



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

***Η επίδραση της ολικής σωματικής δόνησης  
στην ικανότητα στατικής και δυναμικής ισορροπίας  
σε υγιή νεαρά άτομα***

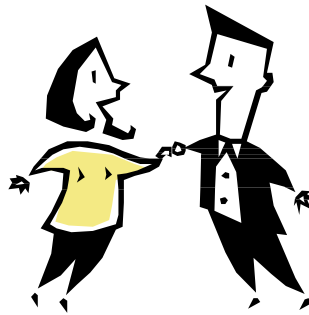
Διπλωματική εργασία του:

***Κωνσταντίνου Π. Βαή***

Επιβλέπων καθηγητής:  
Αναπλ. Καθηγητής Εμβιομηχανικής  
**Παναγιώτης Β. Τσακλής, PhD**

Θεσσαλονίκη 2007

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ



Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αν. Καθηγητή Εμβιομηχανικής κ. Παναγιώτη Τσακλή για τις πολύτιμες συμβουλές του, σε θέματα που οι γνώσεις μου δεν επαρκούσαν και για την επίβλεψη της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης ευχαριστώ τον καθηγητή βιοκινητικής κ. Ηρακλή Κόλλια για την παραχώρηση του εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, όπως και για τις συμβουλές του.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμμετέχοντες σε αυτή την έρευνα, για την εξαιρετική συνεργασία και όλους όσους με βοήθησαν στο να βρω υλικό για την εργασία μου και με υποστήριξαν κατά τη διάρκεια περάτωσή της.

## **Κατάλογος περιεχομένων**

<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b> .....	1
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	3
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	3
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	
Ισορροπία.....	4
Κέντρο Βάρους.....	5
Ισορροπία και Νευρικό σύστημα.....	6
Προπόνηση Ισορροπίας.....	9
<b>Ολική Σωματική Δόνηση</b>	
Ιστορική Αναδρομή.....	11
Γενική Προσέγγιση.....	12
Φυσιολογία Ολικής Σωματικής Δόνησης.....	13
Παράμετροι Ολικής Σωματικής Δόνησης.....	14
Παράγοντες που επηρεάζουν την προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης.....	15
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</b>	
Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης -Μυϊκή Ενδυνάμωση.....	16
Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης –	
Φυσιολογικές Προσαρμογές.....	17
Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης – Οστά.....	18
Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης –Ισορροπία.....	19
Σκοπός της έρευνας .....	22
Σημαντικότητα της έρευνας .....	22
Οριοθέτηση και περιορισμοί της έρευνας .....	23
Ερευνητικές υποθέσεις .....	23
Μηδενικές υποθέσεις .....	23

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟΙΙΙ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Δείγμα.....	24
Υλικοτεχνικός εξοπλισμός.....	24
Μέτρηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών.....	25
Πειραματικός Σχεδιασμός .....	26
Πειραματική Διαδικασία .....	27
Στατιστική Ανάλυση.....	29

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

Διποδική στάση.....	30
Στάση Tandem.....	31
Δοκιμασία Sit and stand	
α) Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης (Κ.Π.).....	32
β) Πρόσθια μετατόπιση του Κ.Π.....	33
γ) Σχέση μεταξύ ταχύτητας μετατόπισης του ΚΠ και της μετατόπισης του ΚΠ.....	34
Συζήτηση.....	35

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>37</b>
--------------------------	-----------

## **Κατάλογος πινάκων**

Πίνακας 1: Πίνακας αναλυτικής καταγραφής σχεδιασμού της έρευνας .....	26
Πίνακας 2: Πίνακας αναλυτικής καταγραφής σχεδιασμού της πειραματικής διαδικασίας .....	28
Πίνακας 3: Πίνακας αναλυτικής καταγραφής ανεξαρτήτων και εξαρτημένων μεταβλητών.....	29
Πίνακας 4: Πίνακας Σύγκρισης αποτελεσμάτων της ταχύτητας του κέντρου πίεσης (cop velocity) κατά την διποδική στάση.....	30
Πίνακας 5: Πίνακας σύγκρισης αποτελεσμάτων της ταχύτητας του κέντρου πίεσης (cop velocity) κατά την στάση tandem με αριστερό πόδι μπροστά.....	31
Πίνακας 6: Πίνακας σύγκρισης αποτελεσμάτων της ταχύτητας του κέντρου πίεσης (cop velocity) κατά την στάση tandem με δεξί πόδι μπροστά.....	31
Πίνακας 7: Πίνακας σύγκρισης αποτελεσμάτων της ταχύτητας του κέντρου πίεσης (cop velocity) κατά την δοκιμασία sit and stand.....	32
Πίνακας 8: σύγκριση μετατόπισης του κέντρου πίεσης (cop amplitude ) κατά τις δυναμικές δοκιμασίες (sit and stand).....	33

## **Κατάλογος σχημάτων**

Σχήμα 1: Σχηματική παράσταση μεταφοράς των δονήσεων από την πλατφόρμα δόνησης στα υψηλότερα κέντρα του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος.....	14
---	----

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## Ισορροπία

Η ισορροπία είναι ίσως η σπουδαιότερη κατάκτηση του ανθρώπινου είδους. Το ότι στεκόμαστε όρθιοι, ξεχωρίζοντας μοναδικά από όλο το υπόλοιπο βασίλειο των ζώων, το χρωστάμε κυρίως στην ισορροπία μας, αυτή είναι που διασφαλίζει τη δίποδη στάση μας. Πληρώνουμε βέβαια το τίμημα αυτής της εξέλιξής μας, με όλα τα γνωστά προβλήματα της σπονδυλικής στήλης και των κάτω άκρων. Από την άλλη, λίγες εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια προσπάθειας τελειοποίησης της όρθιας στάσης δεν είναι τίποτα, συγκρινόμενα με τα δεκάδες εκατομμύρια χρόνια που χρειάστηκαν για να ορθοποδήσουν οι πιθηκόμορφοι πρόγονοί μας.

Όλη η τρομερή ανθρώπινη προσπάθεια για την εξασφάλιση της ισορροπίας είναι χαρακτηριστικά εμφανής στην αναπτυξιακή βρεφική πορεία του ανθρώπου, από τη γέννησή του έως το κινητικό επίτευγμα της βάδισης. Παρουσιάζεται σε όλα αυτά τα στάδια, που το ανθρώπινο όν παλεύει με τη βαρύτητα και τη νικά, ορθώνοντας το σώμα του και πατώντας στη γη που επιμένει να τον κρατά κατά το δυνατό κοντά της.

Στην μηχανική, ένα σώμα λέμε ότι βρίσκεται σε ισορροπία, όταν κάτω από την επίδραση διάφορων δυνάμεων που ασκούνται πάνω του, δε μετακινείται. Ως ισορροπία στον άνθρωπο, ορίζουμε τη δυνατότητα διατήρησης ή κίνησης του κέντρου βάρους του σώματος, μέσα στα όρια της βάσης στήριξης, εξισορροπώντας τις εσωτερικές (μυϊκές) και τις εξωτερικές δυνάμεις που επιδρούν πάνω σε αυτό. Είναι δε απαραίτητη για τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, όπως η διατήρηση της όρθιας θέσης και η βάδιση. Όλες οι σωματικές δραστηριότητες απαιτούν κάποιο βαθμό ισορροπίας, ένα εσωτερικό σχεδιάγραμμα δυναμικής αντίδρασης, που αποτελείται από τις ακούσιες αισθήσεις που διατηρούν το σώμα στην όρθια θέση. (Winter, D.A., Patla A., Ishac M., Gage H. 2003, Winter, DA. 1995)

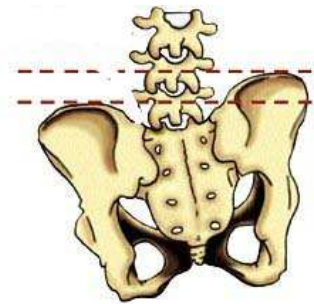




Στις αθλητικές δραστηριότητες η ισορροπία είναι απαραίτητη, εξαιτίας των συνεχώς μεταβαλλόμενων θέσεων του σώματος. Αυτή η ικανότητα επιτρέπει στους αθλητές να αντιδρούν επαρκώς και άμεσα, προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και να αναπροσαρμόζονται στις διαρκώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις του αθλήματός τους. Στο μέσο άνθρωπο η ικανότητα ισορροπίας είναι απαραίτητη, για τις καθημερινές του μετακινήσεις και δραστηριότητες. Του εξασφαλίζει καλύτερο χρόνο αντίδρασης σε οποιαδήποτε τυχαία πρόκληση στην καθημερινή του ζωή, καλύτερο νευρομυϊκό συντονισμό, καλύτερη λειτουργία των μυών που σταθεροποιούν το σώμα και βελτιωμένη στάση σώματος.

## Κέντρο Βάρους

Το κέντρο βάρους (κ.β.) ολόκληρου του ανθρώπινου σώματος βρίσκεται στο ύψος του 4<sup>ου</sup> οσφυϊκού σπονδύλου, που πρακτικά εντοπίζεται στο ύψος των λαγονίων ακρολοφιών. Στο μετωπιαίο επίπεδο, το ακριβές σημείο βρίσκεται πέντε ή λιγότερα χιλιοστά (~ 5 mm) πίσω, από τη γραμμή που ενώνει τις αρθρώσεις των ισχίων, βρίσκεται δε στη μέση γραμμή του σώματος. Η ιδεωδέστερη σωστή φυσιολογική στάση είναι εκείνη στην οποία η νοητή κατακόρυφος, η οποία συμπίπτει με την γραμμή έλξης της βαρύτητας, ταυτίζεται με τη μέση γραμμή μεταξύ των εξής σημείων:



- μαστοειδής απόφυση
- μπροστά από την άρθρωση του ώμου
- πίσω από την άρθρωση του ισχίου
- μπροστά από το κέντρο της άρθρωσης του γόνατος
- μπροστά από την ποδοκνημική άρθρωση

Για να ισορροπήσει οποιοδήποτε σώμα πρέπει το κέντρο βάρους του να βρίσκεται μέσα στην βάση στήριξής του. Έτσι, στην όρθια θέση πρέπει το κέντρο

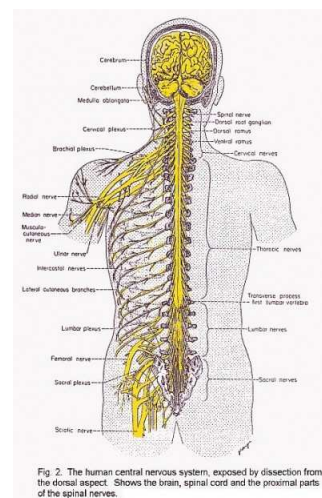
βάρους ολόκληρου το ανθρώπινου σώματος να παραμένει μέσα στη βάση που σχηματίζουν τα πέλματα. Παρόλα αυτά, επειδή το ανθρώπινο σώμα δεν είναι ομοιογενές ή συμπαγές αλλά αποτελεί ένα σύνολο από ανομοιομορφα τμήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους, πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η ισορροπία αυτών των διαφόρων τμημάτων ξεχωριστά.

Όταν η νοητή κατακόρυφος που διέρχεται από το κέντρο βάρους ενός σώματος, βρίσκεται μέσα στη βάση στήριξης του, η οποία βάση στήριξης βεβαίως μπορεί να μεταβάλλεται διαρκώς, τότε το σώμα ισορροπεί. Αν η κατακόρυφος βρεθεί έξω από τη βάση στήριξης του, η ισορροπία διαταράσσεται ή γίνεται ασταθής. Το ίδιο συμβαίνει και με το ανθρώπινο σώμα. (Kahle, W., Leonhardt, H., Platzer, W. 1985)

## Ισορροπία και Νευρικό Σύστημα

Για να ερμηνευθεί η ισορροπία του ανθρώπου απαιτείται πρώτιστα η γνώση των λειτουργικών στοιχείων και χαρακτηριστικών των οργάνων που είναι υπεύθυνα για αυτή. Επιπλέον, στο μυαλό κάποιου που ερμηνεύει την ισορροπία, θα πρέπει να υπάρχει πάντα ενεργή μια συλλογική, αναμνηστική εικόνα του τρόπου με τον οποίο τελικά αυτή επιτυγχάνεται. Πρέπει να γίνει τμήμα της επιστημονικής συνείδησής του η διαδικασία της ισορροπίας ως μέρος της ανθρώπινης λειτουργικότητας παρά αυτή καθαυτή η ισορροπία σα μεμονωμένο φαινόμενο. Ένα τέτοιο επίπεδο κατάρτισης αποτελεί ουσιαστική εμβάθυνση στο γενικό γνωστικό αντικείμενο της ισορροπίας και αποδεικνύεται έμπρακτα χρήσιμο σε κάθε περίπτωση αντιμετώπισης ενός προβλήματος διαταραχής της.

Η περιγραφή της ισορροπίας ως ανθρώπινο χαρακτηριστικό είναι λοιπόν εμφανές ότι συνιστά ιδιαίτερα δύσκολο εγχείρημα.





