



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΑΣΙΚΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΒΑΣΙΚΗ ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΤΗΣ ΑΚΡΟΒΑΤΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ»

Αχιλία Αργυρώ

Επιβλέπουσα: Ελισσάβετ Ρουσάνογλου

Καθηγήτρια Αθλητικής Βιομηχανικής

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2024

© Πνευματικά Δικαιώματα

Αχιλιά Αργυρώ

Ελισσάβετ Ρουσάνογλου (επιβλέπουσα)

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή μου εργασία και κλείνοντας την πρώτη, για εμένα, επιστημονική έρευνα θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους που συνέβαλαν ρητά στο τελικό αυτό αποτέλεσμα.

Πρώτη απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής μου εργασίας, κυρία Ρουσάνογλου Ελισσάβετ. Η ενθάρρυνση και η παρότρυνση της για την επιλογή και υλοποίηση του θέματος της εργασίας ήταν πολύ σημαντική και μου έδωσε μεγάλο κίνητρο να το ολοκληρώσω. Η καλή συνεργασία μας, η επικοινωνία, η θετικότητα και η ανοιχτή πάντα σκέψη της συνέβαλε σε μεγάλο βαθμό στην επιτυχή ολοκλήρωση της έρευνας και την ευχαριστώ θερμά για την βοήθεια της.

Ακολούθως δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω την διδακτορική φοιτήτρια και ταυτόχρονα φίλη και συνάδελφο μου Εμμανουήλ Αναλίνα για όλη την στήριξη, πίστη, βοήθεια και υπομονή που μου έδειξε καθ' όλη την πορεία της εργασίας. Από την αρχή της ιδέας του θέματος μέχρι και το τέλος ήταν μαζί μου και την ευχαριστώ πολύ που ήταν δίπλα μου με όλους αυτούς τους τρόπους.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Κωνσταντίνο και Βασιλική, όπως και όλους τους αγαπημένους συγγενείς και φίλους που ήταν κοντά μου, ο καθένας με τον δικό του τρόπο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η στατική σταθερότητα είναι καίριας σημασίας στην αγωνιστική ακροβατική γυμναστική όπου επιδιώκεται ισορροπία ενιαίου συστήματος μαζών, όπως στην άσκηση «πυραμίδα». Σκοπός της εργασίας ήταν να διερευνήσει το ρόλο της σωματικής μάζας (ΣΜ) της αθλήτριας ανάβασης (κορυφή-Κ) και της τοποθέτησης των ποδιών της αθλήτριας υποστήριξης (Βάση-Β) στη στατική σταθερότητα κατά την ακροβατική άσκηση της «βασικής πυραμίδας».

Μέθοδος: Πέντε αθλήτριες βάσης και δύο αθλήτριες κορυφής (ηλικίας 7 έως 16 ετών, όλες από τον ίδιο αθλητικό σύλλογο, με εμπειρία σε αγώνες Ακροβατικής Γυμναστικής, ΣΜ κορυφών στο άνω και κάτω όριο του εύρους ΣΜ των αντίστοιχων αθλητριών του συλλόγου) εκτέλεσαν προσπάθειες της άσκησης βασική πυραμίδα (ΠΥΡ) σε 3 συνθήκες (ελεύθερη Β: ΕΒ, ΠΥΡ-Κ1, ΠΥΡ-Κ2) (3 προσπάθειες ανά συνθήκη, 20 δευτ. ανά προσπάθεια). Όλες οι συνθήκες, εκτελέσθηκαν σε δύο τοποθετήσεις ποδιών της αθλήτριας βάσης, την παράλληλη και την ευθύγραμμη. Η στατική σταθερότητα ελέγχθηκε μέσω της γραμμικής επιτάχυνσης της δεξιάς και αριστερής κνήμης (αδρανειακοί αισθητήρες Xsens, MT Manager έκδοση 4.6.5, 100 Hz, τοποθέτηση στο ΚΜ κάθε κνήμης). Η στατιστική ανάλυση έγινε με το λογισμικό SPSS 28.0 ($p \leq 0.05$).

Αποτελέσματα: Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά γραμμικής επιτάχυνσης μεταξύ δεξιάς και αριστερής κνήμης ($p > 0.05$). Για το επιταχυνσιακό άθροισμα δεξιάς και αριστερής κνήμης, και στις δύο τοποθετήσεις ποδιών, σημαντική διαφορά εντοπίζεται στη σύγκριση ΕΒ με ΠΚ1 και ΠΚ2 ($p \leq 0.05$) καθώς και μεταξύ ΠΚ1 και ΠΚ2 ($p \leq 0.05$) (ΠΚ2, υψηλότερη επιτάχυνση). Η διαφορά μεταξύ τοποθετήσεων ποδιών εμφανίσθηκε μικρότερη στην ΠΚ1 ($p \leq 0.05$).

Συμπεράσματα: Η σταθερότητα των βάσεων κατά την ισορροπία στην ακροβατική άσκηση της πυραμίδας φαίνεται να μειώνεται όταν η αθλήτρια ανάβασης έχει μεγαλύτερη μάζα και κατά την ευθύγραμμη συγκριτικά με την παράλληλη τοποθέτηση ποδιών από την αθλήτρια υποστήριξης. Η διαφορά μεταξύ τοποθέτησης ποδιών είναι μικρότερη όταν η πυραμίδα δημιουργείται από αθλήτρια μικρότερης σωματικής μάζας.

Λέξεις κλειδιά: ισορροπία, ορθοστατικός έλεγχος, βάση στήριξης, αδρανειακοί αισθητήρες

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	viii

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σημασία της έρευνας.....	9
1.2. Σκοπός της έρευνας.....	10
1.3. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	10
1.4. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις.....	10
1.4.1. Ερευνητικά ερωτήματα.....	10
1.4.2. Ερευνητικές υποθέσεις.....	10
1.5. Μεταβλητές.....	11
1.5.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές.....	11
1.5.2. Εξαρτημένες Μεταβλητές.....	11
1.6 Οριοθέτηση.....	11
1.7.Διευκρίνιση όρων.....	11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Η έννοια της ισορροπίας.....	13
2.2. Η έννοια της σταθερότητας.....	14
2.3. Σταθερότητα και εξωτερική επιβάρυνση.....	15
2.3.1. Μεταβολή σταθερότητας και επίδραση από εξωτερικά φορτία.....	15
2.3.2. Μεταβολή σταθερότητας με βάση το ύψος εξωτερικών φορτίων και την τοποθέτηση της βάσης στήριξης.....	16
2.4. Ακροβατική Γυμναστική.....	17

2.4.1. Διευκρίνιση αντικειμένου και τρόπος αξιολόγησης.....	17
2.4.2 Ακροβατική: Ατομική – Ομαδική Ισορροπία.....	19
2.4.3. Ακροβατικές πυραμίδες και τοποθέτηση ποδιών βάσης.....	21
2.5. Μέθοδοι αξιολόγησης στατικής σταθερότητας στις ακροβατικές πυραμίδες.....	2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ III

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Δείγμα.....	23
3.2. Όργανα μέτρησης.....	23
3.2.1. Συλλογή κινηματικών δεδομένων – επιταχυνσιομέτρηση.....	23
3.2.2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	24
3.3 Πειραματική διαδικασία.....	25
3.3.1. Δοκιμασίες μέτρησης στατικής σταθερότητας.....	27
3.4. Επεξεργασία και Ανάλυση Επιταχυνσιομέτρησης.....	29
3.5. Στατιστική Ανάλυση.....	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Σύγκριση Μεταξύ Δεξιού και Αριστερού Κάτω Άκρου.....	32
4.2. Σύγκριση μεταξύ Ελεύθερης Βάσης με κάθε Πυραμίδα και Μεταξύ Πυραμίδων για ίδια Τοποθέτηση Ποδιών.....	33
4.3. Σχετικοποιημένη Σύγκριση μεταξύ Πυραμίδων για ίδια Τοποθέτηση Ποδιών.....	4
4.4. Σύγκριση μεταξύ Τοποθέτησης Ποδιών για την ίδια Πυραμίδα.....	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. Σύγκριση Μεταξύ Δεξιού και Αριστερού Κάτω Άκρου.....	38
5.2. Σύγκριση μεταξύ Ελεύθερης Βάσης με κάθε Πυραμίδα και Μεταξύ Πυραμίδων για ίδια Τοποθέτηση Ποδιών.....	38

