



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΜΗ  
ΒΑΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΥΣΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ  
ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ»**

**Χατζηηλίας Α. Βασίλης**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»**

**ΑΘΗΝΑ 2018**



© Copyright

Χατζηηλίας Α. Βασίλης

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικών και Καποδιστριακών

Πανεπιστημίων Αθηνών

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Βιολογία της Άσκησης"

## ΠΡΑΚΤΙΚΟ

### ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ


### ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Του Βασιλείου Χατζηηλία


Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 28/9/2018 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής του κ. Βασιλείου Χατζηηλία με τίτλο: «Η επίδραση της μακροχρόνιας εκτέλεσης μη βαρομεταφορουσών δραστηριοτήτων στον έλεγχο της στάσης του σώματος» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Δ. Μανδαλίδη** Επίκ. Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων), **Ε. Ρουσάνογλου** Αναπλ. Καθηγήτρια της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Χ. Γιαννακόπουλος** Επίκ. Καθηγητής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 02/11/2018 ημέρα Παρασκευή και ώρα 15:30 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε.Παυλίνη της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρινόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

 **Δ. Μανδαλίδης**, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

 **Ε. Ρουσάνογλου**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

 **Χ. Γιαννακόπουλος**, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπλήρωση αυτής της μελέτης αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω:

Τον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή κ. Μανδαλίδη Δημήτριο για τις πολύτιμες συμβουλές, τις καθοριστικές παρεμβάσεις και την υπομονή του σε ότι και αν παρουσιαζόταν σε κάθε στάδιο της μελέτης, όπως και για την προτροπή απόκτησης κριτικής σκέψης.

Τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Αθανασόπουλο Σπυρίδων για τις πολύτιμες συμβουλές του τόσο ως Καθηγητή στο πρόγραμμα των μεταπτυχιακών σπουδών, αλλά και ως μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής.

Τον Καθηγητή κ. Βαγενά Γεώργιο για τις καθοριστικές του συμβουλές κατά την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της παρούσας μελέτης.

Την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα Ρουσάνογλου Ελισάβετ και τον Καθηγητή κ. Μπουντόλο Κωνσταντίνο, για τις χρήσιμες επιστημονικές συμβουλές τους ως μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής.

Όλους τους Καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών της Αθλητιατρικής και Βιολογίας της Άσκησης για τις επιστημονικές γνώσεις που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών.

Τον μεταπτυχιακό φοιτητή Παπαδημητρίου Φώτη, για τη συνεισφορά του κατά τη διεξαγωγή των πειραματικών μετρήσεων.

Όλες τις εθελόντριες της μελέτης, όπου δίχως αυτές δεν θα ήταν εφικτή η διεξαγωγή της μελέτης.

Τέλος, τους γονείς μου Αποστόλη και Κωνσταντίνα, τον αδελφό μου Παναγιώτη, τους φίλους μου αλλά και την σύντροφο μου Γιώτα για την αμέριστη υποστήριξη τους.

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

### **ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΜΗ ΒΑΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΥΣΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ**

Χατζηηλίας Α. Βασίλης

Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Τομέας Αθλιατρικής και Βιολογίας της Άσκησης

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Ο έλεγχος της στάσης του σώματος αποτελεί μια πολύπλοκη λειτουργία η οποία εξαρτάται από την αλληλεπίδραση του νευρικού/ μυοσκελετικού συστήματος του ανθρώπου με το εξωτερικό περιβάλλον. Η επίτευξη ισορροπίας κατά την εκτέλεση στατικών και σύνθετων δυναμικών δεξιοτήτων επέρχεται μέσω του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος κατόπιν επεξεργασίας όλων των πληροφοριών που καταλήγουν σε αυτό από τα αισθητικά συστήματα πληροφόρησης (ιδιοδεκτικό, αιθουσαίο και οπτικό σύστημα). Υπάρχουν ενδείξεις ότι η μειωμένη ή μηδενική βαρύτητα που επικρατεί σε περιβάλλοντα όπως το υδάτινο ή το εξώτερο διάστημα αντίστοιχα, επηρεάζει τον έλεγχο της στάσης του σώματος. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι αθλητές του υγρού στίβου είχαν παρόμοια ισορροπητική ικανότητα με άτομα που δεν ασκούνται συστηματικά και μειωμένη ισορροπία συγκριτικά με αθλητές χερσαίων δραστηριοτήτων. Ο ρόλος επιμέρους παραγόντων που δύνανται να επηρεάσουν την ισορροπητική ικανότητα, όπως το εύρος κίνησης των αρθρώσεων και η δύναμη των μυών των κάτω άκρων και ιδιαίτερα του ποδιού παραμένει ασαφής και ακαθόριστος.

Σκοπός της μελέτης ήταν να εξεταστεί κατά πόσο η μακροχρόνια και συστηματική ενασχόληση με μη βαρομεταφέροντα αθλήματα, όπως αυτά του υγρού στίβου (π.χ. η κολύμβηση και η υδατοσφαίριση), επηρεάζει τον έλεγχο της στάσης του σώματος.

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν εθελοντικά 28 αθλήτριες με μακροχρόνια, μεμονωμένα (>8-10 έτη) και συστηματική (>3 φορές/ εβδομάδα) ενασχόληση με αθλήματα του υγρού στίβου (ΑΥΣ, n=14) και με ομαδικά αθλήματα σάλας (ΟΑΣ, n=14). Οι ΑΥΣ (ηλικίας  $20.1 \pm 1.4$  έτη) συμμετείχαν στο άθλημα της κολύμβησης και της υδατοσφαίρισης και οι αθλήτριες των ΟΑΣ (ηλικίας  $21.5 \pm 2.3$  έτη) συμμετείχαν στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης και της χειροσφαίρισης. Δεκαπέντε υγιείς θήλειες (ηλικίας  $22.0 \pm 2.2$  έτη) οι οποίες δεν ασχολούνταν συστηματικά με κάποια αθλητική δραστηριότητα, συμπεριλήφθηκαν στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ). Ο έλεγχος της στάσης του σώματος αξιολογήθηκε με βάση τη στατική ισορροπία κατά την όρθια μονοποδική στήριξη και τη δυναμική ισορροπία με την δοκιμασία-Y. Επίσης, αξιολογήθηκε (i) το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής και της υπαστραγαλικής άρθρωσης καθώς και των ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων του ποδιού και (ii) η ισομετρική μυϊκή δύναμη των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων καθώς και των πρηνιστών και υπτιαστών μυών του ποδιού.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν ότι η στατική και η δυναμική ισορροπία του σώματος, καθώς και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού δεν επηρεάστηκαν από τη μακροχρόνια ενασχόληση σε δραστηριότητες του υγρού στίβου. Σημαντικές

διαφορές βρέθηκαν στην ισομετρική δύναμη των ραχιαίων καμπήρων της ποδοκνημικής καθώς και των πρηνιστών και υπτιαστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης, όπου οι αθλήτριες του υγρού στίβου υπερτερούσαν έναντι των υπολοίπων ομάδων ( $p < 0.05$ ). Σημαντική ήταν η συσχέτιση μεταξύ ορισμένων εκ των συνθηκών της στατικής και δυναμικής ισορροπίας με τη δύναμη των μυών και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού κυρίως στην ομάδα ΑΥΣ και στην ομάδα ΟΕ ( $p < 0.05$  ή  $p < 0.01$ ).

## **ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ**

Η έλλειψη διαφορών μεταξύ των ομάδων οφείλονταν πιθανώς στην αδυναμία των δοκιμασιών να εντοπίσουν διαφορές στην ισορροπία, στον τύπο της ομάδας των αθλητών των χερσαίων δραστηριοτήτων που επιλέχθηκε και στη μη εξέταση άλλων μηχανισμών που συνδράμουν στη διατήρηση της ισορροπίας. Η σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ισομετρικής δύναμης επιμέρους μυϊκών ομάδων της ποδοκνημικής και της υπαστραγαλικής άρθρωσης και ορισμένων εκ των συνθηκών ισορροπίας ενδέχεται να οφείλεται στην αναγκαιότητα των αθλητριών του υγρού στίβου να αντισταθμίσουν την υπολειτουργία των συστημάτων που πιθανόν έχουν επηρεαστεί από την μακροχρόνια άσκηση στο νερό. Για τη διερεύνηση του ελέγχου της στάσης του σώματος σκόπιμο θα ήταν να εξεταστούν και άλλες αρθρώσεις του κάτω άκρου, όπως και ο κορμός.



## **ABSTRACT**

**TITLE: POSTURAL CONTROL IN ATHLETES WITH LONG TERM PARTICIPATION IN NON - WEIGHT BEARING ACTIVITIES**

Chatziilias A. Vasilis

National and Kapodistrian University of Athens

Faculty of Physical Education and Sports Science

Department of Sports Medicine and Biology of Exercise

### **INTRODUCTION**

Postural control involves controlling the body's position and orientation in space through the interaction of the neural and musculoskeletal components. Achieving balance during static and dynamic functional tasks depends on the function of the sensory systems (somatosensory, visual and vestibular systems) and the organization of information from the Central Neural System. There is evidence that non-weight bearing activities, such as exercising in the water or in the outer space, affect the postural orientation and stability. Previous studies revealed that athletes with long term participation in activities that perform in the water demonstrate similar balance ability with people who do not exercise systematically and lower balance performance than athletes that perform weight bearing activities. Body balance may also be affected by the mobility and muscle strength of the ankle and the foot. The aim of this study was to examine the effect of prolonged, frequent and uninterrupted participation in non-weight bearing activities, such as aquatic sporting activities that performed in the water (etc. swimming and water polo), on the postural control.

## **METHOD**

This study voluntary consisted 28 healthy female athletes who were involved for more than 8-10 years and for equal or more than 3 times/week in aquatic sporting (AS, n=14) activities and field sporting (FS, n=14) activities. The AS group (age  $20.1 \pm 1.4$  years) was consisted of athletes on aquatic sporting activities that performed in the water, such as water polo and swimming and the FS group (age  $21.5 \pm 2.3$  years) was consisted of athletes that participated in activities such as handball and basketball. Fifteen healthy females (age  $22.0 \pm 2.2$  years) without regular participation in any sport, served as control (CO). The postural control was determined based on the single leg static balance and the dynamic balance using the Y-balance test. The isometric strength of the plantarflexors/dorsiflexors of the ankle joint and the evertors/invertors of the subtalar joint and as well as the passive range of motion of the ankle, the midtarsal and the tarsometatarsal joints were also assessed in all participants.

## **RESULTS**

The differences between groups regarding the static balance, the dynamic balance and the passive range of motion of the foot, were not affected by the long term participation in AS activities. The isometric muscle strength of the dorsiflexors, the evertors and the invertors was significantly higher in the AS group compared to both the FS ( $p < 0.05$ ) and the CO groups ( $p < 0.05$ ). Statistical significant correlations were found between the static and dynamic balance with the isometric muscle strength as well as the range of motion of the ankle and foot joints, particularly in the AS and CO groups ( $p < 0.05$  or  $p < 0.01$ ).

## **DISCUSSION – CONCLUSION**

The findings revealed that postural control was not diminished by long term participation in AS activities that performed in the water. This could be due to the inappropriateness of the clinical tests to detect possible differences between the groups regarding body balance, to the group of athletes who were selected to participate in FS activities and the anticipatory effects that contribute to the balance ability in weight bearing activities. The significant correlation between isometric strength of the ankle and the subtalar joint muscles and the static and dynamic balance in the AS athletes maybe is an anticipation process due to the long term participation in non-weight bearing activities. Further studies are required to determine the postural control of other weight bearing joints of the lower limb and the trunk.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ</b>	<b>ii</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>iii</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b>	<b>x</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	<b>xiii</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b>	<b>xv</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	<b>xvi</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ</b>	<b>xvii</b>
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>σελ 1</b>
1.1. Ιδιότητες του υδάτινου στοιχείου	σελ 2
1.2. Έλεγχος της στάσης του σώματος	σελ 6
1.3. Ορισμός του προβλήματος	σελ 9
1.4. Σημασία της έρευνας	σελ 10
1.5. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις	σελ 10
1.6. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας	σελ 10
<b>II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	<b>σελ 11</b>
2.1. Έλεγχος της στάσης του σώματος σε αθλητές	σελ 11
2.1.1. Η ισορροπία του σώματος σε αθλητές του υγρού στίβου	σελ 12
2.1.2. Η ισορροπία του σώματος σε αθλητές χερσαίων δραστηριοτήτων	σελ 13
2.2. Η επίδραση της μυϊκής δύναμης και της κινητικότητας των αρθρώσεων στην ισορροπία του σώματος	σελ 15
<b>III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>σελ 17</b>
3.1. Δείγμα	σελ 17
3.2. Διαδικασία μετρήσεων	σελ 17
3.2.1. Συμπλήρωση ερωτηματολογίων	σελ 18
3.2.2. Μυοσκελετική αξιολόγηση	σελ 18

3.2.3. Μέτρηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών	σελ 21
3.2.4. Αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας	σελ 21
3.2.5. Αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας	σελ 22
3.2.6. Αξιολόγηση της δύναμης των μυών του ποδιού	σελ 23
3.2.7. Μέτρηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού	σελ 26
3.3. Στατιστική ανάλυση	σελ 30
<b>IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>σελ 31</b>
4.1. Δημογραφικά, ανθρωπομετρικά και προπονητικά χαρακτηριστικά των συμμετεχουσών	σελ 31
4.2. Στατική ισορροπία	σελ 31
4.3. Δυναμική ισορροπία	σελ 33
4.4. Δύναμη των μυών του ποδιού	σελ 34
4.5. Εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης και των αρθρώσεων του ποδιού	σελ 35
4.6. Σχέση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας με την ισομετρική δύναμη των μυών και του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού	σελ 38
<b>V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>σελ 43</b>
5.1. Έλεγχος της στατικής και της δυναμικής ισορροπίας του σώματος	σελ 43
5.2. Επίδραση της ισομετρικής δύναμης των μυών του ποδιού στον έλεγχο της στάσης του σώματος	σελ 45
5.3. Επίδραση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού στον έλεγχο της στάσης του σώματος	σελ 46
5.4. Περιορισμοί και οριοθετήσεις	σελ 47
5.5. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	σελ 49
<b>VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ</b>	<b>σελ 51</b>
<b>VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ</b>	<b>σελ 53</b>
7.1. Ελληνόγλωσσες	σελ 53
7.2. Ξενόγλωσσες	σελ 53

<b>VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	σελ 61
Παράρτημα 8.1.	σελ 62
Παράρτημα 8.2.	σελ 64
Παράρτημα 8.3.	σελ 67
Παράρτημα 8.4.	σελ 69
Παράρτημα 8.5.	σελ 70
Παράρτημα 8.6.	σελ 71

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1.1.</b> Εκπαίδευση των αστροναυτών της NASA σε εργαστήριο μηδενικής ά- νωσης	σελ 2
<b>Εικόνα 1.2.</b> Απεικόνιση της αναλογίας μείωσης της βαρυτικής δύναμης ανάλογα με το ύψος της στάθμης του νερού	σελ 3
<b>Εικόνα 1.3.</b> Ασκούμενη πίεση στο σώμα κατά την εμβύθιση στο νερό	σελ 4
<b>Εικόνα 1.4.</b> Προώθηση αστροναυτών εντός του διαστημικού σταθμού	σελ 5
<b>Εικόνα 1.5.</b> Απεικόνιση οπτικού συστήματος	σελ 6
<b>Εικόνα 1.6.</b> Απεικόνιση αιθουσαίου συστήματος	σελ 7
<b>Εικόνα 1.7.</b> Απεικόνιση μυϊκής ατράκτου	σελ 7
<b>Εικόνα 1.8.</b> Κατακόρυφη γραμμή της βαρύτητας και μύες που συνεισφέρουν στη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος	σελ 9
<b>Εικόνα 1.9.</b> Στρατηγικές ελέγχου της στάσης του σώματος	σελ 9
<b>Εικόνα 3.1.</b> Κριτήρια Beighton για την αξιολόγηση των χαλαρών αρθρώσεων	σελ 19
<b>Εικόνα 3.2.</b> Σκολιόμετρο AcroMed και δοκιμασία Adam's για την αξιολόγηση πιθα- νής σκολίωσης	σελ 19
<b>Εικόνα 3.3.</b> Απεικόνιση κριτηρίων FPI-6	σελ 20
<b>Εικόνα 3.4.</b> Σύστημα αξιολόγησης της κατανομής των πελματιαίων πιέσεων	σελ 21
<b>Εικόνα 3.5.</b> Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας κατά τη μονοποδική στήριξη και απει- κόνιση της κατανομής των πιέσεων του πέλματος	σελ 22
<b>Εικόνα 3.6.</b> Κατασκευή που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της δυναμικής ι- σορροπίας	σελ 22
<b>Εικόνα 3.7.</b> Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας με τη δοκιμασία-Y κατά την πρό- σθια, οπίσθια έσω και την οπίσθια έξω κατεύθυνση	σελ 23
<b>Εικόνα 3.8.</b> Συσκευή ψηφιακής απεικόνισης και δυναμοκυψέλη σταθεροποιημένη στην ειδικά διαμορφωμένη ξύλινη κατασκευή	σελ 24
<b>Εικόνα 3.9.</b> Απεικόνιση ασκούμενης μυϊκής δύναμης στο απεικονιστικό πρόγραμμα της συσκευής AFH-01	σελ 24
<b>Εικόνα 3.10.</b> Αξιολόγηση της δύναμης των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων μυών του ποδιού	σελ 24

- Εικόνα 3.11.** Τοποθέτηση της δοκιμαζόμενης κατά την αξιολόγηση της δύναμης των υπτιαστών και πρηνιστών μυών του ποδιού σελ 25
- Εικόνα 3.12.** Ψηφιακό κλισιόμετρο Sauders και γωνιόμετρο Bike Fit Fore Foot Measuring Device σελ 26
- Εικόνα 3.13.** Απεικόνιση της αξιολόγησης παθητικού εύρους κίνησης κατά τον υπτιασμό και πρηνισμό της υπαστραγαλικής άρθρωσης σελ 27
- Εικόνα 3.14.** Απεικόνιση αξιολόγησης του παθητικού εύρους κίνησης κατά τον πρηνισμό και υπτιασμό των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων του ποδιού σελ 28



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 4.1.** Οριζόντια και προσθιοπίσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης με ανοιχτά και κλειστά μάτια κατά την όρθια μονοποδική στήριξη μεταξύ των ομάδων σελ 32
- Σχήμα 4.2.** Ποσοστιαία αναλογία των διανυόμενων αποστάσεων προς το μήκος του προτασσόμενου σκέλους που επιτεύχθηκαν κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας-Y στην πρόσθια, την οπίσθια έσω και την οπίσθια έξω κατεύθυνση, μεταξύ των ομάδων σελ 33
- Σχήμα 4.3.** Ισομετρική δύναμη ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης και των πρηνιστών και υπτιαστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης, μεταξύ των ομάδων σελ 34
- Σχήμα 4.4.** Λόγος της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων/πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης και των πρηνιστών/ υπτιαστών της υπαστραγαλικής άρθρωσης, μεταξύ των ομάδων σελ 35
- Σχήμα 4.5.** Παθητικό εύρος κίνησης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης, μεταξύ των ομάδων σελ 36
- Σχήμα 4.6.** Παθητικό εύρος κίνησης του πρηνισμού και υπτιασμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης και των ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων το ποδιού, μεταξύ των ομάδων σελ 37
- Σχήμα 4.7.** Συνολικό παθητικό εύρος κίνησης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης και του πρηνισμού και υπτιασμού της υπαστραγαλικής και των ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων το ποδιού, μεταξύ των ομάδων σελ 38

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

**Πίνακας 3.1.** Συντελεστές ενδοταξικής συσχέτισης και τυπικό σφάλμα μέτρησης της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης και των πρηνιστών και υπτιαστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης  
σελ 25

**Πίνακας 3.2.** Συντελεστές ενδοταξικής συσχέτισης και τυπικό σφάλμα μέτρησης του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής, της υπαστραγαλικής και των ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων  
σελ 29

**Πίνακας 4.1.** Δημογραφικά, ανθρωπομετρικά και προπονητικά χαρακτηριστικά των τριών ομάδων  
σελ 31

**Πίνακας 4.2.** Δείκτες συσχέτισης rho μεταξύ της οριζόντιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με ανοιχτά και κλειστά μάτια και (i) της ισομετρικής δύναμης ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους των μυών του ποδιού και (ii) του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού, των τριών ομάδων  
σελ 40

**Πίνακας 4.3.** Δείκτες συσχέτισης rho μεταξύ της προσθιοπίσθιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με ανοιχτά και κλειστά μάτια και (i) της ισομετρικής δύναμης ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους των μυών του ποδιού και (ii) του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού, των τριών ομάδων  
σελ 41

**Πίνακας 4.4.** Δείκτες συσχέτισης rho μεταξύ της διανυόμενης απόστασης ανά εκατοστό μήκους του μη στηρικτικού σκέλους που επιτεύχθηκε κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας-Y και (i) της ισομετρικής δύναμης ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους των μυών του ποδιού και (ii) του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού, των τριών ομάδων  
σελ 42

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

<b>AM</b>	Ανοιχτά Μάτια	σελ 40, 41
<b>AYΣ</b>	Αθλήτριες Υγρού Στίβου	σελ v, vi, 31-38, 40-42
<b>ΔΜΣ</b>	Δείκτης Μάζας Σώματος	σελ 21, 31
<b>ΚΜ</b>	Κλειστά Μάτια	σελ 32, 40, 41
<b>ΚΝΣ</b>	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα	σελ 1, 6, 8, 10
<b>ΟΑΣ</b>	Ομαδικά Αθλήματα Σάλας	σελ v, 31-38, 40-42
<b>ΟΕΞ</b>	Οπίσθια Έσω Κατεύθυνση δοκιμασίας-Υ	σελ 33, 42
<b>ΟΕΣ</b>	Οπίσθια Έσω Κατεύθυνση δοκιμασίας-Υ	σελ 33, 42
<b>ΟΜ</b>	Οριζόντια Μετατόπιση	σελ 32
<b>ΟΜΣΣ</b>	Οσφυϊκή Μοίρα Σπονδυλικής στήλης	σελ 5, 17
<b>ΠΑΚ</b>	Ποδοκνημική	σελ 5, 8, 9, 23, 24, 26, 35, 38, 40-42
<b>ΠΡ</b>	Πρητιστές μύες	σελ 34-38, 40-42
<b>ΠΡΟ</b>	Πρόσθια κατεύθυνση δοκιμασίας-Υ.	σελ 33, 42
<b>ΠΚ</b>	Πελματιαίοι Καμπήρες	σελ 34-38, 40-42
<b>ΠΜ</b>	Προσθιοπίσθια Μετατόπιση	σελ 32
<b>ΡΚ</b>	Ραχιαίοι Καμπήρες	σελ 34-38, 40-42
<b>Σ</b>	Άθροισμα	σελ 35, 37, 38, 40-42
<b>ΣΑ</b>	Σωματικό Ανάστημα	σελ 21
<b>ΣΒ</b>	Σωματικό Βάρος	σελ 24
<b>TMT</b>	Ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις του ποδιού	σελ 37, 38, 40-42
<b>ΥΠ</b>	Υπτιαστές μύες	σελ 34-38, 40-42
<b>ΥΠΑ</b>	Υπαστραγαλική άρθρωση	σελ 35, 37, 38, 40-45
<b>CoP</b>	Centre of Pressure	σελ 11
<b>FDM-S</b>	Force Distribution Measurement System	σελ 21
<b>FPI-6</b>	Foot Posture Index-6	σελ 20, 68
<b>ICC</b>	Intraclass Correlation Coefficient	σελ 21, 23, 25, 26, 28, 29
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration.	σελ 2
<b>SEM</b>	Standard Error of Measurement	σελ 25, 26, 28, 29
<b>WFQ-R</b>	Waterloo Footedness Questionnaire-Revised	σελ 18, 70



## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με την επιστήμη της ανθρωπολογίας, το ανθρώπινο είδος μέχρι να φτάσει στη σημερινή του μορφή πέρασε από διάφορα στάδια εξέλιξης. Πιθανολογείται ότι το πρώτο δείγμα ζωής παρουσιάστηκε πριν από 3.9 δισεκατομμύρια χρόνια με το σχηματισμό των προκαρυωτικών κυττάρων. Με το πέρασμα των χρόνων ακολούθησε η δέσμευση του οξυγόνου, από τους οργανισμούς αυτούς, προκαλώντας τη δημιουργία των ευκαρυωτικών κυττάρων. Ακολούθως μορφοποιήθηκε το σύστημα της σεξουαλικής αναπαραγωγής, το οποίο και επιτάχυνε τη διαδικασία της εξέλιξης τους. Οι διεργασίες αυτές οδήγησαν στην ύπαρξη των πρώτων πολυκύτταρων οργανισμών, τους θαλάσσιους σπόγγους. Η ανάπτυξη αυτών συνετέλεσε στην ανάδειξη των ασπόνδυλων όντων, τα οποία εμφάνιζαν κυκλοφορικό, ουροποιητικό και Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), όπως και ένα πρωτόγονο σύστημα βραγχίων, ενώ το σχήμα τους ήταν παρόμοιο με αυτό του χελιού. Με το πέρασμα αρκετών χρόνων οι οργανισμοί αυτοί παρουσίασαν αξονικό σκελετό και πτερύγια, ενώ το αναπνευστικό τους σύστημα (βράγχια) αναπτύχθηκε περαιτέρω. Τις πρώτες τους μορφές αποτέλεσαν τα Άγναθα και τα Πλακόδεσμα, τα οποία είναι πρόγονοι των σημερινών ιχθύων. Τα πτερύγια τους αντικαταστάθηκαν με πόδια, μετατρέποντας τα στα πρώτα υβρίδια όντα. Σταδιακά αναπτύχθηκαν στο σώμα οι πνεύμονες, ενώ η μορφή τους άρχισε να μοιάζει όλο και περισσότερο με αυτή των θηλαστικών ζώων. Πιθανοί λόγοι επιβίωσης οδήγησαν τα έμβια αυτά όντα στην αναζήτηση τροφής στα ψηλά δέντρα, γεγονός το οποίο συνετέλεσε στην εμφάνιση των Πρωτεύοντων, των Στρεψίρρινων και των Απλόρρινων (πρόγο-

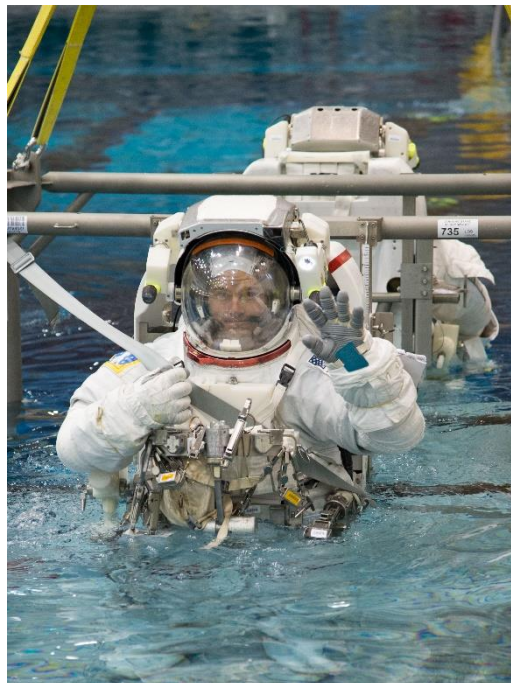
νοι της μαϊμούς και του πιθήκου). Οι επικρατούσες περιβαλλοντολογικές συνθήκες και η ανέλιξη τους με το πέρασμα των χρόνων συνέβαλαν στην εμφάνιση των Ανθρωπίδων, των Αυστραλοπίθκων και στο γένος των Homo (Homo erectus, Homo heidelbergensis, Homo sapiens κ.α.). Με βάση τα απολιθώματα που βρέθηκαν και σύμφωνα με τον κλάδο της φυσικής ανθρωπολογίας, τα είδη του γένους Homo εμφανίζουν όμοια χαρακτηριστικά με τον σημερινό άνθρωπο. Αυτά αφορούν τη μορφολογία του σώματος τους, τη δυνατότητα ομιλίας, αλλά και τις καθημερινές τους δραστηριότητες (όπως την κατασκευή εργαλείων, το κυνήγι κ.α.) (Benton et al., 2015; Morey-Holton, 2003; van der Dennen, 2005).

Παρά το γεγονός ότι η εξέλιξη του ανθρώπου επέβαλε την παραμονή και τη διαβίωση του στη στεριά, δεν έπαψε ποτέ να επιδιώκει τη διερεύνηση του περιβάλλοντος από το οποίο προήλθε. Αρχικά, ο πρωτόγονος άνθρωπος ήρθε σε επαφή με το υδάτινο περιβάλλον για την ανεύρεση τροφής. Στη σύγχρονη εποχή ανέπτυξε περαιτέρω την ενασχόληση του με το υγρό στοιχείο για εργασιακούς (π.χ. κατάδυση, υποβρύχια αρχαιολογία), θεραπευτικούς (π.χ. υδροθεραπεία) και ερευνητικούς λόγους (π.χ. υδροβιολογία) αλλά και για αναψυχή. Οι δραστηριότητες αναψυχής αφορούν κυρίως αθλητικές δραστηριότητες που εκτελούνται στην επιφάνεια του νερού ή κάτω από αυτή (π.χ. την κολύμβηση, την κατάδυση κ.α.), αλλά και τις δραστηριότητες εξερεύνησης του υποθαλάσσιου περιβάλλοντος (π.χ. την υποβρύχια φωτογράφιση). Οι παραπάνω δραστηριότητες προϋποθέτουν την παραμονή του ανθρώπου εντός του υγρού στοιχείου για μεγάλα χρονικά διαστήματα, γεγονός που επηρεάζει σημαντικά τα επί μέρους λειτουργικά συστήματα του οργανισμού του. Αρκετές πληροφο-

ρίες που αφορούν την επίδραση του υδάτινου περιβάλλοντος στον ανθρώπινο οργανισμό προέρχονται και από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν κατά τις πρώτες διαστημικές αποστολές όπου για πρώτη φορά ερευνήθηκε η μακροχρόνια διαμονή των έμβιων όντων στο διάστημα (Dalecki, Drager, Mierau, & Bock, 2012; Morey - Holton, 2003). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ανθρώπινο σώμα, τόσο στο υδάτινο περιβάλλον όσο και στο εξώτερο διάστημα, συμπεριφέρεται με παρόμοιο σχεδόν τρόπο. Δεν είναι τυχαίο που η Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (National Aeronautics and Space Administration - NASA) χρησιμοποιεί τεράστιες δεξαμενές νερού για την εξοικείωση των αστροναυτών με το περιβάλλον που πρόκειται να μεταφερθούν πριν από μια πτήση (Audette & Bailey, 2008, Εικόνα 1.1.).