Τα όργανα της ισορροπίας είναι:

- Ο νωτιαίος μυελός
- Το εγκεφαλικό στέλεχος και ο δικτυωτός σχηματισμός
- Η παρεγκεφαλίδα
- Οι υποδοχείς της αισθητικότητας
- Τα αισθητήρια όργανα της ακοής και της όρασης
- Το έσω αυτί

Το νευρικό σύστημα, ο οργανισμός και το περιβάλλον βρίσκονται σε στενή λειτουργική αλληλεξάρτηση. Ερεθίσματα από το περιβάλλον μεταβιβάζονται με την βοήθεια αισθητικών κυττάρων, που βρίσκονται στους μυς, μέσω αισθητικών κεντρομόλων νευρικών ινών στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Αυτή η κεντρομόλος οδός δεν μεταβιβάζει ερεθίσματα του εξωτερικού περιβάλλοντος, εξωδέκτρια ερεθίσματα, αλλά του εσωτερικού του σώματος, δηλαδή ιδιοδέκτρια ερεθίσματα. Έτσι διακρίνουμε εξωδέκτρια και ιδιοδέκτρια αισθητικότητα. (Duane, E. Haines 1999, Shumway Cook, A., Woollacott, MH 2001)

Εντούτοις ο οργανισμός δεν αντιδρά μόνο σε ερεθίσματα από το περιβάλλον, αλλά και επιδρά σε αυτά αυτόματα. Η ώση η οποία ξεκίνησε και μεταφέρεται μέσω των κεντρομόλων οδών, καταγράφεται από το ΚΝΣ και επιστρέφει την ανάλογη απάντηση στην πληροφορία που δέχτηκε, μέσω των φυγόκεντρων οδών, στο μυϊκό σύστημα. Ανάλογα με το αν το αποτέλεσμα της δράσης ήταν το επιθυμητό ή όχι, στέλνονται πρόσθετες ώσεις από το κεντρικό νευρικό σύστημα για να αυξήσουν ή να ελαττώσουν τη δράση.

Η διαδικασία της ισορροπίας χαρακτηρίζεται από όλα τα λειτουργικά κυκλώματα που προαναφερθήκαν. Ο άνθρωπος για να σταθεί όρθιος, να περπατήσει, να κάνει λεπτές, συντονισμένες και αρμονικές κινήσεις πρέπει να έχει την ικανότητα της ισορροπίας. Ως ισορροπία χαρακτηρίζεται ο συνδυασμός (α) του αντανακλαστικού ελέγχου της θέσης της κεφαλής και του σώματος ως προς το περιβάλλον, (β) του αντανακλαστικού ελέγχου της μυϊκής συνεργασίας σε σχέση με την κίνηση του περιβάλλοντος και (γ) της φλοιϊκής ετοιμότητας που είναι απαραίτητη για την εκούσιο ρύθμιση της στάσης του σώματος (Τσαλιγόπουλος, Γ. Μ. 2002).

Η διατήρηση της ισορροπίας του σώματος και του προσανατολισμού του στο χώρο εξαρτάται από τη συνδυασμένη, αρμονική συνεργασία της όρασης, της ιδιοδεκτικής αισθητικότητας και της λαβυρινθικής λειτουργίας. Τα ερεθίσματα από την όραση, την ιδιοδεκτική αισθητικότητα και κυρίως από τον λαβύρινθο μεταδίδονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα όπου επιτελείται η κατάλληλη επεξεργασία και ολοκλήρωσή τους.

Το αποτέλεσμα αυτής της επεξεργασίας είναι η αποστολή οδηγιών από τον εγκέφαλο προς την περιφέρεια, τέτοιων ώστε να εξασφαλίζουν την ισορροπία του σώματος. Αυτές οι οδηγίες μέσω της έσω επιμήκους δεσμίδας, καταλήγουν στους πυρήνες των τριών οφθαλμοκινητικών νεύρων και κατ' επέκταση στους οφθαλμοκινητικούς μύες, δημιουργώντας το αιθουσο-οφθαλμικό αντανακλαστικό τόξο. Επίσης καταλήγουν στις κινητικές περιοχές των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού και κατ' επέκταση πάλι στους σκελετικούς μύες του τραχήλου, του κορμού και των άκρων, δημιουργώντας ένα άλλο αντανακλαστικό τόξο, το αιθουσο-νωτιαίο.

Ο σκοπός αυτού του πολύπλοκου συστήματος συνίσταται στην επίτευξη των κατάλληλων αντανακλαστικών των ματιών και των σκελετικών μυών, ώστε να διατηρείται η ισορροπία κατά τη στάση και τη βάρδιση.

Έτσι, κάτω από τη φλοιϊκή ετοιμότητα που απαιτείται, για την εκούσια ρύθμιση της ισορροπίας του σώματος, το αποτέλεσμα των οδηγιών από το κέντρο προς την περιφέρεια, είναι ο έλεγχος των οφθαλμικών κινήσεων, ο έλεγχος της στάσης του σώματος και ο έλεγχος των κινήσεων του σώματος. Όταν υπάρχει ασυμβατότητα μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών σημείων αναφοράς, έτσι όπως αυτά έχουν αναπτυχθεί από την καθημερινή εμπειρία ή αν υπάρχει οποιαδήποτε βλάβη κατά την αποστολή ερεθισμάτων από την περιφέρεια προς το κεντρικό νευρικό σύστημα ή από το κεντρικό νευρικό σύστημα προς την περιφέρεια, το αποτέλεσμα είναι ότι ο εγκέφαλος αντιλαμβάνεται ψευδώς πως το περιβάλλον κινείται και τελικά αναπτύσσεται νυσταγμός και διαταραχή της ισορροπίας του σώματος. (Γιγής, Παναγιώτης & Παρασκευάς, Γιώργος 1999, Duane, E. Haines, 1999, Duncan, PW., Weiner, DK., Chandler, J., Studenski, S.1990)

## Προπόνηση Ισορροπίας

Αρχικά, η σχεδίαση προγραμμάτων προπόνησης ισορροπίας, αποσκοπούσε στους χορευτές και τους αθλητές της γυμναστικής. Αν και υπάρχει σχετικά λίγη έρευνα για την ισορροπία, που να αναφέρεται σε άτομα νεότερα των 55 ετών, η προπόνηση ισορροπίας κερδίζει συνεχώς έδαφος σε άτομα όλων των ηλικιών, στα γυμναστήρια και στα κέντρα αποκατάστασης σε όλο τον κόσμο (Winter, D.A., Patla, A., Ishac, M., Gage, H. 2003, Winter, D.A. 2004 Woollacott M., Shumway-Cook A.2002).

Οι φυσιοθεραπευτές και οι γυμναστές έχουν αρχίσει να συμπεριλαμβάνουν την προπόνηση της ισορροπίας στα προγράμματα γενικής φυσικής κατάστασης, στα προγράμματα για την πρόληψη και αποκατάσταση μυοσκελετικών τραυματισμών, μέσω της βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας (της αίσθησης της κίνησης και της θέσης του σώματος στο χώρο) και στα προγράμματα αποκατάστασης νευρολογικών παθήσεων. (Badke, MB, Shea, TA, Miedaner, JA, Grove, CR 2004, Blackburn, JT., Guskiewicz, KM., Petschauer, M., Prenrice, W. 2000, Nichols, DS.1997, Walker, C., Brouwer, B.,Culham, E. 2000., Wolfson, L., Whipple, R., Derby, CA., Amerman, P., Kleinberg, A. 1986)



Όπως σε οποιαδήποτε σωματική δραστηριότητα, η πρακτική εξάσκηση έχει άμεση επιρροή στην αποτελεσματικότητα της άσκησης. Ένα άτομο που εκτελεί ασκήσεις ισορροπίας, θα αισθανθεί αμέσως την βελτίωση της αίσθησης της ισορροπίας και τη δυνατότητα να ανακτήσει γρήγορα την ισορροπία του σε μια δύσκολη κατάσταση. Αυτό μεταφράζεται σε μειωμένο κίνδυνο τραυματισμών, μεταξύ και άλλων οφελών. Ακόμη και για μια απλή (φαινομενικά) δραστηριότητα, όπως είναι η βάδιση, η προπόνηση ισορροπίας μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της συνειδητοποίησης για τη διατήρηση της μάζας του σώματος πάνω από τη βάση στήριξης του σώματος, που δημιουργείται μεταξύ των πελμάτων. (Blackburn, JT., Guskiewicz, KM., Petschauer, M., Prenrice, W. 2000, Mattacola, CG., Lloy, JW. 1997)

Για τη βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας, χρησιμοποιούμε επίσης ασκήσεις που βελτιώνουν - εκπαιδεύουν τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς. Οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Σε αυτές που σχετίζονται με τη θέση της άρθρωσης στο χώρο και σε αυτές που σχετίζονται με την κίνηση της άρθρωσης. Τα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα μεταφέρονται στο νωτιαίο μυελό ταχύτατα. Η ταχύτητα διάδοσης των ερεθισμάτων κυμαίνεται μεταξύ 70 - 100 m / sec . Η ταχύτητα αυτή είναι πολύ μεγαλύτερη από την ταχύτητα μετάδοσης του πόνου, που κυμαίνεται μεταξύ 1 - 3 m / sec . Αυτά τα ερεθίσματα περιέχουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη θέση και την κίνηση των αρθρώσεων, το σημείο ισορροπίας δυνάμεων μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών και την εμβιομηχανική επιβάρυνση των αρθρώσεων. Η ανταπόκριση στα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα, καθορίζει το μυϊκό τόνο κατά την εκτέλεση των κινητικών προγραμμάτων, την αντίληψη για τη θέση του σώματος και τα αντανακλαστικά για τη σταθεροποίηση των αρθρώσεων. Επομένως αυτά τα τρία συστήματα του κεντρικού νευρικού συστήματος δραστηριοποιούνται από την προπόνηση της ιδιοδεκτικότητας.

Οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας συντελούν στη νευρομυϊκή συναρμογή, μέσω της εκμάθησης της σωστής θέσης ισορροπίας (δυναμικής και στατικής) του σώματος. Η αίσθηση της θέσης των αρθρώσεων, ειδικά προς το οριακό σημείο εκτός ισορροπίας, αναπτύσσει την αυτοματοποίηση της κίνησης και την αντίληψη για τη θέση και ισορροπία του σώματος. Η δυναμική σταθεροποίηση των αρθρώσεων γίνεται μέσω αντανακλαστικών που προέρχονται από το νευρικό σύστημα (ιδιοδεκτικοί υποδοχείς). Η συνεχής επανάληψη τέτοιου είδους ασκήσεων (ιδιοδεκτικότητας), εκπαιδεύει τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς, για τον επαναπροσδιορισμό της ευθυγράμμισης των αρθρώσεων ώστε να διατηρείται η ισορροπία (Σκόλιας, Γ.2004).

## Ολική Σωματική Δόνηση

### Ιστορική αναδρομή

Οι έρευνες για την προπόνηση ολικής σωματικής δόνησης, ξεκίνησαν την δεκαετία του '60 στην πρώην ΕΣΣΔ από Ρώσους επιστήμονες, που εφαρμόζαν την προπόνηση αυτή σε αθλητές υψηλού επιπέδου και εν συνεχεία σε κοσμοναύτες. Ο κόσμος όμως είδε την αποτελεσματικότητά αυτού του καινούριου είδους προπόνησης, στους ολυμπιακούς αγώνες του 1960 και κατόπιν στους κοσμοναύτες εκείνης της εποχής, οι οποίοι



μπορούσαν και παρέμεναν εκτός βαρυτικού πεδίου της γής, για όλο και μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Συγκεκριμένα οι Ρώσοι κοσμοναύτες κατόρθωσαν με αυτό τον τρόπο, να κάνουν το ρεκόρ των 420 ημερών παραμονής στο διάστημα, σε αντίθεση με τους Αμερικάνους που αναγκάστηκαν να παραιτηθούν μετά από 120 μέρες εξαιτίας μυϊκής ατροφίας. Εντούτοις οι Ρώσοι κράτησαν ως επτασφράγιστο μυστικό την τεχνολογία της προπόνησης ολικής σωματικής δόνησης για διάστημα παραπάνω των 30ετών.

Ένας από τους βασικούς αθλητικούς επιστήμονες της Ρωσίας, ο Δρ. Vladimir Nazarov ήταν ο πρώτος που ξεκίνησε να μελετάει τη τεχνολογία της προπόνησης με ολική σωματική δόνηση. Ο Nazarov ήταν ενεργός αθλητής, μέλος της σοβιετικής ομάδας γυμναστικής και κατείχε στο κρατικό κολέγιο του Μινσκ τη θέση του καθηγητή αθλητικής εμβιομηχανικής. Παρατηρώντας ότι το πείραμά του είχε επιτυχία, εισήγαγε την τεχνολογία της ολικής σωματικής δόνησης στον ανταγωνιστικό αθλητισμό, στο μπαλέτο, και στην ιατρική επιστήμη της πρώην ΕΣΣΔ. Μετά από την πτώση της Σοβιετικής Ένωσης η έρευνα του Nazarov, για την ολική σωματική δόνηση, έγινε γνωστή στην Ευρώπη, κάπου στις αρχές της δεκαετίας του '90. Κατόπιν ακριβώς όπως στη Ρωσία άλλοι ευρωπαϊκοί αθλητές ξεκίνησαν αυτήν την αποτελεσματική μορφή άσκησης.