5.3. Σύγκριση μεταξύ Τοποθέτησης Ποδιών για την ίδια Πυραμίδα.....	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	42
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	46
ΠΑΡ-1. Έντυπο έγκρισης από την επιτροπή δεοντολογίας.....	47
ΠΑΡ-2. Έντυπο συγκατάθεσης των δοκιμαζόμενων.....	48
ΠΑΡ-3. Πρωτόκολλο μετρήσεων	51

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1. Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης (COP) κατά μήκος του προσθιοπίσθιου και του μεσοπλάγιου (δεξιά-αριστερά) άξονα ενός κατά την ήρεμη στάση. Η μέση θέση του COP απεικονίζεται με μια τελεία. (Allard et al., 2001) <https://doi.org/10.1080/03014460110047946>

Εικόνα 2.2. Σχέση μεταξύ βάσης στήριξης (BoS), γραμμή βαρύτητας και σταθερότητα. (Pollock et al., 2000) <https://doi.org/10.1080/03014460110047946>

Εικόνα 2.3. Δοκιμασμένες θέσεις ποδιών. Οι παχιές γραμμές περιγράφουν την περιοχή της βάσης στήριξης. Το πλάτος και το μήκος της βάσης βασίζονται στο πλάτος των ώμων και στο μήκος του ποδιού ενός ατόμου. (Α) Παράλληλη τοποθέτηση, (Β) Ακραία θέση παράλληλης τοποθέτησης, (Γ) Ευθύγραμμη τοποθέτηση, (Δ) Ακραία θέση ευθύγραμμης τοποθέτησης. (Holbein & Chaffin, 1997) <https://doi.org/10.1518/001872097778827160>

Εικόνα 3.1. Αδρανειακός αισθητήρας επιταχυνσιόμετρησης (Xsens, MT Manager) με απεικόνιση του συστήματος συντεταγμένων και των γωνιών Euler(Roll, Pitch, και Yaw). Άξονες μέτρησης: προσθιοπίσθιος οριζόντιος άξονας (Z), πλάγιος οριζόντιος άξονας (X), κατακόρυφος άξονας (Y).

Εικόνα 3.2. Σχηματική απεικόνιση των δύο τοποθετήσεων ποδιών για την αθλήτρια υποστήριξης/βάσης.

Εικόνα 3.3. Τοποθέτηση αθλήτριας υποστήριξης για τη συνθήκη Ελεύθερης Βάσης σε παράλληλη τοποθέτηση ποδιών (αριστερά) και τοποθέτηση αθλητριών υποστήριξης και ανάβασης για τη συνθήκη ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ σε παράλληλη (κέντρο) και ευθύγραμμη (δεξιά) τοποθέτηση ποδιών.

Εικόνα 3.4. Ενδεικτική γραφική απεικόνιση δεδομένων πρωτογενούς σήματος, πλάγιας, προσθιοπίσθιας και κατακόρυφης γραμμικής επιτάχυνσης για τη δεξιά κνήμη στην παράλληλη και ευθύγραμμη τοποθέτηση κατά τη συνθήκη ελεύθερης βάσης.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1. Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση των χαρακτηριστικών ερευνητικού δείγματος (βάσεις και κορυφές)

Πίνακας 3.2. Μέση τιμή και η τυπική απόκλιση κάθε διάστασης της επιφάνειας που ορίζει το περίγραμμα τοποθέτησης ποδιών, καθώς και η ποσοστιαία αύξηση κάθε διάστασης (μήκος, πλάτος) στην ευθύγραμμη τοποθέτηση (αναφορική τοποθέτηση η παράλληλη).

Πίνακας 4.1. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της στατικής σταθερότητας για δεξί και αριστερό κάτω άκρο ανά συνθήκη τοποθέτησης ποδιών (παράλληλη-προσθιοπίσθια), για την προσθιοπίσθια (AP), την πλάγια (ML), την κατακόρυφη (Vert) γραμμική επιτάχυνση και τη συνισταμένη αυτής (Res).

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της γραμμικής επιτάχυνσης ανά κατεύθυνση και ως συνισταμένη, για κάθε συνθήκη πυραμίδας. Οι ενδοζευγικές συγκρίσεις αφορούν α) τη σύγκριση μεταξύ ελεύθερης βάσης (B) και κάθε πυραμίδας (ΠΥΡ-K1 και ΠΥΡ-K2), β) και μεταξύ των δύο πυραμίδων (ΠΚ1 έναντι ΠΚ2).

Γράφημα 4.2. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του λόγου γραμμικής επιτάχυνσης κάθε πυραμίδας ως προς αυτή της ελεύθερης βάσης, ανά κατεύθυνση και για τη συνισταμένη αυτών, για κάθε συνθήκη πυραμίδας. Οι ενδοζευγικές συγκρίσεις αφορούν τη σύγκριση μεταξύ των δύο πυραμίδων (ΠΥΡ-K1 έναντι ΠΥΡ-K2). *σημαντική διαφορά για $p \leq 0.05$.

Γράφημα 4.3. Μέση ποσοστιαία διαφορά γραμμικής επιτάχυνσης της ευθύγραμμης τοποθέτησης ως προς την παράλληλη τοποθέτηση (100%) για κάθε μία από τις τρεις κατευθύνσεις της γραμμικής επιτάχυνσης και για τη συνισταμένη αυτών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σημασία της έρευνας

Η ισορροπία και η σταθερότητα αποτελούν θεμελιώδης ικανότητα του ανθρώπινου οργανισμού αλλά συχνά η έννοια τους συγχέεται. Πιο συγκεκριμένα, με το όρο ισορροπία κάνουμε λόγο για την κατάσταση στην οποία όλες οι δυνάμεις που εφαρμόζονται στο σώμα εξισορροπούνται ώστε το κέντρο μάζας να ελέγχεται σε σχέση με τη βάση στήριξης είτε σε μια συγκεκριμένη θέση είτε κατά τη διάρκεια των κινήσεων (Horak et al., 1997). Με τον όρο σταθερότητα, κάνουμε εξειδικευμένη μνεία στην ικανότητα ελέγχου της μετατόπισης της γραμμής βαρύτητας, χωρίς τελικά το αντικείμενο να οδηγηθεί σε μετατόπιση λόγω πλήρους αστάθειας (Pollock et al., 2000).

Η ορθοστατική ισορροπία και η διατήρηση της σταθερότητας του σώματος είναι καίριας σημασίας για όλες τις εκφάνσεις της καθημερινότητας και των αναγκών του ανθρώπου. Για να μπορέσει να βαδίζει, να τρέχει, να εργάζεται, να αθλείται κλπ. είναι απαραίτητο να βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας.

Στο ανθρώπινο σώμα δρουν, ωστόσο, διαρκώς δυνάμεις οι οποίες τείνουν να του προκαλούν αστάθειες, ανισορροπίες μέσω ταλαντώσεων της στάσης. Σε αυτήν περίπτωση ενεργοποιείται το σύστημα ορθοστατικού ελέγχου που αποτρέπει την απώλεια ισορροπίας (Opala- Berdzik et al., 2018). Ο ορθοστατικός έλεγχος ορίζεται ως η πράξη διατήρησης ή αποκατάστασης της ισορροπίας κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε στάσης ή δραστηριότητας και επιτυγχάνεται μέσω της ενεργοποίησης του αιθουσαίου και σωματοαισθητηριακού συστήματος. Το αιθουσαίο και σωματοαισθητηριακό σύστημα αντιλαμβάνονται τις γραμμικές και γωνιακές επιταχύνσεις, τη θέση και την ταχύτητα όλων των τμημάτων του σώματος καθώς και την επαφή τους (κρούση) με εξωτερικά αντικείμενα (Winter, 1995).