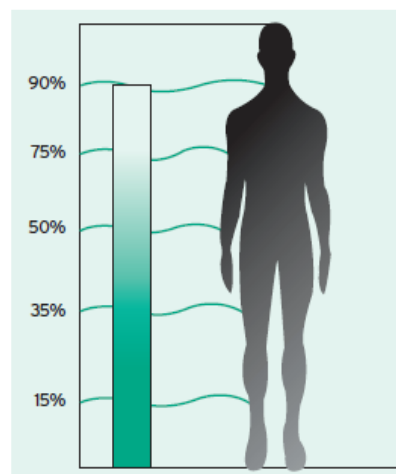
### **1.1. Ιδιότητες του υδάτινου στοιχείου**

Οι συνθήκες που επικρατούν στο υδάτινο περιβάλλον μπορούν να αξιοποιηθούν επωφελώς για τον άνθρωπο. Τα ευεργετικά του οφέλη στηρίζονται στις φυσικές αρχές που το διέπουν, δηλαδή την άνωση, την υδροστατική πίεση, το ιξώδες και τη θερμοδυναμική, όπως και στην αλληλεπίδραση τους με την πυκνότητα του σώματος που τοποθετείται εντός αυτού. Σε αυτές υπακούουν όλα τα σώματα που πλέουν στην επιφάνεια του νερού αλλά και όσα βρίσκονται κάτω από αυτήν (Audette & Bailey, 2008; Becker, 2009; Church, 2008; Prins, 2009).



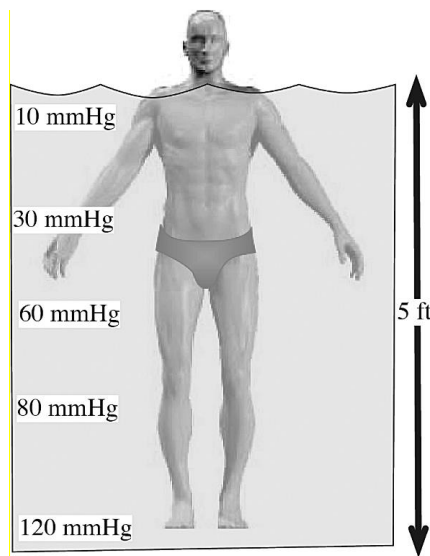
**Εικόνα 1.1.** Εκπαίδευση των αστροναυτών της NASA σε εργαστήριο μηδενικής άνωσης ([www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)).

Σύμφωνα με την Αρχή της άνωσης του Αρχιμήδη (287 π.Χ. - 212 π.Χ.), «Κάθε σώμα βυθισμένο σε ρευστό δέχεται δύναμη ίση και αντίθετη με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει». Όσον αφορά την επίπλευση του ανθρώπινου σώματος σημαντική συνιστώσα αποτελεί το ειδικό του βάρος, δηλαδή η αναλογία κολλαγόνου, οστίτη και λιπώδους ιστού. Εάν εμφανίζει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπώδη ιστό και το ειδικό του βάρος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0.93 – 1.0 Kg/m<sup>3</sup>, τότε θα διατηρείται στην επιφάνεια του νερού (του οποίου η πυκνότητα ισούται με 1.0 Kg/m<sup>3</sup>). Η νωση συντελεί στη μείωση των επιπτώσεων της δύναμης της βαρύτητας προς το ανθρώπινο σώμα. Θεωρείται ότι η εμβύθιση ενός ατόμου στο νερό, με τη στάθμη του να φθάνει στην επιγονατίδα, στην ηβική σύμφυση και στην κλείδα, προκαλεί μείωση της δύναμης της βαρύτητας κατά 35%, 50% και 90%, αντίστοιχα (Becker, 2009; Church, 2008; Prins, 2009, Εικόνα 1.2.). Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στα προγράμματα αποκατάστασης. Για παράδειγμα σε κάταγμα του οστού της λεκάνης ή σε διάστρεμμα των συνδέσμων του ποδιού, όπου οι τραυματισμένες δομές δεν επιτρέπεται να δεχθούν την πλήρη φόρτιση του βάρους του σώματος, η αποκατάστασή τους εντός του νερού έχει πολλά οφέλη, αφού θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί πληθώρα λειτουργικών ασκήσεων πολύ νωρίτερα από ότι θα εκτελούταν εκτός του νερού (Becker, 2009; Church, 2008; Prins, 2009).



**Εικόνα 1.2.** Απεικόνιση της αναλογίας μείωσης της βαρυτικής δύναμης ανάλογα με το ύψος της στάθμης του νερού (Becker 1997, pp. 41, από Church 2008, *The wonder of water*).

Η **υδροστατική πίεση**, σύμφωνα με τον Αρχιμήδη, αποτελεί τη δύναμη που ασκείται σε όλη την επιφάνεια ενός σώματος όταν εισέρχεται στο νερό και είναι ανάλογη με την πυκνότητα του νερού όπως και με το βάθος της εμβύθισης του σώματος (Audette & Bailey, 2008; Becker, 2009; Church, 2008; Hall, Swinkels, Briddon, & McCabe, 2008, Εικόνα 1.3.).



**Εικόνα 1.3.** Ασκούμενη πίεση στο σώμα κατά την εμβύθιση στο νερό. Όσο αυξάνεται το βάθος τόσο αυξάνεται η ασκούμενη πίεση (Audette & Bailey, 2008).

Η υδροστατική πίεση μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην παροχέτευση ενδοκυττάρων ή εξωκυττάρων οιδημάτων που προέρχονται από έναν οξύ μυοσκελετικό τραυματισμό ή χρόνια δυσλειτουργία του λεμφικού συστήματος, αντίστοιχα. Ακόμη, επιδρά σημαντικά στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος. Μέσω της πίεσεως που ασκείται στα τοιχώματα του θωρακικού κλωβού, προκαλείται αντίσταση κατά τη λειτουργία των εισπνευστικών μυών, συμβάλλοντας έτσι στην ενδυνάμωση τους (Audette & Bailey, 2008; Becker, 2009; Church, 2008; Hall et al., 2008).

Το **ιξώδες** αποτελεί την ιδιότητα του νερού να παρουσιάζει αντίσταση κατά τη ροή του, ενώ οι τιμές του εξαρτώνται από τη θερμοκρασία του νερού. Από τους 0 έως 4°C το ιξώδες αυξάνεται, ενώ σε θερμοκρασία άνω των 4°C μειώνεται. Από θεραπευτικής άποψης, συνεισφέρει στην ενδυνάμωση των μυών που εμφανίζουν ατροφία λόγω της αντί-

στασης που υφίστανται κατά την εκτέλεση κινήσεων. Επίσης, η συνεχής επαφή του δέρματος με τα μόρια του νερού συμβάλλει στην καλύτερη ιδιοδεκτική πληροφόρηση σχετικά με τη θέση του σώματος (Audette & Bailey, 2008; Becker, 2009; Church, 2008; Prins, 2009).

Μια άλλη ιδιότητα του νερού, με σημαντικά θεραπευτικά οφέλη, είναι η μεταφορά θερμότητας (**θερμοδυναμική**). Το νερό μεταφέρει θερμότητα προς το ανθρώπινο σώμα κατά 25 φορές γρηγορότερα από ότι ο αέρας. Ωστόσο αυτό εξαρτάται από τη θερμοκρασία τόσο του ανθρώπινου σώματος όσο και του νερού. Εάν το ανθρώπινο σώμα έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από το νερό τότε προσλαμβάνει θερμότητα, ενώ εάν έχει υψηλότερη θερμοκρασία από το νερό τότε αποβάλλει θερμότητα. Για την αποκατάσταση πληθώρας μυοσκελετικών παθήσεων κατάλληλη θερμοκρασία θεωρείται η θερμοκά-ουδέτερη (32.2 – 34.4°C), όπου λόγω ερεθισμού των Αδ (εμμύελων) και c (αμύελων) νευρικών ιών εκκρίνονται αλγογόνες χημικές ουσίες συνεισφέροντας στη μυϊκή χαλάρωση και στη μείωση του πόνου. Ακόμη, μέσω διέγερσης των προσαγωγών νευρικών ιών μεγάλης διαμέτρου μειώνεται η σπαστικότητα (παθολογικός μυϊκός τόνος) σε ασθενείς με νευρολογικά προβλήματα. Τέλος, όταν η θερμοκρασία του νερού είναι κάτω των 26°C, συμβάλλει στη μείωση των συμπτωμάτων της φλεγμονώδους αντίδρασης μετά από ένα μυοσκελετικό τραυματισμό (Audette & Bailey, 2008; Becker, 2009; Church, 2008; Hall et al., 2008; Prins, 2009).

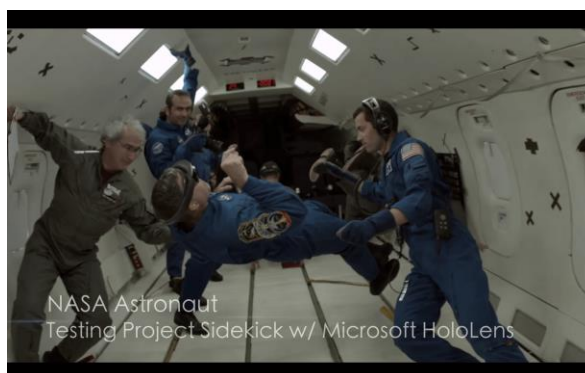
Παρά τις ευεργετικές επιδράσεις των ιδιοτήτων του νερού στον ανθρώπινο οργανισμό (π.χ. καρδιαγγειακό, αναπνευστικό, μυϊκό σύστημα) φαίνεται πως δεν επηρεάζονται όλα τα συστή-



ματα το ίδιο θετικά. Μακροχρόνια δραστηριοποίηση στο νερό, όπως το κολύμπι και η υδατοσφαίριση, προκαλούν αλλαγές στη δομή των οστών λόγω πρόκλησης ασθενέστερου οστεογενετικού ερεθίσματος από ότι η βάδιση (Andreoli et al., 2001; Kanouras et al., 2006). Άτομα που ασκούνται συστηματικά στο νερό ενεργοποιούν επίσης σπανίως τους αντιβαρυντικούς τους μύες, όπως το γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο, επηρεάζοντας την ισορροπία του σώματος (Matsuda, Demura, & Uchiyama, 2008).

Παρόμοιες επιδράσεις με τη χρόνια άσκηση στο νερό προκαλεί και η διαβίωση στο **εξώτερο διάστημα**. Εξαιτίας της μειωμένης εφαρμογής συμπιεστικών φορτίων υπάρχει απώλεια της συγκέντρωσης καλίου, ασβεστίου και νατρίου, το οποίο οδηγεί σε μείωση της οστικής πυκνότητας (έως και 10%), κυρίως στα κάτω άκρα, στην αυχενική και στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (ΟΜΣΣ) (LeBlanc et al., 2000; Liakopoulos, Leivaditis, Eleftheriadis, & Dombros, 2012; Morey-Holton, 2003). Αλλαγές έχουν αναφερθεί επίσης τόσο στο μυοσκελετικό σύστημα όσο και στα αισθητήρια όργανα με άμεσες επιδράσεις στον έλεγχο της στάσης του σώματος (Hawkley, 2003; Liakopoulos et al., 2012; Morey-Holton, 2003). Επιπλέον, επηρεάζονται οι αντιβαρυντικοί

μύες της ποδοκνημικής (ΠΔΚ) άρθρωσης (γαστροκνήμιος και υποκνημίδιος), της άρθρωσης του ισχίου, του κορμού και του αυχένα. Οι μυϊκές ίνες τύπου I ατροφούν, με αποτέλεσμα τη μείωση της μυϊκής δύναμης κατά 20 - 48% (Baldwin, Caiozzo, Haddad, Baker, & Herrick, 1994; Fitts, Riley, & Widrick, 2001; Morey-Holton, 2003; Roll et al., 1998). Ακόμη, τα αισθητήρια όργανα πληροφόρησης δέχονται χαοτικές πληροφορίες. Οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς υπολειπώνονται λόγω ότι τα πέλματα δε στηρίζονται στο έδαφος όπως συμβαίνει στη Γη, με τα βασικά ερεθίσματα που δέχονται να αφορούν την προώθηση των αστροναυτών εντός των διαστημικών σταθμών (Εικόνα 1.4.). Δυσλειτουργία υφίσταται και το αιθουσαίο και οπτικό σύστημα, λόγω ότι δεν υπάρχουν σταθερά οπτικά σημεία αναφοράς, δημιουργώντας αποπροσανατολισμό και απώλεια του ελέγχου της στάσης του σώματος. Η κλινική αυτή εικόνα είναι έκδηλη τις πρώτες ημέρες μίας διαστημικής πτήσης (το λεγόμενο Space Adaptation Syndrome) αλλά και κατά την επιστροφή των αστροναυτών στη Γη, όπου πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην πρόληψη (Black, Paloski, Doxey - Gasway, & Reschke, 1995; Kenyon & Young, 1986; Morey-Holton, 2003; Roll et al., 1998).



**Εικόνα 1.4.** Προώθηση αστροναυτών εντός του διαστημικού σταθμού ([www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)).

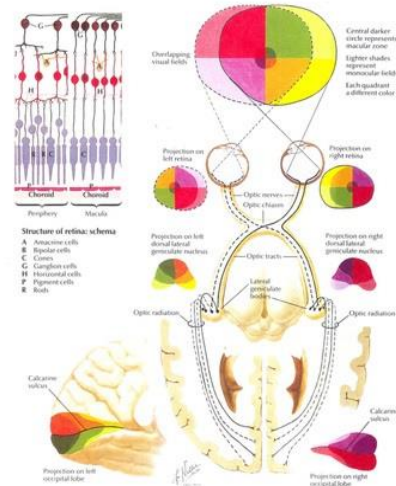
## 1.2. Έλεγχος της στάσης του σώματος

Ο έλεγχος της στάσης του σώματος αποκτάται από τα πρώτα χρόνια της ζωής ενός ανθρώπου και διαμορφώνεται ανάλογα με τις κινητικές δεξιότητες που επιτελεί στη συνέχεια της ζωής του (Garcia, Barela, Viana, & Barela, 2011). Εξασφαλίζεται από την ορθή διαμόρφωση του σώματος σαν ολότητα, αλλά και των επιμέρους τμημάτων του, ενάντια στη δύναμη της βαρύτητας. Εξαρτάται επίσης από τον προσανατολισμό του στο χώρο και από την ενεργοποίηση των αντιβαρυντικών μυών προκειμένου να διατηρηθεί το κέντρο βάρους του σώματος εντός της βάσης στήριξης του. Οι παραπάνω ενέργειες αφορούν την επιτέλεση οποιασδήποτε στατικής ή σύνθετης-δυναμικής δραστηριότητας (Horak, 1987; Massion, 1994; Negahban, Aryan, Mazaheri, Norasteh, & Sanjari, 2013; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2000; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Η εκτέλεση μιας δραστηριότητας βασίζεται σε τρεις επιμέρους λειτουργίες. Αρχικά, τα αισθητικά συστήματα συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον. Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά οργανώνονται και επεξεργάζονται από το ΚΝΣ (δηλαδή τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό). Με βάση τις πληροφορίες που συλλέγονται, επιτελούνται διάφορες αντισταθμιστικές ενέργειες από τους μύες (Camliguney, Atiglan, Yilmaz, & Uzun, 2012; McArdl, Katch, & Katch, 2001; Shumway - Cook & Woollacott, 2007).

Για τον έλεγχο της στάσης του σώματος συλλέγονται πληροφορίες από **το οπτικό, το αιθουσαίο και το ιδιοδεκτικό σύστημα** (Bressel, Yonker, Kras, & Heath, 2007; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Zurek, Rynkiewicz,

Rynkiewicz, & Kos, 2012). Για την ανάλυση της λειτουργίας του **οπτικού συστήματος** ας υποθεθεί ότι παρουσιάζεται ένα αντικείμενο στο οπτικό πεδίο ενός ατόμου (π.χ. ένα αναμμένο κερί). Η εικόνα αυτή αντικατοπτρίζεται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα στο οπίσθιο τμήμα της σφαίρας του οφθαλμού. Ακολούθως το οπτικό σήμα μετατρέπεται σε ηλεκτρικό και μέσω του οπτικού νεύρου μεταφέρεται στον εγκέφαλο μεταβιβάζοντας όλες τις πληροφορίες που βρίσκονται στο οπτικό πεδίο ενός ατόμου (Vander, Sherman, Luciano, & Τσακόπουλος, 2001, Εικόνα 1.5.).

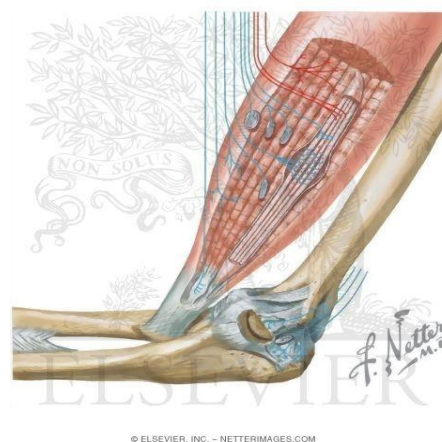
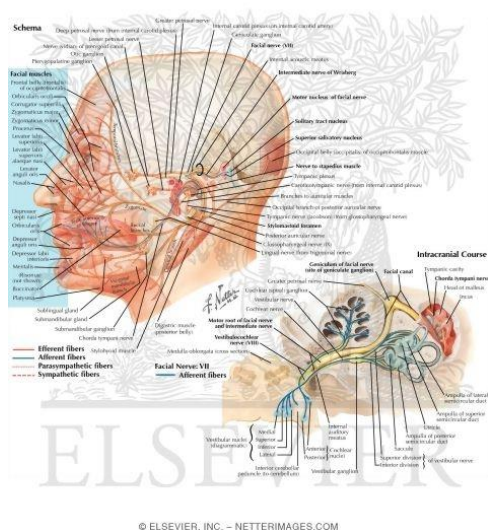


Εικόνα 1.5. Απεικόνιση οπτικού συστήματος (<https://www.netterimages.com>).

Το **αιθουσαίο σύστημα** θεωρείται ουσιώδες για τη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος. Η αιθουσαία συσκευή αποτελείται από μεμβρανώδεις ημικυκλικούς σωλήνες, οι οποίοι εδράζονται σε κάθε πλευρά του κρανίου (Εικόνα 1.6.). Αυτοί περιλαμβάνουν τριχοφόρα κύτταρα μέσω των οποίων ανιχνεύεται η γωνιακή επιτάχυνση κατά τη στροφή της κεφαλής. Σε κατάσταση η-

ρεμίας απελευθερώνεται ένας διαβιβαστής από τα τριχοφόρα κύτταρα, ενώ με την κίνηση της κεφαλής αυτό μεταβάλλεται. Οι συλλεχθείσες πληροφορίες μεταδίδονται από την αιθουσαία συσκευή, μέσω του αιθουσαίου νεύρου, στο στέλεχος του εγκεφάλου. Η αιθουσαία συσκευή είναι υπεύθυνη και για τον προσανατολισμό της κίνησης των οφθαλμών ανάλογα με την κεφαλή και το υπόλοιπο σώμα. Βλάβη της αιθουσαίας συσκευής προκαλεί νυσταγμό (δηλαδή σπασμωδικές παλινδρομικές κινήσεις των οφθαλμών) ενώ ερεθισμός της από κάποιο κτύπημα ή λοίμωξη μπορεί να προκαλέσει ίλιγγο, ναυτία και ζάλη (Vander et al., 2001).

των μυών στην πολυπλοκότητα της κίνησης. Λειτουργία τους είναι η παροχή πληροφοριών προς το ΚΝΣ, οι οποίες αφορούν το μήκος των μυϊκών ινών και την τάση που ασκείται σε αυτές. Βασική τους λειτουργία είναι το μυοστατικό αντανακλαστικό. Κατ' αυτό, όταν εκτελείται μια αιφνίδια διάταση οι μυϊκές άτρακτοι ενεργοποιούνται και προκαλείται αντανακλαστικά μυϊκή συστολή ούτως ώστε η διάταση να σταματήσει και η τάση που εφαρμόζεται να μειωθεί. Τα **τενόντια όργανα του Golgi** βρίσκονται στους τένοντες και ρόλος τους είναι η ανίχνευση της τάσης στους μύες και η πρόκληση ενός ανασταλτικού αντανακλαστικού για την προστασία των μυών από κάποιον τραυματισμό (Vander et al., 2001).



**Εικόνα 1.6.** Απεικόνιση αιθουσαίου συστήματος (<https://www.netterimages.com>).

**Εικόνα 1.7.** Απεικόνιση μυϊκής άτρακτου (<https://www.netterimages.com>).

Η λειτουργία του **ιδιοδεκτικού συστήματος** βασίζεται στους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς, δηλαδή τις μυϊκές άτρακτους, τα τενόντια όργανα του Golgi και τα σωμάτια Paccini. Οι **μυϊκές άτρακτοι** (Εικόνα 1.7.) βρίσκονται στη γαστέρα των μυών και η ποσότητα τους, σε αυτήν, εξαρτάται από τη συμμετοχή

Τέλος, τα **σωμάτια Paccini** εδράζονται και αυτά στους τένοντες και η λειτουργία τους είναι περισσότερο ποιοτική παρά ποσοτική. Με την έναρξη ενός ερεθίσματος εκφορτίζουν λίγες νευρικές ώσεις και στη συνέχεια είτε μένουν ηλεκτρικά αδρανή ή δημιουργούν μία δεύτερη σειρά ώσεων με την απομάκρυνση του ερεθίσματος με στόχο την προστασία των βιολογικών υλικών

(Κλεισούρας, 2004; McArdl et al., 2001; Vander et al., 2001).

Οι συλλεγθείσες πληροφορίες από τους προαναφερθέντες αισθητικούς υποδοχείς μετασχηματίζονται σε δυναμικά ενέργειας και άγονται με μεγάλη ταχύτητα, μέσω των εμμύελων ινών (τύπου Αα) μεγάλης διαμέτρου, προς το ΚΝΣ. Ωστόσο πριν φθάσουν στον εγκέφαλο επεξεργάζονται στις ανιούσες οδούς απαλλάσσοντας το ΚΝΣ από τη ρύθμιση στοιχειωδών αντιδράσεων (διαδικασία της πλάγιας αναστολής). Τα δυναμικά ενέργειας ανέρχονται διαμέσου του νωτιαίου μυελού προς την περιοχή του εγκεφαλικού φλοιού η οποία είναι υπεύθυνη για τη συνειδητή αναγνώριση του κάθε είδους πληροφορίας. Οι ώσεις από τους αισθητήρες του δέρματος, των σκελετικών μυών, των τενόντων και των αρθρώσεων καταλήγουν στο σωματοαισθητικό φλοιό, διαμέσου του στελέχους και του θαλάμου του εγκεφάλου, ενώ αυτές από τους οφθαλμούς και τα ότα καταλήγουν αντίστοιχα στον οπτικό και τον κροταφικό φλοιό. Ακολουθώντας οι οδοί μεταφοράς των αισθητικών πληροφοριών χιάζονται είτε στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού είτε στο εγκεφαλικό στέλεχος και μεταφέρονται στο αντίθετο εγκεφαλικό ημισφαίριο, στις συνειρμικές περιοχές των μετωπιαίων λοβών. Εκεί αναλύονται οι νευρικές ώσεις από δύο ή περισσότερα είδη αισθητικών ερεθισμάτων (π.χ. από το οπτικό και το κιναισθητικό σύστημα) και διαφοροποιούνται ανάλογα με τη συναισθηματική κατάσταση του ατόμου και με το κίνητρο που έχει τη δεδομένη στιγμή (Κλεισούρας, 2004; Vander et al., 2001).

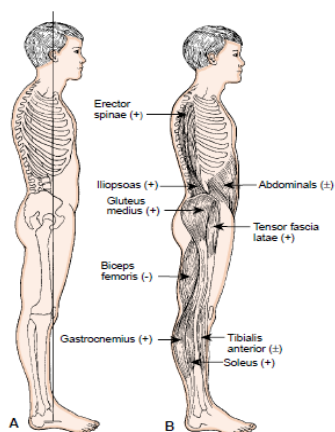
Εφόσον επέλθει η κατάλληλη επεξεργασία στο ΚΝΣ, οι νευρικές ώσεις μεταδίδονται από τον εγκέφαλο προς το νωτιαίο μυελό μέσω του πυραμιδικού και του εξωπυραμιδικού συστήματος

(κατιούσες οδοί). Το πυραμιδικό σύστημα αφορά τον έλεγχο της αντανάκλαστικής λειτουργίας των σκελετικών μυών, ενώ το εξωπυραμιδικό τη διατήρηση ενός σταθερού επιπέδου νευρομυϊκού τόνου, με απώτερο στόχο τη δημιουργία αίσθησης σταθερότητας (Massion, 1994; McArdl et al., 2001; Pollock et al., 2000; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Zurek et al., 2012).

Σε περίπτωση που δεν υφίσταται κάποια παθολογική κατάσταση στο νευρικό σύστημα, η ισορροπία του σώματος κατά την όρθια θέση μπορεί να επηρεαστεί από την κινητικότητα των αρθρώσεων και τη μυϊκή δύναμη (Bressel et al., 2007; Ibrahim, Muaidi, Abdelsalam, Hawamdeh, & Alhusaini, 2013; Mohammadi, Alizadeh, & Gaieni, 2012; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Solomonow, 2004).

Η λήψη μιας ορθά ευθυγραμμισμένης στάσης ελαχιστοποιεί την επίδραση των βαρυτικών δυνάμεων, οι οποίες τείνουν να μετακινήσουν το σώμα εκτός της βάσης στήριξης του. Όταν η κατακόρυφη γραμμή της βαρύτητας διέρχεται από συγκεκριμένα ανατομικά σημεία όπως τη μαστοειδή απόφυση, την άρθρωση του ώμου, του ισχίου, του γόνατος και της ΠΔΚ (Εικόνα 1.8.), τότε εκτελούνται οι λιγότερες δυνατές μετατοπίσεις και δαπανάται λιγότερη ενέργεια (Houdijk, Fickert, van Velzen, & van Bennekom, 2009; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Σε αντίθετη περίπτωση ή σε μη αναμενόμενη διαταραχή της ισορροπίας του σώματος ενεργοποιούνται διάφορες στρατηγικές (Εικόνα 1.9.) με στόχο την επαναφορά του σώματος εντός των ορίων σταθερότητας. Αυτές είναι οι στρατηγικές της ΠΔΚ (ankle strategy), του ισχίου (hip strategy) και του βηματισμού (step strategy). Κατά την κλίση του κορμού προς τα εμπρός ενεργοποιείται αρχικά ο γαστροκνήμιος μυς (στρατηγική της ΠΔΚ),

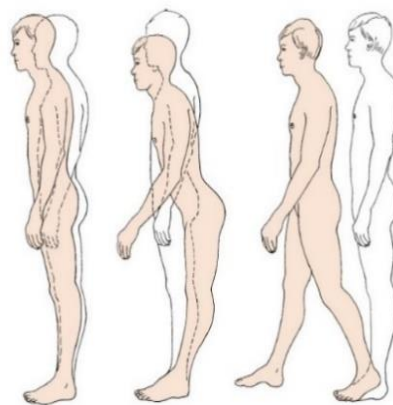
ενώ σε περίπτωση που η διαταραχή της ισορροπίας του σώματος είναι μεγαλύτερη, ενεργοποιούνται οι οπίσθιοι μηριαίοι (στρατηγική ισχίου) και οι παρασπονδυλικοί μύες. Αντίστοιχα, κατά την κλίση του κορμού προς τα πίσω αρχικά ενεργοποιείται ο πρόσθιος κνημιαίος μύς (στρατηγική της ΠΔΚ) και ακολουθεί ο τετρακέφαλος και οι κοιλιακοί μύες (στρατηγική ισχίου) (Massion, 1994; Pollock et al., 2000; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Zurek et al., 2012). Κατά την πρόκληση ταλάντωσης στο μετωπιαίο άξονα κίνησης του σώματος αλλά και σε συνδυασμό κατευθύνσεων, κύριοι υπεύθυνοι μύες για την αποκατάσταση της σταθερότητας θεωρούνται οι απαγωγοί/προσαγωγοί μύες της άρθρωσης του ισχίου (Shumway-Cook & Woollacott, 2007), ωστόσο όταν η διατάραξη της ισορροπίας του σώματος είναι αιφνίδια, ενεργοποιούνται αρχικά οι περωναίοι μύες (Linford et al., 2006).



**Εικόνα 1.8.** Κατακόρυφη γραμμή της βαρύτητας (A) και μύες που συνεισφέρουν στη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος (B) (Shumway-Cook & Woollacott, 2007, p. 162).

Σε περίπτωση που οι δύο πρώτες στρατηγικές δεν αποκαταστήσουν την ισορροπία του σώματος, τότε εκτελείται

η στρατηγική του βηματισμού (Massion, 1994; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).



**Εικόνα 1.9.** Στρατηγικές έλεγχου της στάσης του σώματος (Shumway-Cook & Woollacott, 2007, p. 166).

Αν και άτομα που δραστηριοποιούνται σε περιβάλλοντα με μειωμένη βαρυτική φόρτιση (π.χ. υδάτινο περιβάλλον) παρουσιάζουν μειωμένη ισορροπητική ικανότητα συγκριτικά με άλλους που δραστηριοποιούνται σε φυσιολογικές συνθήκες, δεν έχουν καθοριστεί επαρκώς οι παράγοντες που πιθανώς συντελούν στη μειωμένη αυτή ικανότητα. Ειδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η ΠΔΚ άρθρωση λόγω της πρώιμης συμμετοχής της στη διατήρηση της ισορροπίας όταν αυτή διαταράσσεται κατά τη στήριξη σε σταθερές επιφάνειες.