Από το 1990 στη Γερμανία, στο Ισραήλ και στη Νότια Κορέα έχει γίνει εκτενής έρευνα για την προπόνηση ολικής σωματικής δόνησης. Επιπλέον, η ευρωπαϊκή διαστημική αντιπροσωπεία και η NASA χρησιμοποιούν ενεργά την

τεχνολογία της ολικής σωματικής δόνησης σε τρέχουσες μελέτες, για τη συντήρηση της μυϊκής δύναμης, της μάζας και της οστικής πυκνότητας των αστροναυτών. Το ρωσικό διαστημικό πρόγραμμα συνεχίζει ακόμα και σήμερα να χρησιμοποιεί την τεχνολογία αυτή — ενώ οι κοσμοναύτες είναι στο διάστημα — ως φυσική θεραπεία, για να τους βοηθήσει να υπερνικήσουν την ιδιαίτερα μεγάλη μείωση της οστικής και μάζας και για την καθυστέρηση της μυϊκής ατροφίας, που συντελείται κατά τη διάρκεια των εκτεταμένων περιόδων έλλειψης βαρύτητας.

Σήμερα η θεραπεία ολικής σωματικής δόνησης χρησιμοποιείται σε νοσοκομεία και σε κλινικές θεραπείας και αποκατάστασης. Η τεχνολογία της προπόνησης με ολική σωματική δόνηση, κερδίζει γρήγορα την αποδοχή από τα πανεπιστήμια, τις επαγγελματικές αθλητικές ομάδες, στην αποκατάσταση και την ιατρική.

## Γενική προσέγγιση της Ολικής Σωματικής Δόνησης

Μια από τις πιο δημοφιλείς αθλητικές ασχολίες του σύγχρονου ανθρώπου στον ελεύθερο χρόνο του, είναι η επίσκεψη στο γυμναστήριο της περιοχής του. Τα ομαδικά προγράμματα άσκησης (aerobic κλπ.) και η συστηματική προπόνηση με αντιστάσεις (μηχανήματα ενδυνάμωσης και ελεύθερα βάρη), επιφέρουν στον ασκούμενο με την πάροδο του χρόνου μια βελτίωση στη φυσική του κατάσταση. Η αρχική γρήγορη βελτίωση της δύναμης και της φυσικής κατάστασης που επιφέρει η προπόνηση με αντιστάσεις, οφείλεται σε νευρικούς παράγοντες (Hakkinen, K. & Komi, P. 1985, Sale, D. 1992). Κατά τη διάρκεια εφαρμογής ενός προγράμματος προπόνησης με βάρη διαπιστώνεται μικρή συσχέτιση μεταξύ της αύξησης στη δύναμη και της μεταβολής στην εγκάρσια διατομή των μυών, στην περίμετρο των μυών και στην εγκάρσια διατομή των μυϊκών ινών, υποδηλώνοντας έτσι, ότι κάποιοι άλλοι παράγοντες είναι υπεύθυνοι για την βελτίωση της δύναμης. (Hakkinen, K. & Komi, P. 1985, Sale, D. 1988)

Στην πραγματικότητα οι αντιδράσεις στις προπονήσεις δύναμης φαίνεται ότι προέρχονται από νευρογενείς και μυογενείς παράγοντες (Hakkinen, K. & Komi, P. 1985). Η προσαρμογή των νεύρων είναι η πρώτη αλλαγή που συμβαίνει στους μυς, επιτρέποντας την αύξηση της δύναμης και της ισχύος τους στα πρώτα στάδια του προγράμματος άσκησης με αντίσταση, χωρίς να έχει επέλθει ακόμα η αύξηση

στην εγκάρσια τομή της γαστέρας των μυών. Έχει επίσης αποδειχθεί, ότι ειδικές προσαρμογές συμβαίνουν εξαρτώμενες από το πρόγραμμα προπόνησης που έχει εφαρμοστεί (Sale, D., 1988). Η προπόνηση δύναμης λοιπόν μπορεί να θεωρηθεί ως προπονητικό ερέθισμα, το οποίο προκαλεί ειδικές προσαρμογές στον νευρικό και εξαρτάται από το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στην προπόνηση.

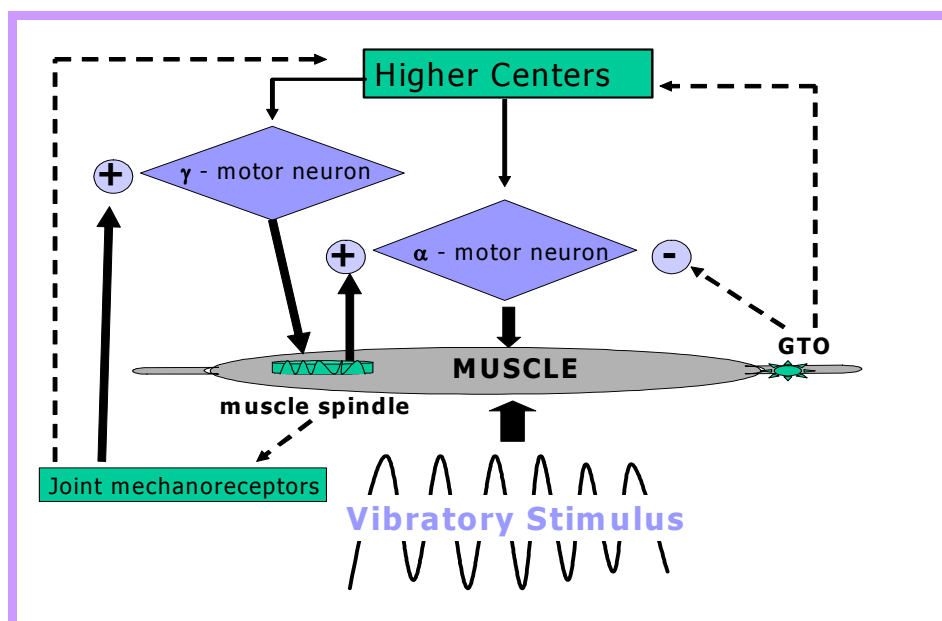
Οι ερευνητές μελετούν τη νευρική διέγερση ενός μυός, χρησιμοποιώντας τη τεχνική του ολοκληρωμένου ηλεκτρομυογραφήματος (EMG) (Hakkinen, K. & Komi, P. 1985, Sale, D. 1988). Μέσω του ηλεκτρομυογραφήματος καταγράφεται η ηλεκτρική δραστηριότητα των μυών και των νευρών και εκφράζεται ο βαθμός της νευρικής διέγερσης (ενεργοποίησης) των μυών. Κατά την διάρκεια προπόνησης δύναμης, με την πάροδο του χρόνου, διαπιστώθηκε μείωση του λόγου της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας προς την αναπτυσσόμενη δύναμη (Moritani & De Vries 1980). Επειδή οι μυς ανέπτυξαν περισσότερη δύναμη με μικρότερο ποσό ηλεκτρομυϊκής δραστηριότητας, θεωρήθηκε ότι παράγεται περισσότερη δύναμη με μικρότερη ένταση νευρικής διέγερσης.

Το γεγονός ότι η αύξηση της νευρομυϊκής δραστηριότητας προκαλεί αύξηση της μυϊκής δύναμης και μάλιστα σε εξαιρετικά ελάχιστο χρονικό διάστημα, έκανε τους ερευνητές να ασχοληθούν και να μελετήσουν μια νέα εφαρμογή νευρομυϊκού ερεθίσματος, την Ολική Σωματική Δόνηση (WHOLE BODY VIBRATION – WBV) και τα αποτελέσματά της στην αθλητική απόδοση, αλλά και σε πολλές ιατρικές και φυσιοθεραπευτικές εφαρμογές. (Nazarov V., Spivak G.1985).

## Φυσιολογία Ολικής Σωματικής Δόνησης (WBV) – Τονική δονητική αντίδραση

Οι κραδασμοί που προκαλούνται στον ασκούμενο, ο οποίος στηρίζεται πάνω στη πλατφόρμα που δονείται, συλλέγονται από τις νευρομυϊκές απολήξεις - υποδοχείς και κατευθύνονται στα υψηλότερα κέντρα του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ), όπου και αξιολογείται η έντασή τους. Η αντίδραση του ΚΝΣ είναι η εντολή μυϊκής συστολής, που δίνεται σε “αντιστάθμισμα” (stretch reflex ή μυοτατικό αντανακλαστικό) των δονήσεων, που ανιχνεύθηκαν στην αρχή. Παράγονται δηλαδή χάρη στην δονούμενη πλατφόρμα ταλαντώσεις, οι οποίες προκαλούν αντανακλαστική σύσπαση των μυών. Οι ταλαντώσεις αυτές

δημιουργούν ένα διαρκές μυοτατικό αντανακλαστικό, που αποκαλείται Τονική Δονητική Αντίδραση σε όλους τους μύες που συμμετέχουν. Επιπλέον έρχονται σε τάση τένοντες και μύες, ακόμη και εν τω βάθει όπως αυτοί του εδάφους της πυέλου και της σπονδυλικής στήλης καθώς και οι μύες του προσώπου και δυναμώνουν μέσω της διαρκούς αντανακλαστικής ενεργοποίησης. Παράλληλα ο χρήστης το μόνο που έχει να κάνει, είναι να προσπαθήσει να ισορροπήσει πάνω στην πλατφόρμα που προκαλεί τις δονήσεις.



**Σχήμα 1:** Σχηματική παράσταση μεταφοράς των δονήσεων από την πλατφόρμα δόνησης στα υψηλότερα κέντρα του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος

Η εύρεση της ιδανικής συχνότητας (Hz), για τον κάθε χρήστη, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αποτελεσματικότητα της προπόνησης Δόνησης. Η συχνότητα αυτή παραμένει σταθερή και ουσιαστικά είναι η συχνότητα που το ΚΝΣ ανταποκρίνεται στο ερέθισμα της δόνησης, «απαντώντας» με μέγιστη μυϊκή συστολή. Η ένταση αυτής της συστολής φτάνει έως και το 300% της εκούσιας μέγιστης συστολής που μπορεί να πετύχει ο ασκούμενος αν γυμναστεί με ελεύθερα βάρη (.Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, Colli R, Tihanyi J, von Duvillard S, Viru A ,1998.,Cardinale M. & Bosco C., 2003).

## Παράμετροι Ολικής Σωματικής Δόνησης

Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι να γνωρίζει ο ασκούμενος την ιδανική γι' αυτόν συχνότητα, η οποία προηγουμένως



έχει προσδιοριστεί με ακρίβεια από τον ενσωματωμένο ηλεκτρομυογράφο (EMG), στην οποία και θα πρέπει να γυμνάζεται. Επιπλέον σημαντικοί είναι οι βιομηχανικές παράμετροι που καθορίζουν τη αποτελεσματικότητα της προπόνησης με ολική σωματική δόνηση (WBV) .

Συγκεκριμένα :

- Το *εύρος* κίνησης (mm ή cm) = η κάθετη μετατόπιση της πλατφόρμας που δονείται
- Την *συχνότητα* (Hz) = ο αριθμός των δονήσεων που παράγονται ανά δευτερόλεπτο
- Την *επιτάχυνση* (G) = η επιτάχυνση των δονήσεων και η ισχύς της κίνησης
- Την *διάρκεια* (sec. /min.) = Η χρονική διάρκεια χρήσης της εφαρμογής του ερεθίσματος

## Παράγοντες που επηρεάζουν την προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης

Η εφαρμογή της προπόνησης Ολικής Σωματικής Δόνησης εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

1. Το επίπεδο του ασκούμενου (πχ αρχάριος, αθλητής κλπ)
2. Την ατομική δεκτικότητα του ασκούμενου στο ερέθισμα της Δόνησης
3. Ο στόχος που έχει τεθεί (αποκατάσταση, Fitness, βελτίωση επιδόσεων σε αθλητές, κλπ)
4. Αθλητές: Την χρονική στιγμή της εφαρμογής του ερεθίσματος της δόνησης στον προπονητικό κύκλο (πχ Βασική προετοιμασία, Ειδική κλπ)
5. Την γενικότερη δομή της άσκησης - προπόνησης και των μεθόδων που εφαρμόζονται για την βελτίωση των διαφόρων αξιών (δύναμη – ισχύς – αντοχή κλπ) και την επίτευξη του τελικού στόχου (πχ αποκατάσταση, Fitness, βελτίωση επιδόσεων κλπ)
6. Εφαρμογή με στόχο την εγρήγορση ή το ζέσταμα πριν την κυρίως άσκηση
7. Εφαρμογή με στόχο την αποκατάσταση από έντονες επιβαρύνσεις ή τραυματισμούς

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης- Μυϊκή Ενδυνάμωση

Η προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης, είναι μία νέα μορφή άσκησης, που έχει εμφανιστεί τα τελευταία χρόνια και έχει ως στόχο κυρίως την αύξηση της μυϊκής δύναμης. Έχει διαπιστωθεί, ότι οι δονήσεις επιφέρουν θετικά αποτελέσματα στις φυσικές λειτουργίες των μυών, των τενόντων και των οστών τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.

