-5φ/εβ, 32 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EG}	Πριν την έναρξη & στις 32εβ	IM-F_{EG}: ∅ ΟΔ & ΟΕ
Verschueren et al. (2004)	70 ♀ MA 58-74 ετών	PowerPlate ΟΔ: F: 35-40Hz, A: 1.7-2.5mm, D: 5 ασκ, 3 φ/εβ, 24 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ ΟΑ: ασκ κάτω άκρων (20-8RM) ΟΕ: καμία άσκηση	IM-F _{EG} IK-F _{EG}	Πριν την έναρξη & στις 24εβ	IM-F_{EG}: ↑ ΟΔ (15%), ↑ ΟΑ (16%), ⊗ ∅ ΟΕ IK-F_{EG}: ↑ ΟΔ (16.5%), ↑ ΟΑ (10.6%), ⊗ ∅ ΟΕ

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, MA: Μη ασκούμενοι, ΟΔ: Ομάδα δόνησης, ΠΡΟΘ: Προθέρμανση, F: Συχνότητα, A: Εύρος μετατόπισης, D: Διάρκεια, ασκ: Άσκηση, δ: Διάλειμμα, φ/εβ: Φορές ανά εβδομάδα, Θ: Θέση, ΟΕΠ: Ομάδα εικονικής παρέμβασης, IK-F_{EG}: Ισοκινητική ροπή δύναμη εκτεινόντων γόνατος, ↑: Αύξηση, ⊗: Καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων, ΑΣ: Ασκούμενοι, ΟΕ: Ομάδα ελέγχου, IM-F_{EG}: Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων γόνατος, IM-F_{KT}: Ισομετρική ροπή δύναμης των καμπτήρων γόνατος, ∅: Καμία επίδραση, ΟΑ: Ομάδα άσκησης με αντίσταση, ΑΠΟΘ: Αποθεραπεία, -: Καμία επιπλέον βελτίωση, ↓: Μείωση.

Πίνακας 11. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στη δύναμη.

Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
de Ruitter et al. (2003)	19 (♂ & ♀) MA 19.9±.6 ετών (OA) 20.7±.5 ετών (OA+Δ)	Galileo 2000 <u>OA</u> : 5σετ, 60s +120s/σετ δ, 3φ/εβ, 11 εβ προπ +4εβ δ, Θ: στατική <u>OA+Δ</u> : ότι και η OA με δόνηση: F: 30Hz, A: 8mm	IM-F _{ΕΓ} IM-F _{ΚΓ}	Πριν την έναρξη, στην 5 ^η , 7 ^η , 13 ^η & 14 ^η εβ	IM-F_{ΕΓ} : ∅ σε OA+Δ & OA IM-F_{ΚΓ} : ∅ σε OA+Δ & OA
Καρατράντου (2010) -ΔΠ	26 ♀ ΦΔ 19.4±1.5 ετών	Galileo 2000 <u>OA</u> : F: 25Hz, A: 6mm, D: 2σετ, 5min + 120s δ μεταξύ των σετ, 16 συνεδρίες, 22 ημ, Θ: στατική <u>OE</u> : καμία άσκηση	IM-F _{ΕΓ} , IM-F _{ΚΓ} IK-F _{ΕΓ} , IK-F _{ΚΓ}	Πριν την έναρξη, κατά τη λήξη & 22ημ μετά	IM-F_{ΕΓ} , IM-F_{ΚΓ} , IK-F_{ΕΓ} , IK-F_{ΚΓ} : ∅ σε OΔ & OΕ στις 22ημ
Raimundo et al. (2009)	27 ♀ MA ±66 ετών	Galileo 2000 <u>OA</u> : ΠΡΟΘ, F: 12.6Hz, A: 6mm, D: 3-6σετ, 60s + 60s δ μεταξύ των σετ, 3φ/εβ, 32εβ, Θ: στατική <u>OB</u> : 2σετ, 25min, 70-75% ΚΣmax + 5min διατ, 3φ/εβ	IK-F _{ΕΓ} στις 60 ^ο /s, 300 ^ο /s	Πριν την έναρξη & στις 32εβ	IK-F_{ΕΓ} : ∅ σε OΔ & OΒ
Rees et al. (2008)	28 (♂ & ♀) MA 66-85 ετών	Galileo Sport <u>OA</u> : 6σετ, (45-80)s + (45-80)s δ, 3φ/εβ, 8 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ <u>OA+Δ</u> : ότι και η OA με δόνηση: F: 26Hz, A: 5-8mm	IK-F _{ΕΓ} στις 60 ^ο /s IK-F _{ΚΓ} στις 60 ^ο /s	Πριν την έναρξη & στις 8εβ	IK-F_{ΕΓ} : ↑ OA+Δ & OA, ⊗ IK-F_{ΚΓ} : ↑ OA+Δ & OA, ⊗
Rees et al. (2007)	43 (♂ & ♀) MA 66-85 ετών	Galileo Sport <u>OA</u> : 6σετ, (45-80)s + (45-80)s δ, 3φ/εβ, 8 εβ, στατικές/ δυναμικές ασκ <u>OA+Δ</u> : ότι και η OA με δόνηση: F: 26Hz, A: 5-8mm <u>OE</u> : καμία άσκηση	IK-F _{ΕΓ} στις 60 ^ο /s	Πριν την έναρξη & στις 8εβ	IK-F_{ΕΓ} : ↑ OA+Δ (8.1%), ↑ OA (7.2%), ⊗, ∅ OE

Συνέχεια στη σελ. 47

Πίνακας 11. Μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στη δύναμη (συνέχεια).

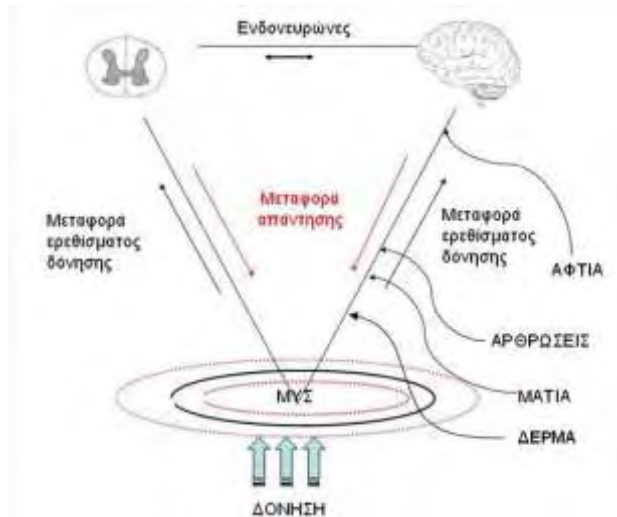
Έρευνα	Δείγμα	Πρωτόκολλο παρέμβασης	Αξιολόγηση	Μέτρηση	Αποτελέσματα
Savelberg et al. (2007)	23 (♂ & ♀) ΦΔ 20-27 ετών	Galileo 900 ΟΔ₁ : 20Hz, A: 5-9mm, D: 3-4 σετ, (60-120)s, 3φ/εβ, 4 εβ, Θ: στατική (10° κάμψης) ΟΔ₂ : 27Hz, A: 5-9mm, D: 3-4 σετ, (60-120)s, 3φ/εβ, 4 εβ, Θ: στατική (10° κάμψης) ΟΔ₃ : 34Hz, A: 5-9mm, D: 3-4 σετ, (60-120)s, 3φ/εβ, 4 εβ, Θ: στατική (10° κάμψης) ΟΔ₄ : 20Hz, A: 5-9mm, D: 3-4 σετ, (60-120)s, 3φ/εβ, 4 εβ, Θ: στατική (70° κάμψης)	IM-F _{EF} σε γωνία 35°, 60°, 85°, 110° με το ισχίο σε γωνία 80°, 105°, 130°, 155°, 180°	Πριν την έναρξη & στις 4εβ	IM-F_{EF} : ↑ σε όλες τις ομάδες κατά 9.4% κατά μέσο όρο, ⊗
Spiliopoulou et al. (2010)	38 ♀ MA 56.5±3.5 ετών (OA+Δ) 54.8±2.5 ετών (OA) 57.2±2.9 ετών (OE)	Galileo ΟΑ : ΠΡΟΘ, ΑΠΟΘ, 7 ασκ, 2σετ, 2IM των 10s + 5s δ + 6-15 επαν, 3/εβ, 12 εβ, στατικές/δυναμικές ασκ ΟΑ+Δ : ότι και η ΟΑ με δόνηση: F: 15-25Hz, A: 2-12.8cm ΟΕ : καμία άσκηση	IK-F _{EF} στις 60°/s, 120°/s, 180°/s, 240°/s IK-F _{KF} στις 60°/s, 120°/s, 180°/s, 240°/s	Πριν την έναρξη & στις 12εβ	IK-F_{EF} : ↑ OA+Δ στις 60°/s, 120°/s & 180°/s, ↑ OA στις 60°/s & 120°/s, ∅ στην OE, ⊗ IK-F_{KF} : ↑ OA στις 60°/s, ∅ σε OA+Δ & OE, ⊗
Von Stengel et al. (2010)	151 ♀ MA 68.5±3.1 ετών	VibraFit ΟΑ : 3-6ασκ, 6σετ, 60s + 60s διατ στο δ, 2φ/εβ, 66 εβ, + 20min χορός (70-80% KΣmax), 5min ασκ ισοροπίας + ασκ κάτω άκρων (2σετ, 3 ασκ, 1min + 1min δ) ΟΑ+Δ : ότι και η ΟΑ με Δ: F: 25-35Hz, A: 1.7-2mm, δυναμικές ασκ,+ ασκ χαμηλής έντασης στο σπίτι ΟΕ : ασκ ενδυνάμωσης & χαλάρωσης 1φ/εβ	IM-F _{EF}	Πριν την έναρξη & στις 66εβ	IM-F_{EF} : ↑ OA+Δ (5±20.5%), ∅ σε OA & OE

Επεξηγήσεις συμβόλων ανά γραμμή: ♂: Άνδρες, ♀: Γυναίκες, **MA**: Μη ασκούμενοι, **OA**: Ομάδα άσκησης, **OA+Δ**: Ομάδα άσκησης σε συνδυασμό με δόνηση, **δ**: Διάλειμμα, **φ/εβ**: Φορές ανά εβδομάδα, **προπ**: Προπόνηση, **Θ**: Θέση, **F**: Συχνότητα, **A**: Εύρος μετατόπισης, **IM-F_{EF}**: Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων γόνατος, **IM-F_{KF}**: Ισομετρική ροπή δύναμης καμπτήρων, **∅**: Καμία επίδραση, **ΔΠ**: Διπλωματική εργασία, **ΦΔ**: Φυσικά δραστήριοι, **ΟΔ**: Ομάδα δόνησης, **D**: Διάρκεια, **ημ**: Ημέρες, **OE**: Ομάδα ελέγχου, **IK-F_{EF}**: Ισοκινητική ροπή δύναμη εκτεινόντων γόνατος, **IK-F_{KF}**: Ισοκινητική ροπή δύναμη καμπτήρων γόνατος, **OB**: Ομάδα βάρδισης, **KΣmax**: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, **διατ**: Διατάσεις, ↑: Αύξηση, ⊗: Καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων, **ΠΡΟΘ**: Προθέρμανση, **ΑΠΟΘ**: Αποθεραπεία, **ασκ**: Άσκηση, **IM**: Ισομετρική ασκ, **επαν**: Επαναλήψεις.

Μηχανισμός μετάδοσης της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα

Το γεγονός ότι όλο και μεγαλύτερες μάζες πληθυσμού εντάσουν τη δόνηση στα πρωτόκολλα άσκησής τους, τα τελευταία χρόνια, οδήγησε τους ερευνητές να διερευνήσουν τον τρόπο με τον οποίο προκαλούνται οι διάφορες προσαρμογές του ανθρώπινου σώματος στη δόνηση. Ο μηχανισμός που θεωρείται υπεύθυνος για τα αποτελέσματα των μηχανικών ερεθισμάτων της δόνησης στο ανθρώπινο σώμα μελετήθηκε αρχικά από τους Eklund και Hegbarth, (1966), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η δόνηση, που εφαρμόζεται στη μυϊκή μάζα ή τον τένοντα ενός μυός, προκαλεί μια αντανακλαστική μυϊκή σύσπαση, που είναι γνωστή ως Τονικό Αντανακλαστικό Δόνησης (ΤΑΔ). Ο μηχανισμός ενεργοποίησης του ΤΑΔ είναι πιθανόν να σχετίζεται με τις μυϊκές ατράκτους (Cardinale & Bosco, 2003). Μια μυϊκή άτρακτος περιέχει πρωτεΐνες (Ia υποδοχείς) και δευτερεύουσες (II υποδοχείς) νευρικές απολήξεις, οι οποίες δέχονται πληροφορίες σχετικά με τη μεταβολή του μήκους της άτρακτου, αλλά και την ταχύτητα μεταβολής του μήκους της (Lindsay, 1996). Οι πληροφορίες-ερεθίσματα μεταφέρονται μέσω μονο- και πολυσυναπτικών οδών στα διάφορα κέντρα του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ), προκειμένου να υπάρξει απάντηση μέσω της κινητικής οδού (Romaine, Vedei, Azulay, & Pagni, 1991). Πληροφορίες καταφθάνουν, επιπλέον, από τα τενόντια όργανα του Golgi, που βρίσκονται στο σημείο ένωσης του μυός με τον τένοντα. Τα τελευταία, ακριβώς λόγω της θέσης τους, έχουν τη δυνατότητα να «αντιλαμβάνονται» την αλλαγή στην τάση ολόκληρου του μυός, στέλνοντας εντολή στον αγωνιστή μυ να χαλαρώσει, ενώ στον ανταγωνιστή να συσπαστεί (Lindsay, 1996). Στην αντίληψη του ερεθίσματος συμβάλλουν επίσης μηχανοϋποδοχείς, που βρίσκονται στο δέρμα και τις αρθρώσεις (Ribot-Ciscar, Rossi-Durand, & Roll, 1998), δίνοντας παράλληλα πληροφορίες για τη θέση και την κίνηση του σώματος στο χώρο. Ερεθίσματα φτάνουν στο ΚΝΣ επίσης από το οπτικό, το αιθουσαίο και το ακουστικό σύστημα. Ταυτόχρονα, ενεργοποιείται η γ-κινητική οδός, για προστατευτικούς λόγους, μέσω της οποίας προκαλείται σύσπαση ολόκληρου του μυός και όχι μερικών μόνο μυϊκών ινών (Guyton, 2001). Ο συνδυασμός και η επεξεργασία όλων των πληροφοριών γίνεται ταχύτατα και οδηγεί στην κατάλληλη απάντηση από τα διάφορα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού (Εικ. 4).

Ο παραπάνω μηχανισμός πιθανόν εξηγεί κάποιες περιφερικές απαντήσεις, που εμφανίζονται μετά από την άσκηση με δόνηση. Σε αρκετές έρευνες έχει παρατηρηθεί αύξηση στη ροή αίματος (Kersch-Schindl et al., 2001) και στην ενδομυϊκή θερμοκρασία (Bosco et



al., 1999; Kersch-Schindl et al., 2001). Οι Yue, Kleinoder, de

Εικόνα 4. Πιθανός μηχανισμός μετάδοσης της δόνησης (τροποποιημένο από Χάνου και συν., 2009)

Marees, Wahl και Mester (2007) υποστηρίζουν ότι η αύξηση της ροής του αίματος και κατ' επέκταση της θερμοκρασίας, είναι αποτέλεσμα της επίδρασης τόσο μηχανικών όσο και χημικών παραγόντων. Συγκεκριμένα, υποθέτουν ότι κατά την άσκηση με δόνηση προκαλείται άτακτη κίνηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων μέσα στο αγγείο, με συνέπεια τη σύγκρουση μεταξύ τους, σύγκρουσή τους στα τοιχώματα του αγγείου και την απελευθέρωση μονοξειδίου του αζώτου (NO). Το τελευταίο είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση της αγγειοδιαστολής (Yue et al., 2007) και, όπως υποστηρίζουν οι Blottner και συν. (2006), τα επίπεδα της σύνθεσής του μπορεί να επηρεάζονται από τη δόνηση σε χρόνια κλινήρεις ασθενείς.

Επιπλέον, γνωρίζοντας από τη φυσιολογία ότι οι λείοι μύες έχουν παρόμοια μορφολογία με αυτή των σκελετικών μυών (Guyton, 2001), θα μπορούσε να υποτεθεί ότι με παρόμοιο τρόπο, κατά την εφαρμογή άσκησης με ολόσωμη δόνηση, τασεοϋποδοχείς λαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την αύξηση της πίεσης στα τοιχώματα των αγγείων και, μέσω του αυτόνομου νευρικού συστήματος (ΑΝΣ), δίνεται εντολή για αγγειοδιαστολή, και συνεπώς αύξηση στη ροή του αίματος, με επερχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας. Όλοι οι παραπάνω ισχυρισμοί δεν είναι ακόμη επαρκώς θεμελιωμένοι και χρίζουν περαιτέρω μελέτης.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην έρευνα έλαβαν μέρος εθελοντικά 30 μεσήλικες μη ασκούμενες γυναίκες (37-50 ετών), οι οποίες χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες: την ομάδα που συμμετείχε στο πρόγραμμα άσκησης με δόνηση (ΟΔ, 16 άτομα) και την ομάδα ελέγχου, που δεν εκτέλεσε κάποιο πρόγραμμα άσκησης (ΟΕ, 14 άτομα). Τα χαρακτηριστικά για κάθε ομάδα παρουσιάζονται στον πίνακα 12. Οι συμμετέχουσες πριν την έναρξη της μελέτης ενημερώθηκαν και υπέγραψαν σχετική φόρμα συγκατάθεσης για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Η παρούσα έρευνα εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Τ.Ε.Φ.Α.Α.) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Παράρτημα Ι).

Πίνακας 12. Τα χαρακτηριστικά του δείγματος ανά ομάδα (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

N=30	Ομάδα Δόνησης (n=16)	Ομάδα ελέγχου (n=14)
Ηλικία (έτη)	43.69 \pm .92	43.07 \pm 1.29
Σωματική μάζα (Kg)	66.97 \pm 1.96	67.86 \pm 3.08
Ανάστημα (m)	1.62 \pm .01	1.60 \pm .01
ΔΜΣ (Kg/m²)*	25.55 \pm .94	26.54 \pm 1.28

Περιγραφή οργάνων

Για την πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα μέτρησης:

Ζυγός (Seca 761) με ακρίβεια 0.1 kg για τη μέτρηση της σωματικής μάζας.

Αναστημόμετρο (Seca 761) με ακρίβεια 0.5cm για τη μέτρηση του αναστήματος.

Στατικό ποδήλατο (Monark) για την προθέρμανση και την αποκατάσταση πριν και μετά την εφαρμογή των πρωτοκόλλων άσκησης.

Εργοδιάδρομος (Technogym) για την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας.

Καρδιοσφυγμόμετρο (Polar RS 400) για τη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας.

Ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex Norm (Lumex Corporation, Ronkhoma, NY) για τη μέτρηση της ισοκινητικής και ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος.

Ειδικό κιβώτιο Flex-Tester box (Novel Products Inc, Rockton, IL). Πρόκειται για ένα κιβώτιο, η μια επιφάνεια του οποίου είναι διαβαθμισμένη, με σκοπό την αξιολόγηση της κινητικότητας μέσω της δοκιμασίας δίπλωσης του κορμού (sit-and-reach test).

Τρισδιάστατο σταθερό δυναμοδάπεδο (Bertec, Worthington, OH) για την αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας.

Πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo Fitness (Novotec Medical GmbH, Germany) για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου παρέμβασης. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα ταλαντώνεται αμφίπλευρα με ένταση που μπορεί να κυμανθεί από 5 ως 30Hz και εύρος μετατόπισης μεταξύ 0 και 10.4mm.

Γωνιόμετρο (Gollehon, Lafayette) για τον έλεγχο της γωνίας των γονάτων, κατά την εφαρμογή της άσκησης με δόνηση και την αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικότητας.

Περιγραφή δοκιμασιών

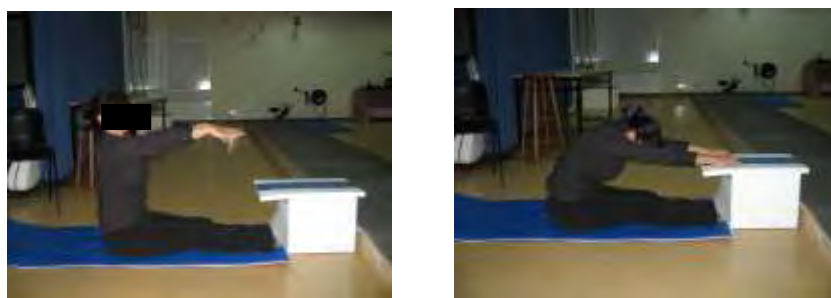
Σωματική μάζα. Για τη μέτρηση της σωματικής μάζας οι δοκιμαζόμενες στέκονταν ακίνητες στο κέντρο του ζυγού, με το βάρος του σώματος να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια και τα άνω άκρα να κρέμονται χαλαρά δίπλα στον κορμό. Η μέτρηση επαναλαμβανόταν 2 φορές, με τη δοκιμαζόμενη ελαφρά ντυμένη (λεπτή αθλητική φόρμα) και χωρίς παπούτσια (Gordon, Chumlea & Roche, 1988; Heyward & Stolarczyk, 1996).

Ανάστημα. Η εξεταζόμενη στεκόταν όρθια χωρίς παπούτσια, με το βάρος της να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια, και τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα στα πλάγια. Τα πόδια (ενωμένα), το κεφάλι (όρθιο), η ωμοπλάτη και οι γλουτοί ακουμπούσαν στο αναστημόμετρο. Το ανάστημα προσδιοριζόταν τη στιγμή που η εξεταζόμενη είχε πραγματοποιήσει μια μέγιστη εισπνοή και πριν αρχίσει να εκπνέει. Η μέτρηση επαναλαμβανόταν 2 φορές (Gordon et al., 1988; Heyward & Stolarczyk, 1996).

Αξιολόγηση αερόβιας ικανότητας. Για την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας χρησιμοποιήθηκε υπομέγιστη δοκιμασία, κατά την οποία οι δοκιμαζόμενες εκτέλεσαν πρωτόκολλο γρήγορης βάρδιας σε εργοδιάδρομο (Technogym), φορώντας

καρδιοσφυγμόμετρο (Polar RS 400). Η ταχύτητα του εργοδιαδρόμου αυξανόταν σταδιακά κατά 1km κάθε 10sec φτάνοντας από 0 στα 6km/h μέσα στο πρώτο λεπτό, ενώ η κλίση διατηρούνταν σταθερή (3%) καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας. Η χρονομέτρηση της δοκιμασίας ξεκινούσε από τη στιγμή που η ταχύτητα του εργοδιαδρόμου έφτανε τα 6km/h και ολοκληρωνόταν μετά από χρονικό διάστημα 15min. Η καρδιακή συχνότητα καταγραφόταν καθ' όλη την παραπάνω χρονική διάρκεια καθώς επίσης κατά τα 3 πρώτα λεπτά κατά τη φάση αποκατάστασης (Sheffield, Maloof, Sawyer & Roitman, 1978; Singh et al., 1999). Αξιολογήθηκε η μέγιστη και η μέση καρδιακή συχνότητα των δοκιμαζόμενων κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.

Αναδίπλωση του κορμού. Οι εξεταζόμενες κάθονταν χωρίς παπούτσια πάνω σε λεπτό στρώμα, με τα γόνατα τεντωμένα και τα πόδια να εφάπτονται στην εσωτερική επιφάνεια ειδικού κιβωτίου (Flex-Tester box, Novel Products Inc, Rockton, IL). Έχοντας ως αρχική θέση την παραπάνω, εκτελούσαν κάμψη του κορμού με σταθερό ρυθμό (ενώ ταυτόχρονα εξέπνεαν), 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 (Εικ.5). Πραγματοποιούνταν 2 μέγιστες προσπάθειες και καταγραφόταν η καλύτερη. Μεταξύ των δύο προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 10s (Cochrane και Stannard, 2005; Fagnani et al., 2006). Η αξιοπιστία της δοκιμασίας σε υγιείς γυναίκες ηλικίας 20-45 ετών είναι $r = 0.70$ (Jackson & Langford, 1989).



Εικόνα 5. Αξιολόγηση της κινητικότητας με τη χρήση της δοκιμασίας αναδίπλωσης του κορμού.