Οι έννοιες της ισορροπίας και του ελέγχου της ανθρώπινης κίνησης είναι αναπόσπαστα και θεμελιώδη και στο τομέα του αθλητισμού. Στα αθλήματα της γυμναστικής θεωρείται ως καίριο και αναπόσπαστο μέρος για την ασφάλεια, βελτίωση και επιτυχία καλών επιδόσεων σε αθλητικές ρουτίνες (Pollock et al., 2000). Στα αθλήματα γυμναστικής συμπεριλαμβάνεται και η ακροβατική γυμναστική, η οποία πρόκειται για ομαδικό άθλημα που συμπεριλαμβάνει στοιχεία ενόργανης γυμναστικής, χορού και ακροβατικών πυραμίδων. Έχει ως βασικά θεμελιώδη στοιχεία τον σχηματισμό ανθρώπινων πυραμίδων, την εκτέλεση ακροβατικών, στοιχείων δύναμης, ευελιξίας και ισορροπίας, καθώς και τη μετακίνηση στον χώρο εκτελώντας χορευτικά στοιχεία και άλματα ως συστατικό της χορογραφίας (Gutiérrez-Sánchez et al.,

2019). Βασικό διαφοροποιητικό στοιχείο του αθλήματος είναι οι ρόλοι στους οποίους διακρίνονται οι αθλητές που αποτελούν την ομάδα, όπως βέβαια και η απαίτηση συνεργασίας μεταξύ των εταίρων (είτε σε ζευγάρια είτε σε ομάδες) για σχηματισμό πυραμίδων ως μέρος αγωνιστικής ρουτίνας.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εξετάσει πως και πόσο επηρεάζεται η στασική σταθερότητα των αθλητριών κατά την εκτέλεση ακροβατικής πυραμίδας. Ο έλεγχος της ισορροπίας εξετάστηκε με την χρήση αδρανειακών αισθητήρων. Επιλέχθηκε η εκτέλεση της ακροβατικής άσκησης ανάβασης και στάσης στους ώμους, ως η πιο βασική ακροβατική πυραμίδα στο άθλημα της ακροβατικής.

1.2. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει την στασική σταθερότητα αθλητριών ακροβατικής γυμναστικής, μέσω της μεταβολής της επιτάχυνσης (RMS), κατά την εκτέλεση βασικής ακροβατικής άσκησης ισορροπίας (ανάβαση-στάση στους ώμους).

1.3. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Το ερευνητικό πρόβλημα, το οποίο διερευνάται στην παρούσα εργασία, είναι η στασική σταθερότητα αθλητριών ακροβατικής που βρίσκονται στον ρόλο της υποστήριξης (B) και κατά πόσο αυτή επηρεάζεται από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο του αναβάτη (K), καθώς και αν και πόσο επηρεάζεται από την διαφορετική διάταξη των ποδιών των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο της υποστήριξης (B) (παράλληλη ή ευθύγραμμη).

1.4. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

1.4.1. Ερευνητικά ερωτήματα

- Επηρεάζεται η στασική σταθερότητα των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο της υποστήριξης (B) από τη σωματική μάζα των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο του αναβάτη (K);
- Επηρεάζεται η στασική σταθερότητα των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο της υποστήριξης (B) από την διαφορετική διάταξη των ποδιών τους (παράλληλη ή ευθύγραμμη);

1.4.2. Ερευνητικές υποθέσεις

- Η στασική σταθερότητα των αθλητριών υποστήριξης (B) θα διαταραχθεί λιγότερο όταν η σωματική μάζα των αθλητριών ανάβασης είναι μικρότερη, παρά όταν είναι μεγαλύτερη.

- Καλύτερη στατική σταθερότητα των αθλητριών υποστήριξης, μέσω των μικρότερων διακυμάνσεων της γραμμικής επιτάχυνσης, θα είναι καλύτερη στην παράλληλη τοποθέτηση των ποδιών συγκριτικά με την ευθύγραμμη.

1.5. Μεταβλητές

1.5.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές, κατά την εκτέλεση της βασικής ακροβατικής άσκησης ισορροπίας (ανάβαση-στάση στους ώμους) είναι η σωματική μάζα των αθλητριών ανάβασης (K) και η διάταξη των ποδιών των αθλητριών υποστήριξης (B).

1.5.2. Εξαρτημένες Μεταβλητές

Η εξαρτημένη μεταβλητή, είναι η αλλαγή της γραμμικής επιτάχυνσης των αθλητριών υποστήριξης (βάση), κατά την εκτέλεση της βασικής ακροβατικής άσκησης ισορροπίας (ανάβαση-στάση στους ώμους).

1.6. Οριοθέτηση

Η έρευνα αφορά νεαρές αθλήτριες ηλικίας από 8 έως 16 ετών, που φέρουν επίσημο δελτίο αθλητή Ακροβατικής Γυμναστικής στην Ελληνική Γυμναστική Ομοσπονδία.

1.7. Διευκρίνηση όρων

Ευθύγραμμη διάταξη: Με τον όρο ευθύγραμμη διάταξη, γίνεται λόγος στην τοποθέτηση των ποδιών των αθλητριών υποστήριξης (B), κατά την οποία τοποθετείται το προτιμώμενο πόδι της κάθε αθλήτριας πιο μπροστά από το μη προτιμώμενο, στην επιθυμητή για εκείνη απόσταση. Η τοποθέτηση δεν είναι τυπικά ευθύγραμμη, δηλαδή δεν είναι και τα δύο πόδια τοποθετημένα στην ίδια ευθεία γραμμή (η πρόταση του προτιμώμενου ποδιού είναι μπροστά και ελαφρώς πλάγια του μη προτιμώμενου), αλλά υιοθετήθηκε αυτός ο όρος σε αντιδιαστολή με την παράλληλη τοποθέτηση.

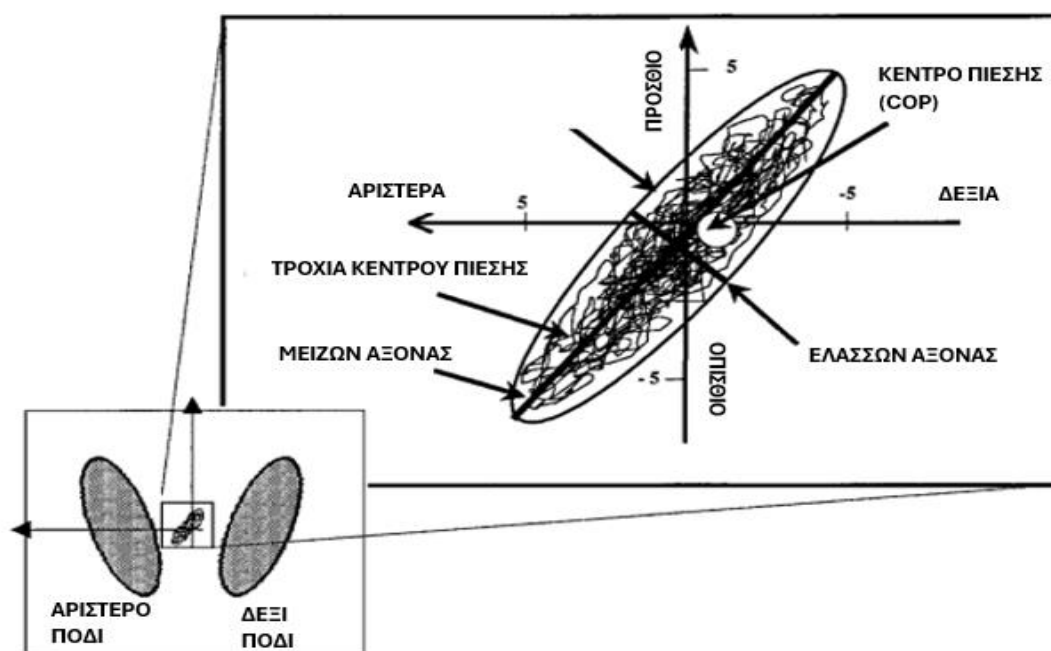
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