### 1.3. Ορισμός του προβλήματος

Ο έλεγχος της στάσης του σώματος αποτελεί βασική προϋπόθεση για την εκτέλεση μιας κινητικής δραστηριότητας. Μέσω αυτού μειώνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις του οργανισμού, ελαττώνεται ο κίνδυνος τραυματισμού και βελτιώνεται η απόδοση σε απλές

καθημερινές αλλά και σύνθετες αθλητικές δεξιότητες (Bressel et al., 2007; Houdijk et al., 2009; Linford et al., 2006; Ricotti & Ravaschio, 2011; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Zemkova, 2014; Zurek et al., 2012). Μη βαρομεταφερούσες δραστηριότητες όπως η άσκηση στο νερό προσφέρει ευεργετικά οφέλη σε υγιή και μη πληθυσμό κυρίως λόγω της μειωμένης βαρυντικής δύναμης που ασκείται στο ανθρώπινο σώμα (Andreoli et al., 2001; Dook, James, Henderson, & Price, 1997). Ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις ότι επηρεάζει τον έλεγχο της στάσης του σώματος (Arkov et al., 2009; Itamar, Schwartz, & Melzer, 2013; Matsuda et al., 2008).

Σκοπός της μελέτης ήταν να εξεταστεί κατά πόσο η μακροχρόνια και συστηματική ενασχόληση με μη βαρομεταφέροντα αθλήματα, όπως αυτά του υγρού στίβου (π.χ. η κολύμβηση και η υδατοσφαίριση), επηρεάζει τον έλεγχο της στάσης του σώματος.

#### **1.4. Σημασία της έρευνας**

Τόσο από ερευνητική όσο και από κλινική πλευρά είναι σημαντικό να διερευνηθεί κατά πόσο ο έλεγχος της στάσης του σώματος επηρεάζεται από την μακροχρόνια ενασχόληση με δραστηριότητες στο υδάτινο περιβάλλον, αφού ο πληθυσμός των ατόμων (π.χ. αθλητές κολύμβησης ή υδατοσφαίρισης, κ.α.) που δραστηριοποιείται σε αυτό είναι μεγάλος.

Για την ορθή κινητική απάντηση μετά από ένα ερέθισμα πρέπει να συγκεντρωθούν πληροφορίες από τα αισθητικά συστήματα πληροφόρησης, να επεξεργαστούν από το ΚΝΣ και τέλος να επέλθει η κατάλληλη κινητική απάντηση από τους μύες. Η αξιολόγηση συγκεκριμένων πληθυσμιακών ομάδων θα

έδειχνε εάν η άσκηση στο νερό για μεγάλα χρονικά διαστήματα επηρεάζει αρνητικά τον έλεγχο της στάσης του σώματος, αυξάνοντας κατ' επέκταση τον κίνδυνο τραυματισμού. Τα αποτελέσματα της μελέτης θα βοηθούσαν στη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων πρόληψης και αποκατάστασης του ελέγχου της στάσης του σώματος σε αθλητές και μη.

#### **1.5. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις**

Το ερευνητικό ερώτημα που τίθεται στην παρούσα μελέτη είναι αν ο έλεγχος της στάσης του σώματος επηρεάζεται από τη μακροχρόνια άσκηση στο νερό.

Η ερευνητική υπόθεση που τέθηκε είναι ότι η χρόνια άσκηση στο νερό μεταβάλλει τον έλεγχο της στάσης του σώματος.

Η μηδενική υπόθεση που τέθηκε είναι ότι η χρόνια άσκηση στο νερό δεν μεταβάλλει τον έλεγχο της στάσης του σώματος.

#### **1.6. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας**

Η αδυναμία εξαγωγής των συμπερασμάτων στον ευρύτερο πληθυσμό περιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του δείγματος που θα λάβει μέρος στην παρούσα μελέτη, όπως το φύλο και η ηλικία. Ακόμη, τα αποτελέσματα της μελέτης δεν μπορούν να εξαχθούν σε άτομα τα οποία ασκούνται στο νερό, έχοντας όμως επαφή των ποδιών τους με το έδαφος/ δάπεδο (Melzer, Elbar, Tsedek, & Oddsson, 2008).

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ενασχόληση του ανθρώπου με δραστηριότητες σε περιβάλλοντα όπου η επίδραση της βαρύτητας είναι μειωμένη αφορά κυρίως τη συμμετοχή του σε αθλήματα του υγρού στίβου και σε πιο σπάνιες περιπτώσεις τη διαβίωση στο εξώτερο διάστημα. Η μακροχρόνια συμμετοχή στο άθλημα της κολύμβησης και της υδατοσφαίρισης οδηγεί στην πρόκληση διαφόρων τραυματισμών υπέρχρησης, με τα επιδημιολογικά ποσοστά να επικεντρώνονται στην άρθρωση του ώμου. Ωστόσο αυτό συμβαίνει διότι και στα δύο αυτά αθλήματα εκτελείται πληθώρα επαναλαμβανόμενων κινήσεων του άνω άκρου πάνω από το επίπεδο της κεφαλής (overhead sports). Εκτός από τη γληνοβραχιόνιο άρθρωση, τραυματισμοί προκαλούνται και σε άλλες αρθρώσεις του σώματος (ποδοκνημική, γόνατο, οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης). Στην ποδοκνημική άρθρωση θεωρείται ότι, η επαναλαμβανόμενη εκτέλεση ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης εντός του νερού μπορεί να οδηγήσει σε διάταση των πλάγιων συνδέσμων, αλλά και στην πρόκληση τενοντοπάθειας στους πελματιαίους καμπτήρες μύες (Kammer, Young, & Niedfeldt, 1999; Shea & Folcik, 1989). Αναφέρεται ότι, ο πιο συχνός οξύς τραυματισμός στο πόδι εκτός πσίνας, σε αθλητές κολύμβησης, είναι το διάστρεμμα στην ποδοκνημική άρθρωση. Ωστόσο παραμένει αδιευκρίνιστο εάν οφείλεται σε εξωγενείς παράγοντες, όπως η ολισθηρότητα του δαπέδου γύρω από την πσίνα ή σε ενδογενείς παράγοντες (π.χ. χαλαρότητα των συνδέσμων της ποδοκνημικής άρθρωσης, διαταραχή της ισορροπίας του σώματος) (Kammer et al., 1999; McLean, 1984; Sallis, Jones, Sunshine, Smith, & Simon, 2001; Shea & Folcik, 1989;

Wheeler, Kefford, Mosler, Lebedew, & Lyons, 2013).

### 2.1. Έλεγχος της στάσης του σώματος σε αθλητές

Ο έλεγχος της στάσης του σώματος έχει μελετηθεί σε αθλητές υγρού στίβου (π.χ. κολύμβηση, υδατοσφαίριση), διαφόρων επιπέδων (π.χ. επαγγελματίες) και ηλικιών, κυρίως ως προς την ικανότητα διατήρησης της στατικής ή της δυναμικής ισορροπίας του σώματος τους, αλλά και σε σχέση με αθλητές χερσαίων αθλημάτων (π.χ. ρυθμική γυμναστική, ποδόσφαιρο κ.α.). Επίσης πληθώρα μελετών αφορά αποκλειστικά τη μελέτη του ελέγχου της στάσης του σώματος σε χερσαίες δραστηριότητες, ενώ μόνο ένας μικρός αριθμός μελετών έχει διερευνήσει την επίδραση άλλων παραγόντων που συντελούν στη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος, όπως η δυναμική των μυών ή/και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του κάτω άκρου. Η στατική ισορροπία του σώματος έχει αξιολογηθεί κυρίως με βάση την προσθιοπίσθια ή/και την οριζόντια μετατόπιση του κέντρου πίεσης του σώματος (Centre of Pressure - CoP) κατά τη διποδική στήριξη, με τα πόδια παράλληλα και εν σειρά (tandem stance), καθώς και κατά τη μονοποδική στήριξη, τη στάση βηματισμού και τη στήριξη στις πτέρνες των πελμάτων με τα μάτια ανοικτά ή κλειστά. Για τους σκοπούς αυτούς έχουν χρησιμοποιηθεί πλατφόρμες σταθερής (π.χ. δυναμοπλατφόρμα) βάσης στήριξης, με τις οποίες αξιολογήθηκε η ισορροπητική ικανότητα του σώματος, είτε ποσοτικά, με την καταγραφή της προσθιοπίσθιας και πλάγιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης είτε με την καταγραφή σφαλμάτων (π.χ. Balance Error Scoring System). Η αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας του σώματος έχει

πραγματοποιηθεί κυρίως με τη δοκιμασία Star Excursion Balance Test αλλά και με πλατφόρμες ασταθούς βάσης στήριξης (π.χ. Biodex Stability Index, Stabilometer) (Amin & Herrington, 2014; Arkov et al., 2009; Asseman, Francois, Caron, & Cremieux, 2008; Bok, Lee, & Lee, 2013; Bressel et al., 2007; Calavalle et al., 2008; Carrick, Oggero, Pagnacco, Brock, & Arican, 2007; Chapman, Needman, Allison, Lay, & Edwards, 2008; Cobb, Bazett-Jones, Joshi, Earl-Boehm, & James, 2014; Davlin, 2004; Era, Kontinnen, Mehto, Saarela, & Lyytinen, 1996; Fujimoto, Hsu, Woollacott, & Chou, 2013; Gabriner, Houston, Kirby, & Hoch, 2015; Garcia et al., 2011; Gerbino, Griffin, & Zurakowski, 2007; Hoch, Staton, & McKeon, 2011; Hoch, Staton, McKeon, Mattacola, & McKeon, 2012; Ibrahim et al., 2013; Itamar et al., 2013; Kioumourtzoglou, Derri, Tzetzis, & Theodorakis, 1998; Kioumourtzoglou, Derri, Mertzabidou, & Tzetzis, 1997; Lin, Liu, Hsieh, & Lee 2009; Matsuda, et al., 2008; Nagy et al., 2004; Negahban et al., 2013; Noe & Paillard, 2005; Paillard, Costes-Salon, Lafont, & Dupui, 2002; Paillard, Noe, Riviere, & Vincent, 2006; Paillard & Noe, 2006; Perrin, Deviterne, Hugel, & Perrot, 2002; Rein, Fabian, Zwipp, Rammelt, & Weindel, 2011; Ricotti & Ravaschio, 2011; Schmit, Regis, & Riley, 2005; Sell, Tsai, Smoliga, Myers, & Lephart, 2007; Spink et al., 2011; Su, Wu, & Lee, 2000; Terada, Harkley, Wells, Petrosimone, & Gribble, 2014; Thorpe & Ebersole, 2008; Vuillerme, Teasdale, & Nougier, 2001; Wada et al., 2011).

### **2.1.1. Η ισορροπία του σώματος σε αθλητές του υγρού στίβου**

Από τις μελέτες όπου εξετάστηκε η ισορροπία αθλητών του υγρού στίβου συμπεραίνεται ότι η **χρόνια άσκηση στο νερό** δε συνεισφέρει στη βελτίωση της **στατικής ισορροπίας** του σώματος (Arkov et al., 2009; Davlin, 2004; Itamar et al., 2013; Matsuda et al., 2008; Ricotti & Ravaschio, 2011).

Αναλυτικότερα, σε μία μελέτη όπου συμμετείχαν 100 αθλητές διαφόρων αθλημάτων όπως υδατοσφαίριση, δίαθλο (συνδυασμός χιονοδρομίας και σκοποβολής), τζούντο και αγώνων με ταχύπλοα σκάφη καθώς και μη αθλητές βρέθηκε ότι οι υδατοσφαιριστές είχαν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη ταχύτητα ταλάντωσης όπως και μετατόπιση του κέντρου πίεσης του σώματος από τους υπόλοιπους αθλητές γεγονός που συνεπάγεται μειωμένη ισορροπητική ικανότητα του σώματος. Θεωρήθηκε ότι η εκτέλεση δραστηριοτήτων σε φυσιολογική βαρυτική φόρτιση συνεισφέρει στη σταθερότητα κατά τη διατήρηση της όρθιας στάσης και κατ' επέκταση στον έλεγχο της ισορροπίας. Ωστόσο η ισορροπητική ικανότητα των υδατοσφαιριστών ήταν παρόμοια με αυτή που καταγράφηκε σε μη αθλητές (Arkov et al., 2009).

Στη μελέτη της Davlin (2004) συγκρίθηκαν κολυμβητές (n=70), ποδοσφαιριστές (n=58), αθλητές της ενόργανης γυμναστικής (n=57) και μη αθλητές (n=61) όσον αφορά τον χρόνο διατήρησης της ισορροπίας του σώματος πάνω σε ασταθή πλατφόρμα (Stabilometer). Φαίνεται ότι οι κολυμβητές παρουσίασαν μειωμένη ισορροπητική ικανότητα σε σχέση με τους άλλους αθλητές. Σύμφωνα με τη συγγραφέα αυτό οφείλο-



νταν στο ότι οι κολυμβητές δεν περιλαμβάνουν στην προπόνηση τους ασκήσεις ισορροπίας.

Ο Itamar και συνεργάτες (2013) εξέτασαν 9 κολυμβητές και 9 αθλητές του τζούντο νεαρής ηλικίας (10.5-17.0 ετών). Οι ερευνητές βρήκαν ότι οι κολυμβητές εμφάνιζαν μεγαλύτερη προσθιοπίσθια και οριζόντια μετατόπιση του σώματος τους κατά τη διποδική στήριξη, άρα και μειωμένη ισορροπητική ικανότητα. Κατά το κλείσιμο των ματιών η μετατόπιση του σώματος των κολυμβητών αυξάνονταν υποδηλώνοντας αδυναμία αντιστάθμισης της ισορροπίας από τη λειτουργία των σωματοαισθητικών υποδοχέων. Σύμφωνα με τους συγγραφείς αυτό οφείλονταν στο γεγονός ότι τα φορτία που δέχεται το σώμα με την κολύμβηση προέρχονται κυρίως από την αντίσταση του νερού και όχι από τις φυσιολογικές δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους. Αντίθετα στο τζούντο οι αθλητές υπόκεινται συνεχώς σε συνθήκες μη αναμενόμενης διαταραχής της ισορροπίας του σώματος τους.

Ο Matsuda και συνεργάτες (2008) έδειξαν ότι οι κολυμβητές (n=10) παρουσιάζουν μεγαλύτερη προσθιοπίσθια μετατόπιση καθώς και ταχύτητα ταλάντωσης του κέντρου πίεσης του σώματος κατά την όρθια μονοποδική στήριξη σε σχέση με καλαθοσφαιριστές (n=10), ποδοσφαιριστές (n=10) αλλά και μη αθλητές (n=10). Αυτό αποδόθηκε στο γεγονός ότι με την κολύμβηση οι αντιβαρυντικοί μύες δεν δέχονται τις φυσιολογικές δυνάμεις αντίδρασης από το έδαφος. Αντίθετα στο ποδόσφαιρο το σωματοαισθητικό σύστημα πληροφόρησης, δέχεται πληθώρα ερεθισμάτων.

Τέλος, ο Ricotti και Ravaschio (2011) βρήκαν ότι η επιπρόσθετη προπόνηση κολύμβησης δεν βελτιώνει τη μετατόπιση του κέντρου πίεσης νέων ηλικιακά ποδοσφαιριστών (μέσος όρος 9

ετών). Έτσι η κολύμβηση δεν θα μπορούσε να προταθεί ως επιπρόσθετη άσκηση για τη βελτίωση της ισορροπίας του σώματος.

Αντίθετα με τις παραπάνω μελέτες υπάρχουν ενδείξεις ότι η μακροχρόνια και συστηματική άσκηση στο νερό βελτιώνει τη στατική ισορροπία του σώματος. Ο Wada και συνεργάτες (2011) βρήκαν ότι αθλήτριες της συγχρονισμένης κολύμβησης (διεθνούς επιπέδου) είχαν μικρότερη μετατόπιση του κέντρου πίεσης συγκριτικά με νέες αθλήτριες στο ίδιο άθλημα. Αυτό θα μπορούσε να εγείρει το ερευνητικό ενδιαφέρον σχετικά τους αντισταθμιστικούς μηχανισμούς που δημιουργούνται στα αισθητικά συστήματα πληροφόρησης μετά από τη χρόνια άσκηση εντός του νερού.

### **2.1.2. Η ισορροπία του σώματος σε αθλητές χερσαίων δραστηριοτήτων**

Η πλειοψηφία των ερευνών έχει δείξει ότι η συστηματική ενασχόληση με τον αθλητισμό, ιδίως στα χερσαία αθλήματα όπως η ενόργανη (Asseman et al., 2008; Carrick et al., 2007; Garcia et al., 2011) και η ρυθμική γυμναστική (Calavalle et al., 2008; Kioumourtzoglou et al., 1997), το ποδόσφαιρο (Thorpe & Ebersole, 2008), το τριάθλο (Nagy et al., 2004) και η σκοποβολή (Su et al., 2000) βελτιώνει τόσο τη στατική όσο και τη δυναμική ισορροπία του σώματος **σε σχέση με αθλητές αναψυχής**. Λίγες μόνο μελέτες έχουν δείξει ότι οι αθλητές είχαν μειωμένη ισορροπητική ικανότητα σε σχέση με μη αθλητές. Συγκεκριμένα, ο Kioumourtzoglou και συνεργάτες (1998) αναφέρουν ότι οι αθλητές της καλαθοσφαίρισης (n=13) εμφάνιζαν χειρότερη δυναμική ισορροπία, κατά την εξέταση της σε πλατφόρμα ασταθούς βάσης στήριξης, από μη αθλητές, το οποίο δικαιολογείται από τους

συγγραφείς από τη διαφορά στο ανάστημα μεταξύ των δύο ομάδων. Επίσης στη μελέτη του Negahban και συνεργάτες (2013) οι αθλητές ταεκβοντο εμφάνισαν μειωμένη στατική ισορροπητική ικανότητα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι αυτό πιθανότατα οφείλεται στο ότι η προπόνηση ταεκβοντο περιλαμβάνει κατεξοχήν συνθήκες διατήρησης της δυναμικής και όχι της στατικής ισορροπίας.

Μεταξύ **διαφορετικών χερσαίων αθλητικών δραστηριοτήτων** παρατηρείται ότι οι αθλητές της ενόργανης γυμναστικής εμφανίζουν σχετικά καλύτερη στατική και δυναμική ισορροπία από άλλους αθλητές. Συγκεκριμένα στη μελέτη του Bressel και συνεργάτες (2007) βρέθηκε ότι οι αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής έχουν παρόμοια στατική (αξιολόγηση με Balance Error Scoring System) και δυναμική ισορροπία (εξέταση με Star Excursion Balance Test) με τις ποδοσφαιρίστριες, αλλά ανώτερη από τις αθλήτριες της καλαθοσφαίρισης. Επίσης στη μελέτη του Vuillermé και συνεργάτες (2001) παρατηρήθηκε ότι οι αθλητές της ενόργανης γυμναστικής (n=7) επανακτούν καλύτερα την ισορροπία τους συγκριτικά με άλλους αθλητές (n=7, ποδοσφαίρισης, χειροσφαίρισης και αντισφαίρισης) μετά από διαταραχή της αισθητικότητας με εφαρμογή δόνησης στους τένοντες των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι: (i) οι αθλητές τζούντο έχουν καλύτερη στατική και δυναμική ισορροπία από τους χορευτές μπαλέτου (Perrin et al., 2002), (ii) οι χορευτές μοντέρνου χορού και μπαλέτου έχουν καλύτερο επίπεδο στατικής και δυναμικής ισορροπίας από τους ποδοσφαιριστές (Gerbino et al., 2007), (iii) οι αθλητές σκοποβολής έχουν καλύτερη στατική ισορροπία από τους αθλητές ταεκβοντό (Negahban et al., 2013) και τέλος, ότι (iv) η στατική ισορροπία δρομέων (track runners) δεν

διαφέρει από αυτή των χορευτών (Schmit et al., 2005).

Από τις μελέτες που διερεύνησαν την ισορροπητική ικανότητα **μεταξύ αθλητών του ίδιου αθλήματος αλλά διαφορετικού επιπέδου**, δεν μπορεί να βγει ασφαλές συμπέρασμα. Σε ορισμένες μελέτες αναφέρεται ότι οι επαγγελματίες αθλητές του ποδοσφαίρου, του χορού, της σκοποβολής και του γκολφ εμφανίζουν καλύτερη στατική και δυναμική ισορροπία από τους ερασιτέχνες (Era et al., 1996; Paillard et al., 2006; Paillard & Noe, 2006; Rein et al., 2011; Sell et al., 2007). Αντίθετα αποτελέσματα βρέθηκαν σε αθλητές της ορειβατικής χιονοδρομίας, του σερφ και του τζούντο. Στη μελέτη που αφορούσε την ορειβατική χιονοδρομία αναφέρεται ότι οι αθλητές εθνικού επιπέδου (n=7) έχουν χειρότερη ισορροπία από τους ερασιτέχνες αθλητές (n=7) πιθανόν λόγω ότι φορούν ειδικές μπότες για μεγάλο χρονικό διάστημα αδρανοποιώντας έτσι τα κιναισθητικά ερεθίσματα (Noe & Paillard, 2005). Στη μελέτη που εξετάστηκε σέρφερς (n=42), δεν αναφέρεται διαφοροποίηση του επιπέδου ισορροπίας ανάλογα με το επίπεδο δραστηριοποίησης (Charman et al., 2008). Τέλος στη μελέτη του Paillard και συνεργάτες (2002) το γεγονός ότι οι αθλητές τζούντο (διεθνούς επιπέδου) (n=11) εμφάνισαν παρόμοιο επίπεδο ισορροπίας με τους ερασιτέχνες (n=9) στηρίχθηκε στο ότι εξετάστηκε η στατική και όχι η δυναμική ισορροπία, η οποία κυρίως εκπαιδεύεται με το συγκεκριμένο άθλημα.

## 2.2. Η επίδραση της μυϊκής δύναμης και της κινητικότητας των αρθρώσεων στην ισορροπία του σώματος

Η ισορροπία του σώματος, εκτός από τη λειτουργία των συστημάτων αισθητικής πληροφόρησης, μπορεί να εξαρτάται και από παράγοντες όπως τη μυϊκή δύναμη και την κινητικότητα των αρθρώσεων των κάτω άκρων (Bressel et al., 2007; Ibrahim et al., 2013; Mohammadi et al., 2012; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Η πλειοψηφία των μελετών που ερευνούν τη σχέση μεταξύ ισορροπίας του σώματος και της μυϊκής δύναμης, αφορούν τους μύες που ενεργοποιούνται στο πόδι και στην άρθρωση του ισχίου. Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της ήταν δυναμόμετρο χειρός (με ισομετρική σύσπαση των μυών), ισοκινητικό δυναμόμετρο άλλα και με αντίσταση δια των χειρών του εξεταστή (χρήση της εξάβαθμης κλίμακα του Medical Research Council) (Bok et al., 2013; Cobb et al., 2014; Fujimoto et al., 2013; Gabriner et al., 2015; Hasselgren, Olsson, & Nyberg, 2011; Hughes, Duncan, Rose, Chandler, & Studenski, 1996; Ibrahim et al., 2013; Lin, et al., 2009; Sell et al., 2007; Spink et al., 2011; Thorpe & Ebersole, 2008).

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών παρατηρείται ότι η μειωμένη δύναμη των **ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης επηρεάζει αρνητικά τη στατική ισορροπία**, σε γηριατρικό πληθυσμό (Bok et al., 2013; Fujimoto et al., 2013; Hasselgren et al., 2011) αλλά και σε παιδιά σχολικής ηλικίας (Ibrahim et al., 2013). Σε μία άλλη μελέτη, ωστόσο, αναφέρεται ότι η μυϊκή δύναμη των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης σε η-

λικιωμένα άτομα δεν επηρεάζει τη στατική ισορροπία αν και τα άτομα αυτά εμφάνισαν μυϊκή αδυναμία (Hughes et al., 1996). Όσον αφορά την επίδραση της μυϊκής δύναμης των **υπτιαστών και πρημιστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης στην ισορροπία**, δε μπορεί να βγει κάποιο ασφαλές συμπέρασμα για τη μεταξύ τους σχέση. Τόσο σε άτομα χωρίς τραυματισμό στα κάτω άκρα (Cobb et al., 2014) όσο και άτομα με διαγνωσμένη λειτουργική αστάθεια στο πόδι (Gabriner et al., 2015) φαίνεται ότι η δύναμη των συγκεκριμένων μυών **επηρεάζει τη στατική ισορροπία** στο μετωπιαίο επίπεδο κίνησης του σώματος πιθανώς ως αντιστάθμιση στην ανομοιογένεια της δύναμης που παρουσιάζεται μεταξύ των μυών του ποδιού. **Αντίθετα** με τους παραπάνω συγγραφείς, ο Lin και συνεργάτες (2009) και ο Spink και συνεργάτες (2011) δε βρήκαν κάποια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μειωμένης δύναμης των υπτιαστών/πρημιστών μυών και του επιπέδου της στατικής ισορροπίας, με το δείγμα της μελέτης τους να αφορά ενήλικα και ηλικιωμένα υγιή άτομα, αντίστοιχα.

Σχετικά με τη **δυναμική ισορροπία**, ο Gabriner και συνεργάτες (2015) βρήκαν ότι η δύναμη των **υπτιαστών μυών** της υπαστραγαλικής συνεισφέρει σημαντικά στην δυναμική ισορροπία κατά την οπίσθια έσω και έξω κατεύθυνση στη δοκιμασία Star Excursion Balance Test σε άτομα με λειτουργική αστάθεια στο πόδι. Αντίθετα ο Thorpe και Ebersole (2008) αναφέρουν ότι δεν υπάρχει υψηλή συσχέτιση με τη δύναμη των ραχιαίων και των πελματιαίων καμπτήρων μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης σε ποδοσφαιρίστριες υψηλού επιπέδου.

Εκτός από τη μυϊκή δύναμη και η **κινητικότητα** της ποδοκνημικής και της υπαστραγαλικής άρθρωσης φαίνεται να συμβάλλει στην ισορροπία του σώματος (Amin & Herrington, 2014; Basnett et al., 2013; Bok et al., 2013; Chiacchiero, Dresely, Silva, DeLosReyes, & Vorik, 2010; Gabriner et al., 2015; Hoch et al., 2011; Hoch et al., 2012; Hughes et al., 1996; Mecagni et al., 2000; Spink et al., 2011; Terada et al., 2014). Αρκετές μελέτες έδειξαν σημαντική σχέση μεταξύ του παθητικού εύρους κίνησης **στη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής με τη δυναμική ισορροπία** για την πρόσθια κατεύθυνση της δοκιμασίας Star Excursion Balance Test σε άτομα με λειτουργική αστάθεια στο πόδι (Basnett et al., 2013; Gabriner et al., 2015; Hoch et al., 2012; Terada et al., 2014) αλλά και σε υγιή πληθυσμό (Hoch et al., 2011). Από την άλλη το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης δεν εμφάνισε σημαντική σχέση με τη στατική ισορροπία του σώματος, τόσο σε νέους αθλητές (ενεργητικό εύρος κίνησης) (Amin & Herrington, 2014) όσο και σε ηλικιωμένα άτομα (Hughes et al., 1996). Ακόμη, σε μία μελέτη συγκρίθηκε το ενεργητικό εύρος κίνησης της πελματιαίας κάμψης μεταξύ επαγγελματιών (n=30) και ερασιτεχνών χορευτών (n=30). Παρατηρήθηκε ότι αν και οι επαγγελματίες χορευτές εμφάνισαν μεγαλύτερο εύρος κίνησης, είχαν και καλύτερο επίπεδο ισορροπίας (Rein et al., 2011). Όσον αφορά την επίδραση **της κινητικότητας της υπαστραγαλικής άρθρωσης στην ισορροπία**, έχει διαπιστωθεί ότι η μείωση του εύρους κίνησης του πρηνισμού και υπτιασμού σχετίζεται με μειωμένη στατική ισορροπία (στο μετωπιαίο επίπεδο κίνησης) σε ηλικιωμένα άτομα (Bok et al., 2013; Spink et al., 2011).

### III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### 3.1. Δείγμα

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 28 αθλήτριες, οι οποίες ασχολούνταν μεμονωμένα, μακροχρόνια (>8-10 έτη) και συστηματικά ( $\geq 3$  φορές/εβδομάδα) με μη βαρομεταφέρουσες (n=14) και βαρομεταφέρουσες (n=14) αθλητικές δραστηριότητες. Στην ομάδα των μη βαρομεταφερουσών δραστηριοτήτων συμπεριλήφθηκαν αθλήτριες του υγρού στίβου, όπως η υδατοσφαίριση και η κολύμβηση ενώ στην ομάδα των βαρομεταφερουσών δραστηριοτήτων συμπεριλήφθηκαν αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων σάλας όπως η χειροσφαίριση και η καλαθοσφαίριση. Δεκαπέντε υγιείς θήλεις χωρίς τακτική συμμετοχή σε κάποια αθλητική δραστηριότητα εντάχθηκαν στην ομάδα ελέγχου. Έντεκα θήλεις αποκλείστηκαν από τη μελέτη λόγω προπονητικών (n=4) και ανατομικών ιδιομορφιών (n=4), καθώς και αδυναμίας συνεργασίας με την πειραματική διαδικασία (n=3). Άλλα κριτήρια αποκλεισμού ήταν (i) προβλήματα/τραυματισμοί ή χειρουργικές επεμβάσεις στα κάτω άκρα (π.χ. διάστρεμμα, κάταγμα) ή στην ΟΜΣΣ, (ii) νευρολογικές διαταραχές ή κακώσεις των περιφερικών νευρών, (iii) προβλήματα στο αιθουσαίο και το οπτικό σύστημα, (iv) ιστορικό εγκεφαλικής διάσεισης, (v) λήψη φαρμακευτικής αγωγής η επίδραση της οποίας θα επηρέαζε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, (vi) χαλαρές αρθρώσεις ( $\geq 5/9$  σημεία με βάση τα κριτήρια Beighton), (vii) ανισοσκελία (>0.5 cm), (viii) υπερπρηνισμός ή υπτιασμός του ποδιού (>10/12 και >5/12 βαθμούς για τον υπερπρηνισμό και τον υπτιασμό αντίστοιχα, με βάση το Foot Posture Index – FPI 6) και (ix) σκολίωση (>5° στροφή

κορμού κατά τη δοκιμασία Adam). Όλες οι συμμετέχουσες υπέγραψαν γραπτή δήλωση συγκατάθεσης (Παράρτημα 6.1.) για τη συμμετοχή τους στην έρευνα αφού πρώτα ενημερώθηκαν για το σκοπό και τη διαδικασία της μελέτης. Πριν τη βασική μελέτη διεξήχθη πιλοτική μελέτη στην οποία συμμετείχαν τέσσερις αθλήτριες του υγρού στίβου και τέσσερις θήλεις χωρίς συστηματική ενασχόληση σε κάποια αθλητική δραστηριότητα (Παράρτημα 6.6.).