Αξιολόγηση κατακόρυφης αλτικότητας. Για την αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικότητας, πραγματοποιήθηκαν με τη σειρά τα παρακάτω άλματα:

Άλμα από ημικάθισμα (Squat jump ή SJ). Σε αυτή τη δοκιμασία, οι εξεταζόμενες, ξεκινώντας από τη θέση του ημικαθίσματος με όρθιο τον κορμό και με τα χέρια στη μέση (Gerodimos et al., 2010), εκτελούσαν μέγιστο κατακόρυφο άλμα (Εικ. 6). Ως ιδανική γωνία ημικαθίσματος ορίστηκαν οι 90° , γιατί θεωρείται από τη βιβλιογραφία ως η πιο κατάλληλη θέση εκκίνησης για την καλύτερη σταθεροποίηση της ποδοκνημικής κατά τη φάση προσγείωσης (Bosco, Luhtanen & Komi 1983). Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν τη δοκιμασία χωρίς να κάνουν αντίθετη κίνηση προς τα κάτω, ενώ η προσγείωση γινόταν με τα γόνατα τεντωμένα και με τις μύτες των ποδιών στο σημείο από όπου ξεκινούσε το άλμα (Bosco, 1995; Fukashiro & Komi, 1987; Hubley & Wells, 1983).



Εικόνα 6. Αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικότητας με τη χρήση της δοκιμασίας του άλματος από ημικάθισμα.

Άλμα με αντίθετη κίνηση (*counter movement jump* ή *CMJ*). Οι δοκιμαζόμενες από όρθια θέση με τα χέρια στη μέση και με τα πόδια στο άνοιγμα των ώμων εκτελούσαν μέγιστο κατακόρυφο άλμα, μετά από μια αντίθετη κίνηση προς τα κάτω (τα γόνατα λύγιζαν μέχρι τις 90°), (Εικ. 7). Η προσγείωση γινόταν με τεντωμένα γόνατα με τις μύτες των ποδιών στο σημείο από όπου ξεκίνησε το άλμα (Bosco, 1995; Fukashiro & Komi 1987; Hubley & Wells, 1983).

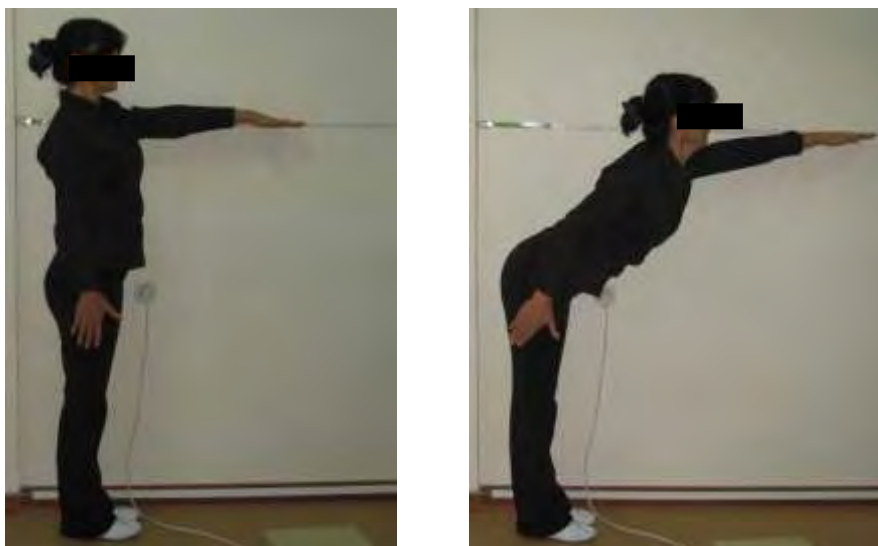


Εικόνα 7. Αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας με τη χρήση της δοκιμασίας του άλματος με αντίθετη κίνηση.

Το ύψος των αλμάτων αξιολογήθηκε με βάση το χρόνο πτήσης. Πραγματοποιήθηκαν 3 προσπάθειες σε κάθε άλμα και αξιολογήθηκε η καλύτερη. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 60s (Bradley, Olsen & Portas, 2007), ενώ μεταξύ των αλμάτων το διάλειμμα ήταν 2min (Bosco, 1995; Γεροδόμος, Γιαννακός, Μπλέτσου, Μάνου, Ιωακειμίδης & Κέλλης, 2006). Η αξιοπιστία της δοκιμασίας του άλματος με αντίθετη κίνηση σε υγιείς γυναίκες νεαρής ηλικίας είναι $r = 0.81-0.96$ (Moir, Shastri & Connaboy, 2008; Meylan, McMaster, Cronin, Mohammad, Rogers & DeKlerk, 2009).

Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας. Για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω δοκιμασίες:

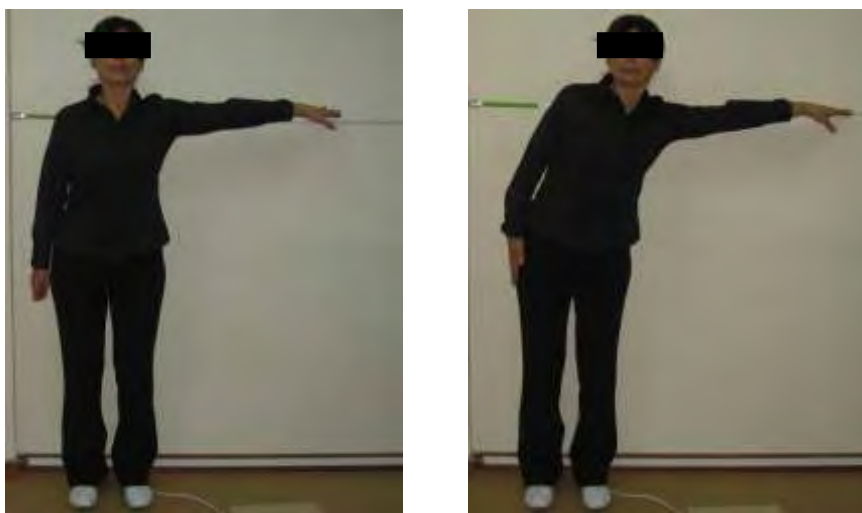
Δοκιμασία Πρόσθιας Λειτουργικής Εφικτής Απόστασης (Functional Reach Test ή FRT). Οι δοκιμαζόμενες στέκονταν όρθιες, με τα πόδια ενωμένα και τα γόνατα τεντωμένα, έχοντας το υπό εξέταση χέρι προς τον τοίχο (χωρίς να ακουμπούν σε αυτόν), στον οποίο βρισκόταν στερεωμένη στο ύψος του ώμου αριθμημένη μετροταινία. Από αυτή τη θέση πρόβαλαν πρώτα το αριστερό και στη συνέχεια το δεξί τους χέρι (ώμος 90° κάμψης, αγκώνας 0°, καρπός σε ουδέτερη θέση και δάκτυλα τεντωμένα και ενωμένα), με την κορυφή του μέσου δακτύλου να συμπίπτει με την ένδειξη '0' της μετροταινίας (Εικ. 8). Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν πρόσθια κλίση του κορμού, προσπαθώντας να φτάσουν όσο πιο μακριά μπορούσαν πάνω στην αριθμημένη μετροταινία, χωρίς να εκτελέσουν κάμψη της θωρακικής μοίρας, χωρίς να σηκώσουν κάποιο από τα πόδια τους ή να λυγίσουν το γόνατό τους και χωρίς να χάσουν την ισορροπία, τους διατηρώντας την τελική θέση για 3s. Το χέρι το οποίο δεν εξεταζόταν συνέχιζε να βρίσκεται δίπλα στον κορμό (Duncan, Weiner, Chandler & Studenski, 1990; Newton, 2001; Tyson & DeSouza, 2004).



Εικόνα 8. Αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας με τη χρήση της δοκιμασίας της πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης.

Δοκιμασία Πλάγιας Εφικτής Απόστασης (Lateral Reach Test ή LRT). Οι δοκιμαζόμενες στέκονταν με την πλάτη σε τοίχο (χωρίς να ακουμπούν σε αυτόν), στον

οποίο βρισκόταν στερεωμένη αριθμημένη μετροταινία στο ύψος των ώμων. Τα πέλματα είχαν μεταξύ τους απόσταση 10cm, τα γόνατα ήταν τεντωμένα και τα άνω άκρα κρέμονταν χαλαρά δίπλα στον κορμό. Από τη θέση αυτή πρόβαλαν πρώτα το αριστερό και στη συνέχεια το δεξί τους χέρι (ώμος 90° απαγωγής, αγκώνας 0° έκτασης, καρπός σε ουδέτερη θέση και δάκτυλα τεντωμένα και ενωμένα), με την κορυφή του μέσου δακτύλου να συμπίπτει με την ένδειξη '0' της μετροταινίας (Εικ. 9). Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν αριστερή και δεξιά πλάγια κάμψη του κορμού, αντίστοιχα, προσπαθώντας να φτάσουν όσο πιο μακριά μπορούσαν πάνω στην αριθμημένη μετροταινία, χωρίς να εκτελέσουν πλάγια κάμψη της θωρακικής μοίρας, χωρίς να σηκώσουν κάποιο από τα πέλματά τους ή να λυγίσουν το γόνατό τους, χωρίς να χάσουν την ισορροπία τους, έχοντας τα δάκτυλα του υπό εξέταση χεριού τεντωμένα και διατηρώντας την τελική θέση για 3s. Το χέρι το οποίο δεν εξεταζόταν συνέχιζε να κρέμεται χαλαρό δίπλα από τον κορμό (Brauer, Burns & Galley, 1999).



Εικόνα 9. Αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας με τη χρήση της δοκιμασίας πλάγιας εφικτής απόστασης.

Και για τις δύο δοκιμασίες αξιολογήθηκε η δυναμική ισορροπία στο οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο, αντίστοιχα, με βάση την απόσταση που κάλυπτε η δοκιμαζόμενη, χωρίς να χάσει την ισορροπία της. Πραγματοποιούνταν τρεις μέγιστες προσπάθειες, για κάθε χέρι, από τις οποίες καταγραφόταν τόσο η μέγιστη τιμή (Brauer et al., 1999; Kage, Okuda, Nakamura, Kunitsugu, Sugiyama & Hobara, 2009; Newton, 2001; Takeshima, Rogers, Rogers, Islam, Koizumi & Lee, 2007; Wernick-Robinson, Krebs & Giorgetti, 1999) όσο και ο μέσος όρος (Hageman, Leibowitz & Blanke, 1995; Isles,

Low Choy, Steer & Nitz, 2004). Μεταξύ των προσπαθειών παρεμβαλλόταν διάλειμμα 60s, ενώ μεταξύ των δοκιμασιών διάλειμμα 120s. Οι εξεταζόμενες φορούσαν τα ίδια παπούτσια σε όλες τις μετρήσεις, προκειμένου να διατηρηθούν σταθερές οι συνθήκες αξιολόγησης. Η αξιοπιστία των δοκιμασιών σε υγιή δείγματα διαφόρων ηλικιών (21-87 ετών) είναι $r=0.89-0.98$ (Busse & Tyson, 2007; Duncan et al., 1990) για το FRT, ενώ $r>0.94$ για το LRT (Brauer et al., 1999).

Αξιολόγηση δύναμης. Κατά την αξιολόγηση της δύναμης μελετήθηκε η ισοκινητική και ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος, που περιγράφονται παρακάτω:

Ισοκινητική ροπή δύναμης εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος. Η μέτρηση γινόταν από την καθιστή θέση (γωνία ισχίου 90°), σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex Norm, Lumex Corporation, Ronkhoma, NY). Ο κορμός, η μέση και ο μηρός σταθεροποιούνταν με μιάντες, ώστε να αποφευχθεί κάθε άλλη κίνηση που θα μπορούσε να επηρεάσει τις μετρήσεις. Τα χέρια ήταν σταυρωμένα μπροστά στο στήθος και ο άξονας αντίστασης τοποθετούνταν κοντά στην ποδοκνημική άρθρωση (Εικ 10). Το εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος καθορίστηκε στις 105° για όλες τις δοκιμαζόμενες. Από αυτή τη θέση η δοκιμαζόμενη εκτελούσε 3 υπομέγιστες και 3 μέγιστες σύγκεντρες κάμψεις και εκτάσεις των μυών της άρθρωσης του γόνατος σε γωνιακή ταχύτητα $60^\circ/s$ (Baltzopoulos & Kellis, 1998; Perrin, 1993; Tsourlou, Gerodimos, Kellis, Stavropoulos & Kellis, 2003). Για κάθε δοκιμαζόμενη εξετάζονταν και τα δύο σκέλη. Μεταξύ των μετρήσεων ανά σκέλος μεσολαβούσε διάλειμμα 10min. Κατά τη διάρκεια της προσπάθειας υπήρχε οπτική ανατροφοδότηση των δοκιμαζόμενων, παρακολουθώντας την πορεία της καμπύλης στην οθόνη του υπολογιστή. Αξιολογήθηκε η μέγιστη σύγκεντρη ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος. Η αξιοπιστία της δοκιμασίας σε υγιές δείγμα ηλικιωμένων γυναικών είναι $r=0.95$ (Molczyk, Thigpen, Eickhoff, Goldgar & Gallagher, 1991).



Εικόνα 10. Αξιολόγηση της δύναμης με τη χρήση της μέγιστης ισοκινητικής και ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος.

Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος. Η τοποθέτηση των δοκιμαζόμενων στο δυναμόμετρο γινόταν με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω (Εικ. 10). Για την αξιολόγηση των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος πραγματοποιήθηκαν 5 μέγιστες ισομετρικές συσπάσεις των εκτεινόντων και των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος στις 65° και 25° κάμψης του γόνατος για 7s, αντίστοιχα (Tsourfou et al., 2003). Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 90s. Για κάθε εξεταζόμενη αξιολογήθηκαν και τα δύο σκέλη. Αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος. Η αξιοπιστία της δοκιμασίας σε υγιές δείγμα ηλικιωμένων γυναικών είναι $r > 0.96$ (Andrews, Thomas & Bohannon, 1996).

Πρόγραμμα παρέμβασης

Το πρόγραμμα παρέμβασης περιλάμβανε:

α. προθέρμανση. Οι δοκιμαζόμενες ποδηλατούσαν στατικά για 5 λεπτά (50Watt, 50rpm) και στη συνέχεια εκτελούσαν διατακτικές ασκήσεις για τον κορμό και τα κάτω άκρα (τετρακέφαλοι, ισchioκνημιαίοι, πρόσθιοι κνημιαίοι, γαστροκνήμιοι, προσαγωγοί, απαγωγοί μυς) διάρκειας 7 λεπτών.

β. πρόγραμμα άσκησης με δόνηση. Οι δοκιμαζόμενες ανέβαιναν στην πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης φορώντας λεπτή αθλητική φόρμα και αντιολισθητικές κάλτσες. Τοποθετούσαν τα πέλματά τους πάνω στην πλατφόρμα (σε πλήρη επαφή), έτσι ώστε να είναι παράλληλα μεταξύ τους και το δεύτερο δάκτυλο του κάθε ποδιού να βρίσκεται στην ένδειξη «3». Τα γόνατα διατηρούνταν καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης στις 170° κάμψης (Gerodimos et al., 2010) με τη χρήση γωνιόμετρου (Gollehon, Lafayette), ενώ τα χέρια ακουμπούσαν χαλαρά στις αντίστοιχες υποδοχές της πλατφόρμας (Εικ. 11). Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία επιβάρυνσης του πρωτοκόλλου δόνησης. Σημειώνεται ότι η συχνότητα στο πρώτο λεπτό αυξανόταν σταδιακά κατά 5Hz κάθε 20s (για τις πρώτες 4 εβδομάδες) και κάθε 15s (για τις επόμενες 4 εβδομάδες).



Εικόνα 11. Θέση του σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση.

γ. αποθεραπεία. Οι δοκιμαζόμενες ποδηλατούσαν στατικά για 5 λεπτά (50Watt, 50rpm) και στη συνέχεια εκτελούσαν διατακτικές ασκήσεις για τον κορμό και τα κάτω άκρα (τετρακέφαλοι, ισchioκνημιαίοι, πρόσθιοι κνημιαίοι, γαστροκνήμιοι, προσαγωγοί, απαγωγοί μυς) διάρκειας 7 λεπτών.

Πίνακας 13. Πρωτόκολλο παρέμβασης για την ομάδα δόνησης.

Εβδομάδες προπόνησης	Συχνότητα (Hz)	Εύρος Μετατόπισης (mm)	Διάρκεια προπόνησης (min)
1 ^η	20	6	3x2' + 2' δ (6min)
2 ^η	20	6	1' προσ. + 5' (6min)
3 ^η – 4 ^η	20	6	1' προσ. + 6' (7min)
5 ^η – 6 ^η	25	6	1' προσ. + 6' (7min)
7 ^η – 8 ^η	25	6	1' προσ. + 7' (8min)

προσ. = προσαρμογή, δ = διάλειμμα

Διαδικασία μέτρησης

Τριάντα οκτώ γυναίκες προσήλθαν, αρχικά, στο Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, προκειμένου να ενημερωθούν ως προς το σκοπό της έρευνας, τη διαδικασία των μετρήσεων, καθώς και το ρόλο τους στην παρούσα μελέτη. Στη συνέχεια, συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο από το οποίο συλλέχθηκαν πληροφορίες ως προς τα δημογραφικά στοιχεία και τη γενική κατάσταση της υγείας τους (Παράρτημα II). Από τη μελέτη των ερωτηματολογίων και λαμβάνοντας υπόψη τα κριτήρια αποκλεισμού από την έρευνα, 8 γυναίκες αποκλείστηκαν, είτε γιατί παρουσίαζαν κάποιο πρόβλημα υγείας (n=2), είτε γιατί βρίσκονταν εκτός ηλικιακών ορίων (n=3) ή τέλος γιατί δεν επιθυμούσαν να λάβουν μέρος στην έρευνα (n=3). Έτσι, από τις 38 γυναίκες που προσήλθαν αρχικά, οι 30 επιλέχθηκαν και συναίνεσαν στη συμμετοχή τους στην έρευνα, υπογράφοντας την αντίστοιχη φόρμα (Παράρτημα III). Από τις δοκιμαζόμενες ζητήθηκε, επίσης, ιατρική βεβαίωση από καρδιολόγο, προκειμένου να πιστοποιηθεί ότι μπορούν να συμμετάσχουν στην έρευνα (Παράρτημα IV).

Μετά τη διαδικασία επιλογής τους, οι δοκιμαζόμενες επισκέφτηκαν τους χώρους των εργαστηρίων του τμήματος, προκειμένου να εξοικειωθούν με τα όργανα μέτρησης και τις δοκιμασίες. Την ίδια ημέρα χωρίστηκαν σε ομάδα δόνησης (ΟΔ) και ομάδα ελέγχου (ΟΕ). Τα άτομα της ΟΔ, επιπλέον, εξοικειώθηκαν με την πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης εκτελώντας μια συνεδρία με χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα που θα ακολουθούσαν στο πρωτόκολλο παρέμβασης (20Hz, 6mm, 2min, γόνατα σε

170° κάμψης). Μετά από δύο εβδομάδες, η κάθε δοκιμαζόμενη προσήλθε σε προκαθορισμένη ημέρα και ώρα φορώντας αθλητική περιβολή (λεπτή αθλητική φόρμα) και αθλητικά υποδήματα προκειμένου να πραγματοποιήσει τις μετρήσεις (Παράρτημα V). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 2 ημέρες (πίνακας 14).

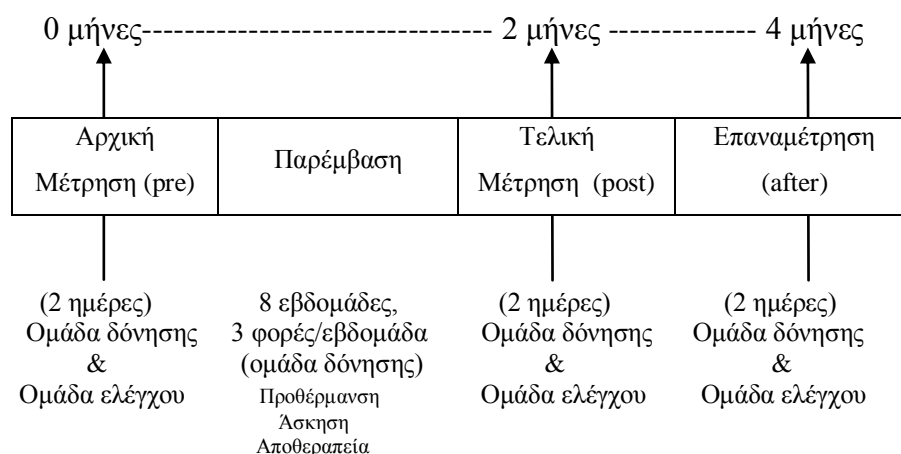
Πίνακας 14. Χρονοδιάγραμμα των μετρήσεων.

Ημέρες	Δοκιμασία	Χρόνος (min)	Επαναλήψεις
1 ^η	Προθέρμανση	12	
	Ποδήλατο		-
	Διατάσεις		-
	Κινητικότητα	1	-
	Αναδίπλωση κορμού		2
	Κατακόρυφη αλτική ικανότητα	20	
	Άλμα από ημικάθισμα (SJ)		3
	Άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ)		3
	Δυναμική ισορροπία	12	
	Functional Reach Test (FRT)		3
	Lateral Reach Test (LRT)		3
	Δύναμη	45	
	Ισομετρική αξιολόγηση	15	5
	Ισοκινητική αξιολόγηση	30	
	Αποθεραπεία	12	
	Ποδήλατο		-
	Διατάσεις		-
2 ^η	Σωματομετρική αξιολόγηση	6	-
	Σωματική μάζα		2
	Ανάστημα		2
	Προθέρμανση	12	
	Ποδήλατο		-
	Διατάσεις		-
	Αερόβια ικανότητα	15 + 3 προσ.	-
	Αποθεραπεία	12	
	Ποδήλατο		-
	Διατάσεις		-

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας πριν την έναρξη του προγράμματος (αρχική μέτρηση) και διήρκεσαν 2 εβδομάδες συνολικά. Πριν από

την εκτέλεση των αρχικών μετρήσεων προηγούνταν προθέρμανση, ενώ αμέσως μετά ακολουθούσε αποθεραπεία. Στη συνέχεια, για διάστημα 8 εβδομάδων και με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα, τα άτομα της ΟΔ ακολούθησαν το πρωτόκολλο άσκησης που περιγράφηκε παραπάνω, σε αντίθεση με την ΟΕ που δεν εκτελούσε άσκηση μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Μετά το πέρας του ημερήσιου προγράμματος, προγραμματιζόταν το ραντεβού της επόμενης συνεδρίας, το οποίο περιλάμβανε τουλάχιστον μια ημέρα ξεκούρασης. Οι ίδιες μετρήσεις επαναλήφθηκαν στο ίδιο εργαστήριο, την ίδια ώρα της ημέρας, από τον ίδιο εξεταστή, 2 ημέρες μετά τη λήξη του προγράμματος παρέμβασης των 8 εβδομάδων (τελική μέτρηση), καθώς και 8 εβδομάδες μετά από τη λήξη του προγράμματος (επαναμέτρηση στις 16 εβδομάδες), με την ίδια ακριβώς σειρά (Σχήμα 1). Η θερμοκρασία του εργαστηρίου διατηρούνταν σταθερή στους 23-25° C κατά τη διάρκεια όλων των μετρήσεων.

Σχεδιασμός της έρευνας



Σχήμα 1. Σχεδιασμός της έρευνας.