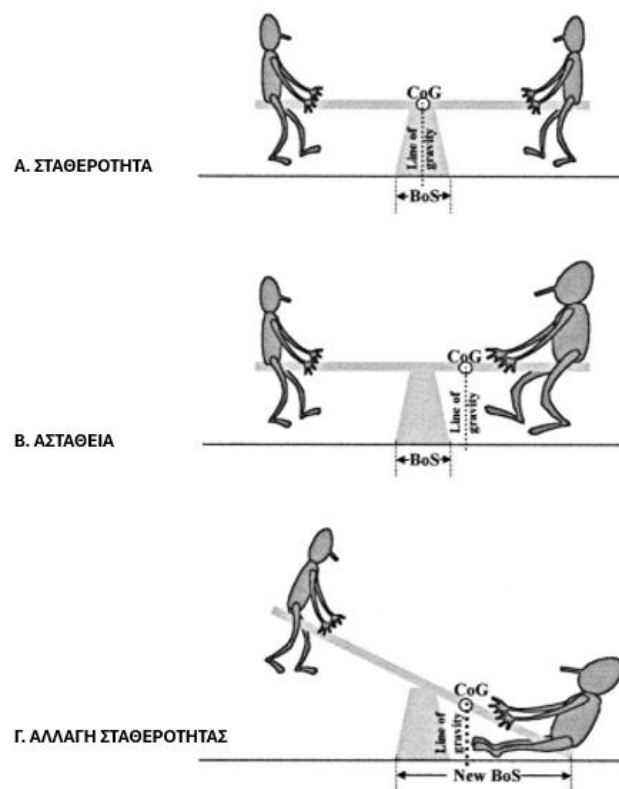
2.1. Η έννοια της ισορροπίας

Ο όρος ισορροπία, όπως χρησιμοποιείται στη μηχανική, ορίζεται ως η κατάσταση ενός αντικειμένου όταν οι ενέργειες φόρτισης που ενεργούν πάνω του είναι μηδέν (Πρώτη Νόμος Νεύτωνα). Η ικανότητα ενός αντικειμένου να ισορροπεί σχετίζεται με τη θέση του κέντρου μάζας και το εμβαδόν της βάσης στήριξης (Pollock et al., 2000).

Ορθοσταστική ισορροπία επέρχεται όταν όλες οι δυνάμεις που δρουν στο σώμα είναι ισορροπημένες, έτσι ώστε η μετατόπιση του κέντρου πίεσης (COP) (Εικόνα 2.1) να ελέγχεται σε σχέση με τη βάση στήριξης σε μια συγκεκριμένη θέση ή κατά την διάρκεια κινήσεων (Horak et al., 1997). Για να συμβεί αυτό υιοθετείται μια σταθερή και ενεργητική στάση, στην οποία τα τμήματα του σώματος είναι ευθυγραμμισμένα κάθετα μεταξύ τους και είναι σημαντική βάση για την πρόληψη των ανεπαρκειών της στάσης του σώματος (Ludwig et al., 2020) (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1. Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης (COP) κατά μήκος του προσθιοπίσθιου και του μεσοπλάγιου (δεξιά-αριστερά) άξονα ενός κατά την ήρεμη στάση. Η μέση θέση του COP απεικονίζεται με μια τελεία. (Allard et al., 2001)
<https://doi.org/10.1080/03014460110047946>



Εικόνα 2.2. Σχέση μεταξύ βάσης στήριξης (BoS), γραμμή βαρύτητας και σταθερότητα. (Pollock et al., 2000)
<https://doi.org/10.1080/03014460110047946>

Για την διατήρηση της θέσης ισορροπίας πραγματοποιείται διαρκώς ταχεία, συνεχής ανάδραση από οπτικές, αιθουσαίες και σωματοαισθητηριακές δομές ώστε να εκτελεστούν ακολούθως ομαλές και συντονισμένες νευρομυϊκές ενέργειες και το υποκείμενο να παραμείνει σε κατάσταση ισορροπίας (Hrysomallis, 2011). Πιο συγκεκριμένα, οι δομές αυτές είναι οι δομές του αιθουσαίου συστήματος, που αισθάνεται γραμμικές και γωνιακές επιταχύνσεις,

καθώς και του σωματοαισθητηριακό σύστημα, το οποίο πρόκειται για ένα πλήθος αισθητήρων που αισθάνονται τη θέση και την ταχύτητα όλων των τμημάτων του σώματος, την επαφή τους (κρούση) με εξωτερικά αντικείμενα (συμπεριλαμβανομένων το έδαφος), και τον προσανατολισμό της βαρύτητας (Winter, 1995).

Ωστόσο δρουν διαρκώς, πάνω στο ανθρώπινο σώμα, αποσταθεροποιητικές δυνάμεις, οι οποίες προκαλούν ταλαντώσεις στην στάση κατά την ήρεμη ορθοστασία. Σε αυτήν περίπτωση ενεργοποιείται το σύστημα ελέγχου της στάσης που αποτρέπει την απώλεια ισορροπίας (Opala-Berdzik et al., 2018). Ο ορθοστατικός έλεγχος ορίζεται ως η πράξη διατήρησης ή αποκατάστασης της ισορροπίας κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε στάσης ή δραστηριότητας. Οι στρατηγικές ορθοστατικού ελέγχου μπορεί να είναι είτε προγνωστικές (εκούσια κίνηση ή αύξηση της μυϊκής δραστηριότητας λόγω πρόβλεψης διαταραχής) είτε να πραγματοποιείται κίνηση ή μυϊκή απόκριση μετά από ένα απρόβλεπτη διαταραχή (Pollock et al., 2000). Το σύστημα ορθοστατικού ελέγχου φέρει τους ίδιους μηχανισμούς νευρομυϊκού ελέγχου κάτω από ήσυχες και δυναμικές συνθήκες. Είναι περίπλοκο και περιλαμβάνει πολλαπλά αισθητήρια συστήματα και κινητικά στοιχεία (Lauk et al., 1998).

Ο έλεγχος της ισορροπίας μπορεί να θεωρηθεί ως μια θεμελιώδη κινητική δεξιότητα που μαθαίνεται από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), μια πολύπλοκη δεξιότητα, αναπόσπαστη της ανθρώπινης στάσης και κίνησης. (Pollock et al., 2000).

2.2. Η έννοια της σταθερότητας

Ο έλεγχος της στάσης και της σταθερότητας είναι θεμελιώδεις κινητικές δεξιότητες. Αντιπροσωπεύουν τη βάση για την καθημερινότητα, με πρωταρχική την ανάγκη για ένα σταθερό βάδισμα και κατ' επέκταση για τις αθλητικές δραστηριότητες των ατόμων. Η ρύθμιση της στάσης και η ανάκτηση της σταθερότητας είναι βάση για σχεδόν κάθε κίνηση (Ludwig et al., 2020).