#### 3.2. Διαδικασία μετρήσεων

Αρχικά όλες οι συμμετέχουσες συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια που αφορούσαν την γενική κατάσταση της υγείας τους και το ιστορικό τραυματισμών (Παράρτημα 6.2.), το επίπεδο φυσικών δραστηριοτήτων (Παράρτημα 6.4.) και τον καθορισμό του επιπέδου και στηρικτικού σκέλους (Παράρτημα 6.5.). Ακολούθως πραγματοποιήθηκε μυοσκελετική αξιολόγηση (χαλαρές αρθρώσεις, ανισοσκελία, σκολίωση, τύπος ποδιού) προκειμένου να διαπιστωθεί περαιτέρω η επιλεξιμότητα των εθελοντριών στην παρούσα μελέτη (Παράρτημα 6.3.). Στη συνέχεια αξιολογήθηκαν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (σωματικό βάρος και ανάστημα). Οι μετρήσεις της στατικής και δυναμικής ισορροπίας, του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού και της δύναμης των μυών του ποδιού πραγματοποιήθηκαν στο στηρικτικό σκέλος των δοκιμαζομένων που πληρούν τα κριτήρια εισαγωγής στη μελέτη με την ίδια ακολουθία. Πριν την έναρξη των δοκιμασιών προηγήθηκε προθέρμανση η οποία περιλάμβανε 5 λεπτά ελαφριά αερόβια άσκηση σε βαθμιδοεργόμετρο (stepper) και 5 λεπτά εκτέλεση αυτό-διατάσεων στα κάτω άκρα.

### **3.2.1. Συμπλήρωση ερωτηματολογίων**

Ο καθορισμός του **επιπέδου των φυσικών δραστηριοτήτων** των δοκιμαζομένων πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγιο (Baecke, Burema, & Frijter, 1982) (Παράρτημα 6.4.). Αυτό αποτελείται από 16 ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν το επίπεδο των επαγγελματικών και αθλητικών δραστηριοτήτων, καθώς και αυτών που εκτελούνται κατά τον ελεύθερο χρόνο των ερωτηθέντων. Για την κάθε ερώτηση υπάρχουν απαντήσεις με ανάλογη βαθμολογία, ενώ ο υπολογισμός των επιμέρους δεικτών αλλά και του συνολικού δείκτη της φυσικής δραστηριότητας υπολογίζεται με μαθηματική εξίσωση.

Ο καθορισμός του **στηρικτικού σκέλους** πραγματοποιήθηκε με το ερωτηματολόγιο Waterloo Footedness Questionnaire-Revised (WFQ-R) (Elias, Bryden, & Bulman-Fleming, 1998) (Παράρτημα 6.5.). Με βάση το ερωτηματολόγιο αυτό η ερωτηθείσα καλείται να απαντήσει εάν εκτελεί συγκεκριμένες καθημερινές δραστηριότητες με (i) πάντα το αριστερό πόδι, (ii) συνήθως το αριστερό πόδι, (iii) εξίσου και τα δύο πόδια, (iv) συνήθως το δεξί πόδι ή (v) πάντα το δεξί πόδι, με την κάθε απάντηση να αξιολογείται με βαθμό -2, -1, 0, 1 και 2, αντίστοιχα. Πριν τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δόθηκε η οδηγία να φανταστούν τον εαυτό τους κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων αυτών ή να εκτελέσουν δοκιμασίες όμοιες τους. Στην περίπτωση που το άθροισμα των βαθμών είναι αρνητικό, το

στηρικτικό ή επιδέξιο σκέλος των αντίστοιχων ερωτήσεων θεωρείται το αριστερό, ενώ στην περίπτωση που το άθροισμα είναι θετικό, θεωρείται το δεξί (Elias et al., 1998).

### **3.2.2. Μυοσκελετική αξιολόγηση**

Έλεγχος γενικευμένης χαλαρότητας των αρθρώσεων

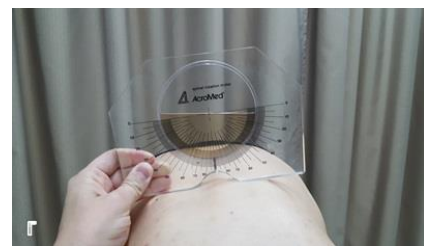
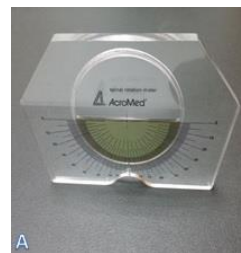
Ο έλεγχος της χαλαρότητας των αρθρώσεων πραγματοποιήθηκε με βάση τα κριτήρια του Beighton (Beighton, Solomon, & Soskolne, 1973, Εικόνα 3.1.). Με βάση αυτά ένα άτομο θεωρείται ότι έχει γενικευμένη χαλαρότητα των αρθρώσεων όταν 5 από συνολικά 9 κριτήρια είναι θετικά. Το πρώτο κριτήριο αφορά την κάμψη του κορμού από όρθια θέση με τα γόνατα σε πλήρη έκταση και θεωρείται θετικό εφόσον η δοκιμαζόμενη μπορεί να ακουμπήσει τις παλάμες της στο δάπεδο χωρίς να κάμψει τα γόνατα. Το δεύτερο κριτήριο αφορά την έκταση του μικρού δακτύλου του χεριού και θεωρείται θετικό όταν είναι  $>90^\circ$ . Το τρίτο κριτήριο εξετάζει την παλαμιαία κάμψη του καρπού και θεωρείται θετικό όταν ο αντίχειρας έρχεται σε επαφή με το αντιβράχιο. Το τέταρτο και πέμπτο κριτήριο αφορά την παθητική υπερέκταση της άρθρωσης του αγκώνα και του γόνατος, αντίστοιχα. Όλα τα κριτήρια, εκτός της κάμψης του κορμού, ελέγχθηκαν αμφίπλευρα (Παράρτημα 6.3.).



**Εικόνα 3.1.** Κριτήρια Beighton για την αξιολόγηση των χαλαρών αρθρώσεων ([www.hypermobility.org](http://www.hypermobility.org)).

### Αξιολόγηση της σκολίωσης

Η αξιολόγηση της **σκολίωσης** πραγματοποιήθηκε με μέτρηση της στροφής του κορμού κατά την κάμψη του κορμού από την όρθια στάση (Adam's test) τοποθετώντας ένα σκολιόμετρο (AcroMed®, spinal rotation meter) κάθετα στην σπονδυλική στήλη στο επίπεδο όπου εμφανίζεται η μεγαλύτερη προβολή του θωρακικού ύβου προς τα άνω (Εικόνα 3.2.). Οι δοκιμαζόμενες όπου εμφάνιζαν στροφή του κορμού  $\geq 5^\circ$  αποκλείστηκαν από τη μελέτη, λόγω πιθανότητας εμφάνισης γωνίας σκολιωτικού κυρτώματος (Cobb angle)  $\geq 20^\circ$  (Bunnell, 1984).



**Εικόνα 3.2.** Σκολιόμετρο AcroMed® (Α) και δοκιμασία Adam's (Β και Γ) για την αξιολόγηση πιθανής σκολίωσης.

### Καθορισμός του τύπου του ποδιού

Ο καθορισμός του **τύπου του ποδιού**, ως προς τον βαθμό υπερ-πρηνισμού και υπτιασμού πραγματοποιήθηκε με βάση τα 6 σημεία που ορίζονται από το FPI-6 (Παράρτημα 6.5). Αρχικά η κάθε εξεταζόμενη λάμβανε την όρθια ανατομική θέση. Ακολούθως τα έξι σημεία (Εικόνα 3.3) που εξετάστηκαν αφορούσαν την επισκόπηση (i) της επιφάνειας του ποδιού (κυρτή ή κοίλη) κάτω από το έξω σφυρό, (ii) της γωνίας του Αχίλλειου τένοντα (στο μετωπιαίο επίπεδο), (iii) της πλάγιας επιφάνειας που σχηματίζεται στην αστραγαλοσκαφοειδή άρθρωση (κυρτή ή κοίλη), (iv) της πτώσης ή ανύψωσης της επιμήκους ποδικής καμάρας, (v) του αριθμού των δακτύλων που είναι ορατός προς την έσω και έξω πλευρά του ποδιού (όπως

φαίνονται από την οπίσθια επιφάνεια του σώματος) καθώς και (vi) την ψηλάφηση της θέσης του αστραγάλου (από την έσω και έξω επιφάνεια του ποδιού). Η βαθμολόγηση έγινε σύμφωνα με την υποκειμενική αντίληψη του εξεταστή και βάσει μίας κλίμακας 5 βαθμών (-2, -1, 0, 1, 2), με το «-2» και «-1» να υποδηλώνουν υπτιασμό του ποδιού, το «0» τη φυσιολογική στάση του ποδιού και το «+2» και «+1» υπερ-πρηνισμό του ποδιού. Σε περίπτωση που το άθροισμα των βαθμών είναι από -5 έως -12 βαθμοί, η εξεταζόμενη θεωρείται ότι εμφανίζει υψηλό υπτιασμό, ενώ εάν το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο από +10 τότε υποδηλώνει την ύπαρξη υπερ-πρηνισμού (Redmond, Crosbie, & Ouvrier, 2006). Στις περιπτώσεις αυτές οι δοκιμαζόμενες απορρίφθηκαν από τη μελέτη.



Εικόνα 3.3. Απεικόνιση κριτηρίων FPI-6 (Redmond, 2005).

### Μέτρηση του μήκους των σκελών

Η μέτρηση του **μήκους των σκελών** πραγματοποιήθηκε με την κάθε δοκιμαζόμενη σε ύπτια κατάκλιση, διατηρώντας τις αρθρώσεις των ισχίων σε ουδέτερη θέση ως προς τη στροφή και με τα πόδια τους να εφάπτονται πλήρως σε μια κάθετη σταθερή επιφάνεια. Το μήκος των σκελών μετρήθηκε από το σημείο που βρίσκεται ακριβώς κάτω από την κορυφή της πρόσθιας άνω λαγόνιας άκανθας έως κάτω από το έξω σφυρό

χρησιμοποιώντας μια μετροταινία. Δοκιμαζόμενες στις οποίες η διαφορά μεταξύ των δύο σκελών ήταν μεγαλύτερη από 0.5 cm αποκλείστηκαν από τη μελέτη (Woerman & Binder-Macleod, 1984).



### 3.2.3. Μέτρηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών

Σε όλες τις συμμετέχουσες μετρήθηκε το σωματικό ανάστημα (ΣΑ) και το σωματικό βάρος (ΣΒ) χρησιμοποιώντας αναστημόμετρο ακριβείας ανά 1 mm και ζυγός ακριβείας ανά 0.5 Kg (Seca, GmbH & Co, Germany).

Η μέτρηση του **σωματικού αναστήματος**, πραγματοποιήθηκε με την κάθε δοκιμαζόμενη στην όρθια στάση χωρίς να φοράει υποδήματα έχοντας (i) τις πτέρνες σε επαφή μεταξύ τους, (ii) τα χέρια τους στα πλάγια του σώματος, (iii) τους γλουτούς σε επαφή με τη ράβδο του αναστημόμετρου και (iv) το βλέμμα εστιασμένο προς τα εμπρός. Για τη μέτρηση του **σωματικού βάρους**, οι δοκιμαζόμενες ανέβηκαν σε ζυγό ακριβείας χωρίς υποδήματα και φορώντας ελαφριά ένδυση. Τέλος, ο **δείκτης μάζας σώματος** ( $\Delta\text{Μ}\Sigma$ ) υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση  $\Delta\text{Μ}\Sigma = \Sigma\text{Β} \text{ (kg)}/\Sigma\text{Α} \text{ (m)}^2$ .

### 3.2.4. Αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας

Η αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας πραγματοποιήθηκε κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοιχτά και κλειστά με βάση την οριζόντια και την προσθιοπίσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης χρησιμοποιώντας μια πλατφόρμα καταγραφής της κατανομής πελματιαίων πιέσεων (FDM-S Measuring System for Force Distribution, Zebris Medical GmbH, Germany). Η πλατφόρμα αυτή αποτελείται από 1792 αισθητήρες διατεταγμένους σε μια επιφάνεια 32×56 cm, καταγράφει με συχνότητα 120 Hz και συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή (Εικόνα 3.4), ενώ για την αποθήκευση και ανάλυση των

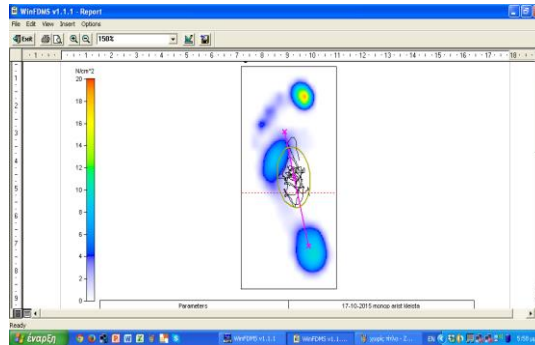
αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται το λογισμικό WinFDMS.



**Εικόνα 3.4.** Σύστημα αξιολόγησης της κατανομής των πελματιαίων πιέσεων (Zebris).

Η κάθε δοκιμασία διαρκούσε 10 δευτερόλεπτα και επαναλαμβάνονταν σε περίπτωση που δεν τηρούνταν οι προαναφερθείσες οδηγίες (Nagy et al., 2004; Ricotti & Ravaschio, 2011).

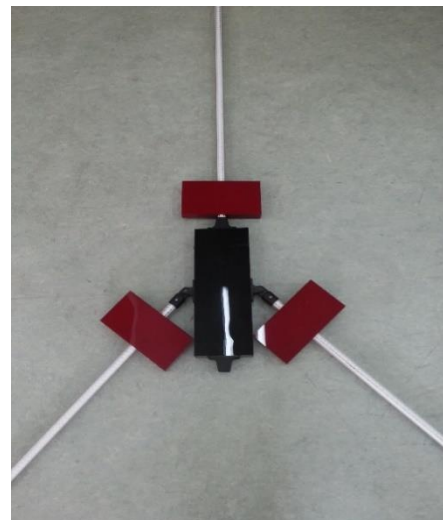
Κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας οι δοκιμαζόμενες έπρεπε (i) να ακουμπούν τα χέρια τους στις λαγόνιες ακρολοφίες, (ii) να διατηρούν την άρθρωση του γόνατος του μη στηρικτικού σκέλους σε κάμψη 90° και (iii) να εστιάζουν το βλέμμα ευθεία εμπρός ή να έχουν τα μάτια διαρκώς κλειστά ανάλογα με τη δοκιμασία (Matsuda et al., 2008, Εικόνα 3.5.). Η συγκεκριμένη μέθοδος αξιολόγησης της στατικής μονοποδικής ισορροπίας εμφανίζει υψηλή αξιοπιστία (ICC: 0.51-0.91) (Akhbari, Salavati, Mohammadi, & Safavi-farokhi, 2015).



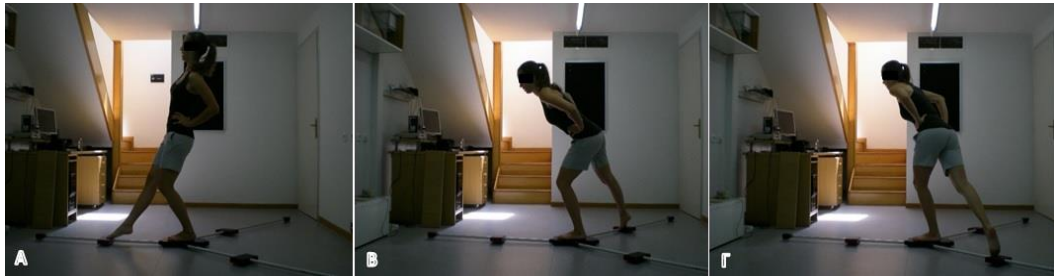
**Εικόνα 3.5.** Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας κατά τη μονοποδική στήριξη και απεικόνιση της κατανομής των πιέσεων του πέλματος.

### 3.2.5. Αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας

Η αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας πραγματοποιήθηκε με τη δοκιμασία-Y, χρησιμοποιώντας μια ιδιοκατασκευή παρόμοια με την Y Balance Test Kit™. Αυτή αποτελείται από μία ξύλινη βάση παραλληλόγραμμου σχήματος και 3 σωλήνες αλουμινίου, οι οποίοι συνδέονται στην πρόσθια, οπισθοπλάγια έσω και οπισθοπλάγια έξω επιφάνεια της βάσης. Η γωνία που σχηματίζουν μεταξύ τους οι δύο οπισθοπλάγιοι σωλήνες είναι 90°, ενώ μεταξύ των οπισθοπλάγιων σωλήνων και του προσθίου σωλήνα σχηματίζεται γωνία 135°. Στον καθένα από αυτούς τους σωλήνες είναι προσαρμοσμένες τρεις μικρότερες βάσεις παραλληλόγραμμου σχήματος, οι οποίες δύναται να σύρονται κατά μήκος των σωλήνων. Η μέτρηση της διανυόμενης απόστασης των μετακινούμενων βάσεων πραγματοποιήθηκε με αυτοκόλλητη μετροταινία τοποθετημένη στην άνω επιφάνεια των σωλήνων (Εικόνα 3.6.).



**Εικόνα 3.6.** Κατασκευή που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας.



**Εικόνα 3.7.** Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας με τη δοκιμασία-Y κατά την πρόσθια (A), οπίσθια έσω (B) και την οπίσθια έξω κατεύθυνση (Γ).

Οι συμμετέχουσες αρχικά στάθηκαν με το στηρικτικό τους σκέλος, χωρίς να φορούν υποδήματα, στη βάση της ιδιοκατασκευής. Αρχικά εκτέλεσαν 3 δοκιμασίες εξοικείωσης προς την πρόσθια, την οπίσθια έσω και την οπίσθια έξω κατεύθυνση, και στη συνέχεια άλλες 3 δοκιμασίες (προς τις ίδιες κατευθύνσεις) με την ίδια ακριβώς σειρά που αναφέρθηκε προηγουμένως οι οποίες συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη. Οι συμμετέχουσες προσπαθούσαν να σύρουν τις μετακινούμενες βάσεις με το μη στηρικτικό σκέλος όσο πιο μακριά γίνεται διατηρώντας τα χέρια τους στις λαγόνιες ακρολοφίες (Εικόνα 3.7.). Μια προσπάθεια κρινόταν ανεπιτυχής όταν οι δοκιμαζόμενες (i) δεν μπορούσαν να διατηρήσουν την ισορροπία τους, (ii) μετακινούσαν τα χέρια από τις λαγόνιες ακρολοφίες, (iii) έχαναν την ευθυγράμμιση του πέλματος του στηρικτικού τους σκέλους όπως και την ακριβή θέση αυτού, (iv) αποτύγχαναν να έχουν επαφή με την κινούμενη πλατφόρμα, (v) χρησιμοποιούσαν την κινούμενη πλατφόρμα για να στηριχθούν ή (vi) αποτύγχαναν να επιστρέψουν το σκέλος στην αρχική του θέση. Στην ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή των τριών προσπαθειών (προς την κάθε κατεύθυνση) εκφρασμένη ως ποσοστιαία αναλογία του μήκους του μη στηρικτικού σκέλους με βάση την εξίσωση: % διανυόμενη απόσταση = μέση τιμή τριών προσπαθειών

× 100 / ανατομικό μήκος μη στηρικτικού σκέλους (Plisky et al., 2009; Plisky, Rauh, Kaminski, & Underwood, 2006).

Σύμφωνα με τη μελέτη του Plisky και των συνεργατών (2009), η δοκιμασία εμφανίζει υψηλό δείκτη αξιοπιστίας τόσο με τον ίδιο εξεταστή (ICC: 0.85-0.91) όσο και μεταξύ διαφορετικών εξεταστών (ICC: 0.99-1.00).

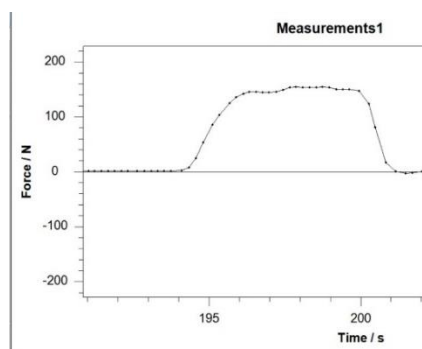
### 3.2.6. Αξιολόγηση της δύναμης των μυών του ποδιού

Η αξιολόγηση της δύναμης των μυών του ποδιού περιλάμβανε τη μέτρηση της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων/πελματιαίων καμπτήρων μυών της ΠΔΚ καθώς και των πρηνιστών/υπτιαστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό δυναμόμετρο μεγάλου φορτίου ( $\leq 5000$  N) (Sauter GmbH, FM-5k, Germany) (Εικόνα 3.8.).



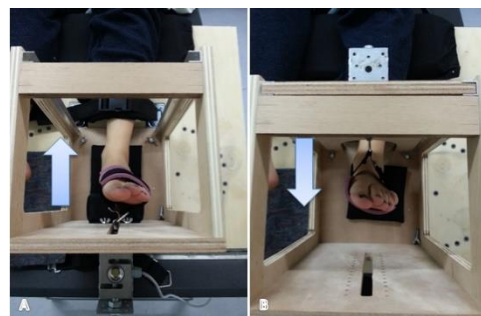
**Εικόνα 3.8.** Συσκευή ψηφιακής απεικόνισης και δυναμοκυψέλη σταθεροποιημένη στην ειδικά διαμορφωμένη ξύλινη κατασκευή

Το δυναμόμετρο αυτό αποτελείται από μια δυναμοκυψέλη, η οποία έχει τη δυνατότητα καταγραφής της ελκτικής ή συμπιεστικής δύναμης που της ασκείται (με ακρίβεια ανά 1 N) με συχνότητα δειγματοληψίας 2000 Hz και μια συσκευή ψηφιακής απεικόνισης των δεδομένων. Περαιτέρω σύνδεση της συσκευής με ηλεκτρονικό υπολογιστή, χρησιμοποιώντας το λογισμικό AFH-01, δίνει τη δυνατότητα (i) γραφικής απεικόνισης της εφαρμογής της δύναμης σε σχέση με το χρόνο (Εικόνα 3.9.) και (ii) επεξεργασίας των δεδομένων με το πρόγραμμα Excel (Microsoft® Office 2013). Η δυναμοκυψέλη σταθεροποιήθηκε πάνω σε ειδικά διαμορφωμένη ξύλινη κατασκευή σε ένα εξεταστικό κρεβάτι.



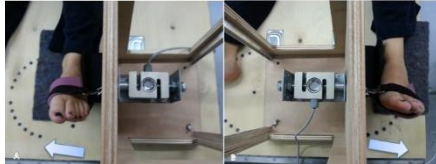
**Εικόνα 3.9.** Απεικόνιση ασκούμενης μυϊκής δύναμης στο απεικονιστικό πρόγραμμα της συσκευής AFH-01.

Η μέτρηση της δύναμης πραγματοποιήθηκε με την κάθε εξεταζόμενη στην εδραία θέση, στηριζόμενη στους αγκώνες και διατηρώντας την άρθρωση του γόνατος σε κάμψη 20°. Το υπό μέτρηση σκέλος σταθεροποιήθηκε κατά την αξιολόγηση των ραχιαίων/πελματιαίων καμπτήρων μυών της ΠΔΚ με έναν ιμάντα στον μηρό, κεντρικά της επιγονατίδας και έναν στη μεσότητα της κνήμης. Ένας ακόμα ιμάντας συνδεδεμένος με την δυναμοκυψέλη, η οποία ήταν σταθεροποιημένη πάνω στην ξύλινη κατασκευή, τοποθετήθηκε γύρω από το υπό εξέταση πόδι, στο επίπεδο των κεφαλών των μεταταρσίων, εναντίον του οποίου κάθε δοκιμαζόμενη καλούταν να ασκήσει έλξη (Εικόνα 3.10.).



**Εικόνα 3.10.** Αξιολόγηση της δύναμης των ραχιαίων (A) και πελματιαίων (B) καμπτήρων μυών του ποδιού.

Για την αξιολόγηση των πρηνιστών/υπτιαστών μυών του ποδιού το υπό αξιολόγηση σκέλος σταθεροποιήθηκε με έναν ιμάντα στο μηρό κεντρικά της επιγονατίδας. Ένας δεύτερος ιμάντας, συνδεδεμένος με την δυναμοκυψέλη, τοποθετήθηκε γύρω από το υπό εξέταση πόδι στο επίπεδο της κεφαλής του 1<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> μεταταρσίου εναντίον του οποίου η κάθε δοκιμαζόμενη καλούταν να ασκήσει έλξη (Εικόνα 3.11.).



**Εικόνα 3.11.** Τοποθέτηση της δοκιμαζόμενης κατά την αξιολόγηση της δύναμης των υπτιαστών (Α) και πρηνιστών (Β) μυών του ποδιού.

Κάθε δοκιμαζόμενη εκτέλεσε δύο προσπάθειες για εξοικείωση (μία υπομέγιστη και μία μέγιστη) και δύο μέγιστες προσπάθειες διάρκειας 5 δευτερολέπτων η κάθεμία. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων. Κατά τη διάρκεια των προσπαθειών οι δοκιμαζόμενες ενισχύονταν λεκτικά από τον εξεταστή. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με βάση τον μέσο όρο των 2

μέγιστων τιμών που ανιχνεύθηκαν σε κάθε προσπάθεια.

Η αξιοπιστία των μετρήσεων της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής και των πρηνιστών και υπτιαστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης διερευνήθηκε με δύο μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με μία εβδομάδα διαφορά, πριν την διεξαγωγή της βασικής μελέτης, χρησιμοποιώντας τον συντελεστή ενδοταξικής συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient – ICC3,2) και το τυπικό σφάλμα μέτρησης (Standard Error of Measurement – SEM). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν επαρκή αξιοπιστία για όλες τις μετρήσεις (Πίνακας 3.1.).

**Πίνακας 3.1.** Συντελεστές ενδοταξικής συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient – ICC3,2) και τυπικό σφάλμα μέτρησης (Standard Error of Measurement – SEM) της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης και των πρηνιστών και υπτιαστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης.

Μύες	ICC (3,2)	SEM (kg)
Ραχιαίοι καμπτήρες ποδοκνημικής άρθρωσης	0.84	4.5
Πελματιαίοι καμπτήρες ποδοκνημικής άρθρωσης	0.98	2.7
Πρηνιστές υπαστραγαλικής άρθρωσης	0.72	7.7
Υπτιαστές υπαστραγαλικής άρθρωσης	0.92	5.7

### 3.2.7. Μέτρηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού

Εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης

Το εύρος κίνησης της ΠΔΚ άρθρωσης αξιολογήθηκε σε ανοιχτή κινητική αλυσίδα. Για την αξιολόγηση του παθητικού εύρους κίνησης της ραχιαίας και της πελματιαίας κάμψης της ΠΔΚ άρθρωσης χρησιμοποιήθηκε ένα ψηφιακό κλισιόμετρο (Saunders digital inclinometer, Empi Therapy Solutions, USA), το οποίο δύναται να μετρήσει γωνίες εύρους 360° (Εικόνα 3.12.A).

Η μέτρηση του εύρους κίνησης της ΠΔΚ άρθρωσης πραγματοποιήθηκε με την κάθε δοκιμαζόμενη στην εδραία θέση στηριζόμενη στους αγκώνες, διατηρώντας το γόνατο σε πλήρη έκταση και την πελματιαία επιφάνεια του ποδιού να εφάπτεται σε επίπεδη ξύλινη επιφάνεια. Η επιφάνεια αυτή είναι αρθρωτά συνδεδεμένη με μια επίσης επίπεδη ξύλινη επιφάνεια πάνω στην οποία σταθεροποιούταν η κνήμη με μάντες. Με τον τρόπο αυτό διατηρούταν η ουδέτερη θέση του ποδιού, ως προς τον πρηνισμό και υπτιασμό αυτής, κατά την εκτέλεση της ραχιαίας κάμψης με το γόνατο τεντωμένο και της πελματιαίας

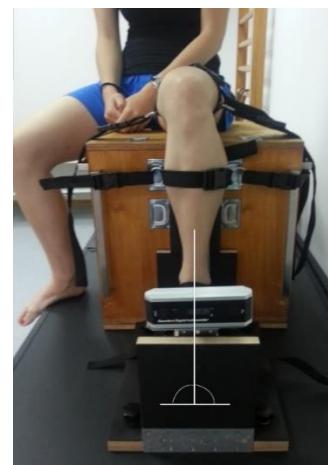
κάμψης της ΠΔΚ άρθρωσης. Αρχικά εκτελέστηκε η κάθε κίνηση ενεργητικά και στη συνέχεια ο εξεταστής πραγματοποίησε παθητική κίνηση μέχρι το σημείο όπου δεν προκαλούταν δυσφορία στην ασκούμενη (point of discofort). Το εύρος κίνησης των προαναφερθέντων κινήσεων ορίστηκε από τη γωνία που σχηματίζει πελματιαία επιφάνεια του ποδιού με την κνήμη. Η κάθε δοκιμαζόμενη πραγματοποίησε 2 δοκιμασίες και υπολογίστηκε ο μέσος τους όρος.