Το 1999 ο Bosco και οι συνεργάτες του έδειξαν ότι με μία μόνο εφαρμογή Ολικής Σωματικής Δόνησης (26Hz, 10mm, 5.5g, για 10 min), υπήρχαν παροδικές, στατιστικά σημαντικές όμως, βελτιώσεις στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και στην ταχυδύναμη των κάτω άκρων, νεαρών αθλητριών του βόλεϊ. Η Torvinen και οι συνεργάτες της το 2002 εξέτασαν την μυϊκή δύναμη των εκτεινόντων μυών των κάτω άκρων, την ισορροπία (στατική και δυναμική) και το κάθετο άλμα 16 νέων ενηλίκων, εφαρμόζοντας μία συνεδρία ολικής σωματικής δόνησης (4 min, 15 – 30 Hz, 28 mm, 3.5 – 14 g). Τα αποτελέσματα ήταν εξίσου σημαντικά, αφού βρέθηκαν σημαντικές βελτιώσεις σε όλες τις παραμέτρους που μελετήθηκαν.

Παρόλ' αυτά τα τελευταία χρόνια οι μελέτες που αφορούν την Ολική Σωματική Δόνηση, μελετούν τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα που μπορεί να επιφέρει αυτό το είδος προπόνησης. Ερευνητές μελέτησαν την επίδραση της προπόνησης Ολικής Σωματικής Δόνησης σε υγιή άτομα κυρίως αθλητές, σε χρονικά διαστήματα μεγαλύτερα των 6 εβδομάδων, που έφταναν έως και δύο χρόνια. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών δεν διέφεραν σημαντικά από τις προηγούμενες μελέτες, αλλά παρείχαν εξίσου τα ίδια θετικά συμπεράσματα. ( Delecluse, C., Roelants, M., Verschueren, S.2003., Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F., Di Salvo, V.2006., Mester, J., Kleinoder, H., Yue, Z.2005., Mahieu, N., Witvrouw, E., Van de Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V. Van den Broeckel, W. 2006., Roll, J., Martin, B., Gauthier, G., Mussa, I.1980., Russo, C-R., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartalli, B., Cavazzini, C., Guralnik, J., Ferruccin, L. 2003., Torvinen, S., Kanus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T., Jarvinen, M., Oja, P., Vuori, I. 2002, 2003).

## Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης - Φυσιολογικές Προσαρμογές

Ο Rittweger και οι συνεργάτες του (2000) μελέτησαν την καρδιακή συχνότητα, την συστολική πίεση, την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, τους σφυγμούς και την αντιληπτική ικανότητα 37 νεαρών ενήλικων, στα όρια της κόπωσης μετά από μία προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης ( 26 Hz, 15 g, 10,5 mm) και μετά από προπόνηση σε κυκλοεργόμετρο πάλι στα όρια της κόπωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρχε εμφανής αύξηση, όλων των παραμέτρων μετά την προπόνηση με δόνηση, αλλά ήταν πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτήν της προπόνησης με το κυκλοεργόμετρο. Παρατηρήθηκε δηλαδή, αύξηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας των μηχανισμών που σχετίζονται με την κόπωση και αποδείχθηκε πως η κόπωση που συνδέεται με την Ολική Σωματική Δόνηση, αποδίδεται στο νευρομυϊκό σύστημα και δεν μπορεί να προκαλέσει καρδιαγγειακά προβλήματα ή καρδιαγγειακή ανεπάρκεια.

Παρόμοιες έρευνες μελέτησαν το κατά πόσο αυξάνεται η ροή του αίματος στους μύες των κάτω άκρων (τετρακέφαλο και γαστροκνήμιο), μετά από μία εφαρμογή Ολικής Σωματικής Δόνησης χαμηλής συχνότητας (26Hz). Τα αποτελέσματα ήταν εξίσου ενθαρρυντικά, αφού διαπιστώθηκε πως η δόνηση χαμηλής έντασης, δεν επιφέρει αρνητικές προσαρμογές στην περιφερική κυκλοφορία του αίματος και πως οι μύες είναι σε θέση να παράγουν το ίδιο έργο με λιγότερη ποσότητα οξυγόνου, ενώ παράλληλα, υπάρχει αύξηση της δύναμης. (Kersch-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Rech, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., Imhol, H. 2001. Martin, B. & Park, H. 1997., Mester, J., Kleinoder, H., Yue, Z. 2005., Yamada, E., Kusaka, T., Miyamoto, K., Tanaka, K., Morita, S., Tanaka, S., Tsji, S., Mori, S., Norimatsu, H., Itoh, S. 2005).

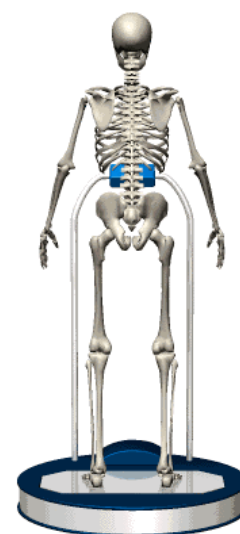
Ένας ακόμα τομέας όπου η προπόνηση Δόνησης προσφέρει θετικές επιδράσεις, είναι και ο τομέας της αποκατάστασης. Μελέτες έχουν αποδείξει, πως μέσω αυτού του είδους προπόνησης επιτυγχάνεται ταχύτερη αποκατάσταση τραυματισμών, (Brunetti, O., Fillipi, M., Lorenzini, M., Liti, A., Panichi, R., Roscini, M., Pettrossi, V.E., Gerulli, G. 2006, Cardinale, M. & Bosco C. 2003). Επίσης ο Rittweger με τους συνεργάτες του το 2002, σύγκρινε τα αποτελέσματα της προπόνησης Ολικής Σωματικής Δόνησης (6 mm, 18 Hz 4-7 min) και της ισομετρικής άσκησης στη δύναμη, στον πόνο και την ανικανότητα της οσφυϊκής περιοχής 60 ασθενών με χρόνια οσφυαλγία. Μετά από 6 εβδομάδες υπήρχε

σημαντική μείωση του πόνου και της ανικανότητας στην ομάδα της προπόνησης με Δόνηση, χωρίς όμως να υπάρχει βελτίωση της ελαστικότητας της περιοχής. Ο Schuhfried και οι ομάδα του το 2005, μελέτησαν την επίδραση της χαμηλής σε συχνότητα δόνησης (2.0-4.4 Hz) σε 12 ασθενείς με σκλήρυνση κατά πλάκας, αφού τους είχε χωρίσει σε 2 ομάδες (ομάδα Ο.Σ.Δ vs. ομάδα ελέγχου). Μετά το προπονητικό πρόγραμμα ο κινητικός έλεγχος και η στάση της ομάδας που προπονήθηκε με Ολική Σωματική Δόνηση βελτιώθηκαν. Επίσης οι θετικές επιδράσεις διατηρήθηκαν για 1-2 εβδομάδες, εύρημα πολύ σημαντικό για τη ποιότητα της καθημερινής τους ζωής.

Σε αντίθεση όμως με τα θετικά ευρήματα, η προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης, επιδρά αρνητικά σε κάποιους τομείς όταν εφαρμόζεται με συγκεκριμένες παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα έχει βρεθεί ότι η προπόνηση Δόνησης, επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα στην οπτική οξύτητα, στον συντονισμό ματιών-χεριών καθώς επίσης και στην κινητικότητα του στομάχου. Έρευνες έχουν δείξει, ότι χρησιμοποιώντας δόνηση υψηλής συχνότητας, παρατηρείται προσωρινή προθαλαμιαία εξασθένιση και κινητική αδυναμία, αυξήσεις γαστρικών εκκρίσεων και μειωμένη προσοχή σε άλλα ερεθίσματα, αλλά όχι μείωση στις αντιδράσεις προσαρμογής (Griffin, M. 1990., Miyazaki, Y. 2000, Rittweger et al 2000).

## Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης- Οστά

Οι πρώτες έρευνες για την επίδραση της προπόνησης Ολικής Σωματικής Δόνησης στο οστά, έγιναν σε ζώα και συγκεκριμένα σε γαλοπούλες, πρόβατα, αρουραίους και αγελάδες (Flieger, J., Karachalios, T., Khaldi, L., Raptou, P., Lyritis, G. 1998). Αργότερα πραγματοποιήθηκαν 2 πιλοτικές μελέτες σε ανθρώπους με εφαρμογή δόνησης με υψηλή συχνότητα για 10 συνεχόμενα λεπτά, για λογαριασμό της NASA. Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά. Βρέθηκε διπλασιασμός του σχηματισμού οστών, 25% αύξηση της δύναμης των οστών και πολύ σημαντική παρεμπόδιση της απώλειας της οστικής πυκνότητας ( Rubin, C., Sommerfeldt, D., Judex, S., Qin, Y. 2001a, 2001 b, 2001c).



Σε πιο πρόσφατη μελέτη ο Rubin και οι συνεργάτες του προπόνησαν 67 μετεμμηνοπαυστικές γυναίκες για 1 χρόνο και παρατήρησαν την απώλεια οστικής μάζας. Η ομάδα ελέγχου είχε απώλεια οστικής μάζας 3.8% στην σπονδυλική στήλη και 5.5% στον μηρό, ενώ η ομάδα Ολικής Σωματικής Δόνησης είχε απώλεια μόνο 1.0% στην σπονδυλική στήλη και 1.5% στον μηρό. Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα που βρέθηκαν και σε άλλες έρευνες. Πιο συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί ότι η προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης, βοηθάει στην αύξηση της οστικής πυκνότητας και της δύναμης των οστών, ενώ παράλληλα εμποδίζει την απώλεια οστικής μάζας (Russo, C-R.,Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartalli, B., Cavazzini, C., Guralnik, J., Ferruccin, L.2003., Verschueren, S., Roelants, M., Delecluse, R., Swinnen, S., Vanderschueren,, D., Boonen, S. 2004).

### Προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης- Ισορροπία

Σε αντίθεση με τον σχετικά μεγάλο αριθμό άρθρων που αφορούν την προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης και την μυϊκή ενδυνάμωση, λίγες είναι οι βιβλιογραφικές αναφορές, που σχετίζονται με την προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης και την ισορροπία. Οι ερευνητές προσπάθησαν να ερμηνεύσουν την βελτίωση της ισορροπίας, ως αντιστάθμιση του κεντρικού νευρικού συστήματος στο τονικό αντανακλαστικό που προκαλείται μέσω των δονήσεων (Bove, M., Nardone, A., Schieppati, M. 2003, Desmedt, J 1983, Hibino, R. 1980, Kasai, T., Yahagi S., Shimura K. 2002, Mochizuki, G., Semmler, J.G., Ivanova, T.D., Garland, S.J.2006).

Οι πρώτοι ερευνητές, που μελέτησαν την ισορροπία και την προπόνηση Δόνησης, δε χρησιμοποίησαν τις γνωστές πλατφόρμες ολικής σωματικής δόνησης που γνωρίζουμε σήμερα, αλλά αυτοσχέδιους μηχανισμούς που προκαλούσαν τοπική δόνηση σε επιλεγμένους μύες. Οι αυτοσχέδιοι αυτοί μηχανισμοί παρόλα αυτά, λειτουργούσαν στις ίδιες συχνότητες που λειτουργούν και οι σημερινές πλατφόρμες (10-100Hz). Οι μύες των κάτω άκρων και συγκεκριμένα αυτοί που επηρεάζουν και ευθύνονται για την ισορροπία και τον έλεγχο του κινητικού ελέγχου (γαστροκνήμιος, υποκνημίδιος, πρόσθιος κνημιαίος), αποτελούσαν τις πιο αγαπημένες θέσεις τοποθέτησης των μηχανισμών αυτών (Eklund, G.1969, Mochizuki, G., Semmler, J.G., Ivanova, T.D., Garland, S.J.2006, Polonyova, A. & Hlavacka, F. 2001, Uimonen, S., Sorri, M., Laitakaroi, K., Jamsa, T. 1995).

Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών ήταν πολύ σημαντικά και οδήγησαν στην κατασκευή των πλατφορμών Ολικής Σωματικής Δόνησης που γνωρίζουμε σήμερα. Συγκεκριμένα ο Hagbarth, το 1973, μελέτησε την επίδραση της δόνησης στην ισορροπία υγιών ατόμων και ατόμων με κινητικά προβλήματα και βρήκε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες. Το 1981, ο Hayashi και η ομάδα του, μελέτησε τις κινητικές αναπροσαρμογές μέσω ηλεκτρομυογραφήματος μετά από προπόνηση δόνησης και τα αποτελέσματα ήταν εξίσου ενθαρρυντικά.

Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα και από πιο σύγχρονες μελέτες όπως αυτή των Slijper και Latash το 2004, όπου μελέτησαν την επίδραση της δόνησης, σε συνδυασμό με οπτική ανατροφοδότηση σε 14 υγιή νεαρά άτομα. Χρησιμοποιώντας δυναμοδάπεδα και το σύστημα APAS, συμπέραναν ότι το κεντρικό νευρικό σύστημα, αντιδρά στις δονήσεις, αυξάνοντας τον κινητικό έλεγχο και ενεργοποιώντας περισσότερο τους μύες που ελέγχουν τη στάση, ενισχύοντας έτσι την ισορροπία.

Ο Bruyere και η ομάδα του, το 2003, μελέτησαν για 6 εβδομάδες 42 ηλικιωμένους, χωρισμένους σε δύο ομάδες (ομάδα ΟΣΔ vs. ομάδα ελέγχου). Η ομάδα Ολικής Σωματικής Δόνησης χαμηλής συχνότητας (26Hz, 3-7mm) είχε σημαντικές βελτιώσεις τόσο στην ισορροπία, όσο και στη βάρδια με βάση τα τεστ (Tinetti test και TUGT) που τους γίνανε. Ανάλογα αποτελέσματα βρήκαν και το 2005 σε ομάδα ηλικιωμένων, που εφάρμοσε προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης, ιδίων παραμέτρων. Σημαντική διαφορά των δύο ερευνών, ήταν πως στη δεύτερη μετρήθηκε και η ποιότητα της καθημερινής τους ζωής και βρέθηκε πως ήταν σημαντικά βελτιωμένη.