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

Ομάδα	Επίπεδα (2):	Ομάδα δόνησης Ομάδα ελέγχου
Χρονική στιγμή μέτρησης	Επίπεδα (3):	Αρχική Τελική Επαναμέτρηση

Εξαρτημένες μεταβλητές:

- α. σωματική μάζα
- β. αερόβια ικανότητα
 1. μέγιστη καρδιακή συχνότητα
 2. μέση καρδιακή συχνότητα
- γ. κινητικότητα
- δ. κατακόρυφη αλτικότητα
 1. SJ
 2. CMJ
- ε. δυναμική ισορροπία
 1. FRT
 2. LRT
- ζ. δύναμη
 1. ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των δύο κάτω άκρων
 2. ισοκινητική ροπή δύναμης εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των δύο κάτω άκρων

Στατιστική ανάλυση

Αρχικά πραγματοποιήθηκε έλεγχος προσαρμογής σε κανονική κατανομή με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov, τόσο για το δείγμα συνολικά όσο και για κάθε ομάδα χωριστά (Παράρτημα VI). Επίσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων με το κριτήριο Mauchly's Test of Sphericity (Παράρτημα VII). Για την

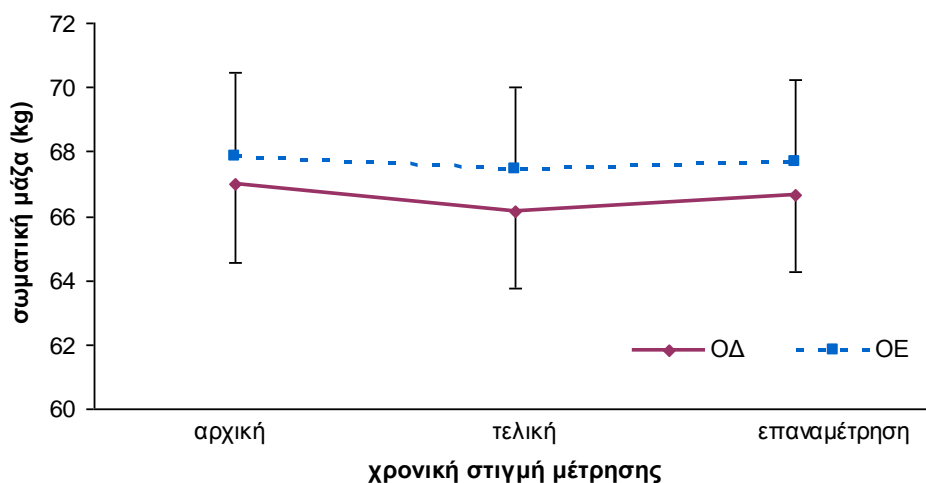
εξέταση της επίδρασης της άσκησης με δόνηση στη μέγιστη και τη μέση καρδιακή συχνότητα των γυναικών του δείγματος χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης με 2 παράγοντες (ANCOVA), «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» (2X2), χρησιμοποιώντας ως συνδιακυμαντή την «αρχική μέτρηση». Για την αξιολόγηση των υπόλοιπων μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με 2 παράγοντες (two-way ANOVA), «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» (2X3), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης». Ο μαθηματικός τύπος κατά Tukey χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο post hoc σύγκρισης όπου κρίθηκε απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p \leq 0.05$. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 15 for windows.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σε απόλυτες τιμές για όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές, καθώς επίσης σε σχετικές τιμές για την κατακόρυφη αλτική ικανότητα, την ισοκινητική και ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος. Από τον έλεγχο προσαρμογής σε κανονική κατανομή με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov προέκυψε ότι τόσο το δείγμα συνολικά όσο και κάθε ομάδα χωριστά ακολουθούσε κανονική κατανομή, για κάθε μεταβλητή που αξιολογήθηκε (Παράρτημα VI). Επίσης, από τον έλεγχο της ισότητας των διακυμάνσεων (Mauchly's Test of Sphericity) παρατηρήθηκε ότι όλες οι μεταβλητές παρουσίαζαν ομοιογένεια διακύμανσης με εξαίρεση, σε απόλυτες τιμές, την κινητικότητα, τη μέγιστη και μέση πλάγια εφικτή απόσταση για το χέρι προτίμησης και την ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το πόδι προτίμησης, ενώ σε σχετικές τιμές, τη σύγκεντρη ροπή δύναμης των καμπτήρων και την ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το άλλο πόδι (Παράρτημα VII).

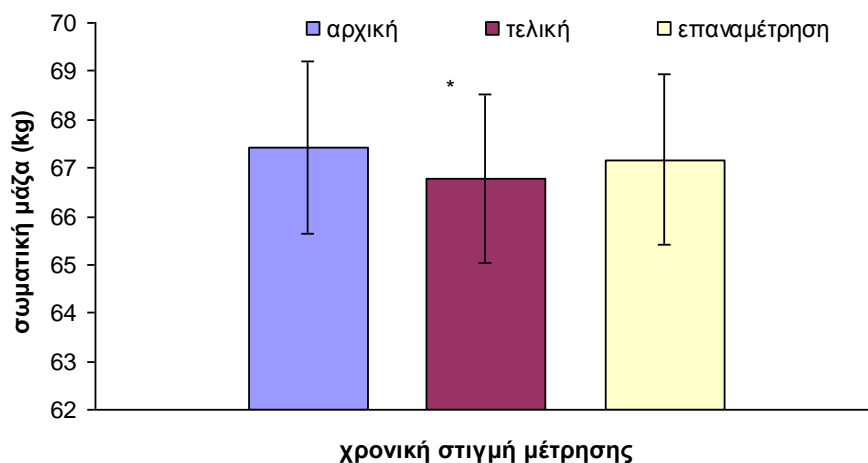
Σωματική μάζα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» ($F_{(2,56)}=0.67$, $p=0.51$ Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Η σωματική μάζα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στον παράγοντα «ομάδα» ($F_{(1,28)}=0.10$, $p=0.76$). Ωστόσο προέκυψε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στον παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» ($F_{(2,56)}=4.87$, $p=0.01$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Η σωματική μάζα των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης. Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα).

Στον πίνακα 15 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές της σωματικής μάζας ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης.

Πίνακας 15. Μέσοι όροι της σωματικής μάζας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

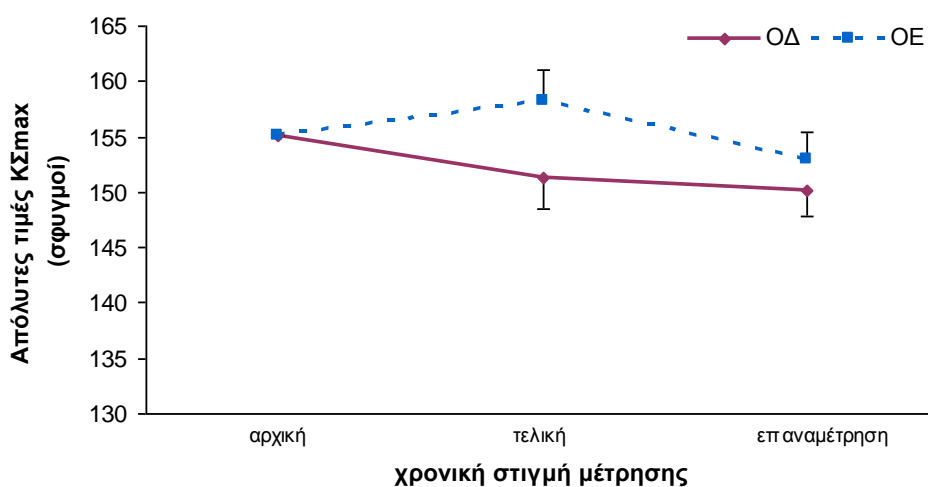
	Αρχική μέτρηση (kg)	Τελική μέτρηση (kg)	Επαναμέτρηση (kg)
ΟΔ	66.97 \pm 2.43	66.13 \pm 2.38	66.66 \pm 2.40
ΟΕ	67.86 \pm 2.60	67.46 \pm 2.54	67.68 \pm 2.57

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

Καρδιακή συχνότητα

α) Μέγιστη καρδιακή συχνότητα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, σε ό,τι αφορά στην μέγιστη καρδιακή συχνότητα των μεσήλικων γυναικών, μετά τη στατιστικά σημαντική ρύθμιση της συμμεταβλητής «αρχική μέτρηση της μέγιστης καρδιακής συχνότητας» ($F_{(1,27)}=29.35$, $p=0.00$), δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» ($F_{(1,27)}=1.59$, $p=0.22$). Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Οι απόλυτες τιμές της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΚΣmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση τόσο του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» ($F_{(1,27)}=0.50$, $p=0.49$) όσο και του παράγοντα «ομάδα» ($F_{(1,27)}=1.77$, $p=0.20$).

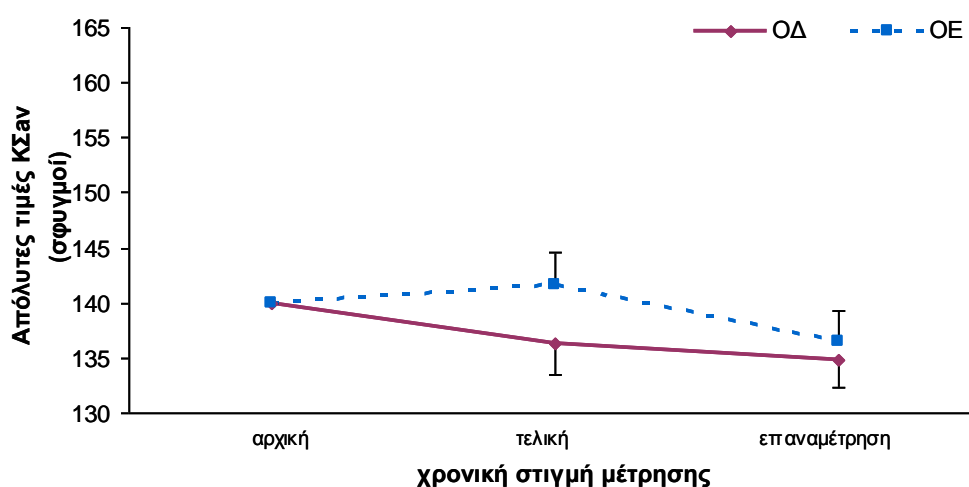
Πίνακας 16. Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης, μετά από τη ρύθμιση της αρχικής μέτρησης (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

		Αρχική μέτρηση (σφ)	Τελική μέτρηση (σφ)	Επαναμέτρηση (σφ)
ΟΔ	Απόλυτες τιμές	155.13	151.24±2.80	150.20±2.43
ΟΕ	Απόλυτες τιμές	155.13	158.23±3.02	152.91±2.62

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

β) Μέση καρδιακή συχνότητα

Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της μέσης καρδιακής συχνότητας των μεσήλικων γυναικών, μετά τη στατιστικά σημαντική ρύθμιση της συμμεταβλητής «αρχική μέτρηση της μέσης καρδιακής συχνότητας» ($F_{(1,27)}=20.00$, $p=0.00$), δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» ($F_{(1,27)}=1.28$, $p=0.27$ Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Οι απόλυτες τιμές της μέσης καρδιακής συχνότητας (ΚΣav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και μέτρηση (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν προέκυψε καμία στατιστικά κύρια επίδραση τόσο του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» ($F_{(1,27)}=1.09$, $p=0.31$) όσο και του παράγοντα «ομάδα» ($F_{(1,27)}=0.88$, $p=0.36$).

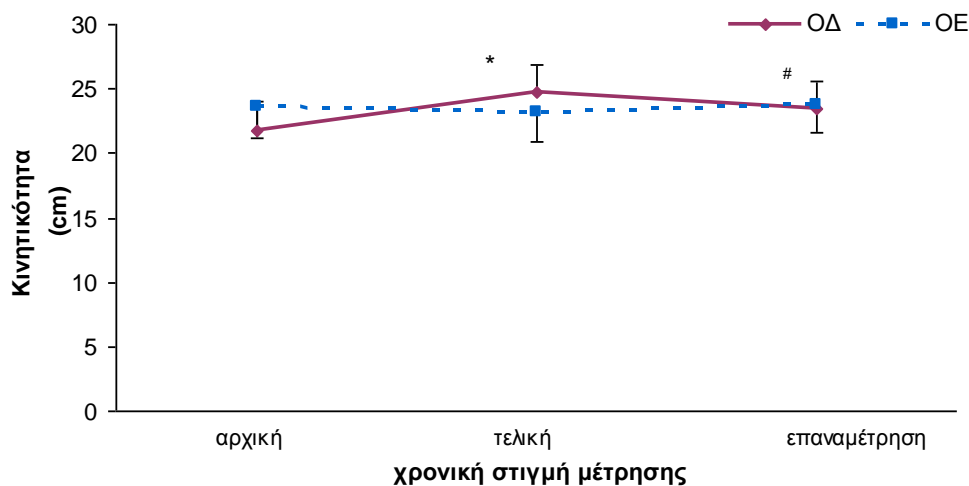
Πίνακας 17. Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέσης καρδιακής συχνότητας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης, μετά από τη ρύθμιση της αρχικής μέτρησης (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

		Αρχική μέτρηση (σφ)	Τελική μέτρηση (σφ)	Επαναμέτρηση (σφ)
OΔ	Απόλυτες τιμές	139.93	136.22±2.82	134.81±2.56
OΕ	Απόλυτες τιμές	139.93	141.53±3.03	136.51±2.75

OΔ: ομάδα δόνησης, OΕ: ομάδα ελέγχου

Κινητικότητα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» στην κινητικότητα των μεσήλικων γυναικών ($F_{(2,27)}=4.90, p=0.02$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης και μεταξύ της αρχικής μέτρησης και της επαναμέτρησης για την ΟΔ ($F_{(2,27)}=8.74, p=0.00$) ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμία από τις μετρήσεις στην ΟΕ ($F_{(2,27)}=0.30, p=0.75$ Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Η κινητικότητα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση). Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου [#] $p<0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης για την ΟΔ.

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε καμία από τις μετρήσεις ($F_{(1,28)}=0.30, p=0.59$ $F_{(1,28)}=0.25, p=0.62$ $F_{(1,28)}=0.00, p=0.95$, για την αρχική μέτρηση, τελική μέτρηση και επαναμέτρηση, αντίστοιχα). Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές της κινητικότητας ανά ομάδα και μέτρηση.

Πίνακας 18. Μέσοι όροι της κινητικότητας των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

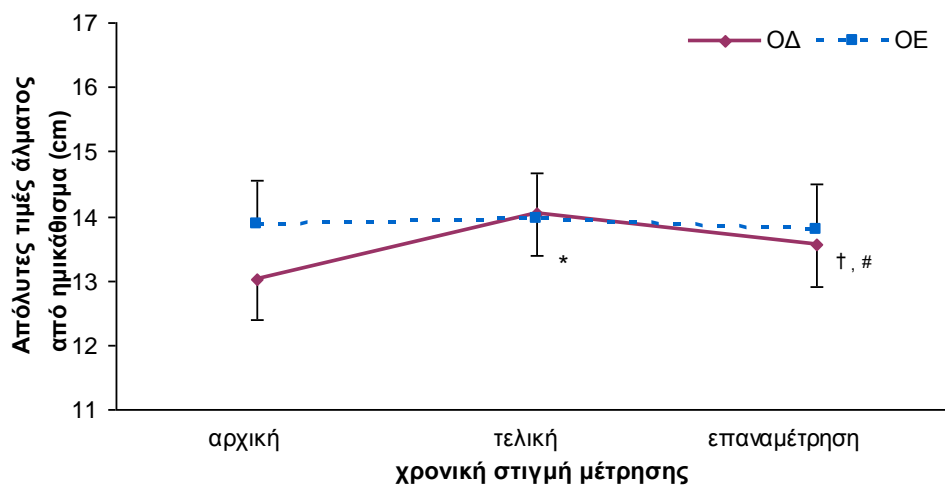
	Αρχική μέτρηση (cm)	Τελική μέτρηση (cm)	Επαναμέτρηση (cm)
ΟΔ	21.78±2.31	24.69±2.12*	23.53±2.02 [#]
ΟΕ	23.64±2.47	23.14±2.26	23.71±2.16

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου; * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, [#] $p<0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης

Κατακόρυφη αλτική ικανότητα

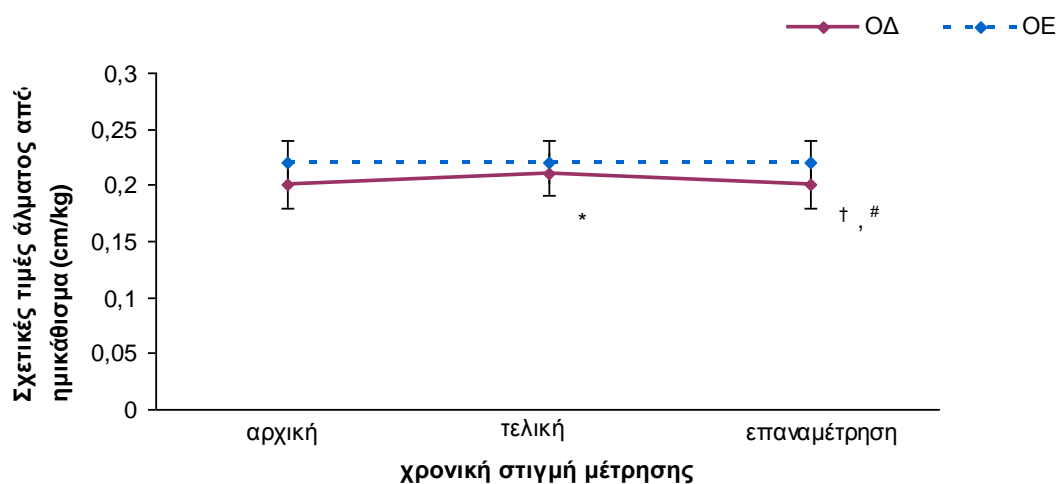
α) Άλμα από ημικάθισμα

Απόλυτες τιμές. Στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» και του παράγοντα «ομάδα» ($F_{(2,56)}=4.11, p=0.02$) παρατηρήθηκε για το άλμα από ημικάθισμα. Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για την ΟΔ μεταξύ όλων των μετρήσεων (Σχήμα 7) αλλά όχι για την ΟΕ. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε καμία από τις μετρήσεις ($F_{(1,28)}=0.77, p=0.39$; $F_{(1,28)}=0.01, p=0.93$; $F_{(1,28)}=0.05, p=0.83$, για την αρχική μέτρηση, τελική μέτρηση και επαναμέτρηση, αντίστοιχα).



Σχήμα 7. Οι απόλυτες τιμές του άλματος από ημικάθισμα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση). Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου # $p<0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης, όπου † $p<0.05$ μεταξύ τελικής μέτρησης και επαναμέτρησης για την ΟΔ.

Σχετικές τιμές. Αναλύοντας τα αποτελέσματα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» και του παράγοντα «ομάδα» ($F_{(2,56)}=4.31, p=0.02$). Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των μετρήσεων για την ΟΔ, αλλά όχι για την ΟΕ (Σχήμα 8).



Σχήμα 8. Οι σχετικές τιμές του άλατος από ημικάθισμα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση). Όπου * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου # $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης, όπου † $p < 0.05$ μεταξύ τελικής μέτρησης και επαναμέτρησης για την ΟΔ.

Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε καμία από τις μετρήσεις ($F_{(1,28)}=0.74$, $p=0.40$; $F_{(1,28)}=0.05$, $p=0.83$; $F_{(1,28)}=0.21$, $p=0.65$, για την αρχική μέτρηση, τελική μέτρηση και επαναμέτρηση, αντίστοιχα). Στον πίνακα 19 παρουσιάζονται αναλυτικά οι απόλυτες και σχετικές τιμές του άλατος από ημικάθισμα ανά ομάδα και μέτρηση.

Πίνακας 19. Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών του άλατος από ημικάθισμα των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

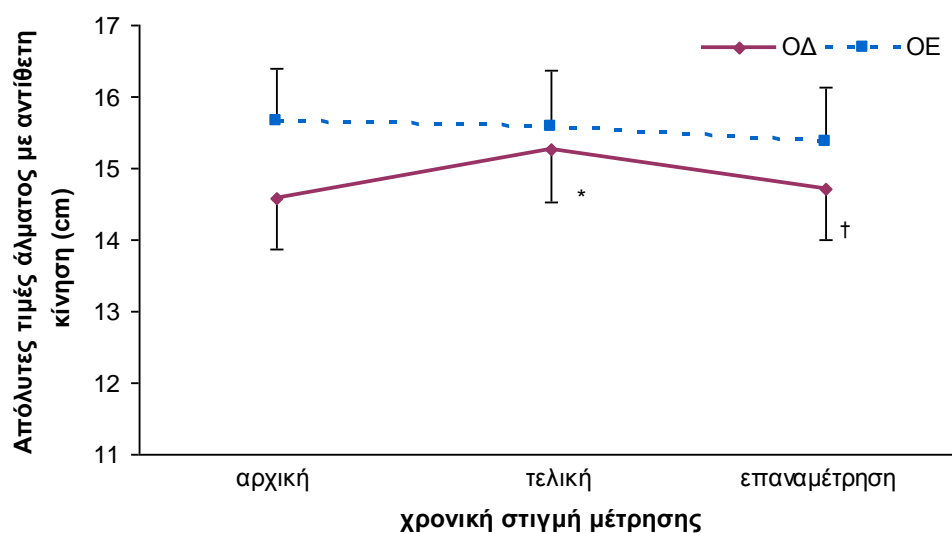
		1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
ΟΔ	Απόλυτες τιμές (cm)	13.03 \pm 0.65	14.05 \pm 0.07*	13.57 \pm 0.68 ^{†, #}
	Σχετικές τιμές (cm/kg)	0.20 \pm 0.02	0.21 \pm 0.02*	0.21 \pm 0.02 ^{†, #}
ΟΕ	Απόλυτες τιμές (cm)	13.86 \pm 0.69	13.96 \pm 0.71	13.79 \pm 0.73 [†]
	Σχετικές τιμές (cm/kg)	0.22 \pm 0.02	0.22 \pm 0.02	0.22 \pm 0.02

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου; * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης,

$p < 0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης, † $p < 0.05$ μεταξύ τελικής μέτρησης και επαναμέτρησης

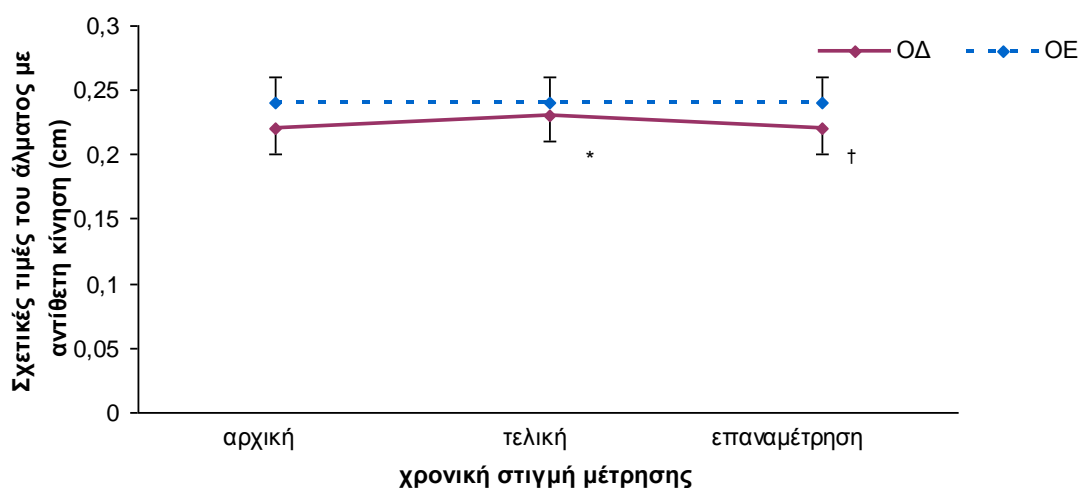
β) Άλμα με αντίθετη κίνηση

Απόλυτες τιμές. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» και του παράγοντα «ομάδα» ($F_{(2,56)}=3.71, p=0.03$). Η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης, αλλά και μεταξύ της τελικής μέτρησης και της επαναμέτρησης για την ΟΔ, αλλά όχι για την ΟΕ (Σχήμα 9). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε καμία από τις μετρήσεις ($F_{(1,28)}=1.08, p=0.31$; $F_{(1,28)}=0.10, p=0.76$; $F_{(1,28)}=0.42, p=0.52$, για την αρχική μέτρηση, τελική μέτρηση και επαναμέτρηση, αντίστοιχα).



Σχήμα 9. Οι απόλυτες τιμές του άλματος με αντίθετη κίνηση των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση). Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου † $p<0.05$ μεταξύ τελικής μέτρησης και επαναμέτρησης για την ΟΔ.

Σχετικές τιμές. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» και του παράγοντα «ομάδα» ($F_{(2,56)}=4.52, p=0.02$). Η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης, αλλά και μεταξύ της τελικής μέτρησης και της επαναμέτρησης για την ΟΔ, αλλά όχι για την ΟΕ (Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Οι σχετικές τιμές του άλματος με αντίθετη κίνηση των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση). Όπου * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου † $p < 0.05$ μεταξύ τελικής μέτρησης και επαναμέτρησης για την ΟΔ.

Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε καμία από τις μετρήσεις ($F_{(1,28)}=0.92, p=0.35$; $F_{(1,28)}=0.21, p=0.65$; $F_{(1,28)}=0.50, p=0.48$, για την αρχική μέτρηση, τελική μέτρηση και επαναμέτρηση, αντίστοιχα). Στον πίνακα 20 παρουσιάζονται αναλυτικά οι απόλυτες και σχετικές τιμές του άλματος με αντίθετη κίνηση ανά ομάδα και μέτρηση.