**Εικόνα 3.12.** Ψηφιακό κλισιόμετρο Saunders (A) και γωνιόμετρο Bike Fit Fore Foot Measuring Device (B).

## Εύρος κίνησης της υπαστραγαλικής άρθρωσης

Για την αξιολόγηση του παθητικού εύρους κίνησης του υπτιασμού και πρηνισμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης χρησιμοποιήθηκε μια ξύλινη κατασκευή πάνω στην οποία και προσαρμόστηκε το ψηφιακό κλισιόμετρο. Αυτή αποτελείται από μια ξύλινη βάση η οποία δύναται να αιωρείται συνδεδεόμενη αξονικά με δύο κάθετες ξύλινες επιφάνειες. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με την κάθε δοκιμαζόμενη στην καθιστή θέση και το πέλμα σε ουδέτερη θέση πάνω στην αιωρούμενη επιφάνεια της κατασκευής. Το σκέλος σταθεροποιήθηκε με μάντες στην περιοχή των μεταταρσίων, κάτωθεν των σφυρών και στην περιοχή της κνήμης και του μηρού. Αρχικά οι δοκιμαζόμενες εκτέλεσαν ενεργητική κίνηση και στην συνέχεια ο εξεταστής πραγματοποιούσε παθητική κίνηση μέχρι το σημείο όπου δεν προκαλείται δυσφορία στην ασκούμενη (point of discomfort). Το εύρος κίνησης του υπτιασμού και πρηνισμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης ορίστηκε από τη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της αιωρούμενης βάσης της κατασκευής και του οριζοντίου επιπέδου (Εικόνα 3.13.). Η κάθε δοκιμαζόμενη πραγματοποίησε 2 δοκιμασίες και υπολογίστηκε ο μέσος τους όρος.



**Εικόνα 3.13.** Απεικόνιση της αξιολόγησης παθητικού εύρους κίνησης κατά τον υπτιασμό και πρηνισμό της υπαστραγαλικής άρθρωσης.

Εύρος κίνησης των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων του ποδιού

Για την αξιολόγηση του παθητικού εύρους κίνησης κατά τον πρηνισμό και υπτιασμό των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων του ποδιού χρησιμοποιήθηκε ένα γωνιόμετρο κατασκευασμένο από ανοξείδωτο ατσάλι το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση του πρηνισμού των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων του ποδιού σε ποδηλάτες (Bike Fit Fore Foot Measuring Device, USA). Το γωνιόμετρο αυτό αποτελείται από ένα τηλεσκοπικό βραχίονα ο οποίος συνδέεται κάθετα στο ένα άκρο με μία στενόμακρη βάση και στο άλλο με ένα ημικυκλικό μοιρογνωμόνιο διαβαθμισμένο ανά 1° (Εικόνα 3.12. Β).

Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με την κάθε δοκιμαζόμενη στη γονυπετή θέση και χωρίς να φορά υποδήματα. Στη συνέχεια ο εξεταστής σταθεροποιούσε, με το ένα του χέρι, τη στενόμακρη βάση του γωνιόμετρου Bikefit στον Αχιλλέιο τένοντα και το μοιρογνωμόνιο σε επαφή με την πελματιαία επιφάνεια των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων στο επίπεδο του φύματος του 5<sup>ου</sup> μεταταρσίου. Με το ελεύθερο χέρι εκτελούσε παθητικά πρηνισμό και υπτιασμό των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων μέχρι το σημείο μη εμφάνισης δυσφορίας από την εξεταζόμενη (Εικόνα 3.14.).

Τα προαναφερθέντα ανατομικά σημεία σημειώνονταν πάνω στο πόδι των δοκιμαζομένων με ανεξίτηλο μαρκάδορο πριν την μέτρηση του εύρους κίνησης. Το εύρος κίνησης των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων οριζόταν από τη γωνία που σχηματίζει το επίπεδο της πελματιαίας επιφάνειας του πρόσθιου ποδιού με το επίπεδο της πτέρνας. Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις για

την κάθε κίνηση, ανάλογα με την αρχική θέση του ποδιού και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών.



**Εικόνα 3.14.** Απεικόνιση αξιολόγησης του παθητικού εύρους κίνησης κατά τον πρηνισμό και υπτιασμό των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων του ποδιού.

Η αξιοπιστία των μετρήσεων του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής και υπαστραγαλικής άρθρωσης καθώς και των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων του ποδιού, διερευνήθηκε με δύο μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με μία εβδομάδα διαφορά πριν την διεξαγωγή της βασικής μελέτης χρησιμοποιώντας τον συντελεστή ενδοταξικής συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient – ICC3,2) και το τυπικό σφάλμα μέτρησης (Standard Error of Measurement – SEM). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν επαρκή αξιοπιστία για όλες τις μετρήσεις (Πίνακας 3.2.).



**Πίνακας 3.2.** Συντελεστές ενδοταξικής συσχέτισης (*Intraclass Correlation Coefficient – ICC 3,2*) και τυπικό σφάλμα μέτρησης (*Standard Error of Measurement – SEM*) του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής, της υπαστραγαλικής και των ταρσομετατάριων αρθρώσεων.

Αρθρώσεις	Παθητικό εύρος κίνησης	ICC (3,2)	SEM (°)
Ποδοκνημική	Ραχιαία κάμψη	0.86	3.2
	Πελματιαία κάμψη	0.89	5.5
Υπαστραγαλική	Πρηνισμός	0.86	3.7
	Υπτιασμός	0.97	4.7
Ταρσομετατάριες	Πρηνισμός	0.64	8.2
	Υπτιασμός	0.96	4.6

### **3.3. Στατιστική ανάλυση**

Η ομοιογένεια της διασποράς των εξαρτημένων μεταβλητών καθορίστηκε με τη μέθοδο Levene. Στις περιπτώσεις μη ομοιογένειας της διασποράς των εξαρτημένων μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι Welch ή Brown - Forsythe. Οι διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων σχετικά με την ηλικία, το ανάστημα, το σωματικό βάρος, το δείκτη μάζας σώματος, το επίπεδο κινητικών δραστηριοτήτων, τη δυναμική ισορροπία, το επιμέρους και συνολικό εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού, την ισομετρική δύναμη των μυών του ποδιού και τον λόγο της δύναμης μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων, εξετάστηκαν με ανάλυση διασποράς κατά ένα παράγοντα (One-way ANOVA).

Ανάλυση διασποράς κατά δύο παράγοντες (Two-way ANOVA 3×2) διενεργήθηκε για τον έλεγχο (i) των διαφορών μεταξύ των τριών ομάδων σχετικά με την οριζόντια και την προσθιοπίσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης (στατική ισορροπία), (ii) της συνθήκης του οπτικού συστήματος (ανοιχτά μάτια και κλειστά μάτια), καθώς και (iii) της αλληλεπίδρασης των διαφορών μεταξύ των τριών ομάδων και της συνθήκης του οπτικού συστήματος.

Για να διαπιστωθεί ποιες ομάδες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους εφαρμόστηκαν μετά-ANOVA πολλαπλές συγκρίσεις (post-hoc comparisons) κατά ζεύγη (έλεγχος Tukey).

Η εξέταση της διαφοράς μεταξύ των μέσων τιμών των μεταβλητών (i) χρόνος συμμετοχής στην αθλητική δραστηριότητα και (ii) λόγος της ηλικίας προς τον χρόνο συμμετοχής στην αθλητική δραστηριότητα, για τα ανεξάρτητα δείγματα (αθλήτριες του υγρού στίβου και αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων

σάλας) έγινε με τον έλεγχο t (Independent samples T - test).

Για τον έλεγχο της σημαντικότητας της συνάφειας μεταξύ της στατικής ισορροπίας (οριζόντια και προσθιοπίσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης με ανοιχτά και κλειστά μάτια) καθώς και της δυναμικής ισορροπίας (διανυόμενες αποστάσεις της δοκιμασίας-Y), με την ισομετρική δύναμη των μυών και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού, αρχικά εξετάστηκαν οι παραδοχές περί κανονικότητας των κατανομών και περί ομοιογένειας των διασπορών με τα διαγράμματα διασποράς (Scatterplot). Εφόσον βρέθηκε ότι τα δεδομένα δεν ικανοποιούσαν τις παραδοχές αυτές, πραγματοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης (Spearman correlation coefficient).

Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το  $p < 0.05$ , ενώ για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων SPSS, έκδοση 20.0 (IBM® SPSS® Statistics, USA).

## IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1. Δημογραφικά, ανθρωπομετρικά και προπονητικά χαρακτηριστικά των συμμετεχουσών

Τα δημογραφικά, ανθρωπομετρικά και προπονητικά χαρακτηριστικά των συμμετεχουσών αναφέρονται στον πίνακα (4.1.). Η ηλικία των αθλητριών του υγρού στίβου ήταν σημαντικά μικρότερη από την ηλικία των συμμετεχουσών στην ομάδα ελέγχου. Οι αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερο ανάστημα και σωματικό βάρος από την ομάδα ελέγχου. Οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν επίσης σημαντικά μεγαλύτερο επίπεδο κινητικών δραστηριοτήτων από την ομάδα ελέγχου. Τα έτη ενεργής δραστηριότητας και ο λόγος της ηλικίας προς τα έτη της ενεργής δραστηριότητας μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου και των ομαδικών αθλημάτων σάλας δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές. εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερο ανάστημα και

σωματικό βάρος από την ομάδα ελέγχου.

### 4.2. Στατική ισορροπία

Οι διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων σχετικά με τη στατική ισορροπητική τους ικανότητα δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Ωστόσο οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν μεγαλύτερη οριζόντια και προσθιοπίσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με ανοιχτά τα μάτια σε συγκριτικά με τις άλλες δύο ομάδες. Κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με κλειστά τα μάτια οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν (i) μικρότερη οριζόντια μετατόπιση του κέντρου πίεσης από τις αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας και (ii) μικρότερη προσθιοπίσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης από τις υπόλοιπες δύο ομάδες, το οποίο συνεπάγεται και καλύτερη ισορροπητική ικανότητα.

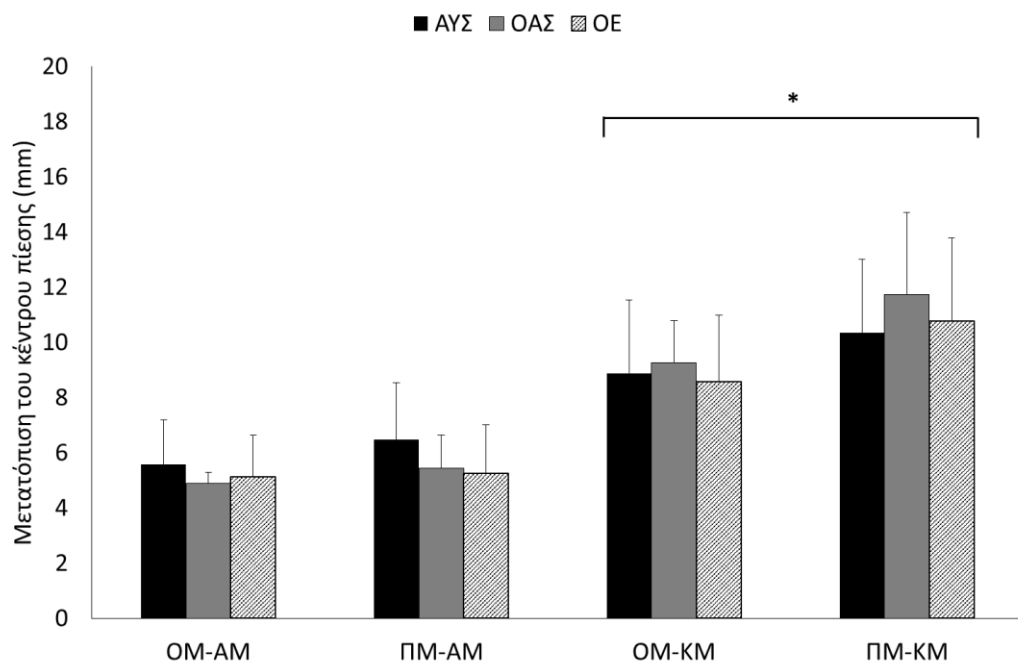
**Πίνακας 4.1.** Δημογραφικά, ανθρωπομετρικά και προπονητικά χαρακτηριστικά των αθλητριών του υγρού στίβου (ΑΥΣ, n=14), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (ΟΑΣ, n=14) και των συμμετεχουσών στην ομάδα ελέγχου (ΟΕ, n=15).

	ΑΥΣ	ΟΑΣ	ΟΕ
Ηλικία (έτη)	20.1 ± 1.4	21.5 ± 2.3	22.0 ± 2.2*
Ανάστημα (m)	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.6 ± 0.1†
Σωματικό βάρος (kg)	63.6 ± 6.9	67.3 ± 7.7	58.0 ± 6.4†
ΔΜΣ (kg/m <sup>2</sup> )	22.8 ± 1.3	23.1 ± 1.6	21.5 ± 2.3
Επίπεδο κινητικών δραστηριοτήτων (βαθμοί)	9.4 ± 0.8	9.0 ± 1.3	8.0 ± 1.6*
Έτη ενεργής δραστηριότητας	12.3 ± 3.3	12.2 ± 2.9	-
Ηλικία/Έτη ενεργής δραστηριότητας	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.3	-

\*Σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ΑΥΣ και ΟΕ (p<0.05)

†Σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ΟΑΣ και της ΟΕ (p<0.05)

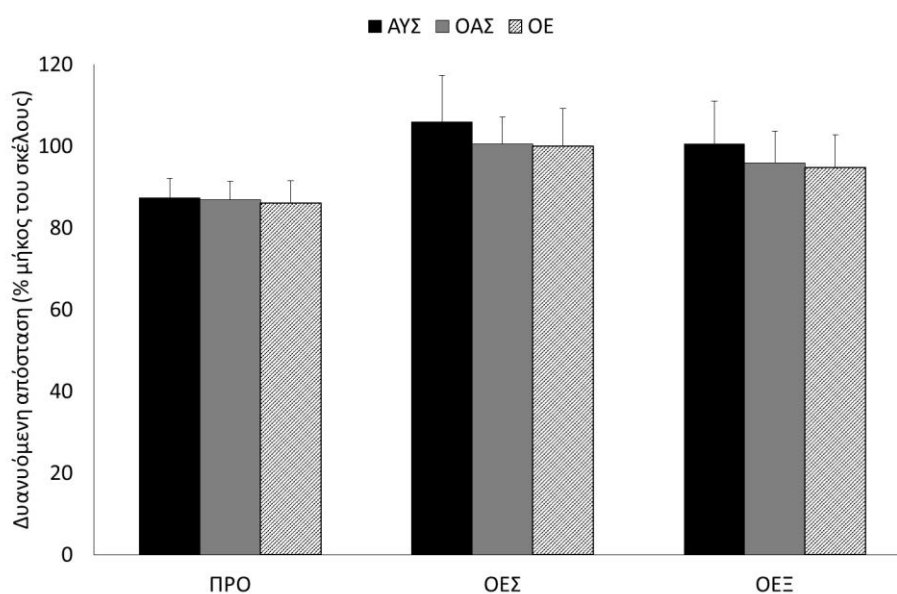
Η οριζόντια και η προσθιοπίσθια μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με τα ανοιχτά μάτια ήταν σημαντικά μικρότερη από αυτή που επιτεύχθηκε με κλειστά μάτια και για τις τρεις ομάδες ( $p < 0.01$ ). Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ομάδων και της συμμετοχής (ή όχι) της οπτικής πληροφόρησης κατά την ισορροπία στην όρθια μονοποδική στήριξη ήταν μη σημαντική.



**Σχήμα 4.1.** Οριζόντια και προσθιοπίσθια μετατόπιση (OM και PM) του κέντρου πίεσης με ανοιχτά και κλειστά μάτια (AM και KM) κατά την όρθια μονοποδική στήριξη μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου (AYΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (OΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (OΕ). \*: Σημαντική διαφορά κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με KM συγκριτικά με AM για τις τρεις ομάδες ( $p < 0.01$ ).

### 4.3. Δυναμική ισορροπία

Οι ποσοστιαίες αναλογίες των διανυόμενων αποστάσεων προς το μήκος του μη στηρικτικού σκέλους που επιτεύχθηκαν από τις αθλήτριες του υγρού στίβου κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας-Y προς την πρόσθια, οπίσθια έσω και οπίσθια έξω κατεύθυνση ήταν μη σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές που επιτεύχθηκαν από τις αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας και από την ομάδα ελέγχου (Σχήμα 4.2.).

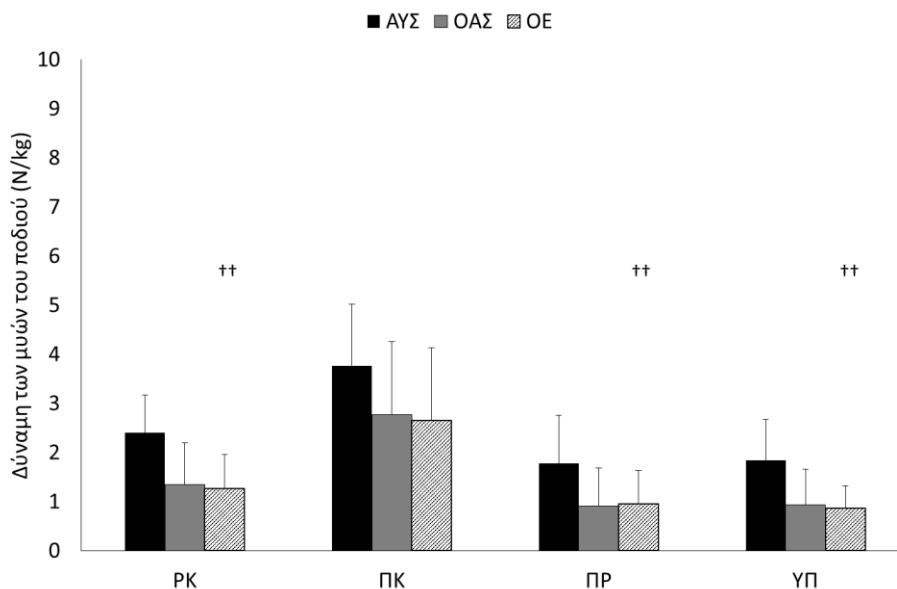


**Σχήμα 4.2.** Ποσοστιαία αναλογία των διανυόμενων αποστάσεων προς το μήκος του προτασσόμενου σκέλους που επιτεύχθηκαν κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας-Y στην πρόσθια (ΠΡΟ), την οπίσθια έσω (ΟΕΣ) και την οπίσθια έξω κατεύθυνση (ΟΕΞ), μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου (ΑΥΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (ΟΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ).

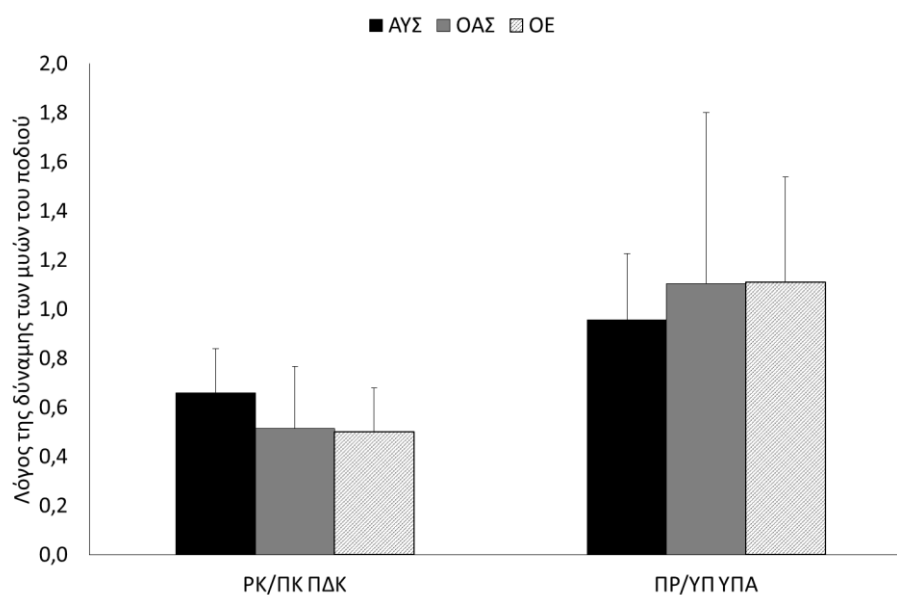
#### 4.4. Δύναμη των μυών του ποδιού

Οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν μεγαλύτερη ισομετρική μυϊκή δύναμη ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους των μυών του ποδιού συγκριτικά με τις αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας και την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο, στατιστικώς σημαντικές διαφορές βρέθηκαν για τους ραχιαίους καμπήρες μύες της ποδοκνημικής και τους πρηνιστές και υπτιαστές μύες της υπαστραγαλικής άρθρωσης ( $p < 0.05$ , Σχήμα 4.3.).

Παρά το γεγονός ότι κατά τη μεμονωμένη εξέταση της δύναμης των μυϊκών ομάδων του ποδιού βρέθηκαν σημαντικές διαφορές, ο λόγος της δύναμης μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου, των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας και της ομάδας ελέγχου (Σχήμα 4.4.).



**Σχήμα 4.3.** Ισομετρική δύναμη ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους (N/kgΣΒ) των ραχιαίων (PK) και πελματιαίων καμπήρων (ΠΚ) μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης και των πρηνιστών (ΠΡ) και υπτιαστών (ΥΠ) μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου (AYΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (OΑΣ), όπως και της ομάδας ελέγχου (OΕ). ††: Σημαντικές διαφορές των AYΣ συγκριτικά με τις αθλήτριες OΑΣ και την OΕ ( $p < 0.05$ ).

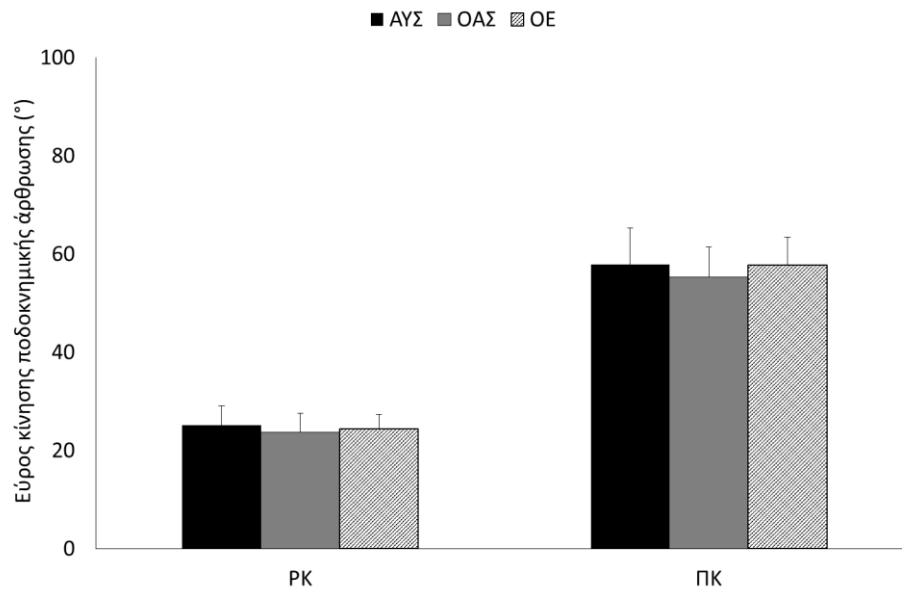


**Σχήμα 4.4.** Λόγος της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων/πελματιαίων καμπτήρων (PK/ΠΚ) της ποδοκνημικής (ΠΔΚ) άρθρωσης και των πρηνιστών/υπτιαστών (ΠΡ/ΥΠ) της υποστραγαλικής (ΥΠΑ) άρθρωσης των αθλητριών του υγρού στίβου (ΑΥΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (ΟΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ).

#### 4.5. Εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης και των αρθρώσεων του ποδιού

Το παθητικό εύρος κίνησης της ραχιαίας και της πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης (Σχήμα 4.5.) και το άθροισμα (Σ) αυτών (Σχήμα 4.7.)

δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων αν και οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν ελαφριά υπεροχή έναντι των άλλων ομάδων.

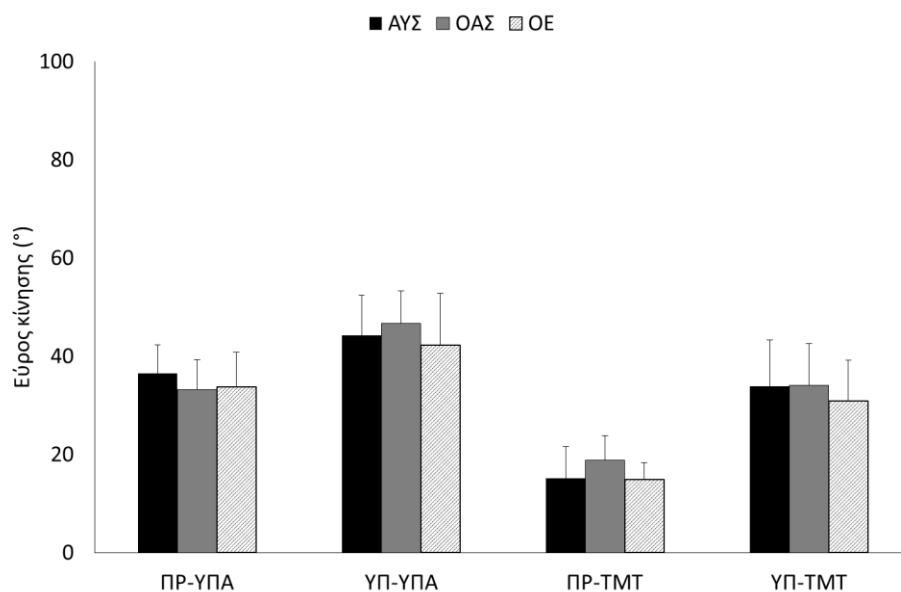


**Σχήμα 4.5.** Παθητικό εύρος κίνησης της ραχιαίας (PK) και πελματιαίας κάμψης (ΠΚ) της ποδοκνημικής άρθρωσης μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου (AYΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (OΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (OΕ).

Από την εξέταση του εύρους κίνησης του πρηνισμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης διαπιστώθηκε ότι οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφανίζουν μεγαλύτερο εύρος κίνησης από τις υπόλοιπες ομάδες. Στις υπόλοιπες κινήσεις που εξετάστηκαν (υπτιασμός υπαστραγαλικής άρθρωσης, πρηνισμός και υπτιασμός ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων) οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφανίζουν μικρότερο εύρος κίνησης από τις

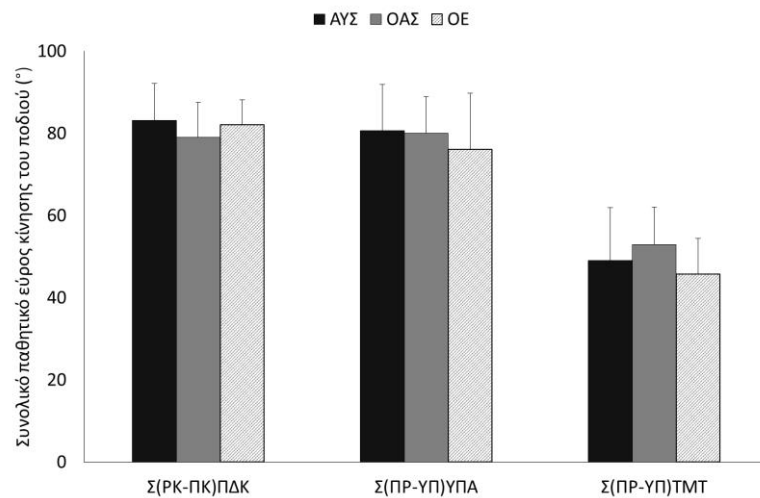
αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας, αλλά μεγαλύτερο εύρος κίνησης από την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο οι διαφορές μεταξύ των ομάδων σχετικά με το εύρος κίνησης όλων των αρθρώσεων που εξετάστηκαν ήταν μη σημαντικές (Σχήμα 4.6.).





**Σχήμα 4.6.** Παθητικό εύρος κίνησης του πριγνισμού (ΠΡ) και υπτιασμού (ΥΠ) της υπαστραγαλικής (ΥΠΑ) άρθρωσης και των ταρσομετατάρσιων (TMT) αρθρώσεων το ποδιού, μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου (ΑΥΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (ΟΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ).

Οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν μη σημαντικά μεγαλύτερο άθροισμα ( $\Sigma$ ) εύρους κίνησης στην ποδοκνημική και στην υπαστραγαλική άρθρωση από τις υπόλοιπες ομάδες. Στις ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις εμφάνισαν μη σημαντικά μικρότερο άθροισμα ( $\Sigma$ ) εύρους κίνησης από τις αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας, αλλά μεγαλύτερο άθροισμα ( $\Sigma$ ) εύρους κίνησης από την ομάδα ελέγχου (Σχήμα 4.7.).



**Σχήμα 4.7.** Συνολικό (Σ) παθητικό εύρος κίνησης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης (ΡΚ και ΠΚ) της ποδοκνημικής (ΠΔΚ) άρθρωσης και του πρηνισμού και υπτιασμού (ΠΡ και ΥΠ) της υπαστραγαλικής (ΥΠΑ) και των ταρσομετατάρσιων (ΤΜΤ) αρθρώσεων το ποδιού, στις αθλήτριες του υγρού στίβου (AYΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (OΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (OΕ).