Συχνά συγχέεται η έννοια της ισορροπίας και της σταθερότητας. Η ισορροπία, όπως παρατέθηκε παραπάνω, είναι η κατάσταση κατά την οποία όλες οι δυνάμεις που εφαρμόζονται στο σώμα είναι ισορροπημένες ώστε το κέντρο μάζας να ελέγχεται σε σχέση με τη βάση στήριξης είτε σε μια συγκεκριμένη θέση είτε κατά τη διάρκεια των κινήσεων (Horak et al., 1997). Σταθερότητα, από την άλλη, είναι η ικανότητα ελέγχου της μετατόπισης της γραμμής βαρύτητας, χωρίς να γίνει ασταθές ένα αντικείμενο. Είναι και αυτή «εγγενής ικανότητα» του ατόμου να διατηρεί και να επιτυγχάνει τις διορθωτικές του κινήσεις με σκοπό να

αποκαταστήσει μια κατάσταση ισορροπίας, ενώ μπορεί να πραγματοποιούνται κινήσεις όπως βάδιση, τρέξιμο, γυμναστική κλπ.. (Pollock et al., 2000).

Η όρθια στάση στους ανθρώπους είναι εγγενώς ασταθής και απαιτεί διορθωτική δράση με βάση τις πληροφορίες χωρικού προσανατολισμού από αισθητηριακά συστήματα. Η ορθοστατική αστάθεια χαρακτηρίζεται από παροδικές σωματικές ταλαντώσεις σε συγκεκριμένες συχνότητες. Η ανατροφοδότηση παρέχεται από σταθμισμένο συνδυασμό συνθημάτων αισθητηριακού προσανατολισμού από διάφορες αισθητηριακές πηγές και αυτά προσαρμόζονται δυναμικά σε διατήρηση σταθερότητας (Peterka, R. J., & Loughlin, P. J., 2004).

Όταν στον άνθρωπο η γραμμή βαρύτητας πέφτει έξω από το κέντρο μάζας, το ανθρώπινο σώμα έχει την εγγενή ικανότητα (αισθητήρια και κινητικά συστήματα) να αισθάνεται την απειλή για την σταθερότητα και να χρησιμοποιεί μυϊκή δραστηριότητα για να εξουδετερώσει τη δύναμη της βαρύτητας. Ο έλεγχος της στάσης του σώματος με παράλληλη διασφάλιση της σταθερότητάς της είναι ένα θεμελιώδες καθήκον του ΚΝΣ. Ενεργοποιώντας τους μύες, το ΚΝΣ είναι σε θέση να σταθεροποιεί τα βιομηχανικά ασταθή τμήματα του σώματος και ταυτόχρονα κρατήσει το σταθεροποιημένο σύστημα σε ισορροπία (Ludwig et al., 2020).

Οι έννοιες της ισορροπίας και της ανθρώπινης κίνησης είναι αναπόσπαστα και θεμελιώδη για την αποκατάσταση σε μια μεγάλη ποικιλία κλινικών ειδικοτήτων. Ωστόσο, στο τομέα του αθλητισμού και συγκεκριμένα στα αθλήματα της γυμναστικής πρέπει να θεωρείται ως καίριο και αναπόσπαστο μέρος για την ασφάλεια, βελτίωση και επιτυχία καλών επιδόσεων σε αθλητικές ρουτίνες (Pollock et al., 2000).

2.3. Σταθερότητα και εξωτερική επιβάρυνση

2.3.1. Μεταβολή σταθερότητας και επίδραση από εξωτερικά φορτία

Το ανθρώπινο σώμα εκτίθεται διαρκώς σε καταστάσεις και δυνάμεις, οι οποίες τείνουν να μεταβάλλουν την σταθερότητα του και να οδηγήσουν στην απώλεια της ισορροπίας του. Για να μπορέσει να αντισταθεί οδηγείται διαρκώς σε μικρές ή μεγάλες ταλαντεύσεις και μετατοπίσεις του κέντρου πίεσης (CoP), με σκοπό να ανακτήσει την σταθερότητα του.

Σημαντική περίπτωση, κατά την οποία σημειώνεται μεταβολή της σταθερότητας ενός σώματος είναι η προσθήκη της επίδρασης μίας επιπλέον μάζας φορτίου. Πιο αναλυτικά, η μεταβολή της σταθερότητας ενός σώματος επηρεάζεται σημαντικά από τα εξωτερικά φορτία.

Έχει επιβεβαιωθεί ότι το πρόσθετο βάρος αυξάνει σημαντικά τις ταλαντεύσεις της στάσης του σώματος και βλάπτει την λειτουργική ισορροπία (Rugelj & Sevšek , 2011). Η ταλάντωση της στάσης εξαρτάται, ωστόσο, από την ποσότητα του φορτίου που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, όσο αυξάνεται το εξωτερικό φορτίο επιβάρυνσης, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η ορθοστατική ταλάντωση και η αποτελεσματικότητα ελέγχου της στάσης, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο απώλειας ισορροπίας και πτώσεων. Μεταβολές σημειώνονται στην μέση ταχύτητα του κέντρου πίεσης στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση (Qu et al., 2009) όπως και στο μήκος της μεσοπλάγιας και πρόσθιας διαδρομής του CoP (Rugelj & Sevšek , 2011).

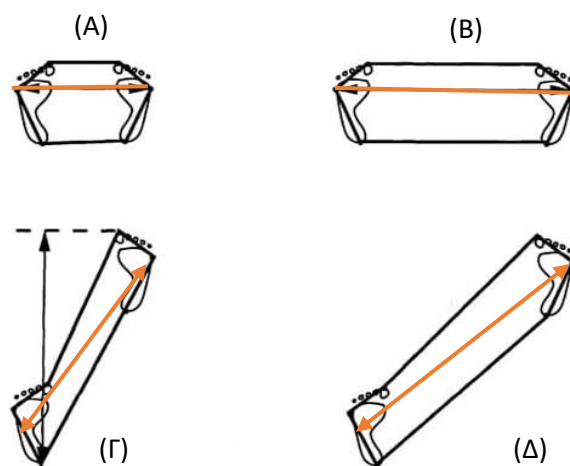
2.3.2. Μεταβολή σταθερότητας με βάση το ύψος εξωτερικών φορτίων και την τοποθέτηση της βάσης στήριξης

Η ορθοστατική σταθερότητα ενός σώματος μεταβάλλεται ανάλογα του πρόσθετου εξωτερικού φορτίου που αυτό καλείται να συγκρατήσει. Ως σταθερή στάση ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία η προβολή του κέντρου βάρους ενός σώματος διέρχεται του κέντρου της λειτουργικής βάσης στήριξης του (Lee et al., 2003). Έχει επιβεβαιωθεί ότι, αντίστοιχα με την επίδραση και την ποσότητα του εξωτερικού φορτίου που, η στάση του σώματος επηρεάζεται εξίσου από το ύψος που βρίσκεται το πρόσθετο φορτίο επιβάρυνσης, όπως και από την τοποθέτηση της λειτουργικής βάσης (Lee et al., 2003).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε και στην οποία ζητήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να ανασηκώσουν και να κρατήσουν ένα εξωτερικό φορτίο σε διαφορετικές συνθήκες (χωρίς φορτίο, φορτίο πάνω από το κεφάλι, φορτίο στο ύψος των ώμων) σημειώθηκε ότι το μήκος εκδρομής του κέντρου πίεσης επηρεάζεται από το ύψος του φορτίου (Lee et al., 2003). Η αύξηση της κατακόρυφης απόστασης από το κέντρο μάζας του υποκειμένου οδηγεί σε μειωμένο έλεγχο στάσης, με μεταβολές να σημειώνονται στην μέση ταχύτητα του κέντρου πίεσης, καθώς και στην μεσοπλάγια ταλάντωση. Διαπιστώθηκε, συνεπώς, ότι όσο μειώνεται το ύψος φορτίου τόσο μικρότερη είναι και η μετατόπιση του κέντρου πίεσης και συνεπώς αυξάνεται η ευστάθεια του σώματος (Holbein & Redfern, 1997).