Πίνακας 20. Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών του άλματος με αντίθετη κίνηση των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

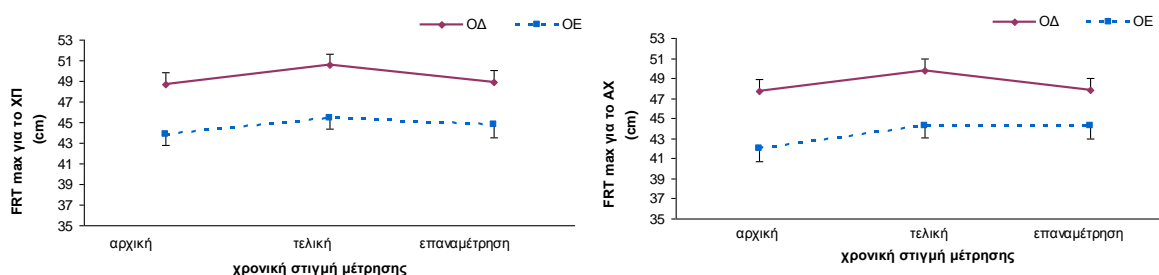
		Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση	Επαναμέτρηση
ΟΔ	Απόλυτες τιμές (cm)	14.58 \pm 0.70	15.26 \pm 0.72*	14.71 \pm 0.70†
	Σχετικές τιμές (cm/kg)	0.22 \pm 0.02	0.23 \pm 0.02*	0.22 \pm 0.02†
ΟΕ	Απόλυτες τιμές (cm)	15.65 \pm 0.75	15.59 \pm 0.77	15.38 \pm 0.75
	Σχετικές τιμές (cm/kg)	0.24 \pm 0.02	0.24 \pm 0.02	0.24 \pm 0.02

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου; * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, † $p < 0.05$ μεταξύ τελικής μέτρησης και επαναμέτρησης

Πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRT)

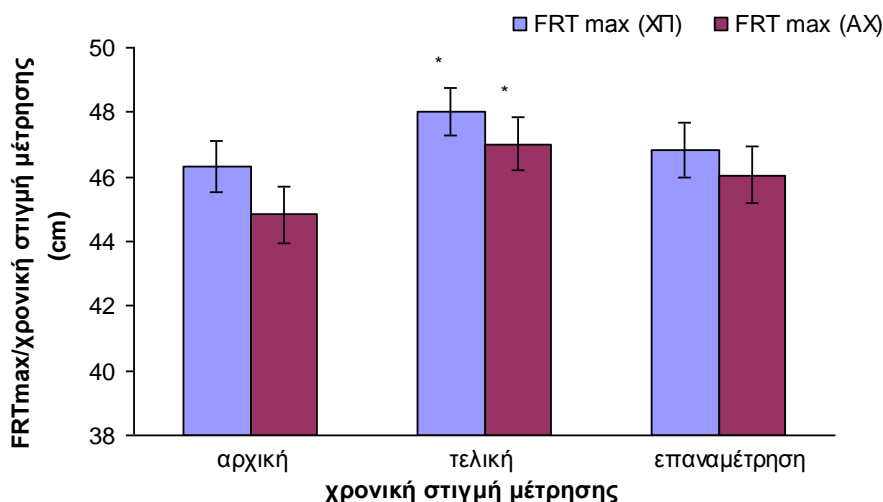
α) Μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FTRmax) για το χέρι προτίμησης (ΧΠ) και το άλλο χέρι (ΑΧ)

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» στη μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση τόσο για το ΧΠ ($F_{(2,56)}=0.34$, $p=0.72$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=1.41$, $p=0.25$ Σχήμα 11).



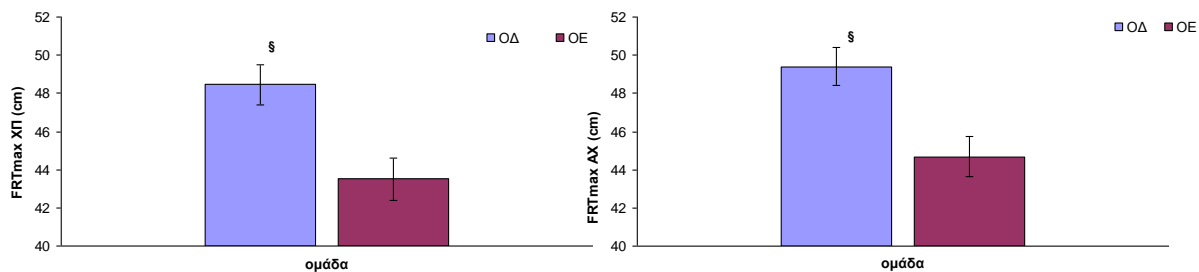
Σχήμα 11. Η μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΧΠ ($F_{(2,56)}=3.90$, $p=0.03$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=4.57$, $p=0.01$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης τόσο για το ΧΠ όσο και για το ΑΧ (Σχήμα 12).



Σχήμα 12. Η μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα). Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων και για τα δύο χέρια ($F_{(1,28)}=10.88$, $p=0.00$ για το ΧΠ και $F_{(1,28)}=10.77$, $p=0.00$ για το ΑΧ Σχήμα 13).



Σχήμα 13. Η μέγιστη πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα (μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα). Όπου § $p<0.05$ μεταξύ των δύο ομάδων για το ΧΠ και το ΑΧ.

Στον πίνακα 21 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές μέγιστης πρόσθιας λειτουργικής απόστασης ανά ομάδα και μέτρηση.

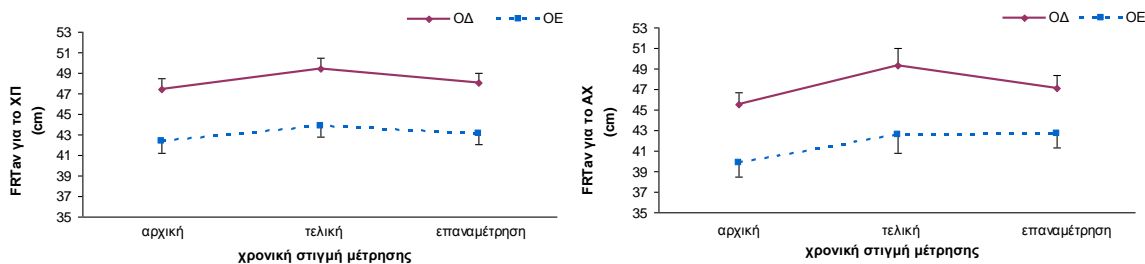
Πίνακας 21. Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέγιστης πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

		Αρχική μέτρηση (cm)	Τελική μέτρηση (cm)	Επαναμέτρηση (cm)
ΟΔ	ΧΠ	48.72 \pm 1.07	50.59 \pm 1.02	48.91 \pm 1.19
	ΑΧ	47.72 \pm 1.21	49.78 \pm 1.34	47.84 \pm 1.19
ΟΕ	ΧΠ	43.89 \pm 1.14	45.43 \pm 1.09	44.75 \pm 1.27
	ΑΧ	41.96 \pm 1.29	44.25 \pm 1.21	44.29 \pm 1.27

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, ΧΠ: χέρι προτίμησης, ΑΧ: άλλο χέρι

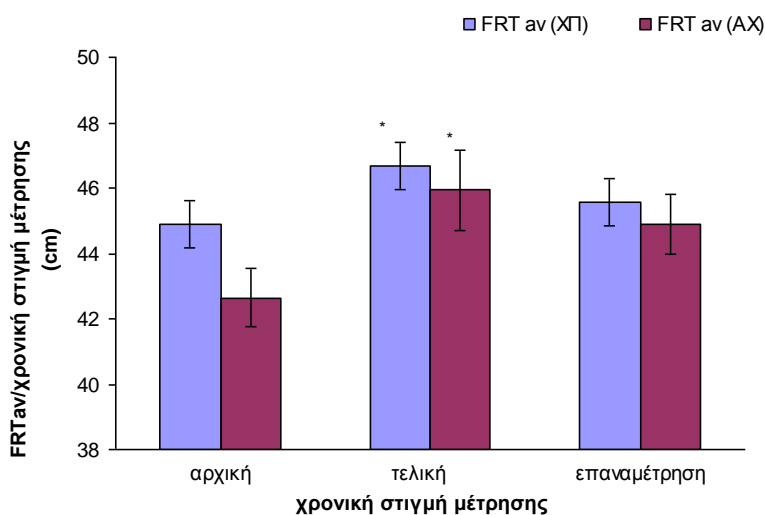
β) Μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTav) για το ΧΠ και το ΑΧ

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΧΠ ($F_{(2,56)}=16, p=0.85$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=0.51, p=0.60$) Σχήμα 14).



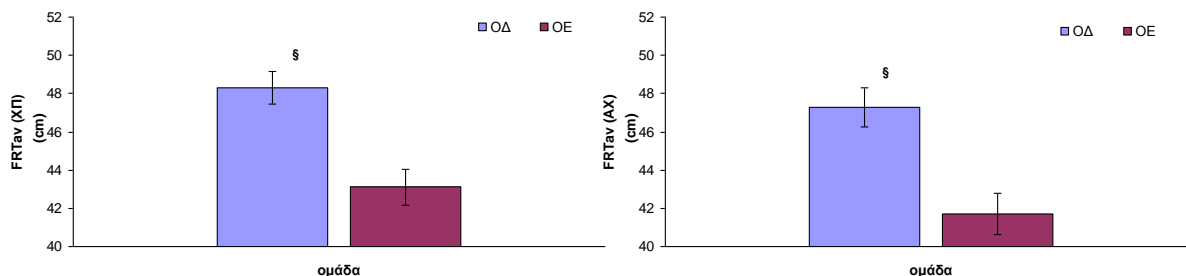
Σχήμα 14. Η μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΧΠ ($F_{(2,56)}=4.33, p=0.02$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=3.81, p=0.03$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης τόσο για το ΧΠ όσο και για το ΑΧ (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Η μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα). Όπου * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων και για τα δύο χέρια ($F_{(1,28)}=16.91$, $p=0.00$ για το ΧΠ και $F_{(1,28)}=14.09$, $p=0.00$ για το ΑΧ Σχήμα 16).



Σχήμα 16. Η μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση (FRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα (μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα). Όπου § $p < 0.05$ μεταξύ των δύο ομάδων για το ΧΠ και το ΑΧ.

Στον πίνακα 22 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές μέσης πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης ανά ομάδα και μέτρηση.

Πίνακας 22. Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέσης πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

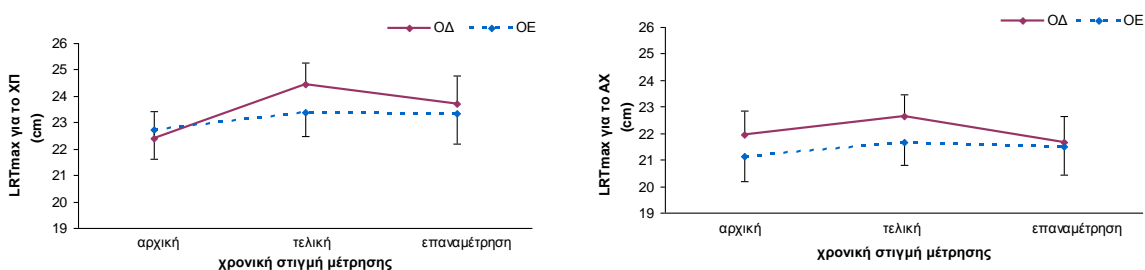
		Αρχική μέτρηση (cm)	Τελική μέτρηση (cm)	Επαναμέτρηση (cm)
ΟΔ	ΧΠ	47.47±0.99	49.45±1.00	48.01±0.97
	ΑΧ	45.48±1.23	49.34±1.66	47.07±1.27
ΟΕ	ΧΠ	42.32±1.06	43.88±1.06	43.13±1.04
	ΑΧ	39.82±1.32	42.53±1.78	42.71±1.36

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, ΧΠ: χέρι προτίμησης, ΑΧ: άλλο χέρι

Πλάγια εφικτή απόσταση

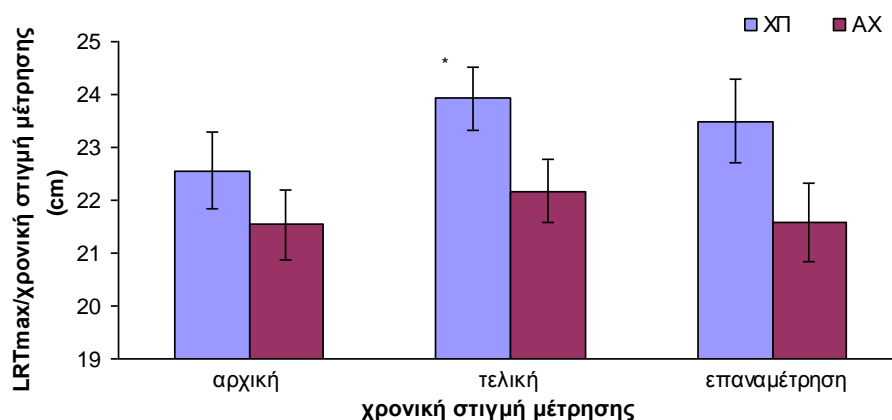
α) Μέγιστη πλάγια εφικτή απόσταση (LRTmax) για το ΧΠ και το ΑΧ

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΧΠ ($F_{(4,112)}=0.81$, $p=0.53$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=0.46$, $p=0.63$; Σχήμα 17) σε ό,τι αφορά στη μέγιστη πλάγια εφικτή απόσταση των μεσήλικων γυναικών.



Σχήμα 17. Η μέγιστη πλάγια εφικτή απόσταση (LRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» τόσο για το ΧΠ ($F_{(2,27)}=0.15$, $p=0.86$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(1,28)}=0.28$, $p=0.60$). Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΧΠ ($F_{(4,112)}=2.44$, $p=0.04$) αλλά όχι για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=1.23$, $p=0.30$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης για το ΧΠ (Σχήμα 18).



Σχήμα 18. Η μέγιστη πλάγια εφικτή απόσταση (LRTmax) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα). Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης για το ΧΠ.

Στον πίνακα 23 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές της μέγιστης πλάγιας εφικτής απόστασης για το ΧΠ και το ΑΧ ανά ομάδα και μέτρηση.

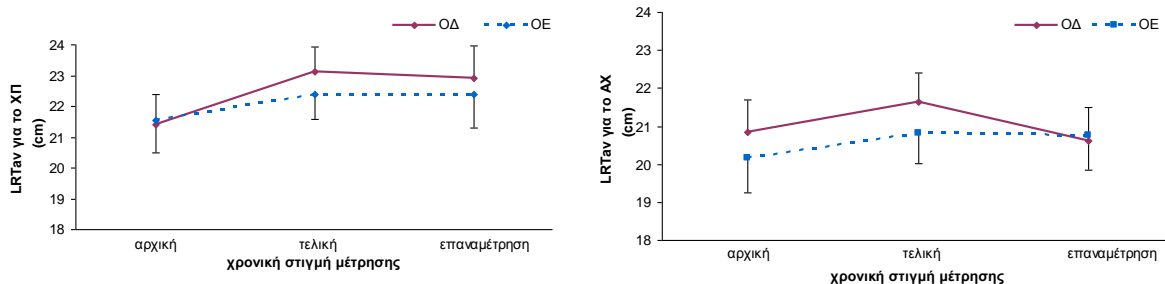
Πίνακας 23. Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέγιστης πλάγιας εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση) για το ΧΠ και το ΑΧ.

		Αρχική μέτρηση (cm)	Τελική μέτρηση (cm)	Επαναμέτρηση (cm)
ΟΔ	ΧΠ	22.41 \pm 1.00	24.44 \pm 0.83	23.69 \pm 1.07
	ΑΧ	21.94 \pm 0.91	22.66 \pm 0.81	21.66 \pm 1.00
ΟΕ	ΧΠ	22.71 \pm 1.07	23.39 \pm 0.89	23.32 \pm 1.14
	ΑΧ	21.14 \pm 0.97	21.68 \pm 0.87	21.50 \pm 1.07

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου; ΧΠ: χέρι προτίμησης, ΑΧ: άλλο χέρι

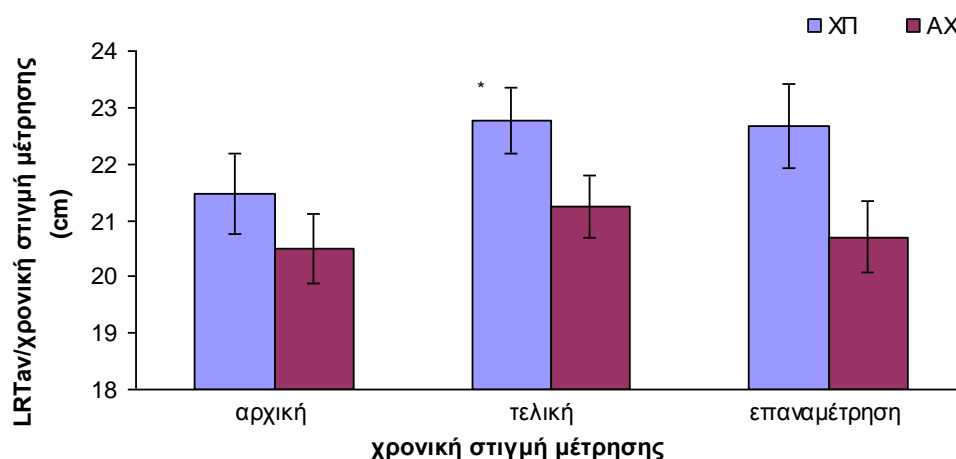
β) Μέση πλάγια εφικτή απόσταση (LRTav) για το ΧΠ και το ΑΧ.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΧΠ ($F_{(4,112)}=0.76$, $p=0.55$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=0.88$, $p=0.42$; Σχήμα 19) στη μέση πλάγια εφικτή απόσταση των μεσήλικων γυναικών.



Σχήμα 19. Η μέση πλάγια εφικτή απόσταση (LRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση για τον παράγοντα «ομάδα» τόσο για το ΧΠ ($F_{(2,27)}=0.09$, $p=0.92$) όσο και για το ΑΧ ($F_{(1,28)}=0.18$, $p=0.68$). Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΧΠ ($F_{(4,112)}=2.57$, $p=0.04$), αλλά όχι για το ΑΧ ($F_{(2,56)}=1.85$, $p=0.17$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης για το ΧΠ (Σχήμα 20).



Σχήμα 20. Η μέση πλάγια εφικτή απόσταση (LRTav) των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα). Όπου * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης για το ΧΠ.

Στον πίνακα 24 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές της μέσης πλάγιας εφικτής απόστασης για το ΧΠ και το ΑΧ ανά ομάδα και μέτρηση.

Πίνακας 24. Μέσοι όροι των απόλυτων τιμών της μέσης πλάγιας εφικτής απόστασης των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΧΠ και το ΑΧ (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

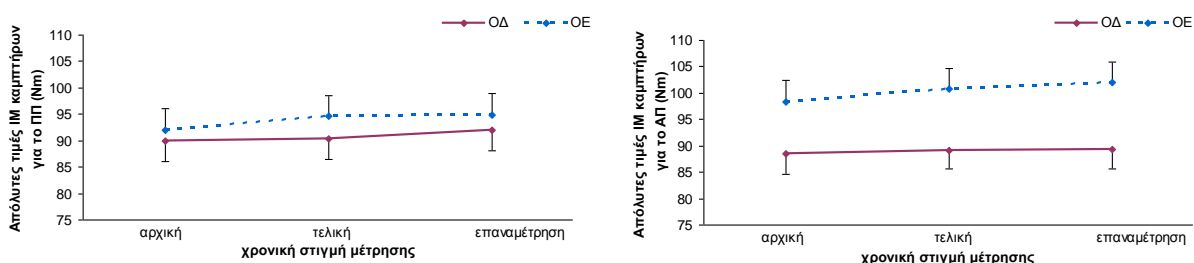
		Αρχική μέτρηση (cm)	Τελική μέτρηση (cm)	Επαναμέτρηση (cm)
ΟΔ	ΧΠ	21.39±0.98	23.14±0.78	22.92±1.03
	ΑΧ	20.85±0.84	21.65±0.75	20.63±0.86
ΟΕ	ΧΠ	21.54±1.04	22.40±0.83	22.39±1.10
	ΑΧ	20.14±0.90	20.82±0.80	20.77±0.92

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, ΧΠ: χέρι προτίμησης, ΑΧ: άλλο χέρι

Ισομετρική Ροπή Δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος

α) Ισομετρική ροπή δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το πόδι προτίμησης (ΠΠ) και το άλλο πόδι (ΑΠ)

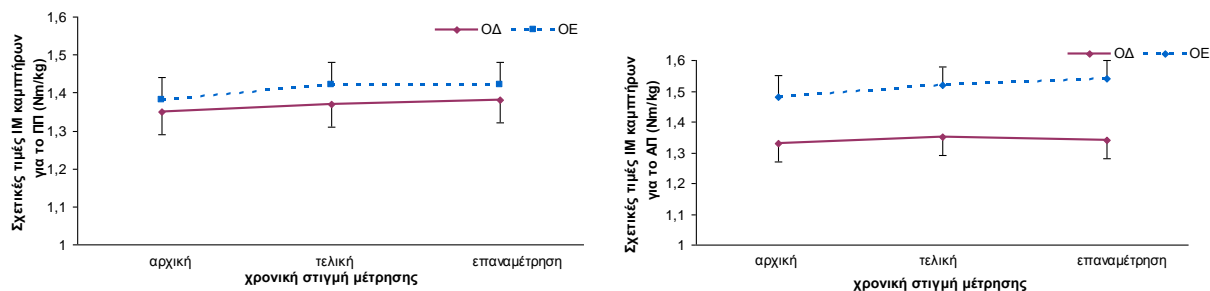
Απόλυτες τιμές. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο στο ΠΠ ($F_{(2,56)}=0.54, p=0.59$) όσο και στο ΑΠ ($F_{(2,56)}=0.70, p=0.50$) Σχήμα 21) σε ό,τι αφορά στην ισομετρική ροπή δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος.



Σχήμα 21. Οι απόλυτες τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

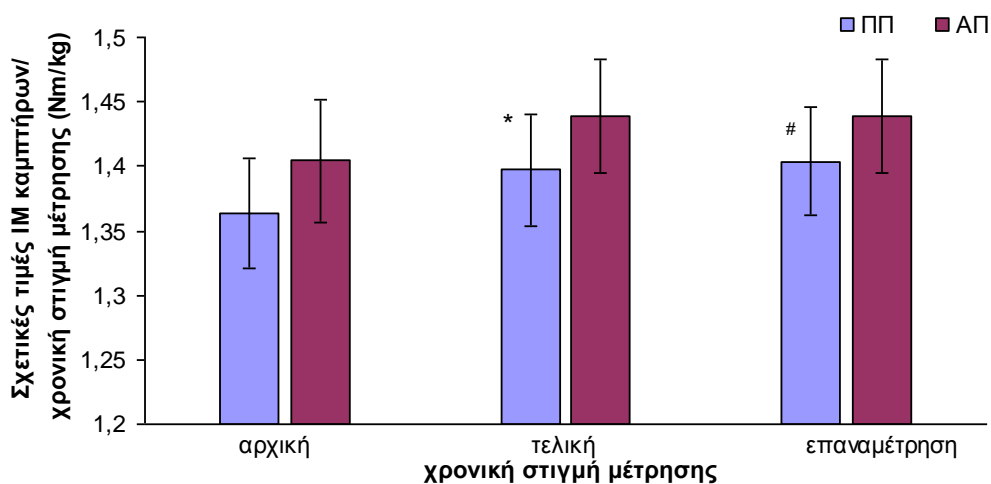
Επιπλέον, δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση για τον παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=2.66, p=0.08$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=1.83, p=0.17$). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» τόσο για το ΠΠ ($F_{(1,28)}=0.34, p=0.56$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(1,28)}=4.64, p=0.40$).

Σχετικές τιμές. Εξετάζοντας τις σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=0.17, p=0.84$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=0.49, p=0.61$) Σχήμα 22).



Σχήμα 22. Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση για τον παράγοντα «ομάδα» τόσο για το ΠΠ ($F_{(1,28)}=0.27$, $p=0.61$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(1,28)}=3.86$, $p=0.06$). Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=3.63$, $p=0.03$), αλλά όχι για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=2.27$, $p=0.11$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης και μεταξύ της αρχικής μέτρησης και της επαναμέτρησης για το ΠΠ (Σχήμα 23).