#### 4.6. Σχέση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας με την ισομετρική δύναμη των μυών και του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού

Οι δείκτες συσχέτισης  $\rho$  μεταξύ της ισορροπητικής ικανότητας (στατικής και δυναμικής) και της ισομετρικής δύναμης των μυών καθώς και του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού παρουσιάζονται αναλυτικά στους Πίνακες 4.2.-4.4. Κατά τη στατική ισορροπία (Πίνακας 4.2. και 4.3.) οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν (i) αρνητική σχέση της οριζόντιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης με τα μάτια κλειστά με τη δύναμη των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης και των πρηνιστών και υπτιαστών μυών της υπαστραγαλικής άρθρωσης και (ii) αρνητική σχέση της προσθιοπίσθιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης με τα μάτια ανοιχτά με το εύρος κίνησης του υπτιασμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης και θετική σχέση της προσθιοπίσθιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης

με τα μάτια κλειστά με το εύρος κίνησης του υπτιασμού των ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων του ποδιού. Στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε (i) αρνητική σχέση της οριζόντιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης με τα μάτια ανοιχτά με το συνολικό εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης και (ii) αρνητική σχέση της προσθιοπίσθιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης με τα μάτια ανοιχτά και κλειστά με το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής. Κατά τη δυναμική ισορροπία (Πίνακας 4.4.) οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν θετική σχέση της πρόσθιας και της οπίσθιας έσω κατεύθυνσης της δοκιμασίας-Υ με τον λόγο της μυϊκής δύναμης των ραχιαίων προς τους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης και της μυϊκής δύναμης των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης, αντίστοιχα. Επίσης, αρνητική σχέση της οπίσθιας έσω κατεύθυνσης της δοκιμασίας-Υ με τον λόγο της μυϊκής δύναμης των πρηνιστών προς τους υπτιαστές μύες. Από την άλλη

στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε αρνητική σχέση της οπίσθιας έσω κατεύθυνσης της δοκιμασίας-Y με τη μυϊκή δύναμη των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης και των πρηνιστών και υπτιαστών της υπαστραγαλικής άρθρωσης. Επίσης, θετική σχέση της πρόσθιας κατεύθυνσης της δοκιμασίας-Y με το εύρος κίνησης του υπτιασμού των ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων του ποδιού και το συνολικό εύρος κίνησης των ταρσομετατάρσιων αρθρώσεων του ποδιού.

**Πίνακας 4.2.** Δείκτες συσχέτισης rho μεταξύ της οριζόντιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με ανοιχτά (AM) και κλειστά μάτια (KM) και (i) της ισομετρικής δύναμης ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους (N/kg) των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων (PK και ΠΚ) της ποδοκνημικής άρθρωσης (ΠΔΚ) και των πρηγιστών και υπτιαστών (ΠΡ και ΥΠ) μών της υπαστραγαλικής (ΥΠΑ) άρθρωσης καθώς και του λόγου της δύναμης μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων και (ii) του επιμέρους και του συνολικού (Σ) εύρους κίνησης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης, και του πρηγισμού και υπτιασμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης και των ταρσομετατάρσιων (TMT) αρθρώσεων του ποδιού, των αθλητριών του υγρού στίβου (AYΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (ΟΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ).

	AYΣ		ΟΑΣ		ΟΕ	
	AM	KM	AM	KM	AM	KM
<b>ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ</b>						
PK <sub>ΠΔΚ</sub>	0.11	-0.65*	-0.17	0.40	-0.32	-0.28
ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.06	-0.01	-0.08	0.39	-0.01	-0.33
PK/ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	0.03	-0.55	-0.26	0.32	-0.26	0.00
ΠΡ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.40	-0.62*	0.01	0.33	-0.34	-0.27
ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.29	-0.74**	-0.17	0.13	-0.20	-0.29
ΠΡ/ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.15	-0.10	0.24	0.43	-0.17	-0.10
<b>ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</b>						
PK <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.39	0.06	0.11	-0.25	-0.48	-0.12
ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.18	-0.17	0.24	0.16	-0.24	-0.17
Σ(PK-ΠΚ) <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.27	0.04	0.23	0.00	-0.53*	-0.10
ΠΡ <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.42	0.26	0.10	-0.28	-0.07	0.19
ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.15	0.19	0.15	-0.26	0.14	-0.31
Σ(ΠΡ-ΥΠ) <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.36	0.34	0.12	-0.39	-0.06	-0.34
ΠΡ <sub>TMT</sub>	0.20	-0.01	-0.37	-0.37	0.23	-0.24
ΥΠ <sub>TMT</sub>	-0.52	0.02	0.16	0.04	0.00	0.05
Σ(ΠΡ-ΥΠ) <sub>TMT</sub>	-0.33	0.02	-0.02	-0.15	-0.03	-0.08

\*: Σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών (p<0.05), \*\*: Σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών (p<0.01).

**Πίνακας 4.3.** Δείκτες συσχέτισης rho μεταξύ της προσθιοπίσθιας μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με ανοιχτά (AM) και κλειστά μάτια (KM) και (i) της ισομετρικής δύναμης ανά χιλιόγραμμα σωματικού βάρους (N/kg) των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων (PK και ΠΚ) της ποδοκνημικής άρθρωσης (ΠΔΚ) και των πρηπιστών και υπτιαστών (ΠΡ και ΥΠ) μών της υπαστραγαλικής (ΥΠΑ) άρθρωσης καθώς και του λόγου της δύναμης μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων και (ii) του επιμέρους και του συνολικού (Σ) εύρους κίνησης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης, και του πρηνισμού και υπτιασμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης και των ταρσομετατάρσιων (TMT) αρθρώσεων του ποδιού, των αθλητριών του υγρού στίβου (AYΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (OΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (OΕ).

	AYΣ		OΑΣ		OΕ	
	AM	KM	AM	KM	AM	KM
<b>ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ</b>						
PK <sub>ΠΔΚ</sub>	0.00	-0.25	0.19	-0.43	-0.27	-0.13
ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.13	0.43	0.04	-0.21	-0.08	0.13
PK/ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	0.01	-0.49	0.19	-0.46	-0.28	-0.34
ΠΡ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.15	-0.29	0.26	-0.21	-0.30	-0.06
ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.03	-0.30	0.11	-0.12	-0.13	0.06
ΠΡ/ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.25	-0.03	0.12	0.06	-0.45	-0.24
<b>ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</b>						
PK <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.01	0.29	-0.34	0.06	-0.64**	-0.72**
ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.26	0.04	0.24	-0.03	0.08	0.06
Σ(PK-ΠΚ) <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.17	0.21	0.05	-0.11	-0.31	-0.34
ΠΡ <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.11	0.23	0.03	-0.20	0.39	0.24
ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.55*	0.01	-0.07	-0.28	0.24	0.05
Σ(ΠΡ-ΥΠ) <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.53	0.19	-0.08	-0.44	0.19	-0.04
ΠΡ <sub>TMT</sub>	0.15	0.10	-0.02	-0.60*	0.07	-0.10
ΥΠ <sub>TMT</sub>	-0.39	0.54*	-0.39	-0.05	-0.02	-0.23
Σ(ΠΡ-ΥΠ) <sub>TMT</sub>	-0.37	0.50	-0.45	-0.29	-0.04	-0.31

\*: Σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ( $p < 0.05$ ), \*\*: Σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ( $p < 0.01$ ).

**Πίνακας 4.4.** Δείκτες συσχέτισης rho μεταξύ της διανύμενης απόστασης ανά εκατοστό μήκους του μη στηρικτικού σκέλους που επιτεύχθηκε κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας-Y στην πρόσθια (ΠΡΟ), οπίσθια-έσω (ΟΕΣ) και οπίσθια-έξω (ΟΕΞ) κατεύθυνση και (i) της ισομετρικής δύναμης ανά χιλιόγραμμα σωματικού βάρους (N/kg) των ραχιαίων και πελματιαίων καμπτήρων (ΡΚ και ΠΚ) της ποδοκνημικής άρθρωσης (ΠΔΚ) και των πρηνιστών και υπτιαστών (ΠΡ και ΥΠ) μυών της υπαστραγαλικής (ΥΠΑ) άρθρωσης καθώς και του λόγου της δύναμης μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων και (ii) του επιμέρους και του συνολικού (Σ) εύρους κίνησης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης, και του πρηνισμού και υπτιασμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης και των ταρσομετατάρσιων (ΤΜΤ) αρθρώσεων του ποδιού, των αθλητριών του υγρού στίβου (ΑΥΣ), των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας (ΟΑΣ) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ).

	ΑΥΣ			ΟΑΣ			ΟΕ		
	ΠΡΟ	ΟΕΣ	ΟΕΞ	ΠΡΟ	ΟΕΣ	ΟΕΞ	ΠΡΟ	ΟΕΣ	ΟΕΞ
<b>ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ</b>									
ΡΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	0.48	0.62*	0.71	0.17	0.19	0.07	-0.16	-0.59*	0.10
ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	0.01	0.15	0.30	0.06	-0.02	0.08	0.10	-0.32	0.00
ΡΚ/ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	0.58*	0.48	0.48	0.02	0.14	-0.03	-0.35	-0.28	0.23
ΠΡ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.29	0.08	0.15	-0.10	0.06	0.14	-0.42	-0.65**	-0.18
ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.41	0.43	0.46	0.24	0.08	0.18	-0.24	-0.72**	-0.33
ΠΡ/ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.08	-0.56*	-0.40	-0.49	0.06	0.10	-0.44	-0.06	0.11
<b>ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</b>									
ΡΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	0.16	-0.04	0.09	0.42	-0.09	0.07	0.08	-0.04	0.07
ΠΚ <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.13	0.02	-0.10	0.06	-0.03	-0.02	0.16	0.11	0.23
Σ(ΡΚ-ΠΚ) <sub>ΠΔΚ</sub>	-0.22	-0.14	-0.19	0.30	-0.11	-0.06	0.07	-0.01	0.22
ΠΡ <sub>ΥΠΑ</sub>	-0.14	-0.02	-0.13	0.15	0.12	-0.16	0.24	0.16	-0.12
ΥΠ <sub>ΥΠΑ</sub>	0.17	0.08	-0.05	0.30	-0.13	-0.06	0.13	0.11	0.03
Σ(ΠΡ-ΥΠ) <sub>ΥΠΑ</sub>	0.16	-0.02	-0.19	0.41	0.00	-0.02	0.29	0.23	0.11
ΠΡ <sub>ΤΜΤ</sub>	-0.48	0.09	0.13	0.32	-0.14	-0.27	0.20	0.25	0.18
ΥΠ <sub>ΤΜΤ</sub>	-0.10	0.01	0.09	0.19	0.04	0.20	0.58*	0.37	0.28
Σ(ΠΡ-ΥΠ) <sub>ΤΜΤ</sub>	-0.23	0.06	0.17	0.28	-0.07	0.14	0.59*	0.28	0.19

\*: Σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ( $p < 0.05$ ), \*\*: Σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών ( $p < 0.01$ ).

## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1. Έλεγχος της στατικής και της δυναμικής ισορροπίας του σώματος

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι ο έλεγχος της στάσης του σώματος κατά την εκτέλεση στατικών δοκιμασιών ισορροπίας σε άτομα που ασχολούνται μακροχρόνια, συστηματικά και αδιάλειπτα με αθλήματα του υγρού στίβου δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές συγκριτικά με άτομα ανάλογης χρονικά ενασχόλησης με αθλήματα χερσαίων αθλητικών δραστηριοτήτων ή με άτομα χωρίς συστηματική ενασχόληση με τον αθλητισμό. Ωστόσο, αν και οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν καλύτερο επίπεδο δυναμικής ισορροπίας και στις τρεις κατευθύνσεις της ισοροπητικής δοκιμασίας-Y, οι διαφορές μεταξύ των ομάδων δεν ήταν επίσης σημαντικές. Τα αποτελέσματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σχετικά και την ισοροπητική ικανότητα αθλητών του υγρού στίβου και άλλων αθλητών είναι αντιφατικά. Σε μια παρόμοια μελέτη ο Matsuda και συνεργάτες (2008) έδειξαν ότι κολυμβητές ηλικίας 20 ετών περίπου διέθεταν παρόμοια στατική ισορροπία (μονοποδική στήριξη) με αθλητές καλαθοσφαίρισης και με μη αθλητές ανάλογης ηλικίας ενώ παρουσίασαν διαφορές μόνο σε σχέση με αθλήτριες ποδοσφαίρου. Η Davlin (2004) σε μια άλλη μελέτη έδειξε ότι κολυμβητές και κολυμβήτριες ηλικίας 16.5 και 17.6 ετών αντίστοιχα, είχαν παρόμοια στατική ισορροπία του σώματος με αθλητές ποδοσφαίρου αλλά ανώτερη από μη αθλητές ίδιου φύλου και ανάλογης ηλικίας. Ο Itamar και συνεργάτες (2013) διαπίστωσαν επίσης ότι η στατική ισορροπία κολυμβητών (n=1) και κολυμβητριών (n=8) ηλικίας 10.5-16.0 ετών ήταν παρόμοια με αυτή

αθλητών και αθλητριών του τζούντο με ίδια περίπου ηλικία. Ωστόσο τα αποτελέσματα αυτά αφορούσαν μόνο την ισορροπία του σώματος κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με ανοικτά τα μάτια. Οι ίδιοι ερευνητές έδειξαν από την άλλη ότι η στατική ισορροπία του σώματος των αθλητών κολύμβησης ήταν κατώτερη κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με κλειστά τα μάτια και ανώτερη όταν στηρίζονταν πάνω σε αφρώδες υλικό συγκριτικά με τους αθλητές του τζούντο (Itamar et al., 2013). Με αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν και τα αποτελέσματα του Arkon και συνεργάτες (2009), οι οποίοι έδειξαν ότι το επίπεδο της στατικής ισορροπίας του σώματος αθλητών της υδατοσφαίρισης ηλικίας 18.0-25.0 ετών με τριετή τουλάχιστον ενασχόληση με το άθλημα ήταν γενικά κατώτερο αυτού των αθλητών τζούντο αλλά και των αθλητών αγώνων με ταχύπλοα σκάφη και διάθλου. Ως εκ τούτου η έλλειψη διαφορών μεταξύ των ομάδων της παρούσας μελέτης πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι στην ομάδα των χερσαίων δραστηριοτήτων συμπεριλήφθηκαν αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων σάλας όπως της καλαθοσφαίρισης και της χειροσφαίρισης.

Η έλλειψη διαφορών στη στατική και στη δυναμική ισορροπία μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου και των αθλητριών σε ομαδικά αθλήματα σάλας που διαπιστώθηκε στην παρούσα μελέτη θα μπορούσε να οφείλεται στην αδυναμία των δοκιμασιών να εντοπίσουν διαφορές στην ισορροπία του σώματος μεταξύ αθλητών διαφορετικών αθλημάτων. Έχει αναφερθεί ότι, όσο περισσότερο μια δοκιμασία αξιολόγησης της ισορροπίας του σώματος προσομοιάζει το κινητικό πρότυπο ή την συνθήκη εκτέλεσης ενός αθλήματος, τόσο περισσότερο αυτή η δοκιμασία μπορεί να εντοπίσει διαφορές μεταξύ αθλητών (Hrysomallis, 2011). Το γεγονός συνεπώς ότι τόσο στην παρούσα μελέτη όσο

και σε προηγούμενες μελέτες (Davlin, 2004; Itamar et al., 2013; Matsuda et al., 2008) δεν εντοπίστηκαν διαφορές στην ισορροπητική ικανότητα μεταξύ αθλητών διαφορετικών αθλημάτων οφειλόταν πιθανόν στην χρήση δοκιμασιών αξιολόγησης της στατικής ισορροπίας. Οι δοκιμασίες αυτές προφανώς ούτε το κινητικό πρότυπο των αθλημάτων με τα οποία ασχολούνταν οι αθλήτριες προσομοίαζαν επαρκώς, ούτε δημιουργούσαν συνθήκες διαταραχής ισορροπίας με τις οποίες θα αναδεικνύονταν τυχόν διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Τα ευρήματα μας, ωστόσο, έδειξαν ότι ούτε η ισορροπητική δοκιμασία-Υ, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας, ήταν ικανή να αναδείξει τυχόν διαφορές μεταξύ των αθλητριών του υγρού στίβου και των αθλητριών των ομαδικών αθλημάτων σάλας ή με αυτών της ομάδα ελέγχου. Η αποτελεσματική εκτέλεση της δοκιμασίας-Υ εξαρτάται ουσιαστικά από την ικανότητα του ασκούμενου να διατηρήσει το κέντρο βάρους του σώματος του εντός της βάσης στήριξης καθώς εκτείνει το ετερόπλευρο σκέλος, από αυτό που χρησιμοποιεί για στήριξη, όσο το δυνατόν μακρύτερα σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Δεδομένου ότι οι διαφορές μεταξύ των αθλητριών δεν ήταν σημαντικές η ικανότητα αυτή ενδέχεται να ήταν επαρκώς ανεπτυγμένη τόσο στις αθλήτριες του υγρού στίβου όσο και σε αυτές των χειρσαίων αθλημάτων που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη. Ο έλεγχος του κέντρου βάρους του σώματος από τις αθλήτριες του υγρού στίβου μπορεί να επήλθε λόγω της διαρκούς προσπάθειας διατήρησης της ισορροπίας μέσα στο νερό ενάντια στις δυνάμεις αποσταθεροποίησης που ασκούνται σε αυτό (π.χ. κυματισμός, δύναμη της άνωσης, επαφή με τον αντίπαλο). Ανάλογη ικανότητα ενδέχεται να έχουν αναπτύξει και οι αθλήτριες των χειρσαίων αθλημάτων λόγω

των συνεχών μεταβολών του κέντρου βάρους του σώματός τους που προκύπτουν κατά την εκτέλεση του αθλήματος όπως οι αιφνίδιες μετατοπίσεις του σώματος, τα άλματα και οι αντιδράσεις σε εξωγενή φορτία (π.χ. αυτά που δέχονται κατά την επαφή με τον αντίπαλο).

Η παρόμοια ικανότητα στον έλεγχο της στάσης του σώματος που επέδειξαν οι αθλήτριες του υγρού στίβου με τις αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας πιθανόν επίσης να οφείλεται και στην αντιστάθμιση των αρνητικών επιδράσεων που έχει στη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος η απώλεια στήριξης και η μειωμένη επίδραση των βαρυτικών δυνάμεων κατά την άσκηση στο νερό από την λειτουργία άλλων συστημάτων που ευθύνονται για αυτή (π.χ. οπτικό, αιθουσαίο σύστημα). Από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης φαίνεται ότι αν και οι αθλήτριες του υγρού στίβου υστερούσαν έναντι των αθλητριών χειρσαίων αθλημάτων κατά την εκτέλεση της όρθιας μονοποδικής στήριξης με ανοικτά μάτια, υπερτερούσαν έναντι αυτών όταν η ίδια δοκιμασία εκτελέστηκε με κλειστά μάτια. Παρά το γεγονός ότι οι διαφορές μεταξύ των ομάδων ως προς τις παραμέτρους αυτές δεν ήταν σημαντικές δείχνουν πιθανές επιπτώσεις της άσκησης στο νερό στο σύστημα οπτικής πληροφόρησης. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στη ελλιπή επεξεργασία των ερεθισμάτων του περιβάλλοντος λόγω μη όρθιας θέσης της κεφαλής κατά την άθληση στο νερό. Έχει αναφερθεί ότι όταν η κεφαλή είναι σε όρθια θέση (άξονας της κεφαλής παράλληλος με τον άξονα της βαρύτητας) τα οπτικά περιγράμματα του περιβάλλοντος επεξεργάζονται σε ελάχιστο χρόνο βελτιστοποιώντας την οπτική οξύτητα και τη γνωστική επεξεργασία λόγω άριστης ευθυγράμμισης αυτών με τον κατακόρυφο και οριζόντιο μεσημβρινό των αμφιβληστροειδών (Mast & Meissner,



2004). Η αναπόφευκτη χρήση των αντιβαρικών μυών και η διατήρηση όρθιας της κεφαλής κατά τη στάση, τη βάρδιση και την εκτέλεση λειτουργικών δραστηριοτήτων εκτός νερού μπορεί να συνέβαλλαν στην αντιστάθμιση των αρνητικών επιδράσεων που πιθανόν δημιουργούνται από την υπολειτουργία των συστημάτων αυτών στην ισορροπία του σώματος από την άσκηση στο νερό (Matsuda et al., 2008).

## 5.2. Επίδραση της ισομετρικής δύναμης των μυών του ποδιού στον έλεγχο της στάσης του σώματος

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι οι αθλήτριες του υγρού στίβου εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη στους ραχιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής καθώς και στους πρηνιστές και υπτιαστές μύες της υπαστραγαλικής άρθρωσης συγκριτικά με τις αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων σάλας, αλλά και με την ομάδα ελέγχου. Η μεγαλύτερη δύναμη των μυών του ποδιού που εμφάνισαν οι αθλήτριες του υγρού στίβου οφείλονταν πιθανόν στην αντίσταση που προβάλλεται από το νερό έναντι των κινήσεων της ποδοκνημικής και υπαστραγαλικής άρθρωσης που τελούνται προκειμένου να συμβάλλουν στην προώθηση και την επίπλευση των αθλητών. Η αντίσταση που προβάλλεται από το νερό εξαρτάται από τον συντελεστή αντίστασης του σώματος, την πυκνότητα του ρευστού, τη μέγιστη μετωπική επιφάνεια του κινούμενου σώματος και τη σχετική ταχύτητα σώματος-ρευστού. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα που αναπτύσσεται μέσα στο νερό τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η αντίσταση που προβάλλεται στα τμήματα του σώματος των αθλητριών που χρησιμοποιούν για προώθηση και επίπλευση. Ο Willems και

συνεργάτες (2014) έδειξαν ότι αυτό πιθανόν να συμβαίνει σε κολυμβητές υψηλού επιπέδου η ταχύτητα των οποίων κατά την κολύμβηση με «dolphin kick» σχετίζονταν θετικά με τη δύναμη των ραχιαίων καμπτήρων και των έσω στροφέων (υπτιαστών) μυών του ποδιού. Παρόμοια ή και μεγαλύτερη αντίσταση ίσως προβάλλεται και κατά την προσπάθεια υδατοσφαιριστών να διατηρηθούν στην επιφάνεια του νερού με στόχο την ταχεία και όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ανύψωση του σώματος για την εκτέλεση κινητικών προτύπων του αθλήματος, όπως η πάσα, η βολή αλλά και η αποτροπή ενός αντιπάλου από το να σκοράρει (Oliveira, 2014; Oliveira et al., 2010; Sanders, 2002). Στην προσπάθεια τους αυτή κινούν τα σκέλη τους με μια χαρακτηριστική τεχνική γνωστή ως «eggbeater kick». Η τεχνική αυτή απαιτεί την εκτέλεση κυκλικών, περιστροφικών και αντίθετων κινήσεων μεταξύ των δύο σκελών και χρησιμοποιείται κατά 53% της συνολικής χρονικής παρουσίας των υδατοσφαιριστών στο νερό. Οι κινήσεις της ραχιαίας κάμψης, του υπτιασμού και του πρηνισμού, οι οποίες εκτελούνται κατά την κίνηση αυτή προκειμένου να επιτευχθεί μια ευνοϊκή γωνία του ποδιού, ενεργοποιεί όλους τους μύς του ποδιού κυρίως σύγκεντρα (Sanders, 2002), με ορισμένους εξ' αυτών, όπως ο πρόσθιος κνημιαίος, να ενεργοποιείται όχι μόνο για μεγάλα χρονικά διαστήματα αλλά και σε επίπεδα πλησίον της μέγιστης εθελούσιας συστολής (Oliveira, 2014). Σε αντίθεση με τις αθλητικές δραστηριότητες που εκτελούνται στο υδάτινο περιβάλλον, οι περισσότερες από τις αθλητικές δραστηριότητες που εκτελούνται σε χερσαίο έδαφος, όπως το τρέξιμο και το άλμα, απαιτούν τόσο σύγκεντρες όσο και έκκεντρες συσπάσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες στην απορρόφηση φορτίων κατά την προσγείωση μετά από την εκτέλεση άλματος ή στον έλεγχο

του ποδιού κατά την απότομη αλλαγή κατεύθυνσης και την επιβράδυνση του σώματος (Buchanan & Vardaxis, 2009). Ως εκ τούτου οι διαφορές στη δύναμη των μυών του ποδιού μεταξύ των ομάδων μπορεί να ήταν διαφορετικές εάν η αξιολόγηση της δύναμης πραγματοποιούνταν με άλλου είδους συστολή (π.χ. έκκεντρη).

Η σχέση της δύναμης των μυών που ενεργούν στο κάτω άκρο και της ισορροπητικής ικανότητας του σώματος έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας σε προηγούμενες μελέτες. Ο Bok και συνεργάτες (2013) έδειξαν σημαντική θετική συσχέτιση της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής και των πρηνιστών της υπαστραγαλικής άρθρωσης με την προσθιοπίσθια και την οριζόντια ταλάντωση του σώματος, αντίστοιχα κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοικτά σε άνδρες και γυναίκες άνω των 65 ετών αλλά όχι σε άτομα μικρότερης ηλικίας. Σε μια άλλη μελέτη, σε γυναίκες ηλικίας 45-80 ετών, ο Lee και συνεργάτες (2014) έδειξαν σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της ισομετρικής μυϊκής δύναμης κατά την έκταση του ισχίου και την κάμψη του γόνατος με την πρόσθια και τις οπισθοπλάγιες κατευθύνσεις της δοκιμασίας-Y. Επίσης, οι απαγωγοί μύες του ισχίου εμφάνισαν θετική σχέση με την οπισθοπλάγια έσω κατεύθυνση της δοκιμασίας-Y. Στην ίδια μελέτη, αν και η δύναμη των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής εμφάνισε θετική σχέση με τις τρεις κατευθύνσεις της δοκιμασίας-Y, καμιά από τις αυτές δεν ήταν σημαντική. Οι ίδιοι ερευνητές σε μια παρόμοια μελέτη έδειξαν επίσης σημαντικές θετικές συσχετίσεις της ισομετρικής δύναμης των μυών του ισχίου και του γόνατος, αλλά όχι της ισομετρικής δύναμης των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής, με το μέσο όρο των τριών αποστάσεων και των δύο σκελών σε γυναίκες ηλικίας

70-80 ετών (Lee et al., 2015). Από τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών προκύπτει γενικά ότι η δύναμη ορισμένων εκ των μυϊκών ομάδων που ενεργούν στο πόδι συμβάλλει στη στατική ισορροπητική ικανότητα, κυρίως κατά την όρθια μονοποδική στήριξη και μόνο σε άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών.

Το γεγονός ότι στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ισομετρικής δύναμης επιμέρους μυϊκών ομάδων της ποδοκνημικής (ραχιαίοι καμπτήρες) και της υπαστραγαλικής άρθρωσης (πρηνιστές και υπτιαστές) και ορισμένων εκ των συνθηκών αξιολόγησης της στατικής και της δυναμικής ισορροπίας ενδέχεται να οφείλεται στην αναγκαιότητα των αθλητριών του υγρού στίβου να αντισταθμίσουν την υπολειτουργία των συστημάτων (π.χ. σωματοαισθητικό, οπτικό) που πιθανόν έχουν επηρεαστεί από την μακροχρόνια άσκηση στο νερό.

### **5.3. Επίδραση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού στον έλεγχο της στάσης του σώματος**

Αντίθετα από τη δύναμη των μυών το παθητικό εύρος κίνησης των αρθρώσεων της ποδοκνημικής, της υπαστραγαλικής και των ταρσομετατάρσεων αρθρώσεων δεν διέφερε μεταξύ των ομάδων. Τα ευρήματα που αφορούν το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού στους αθλητές κολύμβησης είναι αντιφατικά. Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι ενώ το αυξημένο ενεργητικό εύρος κίνησης κατά την πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης σε αθλήτριες κολύμβησης σχετίζεται σημαντικά με την ταχύτητα κολύμβησης με την τεχνική flutter kicking (McCullough et al., 2009), το ενεργητικό και παθητικό εύρος κίνησης της πελματιαίας κάμψης

και του υπτιασμού του ποδιού δεν σχετίζονταν με αυτή χρησιμοποιώντας την τεχνική dolphin kick (Willems et al., 2014). Ο Kirpenhan (2002) σε μια άλλη μελέτη υποστήριξε ότι το αυξημένο ενεργητικό εύρος κίνησης του υπτιασμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης σε αθλητές κολύμβησης σχετίζεται σημαντικά με την ταχύτητα εκτέλεσης της τεχνικής whip kick. Οι **αθλητές χερσαίων αθλημάτων** χωρίς συμπτώματα τενοντοπάθειας στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση από την άλλη διαθέτουν αυξημένη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης συγκριτικά με συναθλητές ομοίων αθλημάτων οι οποίοι εμφανίζουν ανάλογα συμπτώματα. Οι διαφορές αυτές πιθανόν συμβάλλουν σημαντικά στην απορρόφηση φορτίων κατά την προσγείωση μετά από άλμα και κατά επέκταση στην πρόληψη τραυματισμών (όπως η τενοντοπάθεια στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση) (Backman & Danielson, 2011). Ως εκ τούτου η έλλειψη διαφορών μεταξύ των ομάδων όσον αφορά το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού οφείλονταν στο γεγονός ότι όσο αυτό είναι αναγκαίο στους αθλητές του υγρού στίβου για απόδοση τόσο είναι αναγκαίο στους αθλητών χερσαίων αθλημάτων για απορρόφηση κραδασμών.

Η ελαστικότητα των μυών και κατά επέκταση το εύρος κίνησης των αρθρώσεων της ποδοκνημικής έχει μελετηθεί κατά το παρελθόν σε σχέση με τις διανυόμενες αποστάσεις στις τρεις κατευθύνσεις της ισορροπητικής δοκιμασίας-Y (Bok et al., 2013; Lee et al., 2014). Η βράχυνση του γαστροκνημίου εμφάνισε σημαντική αρνητική συσχέτιση και με τις τρεις κατευθύνσεις της ισορροπητικής δοκιμασίας-Y, ενώ η βράχυνση των έσω στροφών του ισχίου και οπίσθιων μηριαίων εμφάνισε σημαντική θετική συσχέτιση με την οπίσθια-έσω κατεύθυνση. Η βράχυνση του λαγονογοίτη εμφάνισε επίσης σημαντική αρνητική

συσχέτιση με την οπίσθια-έξω κατεύθυνση της ισορροπητικής δοκιμασίας-Y (Endo & Sakamoto, 2014). Σε άλλη μελέτη διαπιστώθηκε ότι το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής κατά τη δοκιμασία προβολής του γόνατος από βαρομεταφέρουσα θέση εξηγούσε το 28% της διακύμανσης της διανυόμενης απόστασης που επετεύχθη κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας-Y στην πρόσθια κατεύθυνση (Hoch et al., 2011).