Αντίστοιχα, επιρροές στην στάση του σώματος σημειώνονται σε σχέση με την τοποθέτηση των ποδιών κατά την συγκράτηση φορτίων (Holbein & Redfern, 1997). Σύγκριση πραγματοποιήθηκε σε βασικές θέσεις στήριξης, στην παράλληλη και την ευθύγραμμη, όσο και στις ακραίες θέσεις τους. Μεγαλύτερη αστάθεια εντοπίστηκε κατά την τοποθέτηση του ενός

ποδιού μπροστά (ευθύγραμμη τοποθέτηση) συγκριτικά με την παράλληλη τοποθέτηση των ποδιών της βάσης. Η αστάθεια αυτή αυξάνεται περισσότερο στις ακραίες θέσεις των τοποθετήσεων αυτών (ορίζοντας ως ακραία θέση αυτή με πλάτος διπλάσιο του πλάτους των ώμων, π.χ. **θέση Β και θέση Δ στην Εικόνα 2.3**), με αυξημένο διαχωρισμό των ποδιών, διπλάσιο δηλαδή από το πλάτος των ώμων, τόσο στην ευθύγραμμη όσο και στην παράλληλη τοποθέτηση.



Εικόνα 2.3. Δοκιμασμένες θέσεις ποδιών. Οι παχιές γραμμές περιγράφουν την περιοχή της βάσης στήριξης. Το πλάτος και το μήκος της βάσης βασίζονται στο πλάτος των ώμων και στο μήκος του ποδιού ενός ατόμου. (Α) Παράλληλη τοποθέτηση, (Β) Ακραία θέση παράλληλης τοποθέτησης, (Γ) Ευθύγραμμη τοποθέτηση, (Δ) Ακραία θέση ευθύγραμμης τοποθέτησης. (Holbein & Chaffin, 1997) <https://doi.org/10.1518/001872097778827160>.

2.4. Ακροβατική Γυμναστική

2.4.1. Διευκρίνιση αντικειμένου και τρόπος αξιολόγησης

Η Ακροβατική Γυμναστική ανήκει στον κλάδο των αθλημάτων της γυμναστικής, όπως η ενόργανη, η ρυθμική γυμναστική, το τραμπολίνο κλπ.. Το 1973 ιδρύθηκε η Ομοσπονδία Αθλητικών Ακροβατικών (IFSA), και το 1998 συγχωνεύτηκε με την Διεθνή Ομοσπονδία Γυμναστικής (FIG). Το πρώτο παγκόσμιο πρωτάθλημα σημειώνεται στη Μόσχα το 1974 και μέχρι και σήμερα δεν έχει καταφέρει να ενταχθεί στα Ολυμπιακά Αθλήματα. Θεωρείται, σχετικά, καινούργιο άθλημα το οποίο δεν έχει την ίδια εμβέλεια διάδοσης όσο τα προαναφερθέντα.

Η Ακροβατική Γυμναστική πρόκειται για ομαδικό άθλημα που συμπεριλαμβάνει στοιχεία ενόργανης γυμναστικής, χορού και ακροβατικών πυραμίδων. Πιο αναλυτικά, έχει ως βασικά θεμελιώδη στοιχεία τον σχηματισμό ανθρώπινων πυραμίδων, την εκτέλεση ακροβατικών, στοιχείων δύναμης, ευελιξίας και ισορροπίας, καθώς και τη μετακίνηση στον χώρο εκτελώντας

χορευτικά στοιχεία και άλματα ως συστατικό της χορογραφίας (Gutiérrez-Sánchez et al., 2019). Διακρίνεται σε ομάδες γυναικών, αποτελούμενες από δύο (ζευγάρι) ή τρεις αθλήτριες (τριάδα γυναικών), όπως και ομάδες ανδρών, αποτελούμενες από δύο αθλητές (ζευγάρι ανδρών) ή από τέσσερις (τετράδα ανδρών). Υπάρχει και η κατηγορία του μικτού ζευγαριού, αποτελούμενο από έναν άνδρα αθλητή και μία γυναίκα σε κοινή ρουτίνα.

Βασικό διαφοροποιητικό στοιχείο του αθλήματος είναι οι ρόλοι στους οποίους διακρίνονται οι αθλητές που αποτελούν την ομάδα, όπως βέβαια και η απαίτηση συνεργασίας μεταξύ των εταίρων (είτε σε ζευγάρια είτε σε ομάδες) για σχηματισμό πυραμίδων ως μέρος αγωνιστικής ρουτίνας (Fig, 2023). Κάθε ομάδα, απαρτίζεται από αθλητές με διαφορετική φυσική κατασκευή και η διάκριση γίνεται σε αθλητές υποστήριξης (βάσεις), οι οποίοι υποστηρίζουν και προβάλλουν τους αθλητές ανάβασης (κορυφές), οι οποίοι εκτελούν στοιχεία ισορροπίας, ευελιξίας και μεγάλα άλματα στον αέρα από προωθήσεις της βάσης. Αυτές οι λειτουργίες που εκτελούνται από τους αθλητές ορίζονται κυρίως σύμφωνα με τους φυσική κατασκευή (σωματική διάπλαση, ανάστημα) και ικανότητα, καθώς και από τον παράγοντα της ηλικίας. Οι αθλητές υποστήριξης είναι γενικά μεγαλύτεροι, βαρύτεροι και ισχυρότεροι, με την ικανότητα να προσαρμόζουν την ισορροπία των αθλητών ανάβασης φροντίζοντας για την ασφάλειά τους. Οι κορυφές είναι γενικά νεότεροι, ελαφρύτεροι, πιο ευέλικτοι και ευκίνητοι αθλούμενοι. Έχουν επίσης αρκετή σωματική δύναμη και πρέπει να μπορούν να αποδώσουν ακροβατικά με μεγάλη κιναισθητική αίσθηση χωρίς να φοβούνται τα ύψη (Gutiérrez-Sánchez et al., 2019).

Η Ακροβατική Γυμναστική βασίζεται σε κανονισμούς σύμφωνα με τον Διεθνή Κώδικα της FIG. Συμπεριλαμβάνονται διευκρινήσεις τόσο για τις ατομικές όσο και για τις ομαδικές τεχνικές απαιτήσεις. Τελικός στόχος είναι η εκτέλεση της γυμναστικής ρουτίνας με ασφάλεια και με όσο το δυνατόν λιγότερες αστάθειες κρατώντας σωστές θέσεις χωρίς ταλαντώσεις σύμφωνα με το μοτίβο που καθορίζεται στους κανονισμούς (Fig, 2023). Οι αθλητές πρέπει να εκτελέσουν τρεις τύπους ρουτίνας: στατική, δυναμική και μικτή με έναν αρμονικό συνδυασμό χορογραφίας και με τέλειο συγχρονισμό (Leal del Ojo et al., 2020).

Η στατική ρουτίνα (ή ισορροπία) είναι μια σειρά στην οποία οι αθλητές πρέπει να επιδείξουν δύναμη, ευελιξία και ισορροπία και αποτελείται από στατικές πυραμίδες, συνήθως με διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας, στις οποίες οι αθλητές παραμένουν σε επαφή καθ' όλη τη διάρκεια του σχήματος. Η περίοδος διατήρησης της στατικής πυραμίδας κυμαίνεται μεταξύ δύο και τεσσάρων δευτερολέπτων ανάλογα με το συμβάν. Η δυναμική ρουτίνα είναι μια σειρά

που αποτελείται από δυναμικά στοιχεία που εμφανίζουν στοιχεία πτήσης, ενώ η συνδυασμένη (ή μικτή) ρουτίνα είναι μια σειρά που αποτελείται από ατομικά και ομαδικά, στατικά και δυναμικά στοιχεία συνδυασμένα. Όλες οι προαναφερθείσες ρουτίνες πρέπει να εκτελεστούν σε συγκεκριμένη αγωνιστική περιοχή (ταπί) 12 x 12 μέτρων (Fig, 2023).