Η Torvinen και οι συνεργάτες της, το 2002 και το 2003 μελέτησε τα αποτελέσματα στη φυσική δραστηριότητα νεαρών υγιών ατόμων, μετά από τετράμηνο πρόγραμμα Ολικής Σωματικής Δόνησης και μετά από οκτώ μήνες (25 - 40 Hz, 2.5 – 6.4 g, 2 mm 2-4 min., 3-5 φορές/βδομάδα) σε διάφορες θέσεις. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ σημαντικά, καθώς βρέθηκε βελτίωση της ισορροπίας (στατικής και δυναμικής) και της μυϊκής δύναμης, μετά την πρώτη εφαρμογή της δόνησης και συνεχή βελτίωση μέχρι το πρώτο τετράμηνο. Κατά επόμενους τέσσερις μήνες όμως δεν παρατηρήθηκε επιπλέον βελτίωση. Όμως και ο Mahiue και οι συνεργάτες του το 2006 σε μελέτη που έκαναν σε νεαρούς επαγγελματίες σκιέρ, δε βρήκαν σημαντικά στατιστικές βελτιώσεις στην ισορροπία τους, παρά μόνο στην μυϊκή τους δύναμη.

Σημαντικές βελτιώσεις και προσαρμογές στον κινητικό έλεγχο και στην ισορροπία μετά από προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης, βρέθηκαν σε ηλικιωμένα άτομα και κυρίως σε μετεμμηνοπαυτικές γυναίκες. Πρόσφατες μελέτες απέδειξαν πως με προπόνηση χαμηλής συχνότητας (25-45 Hz) και ελάχιστων λεπτών (30sec- 2min) υπάρχει σημαντική βελτίωση της ισορροπίας (Bautmas, I., Van Hees, E., Lemper, J-C., Mets, T. 2005, Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, A., Boonen, S. 2006, Gusi, N., Raimundo, A., Leal, A. 2006, Verschueren, S., Roelants, M., Delecluse, R., Swinnen, S., Vanderschueren, D., Boonen, S. 2004).

Η Hinman και οι συνεργάτες της, το 2006, μελέτησε την ισορροπία (στατική και δυναμική) σε υγιή άτομα διαφόρων ηλικιών (23-77χρ.), μετά την εφαρμογή δεκάλεπτου προγράμματος Ολικής Σωματικής Δόνησης (2 mm, 30 Hz) σε διάφορες θέσεις. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ σημαντικά, αφού βρέθηκε βελτίωση της στατικής ισορροπίας, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική βελτίωση στη δυναμική (Timed Sharpened Romberg).

Πρόσφατες μελέτες επίσης χρησιμοποίησαν την προπόνηση Ολικής Σωματικής Δόνησης, ως μέσο θεραπείας τραυματισμών και αποκατάστασης μετά από εγχειρήσεις, ως μέσο επαναφοράς της μυϊκής δύναμης και κυρίως, ως μέσο εκμάθησης και επανάκτησης της ισορροπίας. Οι ερευνητές ανακάλυψαν, πως στην εφαρμογή της δόνησης, οι μύες ενεργοποιούνται σε ποσοστό από 200 - 300% σε σχέση με την μέγιστη προσπάθεια προ δονήσεως και αυτό είχε άμεσα αποτελέσματα στην μυϊκή προσαρμογή βελτιώνοντας δραματικά την μυϊκή απόδοση και την ισορροπία. Εξαιρετικά ευεργετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στους ασθενείς των οποίων οι μύες δεν λειτουργούσαν ομαλά (Brunetti, O., Fillipi, M., Lorenzini, M., Liti, A., Panichi, R., Roscini, M., Pettrossi, V.E., Gerulli, G. 2006, Duclos, C., Roll, R., Kavounoudios, A., Roll, J.P., Forget, R. 2006).

## **Σκοπός της έρευνας**

Η ισορροπία (στατική και δυναμική) είναι μία απαραίτητη ικανότητα για τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, όπως η διατήρηση της όρθιας θέσης και η βάδιση.

Σκοπός της εργασίας είναι να μελετηθεί εάν και σε ποιο βαθμό η προπόνηση ολικής σωματικής δόνησης επηρεάζει θετικά την ισορροπία (στατική και δυναμική) σε υγιή νεαρά άτομα. Επιπλέον η αξιολόγηση της διατήρησης των προσαρμογών που τυχόν επιφέρονται μετά τη διακοπή της προπόνησης, αποτέλεσε δευτερεύοντα στόχο της παρούσας μελέτης.

## **Σημαντικότητα της έρευνας**

Η προπόνηση δόνησης είναι μια νέα εξελιγμένη μέθοδος προπόνησης που οφείλεται στο φαινόμενο της Ολικής Σωματικής Δόνησης. Η νευρομυϊκή διέγερση που προκαλείται στους σκελετικούς μύες από μία πλατφόρμα, η οποία παράγει μηχανικές ταλαντώσεις, επιφέρει εξαιρετικά θετικά αποτελέσματα στον ασκούμενο σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. (Bosco, et al 98, Delucluse, et al 2003, Mester, et al 2005). Παρά τον καθοριστικό ρόλο που κατέχει στον χώρο της προπονητικής, λίγες είναι οι μελέτες που έχουν ασχοληθεί με την επίδρασή της στην ισορροπία (στον ελλαδικό χώρο ελάχιστες) και κατά πόσο και αν επιδρά θετικά σε αυτή. Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με τη σημαντικότητα της ισορροπίας στην καθημερινότητά μας αποτέλεσε το κύριο κίνητρο για τη συγκεκριμένη μελέτη.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φιλοδοξούν να διαλευκάνουν, την ευεργετική ή μη επίδραση της προπόνησης με ολική σωματική δόνηση στην ικανότητα ισορροπίας. Μελετούνται τα κινητικά δεδομένα του κέντρου πίεσης (COP) μετά από άσκηση ολικής δόνησης.

Γνωρίζοντας τη σημαντικότητα της ισορροπίας στην καθημερινότητά μας, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, επιδιώκουν να βοηθήσουν στην βελτίωση αυτής και κατ' επέκταση στην βελτίωση της ποιότητας ζωής .



## Περιορισμοί – οριοθετήσεις

Τα αποτελέσματα της έρευνας πρέπει να ερμηνευθούν λαμβάνοντας υπόψη τους παρακάτω περιορισμούς και οριοθετήσεις:

Τα άτομα που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν 5 γυναίκες εθελόντριες. Επιλέχθηκαν νεαρά άτομα ηλικίας 18-26 ετών ( n=5 )

- Οι εξεταζόμενες, δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε οργανωμένη μορφή προπόνησης, ούτε είχαν συμμετάσχει σε προγράμματα άσκησης.
- Από την έρευνα αποκλείστηκαν όσες είχαν προβλήματα υγείας (νευρολογικά προβλήματα, προβλήματα ισορροπίας, δυσμορφίες κάτω άκρων κτλ) και στις οποίες δεν ενδείκνυται η προπόνηση δόνησης.
- Η πρώτη αξιολόγηση της ισορροπίας, έγινε μετά από εξοικείωση – εκμάθηση της «άγνωστης» μορφής προπόνησης με ολική δόνηση.

Οι μετρήσεις έγιναν στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, στο Εργαστήριο της Βιοκινητικής.

## Ερευνητικές υποθέσεις

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι ερευνητικές υποθέσεις που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα:

- Η ικανότητα στατικής και δυναμικής ισορροπίας βελτιώνεται μετά από την ολοκλήρωση του εφαρμοσμένου πρωτοκόλλου ολικής σωματικής δόνησης.
- Η συγκεκριμένη μέθοδος προπόνησης επιδρά θετικά στην ισορροπία νεαρών υγιών ατόμων.

## Μηδενικές υποθέσεις

- Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική βελτίωση στην στατική και δυναμική ισορροπία, μετά από την ολοκλήρωση του εφαρμοσμένου πρωτοκόλλου ολικής σωματικής δόνησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 5 γυναίκες ηλικίας 18-26 χρονών με μέσο όρο (μ.ο) ηλικίας τα 25 έτη, βάρους 61,4Kg και μ.ο ύψους 168,2cm. Τα άτομα αυτά δεν ήταν ενεργές αθλήτριες, ούτε υποβαλλόντουσαν σε συστηματική εβδομαδιαία άσκηση (κολύμπι, πολεμική τέχνη, χορός κτλ.). Επίσης, δεν είχαν προβλήματα υγείας που να επηρέαζαν τις μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα τα άτομα που επιλέχθηκαν δεν είχαν δυσμορφίες του άκρου πόδα, ούτε ιστορικό προσφάτων κακώσεων, ιστορικό προβλημάτων ισορροπίας,( λαβυρινθικής προέλευσης ή περιφερικής νευροπάθειας) και γενικά χωρίς μυοσκελετικά προβλήματα. Επιπλέον από τις μετρήσεις αποκλείστηκαν, όσες είχαν προβλήματα υγείας και στις οποίες δεν ενδείκνυται η χρήση της ολικής σωματικής δόνησης (επιληψία, διαβήτη, καρδιοαναπνευστικές παθήσεις, κήλη μεσοσπονδυλίου δίσκου, προχωρημένη δισκοπάθεια, σπονδυλίτιδα, εμφυτεύματα, ρευματοειδής αρθρίτιδα, πρόσφατες τοποθετήσεις μεταλλικών βιδών, θρομβώσεις, πρόσφατη ανάρρωση από εγχείρηση, χρόνιες ημικρανίες και χρόνια χρήση φαρμάκων (κυρίως κορτιζόνη)). Τέλος αποκλείστηκαν όσες δήλωσαν αδυναμία συμμετοχής στην έρευνα.

### Υλικοτεχνικός εξοπλισμός

#### Περιγραφή οργάνων



#### 1) Δυναμοδάπεδα

Για την καταμέτρηση της δυναμομετρίας χρησιμοποιήθηκαν τα δυναμοδάπεδα του εργαστηρίου Βιοκινητικής, του Τμήματος, Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου.

## 2) Πλατφόρμα Δόνησης

Για να εφαρμοσθεί το πρωτόκολλο προπόνησης της συνολικής σωματικής δόνησης, χρησιμοποιήθηκε μία πλατφόρμα δόνησης του εργαστηρίου Βιοκινητικής, του Τμήματος, Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου. Συγκεκριμένα το μοντέλο της πλατφόρμας δόνησης ήταν το Galileo Sport της Novotec Medical GmbH με τεχνικά χαρακτηριστικά: Amplitude: 0-6.4mm (0-12.8mm peak to peak) Freq. Range: 5-30Hz.



Οι συσκευές ήταν συνδεδεμένες με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

### Μέτρηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Η μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών έγινε πριν την έναρξη του πρωτοκόλλου της έρευνας, στο εργαστήριο Βιοκινητικής του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Α.Π.Θ. Οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ήταν οι παρακάτω:

- σωματική μάζα (σε kg),
- ανάστημα (σε cm),
- Ηλικία

### Μάζα σώματος

Η μέτρηση της μάζας σώματος των δοκιμαζόμενων έγινε σε ζυγό ακρίβειας Seca με ακρίβεια 0.5 kg (100 gr) (Lohman et al., 1966). Οι δοκιμαζόμενες για τη συγκεκριμένη μέτρηση ήταν ελαφρά ντυμένες και χωρίς υποδήματα και ανέβηκαν στην πλατφόρμα της ζυγαριάς με το βάρος του σώματος κατανεμημένο ισομερώς και στα δυο πόδια.



### Ανάστημα

Για τον προσδιορισμό του αναστήματος χρησιμοποιήθηκε ένα σταθερό ανθρωπόμετρο με δυνατότητα μετακίνησης προς τα επάνω ή κάτω σύμφωνα με τους Roche & Martorell, (1988).

Κατά τη μέτρηση οι δοκιμαζόμενες ήταν σε όρθια θέση με τα μάτια να εστιάζονται προς τα εμπρός σε ευθεία και το κεφάλι όρθιο. Το βάρος ήταν κατανεμημένο εξίσου και στα δυο πόδια με τις φτέρνες ενωμένες και τα πέλματα σε πλήρη επαφή με τη βάση του ανθρωπόμετρου. Τα άνω άκρα κρέμονται ελεύθερα. Το ύψος από όρθια θέση μετρήθηκε με ακρίβεια χιλιοστού.