Στην παρούσα μελέτη το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού σχετίζονταν με ορισμένες μόνο από τις συνθήκες ισορροπίας που μελετήθηκαν και στις τρεις ομάδες. Οι αθλήτριες του υγρού στίβου παρουσίασαν σημαντική αρνητική συσχέτιση του υπτιασμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης κατά την όρθια μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοικτά και σημαντική θετική συσχέτιση με τον υπτιασμό των ταρσομετάρσιων αρθρώσεων όταν η στατική ισορροπία αξιολογήθηκε με τα μάτια κλειστά. Το εύρος κίνησης δεν εμφάνισε καμιά σημαντική συσχέτιση με τις διανυόμενες αποστάσεις της δοκιμασίας-Y. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού δεν αποτελούσε γενικά παράγοντα επίδρασης της ισορροπίας των συμμετεχουσών ανεξάρτητα από την αθλητική κατάσταση αυτών.

#### 5.4. Περιορισμοί και οριοθετήσεις

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των αθλητριών (υγρού στίβου και χερσαίων δραστηριοτήτων) και της ομάδας ελέγχου όσον αφορά την ηλικία, το ανάστημα και το σωματικό βάρος, οι οποίες θα μπορούσαν δυνητικά να επηρεάσουν τόσο τον έλεγχο της στάσης του σώματος σε συν-

θήκες στατικής ή/και δυναμικής ισορροπίας όσο και τη δύναμη των μυών ή/και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού. Γενικότερα, αναφέρεται ότι η αύξηση της ηλικίας οδηγεί σε μείωση ισορροπητικής ικανότητας, ωστόσο αυτό αφορά τη σύγκριση ομάδων με μεγάλες ηλικιακές διαφορές (π.χ. 20 – 40 ετών συγκριτικά με 40 – 60 ετών και >65 ετών) (Bok et al., 2013). Ως εκ τούτου οι διαφορές που αναδείχθηκαν μεταξύ των ομάδων, κυρίως σε ότι αφορά την ισορροπία, είναι λιγότερο πιθανό να οφείλονται σε διαφορές της ηλικίας τους δεδομένου ότι στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν γυναίκες 18 έως 25 ετών άρα σε ηλικιακή κατηγορία εμφανώς διαφορετική από αυτές που εμφανίζουν μείωση στην ισορροπητική ικανότητα λόγω ηλικίας.

Οι σημαντικές διαφορετικές που εμφανίστηκαν μεταξύ των αθλητριών (υγρού στίβου και χερσαίων δραστηριοτήτων) και της ομάδας ελέγχου όσον αφορά το ανάστημα και το σωματικό βάρος τους θα μπορούσαν επίσης να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η ισορροπία, πιθανόν να επηρεάζεται από το ανάστημα. Συγκεκριμένα, στη μελέτη του Κίουμourtzoglou και των συνεργατών (1998) αναφέρεται ότι το καλύτερο επίπεδο δυναμικής ισορροπίας της ομάδας ελέγχου συγκριτικά με αθλητές καλαθοσφαίρισης πιθανόν οφείλεται στο μικρότερο ανάστημα των συμμετεχόντων στην ομάδα αυτή χωρίς ωστόσο να αναφέρεται η διαφορά μεταξύ των ομάδων. Σε μια άλλη μελέτη βρέθηκε σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της δυναμικής ισορροπίας και του αναστήματος και του σωματικού βάρους (Davlin, 2004). Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής ωστόσο, παραμένουν αδιευκρίνιστα διότι τα συγκεκριμένα σωματομετρικά χαρακτηριστικά σχετίζονταν σημαντικά με την ισορροπία μόνο σε δύο

από τις οκτώ ομάδες που εξετάστηκαν. Στην παρούσα μελέτη οι διαφορές μεταξύ των ομάδων όσον αφορά το ανάστημα δεν ξεπερνούσε το 1 cm ενώ η διαφορά στο σωματικό βάρος μεταξύ των ομάδων ήταν <10 kg. Ο δείκτης ωστόσο της σωματικής μάζας μεταξύ των συμμετεχουσών δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές γεγονός που σημαίνει ότι η κατανομή του σωματικού βάρους σε σχέση με το ανάστημα τους ήταν παρόμοια. Με τη χρήση της αναλογίας αυτής εξομαλύνθηκαν εν μέρει οι διαφορές που υπήρχαν μεταξύ των συμμετεχουσών δεδομένης της ενασχόλησης αυτών με αθλήματα που απαιτούσαν διαφορετικά σωματομετρικά χαρακτηριστικά.

Τα αποτελέσματα τέλος της παρούσας μελέτης θα πρέπει επίσης να περιοριστούν στις ομάδες που εξετάστηκαν. Οι ομάδα των αθλητριών χερσαίων δραστηριοτήτων αποτελούνταν από αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων σάλας όπως η καλαθοσφαίριση και η χειροσφαίριση. Τα πόδια στα αθλήματα αυτά εμπλέκονται μόνο σε απλές ή σύνθετες δρομικές και αλτικές δραστηριότητες και όχι σε επιδέξιες ή δυναμικές δραστηριότητες όπως ο χειρισμός της μπάλας και το λάκτισμα στην ποδοσφαίριση. Τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών, αν και αντιφατικά, έχουν δείξει ότι η στατική ισορροπία αθλητών κολύμβησης υστερούσε έναντι αθλητών ποδοσφαίρου (Matsuda et al., 2008), ενώ σε άλλες δεν παρουσιάζονταν διαφορές (Davlin, 2004).

## 5.5. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση του κατά πόσο η μακροχρόνια και συστηματική ενασχόληση με αθλήματα του υγρού στίβου επηρεάζει τον έλεγχο της στάσης του σώματος, τόσο κατά την εκτέλεση μιας στατικής δοκιμασίας (μονοποδική στάση σε πλατφόρμα καταγραφής των πελματιαίων πιέσεων), όσο και σε μια δυναμική δοκιμασία-Y. Επίσης εξετάστηκαν και άλλες συνιστώσες του ελέγχου της στάσης, όπως η δύναμη των μυών του ποδιού και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού.

Οι δοκιμασίες αξιολόγησης της ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν τον έλεγχο της στάσης του σώματος μέσω συλλογής πληροφοριών από τα αισθητικά συστήματα (οπτικό, αιθουσαίο και ιδιοδεκτικό) στο σύνολό τους. Ωστόσο, σκόπιμο θα ήταν μελλοντικά να εξεταστεί η λειτουργία του καθενός από τα επιμέρους συστήματα πληροφόρησης. Επίσης, οι επιμέρους συνιστώσες του ελέγχου της στάσης (εύρος κίνησης και μυϊκή δύναμη) αφορούσαν αποκλειστικά την ποδοκνημική, την υπαστραγαλική και τις ταρσομετα-tάρσιες αρθρώσεις του ποδιού. Έτσι θεωρείται ότι, για τη διερεύνηση του κατά πόσο επηρεάζεται ο έλεγχος της στάσης του σώματος σκόπιμο θα ήταν να εξεταστούν και άλλες αρθρώσεις του κάτω άκρου, όπως και ο κορμός.

*Η επίδραση της μακροχρόνιας εκτέλεσης μη βαρομεταφερουσών δραστηριοτήτων στον έλεγχο της στάσης του σώματος*

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, η εκτέλεση μη βαρομεταφερουσών αθλητικών δραστηριοτήτων στο υδάτινο περιβάλλον: (i) δεν επηρέασε την στατική και δυναμική ισορροπία, (ii) δεν επηρέασε το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού, (iii) επηρέασε θετικά την δύναμη των μυών του ποδιού. Επίσης, γενικότερα δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της στατικής και της δυναμικής ισορροπίας με το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού και με τη δύναμη των μυών του ποδιού, στις ομάδες που εξετάστηκαν.

*Η επίδραση της μακροχρόνιας εκτέλεσης μη βαρομεταφερουσών δραστηριοτήτων στον έλεγχο της στάσης του σώματος*



## VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

### 7.1. Ελληνόγλωσσες

- Κλεισούρας, Β. (2004). *Εργοφυσιολογία*. Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.
- McArdl, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2001). Essentials of exercise physiology. Στο Β. Κλεισούρας (Επιμ.), *Φυσιολογία της άσκησης* (σσ. 400-465). Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Vander, J. A., Sherman, J., Luciano, D., & Τσακόπουλος, Μ. (2001). Human physiology - The mechanisms of body function. Στο Ν. Γελαδάς & Μ. Τσακόπουλος (Επιμ.), *Φυσιολογία του ανθρώπου – Μηχανισμοί της λειτουργίας του οργανισμού* (σσ. 291-364). Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.

### 7.2. Ξενόγλωσσες

- Akhbari, B., Salavati, M., Mohammadi, F., & Safavi-farokhi, Z. (2015). Intra- and inter-session reliability of static and dynamic postural control in participants with and without patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy Canada*, 67(3), 248-253. doi:10.3138/ptc.2014-51
- Amin, D. J., & Herrington, L. C. (2014). The relationship between ankle joint physiological characteristics and balance control during unilateral stance. *Gait & Posture*, 39(2), 718-722. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.10.004
- Andreoli, A., Monteleone, M., Van Loan, M., Promenzio, L., Tarantino, U., & De Lorenzo, A. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 507-511. doi:10.1097/00005768-200104000-00001
- Arkov, V. V., Abramova, T. F., Nikitina, T. M., Ivanov, V. V., Suprun, D. V., Shkurnikov, M. U., & Tonevitskii, A. G. (2009). Comparative study of stabilometric parameters in sportsmen of various disciplines. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 147(2), 233-235. doi:10.1007/s10517-009-0482-6
- Asseman, F. B., Caron, O., & Cremieux, J. (2008). Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? *Gait & Posture*, 27(1), 76-81. doi:10.1016/j.gaitpost.2007.01.004
- Audette, J. F., & Bailey, A. (2008). Integrative pain medicine. In D. W. Kinnaird & B. E. Becker (Eds.), *Contemporary Aquatic Therapy and Pain Management*, (pp. 285-306). United States of America: Humana Press.
- Backman, L. J., & Danielson, P. (2011). Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *The American journal of sports medicine*, 39(12), 2626-2633. doi:10.1177/0363546511420552
- Baecke, J. A., Burema, J., & Frijters, J. E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 36(5), 936-942. doi:https://doi.org/10.1093/ajcn/36.5.936
- Baldwin, K. M., Caiozzo, V. J., Haddad, F., Baker, M. J., & Herrick, R. E. (1994). The effects of space flight on the contractile apparatus of antigravity muscles: implications for aging and deconditioning. *Journal of Gravitational Physiology: A Journal of The International Society for Gravitational Physiology*, 1(1), 8-11. <https://europepmc.org/abstract/med/11538774>
- Basnett, C. R., Hanish, M. J., Wheeler, T. J., Miriovsky, D. J., Danielson, E. L., Barr, J. B., & Grindstaff, T. L. (2013). Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 121-128. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3625791/>

- Becker, B. E. (2009). Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R*, 1(9), 859-872. doi: 10.1016/j.pmrj.2009.05.017
- Beighton, P. H., Solomon, L., & Soskolne, C. L. (1973). Articular mobility in an african population. *Annals of The Rheumatic Diseases*, 32(5), 413-418. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1006136/>
- Benton, M. J., Donoghue, P. C., Asher, R. J., Friedman, M., Near, T. J., & Vinther, J. (2015). Constraints on the timescale of animal evolutionary history. *Palaeontologia Electronica*, 18(1), 1-106. <https://palaeo-electronica.org/content/2013/236-fc/958-animal-history-timescale>
- Black, F. O., Paloski, W. H., Doxey-Gasway, D. D., & Reschke, M. F. (1995). Vestibular plasticity following orbital spaceflight: recovery from postflight postural instability. *Acta Oto-Laryngologica*, 115(S520), 450-454. doi:10.3109/00016489509125296
- Bok, S. K., Lee, T. H., & Lee, S. S. (2013). The effects of changes of ankle strength and range of motion according to aging on balance. *Annals of rehabilitation medicine*, 37(1), 10-16. doi:10.5535/arm.2013.37.1.10
- Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., & Heath, E. M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 42-46. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1896078/>
- Buchanan, P. A., & Vardaxis, V. G. (2003). Sex-related and age-related differences in knee strength of basketball players ages 11–17 years. *Journal of athletic training*, 38(3), 231. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC233177/>
- Bunnell, W. P. (1984). An objective criterion for scoliosis screening. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 66(9), 1381-1387. <https://europepmc.org/abstract/med/6501335>
- Calavalle, A. R., Sisti, D., Rocchi, M. B. L., Panebianco, R., Del Sal, M., & Stocchi, V. (2008). Postural trials: expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. *European Journal of Applied Physiology*, 104(4), 643-649. doi: 10.1007/s00421-008-0815-6
- Camliguney, A. F., Atiglan, N., Yilmaz, O., & Uzun, S. (2012). S. The effects of intensive ski training on postural balance athletes. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(2), 71-79. [https://www.researchgate.net/profile/Semih\\_Yilmaz3/publication/325676203\\_The\\_Effects\\_of\\_Intensive\\_Ski\\_Training\\_on\\_Postural\\_Balance\\_of\\_Athletes/links/5b1d45d2a6fdcca67b6905e1/The-Effects-of-Intensive-Ski-Training-on-Postural-Balance-of-Athletes.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Semih_Yilmaz3/publication/325676203_The_Effects_of_Intensive_Ski_Training_on_Postural_Balance_of_Athletes/links/5b1d45d2a6fdcca67b6905e1/The-Effects-of-Intensive-Ski-Training-on-Postural-Balance-of-Athletes.pdf)
- Carrick, F. R., Oggero, E., Pagnacco, G., Brock, J. B., & Arikian, T. (2007). Posturographic testing and motor learning predictability in gymnasts. *Disability and Rehabilitation*, 29(24), 1881-1889. doi:10.1080/09638280601141335
- Chapman, D. W., Needham, K. J., Allison, G. T., Lay, B., & Edwards, D. J. (2008). Effects of experience in a dynamic environment on postural control. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 16-21. doi:10.1136/bjism.2006.033688
- Chiacchiero, M., Dresely, B., Silva, U., DeLosReyes, R., & Vorik, B. (2010). The relationship between range of movement, flexibility, and balance in the elderly. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 26(2), 148-155. doi:10.1097/TGR.0b013e3181e854bc
- Church, M. (2008). The wonder of water. *Sports Injury Bulletin*, 82, 6-8.
- Cobb, S. C., Bazett-Jones, D. M., Joshi, M. N., Earl-Boehm, J. E., & James, C. R. (2014). The relationship among foot posture, core and lower extremity muscle function, and postural stability. *Journal of Athletic Training*, 49(2), 173-180. doi:10.4085/1062-6050-49.2.02
- Dalecki, M., Drager, T., Mierau, A., & Bock, O. (2012). Production of finely graded forces in humans: Effects of simulated weightlessness by water immersion. *Experimental Brain Research*, 218(1), 41-47. doi:10.1007/s00221-012-2999-6

- Davlin, C. D. (2004). Dynamic balance in high level athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 98(3c), 1171-1176. doi:10.2466/pms.98.3c.1171-1176
- Dook, J. E., James, C., Henderson, N., & Price, R. I. (1997). Exercise and bone mineral density in mature female athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(3), 291-296. doi:10.1097/00005768-199703000-00002
- Elias, L. J., Bryden, M. P., & Bulman-Fleming, M. B. (1998). Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. *Neuropsychologia*, 36(1), 37-43. doi:10.1016/S0028-3932(97)00107-3
- Endo, Y., & Sakamoto, M. (2014). Relationship between lower extremity tightness and star excursion balance test performance in junior high school baseball players. *Journal of physical therapy science*, 26(5), 661-663. doi:https://doi.org/10.1589/jpts.26.661
- Era, P., Kontinen, N., Mehto, P., Saarela, P., & Lyytinen, H. (1996). Postural stability and skilled performance a study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics*, 29(3), 301-306. doi:10.1016/0021-9290(95)00066-6
- Fitts, R. H., Riley, D. R., & Widrick, J. J. (2001). Functional and structural adaptations of skeletal muscle to microgravity. *Journal of Experimental Biology*, 204(18), 3201-3208.
- Fujimoto, M., Hsu, W. L., Woollacott, M. H., & Chou, L. S. (2013). Ankle dorsiflexor strength relates to the ability to restore balance during a backward support surface translation. *Gait & Posture*, 38(4), 812-817. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.03.026
- Gabriner, M. L., Houston, M. N., Kirby, J. L., & Hoch, M. C. (2015). Contributing factors to Star Excursion Balance Test performance in individuals with chronic ankle instability. *Gait & Posture*, 41(4), 912-916. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.03.013
- Garcia, C., Barela, J. A., Viana, A. R., & Barela, A. M. F. (2011). Influence of gymnastics training on the development of postural control. *Neuroscience Letters*, 492(1), 29-32. doi:10.1016/j.neulet.2011.01.047
- Gerbino, P. G., Griffin, E. D., & Zurakowski, D. (2007). Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players. *Gait & Posture*, 26(4), 501-507. doi:10.1016/j.gaitpost.2006.11.205
- Hall, J., Swinkels, A., Briddon, J., & McCabe, C. S. (2008). Does aquatic exercise relieve pain in adults with neurologic or musculoskeletal disease? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(5), 873-883. doi:10.1016/j.apmr.2007.09.054
- Hasselgren, L., Olsson, L. L., & Nyberg, L. (2011). Is leg muscle strength correlated with functional balance and mobility among inpatients in geriatric rehabilitation? *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52(3), 220-225. doi:10.1016/j.archger.2010.11.016
- Hawkey, A. (2003). The importance of exercising in space. *Interdisciplinary Science Reviews*, 28(2), 130-138. doi:10.1179/030801803225010377
- Hoch, M. C., Staton, G. S., & McKeon, P. O. (2011). Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 90-92. doi:10.1016/j.jsams.2010.08.001
- Hoch, M. C., Staton, G. S., McKeon, J. M. M., Mattacola, C. G., & McKeon, P. O. (2012). Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(6), 574-579. doi:10.1016/j.jsams.2012.02.009
- Horak, F. B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*, 67(12), 1881-1885.
- Houdijk, H., Fickert, R., van Velzen, J., & van Bennekom, C. (2009). The energy cost for balance control during upright standing. *Gait & Posture*, 30(2), 150-154. doi:10.1016/j.gaitpost.2009.05.009
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports medicine*,

- 41(3), 221-232. doi:10.2165/11538560-000000000-00000.
- Hughes, M. A., Duncan, P. W., Rose, D. K., Chandler, J. M., & Studenski, S. A. (1996). The relationship of postural sway to sensorimotor function, functional performance, and disability in the elderly. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(6), 567-572. doi:10.1016/S0003-9993(96)90296-8
- Ibrahim, A. I., Muaidi, Q. I., Abdelsalam, M. S., Hawamdeh, Z. M., & Alhusaini, A. A. (2013). Association of postural balance and isometric muscle strength in early- and middle-school-age boys. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 36(9), 633-643. doi:10.1016/j.jmpt.2013.08.009
- Itamar, N., Schwartz, D., & Melzer, I. (2013). Postural control: differences between youth judokas and swimmers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(5), 483-489. <https://europepmc.org/abstract/med/23903528>
- Kammer, C. S., Young, C. C., & Niedfeldt, M. W. (1999). Swimming injuries and illnesses. *The Physician and Sportsmedicine*, 27(4), 51-60. doi:10.3810/psm.1999.04.783
- Kavouras, S. A., Magkos, F., Yannakoulia, M., Perraki, M., Karpidou, M., & Sidossis, L. S. (2006). Water polo is associated with an apparent redistribution of bone mass and density from the lower to the upper limbs. *European Journal of Applied Physiology*, 97(3), 316-321. doi:10.1007/s00421-006-0201-1
- Kenyon, R. V., & Young, L. R. (1986). MIT/Canadian vestibular experiments on the Spacelab-1 mission: 5. Postural responses following exposure to weightlessness. *Experimental Brain Research*, 64(2), 335-346. doi:10.1007/BF00237750
- Kiourmourtzoglou, E., Derri, V., Mertzanidou, O., & Tzetzis, G. (1997). Experience with perceptual and motor skills in rhythmic gymnastics. *Perceptual and Motor Skills*, 84(3 suppl), 1363-1372. doi: 10.2466/pms.1997.84.3c.1363
- Kiourmourtzoglou, E., Derri, V., Tzetzis, G., & Theodorakis, Y. (1998). Cognitive, perceptual, and motor abilities in skilled basketball performance. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 771-786. doi:10.2466/pms.1998.86.3.771
- Kippenhan, B. C. (2002). Lower-extremity joint angles used during the breaststroke whip kick. *International Society of Biomechanics in Sports Conference*, 2002. Spain: Caceres. <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/612>
- LeBlanc, A., Schneider, V., Shackelford, L., West, S., Oganov, V., Bakulin, A., & Voronin, L. (2000). Bone mineral and lean tissue loss after long duration space flight. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 1(2), 157-160. <http://www.ismni.org/jmni/pdf/2/le-blanc.pdf>
- Lee, D. K., Kang, M. H., Lee, T. S., & Oh, J. S. (2015). Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian journal of physical therapy*, 19(3), 227-234. doi: http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0096
- Lee, D. K., Kim, G. M., Ha, S. M., & Oh, J. S. (2014). Correlation of the Y-balance test with lower-limb strength of adult women. *Journal of physical therapy science*, 26(5), 641-643. doi: https://doi.org/10.1589/jpts.26.641
- Liakopoulos, V., Leivaditis, K., Eleftheriadis, T., & Dombros, N. (2012). The kidney in space. *International Urology and Nephrology*, 44(6), 1893-1901. doi:10.1007/s11255-012-0289-7
- Lin, W. H., Liu, Y. F., Hsieh, C. C. C., & Lee, A. J. (2009). Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 42-49. doi:10.1016/j.jsams.2007.10.001
- Linford, C. W., Hopkins, J. T., Schulthies, S. S., Freland, B., Draper, D. O., & Hunter, I. (2006). Effects of neuromuscular training on the reaction time and electromechanical delay of the peroneus longus muscle. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(3), 395-401. doi:10.1016/j.apmr.2005.10.027

- Massion, J. (1994). Postural control system. *Current Opinion in Neurobiology*, 4(6), 877-887. doi:10.1016/0959-4388(94)90137-6
- Mast, F. W., & Meissner, T. (2004). Mental Transformations of Perspective During Whole-Body Roll Rotation. *Journal Of Vestibular Research*, 14(2/3), O041-O041.
- Matsuda, S., Demura, S., & Uchiyama, M. (2008). Centre of pressure sway characteristics during static one-legged stance of athletes from different sports. *Journal of Sports Sciences*, 26(7), 775-779. doi:10.1080/02640410701824099
- McCullough, A. S., Kraemer, W. J., Volek, J. S., Solomon-Hill Jr, G. F., Hatfield, D. L., Vingren, J. L., Ho, J. H., Fragala, M. S., Thomas, G. A., Hakkinen, K., & Maresh, C. M. (2009). Factors affecting flutter kicking speed in women who are competitive and recreational swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2130-2136. doi: 10.1519/JSC.0b013e31819ab977
- McLean, I. D. (1984). Swimmers' injuries. *Australian Family Physician*, 13(7), 499-502. <https://europepmc.org/abstract/med/6148925>
- Mecagni, C., Smith, J. P., Roberts, K. E., & O'Sullivan, S. B. (2000). Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. *Physical Therapy*, 80(10), 1004-1011. <https://academic.oup.com/ptj/article/80/10/1004/2857797>
- Melzer, I., Elbar, O., Tsedek, I., & Oddsson, L. I. (2008). A water-based training program that include perturbation exercises to improve stepping responses in older adults: study protocol for a randomized controlled cross-over trial. *BMC Geriatrics*, 8(1), 1. doi:10.1186/1471-2318-8-19
- Mohammadi, V., Alizadeh, M., & Gaieni, A. (2012). The Effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 247-250. doi:10.1016/j.sbspro.2011.12.050
- Morey-Holton, E. R. (2003). The impact of gravity on life. *Evolution on planet earth: the Impact of the physical environment*, 143-159. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780125986557500367>
- Nagy, E., Toth, K., Janositz, G., Kovacs, G., Feher-Kiss, A., Angyan, L., & Horvath, G. (2004). Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4-5), 407-413. doi:10.1007/s00421-004 - 1157-7
- Negahban, H., Aryan, N., Mazaheri, M., Noras-teh, A. A., & Sanjari, M. A. (2013). Effect of expertise in shooting and taekwondo on bipedal and unipedal postural control isolated or concurrent with a reaction-time task. *Gait & Posture*, 38(2), 226-230. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.11.016
- Noe, F., & Paillard, T. (2005). Is postural control affected by expertise in alpine skiing? *British Journal of Sports Medicine*, 39(11), 835-837. doi:10.1136/bjism.2005.018127
- Oliveira, N. M. (2014). *Technique and muscle activity of the water polo eggbeater kick at different levels of fatigue*. The University of Edinburgh, Edinburgh. <https://www.era.lib.ed.ac.uk/handle/1842/15782>
- Oliveira, N., Fernandes, R. J., Sarmento, M., Liberal, S., Figueiredo, P. A., Gonçalves, P., & Vilas-Boas, J. P. (2010). Muscle activity during the typical water polo eggbeater kick. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 4(2), 7. doi:10.25035/ijare.04.02.07
- Paillard, T., Costes-Salon, C., Lafont, C., & Dupui, P. (2002). Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *British Journal of Sports Medicine*, 36(4), 304-305. doi:10.1136/bjism.36.4.304
- Paillard, T. H., & Noe, F. (2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(5), 345-348. doi:10.1111/j.16000838.2005.00502.x
- Paillard, T., Noe, F., Riviere, T., & Vincent, M. (2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer

- players at different levels of competition. *Journal of Athletic Training*, 41(2), 172.  
<https://doi.org/10.1016/B978-012598655-7/50036-7>
- Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*, 15(2), 187-194. doi:10.1016/S0966-6362(01)00149-7
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4(2), 92-99. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953327/>
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919. doi:10.2519/jospt.2006.2244
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402-406. doi:10.1191/0269215500cr342oa
- Prins, J. H. (2009). Aquatic rehabilitation. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 3(1-4), 45-51.
- Redmond, A. C., (2005). The foot posture index. Easy quantification of standing foot posture. Six item version FPI - 6. User guide and manual. Retrieved from <https://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/z/pdf/FPI-manual-formatted-August-2005v2.pdf>
- Redmond, A. C., Crosbie, J., & Ouvrier, R. A. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the foot posture index. *Clinical Biomechanics*, 21(1), 89-98. doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002
- Rein, S., Fabian, T., Zwipp, H., Rammelt, S., & Weindel, S. (2011). Postural control and functional ankle stability in professional and amateur dancers. *Clinical Neurophysiology*, 122(8), 1602-1610. doi:10.1016/j.clinph.2011.01.004
- Ricotti, L., & Ravaschio, A. (2011). Break dance significantly increases static balance in 9 years-old soccer players. *Gait & Posture*, 33(3), 462-465. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.12.026
- Roll, R., Gilhodes, J. C., Roll, J. P., Popov, K., Charade, O., & Gurfinkel, V. (1998). Proprioceptive information processing in weightlessness. *Experimental Brain Research*, 122(4), 393-402. doi:10.1007/s002210050527
- Sallis, R. E., Jones, K., Sunshine, S., Smith, G., & Simon, L. (2001). Comparing sports injuries in men and women. *International Journal of Sports Medicine*, 22(06), 420-423. doi:10.1055/s-2001-16246
- Sanders, R. (2002). Strength, flexibility and timing in the eggbeater kick. XIV FINA World Sports Medicine Congress. 8-9 April 2002. Moscow. <https://isis.ku.dk/kurser/blob.aspx?fel-tid=206584>
- Schmit, J. M., Regis, D. I., & Riley, M. A. (2005). Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes. *Experimental Brain Research*, 163(3), 370-378. doi:10.1007/s00221-004-2185-6
- Sell, T. C., Tsai, Y. S., Smoliga, J. M., Myers, J. B., & Lephart, S. M. (2007). Strength, flexibility, and balance characteristics of highly proficient golfers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1166-1171. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/40474741/strength-flexibility-balance.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542034333&Signature=UXE-dJZjW%2FS17qztu1A0d4ool38U%3D&response-content-disposition=inline%3B%20file-name%3DSTRENGTH\\_FLEXIBILITY\\_AND\\_BALANCE\\_CHARACT.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/40474741/strength-flexibility-balance.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542034333&Signature=UXE-dJZjW%2FS17qztu1A0d4ool38U%3D&response-content-disposition=inline%3B%20file-name%3DSTRENGTH_FLEXIBILITY_AND_BALANCE_CHARACT.pdf)
- Shea, K. P., & Folcik, M. (1989). Water sports injuries. *Orthopaedic Nursing*, 8(6), 11-17. <https://europepmc.org/abstract/med/2601993>

- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). *Motor control: translating research into clinical practice*. Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins. <https://books.google.gr>
- Solomonow, M. (2004). Ligaments: a source of work-related musculoskeletal disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 49-60. doi:10.1016/j.jelekin.2003.09.011
- Spink, M. J., Fotoohabadi, M. R., Wee, E., Hill, K. D., Lord, S. R., & Menz, H. B. (2011). Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(1), 68-75. doi:10.1016/j.apmr.2010.09.024
- Su, F. C., Wu, W. L., & Lee, W. D. (2000). Stance stability in shooters. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 20(4), 187-192. <https://researchoutput.ncku.edu.tw/en/publications/stance-stability-in-shooters>
- Terada, M., Harkey, M. S., Wells, A. M., Pietrosimone, B. G., & Gribble, P. A. (2014). The influence of ankle dorsiflexion and self-reported patient outcomes on dynamic postural control in participants with chronic ankle instability. *Gait & Posture*, 40(1), 193-197. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.03.186
- Thorpe, J. L., & Ebersole, K. T. (2008). Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1429-1433. [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2008/09000/Unilateral\\_Balance\\_Performance\\_in\\_Female.7.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2008/09000/Unilateral_Balance_Performance_in_Female.7.aspx)
- Wada, T., Ohishi, K., Yamamoto, N., Tago, T., Shintaku, Y., Isaka, T., & Matsumoto, T. (2011). Changes in the postural sway in elite synchronized swimmers. Retrieved December 3, 2014 from [http://homepages.ulb.ac.be/~labo/ISB2011/ISB2011\\_ScientificProgram\\_files/1002.pdf](http://homepages.ulb.ac.be/~labo/ISB2011/ISB2011_ScientificProgram_files/1002.pdf)
- Wheeler, K., Kefford, T., Mosler, A., Lebedew, A., & Lyons, K. (2013). The volume of goal shooting during training can predict shoulder soreness in elite female water polo players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(3), 255-258. doi:10.1016/j.jsams.2012.06.006
- Willems, T. M., Cornelis, J. A., De Deurwaerder, L. E., Roelandt, F., & De Mits, S. (2014). The effect of ankle muscle strength and flexibility on dolphin kick performance in competitive swimmers. *Human movement science*, 36, 167-176. doi:<https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.05.004>
- Woerman, A. L., & Binder-Macleod, S. A. (1984). Leg length discrepancy assessment: accuracy and precision in five clinical methods of evaluation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 5(5), 230-239. doi:10.2519/jospt.1984.5.5.230
- van der Dennen, J. M. (2005). Macro-Evolution: The vicissitudes of life on earth. *Default journal*. <https://core.ac.uk/download/pdf/148292173.pdf>
- Vuillerme, N., Teasdale, N., & Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience Letters*, 311(2), 73-76. doi:10.1016/S0304-3940(01)02147-4
- Zemkova, E. (2014). Sport-specific balance. *Sports Medicine*, 44(5), 579-590. doi:10.1007/s40279-013-0130-1
- Zurek, P., Rynkiewicz, T., Rynkiewicz, M., & Kos, H. (2012). The ability to maintain postural balance by water polo players during supervised training of Polish junior national team members. *Studies in Physical Culture & Tourism*, 19(2), 77-80. <https://pbn.nauka.gov.pl/polin-dex-webapp/browse/article/article-4ac81296-666a-4c4e-b740-e70a875b6b03>

*Η επίδραση της μακροχρόνιας εκτέλεσης μη βαρομεταφερουσών δραστηριοτήτων στον έλεγχο της στάσης του σώματος*



## **VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.1. – ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΟΜΕΑΣ  
ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ &  
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Εργαστήριο Φυσικοθε-  
ραπείας

**Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας:**

Η επίδραση της μακροχρόνιας εκτέλεσης μη βαρομεταφερουσών δραστηριοτήτων στον έλεγχο της στάσης του σώματος

**Επιστημονικός Υπεύθυνος:**

Δημήτριος Μανδαλίδης,  
Επ. Καθηγητής, ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ,  
email: [dmndldis@phed.uoa.gr](mailto:dmndldis@phed.uoa.gr),  
τηλ.: 2109702485.