Η βαθμολογία των κριτών έχει άμεση σχέση με την ικανότητα διατήρησης στατικών θέσεων και τα τεχνικά σφάλματα όπως το εύρος κίνησης, το μη βέλτιστο σχήμα σώματος, οι δισταγμοί, η αστάθεια ή οι πτώσεις τιμωρούν τη βαθμολογία της κάθε πυραμίδας (Leal del Ojo et al., 2020). Έχει βρεθεί μια σαφής συσχέτιση μεταξύ των καλύτερων βαθμολογιών που ελήφθησαν σε διαφορετικές στατικές πυραμίδες με μικρότερη μετατόπιση του κέντρου πίεσης (Floría et al., 2015; Leal Del Ojo et al., 2020). Η απόδοση στις πυραμίδες (υψηλές βαθμολογίες των κριτών) συνδέθηκε με βελτιωμένη ισορροπία (δηλαδή με χαμηλότερες εκδρομές του κέντρου πίεσης) ανεξάρτητα από το επίπεδο δυσκολίας του πυραμίδα εκτελείται. (Leal del Ojo et al., 2020).

2.4.2 Ακροβατική: Ατομική – Ομαδική Ισορροπία

Ατομική ισορροπία. Όλα τα γυμναστικά αθλήματα φέρουν μεγάλες απαιτήσεις ισορροπίας και ελέγχου της στατικής σταθερότητας (Floría et al., 2015). Οι αθλητές εκτελούν ατομικά στατικές και δυναμικές ισορροπίες στην αγωνιστική ρουτίνα και για αυτό καλλιεργούν την ικανότητα αντίληψης μικρών αλλαγών και επιταχύνσεων στις αρθρώσεις, με σκοπό να βελτιώσουν τις δεξιότητες της ισορροπίας τους (Hrysomallis, 2011). Αφού τις αντιληφθούν χρειάζονται προσαρμοστικές κινήσεις για να μπορέσουν να επαναφέρουν την ισορροπία τους. Οποιαδήποτε αστάθεια είναι επιζήμια στην τελική βαθμολογία. Όλα τα παραπάνω καταγράφονται σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί και οι οποίες έχουν επιβεβαιώσει ότι οι αθλητές των αθλημάτων της γυμναστικής έχουν μεγαλύτερες δεξιότητες ισορροπίας από ομάδες ελέγχου που μπορεί να είναι αθλητές άλλων αθλημάτων ή και που δεν έχουν ασχοληθεί ιδιαίτερα με τον αθλητισμό (Hrysomallis, 2011).

Το ίδιο φαίνεται να επαληθεύεται και για τους αθλητές της Ακροβατικής Γυμναστικής. Πιο συγκεκριμένα έχουν διεξαχθεί έρευνες, λίγες ωστόσο στον αριθμό, στις οποίες αξιολογήθηκε η ατομική ισορροπιστική ευστάθεια των αθλητών υποστήριξης όπως και των αθλητών ανάβασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αθλητές υποστήριξης (B) είχαν καλύτερη ικανότητα ισορροπίας από τους αθλητές κορυφής ειδικά στις δοκιμές με ένα πόδι, με χαμηλότερες τιμές στη μετατόπιση του κέντρου πίεσης. Αυτά τα αποτελέσματα θεωρήθηκαν προβλέψιμα, δεδομένου της μεγαλύτερης ωριμότητας (καλύτερη αντιληπτική ικανότητα

σώματος) και ηλικίας των βάσεων σε σύγκριση με τις κορυφές. Έτσι τα καλύτερα αποτελέσματα στη διατήρηση μιας στατικής στάσης της βάσης, με μείωση της μετατόπισης του κέντρου πίεσης, θα μπορούσε να οφείλεται σε μεγαλύτερη ωρίμανση σε ρυθμιστικά συστήματα ελέγχου στάσης (Ludwig et al., 2020).

Ομαδική Ισορροπία - Ακροβατικές Πυραμίδες. Το βασικότερο διαφοροποιητικό στοιχείο της ακροβατικής, από τα υπόλοιπα αθλήματα της γυμναστικής, είναι οι ασκήσεις ομαδικής ισορροπίας όπου το σύνολο των αθλητών λειτουργεί ως ενιαίο σύστημα μαζών. Τέτοια άσκηση είναι ο σχηματισμός ακροβατικών πυραμίδων, αποτελούμενες (ανάλογα την ομάδα) από δύο έως τέσσερα άτομα. Η στατική πυραμίδα είναι ουσιαστικά η σύνθεση μιας εργασίας ισορροπίας που απαιτεί συνδυασμό συγκεκριμένων θέσεων από τους αθλητές της υποστήριξης και της ανάβασης (Leal Del Ojo et al., 2023). Οι αθλητές πρέπει να συνεργαστούν απόλυτα για να μειώσουν οποιαδήποτε αστάθεια και απώλεια ισορροπίας, προκειμένου να έχουν μία καλύτερη βαθμολογία. Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι η μικρότερη μετατόπιση του κέντρου πίεσης είναι δείκτης αξιολόγησης της τελικής ισορροπίας κάθε πυραμίδας. Τα χαμηλά εύρη κίνησης φαίνεται να συσχετίζονται άμεσα με τον έλεγχο της στάσης (Vuillerme et al., 2001), για αυτό η αξιολόγηση της μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την εκτέλεση της πυραμίδας περιέχει πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο δεξιοτήτων αθλητών και την ποιότητα απόδοσης τους. Όσα αναφέρθηκαν επιβεβαιώνονται από την βαθμολογία των κριτών, η οποία συμφωνεί στο ότι η ισορροπία της πυραμίδας συσχετίζεται με την χαμηλότερη μετατόπιση κέντρου πίεσης, η οποία έχει και μικρότερη βαθμολογική ποινή (Floría et al., 2015).

Στην ακροβατική γυμναστική ισχύει, λοιπόν, μία αντιστρόφως ανάλογη σχέση ανάμεσα στην μεταβλητότητα της κίνησης, του επιπέδου δεξιοτήτων και την απόδοση. Όσο μικρότερη είναι η μεταβολή, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η βαθμολογία, ενώ υψηλή μεταβλητότητα μπορεί να είναι ενδεικτικό μειωμένης σταθερότητας απόδοσης και αδυναμίας διατήρησης της ισορροπίας (Floría et al., 2015). Η σχέση μεταξύ απόδοσης και μεταβλητότητας εξαρτάται, ωστόσο, από την εργασία. Στα αθλήματα που απαιτείται ακρίβεια, η μεταβλητότητα κίνησης θα πρέπει μειώνεται με την αύξηση της απόδοσης αλλά όταν η εργασία απαιτεί προσαρμοστικότητα σε απροσδόκητα διαταραχές, η μεταβλητότητα θα πρέπει να αυξηθεί (Floría et al., 2015). Αντίστοιχα αποτελέσματα διατυπώνονται και σε αθλήματα ευστοχίας, όπως τοξοβολία και σκοποβολή, στα οποία σημειώνεται υψηλή σχέση μεταξύ της ταλάντωσης του σώματος και της ακρίβειας βολής.