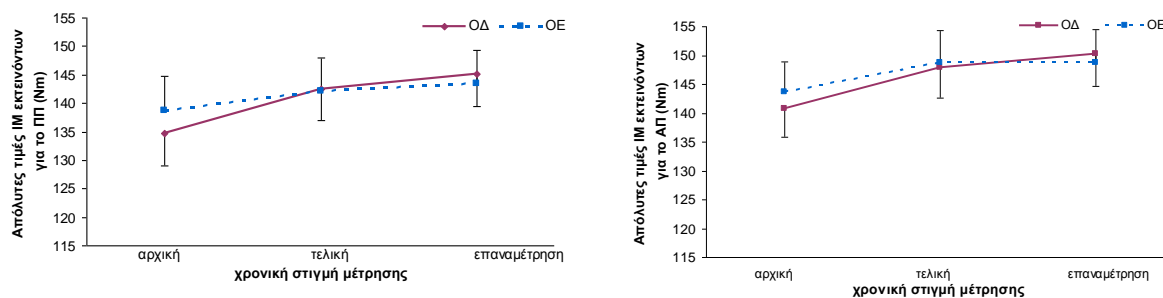


Σχήμα 23. Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα). Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου # $p<0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης για το ΠΠ.

Στον πίνακα 25 παρουσιάζονται αναλυτικά οι απόλυτες και σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών για το ΠΠ και το ΑΠ ανά ομάδα και μέτρηση.

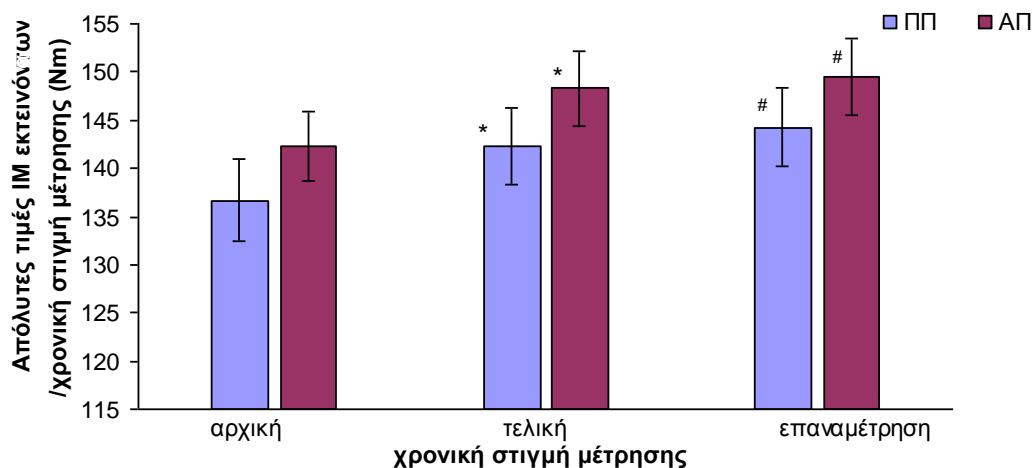
β) Ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το πόδι προτίμησης (ΠΠ) και το άλλο πόδι (ΑΠ)

Απόλυτες τιμές. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο στο ΠΠ ($F_{(4,112)}=0.57$, $p=0.68$) όσο και στο ΑΠ ($F_{(4,112)}=0.57$, $p=0.68$) (Σχήμα 24).



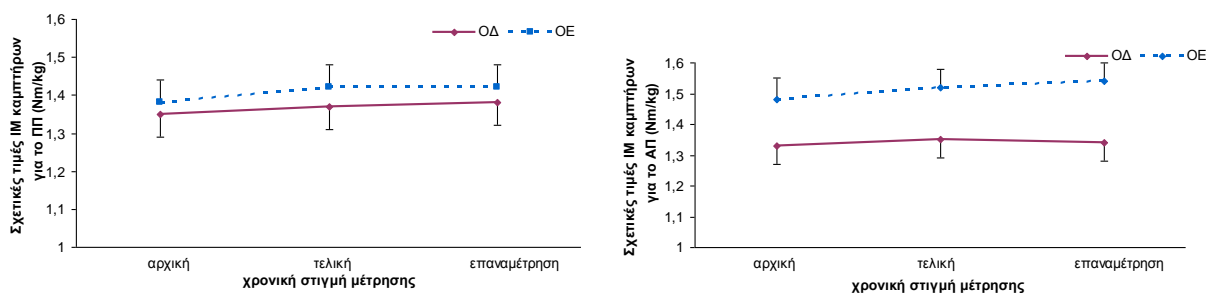
Σχήμα 24. Οι απόλυτες τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» τόσο στο ΠΠ ($F_{(1,28)}=0.01$, $p=0.94$) όσο και στο ΑΠ ($F_{(1,28)}=0.01$, $p=0.92$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΠΠ ($F_{(4,112)}=4.61$, $p=0.01$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(4,112)}=4.61$, $p=0.01$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης αλλά και μεταξύ της αρχικής μέτρησης και της επαναμέτρησης και στα δύο πόδια (Σχήμα 25).



Σχήμα 25 Οι απόλυτες τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα). Όπου * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου # $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ.

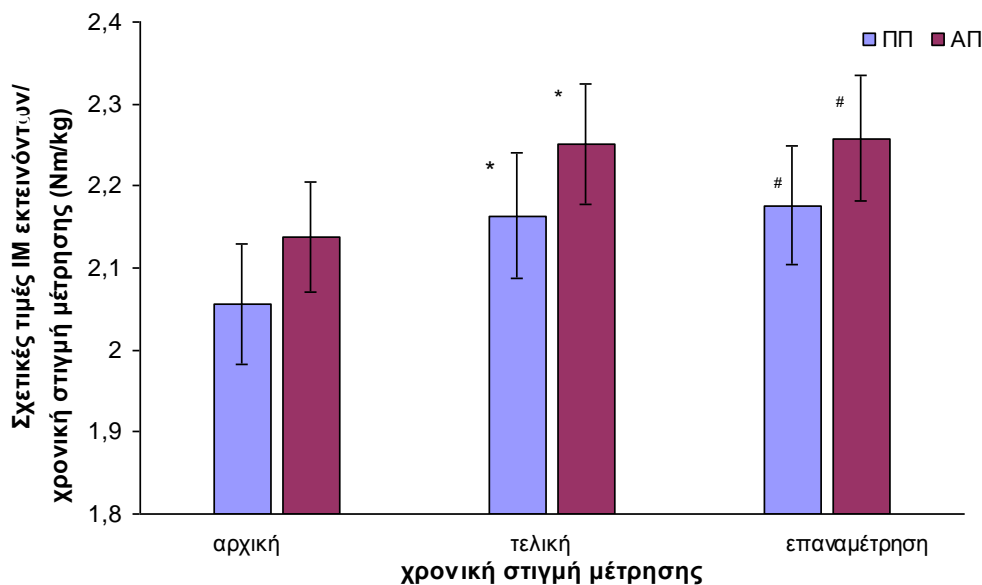
Σχετικές τιμές. Εξετάζοντας τις σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο στο ΠΠ ($F_{(2,56)}=0.95$, $p=0.39$) όσο και στο ΑΠ ($F_{(4,112)}=0.72$, $p=0.58$ Σχήμα 26).



Σχήμα 26. Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» τόσο στο ΠΠ ($F_{(1,28)}=0.00$, $p=0.99$) όσο και στο ΑΠ ($F_{(1,28)}=0.00$, $p=0.96$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=7.21$, $p=0.00$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(4,112)}=5.63$, $p=0.00$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων

διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης αλλά και μεταξύ της αρχικής μέτρησης και της επαναμέτρησης και στα δύο πόδια (Σχήμα 27).



Σχήμα 27. Οι σχετικές τιμές της ισομετρικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης (μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα). Όπου * $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου # $p < 0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ.

Στον πίνακα 25 παρουσιάζονται αναλυτικά οι απόλυτες και σχετικές τιμές μέγιστης ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος ανά ομάδα, χρονική στιγμή μέτρησης και πόδι.

Πίνακας 25. Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών της ισομετρικής ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

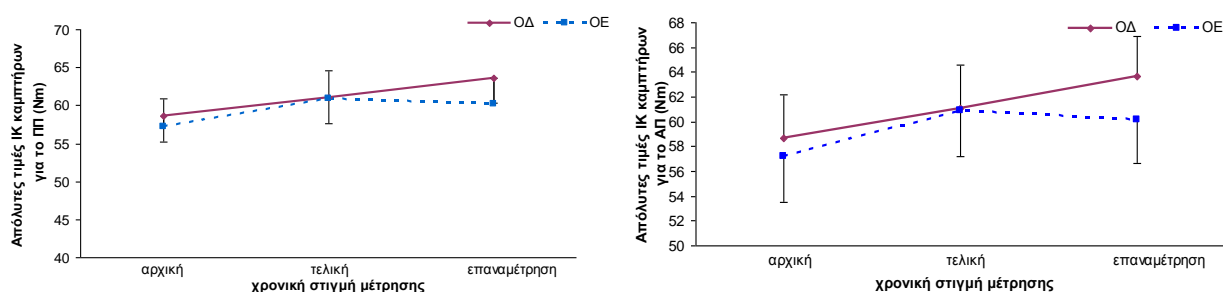
			Μετρήσεις					
			1 ^η		2 ^η		3 ^η	
Ισομετρικά			ΠΠ	ΑΠ	ΠΠ	ΑΠ	ΠΠ	ΑΠ
Καμπτήρες	Απόλυτες	ΟΔ	89.88 \pm 3.72	88.50 \pm 3.84	90.25 \pm 3.72	89.19 \pm 3.60	91.94 \pm 3.77	89.31 \pm 3.71
	τιμές (Nm)	ΟΕ	92.00 \pm 3.98	98.36 \pm 4.11	94.57 \pm 3.98	100.79 \pm 3.84	94.86 \pm 4.03	101.93 \pm 3.97
	Σχετικές τιμές	ΟΔ	1.35 \pm 0.06	1.33 \pm 0.07	1.37 \pm 0.06	1.35 \pm 0.06	1.38 \pm 0.06	1.34 \pm 0.06
	(Nm/kg)	ΟΕ	1.38 \pm 0.06	1.48 \pm 0.07	1.42 \pm 0.06	1.52 \pm 0.07	1.43 \pm 0.06	1.54 \pm 0.07
Εκτεινόντες	Απόλυτες	ΟΔ	134.75 \pm 5.81	140.81 \pm 4.95	142.50 \pm 5.50	147.94 \pm 5.30	145.06 \pm 5.58	150.19 \pm 5.45
	τιμές (Nm)	ΟΕ	138.64 \pm 6.21	143.64 \pm 5.29	142.14 \pm 5.88	148.71 \pm 5.67	143.43 \pm 5.97	148.71 \pm 5.83
	Σχετικές τιμές	ΟΔ	2.03 \pm 0.10	2.11 \pm 0.09	2.17 \pm 0.11	2.25 \pm 0.10	2.19 \pm 0.10	2.27 \pm 0.10
	(Nm/kg)	ΟΕ	2.08 \pm 0.11	2.16 \pm 0.10	2.15 \pm 0.11	2.25 \pm 0.11	2.16 \pm 0.11	2.25 \pm 0.11

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, ΠΠ: πόδι προτίμησης, ΑΠ: άλλο πόδι

Σύγκεντρη ροπή δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος

α) Σύγκεντρη ροπή δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το ΠΠ και το ΑΠ.

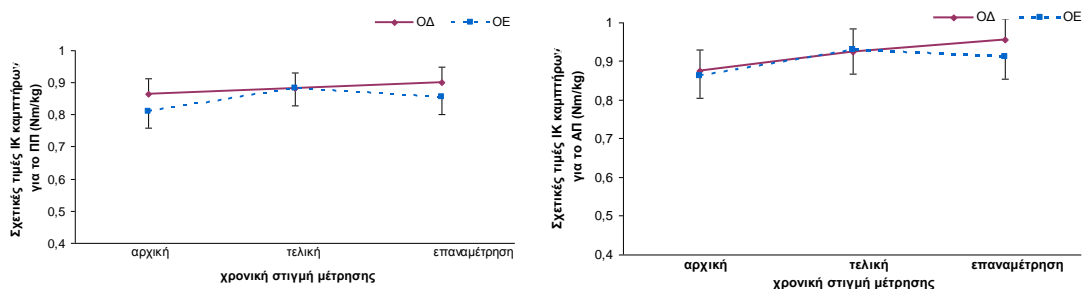
Απόλυτες τιμές. Εξετάζοντας τις απόλυτες τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=1.78, p=0.18$) και για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=1.36, p=0.27$ Σχήμα 28).



Σχήμα 28. Οι απόλυτες τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

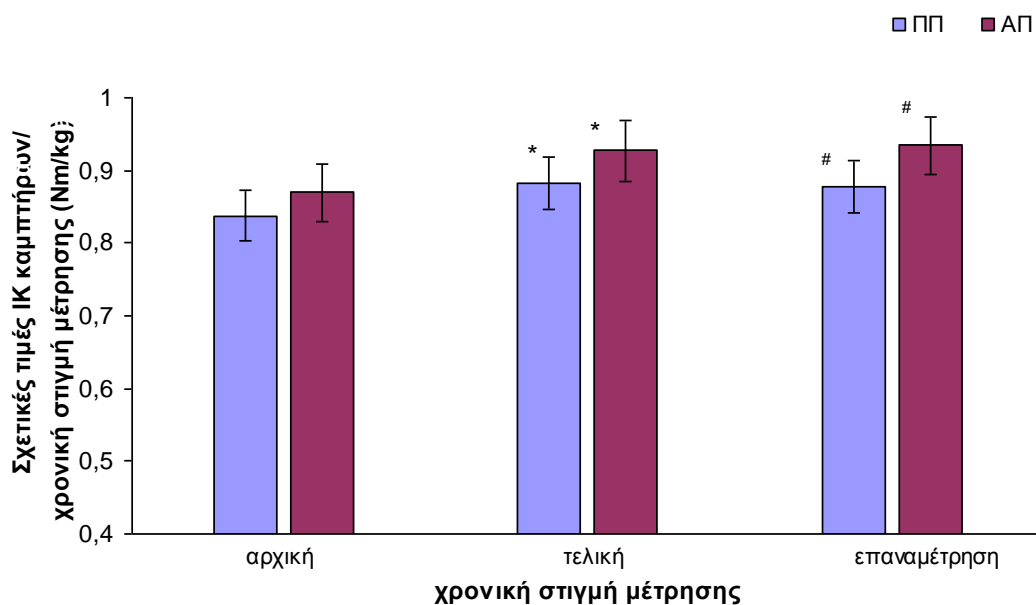
Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» τόσο για το ΠΠ ($F_{(1,28)}=0.28, p=0.60$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(1,28)}=0.12, p=0.73$). Επίσης, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=2.61, p=0.08$) και για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=8.13, p=0.07$).

Σχετικές τιμές. Εξετάζοντας τις σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=1.56, p=0.22$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(4,112)}=1.38, p=0.25$ Σχήμα 29).



Σχήμα 29. Οι σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

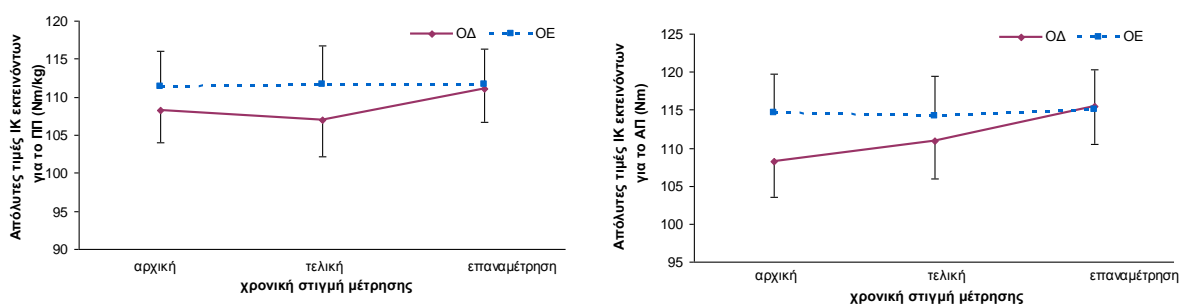
Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» ($F_{(1,28)}=0.24$, $p=0.63$) για το ΠΠ αλλά και για το ΑΠ ($F_{(1,28)}=0.05$, $p=0.82$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=4.06$, $p=0.02$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(4,112)}=5.51$, $p=0.00$). Από την εφαρμογή της δοκιμασίας πολλαπλών συγκρίσεων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης, αλλά και μεταξύ της αρχικής μέτρησης και της επαναμέτρησης και για τα δύο πόδια (Σχήμα 30).



Σχήμα 30. Οι σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ. Όπου * $p<0.05$ μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, όπου # $p<0.05$ μεταξύ αρχικής μέτρησης και επαναμέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ.

β) Σύγκεντρη ροπή δυνάμεις εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για το ΠΠ και το ΑΠ

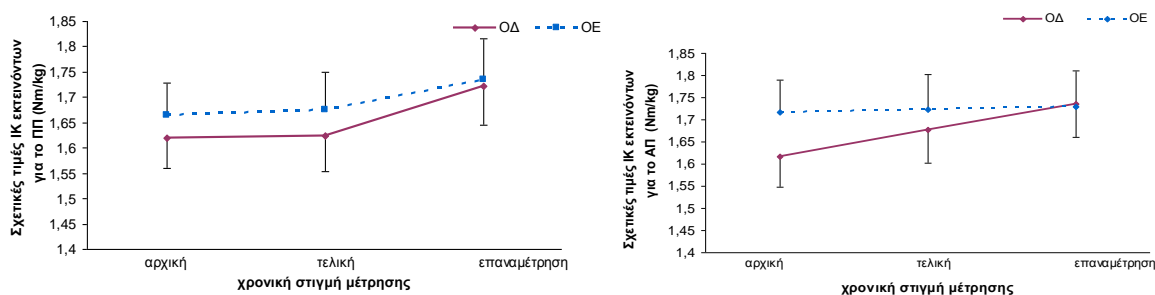
Απόλυτες τιμές. Εξετάζοντας τις απόλυτες τιμές της σύγκεντρης ροπής δυνάμεις των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=1.55, p=0.22$) όσο και για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=3.95, p=0.07$ Σχήμα 31).



Σχήμα 31. Οι απόλυτες τιμές της σύγκεντρης ροπής δυνάμεις των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» και του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» τόσο για το ΠΠ ($F_{(1,28)}=0.19, p=0.67$ $F_{(2,56)}=1.63, p=0.21$, αντίστοιχα) όσο και για το ΑΠ ($F_{(1,28)}=0.20, p=0.65$ $F_{(2,56)}=1.61, p=0.22$, αντίστοιχα).

Σχετικές τιμές. Εξετάζοντας τις σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δυνάμεις των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «ομάδα» και «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=0.28, p=0.76$) και για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=4.18, p=0.07$ Σχήμα 32).



Σχήμα 32. Οι σχετικές τιμές της σύγκεντρης ροπής δυνάμεις των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος των μεσήλικων γυναικών ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος ± τυπική απόκλιση).

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα» για το ΠΠ ($F_{(1,28)}=0.14$, $p=0.71$) και για το ΑΠ ($F_{(1,28)}=0.16$, $p=0.69$). Επίσης, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρονική στιγμή μέτρησης» για το ΠΠ ($F_{(2,56)}=5.65$, $p=0.01$), αλλά και για το ΑΠ ($F_{(2,56)}=5.41$, $p=0.08$). Στον πίνακα 26 παρουσιάζονται αναλυτικά οι απόλυτες και σχετικές τιμές σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος ανά ομάδα, χρονική στιγμή μέτρησης και πόδι.

Πίνακας 26. Μέσοι όροι των απόλυτων και σχετικών τιμών της σύγκεντρης ροπής δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος ανά ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης για το ΠΠ και το ΑΠ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση).

			Μετρήσεις					
			1 ^η		2 ^η		3 ^η	
			ΠΠ	ΑΠ	ΠΠ	ΑΠ	ΠΠ	ΑΠ
Σύγκεντρα 60°/s								
Καμπτήρες	Απόλυτες	ΟΔ	57.81 \pm 3.27	58.69 \pm 3.50	58.00 \pm 2.88	61.06 \pm 3.48	59.69 \pm 2.96	63.63 \pm 3.25
	τιμές (Nm)	ΟΕ	54.07 \pm 3.49	57.21 \pm 3.75	58.07 \pm 3.07	60.93 \pm 3.72	56.57 \pm 3.16	60.14 \pm 3.47
	Σχετικές	ΟΔ	0.87 \pm 0.05	0.88 \pm 0.05	0.88 \pm 0.05	0.93 \pm 0.06	0.90 \pm 0.05	0.96 \pm 0.05
	τιμές (Nm/kg)	ΟΕ	0.81 \pm 0.05	0.86 \pm 0.06	0.88 \pm 0.05	0.93 \pm 0.06	0.85 \pm 0.05	0.91 \pm 0.06
Εκτεινόντες	Απόλυτες	ΟΔ	108.25 \pm 4.26	108.25 \pm 4.76	107.00 \pm 4.77	110.94 \pm 5.01	111.06 \pm 4.37	115.50 \pm 5.02
	τιμές (Nm)	ΟΕ	111.43 \pm 4.55	114.64 \pm 5.08	111.64 \pm 5.10	114.14 \pm 5.35	111.64 \pm 4.67	115.00 \pm 5.36
	Σχετικές	ΟΔ	1.62 \pm 0.06	1.62 \pm 0.07	1.63 \pm 0.07	1.68 \pm 0.07 [†]	1.72 \pm 0.08	1.74 \pm 0.08
	τιμές (Nm/kg)	ΟΕ	1.67 \pm 0.06	1.72 \pm 0.07	1.68 \pm 0.08	1.72 \pm 0.08	1.73 \pm 0.08	1.73 \pm 0.08

ΟΔ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, ΠΠ: πόδι προτίμησης, ΑΠ: άλλο πόδι

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση ενός μακροχρόνιου προγράμματος άσκησης με δόνηση (διάρκειας 8 εβδομάδων) στη σωματική μάζα, την αερόβια ικανότητα, την κινητικότητα, την κατακόρυφη αλτική ικανότητα, τη δυναμική ισορροπία και τη μέγιστη δύναμη υγιών, μη ασκούμενων, μεσήλικων γυναικών.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση στη σωματική μάζα, τη μέγιστη και μέση καρδιακή συχνότητα, τη μέγιστη και μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση, τη μέγιστη και μέση πλάγια εφικτή απόσταση, την ισομετρική και την ισοκινητική ροπή δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος και για τα δύο πόδια, τόσο σε απόλυτες όσο και σε σχετικές τιμές, αποδεχόμενη έτσι τις αντίστοιχες μηδενικές υποθέσεις. Αντίθετα, παρατηρήθηκε βελτίωση της κινητικότητας και του άλματος από ημικάθισμα για την ομάδα δόνησης, η οποία διατηρήθηκε κατά την επαναμέτρηση. Επίσης, παρουσιάστηκε βελτίωση του άλματος με αντίθετη κίνηση (τόσο σε απόλυτες όσο και σε σχετικές τιμές), η οποία δε διατηρήθηκε κατά την επαναμέτρηση. Ωστόσο, σε καμία από τις παραπάνω μεταβλητές δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας δόνησης και της ομάδας ελέγχου, για κάθε μια από τις μετρήσεις, γεγονός που δεν επιτρέπει την απόρριψη των αντίστοιχων μηδενικών υποθέσεων. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν προέκυψε άλλη έρευνα, στην οποία να μελετήθηκε η επίδραση της άσκησης με δόνηση (και η διατήρηση των πιθανών προσαρμογών) συνολικά στη φυσική κατάσταση των μεσήλικων γυναικών.

Σωματική μάζα

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η σωματική μάζα των μεσήλικων γυναικών δεν επηρεάστηκε μετά από 8 εβδομάδες προπόνησης με δόνηση. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν από τις έρευνες των Fjeldstad και συν. (2009), Roelants και συν. (2004a), Verschueren και συν. (2004) και von Stengel και συν. (2010),

ανεξάρτητα από την ηλικία και από τα πρωτόκολλα άσκησης που εφαρμόστηκαν. Συγκεκριμένα, είτε το δείγμα χωρίστηκε σε ομάδα δόνησης, ομάδα άσκησης με αντιστάσεις και ομάδα ελέγχου (Roelants et al., 2004a; Verschueren et al., 2004), είτε χωρίστηκε σε ομάδα ελέγχου και σε δύο ομάδες που εκτέλεσαν τις ίδιες ασκήσεις πάνω και εκτός πλατφόρμας δόνησης, αντίστοιχα, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή στη σωματική μάζα των νεαρών (Roelants et al., 2004a) ή ηλικιωμένων (Fjeldstad et al., 2009; Verschueren et al., 2004; von Stengel et al., 2010) ασκούμενων σε σχέση με τις γυναίκες που δεν εκτέλεσαν άσκηση.