## Πειραματικός σχεδιασμός

Συνολικά το πείραμα διήρκεσε 14 ημέρες. Κατά τη διάρκεια της έρευνας έγιναν έλεγχοι της ισορροπίας σε 2 καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Αυτοί αφορούσαν την αξιολόγηση των στατικών και δυναμικών παραμέτρων της ισορροπίας. Ο πρώτος έλεγχος εμπεριείχε 2 μετρήσεις στατικής και δυναμικής ισορροπίας, μία αρχική πριν την εφαρμογή δόνησης και μία αμέσως μετά τη λήξη της εφαρμογής δόνησης. Η δεύτερη και τελευταία μέτρηση, έγινε την επόμενη μέρα από την τελευταία εφαρμογή, της ολικής σωματικής δόνησης

μέτρηση	άσκηση	άσκηση	άσκηση	άσκηση	άσκηση	άσκηση	άσκηση	άσκηση	μέτρηση
1 <sup>η</sup> ΑΡΧΗ	1	2	3	4	5	6	7	8	2 <sup>η</sup> ΤΕΛΟΣ
αρχική									αρχική
στατική									στατική
στατική									στατική
δυναμική									δυναμική
Μετά τη δόνηση									
στατική									
στατική									
δυναμική									

Πίνακας 1. Πίνακας αναλυτικής καταγραφής σχεδιασμού της έρευνας

## Πειραματική διαδικασία

Οι εξεταζόμενες επισκέφτηκαν το εργαστήριο τέσσερις διαφορετικές ημέρες, την εβδομάδα, για δύο εβδομάδες. Σκοπός της πρώτης επίσκεψης εκτός της πειραματικής διαδικασίας ήταν και η εξοικείωση των ατόμων με την πλατφόρμα δόνησης, με το δυναμοδάπεδο και η κατανόηση του πρωτοκόλλου. Ανέβηκαν από μία φορά στην πλατφόρμα δόνησης για 2 min για εξοικείωση με το συγκεκριμένο όργανο προπόνησης. Επίσης έγινε ενημέρωση για τον τρόπο διεξαγωγής της μέτρησης και έγινε η συμπλήρωση των στοιχείων τους στις καρτέλες. Τα στοιχεία που συμπληρώθηκαν αφορούσαν ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (ύψος, σωματική μάζα, ηλικία, τραυματισμοί, προβλήματα υγείας).



Κατά την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας (για τον υπολογισμό της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης (COP velocity)) πριν το παρεμβατικό πρόγραμμα, οι εξεταζόμενες τοποθετήθηκαν στα δυναμοδάπεδα και εκτέλεσαν τις δοκιμασίες α) Όρθια Διποδική (Quite bipedal stance) Στάση και β) Στάση Tandem Romberg αρχικά με το αριστερό πόδι μπροστά γ) Στάση Tandem Romberg με το αριστερό πόδι μπροστά (για 20 sec τη κάθε δοκιμασία) και δ) Δοκιμασία ορθοστάτισης από καρέκλα ( Sit and stand) ενώ τα πέλματα ακουμπούσαν στα δυναμοδάπεδα.

Οι εξεταζόμενες έκαναν μία σύντομη προθέρμανση για τους εκτεινόντες και καμπτήρες μυς των κάτω άκρων σε κυκλοεργόμετρο με σταθερή αντίσταση για 5 λεπτά. Ακολούθησαν διατακτικές ασκήσεις για τον πρόσθιο μηριαίο, τους οπίσθιους μηριαίους, το γαστροκνήμιο, τον υποκνημίδιο και τον πρόσθιο κνημιαίο, έτσι ώστε να αποφευχθούν τυχόν τραυματισμοί ή κράμπες κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Η όλη διαδικασία υποστηριζόταν από τον ίδιο τον ερευνητή. Αν για οποιοδήποτε λόγο η εξεταζόμενη ένιωθε κάποια



ενόχληση ή δεν ήθελε να συνεχίσει τη μέτρηση, μπορούσε να αποχωρήσει.

Μετά την ολοκλήρωση της προθέρμανσης, η εξεταζόμενη ανέβαινε στην πλατφόρμα δόνησης και εκτελούσε την προπόνηση σε θέση ημικαθίσματος. Η εκκίνηση της εφαρμογής της σωματικής δόνησης, γινόταν μετά από προφορική εντολή 'πάμε' του εξεταστή.

Η διάρκεια της εφαρμογής ολικής σωματικής δόνησης διαρκούσε συνολικά 10 min και ήταν χωρισμένη σε 10 μέρη (8 από 1' και 2 από 30''), ενώ γινόντουσαν παύσεις των 45'' ανάμεσα στις άσκησης. Η επιβάρυνση ήταν προοδευτικά αυξανόμενη. Κατά τα πρώτα 2 λεπτά η συχνότητα ήταν 12Hz με εύρος ταλάντωσης 2mm, ενώ κατά τα επόμενα 6 λεπτά η συχνότητα ήταν σταδιακά αυξανόμενη από 15-22Hz/3mm. Τέλος κατά τα τελευταία 2x30'' η συχνότητα ήταν 24Hz/3,5mm και 26 Hz/3,5mm



Αμέσως μετά το τέλος της προπόνησης επαναλήφθηκαν οι μετρήσεις τις στατικής και δυναμικής ισορροπίας.

Για τις επόμενες 2 εβδομάδες οι εξεταζόμενες επισκέφτηκαν το εργαστήριο τέσσερις διαφορετικές ημέρες, την εβδομάδα, ακολουθώντας το ίδιο προπονητικό πρωτόκολλο με ολική σωματική δόνηση. Την επομένη της τελευταίας ημέρας, έγινε και η τελευταία μέτρηση στατικής και δυναμικής ισορροπίας.

ΒΗΜΑ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
1 <sup>ο</sup>	Επίσκεψη στο εργαστήριο-εξοικείωση με το χώρο & τα όργανα μέτρησης.
2 <sup>ο</sup>	Καταγραφή των ανθρωπομετρικών στοιχείων .Καταγραφή των στοιχείων του εξεταζόμενου.
3 <sup>ο</sup>	Αξιολόγηση στατικής και δυναμικής, πριν το παρεμβατικό πρόγραμμα
4 <sup>ο</sup>	5 min προθέρμανση σε κυκλοεργόμετρο και διατάσεις.
5 <sup>ο</sup>	10 min προπόνηση σωματικής δόνησης
6 <sup>ο</sup>	Αξιολόγηση στατικής και δυναμικής ισορροπίας, μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα
8 <sup>ο</sup>	Αποθεραπεία-Διατάσεις.

Πίνακας 2. Πίνακας αναλυτικής καταγραφής σχεδιασμού της πειραματικής διαδικασίας

## Στατιστική ανάλυση

Για τον έλεγχο των ερευνητικών υποθέσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης διακύμανσης Two Way Manova, ενώ ως ελάχιστο όριο στατιστικής διαφοροποίησης ορίστηκε το  $p < 0.05$ .

Για όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές υπολογίστηκε ο μέσος όρος και το τυπικό σφάλμα. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS v.10.0.1 for Windows (SPSS Inc., USA). Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται λεπτομερώς όλες οι εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Εξαρτημένες μεταβλητές
Ομάδες: Πειραματική ομάδα	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης(COP velocity) για τις στατικές μετρήσεις(διποδική,tandem)</li><li>• Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης (COP velocity) για δυναμικές μετρήσεις(Sit and stand)</li><li>• Πρόσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης (COP amplitude) από τις δυναμικές μετρήσεις(Sit and Stand)</li><li>• Σχέση μεταξύ ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης και της μετατόπισης του κέντρου πίεσης [Ratio (COPvelocity / Amplitude )]</li></ul>

Πίνακας 3. Πίνακας αναλυτικής καταγραφής ανεξαρτήτων και εξαρτημένων μεταβλητών

## Αποτελέσματα μετρήσεων (στατικών – δυναμικών)

### 1) Διποδική στάση:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΙΕΣΗΣ (COP VELOCITY) ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΠΟΔΙΚΗ ΣΤΑΣΗ

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	B2	10,910 <sup>a</sup>	1	10,910	4,710	,118
	B3	1,445 <sup>b</sup>	1	1,445	6,182	,089
Intercept	B2	,708	1	,708	,305	,619
	B3	,710	1	,710	3,035	,180
B1	B2	10,910	1	10,910	4,710	,118
	B3	1,445	1	1,445	6,182	,089
Error	B2	6,949	3	2,316		
	B3	,701	3	,234		
Total	B2	212,474	5			
	B3	139,516	5			
Corrected Total	B2	17,859	4			
	B3	2,147	4			

a. R Squared = ,611 (Adjusted R Squared = ,481)

b. R Squared = ,673 (Adjusted R Squared = ,564)

**B1:** Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 1η μέτρηση της διποδικής στάσης.

**B2:** Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 2η μέτρηση της διποδικής στάσης.

**B3:** Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 3η μέτρηση της διποδικής στάσης.

**COP velocity:** ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης.

Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων, με B1-B2  $p = 0,118$ , και B1-B3  $p=0,089$  αντίστοιχα. Οι δείκτες αυτοί δείχνουν ότι, η άσκηση με Ο.Σ.Δ (ολική σωματική δόνηση), δεν φαίνεται να επιδρά στην ικανότητα στατικής ισορροπίας κατά τη διποδική στάση, αφού τα αποτελέσματα του B2 το οποίο αντιπροσωπεύει την μέτρηση που πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά την εφαρμογή της Ο.Σ.Δ, δεν διέφεραν σημαντικά από τα αποτελέσματα του B1, που αντιπροσωπεύει την μέτρηση, που έγινε ακριβώς πριν την εφαρμογή της Ο.Σ.Δ.

Επίσης, η Ο.Σ.Δ δεν φαίνεται να φέρει αποτελέσματα όσων αφορά την ικανότητα στατικής ισορροπίας στην διποδική στάση, μετά από ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα προπόνησης με Ο.Σ.Δ, αφού στις τιμές της COP velocity μεταξύ του B1 και του B3 (το B3 αντιπροσωπεύει την μέτρηση που έγινε μια μέρα μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος άσκησης με δόνηση) δεν φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση.



Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι η άσκηση με Ο.Σ.Δ δεν έχει καμία άμεση ή μακροπρόθεσμη επίδραση στην στατική ισορροπία κατά την διποδική στάση.

## 2) Στάση Tandem με αριστερό πόδι (TL) & δεξιό πόδι (TR) μπροστά

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΙΕΣΗΣ (COP VELOCITY) ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΣΤΑΣΗ TANDEM ΜΕ ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΠΟΔΙ ΜΠΡΟΣΤΑ**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	TL2	27,713 <sup>a</sup>	1	27,713	3,046	,179
	TL3	5,725 <sup>b</sup>	1	5,725	,513	,526
Intercept	TL2	,116	1	,116	,013	,917
	TL3	7,840	1	7,840	,702	,464
TL1	TL2	27,713	1	27,713	3,046	,179
	TL3	5,725	1	5,725	,513	,526
Error	TL2	27,295	3	9,098		
	TL3	33,506	3	11,169		
Total	TL2	866,841	5			
	TL3	748,909	5			
Corrected Total	TL2	55,009	4			
	TL3	39,231	4			

a. R Squared = ,504 (Adjusted R Squared = ,338)

b. R Squared = ,146 (Adjusted R Squared = -,139)

**TL1: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 1η μέτρηση σε στάση Tandem (αριστερό)**

**TL2: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 2η μέτρηση σε στάση Tandem (αριστερό)**

**TL3: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 3η μέτρηση σε στάση Tandem (αριστερό)**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΙΕΣΗΣ (COP VELOCITY) ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΣΤΑΣΗ TANDEM ΜΕ ΔΕΞΙ ΠΟΔΙ ΜΠΡΟΣΤΑ**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	TR2	3,248 <sup>a</sup>	1	3,248	5,878	,094
	TR3	4,999 <sup>b</sup>	1	4,999	2,437	,216
Intercept	TR2	33,918	1	33,918	61,389	,004
	TR3	91,130	1	91,130	44,421	,007
TR1	TR2	3,248	1	3,248	5,878	,094
	TR3	4,999	1	4,999	2,437	,216
Error	TR2	1,658	3	,553		
	TR3	6,154	3	2,051		
Total	TR2	763,334	5			
	TR3	737,654	5			
Corrected Total	TR2	4,905	4			
	TR3	11,154	4			

a. R Squared = ,662 (Adjusted R Squared = ,549)

b. R Squared = ,448 (Adjusted R Squared = ,264)

**TL1: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 1η μέτρηση σε στάση Tandem (δεξι)**

**TL2: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 2η μέτρηση σε στάση Tandem (δεξι)**

**TL3: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 3η μέτρηση σε στάση Tandem (δεξι)**

Η προπόνηση δόνησης, δεν φαίνεται να επιφέρει άμεση βελτίωση της ισορροπίας στην στάση Tandem, αφού μεταξύ των μετρήσεων που έγιναν λίγο πριν και ακριβώς μετά την εφαρμογή Ο.Σ.Δ (TL1 - TL2 και TR1-TR2 αντίστοιχα) δεν υπήρχε σημαντική στατιστική διαφοροποίηση της COP velocity ( TL  $p = 0,179$  και TR  $p = 0,094$ ).

Επίσης τα αποτελέσματα μεταξύ TL1-TL3 και TR1-TR3 δείχνουν ότι ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα άσκησης με δόνηση δεν επιφέρει θετικές αλλαγές στην ισορροπία σε στάση Tandem (αριστερό και δεξιό), αφού δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης μέτρησης (TL1 & TR1) και της μέτρησης που πραγματοποιήθηκε μια μέρα μετά το πέρας του προγράμματος προπόνησης με δόνηση (TL3 & TR3 αντίστοιχα), ( $p = 0,526$  &  $p = 0,216$ ).