**Ερευνητής:**

Βασίλης Χατζηηλίας,  
Μεταπτυχιακός φοιτητής  
email: [bxatziilias@yahoo.com](mailto:bxatziilias@yahoo.com),  
τηλ. 6972522338

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξεταστεί κατά πόσο ο έλεγχος της στάσης του σώματος επηρεάζεται μεταξύ αθλητριών που ασκούνται συστηματικά σε μη βαρομεταφέρουσες αθλητικές δραστηριότητες (π.χ. κολύμβηση, υδατοσφαίριση), σε βαρομεταφέρουσες αθλητικές δραστηριότητες (π.χ. χειροσφαίριση, καλαθοσφαίριση) καθώς και σε άτομα που δεν ασχολούνται συστηματικά με κάποια αθλητική δραστηριότητα. Η ενασχόληση των αθλητριών με το άθλημά τους, θα πρέπει να είναι μακροχρόνια και συστηματική ενώ θα πρέπει να είναι ακόμα αθλητικά ενεργές την περίοδο που διεξάγεται η μελέτη. Επίσης όλες οι συμμετέχουσες (αθλήτριες και μη) θα πρέπει να απέχουν από εξειδικευμένα προγράμματα ασκήσεων που έχουν ως στόχο την βελτίωση των χαρακτηριστικών που πρόκειται να μελετηθούν (δύναμη μυών και εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού).

Η αξιολόγηση των συμμετεχουσών θα πραγματοποιηθεί σε δύο συνεδρίες συνολικής διάρκειας 2½ ωρών. Στην πρώτη συνεδρία θα γίνει μέτρηση ορισμένων σωματομετρικών δεικτών (π.χ. σωματικό βάρος, ανάστημα) και θα συλλεχθούν πληροφορίες που αφορούν την υγεία των συμμετεχουσών και το επίπεδο της φυσικής τους κατάστασης. Θα πραγματοποιηθεί επίσης αδρή αξιολόγηση του μυοσκελετικού τους συστήματος ώστε να αποκλειστούν παράγοντες (π.χ. χαλαρές αρθρώσεις) που τις καθιστούν μη επιλέξιμες για περαιτέρω συμμετοχή τους στην έρευνα. Στην δεύτερη συνεδρία θα αξιολογηθεί ο χρόνος αντίδρασης μυών του ποδιού (με ηλεκτρομυογράφο), η στατική και δυναμική ισορροπία του σώματος (με ειδικές πλατφόρμες ισορροπίας), το εύρος κίνησης των αρθρώσεων (με γωνιόμετρα) και η μυϊκή δύναμη των μυών του ποδιού (με δυναμόμετρο).

Η μελέτη αυτή διεξάγεται στα πλαίσια ολοκλήρωσης μεταπτυχιακής διατριβής στο Τμήμα Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών. Παρακαλούμε να λάβετε μέρος στην έρευνα συμπληρώνοντας τα παρακάτω στοιχεία έχοντας υπόψη ότι: (i) οι δοκιμασίες που θα συμμετάσχετε είναι ακίνδυνες, (ii) η συμμετοχή σας είναι εθελοντική και οποιαδήποτε στιγμή μπορείτε να αποσυρθείτε από αυτή και (iii) τα στοιχεία που θα συλλεχθούν θα είναι απόρρητα και διαθέσιμα σε εσάς οποιαδήποτε στιγμή.

Ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασίας σας.

Όνοματεπώνυμο:.....

Κινητό τηλ:.....

### **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ**

..../..../201..

Διάβασα την παραπάνω ενημέρωση για την έρευνα που διεξάγεται υπό την αιγίδα του ΤΕΦΑΑ του Πανεπιστημίου Αθηνών, από τον μεταπτυχιακό φοιτητή Βασίλη Χατζηηλία και με υπεύθυνο της έρευνας κ. Δημήτριο Μανδαλίδη και δηλώνω ότι δέχομαι να λάβω μέρος σ' αυτήν. Γνωρίζω ότι η συμμετοχή είναι εθελοντική, γίνεται ανώνυμα, και μπορώ να αποσυρθώ οποιαδήποτε στιγμή.

Η Συμμετέχουσα

.....

Υπογραφή

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.2. - ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

<b>1. ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΓΕΙΑΣ</b>	Άριστη (1) <input type="checkbox"/>	Καλή (2) <input type="checkbox"/>
(i) Διαβαθμίστε την υγεία σας:	Μέτρια (3) <input type="checkbox"/>	Κακή (4) <input type="checkbox"/>
(ii) Είχατε κάποια σημαντική αλλαγή στη ζωή σας τον τελευταίο χρόνο (π.χ. παιδί, γάμος, αλλαγή εργασίας, απώλεια μέλους οικογένειας);	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>	

<b>2. ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ ΥΓΕΙΑΣ/ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ</b>	
<b>A. Κάπνισμα</b>	
(i) Καπνίζετε;	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>
Αν <b>Ναι</b> πόσα τσιγάρα/ημέρα	_____
(ii) Καπνίζατε στο παρελθόν;	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>
Αν <b>Ναι</b> αναφέρατε το έτος διακοπής	_____
<b>B. Αλκοόλ</b>	
(i) Πόσες ημέρες την εβδομάδα πίνετε μπύρα, κρασί ή άλλα αλκοολούχα ποτά, κατά μέσο όρο;	_____
(ii) Αν 1 μπύρα, 1 ποτήρι κρασί ή 1 κοκτέιλ ισοδυναμούν με 1 ποτό, πόσα ποτά, κατά μέσο όρο, πίνετε την ημέρα;	_____
<b>Γ. Άσκηση</b>	
Ασκείστε εκτός των καθημερινών σας δραστηριοτήτων;	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>
Αν <b>Ναι</b> περιγράψτε την άσκηση:	_____
Για πόσα χρόνια ασκείστε:	_____
Πόσους μήνες ανά έτος ασκείστε:	_____
Πόσες ημέρες ανά εβδομάδα ασκείστε:	_____
Πόσες ώρες ανά ημέρα ασκείστε:	_____
<b>Δ. Διατροφικές συνήθειες</b>	
Είστε χορτοφάγος;	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>

<b>3. ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ</b>	Καρδιακή νόσος <input type="checkbox"/>	Οστεοπόρωση <input type="checkbox"/>
Σημειώσατε αν πάσχει ή έπασχε η μητέρα, ο πατέρας, ο αδερφός, η αδερφή, ο θείος, η θεία, ο παππούς ή η γιαγιά σας από κάποια από τις παθήσεις που αναφέρονται.	Υπέρταση <input type="checkbox"/>	Ψυχική νόσος <input type="checkbox"/>
	Εγκεφαλικό <input type="checkbox"/>	Αρθρίτιδα <input type="checkbox"/>
	Διαβήτης <input type="checkbox"/>	Άλλο: _____
	Καρκίνος <input type="checkbox"/>	
Αν <b>ΝΑΙ</b> , παρακαλώ αναφέρετε ποιο μέλος της οικογένειας σας έπασχε από τα παραπάνω είδη παθήσεων:	_____	
Αν <b>ΝΑΙ</b> , παρακαλώ αναφέρετε την ηλικία έναρξης των συμπτωμάτων τους (αν είναι γνωστή):	_____	

<b>4. ΛΗΨΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ</b>	
(i) Παίρνετε συνταγογραφημένα φάρμακα	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>
Αν <b>Ναι</b> , παρακαλώ κατονομάστε τα:	_____
(ii) Πιο παλιά, είχατε πάρει καθόλου φάρμακα για το λόγο για τον οποίο μας επισκέπτεστε;	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>
Αν <b>Ναι</b> , παρακαλώ κατονομάστε τα:	_____
(iii) Παίρνεται βιταμίνες ή άλλα σκευάσματα ενισχυτικά της απόδοσης;	Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>
Αν <b>Ναι</b> , παρακαλώ κατονομάστε τα:	_____

**5. ΛΗΨΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

Λαμβάνετε κάποιο είδος φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης:

Ναι  Όχι

Αν **ΝΑΙ**, αναφέρετε για τι είδους τραυματισμό/ πάθηση:

Αν **ΝΑΙ**, αναφέρετε για πόσο χρονικό διάστημα:

Αν **ΝΑΙ**, παρακαλώ αναφέρετε τι είδους μέσα λαμβάνετε:

**6. ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ** Παρακαλώ σημειώστε αν εί-  
ποτέ:

- Δυσλειτουργία του αιθουσαίου συστήματος
- Βλάβη στο οπτικό σύστημα
- Αρθρίτιδα
- Οστεοπόρωση
- Αγγειακά προβλήματα
- Υψηλή αρτηριακή πίεση
- Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο
- Χαμηλό σάκχαρο αίματος/ υπογλυκαιμία
- Καρκίνο
- Νεφρική Πάθηση
- Έλκος/ παθήσεις στομάχου
- Δερματολογικά προβλήματα
- Μυϊκή δυστροφία
- Επιληψίες
- Προβλήματα ανάπτυξη
- Κατάγματα οστών
- Αιματολογικά προβλήματα
- Καρδιολογικά προβλήματα
- Αναπνευστικά προβλήματα
- Σακχαρώδη Διαβήτη/υψηλό σάκχαρο αίματος
- Κρανιοεγκεφαλική κάκωση

Εάν εμφανίζετε κάποιο από τα παραπάνω, παρακαλώ αναφέρετε:

- (i) Το είδος της πάθησης, του τραυματισμού, της χειρουργικής επέμβασης: \_\_\_\_\_
- (ii) Πότε διαγνώστηκε/ πραγματοποιήθηκε: \_\_\_\_\_
- (iii) Τι συμπτώματα σας προκαλεί: \_\_\_\_\_

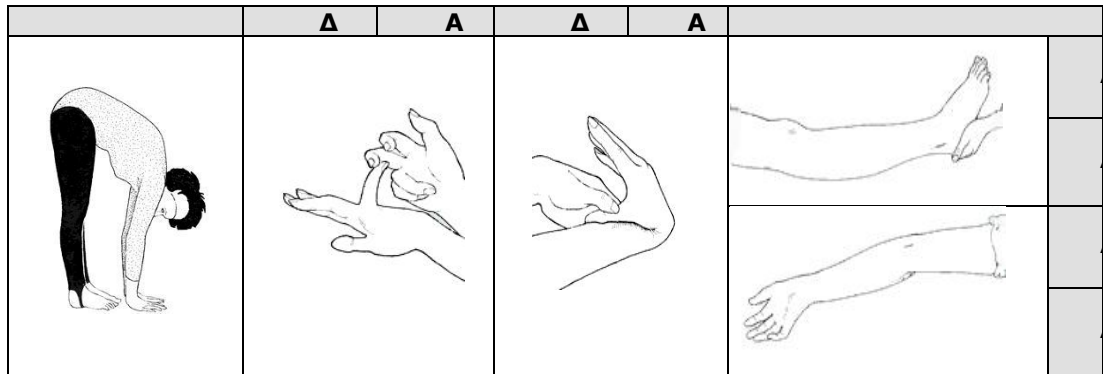
**7. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ**

Χρονολογία τραυματισμού	Ανατομική περιοχή	Πλευρά Δ ή Α	Δραστηριότητα	Μέγεθος τραυματισμού	Περίσταση	Αγωνιστική επιφάνεια
(Σημειώστε μία από επιλογές που παραθέτονται παρακάτω)						
						/

<b>Ανατομικές περιοχές</b>			
<b>Κεφαλή</b> - πρόσωπο - αυτί - μάτι - μύτη - στοματική κοιλότητα - φάρυγγας - λαιμός - στήθος	<b>Άνω άκρο</b> - ώμος - βραχίονας - αγκώνας - πήληξ - άκρα χείρα - δάκτυλα	<b>Σπονδυλική στήλη</b> - αυχενική μοίρα - θωρακική μοίρα - οσφυϊκή μοίρα - ιερό οστό - κόκκυγας - πύελος - περίνεο - κοιλιακή χώρα	<b>Κάτω άκρο</b> - ισχίο - μηρός - γόνατο - κνήμη - ποδοκνημική - άκρος πόδας - δάκτυλα
<b>Δραστηριότητα</b>			
Άγνωστη Από παρεμπόδιση Από σπρώξιμο Πιάσιμο Αναχαίτιση Βουτιά Κατέβασμα (π.χ. ποδήλατο)	Πήδημα Σήκωμα (βάρους) Κλωτσιά Άλμα Από κλωτσιά Κτυπώντας με το κεφάλι Περνώντας εμπόδια	Οπισθοχώρηση Ιππασία Κωπηλασία Τρέξιμο Σκόπευση Κολύμβηση Από επιτάχυνση	Ρίξιμο (π.χ. μπάλας) Πάλη Στροφή Κεφαλιά Σπρώξιμο Γλίστρημα Τρίπλα Άλλο:
<b>Μέγεθος τραυματισμού</b>			
<b>Μικρός τραυματισμός</b> εκτός προπόνησης ή αγώνα 1-7 ημ.	<b>Μεσαίος τραυματισμός</b> εκτός προπόνησης ή αγώνα 8-28 ημ.	<b>Μεγάλος τραυματισμός</b> εκτός προπόνησης αγώνα > 28 ημ.	
<b>Περίσταση</b>			
Αθλητικός τραυματισμός - προπόνηση - αγώνας φιλικός - αγώνας επίσημος	- αγώνας (1 <sup>ο</sup> τέταρτο) - αγώνας (2 <sup>ο</sup> τέταρτο) - αγώνας (3 <sup>ο</sup> τέταρτο) - αγώνας (4 <sup>ο</sup> τέταρτο)	Αποδυτήρια / Λουτρά Ταξίδι της ομάδας Εκτός εποχής προπόνηση	Μη αθλητικός τραυματισμός Ξαφνική εμφάνιση
<b>Τύπος αγωνιστικής επιφάνειας</b>			
Άγνωστος Άσφαλτος Χώμα	Γρασίδι Ξύλο	Τεχνητό γρασίδι Τσιμέντο	Ταρτάν Άλλο:
<b>Κατάσταση αγωνιστικής επιφάνειας</b>			
Ακανόνιστη/υπό επίσκευή Κανονική	Λασπώδης Σκληρή Πάγος	Υγρή ή ολισθηρή Χιονισμένη	Άγνωστη Άλλο:

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.3. - ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ**

**ΧΑΛΑΡΕΣ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ (Κλίμακα Beighton)**



**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΑΣΗΣ (οπίσθια επιφάνεια του εξεταζόμενου/ης)!**

<b>-2</b> Κεφαλή με μεγάλη κλίση A	<b>-1</b> Κεφαλή με μικρή κλίση A	<b>0</b> Κεφαλή στη κατακόρυφη θέση	<b>1</b> Κεφαλή με μικρή κλίση Δ	<b>2</b> Κεφαλή με μεγάλη κλίση Δ
<b>-2</b> A ώμος αρκετά ψηλότερα από τον Δ	<b>-1</b> A ώμος ελαφρώς ψηλότερα από τον Δ	<b>0</b> A και Δ ώμος στο ίδιο ύψος	<b>1</b> Δ ώμος ελαφρώς ψηλότερα από τον A	<b>2</b> Δ ώμος αρκετά ψηλότερα από τον A
<b>-2</b> ΣΣ έντονα κυρτή προς τα A	<b>-1</b> ΣΣ ελαφρώς κυρτή προς τα A	<b>0</b> ΣΣ ευθύγραμμη	<b>1</b> ΣΣ ελαφρώς κυρτή προς τα Δ	<b>2</b> ΣΣ έντονα κυρτή προς τα Δ
<b>-2</b> A λαγόνια ακρολοφία αρκετά ψηλότερα από την Δ	<b>-1</b> A λαγόνια ακρολοφία ελαφρώς ψηλότερα από την Δ	<b>0</b> Δ και A λαγόνια ακρολοφία στο ίδιο ύψος	<b>1</b> Δ λαγόνια ακρολοφία ελαφρώς ψηλότερα από την A	<b>2</b> Δ λαγόνια ακρολοφία αρκετά ψηλότερα από την A

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΔΙΟΥ (FPI-6)**

<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Η κεφαλή του αστραγάλου είναι ψηλαφητή στην έξω πλευρά/αλλά όχι στην έσω	Η κεφαλή του αστραγάλου είναι ψηλαφητή στην έξω πλευρά/ελαφρώς ψηλαφητή στην έσω	Η κεφαλή του αστραγάλου είναι ισομερώς ψηλαφητή στην έξω και στην έσω πλευρά	Η κεφαλή του αστραγάλου είναι ελαφρώς ψηλαφητή στην έξω πλευρά /ψηλαφητή στην έσω	Η κεφαλή του αστραγάλου δεν είναι ψηλαφητή στην έξω πλευρά/ψηλαφητή στην έσω	
<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Η επιφάνεια κάτω από το έξω σφυρό επίπεδη ή κυρτή	Η επιφάνεια κάτω από το έξω σφυρό κοίλη αλλά πιο επίπεδη/πιο ρηχή από την επιφάνεια πάνω από το σφυρό	Οι επιφάνειες πάνω και κάτω από το έξω σφυρό περίπου ίδιου σχήματος	Η επιφάνεια κάτω από το έξω σφυρό ελαφρώς πιο κοίλη από την επιφάνεια πάνω από το σφυρό	Η επιφάνεια κάτω από το έξω σφυρό έντονα πιο κοίλη από την επιφάνεια πάνω από το σφυρό	
<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Περισσότερο από 5° υπτιασμού (ραιβό)	Μεταξύ κάθετης θέσης και 5° υπτιασμού (ραιβό)	Κάθετα	Μεταξύ κάθετης θέσης και 5° πρηνησιμού (βλαισό)	Περισσότερο από 5° πρηνησιμού (βλαισό)	
<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση έντονα κοίλη	Η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση ελαφρώς αλλά οπωσδήποτε κοίλη	Η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση επίπεδη	Η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση ελαφρώς κυρτή	Η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση έντονα κυρτή	
<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Ποδική καμάρα με μεγάλο ύψος και οξεία γωνία με το οπίσθιο πέρας της έσω καμάρας	Ποδική καμάρα με μέτρια ύψος και μικρότερη οξεία γωνία με το οπίσθιο πέρας της έσω καμάρας	Ποδική καμάρα με φυσιολογικό ύψος και καμπυλόγραμμη συγκεντρικά	Ποδική καμάρα με μερική επιπέδωση στο μέσο τμήμα της	Ποδική καμάρα με έντονη επιπέδωση στο μέσο τμήμα της - καμάρα σε επαφή με το έδαφος	
<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Τα έξω δάκτυλα μη ορατά. Τα έσω δάκτυλα σαφώς ορατά	Τα έσω δάκτυλα σαφώς πιο ορατά από τα έξω	Τα έσω και έξω δάκτυλα ισομερώς ορατά	Τα έξω δάκτυλα σαφώς πιο ορατά από τα έσω	Τα έσω δάκτυλα μη ορατά. Τα έξω δάκτυλα σαφώς ορατά	



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.4. - ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ  
ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Baecke)**

<b>ΕΡΓΑΣΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b>	1. Ποια είναι η βασική σας απασχόληση/εργασία:..... <b>α. «Χαμηλού επιπέδου» :</b> π.χ. υπάλληλος, οδηγός, ιδιοκτήτης καταστήματος, δάσκαλος ή φοιτητής <b>β. «Μεσαίου επιπέδου» :</b> π.χ. υπάλληλος εργοστασίου, υδραυλικός, ξυλουργός <b>γ. «Υψηλού επιπέδου» :</b> π.χ. εργάτης σε αποβάθρες, οικοδόμος	
	2. Στη δουλειά κάθομαι:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/>
	3. Στη δουλειά στέκομαι:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/>
	4. Στη δουλειά περπατώ:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/>
	5. Στη δουλειά σηκώνω βαριά φορτία:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πολύ συχνά <input type="checkbox"/>
	6. Μετά τη δουλειά είμαι κουρασμένος/η:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/>
	7. Στη δουλειά ιδρώνω:	Πολύ συχνά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Ποτέ <input type="checkbox"/>
	8. Σε σύγκριση με άλλα άτομα της ηλικίας μου πιστεύω ότι η δουλειά μου είναι σωματική:	Πολύ συχνά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Ποτέ <input type="checkbox"/>
<b>ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b>	9. Ασχολείστε με αθλήματα ; <b>Ναι/ Όχι</b> <b>Αν Ναι :</b> Με ποιο άθλημα ασχολείστε πιο συχνά; Με ποια ένταση; Πόσες ώρες την εβδομάδα; Πόσους μήνες το χρόνο;	
	..... Χαμηλή <input type="checkbox"/> , μέτρια <input type="checkbox"/> , υψηλή <input type="checkbox"/> <1 <input type="checkbox"/> , 1-2 <input type="checkbox"/> , 2-3 <input type="checkbox"/> , 3-4 <input type="checkbox"/> , >4 <input type="checkbox"/> <1 <input type="checkbox"/> , 1-3 <input type="checkbox"/> , 4-6 <input type="checkbox"/> , 7-9 <input type="checkbox"/> , >9 <input type="checkbox"/>	
	Ασχολείστε με κάποιο δεύτερο άθλημα: <b>Αν Ναι</b> ποιο άθλημα είναι αυτό; Με ποια ένταση; Πόσες ώρες την εβδομάδα; Πόσους μήνες το χρόνο;	
	..... Χαμηλή <input type="checkbox"/> μέτρια <input type="checkbox"/> υψηλή <input type="checkbox"/> <1 <input type="checkbox"/> , 1-2 <input type="checkbox"/> , 2-3 <input type="checkbox"/> , 3-4 <input type="checkbox"/> , >4 <input type="checkbox"/> <1 <input type="checkbox"/> , 1-3 <input type="checkbox"/> , 4-6 <input type="checkbox"/> , 7-9 <input type="checkbox"/> , >9 <input type="checkbox"/>	
	10. Σε σύγκριση με άλλα άτομα της ηλικίας μου πιστεύω ότι η φυσική μου δραστηριότητα στον ελεύθερο χρόνο μου είναι:	
	Πολύ περισσότερη <input type="checkbox"/> Περισσότερη <input type="checkbox"/> Η ίδια <input type="checkbox"/> Λιγότερη <input type="checkbox"/> Πολύ λιγότερη <input type="checkbox"/>	
<b>ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΡΟΝΟΥ</b>	11. Στον ελεύθερο χρόνο μου ιδρώνω:	Πολύ συχνά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Ποτέ <input type="checkbox"/>
	12. Στον ελεύθερο χρόνο μου ασχολούμαι με αθλήματα:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πολύ συχνά <input type="checkbox"/>
	13. Στον ελεύθερο χρόνο μου παρακολουθώ τηλεόραση:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πολύ συχνά <input type="checkbox"/>
	14. Στον ελεύθερο χρόνο μου περπατώ:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πολύ συχνά <input type="checkbox"/>
	15. Στον ελεύθερο χρόνο μου ποδηλατώ:	Ποτέ <input type="checkbox"/> Σπάνια <input type="checkbox"/> Περιστασιακά <input type="checkbox"/> Συχνά <input type="checkbox"/> Πολύ συχνά <input type="checkbox"/>
	16. Πόσα λεπτά την ημέρα περπατάτε και/ ή ποδηλατείτε προς και από τη δουλειά, σχολείο, ψώνια;	<5 <input type="checkbox"/> 5-15 <input type="checkbox"/> 15 -30 <input type="checkbox"/> 30-45 <input type="checkbox"/> >45 <input type="checkbox"/>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.5. - ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΔΟΠΛΕΥΡΙΚΟΤΗΤΑΣ (WFQ-R)

**ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ:** Μην απαντήσεις απλά στην κάθε ερώτηση, αλλά προσπάθησε πρώτα να φανταστείς τον εαυτό σου να εκτελεί την κάθε δραστηριότητα. Σε κάθε ερώτηση επέλεξε μόνο μια από τις πέντε απαντήσεις

1. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να κλωστήσεις μια ακίνητη μπάλα σε έναν στόχο ευθεία μπροστά σου;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
2. Εάν έπρεπε να σταθείς σε ένα πόδι, ποιο πόδι θα ήταν αυτό;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
3. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες, για να στρώσεις την άμμο στην παραλία;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
4. Εάν έπρεπε να ανέβεις πάνω σε μια καρέκλα, ποιο πόδι θα έβαζες πρώτο πάνω στην καρέκλα;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
5. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες, για να πατήσεις ένα γρήγορα κινούμενο έντομο;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
6. Εάν έπρεπε να ισορροπήσεις στο ένα πόδι πάνω σε μια γραμμή τρένου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
7. Εάν ήθελες να σηκώσεις ένα βόλο με τα δάχτυλα του ποδιού σου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
8. Εάν έπρεπε να κάνεις κουτσό με το ένα πόδι, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
9. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες, για να μπορέσεις να χώσεις ένα φτυάρι μέσα στο έδαφος;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
10. Όταν κάποιος στέκεται όρθιος σε θέση ανάπαυσης, αρχικά βάζει το περισσότερο από το βάρος του σώματός του σε ένα πόδι, αφήνοντας το άλλο ελαφρά λυγισμένο. Σε ποιο πόδι θα έβαζες το περισσότερο βάρος σου πρώτα;	Πάντα αριστερό <input type="checkbox"/> , Συνήθως αριστερό <input type="checkbox"/> , Εξίσου και τα δύο <input type="checkbox"/> , Συνήθως δεξί <input type="checkbox"/> , Πάντα δεξί <input type="checkbox"/>		
11. Υπάρχει κάποιος λόγος (π.χ. τραυματισμός) που έχει αλλάξει την προτίμηση του ποδιού σου σε κάποια από τις παραπάνω δραστηριότητες; <b>Ναι</b> <input type="checkbox"/> <b>Όχι</b> <input type="checkbox"/>			
12. Σου έχει ποτέ δοθεί ειδική προπόνηση ή ενθάρρυνση, για να χρησιμοποιείς συγκεκριμένο πόδι σε συγκεκριμένες δραστηριότητες; <b>Ναι</b> <input type="checkbox"/> <b>Όχι</b> <input type="checkbox"/>			
13. Εάν απάντησες ΝΑΙ σε κάποια από τις ερωτήσεις 11 ή 12 παρακαλώ εξηγήστε			
<b>ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΝΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΞΕΤΑΣΤΗ/ΣΤΡΙΑ</b>			
ΚΥΡΙΑΡΧΟ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟ (επιδέξιο) (κατά Elias)	<b>Δ</b> <b>A</b>	ΚΥΡΙΑΡΧΟ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟ (στηρικτικό) (κατά Elias)	<b>Δ</b> <b>A</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.6. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Στα πλαίσια της πρότασης της μεταπτυχιακής διατριβής πραγματοποιήθηκε πιλοτική μελέτη. Σε αυτή συμμετείχαν 8 θήλεις, από τις οποίες τέσσερις ( $20.5 \pm 1.1$  έτη) ήταν αθλήτριες του υγρού στίβου και τέσσερις ( $22.2 \pm 1.5$  έτη) συμπεριλήφθηκαν στην ομάδα ελέγχου. Επίσης σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την ίδια κατά προσέγγιση ώρα.

### Στατιστική ανάλυση

Η ομοιογένεια της διασποράς των εξαρτημένων μεταβλητών καθορίστηκε με τη μέθοδο Levene. Η εξέταση της διαφοράς μεταξύ των μέσων τιμών των μεταβλητών: (i) χρόνος αντίδρασης μακρού περνιαίου μυός, (ii) στατική ισορροπία, (iii) δυναμική ισορροπία, (iv) ισομετρική δύναμη των μυών του ποδιού και (v) εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ποδιού έγινε με τον έλεγχο t (Independent samples T - test). Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το  $p < 0.05$ , ενώ για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων SPSS, έκδοση 20.0 (IBM® SPSS® Statistics, USA).

### Αποτελέσματα πιλοτικής μελέτης

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πιλοτικής μελέτης βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μόνο κατά την εξέταση της ισομετρικής δύναμης των μυών του ποδιού, με τις αθλήτριες του υγρού στίβου να υπερτερούν έναντι της ομάδας ελέγχου στους ραχιαίους καμπτήρες μύες της ποδοκνημικής άρθρωσης και στους πρηνιστές και υπτιαστές μύες της υπαστραγαλικής άρθρωσης.