Οι προαναφερθείσες έρευνες παρουσιάζουν κάποιες διαφορές σε σχέση με την παρούσα. Καταρχήν, όλες οι μελέτες, πλην των von Stengel και συν. (2010), πραγματοποιήθηκαν σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης. Επιπλέον, σε όλες τις ανασκοπηθείσες έρευνες εφαρμόστηκε διαλειμματική άσκηση και χρησιμοποιήθηκε συχνότητα μεγαλύτερη ή ίση των 30Hz, για χρονικό διάστημα 24 και άνω εβδομάδων, σε αντίθεση με την παρούσα έρευνα που εφαρμόστηκε συνεχής άσκηση πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης με συχνότητα 20-25Hz, για 8 εβδομάδες. Παρά τις παραπάνω διαφορές, φαίνεται ότι η σωματική μάζα δεν επηρεάζεται από τη δόνηση, ανεξάρτητα από το πρωτόκολλο άσκησης και τα στοιχεία της επιβάρυνσης που εφαρμόστηκαν.

Η παραπάνω διαπίστωση βρίσκεται σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία, αφού όπως υποστηρίζεται, δεν αναμένεται αλλαγή στο σωματικό βάρος όταν δεν συνυπάρχει διατροφικός έλεγχος παράλληλα με την άσκηση (Poehlman et al., 2002). Επιπλέον, σύμφωνα με τους Hunter και συν. (2004), κατά την αερόβια άσκηση το βάρος των ασκούμενων δε φαίνεται να αλλάζει, αφού στην πράξη συμβαίνει αντικατάσταση του λιπώδους από μυϊκό ιστό, όπως επιβεβαιώνεται και από τη βιβλιογραφία αναφορικά με τη δόνηση, όπου παρατηρήθηκε μείωση στο ποσοστό λίπους για τις ομάδες παρέμβασης, χωρίς να υπάρχει μεταβολή στο βάρος των ασκούμενων (Fjeldstad et al., 2009; Verschueren et al., 2004; von Stengel et al., 2010). Μάλιστα, από τη σύγκριση των παραπάνω μελετών, διαπιστώνεται ότι η ηλικία είναι πιθανό να διαδραματίζει κάποιο ρόλο στην επίδραση που έχει η άσκηση με δόνηση στο ποσοστό λίπους, αφού το τελευταίο δε φαίνεται να μεταβάλλεται σε νεαρές γυναίκες (Roelants et al., 2004a), ενώ βελτιώνεται στατιστικά σημαντικά σε μετα-εμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Fjeldstad et al., 2009; Verschueren et al., 2004). Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι

γυναίκες της παρούσας μελέτης παρουσίαζαν δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) 26kg/m^2 , κοντά, δηλαδή, στα φυσιολογικά όρια (WHO, 1998), γεγονός που εξηγεί, ενδεχομένως, γιατί δεν παρουσιάστηκε μεταβολή στο σωματικό τους βάρος. Ο παραπάνω ισχυρισμός ενισχύεται από τη βιβλιογραφία όπου παρατηρήθηκε μείωση της σωματικής μάζας όταν ο ΔΜΣ ήταν $> 26\text{kg/m}^2$ σε ηλικιωμένες γυναίκες (Fjeldstad et al., 2009; Verschueren et al., 2004) και καμία επίδραση στην περίπτωση που ήταν 22.5kg/m^2 σε νεαρές γυναίκες (Roelants et al., 2004a). Πιθανολογείται, δηλαδή, ότι όσο πιο νεαρό το δείγμα και όσο πιο φυσιολογικός ο ΔΜΣ, τόσο πιο δύσκολο επηρεάζονται τα σωματομετρικά του χαρακτηριστικά από την άσκηση με δόνηση. Μελλοντική έρευνα, που να αφορά στη σχέση της δόνησης, του ποσοστού λίπους και της ηλικίας του δείγματος, κρίνεται απαραίτητη.

Καρδιακή συχνότητα

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η μέγιστη (ΚΣ_{max}) ή η μέση (ΚΣ_{av}) καρδιακή συχνότητα μειώνεται μετά από εφαρμογή προγράμματος αερόβιας άσκησης, σε διάδρομο ή ποδήλατο, ιδίως σε μη ασκούμενα άτομα (Holmes & McGilliey, 1987; Tulppo et al., 2003; Weir et al., 1997). Παρόλο που η προπόνηση με δόνηση θεωρείται μια ήπια μορφή αερόβιας άσκησης (Rittweger et al., 2000), στην παρούσα μελέτη δε βρέθηκαν προσαρμογές στην καρδιακή συχνότητα, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, ενδεχομένως, η άσκηση με δόνηση, διάρκειας 8 εβδομάδων, δεν αποτελεί ένα ισχυρό ερέθισμα ώστε να προκληθούν μεταβολές στην αερόβια ικανότητα των μεσίληκων γυναικών. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται μια έρευνα, στην οποία μελετήθηκε το καρδιαγγειακό φορτίο με βάση την εφεδρική καρδιακή συχνότητα και τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ατόμων ηλικίας άνω των 60 ετών (Bogaerts et al., 2009). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καρδιακή συχνότητα, μετά από μια συνεδρία άσκησης με δόνηση (η μέτρηση έγινε κατά την 32^η εβδομάδα του προγράμματος), αυξήθηκε στο 62% ή στο 80% της εφεδρικής καρδιακής συχνότητας (ανάλογα με την ένταση της άσκησης). Περαιτέρω μελέτη κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να εξεταστεί αν η χρήση της δόνησης μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της καρδιαγγειακής λειτουργίας.

Κινητικότητα

Από την αξιολόγηση της κινητικότητας στην παρούσα έρευνα προέκυψε ότι η ΟΔ βελτίωσε την επίδοσή της στη δοκιμασία αναδίπλωσης του κορμού (από 21.78 ± 2.31 σε 24.69 ± 2.12), μετά το πέρας των 8 εβδομάδων, βελτίωση η οποία διατηρήθηκε και κατά την επαναμέτρηση (23.53 ± 2.02). Η έλλειψη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων σε όλες τις μετρήσεις, όμως, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει θετική επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κινητικότητα των μεσήλικων γυναικών. Αν και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα με αυτά άλλων ερευνών, γιατί διαφέρουν ως προς τα στοιχεία της επιβάρυνσης, φαίνεται ότι συμφωνούν με τα αποτελέσματα της Καρατράντου (2010), η οποία εφάρμοσε ένα βραχυχρόνιο πρωτόκολλο στατικής άσκησης σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης (25Hz, 6mm) και βρήκε βελτίωση της κινητικότητας για την ΟΔ, χωρίς όμως διαφορά μεταξύ της ΟΔ και της ΟΕ. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι, όπως αναφέρει η συγγραφέας, ο χρόνος αποκατάστασης μεταξύ των προπονητικών μονάδων σε ένα βραχυχρόνιο πρόγραμμα άσκησης με δόνηση μπορεί να επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της δόνησης (Καρατράντου, 2010), κάτι που δε βρίσκει εφαρμογή σε ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα, όπου συνήθως παρεμβάλεται επαρκές διάστημα (τουλάχιστον 24 ώρες) αποκατάστασης (Adamo, Martin & Johnson, 2002).

Αντίθετα, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δε συμφωνούν με εκείνα των Epperson (2009) και Fagnani και συν. (2006), όπου, όπως φαίνεται, ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα άσκησης βελτιώνει την κινητικότητα, ανεξάρτητα από τον τύπο της δόνησης (κατακόρυφη ή αμφίπλευρη) και το πρωτόκολλο άσκησης. Οι διαφοροποιήσεις που παρουσιάζουν οι παραπάνω μελέτες σε σχέση με την παρούσα αφορούν, καταρχήν, στο πρωτόκολλο παρέμβασης. Συγκρίνοντας τα πρωτόκολλα των μελετών παρατηρήθηκε ότι, ανεξάρτητα από τον αριθμό των ομάδων που χρησιμοποιήθηκαν, αλλά ανάλογα με τις παρεμβάσεις που εφαρμόστηκαν σε κάθε μία, τα άτομα του δείγματος εκτέλεσαν πολλά σετ μικρής διάρκειας πάνω στην πλατφόρμα, διαπίστωση που οδηγεί στη σκέψη ότι η διαλειμματική άσκηση μπορεί να επηρεάζει θετικά την κινητικότητα, σε σχέση με τη συνεχή. Επιπλέον, από τη σύγκριση των παραπάνω μελετών φαίνεται ότι η άσκηση με δόνηση είναι περισσότερο αποτελεσματική, όταν συνδυάζεται με διατάσεις, σε σχέση με την περίπτωση που εφαρμόζεται μόνο διάταση (Epperson, 2009' Feland et al., 2010' van der Tillaar, 2006).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στην έρευνα των Feland και συν. (2010) και Erpperson (2009) προτιμήθηκαν άτομα που εμφάνιζαν μειωμένο εύρος κίνησης των ισchioκνημιαίων κατά την κάμψη του κορμού, επιλογή η οποία μπορεί να αποτελεί περιορισμό για τις παραπάνω έρευνες. Πράγματι, όπως υποστηρίζουν και οι Walshe, Wilson & Murphy (1996), όσο πιο σφιχτός είναι ένας μυς τόσο πιο μεγάλη ανταπόκριση έχει στην άσκηση και άρα τόσο μεγαλύτερη βελτίωση. Επιπλέον, στις ίδιες έρευνες, τα άτομα τοποθετούνταν με τον κορμό τους σε 90° κάμψης, με ελαφρώς λυγισμένα τα γόνατα, ενώ στις υπόλοιπες έρευνες τα άτομα στέκονταν όρθια, με μικρή κάμψη στα ισχία και τα γόνατα. Η παραπάνω παρατήρηση μπορεί να εξηγεί γιατί υπήρξε βελτίωση στην κινητικότητα στην περίπτωση των Feland και συν. (2010) και Erpperson (2009), ενώ δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην έρευνα των Bautmans και συν. (2005), της Καρατράντου (2010) και στην παρούσα μελέτη. Μπορεί, δηλαδή, να υποθεθεί πως όσο μεγαλύτερη η διάταση των ισchioκνημιαίων μυών τόσο περισσότερο επηρεάζεται η κινητικότητα από την εφαρμογή της δόνησης.

Η παραπάνω παρατήρηση έχει λογική βάση, αφού σύμφωνα με τη φυσιολογία η διάταση ενός μυός για παρατεταμένο χρονικό διάστημα αναχαιτίζει το μυοτατικό αντανακλαστικό (που είναι υπεύθυνο για τη σύσπαση των μυϊκών ινών μετά από απότομη διάταση) και ενεργοποιεί τα όργανα Golgi για την περαιτέρω χαλάρωση του μυός. Είναι, λοιπόν, πιθανό όσο μεγαλύτερη η διάταση που εφαρμόζεται σε ένα μυ υπό την επίδραση της δόνησης, τόσο εντονότερος να είναι ο μηχανισμός αναχαίτισης της λειτουργίας των μυϊκών ατράκτων και άρα τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα για βελτίωση της κινητικότητας. Φυσικά, η εικασία αυτή χρίζει περαιτέρω έρευνας, προκειμένου να επιβεβαιωθεί αν η θέση του μυός κατά τη διάταση επηρεάζει τη μετάδοση της δόνησης στα κάτω άκρα.

Κατακόρυφη αλτική ικανότητα

Η επίδραση της άσκησης με δόνηση στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα μελετήθηκε τόσο σε απόλυτες όσο και σε σχετικές τιμές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο το άλμα από ημικάθισμα (SJ) όσο και το άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ) βελτιώθηκαν μετά από 8 εβδομάδες προγράμματος άσκησης (από 13.03 ± 0.65 σε 14.05 ± 0.07 και από 14.58 ± 0.70 σε 15.26 ± 0.72 , αντίστοιχα), βελτίωση η οποία διατηρήθηκε κατά την

επαναμέτρηση για την ομάδα δόνησης (13.57 ± 0.68) σε ό,τι αφορά στο SJ, ενώ δε διατηρήθηκε κατά την επαναμέτρηση για την ομάδα δόνησης σε ό,τι αφορά στο CMJ. Η έλλειψη διαφορών μεταξύ των ομάδων, όμως, δεν επιτρέπει την αποδοχή της υπόθεσης ότι το συγκεκριμένο πρωτόκολλο άσκησης με δόνηση που χρησιμοποιήθηκε μπορεί να επιδράσει θετικά στο κατακόρυφο άλμα.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι σε συμφωνία με εκείνα των Bosco και συν. (1998), Delecluse και συν. (2005), Di Giminiani και συν. (2009) και Καρατράντου (2010), οι οποίοι χρησιμοποίησαν δύο ομάδες (δόνησης και ελέγχου) και δε βρήκαν καμία επίδραση της άσκησης με δόνηση στο CMJ, μετά από την εφαρμογή ενός βραχυχρόνιου ή μακροχρόνιου προγράμματος άσκησης με δόνηση. Πιο συγκεκριμένα, οι Bosco και συν. (1998) χώρισαν το δείγμα τους σε ομάδα δόνησης και ομάδα ελέγχου και δε βρήκαν καμία επίδραση της άσκησης (5 ασκήσεις, 5 σετ, 90s ανά άσκηση, 40s διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων) με αμφίπλευρη δόνηση (26Hz, 10mm) στο CMJ, μετά από 10 ημέρες προπόνησης. Παρόμοια, η Καρατράντου (2010) παρατήρησε ότι τα 10 λεπτά στατικής θέσης πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης (25Hz, 6mm) δεν προκάλεσαν κάποια επίδραση στο CMJ των νεαρών γυναικών. Τέλος, οι Delecluse και συν. (2005), που χρησιμοποίησαν πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης, βρήκαν ότι το πρωτόκολλο άσκησης με δόνηση που εκτέλεσαν (35-40Hz, 1.7-2.5mm) για 5 εβδομάδες δεν προκάλεσε καμία επίδραση στο CMJ νεαρών ατόμων. Αντίθετα, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δε συμφωνούν με τους Fagnani και συν. (2006) και Paradisis και Zacharogiannis (2007), οι οποίοι εφάρμοσαν διαλλειμματική άσκηση πάνω σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης και βρήκαν ότι το CMJ βελτιώθηκε στην ομάδα δόνησης, αλλά όχι στην ομάδα ελέγχου.

Σε ό,τι αφορά στη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση, όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, το κατακόρυφο άλμα βελτιώθηκε όπου χρησιμοποιήθηκε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης σε σχέση με την πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης όπου τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα (είτε θετικά είτε χωρίς στατιστικά σημαντική μεταβολή). Το γεγονός ότι, προκειμένου να είναι αποτελεσματική η εφαρμογή της δόνησης σε ό,τι αφορά στη βελτίωση της ισχύος, απαιτούνται συχνότητες δόνησης από 40 έως 50Hz (Issurin & Tenenbaum, 1999; Ronnestad, 2009) εξηγεί εν μέρει τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης αφού στις πλατφόρμες αμφίπλευρης

δόνησης χρησιμοποιούνται χαμηλότερες συχνότητες (έως 30Hz) συγκριτικά με τις πλατφόρμες κατακόρυφης (έως 50Hz) δόνησης (Marin & Rhea, 2010).

Δυναμική Ισορροπία

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν οι δοκιμασίες πρόσθιας λειτουργικής εφικτής απόστασης (FRT) και πλάγιας εφικτής απόστασης (LRT), οι οποίες εφαρμόστηκαν και στα δύο άνω άκρα. Η FRT προτιμήθηκε ως δοκιμασία πεδίου, γιατί αποτελεί ένα απλό εργαλείο, το οποίο χρησιμοποιείται κλινικά από τους φυσικοθεραπευτές σε μεγάλο βαθμό για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας στο οβελιαίο επίπεδο (Cheung et al., 2007). Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκε η LRT για τον έλεγχο της δυναμικής ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο. Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο στη μέγιστη (FRTmax) όσο και στη μέση (FRTav) πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση, καθώς επίσης στη μέγιστη (LRTmax) και τη μέση (LRTav) πλάγια εφικτή απόσταση, τόσο για το χέρι προτίμησης (ΧΠ) όσο και για το άλλο χέρι (ΑΧ).

Από τη βιβλιογραφία προέκυψε μόνο μια μελέτη (Cheung et al., 2007), στην οποία χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία FRT για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας σε γυναίκες άνω των 60 ετών. Το πρωτόκολλο άσκησης περιλάμβανε 3min σε στατική θέση πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης Galileo (20Hz, 4mm) με ελαφρώς λυγισμένα γόνατα για την ομάδα δόνησης και καμία δραστηριότητα για την ομάδα ελέγχου. Από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή στην FRT σε καμία από τις δύο ομάδες, μετά από χρονικό διάστημα 12 εβδομάδων. Τόσο στην παρούσα μελέτη όσο και σε εκείνη των Cheung και συν. (2007) η άσκηση εκτελέστηκε πάνω σε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης. Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη το πρόγραμμα άσκησης εφαρμόστηκε για χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων και το πρωτόκολλο περιλάμβανε σταδιακή αύξηση της συχνότητας (20-25Hz) και της διάρκειας της άσκησης (6-8min), διατηρώντας σταθερό το εύρος μετατόπισης (6mm). Παρόλο που η παρούσα έρευνα παρουσιάζει αρκετές διαφορές (ηλικία δείγματος, συχνότητα, εύρος μετατόπισης, διάρκεια άσκησης, διάρκεια προγράμματος) σε σχέση με εκείνη των Cheung και συν. (2007), εντούτοις, φαίνεται ότι ενδεχομένως απαιτείται

ένα δυναμικότερο πρόγραμμα άσκησης από τα προαναφερθέντα, προκειμένου να εμφανιστούν αλλαγές στις επιδόσεις της παραπάνω δοκιμασίας.

Όπως προκύπτει από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, φαίνεται ότι για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας με τη χρήση αμφίπλευρης δόνησης προτιμήθηκαν άτομα μεγάλης ηλικίας με θετικά αποτελέσματα, ενώ δεν έγινε καμία έρευνα σε άτομα μικρότερης ηλικίας (35-45 ετών). Σε ό,τι αφορά στην κατακόρυφη δόνηση, τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα. Συγκεκριμένα, υπήρξαν μελέτες στις οποίες παρατηρήθηκε βελτίωση (Bogaerts et al., 2007' Verschueren et al., 2004), ενώ υπήρξαν και άλλες στις οποίες δε βρέθηκε καμία επίδραση (Bautmans et al., 2005' Torvinen et al., 2002a' 2003) στην ισορροπία. Αν και η σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης με εκείνα άλλων ερευνών δεν είναι εφικτή, λόγω των διαφορετικών οργάνων αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν, παρόλα αυτά φαίνεται ότι η ηλικία ενδεχομένως παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην επίδραση της άσκησης με δόνηση στην ισορροπία, αφού, όπου χρησιμοποιήθηκε νεαρός πληθυσμός (Torvinen et al., 2002a' 2003), δε βρέθηκε κάποια επίδραση, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες μελέτες της ανασκόπησης, στις οποίες, είτε πραγματοποιήθηκε δοκιμασία πεδίου είτε τρισδιάστατη αξιολόγηση της ισορροπίας, υπήρξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις. Επιπλέον, ανεξάρτητα από τον τύπο της δόνησης που εφαρμόστηκε, φαίνεται ότι σε δείγματα ηλικιωμένων ατόμων παρατηρείται βελτίωση μόλις σε 6 εβδομάδες, σε αντίθεση με τα νεαρά άτομα όπου είναι πιθανό η χρονική διάρκεια των 32 εβδομάδων να μην επαρκεί για να επιφέρει αλλαγές στην ισορροπία τους. Περαιτέρω μελέτη κρίνεται απαραίτητη σε άτομα μέσης ηλικίας, προκειμένου να διερευνηθούν τα πρωτόκολλα που είναι πιο αποτελεσματικά, αλλά και οι προσαρμοστικοί μηχανισμοί που είναι υπεύθυνοι για τις παραπάνω πιθανές επιδράσεις της δόνησης στη δυναμική ισορροπία.

Δύναμη

Αρκετές έρευνες προτείνουν το μηχανικό ερέθισμα της δόνησης ως ικανή προπονητική μέθοδο για μυϊκή ενδυνάμωση (Machado et al., 2010' Rees et al., 2007' Spilioroulou et al., 2010), ισχυρισμός ο οποίος δεν επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Πράγματι, από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε

καμία επίδραση της άσκησης με δόνηση τόσο στην ισομετρική όσο και στην ισοκινητική ροπή δύναμη των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι σε συμφωνία με αυτά των Torvinen και συν. (2003) και Delecluse και συν. (2005), το πρωτόκολλο των οποίων περιλάμβανε διαλειμματική άσκηση πάνω σε πλατφόρμα κατακόρυφης δόνησης, για χρονικό διάστημα 5 (Delecluse et al., 2005) ή 32 (Torvinen et al., 2003) εβδομάδων, από τα οποία δεν προέκυψε καμία επίδραση της άσκησης με δόνηση στην ισομετρική ροπή δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος. Σε αντίθεση με την παρούσα μελέτη, στις προαναφερθείσες έρευνες χρησιμοποιήθηκε κατακόρυφη δόνηση, διαλειμματική άσκηση με συνδυασμό στατικών και δυναμικών ασκήσεων σε συχνότητες 25-45Hz. Αντίθετα, στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε αμφίπλευρη δόνηση, συνεχής άσκηση σε στατική θέση (ελαφρώς λυγισμένα γόνατα) πάνω στην πλατφόρμα με συχνότητα 20-25Hz. Επιπλέον, υπήρξαν έρευνες στις οποίες, παρόλο που χρησιμοποιήθηκαν παρόμοια με τα προαναφερθέντα πρωτόκολλα άσκησης, παρατηρήθηκε αύξηση στην ισοκινητική (Fagnani et al., 2006) και ισομετρική (Machado et al., 2010) ροπή δύναμης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος για την ομάδα δόνησης, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Το γεγονός ότι από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψαν έρευνες στις οποίες παρατηρήθηκε βελτίωση της δύναμης και άλλες στις οποίες δεν παρατηρήθηκε, οδήγησε στον έλεγχο των πιθανών λόγων για τους οποίους δε βρέθηκαν επιδράσεις στη δύναμη στην παρούσα έρευνα. Ξεκινώντας από τη θέση των ασκούμενων πάνω στην πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης, μπορεί να υποθεθεί ότι το στατικό ημικάθισμα δεν επαρκεί ως ερέθισμα για να προκαλέσει μεταβολές στη δύναμη των ασκούμενων, αφού σε όλες τις έρευνες που τα άτομα είχαν παρόμοια στατική θέση δεν υπήρξε καμία μεταβολή στη δύναμή τους (deRuiter et al., 2003· Καρατράντου, 2010· Raimundo et al., 2009). Ενδεχομένως, μια σειρά ασκήσεων πάνω στην πλατφόρμα να επέφερε καλύτερο αποτέλεσμα, όπως παρατηρήθηκε σε αρκετές έρευνες που χρησιμοποιήθηκε αμφίπλευρη δόνηση (Rees et al., 2008· 2007· Spiliopoulou et al., 2010· von Stengel et al., 2010), αφού για παράδειγμα μια πλειομετρική άσκηση είναι πιο αποτελεσματική από μια ισομετρική (Norrbbrand, Fluckey & Pozzo, 2008). Μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εστιάζει στους προσαρμοστικούς μηχανισμούς που ενεργοποιούνται στους

καμπτήρες και εκτείνοντες μυς της άρθρωσης του γόνατος με τη χρήση δυναμικών ασκήσεων, ανάλογα με το είδος της άσκησης που εκτελείται στην πλατφόρμα δόνησης.

Επιπλέον, σύμφωνα με έρευνες (Deschenes & Kraemer, 2002; Torvinen et al., 2002a), για να υπάρξει βελτίωση στη δύναμη, πρέπει να επέλθουν προσαρμοστικοί μηχανισμοί αρχικά του νευρικού συστήματος (που απαιτούν μερικές εβδομάδες) και στη συνέχεια του μυϊκού συστήματος (που απαιτούν αρκετούς μήνες). Είναι πιθανό ο χρόνος των 8 εβδομάδων της παρούσας έρευνας, σε συνδυασμό με τη στατική θέση και τον τύπο της δόνησης, να μην είναι αρκετός για να προκαλέσει τις παραπάνω προσαρμογές.