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των δοκιμασιών στατικής ισορροπίας δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές άμεσες ή και μακροπρόθεσμες στις τιμές της COP velocity. Λόγω αυτού, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η προπόνηση με δόνηση δεν έχει καμία επίδραση στην στατική ισορροπία.

### 3) Sit and stand (δυναμική μέτρηση)

#### α. Ταχύτητα μετατόπισης του Κ.Π (COP velocity)

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΙΕΣΗΣ (COP VELOCITY) ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ SIT AND STAND

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	SSVEL2	3952,584	1	3952,584	3,465	,160
	SSVEL3	4061,437	1	4061,437	3,904	,143
Intercept	SSVEL2	6407,226	1	6407,226	5,617	,099
	SSVEL3	6111,019	1	6111,019	5,875	,094
SSVEL1	SSVEL2	3952,584	1	3952,584	3,465	,160
	SSVEL3	4061,437	1	4061,437	3,904	,143
Error	SSVEL2	3422,026	3	1140,675		
	SSVEL3	3120,665	3	1040,222		
Total	SSVEL2	67184,608	5			
	SSVEL3	65960,791	5			
Corrected Total	SSVEL2	7374,610	4			
	SSVEL3	7182,102	4			

a. R Squared = ,536 (Adjusted R Squared = ,381)

b. R Squared = ,565 (Adjusted R Squared = ,421)

**SSVEL1: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 1<sup>η</sup> δοκιμασία 'sit and stand'**

**SSVEL2: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 2<sup>η</sup> δοκιμασία 'sit and stand'**

**SSVEL3: Αποτελέσματα μετρήσεων της COP velocity κατά την 3<sup>η</sup> δοκιμασία 'sit and stand'**

Ο πίνακας .7, μας δείχνει τα αποτελέσματα της σύγκρισης της COP velocity (ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης) μεταξύ των δυναμικών μετρήσεων κατά την δοκιμασία 'Sit and Stand' (ορθοστάτηση από καρέκλα).

Από τη σύγκριση των αρχικών μετρήσεων SSVEL1-SSVEL2 φαίνεται η Ο.Σ.Δ να μην έχει άμεση επίδραση στην ταχύτητα μετατόπισης του COP ( $p=0,160$ ). Η σύγκριση της COP velocity μεταξύ της πρώτης μέτρησης (SSVEL1) και της τρίτης (SSVEL3), επίσης δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p=0,143$ ).

### β. Πρόσθια μετατόπιση του Κ.Π (COP Amplitude)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΙΕΣΗΣ (COP AMPLITUDE) ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ (SIT AND STAND)**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	SS2	11646,097	1	11646,097	33,461	,010
	SS3	1879,220	1	1879,220	,564	,507
Intercept	SS2	505,414	1	505,414	1,452	,315
	SS3	2495,126	1	2495,126	,748	,451
SS1	SS2	11646,097	1	11646,097	33,461	,010
	SS3	1879,220	1	1879,220	,564	,507
Error	SS2	1044,165	3	348,055		
	SS3	10001,986	3	3333,995		
Total	SS2	169116,490	5			
	SS3	205329,861	5			
Corrected Total	SS2	12690,262	4			
	SS3	11881,206	4			

a. R Squared = ,918 (Adjusted R Squared = ,890)

b. R Squared = ,158 (Adjusted R Squared = -,122)

**SS1:** Το εύρος της μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση

**SS2:** Το εύρος της μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση

**SS3:** Το εύρος της μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στον πίνακα 8. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της πρόσθιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης (COP Amplitude) κατά την δοκιμασία δυναμικής ισορροπίας 'Sit and stand'. Παρατηρούμε ότι μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης SS1 και SS2 αντίστοιχα, υπάρχει σημαντική διαφορά στο εύρος της μετατόπισης του κέντρου πίεσης ( $p < 0,01$ ) το οποίο εμφανίζεται ελαττωμένο. Αντιθέτως, στα συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ SS1 – SS3 δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ( $p=0,507$ ).

**γ. Σχέση μεταξύ ταχύτητας μετατόπισης του ΚΠ και της μετατόπισης του ΚΠ  
[Ratio (COPvelocity / Amplitude )]**

Από τον αναλογικό υπολογισμό μεταξύ των δεδομένων της ταχύτητας μετατόπισης του COP και της μετατόπισης του COP, δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των μετρήσεων (ratio,  $SSVEL1/SS1= 1,73$  ,  $SSVEL2/SS2= 1,61$  ,  $SSVEL3/SS3= 1,81$ ). Ο δείκτης αυτός αντιπροσωπεύει την ικανότητα ελέγχου της ισορροπίας σε δυναμική προσπάθεια, αφού στηρίζεται στην ταχύτητα μετατόπισης του COP και τις διαφοροποιήσεις της, σε συνδυασμό με την ικανότητα ελέγχου του COP κατά την μετατόπισή του (εύρος).

## Συζήτηση

Η έρευνά μας είναι η πρώτη που ασχολήθηκε με υγιή νεαρά άτομα (μ.ο. ηλικίας 25), μελετώντας την επίδραση της Ο.Σ.Δ στην ικανότητα ισορροπίας (στατικής και δυναμικής), μετά από ένα πρόγραμμα προπόνησης 2 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα ήταν αποθαρρυντικά όσον αφορά τις ευεργετικές ιδιότητες της Ο.Σ.Δ, τόσο στην ικανότητα στατικής, όσο και στην ικανότητα δυναμικής ισορροπίας.

Στις στατικές μετρήσεις δεν καταγράφηκε καμία επίδραση της Ο.Σ.Δ στην ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης (COPvelocity)( $p>0,05$ ), τόσο άμεσα (συγκρίνοντας 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> μέτρηση) όσο και μακροπρόθεσμα (συγκρίνοντας 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup>), γεγονός που παρατηρήθηκε σε όλες τις στατικές μετρήσεις, δηλαδή της διποδικής στάσης και των δύο παραλλαγών της στάσης Tandem Romberg (για αριστερό και δεξί). Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι η Ο.Σ.Δ δεν έχει καμία επίδραση στην στατική ισορροπία ακόμα και μετά από ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα άσκησης με δόνηση 2 εβδομάδων.

Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δυναμικών μετρήσεων. Ούτε και σε αυτές, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της ικανότητας ισορροπίας. Η Ο.Σ.Δ φαίνεται να μην έχει καμία επίδραση στην ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα ( $p>0,05$ ). Η μόνη στατιστικά σημαντική διαφορά που παρατηρήθηκε στις μετρήσεις ήταν η μείωση της πρόσθιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης (COP Amplitude) κατά την δοκιμασία Sit and stand ( $p<0,01$ ), μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης. Μελετώντας όμως καλύτερα τα αποτελέσματα και συγκρίνοντας την σχέση μεταξύ ταχύτητας μετατόπισης του Κ.Π (κέντρου πίεσης) και της μετατόπισης του Κ.Π των δύο μετρήσεων, καταλήγουμε στο ίδιο με πριν συμπέρασμα, ότι δηλαδή η Ο.Σ.Δ δεν έχει επίδραση στην ικανότητα δυναμικής ισορροπίας.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της συγκεκριμένης έρευνας έρχονται σε αντίθεση με πολλές από τις υπόλοιπες έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με το θέμα, αφού πολλοί ερευνητές (Torvinen, Bruyere, Bautmas, Hinman κ.α) έχουν βρει ότι η Ο.Σ.Δ έχει θετική επίδραση στην ικανότητα ισορροπίας και σε στατικό επίπεδο, αλλά και σε δυναμικό. Το γεγονός όμως ότι ασχοληθήκαμε με νεαρά υγιή άτομα, που έχουν ολοκληρώσει όμως την ανάπτυξή τους, ίσως αποτελεί την ειδοποιό

διαφορά. Για παράδειγμα η Hinman ασχολήθηκε με υγιή άτομα, αλλά ο μέσος όρος ήταν κατά πολύ μεγαλύτερος. Επίσης ο Bautmas ασχολήθηκε με μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Όμως τα αποτελέσματα του Mahiue έχοντας για δείγμα ανήλικα άτομα ηλικίας 9-16 ετών, συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.

Για να δημιουργήσουμε μια σφαιρική άποψη για την Ο.Σ.Δ και την επίδρασή της στην ισορροπία, θα μπορούσαμε να αποκομίσουμε πολύ χρήσιμα στοιχεία, με την βοήθεια επιπλέον υλικοτεχνικού εξοπλισμού. Όπως για παράδειγμα η συλλογή πληροφοριών από του μύες που έχουν αυξημένη ισορροπιστική λειτουργία, μέσω ενός ηλεκτρομυογράφου όπως έκαναν οι Slijper & Latash. Επίσης η διενέργεια περισσότερων δυναμικών δοκιμασιών, όπως έκανε ο Bruyere, που ενσωμάτωσε τα τεστ Tinetti & TUG(Timed Up and Go) για την αξιολόγηση της ισορροπίας κατά την βάρδιση, θα μπορούσε να συμβάλει για αυτόν τον σκοπό, δεδομένου ότι η φυσική δραστηριότητα του ανθρώπου εμπεριέχει ως επί το πλείστον δυναμικές δραστηριότητες και όχι στατικές.

Η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί μέρος έρευνας με μεγαλύτερο δείγμα και τα αποτελέσματά της θα χρησιμοποιηθούν, σε επόμενες έρευνες που θα ακολουθήσουν, με άλλες ηλικιακές ομάδες και παθολογικές καταστάσεις, ως ομάδα ελέγχου.

Γεγονός είναι, ότι η έρευνα στο πεδίο της Ο.Σ.Δ σε σχέση με την ικανότητα της ισορροπίας βρίσκεται σε εμβρυϊκό στάδιο ακόμα. Παρόλα αυτά όμως διακρίνεται από υψηλό επίπεδο αντιφατικότητας αποτελεσμάτων, οπότε σε συνδυασμό με τον πολύ μικρό αριθμό ερευνών, αποτελεί πρόσφορο έδαφος για περαιτέρω έρευνα. Θα πρέπει να ερευνηθούν διάφορες ομάδες πληθυσμού, σε μεγαλύτερα δείγματα και με διάφορα παθολογικά ή μη χαρακτηριστικά, σε ένα ευρύτερο φάσμα ηλικιών.

## **Βιβλιογραφία**

1. Badke, MB., Shea, TA., Miedaner, JA., Grove, CR. (2004). Outcomes after rehabilitation for adults with balance dysfunction, *Arch Phys Med Rehabil*, 85: 227-33.
2. Balasubramaniam, R. & Wing, AM. (2002) The dynamics of standing balance. *Trends in Cognitive Sciences* 6, 531-536.
3. Bautmas, 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. *BMC Geriatrics*;5:17.
4. Blackburn, JT., Guskiewicz, KM., Petschauer, M., Prenrice, W. (2000): Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength . *J Sport Rehabil*.
5. Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, A., Boonen, S. (2006): Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals A 1 year randomized controlled trial. *Gait&Posture*; Article in Press.
6. Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., Colli, R., Tihanyi, J., Von Duvillard, S., Viru, A. (1998): The influence of whole body vibration on the mechanical behaviour of skeletal muscle. *Biol Sport* 153:157-164.
7. Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O. (1999a): Influence of vibration on mechanical power and electro- myogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol* 79:306-311.
8. Bosco, C., Introini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J., Viru, A. (1999b): Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 19: 183-187.
9. Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, J., De Lorenzo, A., Viru, A. (2000): Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 81:449-454.
10. Bove, M., Nardone, A., Schieppati, M. (2003): Effects of leg muscle tendon vibration on group Ia and group II reflex responses to stance perturbation in humans. *J Physiol*;550.2:617-630.
11. Brunetti, O., Fillipi, M., Lorenzini, M., Liti, A., Panichi, R., Roscini, M., Pettrossi, V.E., Gerulli, G. (2006): Improvement of posture stability by vibratory stimulation

- following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*;14:1180-1187.
12. Bruyere, O., Wuidart, M-A., Di Palma, E., Gourlay, M., Ethgen, O., Ricky, F., Reginster, J-Y.(2005): Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Phys Med & Reh*;86:303-307.
  13. Bruyere, O., Wuidart, M.A., Di Palma, E., Gourlay, M., Ethgen, O., Ricky, F., Reginster, J-Y(2003): Controlled whole body vibrations improve health related quality of life in elderly patients. *American College of Rheumatology*:
  14. Cardinale, M. & Wakeling, J. (2005): Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *British Journal of Sports Medicine*;39:585-589.
  15. Cardinale, M., Leiper, J., Erskine, J., Milroy, M., Bell, S.(2006): The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men a preliminary study. *Clin Physiol Funct Imaging*;26:380-384.
  16. Cardinale, M. & Bosco C.(2003): The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sports Sci Rev*;31:3-7.
  17. Carol, T., Riek, S., Carson, R.(2001): Neural adaptations to resistance training. Implications for Movement Control. *Sports med*;31:829-840.
  18. De Gail, P., Lance, J., Neilson, P. (1966): Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 29: 1-11.
  19. Delecluse, C., Roelants, M., Verschueren, S.(2003): Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc*;35:1033-1041.
  20. Diemen, A. (2002). Vibration Training: Mechanisms and possible mechanisms relating to structural adaptations and acute effects.
  21. Desmedt, J (1983): Mechanisms of vibration-induced inhibition or potentiation: tonic vibration reflex and vibration paradox in man. *Adv Neurol*39:671-683.
  22. Duclos, C., Roll, R., Kavounoudios, A., Roll, J.P., Forget, R.(2006): Changes in standing posture of lower limb amputees after muscle vibration: a potential tool for rehabilitation. *J Biomech*;20:129.Abstract.
  23. Duane, E. Haines (1999): Νευροανατομία, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα.



24. Duncan, P.W., Weiner, D.K., Chandler, J., Studenski, S.(1990): Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.*
25. Eklund, G. (1969): Influence of muscle vibration on balance in man. A preliminary report. *Acta Soc Med*;74:113-117.
26. Eisman, J. (2001): Good, good, good... good vibrations: the best option for better bones? *Lancet* 358:1924-1925.
27. 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. *Am J Phys Med Rehabil*;85:956-962.
28. Flieger, J., Karachalios, T., Khaldi, L., Raptou, P., Lyritis, G. (1998). Mechanical stimulation in the form of vibration prevents postmenopausal bone loss in ovariectomized rats. *Calcif Tissue Int* 63: 510-514.
29. Fransson, P.-A., Johansson, R., Hafstrom, A., Magnusson, M.(2000) Methods for evaluation of postural control adaptation. *Gait & Posture*;12:14-24.
30. Γιγής, Παναγιώτης & Παρασκευάς Γιώργος(1999): Νευροανατομία- Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
31. Griffin, M. (1990): Handbook of human vibration. T.J. Press (Padstow) Ltd., Padstow, Cornwall, Great Britain.
32. Griffin, L., Garland, S., Ivanova, T., Gossen, E. (2001) Muscle vibration sustains motor unit firing rate during submaximal isometric fatigue in humans. *J Physiol* 15:929-936.
33. 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 Musculoskelm Disord*;7:92
34. Hagbarth, K. (1973): The effect of muscle vibration in normal man and in patients with motor disorders. In Desmedt J, *New developments in electromyography and clinical neurophysiology*. Karger, Basel, 428-443.
35. Hayashi, R., Miyaki, A., Jijiwa, H., Watanabe, S.(1981): Postural Readjustment to Body Sway I nduced by Vibration in Man. *Exp Brain Res*;43:217-225.
36. Hakkinen, K. & Komi, P. (1985): Effect of explosive type strength on electromyographic and force production characteristics of leg extensors muscles during concentric and various stretch- shortening cycle exercises. *Scand J Sports Sci*;7:65-76.

37. Hibino, R. (1980): The role of the tonic stretch reflex during standing in man. Nagoya J Med Sci;43:15-24.
38. Hinman, M.R., Haberer, K., McFarland, M., McCormick, F., (2005): Effects of Whole Body Vibration (WBV) on the Standing Balance of Healthy Subjects. Poster presented at the Combined Sections Meeting of the American Physical Therapy Association.
39. Hinman, M. (2006): Whole Body Vibration: a new exercise approach.ppt; The University of Texas Medical Branch.
40. Horak, F.B. & Macpherson, J.M. (1996): Postural orientation and equilibrium. In: Shepard, J. and Rowell, L. (eds.), Handbook of Physiology: Section 12, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems. New York: Oxford University Press, , pp. 255-292.
41. Ishihara, Y., Izumizaki, M., Atsumi, T., Homma, I.(2004): Aftereffects of mechanical vibration and muscle contraction on limb position-sense. Muscle Nerve;30:486-492.
42. Issurin, V. & Tenenbaum, G.(1999): Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. J Sports Sci 17:177-182.
43. James, Y., Mathiot, M., Roll, J., Prefeut, C., Berthelin, F., Grimaud, C., Milic-Emily, J. (1981): Ventilatory responses to muscular vibrations in healthy humans. J Appl Physiol 51:262-269.
44. James, Y., Askanazi, J., Weissman, C., Milic-Emily, J. (1984): Ventilatory effects of biceps vibration during leg exercise in healthy humans. Clin Physiol 4:379-391.
45. Kahle, W., Leonhardt, H., Platzer, W. (1985): Εγχειρίδιο ανατομικής του ανθρώπου, τόμος 3 ΄Νευρικό σύστημα και αισθητήρια όργανα, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα.
46. Kasai, T., Yahagi S., Shimura K. (2002): Effect of vibration induced postural illusion on anticipatory postural adjustment of voluntary movement in standing humans. Gait Posture;15:94-100.

47. Kersch-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Rech, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., Imhol, H. (2001): Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Physiol*;21:377-382.
48. Kleinoder, H., Ziegler, J., Bosse, C., Mester, J. (2005) Safety considerations in vibration training. Institute of Training and Movement Science, German Sport University Cologne.
49. Martin, B. & Park, H. (1997): Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 75:504-511.
50. Mahieu, N., Witvrouw, E., Van de Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V. Van den Broeck, W. (2006): Improving Strength and Postural Control in Young Skiers Whole-Body Vibration Versus Equivalent Resistance Training. *Journ of Athlet Train*;41:286-293.
51. Massion, J. (1992): Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Prog Neurobiol*; 38:35-56.
52. Mattacola, CG. & Lloy, JW. (1997): Effect of a 6-week strength and proprioception training program on measures of dynamic balance: a single case design. *J Athl Train*.
53. Mester, J., Kleinoder, H., Yue, Z.(2005): Vibration training: benefits and risks. *J Biomech*;39:1056-1065.
54. Miyamoto, K., Mori, S., Tsuji, S., Tanaka, S., Kawamoto, M., Mashiba, T., Komatsubara, S., Akiyama, T., Kawanishi, J., Norimatsu, H. (2003). Whole body vibration exercise in the elderly people. *IBMS-JSBMR Abstract P506*.
55. Miyazaki, Y. (2000): Adverse effects of whole-body vibration on gastric motility. *Kurume Med* 47:79-86.
56. Mochizuki, G., Semmler, J.G., Ivanova, T.D., Garland, S.J.(2006): Low frequency common modulation of soleus motor unit discharge in enhanced during postural control in humans. *Exp Brain Res*;10:575-577.
57. Moritani, T. & DeVries H.,(1979): Neural factors versus hypertrophy in the course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*;38:115-130.

58. Nazarov, V. & Spivak, G.(1985): Development of athlete's steam abilities by means of biomechanical stimulation method. *Theory & Practice of Physical Culture*;12:445-450.
59. Newell, KM., Van Emmerik, R.E., Lee, D., Sprague, R.L(1993).: On postural stability and variability. *Gait and Posture* 4:225-230.
60. Nichols, DS. (1997): Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther* 77:5,553-558.
61. Nishihira, Y., Iwasaki, T., Hatta, A., Wasaka T., Kaneda, T., Kuroiwa, K., Akiyama, S., Kida, T., Ryol, K.S. (2002). Effect of whole body vibration stimulus and voluntary contraction on motoneuron pool. *Japan Society of Exercise and Sports Physiology*, Tsukuba, 83-86.
62. Nordlund, M.M. & Thorstensson, A. (2007):Strength training effects of whole-body vibrations? *Scand J Med Sci Sports*;17:12-17.
63. Onell, A. (2000): The vertical ground reaction force for analysis of balance? *Gait& Posture*;12:7-13.
64. Polonyova, A. & Hlavacka, F. (2001):Human Postural Responses to Different Frequency Vibrations of Lower Leg Muscles. *Physiol Res*;50:405-410.
65. Rehn, B., Lidstrom, J., Skoglund, J., Lindstrom, B. (2007): Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*;17:2-11.
66. Rittweger, J., Beller, G., Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustrive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol*20: 134-142.
67. Rittweger, J., Schiessl, H., Felsenberg, O. (2001): Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur] Appl Physiol*86: 169-173.
68. Rittweger, J., Ehrig, J. ,Just, J., Mutschelknauss, M., Kirsch, K., Felsenberg, D. (2002): Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int] Sports Med*;23:428-432.
69. Roelants, M., Verschueren, SMP., Delacluse, C., Levin, O., Stijnen, V. (2006):Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res*;

70. Roelants, M.; Delecluse, C., Verschueren, S.M. (2004) Whole-Body-Vibration Training Increases Knee-Extension Strength and Speed of Movement in Older Women *J Amer Geriatr Soc*;52:901-908.,
71. Romaiquere, P., Vedel, J., Azulay, J., Pagni, S. (1991): Differential activation of motor units in the wrist extensor muscles during the tonic vibration reflex in man. *J Physiol*444:645-667.
72. Roll, J., Martin, B., Gauthier, G., Mussa, I. (1980): Effects of whole-body vibration on spinal reflexes in man. *Aviat Space Environ med* 51:1227-1237.
73. Rubin, C., Sommertfeldt, D., Judex, S., Qin, Y. (2001c): Inhibition of osteopenia by low magnitude, high- frequency mechanical stimuli. *DDT*;6:848-858.
74. Runge, M., Rehfeld, G., Reswick, E. (2000). Balance training and exercise in geriatric patients. *Journal of Musculoskeletal Interactions*, 1, 54-58. .
75. Russo, C-R.,Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartalli, B., Cavazzini, C., Guralnik, J., Ferruccin, L. (2003): High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arc Phys Med Reh*;84:1854-1857.
76. Sale, D. (1988):Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*;20:135-145.
77. Seidel, H. & Heide, R. (1986): Long-term effects of Whole- body vibration: a critical survey of literature. *Int Arch Occup Environ Health* 58:1-26.
78. Seidel, H. (1993): Selected health risks caused by long-term, whole-term, whole-body vibration. *Am J Ind Med* 23:589-604.
79. Shinohara, M. (2005): Effects of Prolonged Vibration on Motor Unit Activity and Motor Performance. *Med Sci Sports Exerc*;37:2120-2125.
80. Shumway Coe A. & Woollacott, MH (2001) *Motor control: Theory and Practical Applications* (2nd Ed) Lippincott, Williams and Wilkins.
81. Shumway Cook, A. & Horak, FB (1986):Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Suggestions from the field. Phys Ther.*
82. Σκόλιας, Γ. (2004): Προπόνηση ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας. Εκδ. Αθλότυπο, Αθήνα.
83. Slijper, H. & Latsh, M.(2004): The effects of muscle vibration on anticipatory postural adjustments. *Brain Research*;1015:57-72.

84. Smiley-Oyen, A., Cheng, H-Y.K., Latt, D., Redfern, M. (2001): Adaptation of vibration-induced postural sway in individuals with Parkinson's disease. *Gait & Posture*;16:188-197.
85. Torvinen, S., Kanus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T., Jarvinen, M., Oja, P., Vuori, I. (2003): Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone muscle performance and body balance: A Randomized cross-over study. *Jour of Bone & Miner Resear*;18:876-884.
86. Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Kanus, P. (2002): Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: A Randomized cross-over study. *Int J Sports Med*;23:374-379.
87. Torvinen, S., Kanus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T., Jarvinen, M., Oja, P., Vuori, I. (2002): Effect of 4-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medic & Scien in sports & Exerc*;34:1523-1528.
88. Torvinen, S., Kanus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T., Jarvinen, M., Oja, P., Vuori, I. (2002): Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol & Func Im*;22:145-152.
89. Uimonen, S., Sorri, M., Laitakaroi, K., Jamsa, T. (1995): A comparison of three vibrators in static posturography: the effect of vibration amplitude on body sway. *Med Eng Phys*;18:405-409.
90. Verschueren, S., Roelants, M., Delecluse, R., Swinnen, S., Vanderschueren,, D., Boonen, S. (2004). Effects 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.
91. Verschueren, S., Swinnen, S., Desloovere, K., Duysens, J. (2003): Vibration-Induced Changes in EMG During Human Locomotion. *J Neurophysiol*; 89: 1299-1307
92. Von der Heide, S., Emons, G., Hilgers, R., Viereck, V. Effect on muscles of mechanical vibrations produced y the Galileo 2000 in combination with physical therapy in treating female stress urinary incontinence

93. Walker, C., Brouwer, B., Culham, E. (2000): Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther* 80:9,886-895.
94. Wierzbicka, M., Gilhodes, J., Roll, J. (1998): Vibration-induced postural posteffects. *J Neurophysiol* 79:143-150.
95. Winter, D.A. (1995) Human balance and posture control during standing and walking. *Clin Biomech.*
96. Winter, D.A., Patla, A., Ishac, M., Gage, H. (2003): Motor mechanisms of balance during standing. *Jour of Electrom and Kinesiol.* 13:1,49-56.
97. Winter, D.A. (2004): *Biomechanics and Motor Control of Human Movement.* New York: Jonh Wiley & Sons, 3rd edition, p. 277.
98. Wolfson, L., Whipple, R., Derby, CA., Amerman, P., Kleinberg A. (1986) : Stressing the postural response: o quantitative method for testing balance. *J Am Geriatr Soc.*
99. Woollacott, M. & Shumway-Cook, A.(2002) :Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait and Posture* 16:1 1-14.
100. Yamada, E., Kusaka, T., Miyamoto, K., Tanaka, K., Morita, S., Tanaka, S., Tsji, S., Mori, S., Norimatsu, H., Itoh, S. (2005): Vastus lateralis oxygenation and blood volume measured by near-infrared spectroscopy during whole body vibration. *Clin Physiol Funct Imaging*;25:203-208.
101. Yue, Z. & Mester, J. (2001): A model analysis of internal loads, energetics, and effects of wobbling mass during the whole-body vibration. *J Biomech*;35:639-647.