Ο μηχανισμός του τονικού αντανακλαστικού δόνησης (ΤΑΔ), που αναπτύχθηκε σε άλλο κεφάλαιο, μπορεί εν μέρει να εξηγήσει γιατί δεν υπάρχουν θετικά αποτελέσματα κατά την εφαρμογή αμφίπλευρης δόνησης διατηρώντας στατική θέση πάνω στην πλατφόρμα δόνησης (Delecluse et al., 2003; deRuijter et al., 2003; Fagnani et al., 2006). Όπως είναι γνωστό, το μέγεθος της δύναμης που μπορεί να παράγει ένας μυς εξαρτάται από τον αριθμό των κινητικών νευρώνων που ενεργοποιούνται (Vander, Sherman & Luciano, 2001). Κατά τη διάρκεια της δόνησης στέλνονται ερεθίσματα από τους αντίστοιχους υποδοχείς του σώματος στο ΚΝΣ και από εκεί δίνεται εντολή για την κατάλληλη κινητική απάντηση. Παράλληλα όμως ενεργοποιούνται αναχαιτιστικές οδοί (Ia), οι οποίες αναλαμβάνουν να «φρενάρουν» την επιπλέον στρατολόγηση κινητικών νευρώνων, με αποτέλεσμα η ενεργοποίηση του μυός να συμβαίνει από τους μικρότερους κινητικούς νευρώνες (deRuijter et al., 2003). Η τελευταία παρατήρηση έχει επιβεβαιωθεί και από την έρευνα των Rittweger και συν. (2001), οι οποίοι βρήκαν ότι η πρόσληψη οξυγόνου κατά την άσκηση με αμφίπλευρη δόνηση από θέση ημικαθίσματος προσομοιάζει με εκείνη που συμβαίνει στο χαλαρό περπάτημα. Μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εστιάσει σε αυτούς τους προσαρμοστικούς μηχανισμούς και να εξετάσει κατά πόσο η μεγαλύτερη ένταση και η δυναμική άσκηση μπορούν να επηρεάσουν διαφορετικά τους αναχαιτιστικούς μηχανισμούς του οργανισμού.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η άσκηση με δόνηση αποτελεί ένα καινούριο ερευνητικό πεδίο, το οποίο έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών τα τελευταία χρόνια. Για το λόγο αυτό, η μελέτη και η κατανόηση τόσο των μηχανισμών που διέπουν τη δράση της δόνησης, όσο και των επιδράσεων που έχει η τελευταία στο ανθρώπινο σώμα, θα καθοδηγήσει όλους όσους απασχολούνται στο χώρο της υγείας ώστε να σχεδιάζουν αποτελεσματικότερα και ασφαλέστερα προγράμματα άσκησης, προπόνησης και αποκατάστασης.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ανέδειξε σημαντικά κενά σχετικά με την επίδραση των μακροχρόνιων προγραμμάτων άσκησης με δόνηση στη φυσική κατάσταση των υπό μελέτη πληθυσμών. Στη διεθνή βιβλιογραφία βρέθηκαν αρκετές έρευνες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης για την αξιολόγηση της επίδρασης της άσκησης με δόνηση στη σωματική μάζα και τις διάφορες φυσικές ικανότητες. Συγκεκριμένα, κατά τη μελέτη των ερευνών σχετικά με τις επιδράσεις της αμφίπλευρης δόνησης, παρατηρήθηκε βελτίωση στην ισορροπία, καμία επίδραση στη σωματική μάζα, στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα και τη δύναμη, ενώ δεν ήταν εφικτή η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σε ό,τι αφορά στην κινητικότητα, λόγω της περιορισμένης βιβλιογραφίας.

Η εφαρμογή ενός μακροχρόνιου προγράμματος άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση, διάρκειας 8 εβδομάδων, δε φαίνεται να επηρεάζει τη σωματική μάζα, τη μέγιστη και μέση καρδιακή συχνότητα, τη μέγιστη και τη μέση πρόσθια λειτουργική εφικτή απόσταση, τη μέγιστη και τη μέση πλάγια εφικτή απόσταση, την ισομετρική και την ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών της άρθρωσης του γόνατος (σε απόλυτες και σχετικές τιμές). Αν και η κινητικότητα και η κατακόρυφη αλτική ικανότητα (άλμα από ημικάθισμα και άλμα με αντίθετη κίνηση) παρουσίασαν βελτίωση για την ομάδα δόνησης, η έλλειψη διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων στην τελική μέτρηση δεν επιτρέπει τον ισχυρισμό ότι υπάρχει επίδραση.

Η παρούσα έρευνα προσφέρει νέα στοιχεία σχετικά με τη μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με δόνηση στη φυσική κατάσταση μεσήλικων γυναικών, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης, αλλά και την προαγωγή της υγείας (πρόληψη και αντιμετώπιση παθήσεων και τραυματισμών). Από την παρούσα μελέτη, αλλά και από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, προέκυψε ότι τα μακροχρόνια προγράμματα άσκησης με αμφίπλευρη δόνηση δεν είναι τόσο αποτελεσματικά όσον αφορά στη βελτίωση των φυσικών ικανοτήτων, όπως η αερόβια ικανότητα, η κινητικότητα, η κατακόρυφη αλτική ικανότητα και η δύναμη ενήλικων ατόμων, συγκριτικά με τα μακρόχρονα προγράμματα άσκησης με τη χρήση κατακόρυφης δόνησης. Επιπλέον, το γεγονός ότι σε κάποιες μεταβλητές (κατακόρυφη αλτική ικανότητα, κινητικότητα) υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση για την ομάδα δόνησης, χωρίς όμως να υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ομάδων, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένα πιο έντονο πρωτόκολλο άσκησης (συχνότητα άνω των 25Hz) ή μεγαλύτερη διάρκεια προγράμματος (άνω των 8 εβδομάδων) ή η εφαρμογή δυναμικών ασκήσεων πάνω στην πλατφόρμα αμφίπλευρης δόνησης ή τέλος συνδυασμός των παραπάνω, μπορούν, ενδεχομένως, να προκαλέσουν θετικές επιδράσεις στη φυσική κατάσταση των μεσήλικων γυναικών.

Τα άτομα μέσης ηλικίας αποτελούν την πλέον παραγωγική ομάδα της κοινωνίας, καθώς επίσης είναι εκείνα που ασχολούνται με την άθληση και την άσκηση, γενικότερα, γεγονός που κάνει επιτακτική την ανάγκη για διατήρηση ή/και βελτίωση της φυσικής τους κατάστασης από τους επιστήμονες υγείας. Η άσκηση με δόνηση αποτελεί έναν καινούριο πιθανό τρόπο διατήρησης της σωματικής υγείας, ο οποίος βρίσκεται ακόμη υπό μελέτη. Παρόλο που υπάρχουν αρκετές ενδείξεις ως προς τη θετική επίδραση άσκησης με δόνηση στον άνθρωπο, μελλοντική έρευνα κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να εξεταστεί αν η δόνηση αποτελεί έναν ευεργετικό τρόπο άσκησης, προσφέροντας ικανοποιητική εκγύμναση με ενδεχομένως, μικρό κόστος σε χρόνο και κόπο.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abercromby, A.F.J., Amonette, W.E., Layne, C.S., McFarlin, B.K., Hinman, M.R. & Paloski, W.H. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 1794-1800.
- Abrahámová, D., Mancini, M. Hlavacka, F. & Chiari, L. (2009). The age-related changes of trunk responses to Achilles tendon vibration. *Neuroscience Letters*, 467, 220-224.
- Adamo, D.E., Martin, B.J. & Johnson, P.W. (2002). Vibration induced muscle fatigue a possible contribution to musculoskeletal injury. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 134-140.
- Adams, J.B., Edwards, D., Serviette, D., Bedient, A.M., Huntsman, E., Jacobs, K.A., et al. (2009). Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximize power output following acute whole-body vibration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 237-245.
- Ahlborg, L., Andersson, C. & Julin, P. (2006). Whole body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 38, 302-8.
- Albasini, A., Krause, M. & Rembitzki, I. (2010). *Using whole body vibration in physical therapy and sport*. Edinburgh, Churchill Livingstone Elsevier.
- Andrews, A. W., Thomas, M. W. & Bohannon, R. W. (1996). Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Physical Therapy*, 76, 248-259.
- Annino, G., Padua, E., Castagna, C., Salvo, V., Minichella, S., Tsarpela, O., et al., (2007). Effect of Whole Body Vibration Training on Lower Limb Performance in Selected High- Level Ballet Students. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1072-1076.

- Arias, P., Chouza, M., Vivas, J. & Cudeiro, J. (2009). Effect of Whole Body Vibration in Parkinson's Disease: A Controlled Study. *Movement Disorders*, 24(6), 891-898.
- Baltzopoulos, V. & Kellis, E. (1998). *Isokinetic strength during childhood and adolescence*. In: E. van Praagh (Ed), *Pediatric Anaerobic Performance* (pp. 225-240). Illinois: Human Kinetics.
- Bazett-Jones, D.M., Finch, H.W. & Dugan, E.L. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 144-150.
- Bautmans, I., Van Hees, E., 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. *BMC Geriatrics*, 5, 17-20.
- Blottner, D., Salanova, M., Püttmann, B., Schiffel, G., Felsenberg, D., Buehring, B., et al. (2006). Human skeletal muscle structure and function preserved by vibration muscle exercise following 55 days of bed rest. *European Journal of Applied Physiology*, 97(3), 261-71.
- Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A., Troosters, T., Boonen, S. & Vershueren, S. (2009). Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age and Ageing*, 38, 448-454.
- Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, A.L. & Boonen, S. (2007). Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait and Posture*, 26, 309-316.
- Bosco, C., Lacovelli, M., 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.

- Bosco, C., Colli, R., Cardinale, M., Tsarpela, O. & Bonifazi, M. (1999). The effect of whole body vibration on mechanical behavior of skeletal muscle and hormonal profile. In G. Lyritis (Ed.), *Musculo-Skeletal Interactions, Vol. 2*, Greece: Hylonome Editions, Hellenic Institute of Osteoporosis.
- Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., Colli, R., Tihanyi, J., von Duvillard, S.P., et al., (1998). The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biology of Sport*, 15, 157-164.
- Bosco, C. (1995). *Αξιολόγηση της ταχυδύναμης*. Θεσσαλονίκη: Σάλτο.
- Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 273-282.
- Bradley, P., Olsen, P. & Portas, M. (2007). The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 223-226.
- Brauer, S., Burns, Y. & Galley, P. (1999). Lateral reach: a clinical measure of medio-lateral postural stability. *Physiotherapy Research International*, 4(2), 81-88.
- Bressel, E., Smith, G. & Branscomb, J. (2010). Transmission of whole body vibration in children while standing. *Clinical Biomechanics*, 25, 181-186.
- Bruyere, O., Wuidart, M.A., di Palma, E., Gourlay, M., Ethgen, O., Richey, F., et al., (2005). Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 303-307.
- Buckle, P.W. & Devereux, J.J. (2002). The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 33(3), 207-217.

- Busse, M., E. & Tyson, S. F. (2007). Functional balance and mobility tests in healthy participants: Reliability, error and influencing factors. *Physiotherapy Research International*, 12(4): 242 – 250.
- Cardinale, M. & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31(1), 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*, 99(3), 195-206.
- Cardinale, M. & Rittweger, J. (2006). Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact of fiction? *Journal of British Menopause Society*, 12(1), 12-18.
- Cardinale, M. & Wakeling, J. (2005). Whole-body vibration exercise: are vibrations good for you? *British Journal of Sports Medicine*, 39, 585-589.
- Carlsoo, S. (1982). The effect of vibration on the skeleton, joints and muscles. *Applied Ergonomics*, 14(4), 251-258.
- Cheung, W., Mok, H., Oin, L., Sze, P., Lee, K. & Leung, K. (2007). High- Frequency Whole- Body Vibration Improves Balancing Ability in Elderly Women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 852-857.
- Cochrane, D.J., Sartor, F., Winwood, K., Stannard, S.R., Narici, M.V., & Rittweger, J. (2008). A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89, 815-821.
- Cochrane, D. & Stannard, S. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 860-865.

- Cochrane, D.J., Legg, S.J. & Hooker M.J. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 828-832.
- Cronin, J., McLaren, A., & Bressel, E. (2004). The effects of whole body vibration on jump performance in dancers. *Journal of Human Movement Studies*, 47, 237-251.
- Γεροδήμος, Β., Γιαννακός, Α., Μπλέτσου, Ε., Μάνου, Β, Ιωακειμίδης, Π. & Κέλλης, Σ. (2006). Σχέση κατακόρυφης αλτικότητας και ισοκινητικής ροπής δύναμης εκτεινόντων μυών του γονάτου και της ποδοκνημικής άρθρωσης σε καλαθοσφαιριστές αναπτυξιακών ηλικιών. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό*, 4, 449-454.
- Da Silva, M., Nunez, V., Vaamonde, D., Fernandez, J., Poblador, M, Garcia- Manso, J., et al. (2006). Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance. *Biology of Sport*, 23, 267-282.
- Deschenes, M. & Kraemer, W. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(11): 3-16.
- Delecluse, C., Roelants, M, Diels, R., Koninckx, E. & Verschueren, S. (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 662-668.
- Delecluse, C., Roelants, M. & Verschueren, S. (2003). Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 1033-1041.
- deRuiter, C. J., Van Raak, S. M., Schilperoort, J. V., Hollander, A. P. & De Haan A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *European Journal in Applied Physiology*, 90, 595-600.

- Di Giminiani, R., Tihanyi, J., Safar, S. & Scrimaglio, R. (2009). The effects of vibration on explosive and reactive strength when applying individualized vibration frequencies. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 169-177.
- Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., et al. (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of endocrinological investigation*, 27, 323-327.
- Docherty, D. (1996). Field Tests and Test Batteries. In D. Docherty (ed.), *Measurement in Pediatric exercise science* (pp. 285-330). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J. & Studenski, S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 45(6), 192-197.
- Ebersbach, G., Edler, D., Kaufhold, O. & Wissel, J. (2008). Whole Body Vibration Versus Conventional Physiotherapy to Improve Balance and Gait in Parkinson's Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89, 399-403.
- Eklund, G. & Hegbath, K.E. (1966). Normal variability of tonic vibration reflex. *Experimental Neurology*, 16, 80-92.
- Epperson, T.A. (2009). *The effect of whole-body vibration platform training on hamstring flexibility*. Αδημοσίευτη Διδακτωρική Διατριβή, Brigham Young University. Brigham, UK.
- 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.
- Feland, J.B., Hawks, M., Hopkins, J.T., Hunter, I., Johnson, A.W. & Eggett, D.L. (2010). Whole body vibration as an adjunct to static stretching. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 584-589.

- Fjeldstad, C., Palmer, I. J., Bemben, M. G., & Bemben, D. A. (2009). Whole-body vibration augments resistance training effects on body composition in postmenopausal women. *Maturitas*. (υπό δημοσίευση)
- Fricke, O., Semler, O., Land, C., Beccard, R., Thoma, P., & Schoenau, E. (2009). Hormonal and metabolic responses to whole body vibration in healthy adults. *The Endocrinologist*, 19, 24-30.
- Fukashiro, S. & Komi, P.V. (1987). Joint Movement and Mechanical Power Flow of the Lower Limb During Vertical Jumping. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 15-21.
- Gerhardsson, L., Balogh, I., Hambert, P.A., Hjortsberg, U. & Karlsson, J.E. (2005). Vascular and nerve damage in workers exposed to vibrating tools. The importance of objective measurements of exposure time. *Applied Ergonomics*, 36, 55-60.
- Gerodimos, V., Zafeiridis, A., Karatrantou, K., Vasilopoulou, T., Chanou, K. & Pispirikou, E. (2010). The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(4), 438-443.
- Goats, G. C. (1994). Massage – the scientific basis of an ancient art: part1. The techniques. *British Journal of Sports Medicine*, 28(3), 149-152.
- Gordon, C. C., Chumlea, W. C. & Roche, A. R. (1988). *Stature, recumbent length, and weight*. In: T. G. Lohman, A. F. Roche & R. Martorell (Eds), *Anthropometric Standardization Reference* (pp. 3-8). Manual Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Griffin, M., J. (1996). *Handbook of human vibration*. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Guyton, A.C. (2001). *Η Φυσιολογία του ανθρώπου*. 5^η έκδοση. Μετάφραση-Επιμέλεια: Α. Ευαγγέλου. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας.

- Gusi, N., Parraca, J.A., Olivares, P.R., Leal, A. & Adsuar, J.C. (2010). Tilt vibratory exercise improves the dynamic balance in fibromyalgia: a randomized controlled trial. *Arthritis Care and Research*, article in press.
- 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, 92-80.
- Haas, C.T., Turbanski, S., Kessler, K. & Schmidtbleicher, D. (2006). The effects of random whole-body vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *Neurorehabilitation*, 21, 29-36.
- Hageman, P.A., Leibowitz, M.J. & Blanke, D. (1995). Age and gender effects on postural control measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 961-965.
- Holmes, D., S. & McGilley, B., M. (1987). Influence of a brief aerobic training program on heart rate and subjective response to a psychologic stressor. *Psychosomatic Medicine*, 49, 366-374.
- Hubley, C. & Wells, R. (1983). A work-energy approach to determine individual joint contributions to vertical jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 247-254.
- Heyward, V. H. & Stolarczyk, L. M. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics.
- Hunter G.R., McCarthy J.P. & Bamman M.M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34, 329-48.
- Isles, R. C., Low Choy, N. L., Steer, M. & Nitz, J. C. (2004). Normal values of balance tests in women aged 20-80. *Journal of the American Geriatric Society*, 52, 1367-1372.

- Issurin, V.B. & Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Journal of Sports Sciences*, 17, 177-182.
- Issurin, V.B., Liebermann, D.G. & Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *Journal of Sports and Sciences*, 12, 561-566.
- Issurin, V.B. (2005). Vibrations and their applications in sport: A review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 324-336.
- 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 post-menopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clinical and Experimental Research*, 17, 157-163.
- Jackson, A. & Langford, N. J. (1989). The criterion-related validity of the sit and reach test: replication and extension of previous findings. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60, 384-387.
- Jackson, K. J., Merriman, H. L., Vanderburgh, P. M. & Brahler, C. J. (2008). Acute Effects of Whole-Body Vibration on Lower Extremity Muscle Performance in Persons with Multiple Sclerosis. *Journal of Neurological Physical Therapy*, 32, 171-176.
- Jacobs, P. L. & Burns, P. (2009). Acute enhancement of lower extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. *Journal of strength and conditioning research*, 23, 51-7.
- 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 Conditional Research*, 19(2), 459-466.

- Kage, H., Okuda, M., Nakamura, I., Kunitsugu, I., Sugiyama, S. & Hobara, T. (2009). Measuring methods for functional reach test: comparison of 1-arm reach and 2-arm reach. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 2103-2107.
- Kanawabe, K., Kawashima, A., Sashimoto, I., Takeda, T., Sato, Y., & Iwamoto, J. (2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio Journal of Medicine*, 56, 28-33.
- Kane, R., A. Functional Capacity. *Encyclopedia of Public Health*. Lester Breslow (ed). Ημερομηνία ανάκτησης: 5-2-11.
<http://www.enotes.com/public-health-encyclopedia/functional-capacity>
- Kaneko, C., Hagiwara, T. & Maeda, S. (2005). Evaluation of whole-body vibration by the category judgment method. *Industrial Health*, 43, 221-232.
- Καρατράντου, Κ. (2010). *Η επίδραση ενός βραχυχρόνιου προγράμματος άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην κινητικότητα, τη δύναμη και την ισχύ νεαρών γυναικών*. Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τρίκαλα, Ελλάδα.
- Kersch-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., et al., (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical Physiology*, 21, 377-382.
- Kitazaki, S. & Griffin, M., J., (1998). Resonance behaviour of the seated human body and effects of posture. *Journal of Biomechanics*, 31, 143-149.
- Lindsay, D.T. (1996). *Functional Human Anatomy*. St Louis: Mosby Publications.
- Lorenzen, C., Maschette, W., Koh, M. & Wilson, C. (2009). Inconsistent use of terminology in whole body vibration exercise research. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 676-678.

- Lundstrom, L., Holmlund, P. & Lindberg, L. (1998). Absorption of energy during vertical whole-body vibration exposure. *Journal of Biomechanics*, 31, 317-326.
- Luo, J., McNamara, B. & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine*, 35, 23-41.
- Lythgo, N., Eser, P., de Groot, P., & Galea, M. (2009). Whole-body vibration dosage alters leg blood flow. *Clinical Physiology & Functional Imaging*, 29, 53-59.
- Machado, A., Garcia-Lopez, D., Gonzalez-Gallego, J. & Garatachea, N. (2010). Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(20), 200-207.
- Marin, P. & Rhea, M. (2010). Effects of vibration training on muscle strength: A meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research*, (υπό δημοσίευση).
- Mester, J., Kleinoder, H. & Yue, Z. (2006). Vibration training: benefits and risks. *Journal of Biomechanics*, 39, 1056-1065.
- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Maohammad, N. I., Rogers, C. & DeKlerk, M. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1140-1147.
- Moezy, A., Olyaei, G., Hadian, M., Razi, M. & Faghihzadeh, S.A. (2008). A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 373-385.
- Molczyk, L., Thigpen, L. K., Eickhoff, J., Goldgar, D. & Gallagher, J. C. (1991). Reliability of testing the knee extensors and flexors in healthy adult women using a cybex II isokinetic dynamometer. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 14, 37-41.

- Moir, G., Shastri, P. & Connaboy, C. (2008). Intersession reliability of vertical jump height in women and men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1779–1784.
- Ness, L.L. & Field-Fote, E.C. (2009). Whole-body vibration improves walking function in individuals with spinal cord injury: A pilot study. *Gait and Posture*, 30, 436-440.
- Newton, R. A. (2001). Validity of the Multi-Directional Reach Test: A Practical Measure for Limits of Stability in Older Adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 56A(4), 248-252.
- Nishiyama, K., Taoda, K. & Kitahara, T. (1998). A decade of improvement in whole-body vibration and low back pain for freight container tractor drivers. *Journal of Sound and Vibration*, 215(4), 635-642.
- Norrbrand, L., Fluckey J. D. & Pozzo, M. (2008). Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size. *European Journal of Applied Physiology*, 102, 271-281.
- Paradisis, G. & Zacharogiannis, E. (2007). Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 44-49.
- Pel, J. J. M., Bagherib, J., van Dama, L. M., van den Berg-Emons, H. J. G., Horemans, L. D., Stamb, H. J. & van der Steena, J. (2009). Platform accelerations of three different whole-body vibration devices and the transmission of vertical vibrations to the lower limbs. *Medical Engineering & Physics*, 31(8): 937-944.
- Perrin, D. H. (1993). *Isokinetic exercise and assessment*. Campaign. Illinois: Human Kinetics.
- Poehlman, E.,T., Denino, W.,F., Beckett, T., Kinaman, K.,A., Dionne, I.,J., Dvorak, R. et al. (2002). Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87, 1004-1009.

- Pollock, R.,D., Woledge, R.,C., Mills, K.,R., Martin, F.,C. & Newham, Di J. (2010). Muscle activity and acceleration during whole body vibration: Effect of frequency and amplitude. *Clinical Biomechanics*, 25(8), 840-846.
- Raimundo, A., Gusi, N. & Tomas-Carus, P. (2009). Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 106(5): 741-748.
- Rauch, F. (2009). Vibration therapy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51, 166-168.
- Rees, S. S., Murphy, J., A. & Watsford, M. L. (2008). Effects of whole body vibration exercise on lower extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 88, 462-470.
- Rees, S., Murphy, A. & Watsford, M. (2007). Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *Journal of Aging and Physical Activity*, 15, 367-381.
- Rehn, B., Lidstrom, J., Skoglund, J. & Lindstrom, B. (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17, 2-11.
- Rhea, M. R., Bunker, D., Marín, P. J. & Lunt, K. (2009). Effect of iTonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1677-82.
- Ribot-Ciscar, E., Rossi-Durand, C., & Roll, J.P. (1998). Muscle spindle activity following muscle tendon vibration in man. *Neuroscience Letters*, 258, 147-150.
- Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 877-904.

- 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.
- Rittweger, J., Schiessl, H., & Felsenberg, D. (2001). Oxygen uptake during whole- body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 169-173.
- Rittweger, J., Beller, G. & Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*, 20, 134-142.
- Roelants, M., Verschueren, S.M. P., Delecluse, C., Levin, O. & Stijnen, V. (2006). Whole-Body vibration induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 124-129.
- Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M. & Verschueren, S. (2004a). Effects of 24 weeks of whole-body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 1-5.
- Roelants, M., Delecluse, C. & Verschueren, S. (2004b). Whole-Body-Vibration Training Increases Knee-Extension Strength and Speed of Movement in Older Women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52, 901–908.
- Romaiguere, P., Vedel, J.P., Azulay, J.P., & Pagni, S. (1991). Differential activation of motor units in the wrist extensor muscles during the tonic vibration reflex in man. *Journal of Physiology*, 444, 645-667.
- Rønnestad, B. (2009). Acute effects of various whole-body vibration frequencies on lower-body power in trained and untrained subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1309-1315.
- Rubin, C., Pope, M., Fritton, J.C., Magnusson, M., Hansson, T. & McLeod, K. (2003). Transmissibility of 15Hz to 35Hz vibrations to the human hip and lumbar spine: determining the physiologic feasibility of delivering low-level anabolic mechanical

stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis. *Spine*, 28(23), 2621-2627.

Savelberg, H.H.C.M., Keizer, H.A. & Meijer, K. (2007). Whole-body vibration induced adaptation in knee extensors; consequences of initial strength, vibration frequency, and joint angle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 589-593.

Schuhfried, O., Mittermaier, C., Jovanovic, T., Pieber, K. & Paternostro-Sluga, T. (2005). Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 19, 834-42.

Schyns, F., Paul, L., Finlay, K., Ferguson, C. & Noble, E. (2009). Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. *Clinical Rehabilitation*, 23, 771-781.

Sheffield L. T., Maloof, J. A., Sawyer, J. A. & Roitman, D. (1978). Maximal heart rate and treadmill performance of healthy women in relation to age. *Circulation*, 57, 79-84.

Silva-Grigoletto, M.D., Vaamonde, D., Castillo, E., Poblador, M., Garcia-Manso, J. & Lancha, J. (2009). Acute and cumulative effects of different times of recovery from whole body vibration exposure on muscle performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2073-2082.

Singh, J. P., Larson, M. G., Manolio, T. A., O' Donnell, C. J., Lauer, M., Evans, J. C. & Levy, D. (1999). Blood pressure response during treadmill testing as a risk factor for new-onset hypertension: the Framingham Heart Study. *Circulation*, 99, 1831-1836.

Spiliopoulou, S.I., Amiridis, I.G., Tsigganos, G., Economides, D. & Kellis, E. (2010). Vibration effects on static balance and strength. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 610-616.

Spitzenpfeil, P., Stritzker, M., Kirchbichler, A., Tusker, F., Hartmann, U. & Hartard, M (2006). Mechanical impacts to the human body by different vibration training devices. *Journal of Biomechanics*, 39, S196.

- Stewart, J.A., Cochrane, D.J. & Morton, R.H. (2009). Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 50-53.
- Takekuma, N., Rogers, N. L., Rogers, M. E., Islam, M. M., Koizumi, D. & Lee, S. (2007). Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 2036-2043.
- Tihanyi, T.K., Horvath, M., Fazekas, G., Hortobagyi, T. & Tihanyi, J. (2007). One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. *Clinical Rehabilitation*, 21, 728-93.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., et al., (2003). Effect of 8-month vertical whole-body vibration on bone, muscle performance and body balance: a randomized controlled study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 18, 876-884.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., et al. (2002a). Effect of four-month vertical whole-body vibration on performance and balance. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, 34(9), 1523-1528.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., et al. (2002b). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 22, 145-152.
- Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T. A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S. & Kannus, P. (2002c). Effect of a 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomised cross-over study. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 374-379.

- Trans, T., Aaboe, J., Henriksen, M., Christensen, R., Bliddal, H. & Lund, H. (2009). Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *The knee*, 16, 256-61.
- Tsourlou, T., Gerodimos, V., Kellis, E., Stavropoulos, N. & Kellis, S. (2003). The effects of a calisthenics and a light strength training program on lower limb muscle strength and body composition in mature women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 590-598.
- Tulppo, M.,P., Hautala, A.,J., Makikallio, T., H., Laukkanen, R.,T., Nissila, S., Hughson, R.,L. & Huikuri, H.,V. (2003). Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. *Journal of Applied Physiology*, 95, 364-372.
- Turbanski, S., Haas, C. T., Schmidtbleicher, D., Friedrich, A. & Duisberg, P. (2005). Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's Disease. *Research in Sports Medicine*, 13, 243-56.
- Tyson, S. F. & DeSouza, L. H. (2004). Reliability and validity of functional balance tests post stroke. *Clinical Rehabilitation*, 18, 916-923.
- 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.
- Vander, A., Sherman, X. & Luciano, U. (2001). *Η Φυσιολογία του ανθρώπου: μηχανισμοί της λειτουργίας του οργανισμού*. Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Ν. Γελαδάς, Μ. Τσακόπουλος. Εκδόσεις Πασχαλίδη.
- Van Nes, I.J.W., Latour, H., Schils, F., Meijer, R., van Kuijk, A. & Geurts, A.C.H. (2006). Long-Term Effects of 6-Week Whole-Body Vibration on Balance Recovery and Activities of Daily Living in the Postacute Phase of Stroke A randomized, Controlled Trial. *Stroke*, 37, 2331-5.

- Van Nes, I.J.W., Geurts, A.C.H., Hendricks, H.T. & Duysens, J. (2004). Short-term effects of whole body vibration on postural control in unilateral chronic patients. Preliminary evidence. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, 867-73.
- Verschueren, S.M.P., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D. & Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole-body vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(3), 352-359.
- Vipond, N., Knowles, G. & Hall, G. (2008). ACC Evidence Based Review: Whole body vibration training. Accident Compensation Corporation.
- Von Stengel, S., Kemmler, W., Engelke, K. & Kalender, W. A. (2010). Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: a randomized-controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, (υπό δημοσίευση).
- Walshe, A.D., Wilson, G.J. & Murphy, A.J. (1996). The validity and reliability of a test of lower body musculotendinous stiffness. *European Journal of Applied Physiology*, 73, 332-339.
- Wernick-Robinson, M., Krebs, D. E. & Giorgetti, M. M. (1999). Functional reach: does it really measure dynamic balance? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 262-269.
- Whedon, G.D., Deitrick, J.E. & Shorr, E. (1949). Modification of the effects of immobilization upon metabolic and physiologic functions of normal men by the use of an oscillating bed. *American Journal of Medicine*, 6(6), 684-711.
- WHO (1998). Report of a WHO consultation on obesity. Preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organisation.

- Weir, L.,L., Weoir, J.,P., Housh, T.,J. & Johnson, G.,O. (1997). Effect of an aerobic training program on physical working capacity at heart rate threshold. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 351-356.
- Yim-Chiplis, P., K. & Talbot, L., A. (2000). Defining and measuring balance in adults. *Biological Research for Nursing*, 1, 321-331.
- Youdas, J., W., Krause, D. A. & Hollman, J. H. (2008). Validity of hamstring muscle length assessment during the sit-and-reach test using an inclinometer to measure hip joint angle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 303-309.
- Yue, Z., Kleinoder, H., de Marees, M., Wahl, P. & Mester, J. (2007). On the cardiovascular effects of whole-body vibration. Part II. Lateral Effects: Statistical Analysis. *Studies in Applied Mathematics*, 119, 111-125.
- Χάνου, Κ., Γεροδήμος, Β., Καρατράντου, Ν., Ζήση, Β., Τζιαμούρτας, Α., Τσιόκανος, Α. & Κρίκη, Θ. (2009). Ολόσωμη δόνηση και άσκηση. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή και τον Αθλητισμό*, 7, 39-56.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Ι.

Έγκριση της διεξαγωγής της έρευνας από την επιτροπή βιοηθικής του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας

Τρίκαλα: 12/05/2010
 Αριθμ. Πρωτ.: 228

Αίτηση Εξέτασης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο: Η επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στη φυσική κατάσταση μεσήλικων γυναικών

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Δρ. Γεροδήμος Βασίλειος

Κύριος/α ερευνητής/τρια - φοιτητής/τρια: Χάνου Κωνσταντίνα

Ίδρυμα & Τμήμα: ΤΕΦΑΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
 (να αναφερθούν και τα συνεργαζόμενα αν υπάρχουν)

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι:

Ερευνητικό πρόγραμμα Διδακτορική διατριβή Διπλωματική εργασία Ανεξάρτητη έρευνα

Email επικοινωνίας:

Η Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. **21/14-4-2010** συνεδρίαση εγκρίνει την διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο πρόεδρος της επιτροπής
 Βιοηθικής και Δεοντολογίας

Τζιαμούρτας Αθανάσιος
 Επίκουρος Καθηγητής

Παράρτημα ΙΙ.

Ερωτηματολόγιο εξέτασης της κατάστασης της υγείας των δοκιμαζόμενων
(Τροποποιημένο για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας από το Κέντρο
Έρευνας και Αξιολόγησης της Φυσικής Απόδοσης του Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας)

ΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο:

I.D.:

Ημερομηνία:

Ημερομηνία γέννησης:

(Σημειώστε X αν ισχύει)

ΙΣΤΟΡΙΚΟ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

(Είχατε ποτέ;)

- Φύσημα στην καρδιά ()
Υψηλή αρτηριακή πίεση ()
Κάποιο καρδιακό πρόβλημα ()
Αρτηριακή ασθένεια ()
Φλεβικούς κισσούς ()
Πνευμονική ασθένεια ()
Εγχειρήσεις ()
Τραυματισμούς στη μέση,
στα γόνατα, στην ποδοκνημική ()
Επιληψία ()
Ο,τιδήποτε άλλο ()
Εξηγήστε: _____

Ιστορικό οικογενείας

Ηλικία

Συγγένεια

(Είχε κάποιος από τους συγγενείς σας;)

- Καρδιακή προσβολή ()
Υψηλή αρτηριακή πίεση ()
Υψηλά επίπεδα χοληστερίνης ()
Διαβήτη ()
Συγγενή καρδιοπάθεια ()
Εγχειρήσεις καρδιάς ()
Ο,τιδήποτε άλλο ()
Εξηγήστε: _____
Φάρμακα: _____

Συμπτωματολογία

Ημερομηνία

Συμπτωματολογία

Ημερομηνία

(Είχατε πρόσφατα;)

(Είχατε πρόσφατα;)

- Πόνο στο στήθος ()
Λαχάνιασμα ()
Αίσθηση παλμών ()
Πρήξιμο, δυσκαμψία ή
πόνο στις αρθρώσεις ()

- Αιμόπτυση ()
Βήχα στην εξάντληση ()
Πόνο στη μέση ()

Παράγοντες επικινδυνότητας**1. Κάπνισμα**

Ναι Όχι

Καπνίζετε;

Τσιγάρα

Πόσα; _____ Πόσα χρόνια; _____

Πούρα

Πόσα; _____ Πόσα χρόνια;

Πίπα

Πόσες φορές τη μέρα; _____ Πόσα χρόνια; -

Πόσων ετών ήσασταν όταν ξεκινήσατε;

Σε περίπτωση που σταματήσατε, πότε;

Γιατί;

2. Άσκηση

Συμμετέχετε σε δραστηριότητες αναψυχής;

Σε ποιες;

Πόσο συχνά;

Πόση απόσταση νομίζετε ότι περπατάτε κάθε μέρα;

Η εργασία σας είναι: Καθιστική Δραστήρια Βαριά

Έχετε δυσφορία, λαχάνιασμα ή πόνο σε υπομέγιστη άσκηση;

Παράρτημα ΙΙΙ.

Υπόδειγμα συναίνεσης δοκιμαζόμενου. (Τροποποιημένο για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας από το Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Φυσικής Απόδοσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

ΦΟΡΜΑ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ

1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Η άσκηση με δόνηση αποτελεί μια καινούρια μορφή άσκησης, για την οποία δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητός ο τρόπος που επιδρά στη φυσική κατάσταση των διαφόρων ηλικιακών ομάδων. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εξεταστεί η μακροχρόνια επίδραση της άσκησης με ολόσωμη δόνηση στην ικανότητα της κινητικότητας και της κατακόρυφης αλτικότητας, στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, στην ισορροπία, στη δύναμη των εκτεινόντων μυών του γόνατος καθώς επίσης στο βασικό μεταβολικό ρυθμό και το λιπιδεμικό προφίλ. Επιπλέον, στόχος είναι να διερευνηθεί κατά πόσο διατηρήθηκαν οι παραπάνω επιδράσεις μετά από διάστημα 2 μηνών από το τέλος του δίμηνου προγράμματος άσκησης που εφαρμόστηκε.

2. Διαδικασία μετρήσεων

Για την πραγματοποίηση της έρευνας πρέπει να επισκεφθείς το εργαστήριο που βρίσκεται στα Τ.Ε.Φ.Α.Α στα Τρίκαλα. Την πρώτη φορά που θα έρθεις, θα πραγματοποιηθεί ενημέρωση και εξοικείωση με την πλατφόρμα δόνησης και τις μετρήσεις αλλά και όλες τις δοκιμασίες που θα λάβουν χώρα. Επίσης την ίδια μέρα θα καθοριστεί και το παρουσιολόγιο ανάλογα με τις διαθέσιμες μέρες και ώρες που διαθέτεις καθώς και η ομάδα στην ομάδα θα ανήκεις. Σημειώνεται ότι θα προσπαθήσουμε όσο αυτό είναι εφικτό οι μέρες και ώρες να διατηρηθούν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος. Την επόμενη φορά που θα έρθεις, θα πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις των σωματομετρικών σου χαρακτηριστικών, όπως επίσης θα λάβουν χώρα όλες οι μετρήσεις στις οποίες εξοικειώθηκες. Οι τελευταίες θα χωριστούν σε δύο μέρες για να βελτιστοποιήσουμε τα αποτελέσματα, με μια μέρα ξεκούρασης ενδιάμεσα για να αποφύγουμε την κόπωση. Αν ανήκεις στην ομάδα δόνησης θα λάβεις μέρος και σε ένα δίμηνο πρόγραμμα ολόσωμης δόνησης. Γι' αυτό θα πρέπει να έρχεσαι στο χώρο του εργαστηρίου 3 φορές την εβδομάδα και να εκτελείς το πρωτόκολλο για το οποίο ήδη έχεις ενημερωθεί. Ο χρόνος που θα απαιτείται να είσαι στο χώρο κάθε φορά θα είναι περίπου μισή ώρα και σε αυτή τη χρονική περίοδο θα εκτελείς προθέρμανση (5 λεπτά ποδήλατο, διατάσεις 7 λεπτά), άσκηση με δόνηση (6 λεπτά) και αποθεραπεία (5 λεπτά ποδήλατο, διατάσεις 7 λεπτά). Την ίδια ακριβώς διαδικασία θα ακολουθήσεις και μετά το δίμηνο πρόγραμμα άσκησης, καθώς επίσης και μετά από 2 μήνες από το τέλος του προγράμματος. Αν ανήκεις στην ομάδα ελέγχου θα λάβεις μέρος μόνο στις αρχικές μετρήσεις και θα επαναμετρηθείς μετά από 2 και μετά από 4 μήνες. Στο διάστημα των τεσσάρων (συνολικά) μηνών, συνίσταται να μην αλλάξεις καμία από τις καθημερινές σου ή τις διατροφικές σου συνήθειες για να μην επηρεάσεις τα αποτελέσματα των μετρήσεων ανεξάρτητα από την ομάδα στην οποία ανήκεις.

3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Κατά τη διάρκεια της άσκησης με δόνηση υπάρχει μια μικρή περίπτωση να προκληθεί φαγούρα στα κάτω άκρα.

4. Προσδοκώμενες ωφέλειες

Πρώτα απ' όλα, σου δίνεται η δυνατότητα να αποκτήσεις εμπειρία με μια νέα μορφή άσκησης όπως είναι η ολόσωμη δόνηση. Τέλος, θα ενημερωθείς για τα αποτελέσματα της έρευνάς μας καθώς και για την εφαρμογή τους στην καθημερινή ζωή.

5. Δημοσίευση δεδομένων - αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σου στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείς με τη δημοσίευση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σου να μην αποκαλύπτεται σε καμία περίπτωση.

6. Πληροφορίες

Αν τυχόν σου δημιουργηθεί οποιαδήποτε απορία σχετικά με το σκοπό, τη μεθοδολογία και γενικά σχετικά με τον τρόπο πραγματοποίησης της παρούσας έρευνας, μη διστάσεις να διατυπώσεις οποιοσδήποτε απορίες ή αμφιβολίες.

7. Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σου στη συγκεκριμένη έρευνα είναι εθελοντική. Είσαι ελεύθερη να μη συναινέσεις ή να διακόψεις τη συμμετοχή σου όποτε επιθυμείς.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα εκτελέσω. Συναινώ να συμμετέχω στην εργασία.

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή
συμμετέχοντος

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή
παρατηρητή

Υπογραφή ερευνητή

Ημερομηνία: __/__/__

Παράρτημα IV.

Επιστολή προς τον καρδιολόγο προκειμένου να χορηγήσει πιστοποιητικό υγείας των δοκιμαζόμενων.

Τρίκαλα, 05 Μαρτίου 2009

Αγαπητέ/ή Κύριε/Κυρία,

Η παρούσα κυρία θα συμμετάσχει σε μια έρευνα που θα ξεκινήσει στα ΤΕΦΑΑ στα πλαίσια της διδακτορικής μου διατριβής το μήνα Απρίλιο. Η έρευνα θα αφορά σε γυναίκες ηλικίας 37-50 ετών, οι οποίες θα συμμετάσχουν σε ένα δίμηνο πρόγραμμα μιας νέας ήπιας μορφής άσκησης: την άσκηση με ολόσωμη δόνηση. Πριν από την έναρξη του προγράμματος, οι γυναίκες θα πραγματοποιήσουν μια σειρά από μετρήσεις μεταξύ των οποίων θα είναι:

- Η αξιολόγηση της ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος που θα μετρηθεί σε ισοκινητικό μηχάνημα Cybex και
- Η αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας σε εργομετρικό διάδρομο χρησιμοποιώντας καρδιοσφυγμόμετρο polar (Το πρωτόκολλο θα περιλαμβάνει 15 λεπτά γρήγορο περπάτημα με ταχύτητα 6km/h και σε κλίση 3 %).

Οι ίδιες μετρήσεις θα επαναληφθούν 2 μήνες καθώς και 4 μήνες μετά το τέλος του προγράμματος άσκησης, προκειμένου να καταγραφεί, αρχικά, αν υπάρχουν προσαρμογές από την άσκηση στα διάφορα συστήματα και επιπλέον, αν αυτές διατηρήθηκαν μέσα στους επόμενους 2 μήνες μετά το τέλος του προγράμματος.

Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, θα σας παρακαλούσα να εξετάσετε τη συμμετέχουσα και να χορηγήσετε (αν είναι εφικτό) βεβαίωση ότι μπορεί να ακολουθήσει το παραπάνω πρόγραμμα.

Ευχαριστώ πολύ εκ των προτέρων για το χρόνο που διαθέσατε.

Με τιμή,

Κωνσταντίνα Χάνου

Φυσικοθεραπεύτρια, MSc

Υποψήφια Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Υπότροφος του Ι.Κ.Υ. για τα ακαδημαϊκά έτη 2005-2006, 2007-2009

ΥΓ. Για οποιαδήποτε πληροφορία μη διστάσετε να επικοινωνήσετε μαζί μου στα τηλέφωνα: 24310 25234 και 6936190191.

Παράρτημα V.

Καρτέλα καταγραφής προσωπικών στοιχείων και πρωτόκολλα μετρήσεων.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Ημερομηνία:

Μέτρηση: pre post after

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:

Όνοματεπώνυμο	Διεύθυνση	Τηλέφωνο

ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ:

Ημερ/νία γέννησης	Ύψος	Βάρος	BMI

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ:

SJ ₁	SJ ₂	SJ ₃			
CMJ ₁	CMJ ₂	CMJ ₃	FLEX ₁	FLEX ₂	FLEX ₃
FRT ₁	FRT ₂	FRT ₃	LRT ₁	LRT ₂	LRT ₃

Cybex:

Μετρήσεις	IM25° AP	IM65° AP	IM25° ΔΕ	IM65° ΔΕ
1 ^η				
2 ^η				
3 ^η				
4 ^η				
5 ^η				
6 ^η				

Παράρτημα VI.

Έλεγχος κανονικής κατανομής με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a		Kolmogorov-Smirnov ^a		Kolmogorov-Smirnov ^a	
	(ΟΑ+ΟΕ)		(ΟΑ)		(ΟΕ)	
	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.
Μέγιστη καρδιακή συχνότητα	0.51	0.96	0.51	0.96	0.64	0.81
Μέση καρδιακή συχνότητα	0.38	1.00	0.36	1.00	0.53	0.94
Κινητικότητα	0.60	0.86	0.66	0.77	0.50	0.97
Άλμα από ημικάθισμα	0.56	0.92	0.41	1.00	0.55	1.00
Άλμα με αντίθετη κίνηση	0.59	0.88	0.57	0.90	0.63	0.82
Ομόκεντρη ροπή δύναμης καμπτήρων (ΠΠ)	0.49	0.97	0.62	0.84	0.64	0.81
Ομόκεντρη ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΠΠ)	0.42	1.00	0.42	0.99	0.70	0.72
Ομόκεντρη ροπή δύναμης καμπτήρων (ΑΠ)	0.67	0.77	0.93	0.35	0.84	0.47
Ομόκεντρη ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΑΠ)	0.38	1.00	0.57	0.91	0.42	0.99
Ισομετρική ροπή δύναμης καμπτήρων (ΠΠ)	0.63	0.82	0.62	0.84	0.40	1.00
Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΠΠ)	0.53	0.94	0.71	0.70	0.47	0.98
Ισομετρική ροπή δύναμης καμπτήρων (ΑΠ)	0.40	1.00	0.49	0.97	0.42	0.99
Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΑΠ)	0.66	0.86	0.61	0.85	0.58	0.89
FRT max (ΧΠ)	0.45	0.99	0.48	0.97	0.43	0.99
FRT average (ΧΠ)	0.42	0.99	0.64	0.81	0.53	0.77
FRT max (ΑΧ)	0.74	0.64	0.76	0.61	0.67	0.77
FRT average (ΑΧ)	0.76	0.62	0.77	0.60	0.53	0.95
LRT max (ΧΠ)	0.92	0.97	0.39	1.00	0.49	0.97
LRT average (ΧΠ)	0.52	0.95	0.44	0.99	0.63	0.83
LRT max (ΑΧ)	0.63	0.82	0.62	0.84	0.46	0.99
LRT average (ΑΧ)	0.60	0.87	0.77	0.60	0.62	0.83

^a Τα δείγματα ακολουθούν κανονική κατανομή.

ΟΑ: ομάδα δόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου, ΠΠ: πόδι προτίμησης, ΑΠ: άλλο πόδι, ΧΠ: χέρι προτίμησης, ΑΧ: άλλο χέρι

Παράρτημα VII.

Έλεγχος ομοιογένειας των διακυμάνσεων με τη χρήση του Mauchly's Test
of Sphericity W

Test of Homogeneity of Variances			
Μεταβλητές	Mauchly's Test of Sphericity W		
	Statistic	df	Sig.
Σωματική μάζα	0.95	2	0.51
Κινητικότητα	0.79	2	0.04*
Άλμα από ημικάθισμα	0.89	2	0.20
Άλμα από ημικάθισμα #	0.91	2	0.28
Άλμα με αντίθετη κίνηση	0.97	2	0.63
Άλμα με αντίθετη κίνηση#	0.98	2	0.74
Σύγκεντρη ροπή δύναμης καμπτήρων (ΠΠ)	0.84	2	0.09
Σύγκεντρη ροπή δύναμης καμπτήρων (ΠΠ)#	0.88	2	0.17
Σύγκεντρη ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΠΠ)	0.83	2	0.08
Σύγκεντρη ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΠΠ)#	0.85	2	0.11
Σύγκεντρη ροπή δύναμης καμπτήρων (ΑΠ)	0.83	2	0.09
Σύγκεντρη ροπή δύναμης καμπτήρων (ΑΠ)#	0.77	2	0.03*
Σύγκεντρη ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΑΠ)	0.99	2	0.83
Σύγκεντρη ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΑΠ)#	0.99	2	0.90
Ισομετρική ροπή δύναμης καμπτήρων (ΠΠ)	0.90	2	0.26
Ισομετρική ροπή δύναμης καμπτήρων (ΠΠ)#	0.96	2	0.58
Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΠΠ)#	0.86	2	0.13
Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΠΠ)	0.76	2	0.02*
Ισομετρική ροπή δύναμης καμπτήρων (ΑΠ)	0.88	2	0.19
Ισομετρική ροπή δύναμης καμπτήρων (ΑΠ)#	0.96	2	0.61
Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΑΠ)	0.69	2	0.01*
Ισομετρική ροπή δύναμης εκτεινόντων (ΑΠ)#	0.75	2	0.02*
FRT max (ΧΠ)	0.99	2	0.83
FRT average (ΧΠ)	0.98	2	0.80
FRT max (ΑΧ)	0.84	2	0.09
FRT average (ΑΧ)	0.94	2	0.46
LRT max (ΧΠ)	0.76	2	0.02*
LRT average (ΧΠ)	0.75	2	0.02*
LRT max (ΑΧ)	0.91	2	0.28
LRT average (ΑΧ)	0.91	2	0.29

Όπου # παρουσιάζονται οι σχετικές τιμές των μεταβλητών.

Όπου * δεν υπάρχει ομοιογένεια διακυμάνσεων.