2.4.3. Ακροβατικές πυραμίδες και τοποθέτηση ποδιών βάσης

Κατά την εκτέλεση μιας πυραμίδας, οποιαδήποτε αποσταθεροποιητική κίνηση στα κορυφαία επίπεδα πρέπει να αντιμετωπιστεί με μια ροπή που ασκείται από τα πόδια των αθλητών βάσης (Floría et al., 2015). Η κατανομή φορτίου και το κέντρο πίεσης των δύο ποδιών μπορεί να είναι ανόμοια κατά την εκτέλεση μιας πυραμίδας. Μεγαλύτερο φορτίο στο ένα πόδι συγκριτικά με το άλλο θα μπορούσε να αντικατοπτρίζει μεγαλύτερη λειτουργικότητα για σταθερή στήριξη (Grouios et al., 2009), ενώ οι ασυμμετρίες στην μετατόπιση κέντρου πίεσης θα μπορούσαν να αντικατοπτρίζουν μια μεγαλύτερη ικανότητα ανταπόκρισης σε διαταραχές ισορροπίας (Haddad et al., 2011). Ως ασυμμετρίες ορίζεται η διαφορετική κατανομή του βάρους μεταξύ των ποδιών στήριξης.

Μελέτες υποστηρίζουν ότι οι ασυμμετρίες μεταξύ ποδιών υποδηλώνουν ένα εξειδικευμένο ρόλο για κάθε πόδι σε εργασίες που απαιτούν τη διατήρηση της ισορροπίας (Haddad et al., 2011). Πιο συγκεκριμένα το πόδι όπου τοποθετείται ελαφρώς πιο μπροστά διαπιστώθηκε ότι φέρει περισσότερο βάρος, ενώ το πίσω φέρει πιο αυξημένες μετατοπίσεις κίνησης. Πιθανολογείται ότι σκόπιμα φέρουν χαμηλότερο φορτίο στο ένα πόδι για να διευκολυνθεί η εκτέλεση «γρήγορου βήματος» από το αυτό και να αντιμετωπιστεί οποιαδήποτε απροσδόκητη ενόχληση στην ισορροπία της πυραμίδας. Το ένα πόδι έχει φέροντα ρόλο ενώ το άλλο είναι υπεύθυνο για την προσαρμογή- διασφάλιση βέλτιστης ισορροπίας (Floría et al., 2015). Οι ασυμμετρίες που σημειώνονται μεταξύ των ποδιών είναι περίπου 10% και υπάρχει πιθανότητα μέρος αυτών να οφείλεται σε διαφορές ως προς την ποσότητα κατανομής του βάρους από την κορυφή (Floría et al., 2015).

Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε ότι οι ακροβατικές πυραμίδες ήταν πιο αδύναμες στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση παρά στη μεσοπλάγια, με το πλάτος της εκδρομής του κέντρου πίεσης να είναι υψηλότερο στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση. Αυτή η υψηλότερη εκδρομή στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση θα μπορούσε να σχετίζεται με την τοποθέτηση του ποδιού. Αν και θα περίμενε κανείς ότι μια στάση όπου το ένα πόδι είναι ελαφρώς μπροστά από το άλλο θα μπορούσε να είναι πλεονέκτημα για τον έλεγχο της ισορροπίας στην πυραμίδα, αυτό δεν ισχύει απαραίτητα. (Leal del Ojo et al., 2020). Προηγούμενες μελέτες έχουν παρατηρήσει ότι η προσθιοπίσθια ταλάντωση δεν μειώνεται όταν τα πόδια τοποθετούνται με ευθύγραμμη διάταξη (Kirby et al., 1987).

2.5. Μέθοδοι αξιολόγησης στατικής σταθερότητας στις ακροβατικές πυραμίδες

Η μεταβλητή που χρησιμοποιείται συχνότερα για την αξιολόγηση της ισορροπίας είναι ο έλεγχος της μεταβολής του κέντρου πίεσης (Leal del Ojo et al., 2020). Το κέντρο πίεσης πρόκειται για έναν σταθμισμένο μέσο όρο όλων των πιέσεων, πάνω στην επιφάνεια της περιοχής που έρχεται σε επαφή με το έδαφος (Winter, 1995). Μπορεί δηλαδή να καταγραφεί η μέση θέση όλων των πιέσεων που ασκούνται από την βάση στήριξης (Raymakers et al., 2005), αλλά δεν υπάρχει η δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες για τον συντονισμό και την ισορροπία και των δύο ποδιών. Το ίδιο εργαλείο πρότειναν οι ερευνητές να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση της απόδοσης της ακροβατικής πυραμίδας (Floría et al., 2015). Πιο σύνθητες ήταν η χρήση δύο πλατφόρμων δύναμης για να αξιολογηθεί το κέντρο πίεσης κάθε ποδιού κατά την εκτέλεση πυραμίδας (Floría et al., 2015) συμπεριλαμβανομένου της καταγραφής της κίνησης στον προσθιοπίσθιο και μεσοπλάγιο άξονα όπως και η καταγραφή της μέσης ταχύτητας (Leal Del Ojo et al., 2023). Επιπλέον, στις περισσότερες έρευνες, οι τιμές από τις πλατφόρμες δύναμης συγκρίθηκαν με τις βαθμολογίες που έδωσαν έμπειροι κριτές (Leal Del Ojo et al., 2023). Πρόκειται για κριτές επίσημων αγώνων ακροβατικής, με επιμόρφωση και χρόνια εμπειρία στην αξιολόγηση του αθλήματος, οι οποίοι και επαλήθευσαν ότι η μικρότερη μεταβλητότητα σχετίζεται με καλύτερη αξιολόγηση και τελική βαθμολογία. Τα τελευταία χρόνια ένα νέο εργαλείο μέτρησης και καταγραφής της ισορροπίας και σταθερότητας είναι οι αδρανειακοί αισθητήρες. Πιο αναλυτικά, πρόκειται για φορητούς αισθητήρες, οι οποίοι έρχονται σε άμεση επαφή με το σώμα, σε διάφορα τμήματά του. Μπορούν να προσφέρουν έναν τεράστιο όγκο δεδομένων (ταλάντωση στάσης, γραμμική επιτάχυνση, γωνιακή ταχύτητα) και με την κατάλληλη επεξεργασία και ερμηνεία να γίνει μια λεπτομερή αξιολόγηση της απόδοσης ισορροπιστικής σταθερότητας με ακριβή και αξιόπιστο τρόπο (Ghislieri et al., 2019; Emmanouil et al., 2021; Foskolou et al., 2022; Paderi et al., 2022).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

Μεθοδολογία

3.1. Δείγμα

Στη μελέτη έλαβαν μέρος συνολικά 7 νεαρές αθλήτριες, ηλικίας 7 έως 16 ετών. Τα χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Οι πέντε εκ των επτά κατείχαν τον ρόλο της υποστήριξης (βάσης) στην ακροβατική άσκηση, ενώ οι δύο που υπολείπονται κατείχαν τον ρόλο του αναβάτη (κορυφή). Κριτήρια επιλογής των συμμετεχουσών ήταν η ύπαρξη προπονητικής και αγωνιστικής εμπειρίας σε επίσημους αγώνες Ακροβατικής Γυμναστικής, καθώς και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του σωματικού αναστήματος και μάζας (κυρίως των κορυφών), καθώς εκτιμήθηκε ότι πιθανόν να επηρεάσουν τη σταθερότητα των βάσεων και κατ' επέκταση της ακροβατικής άσκησης. Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσαν η ύπαρξη μυοσκελετικών τραυματισμών και έλλειψη εν ενεργείας δελτίου αθλητή Ακροβατικής Γυμναστικής στην Ελληνική Γυμναστική Ομοσπονδία, ως ένδειξη απουσίας αγωνιστικής τουλάχιστον εμπειρίας στο άθλημα. Όλες οι δοκιμαζόμενες, παραβρέθηκαν στον χώρο των μετρήσεων, του εργαστηρίου της Βιομηχανικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, εφόσον προηγουμένως, είχαν ενημερωθεί πλήρως και είχαν συναινέσει εγγράφως ένας ή και οι δύο εκ των γονέων ή κηδεμόνων τους. Η είσοδος γινόταν έπειτα από έλεγχο και υπόδειξη του εντύπου συναίνεσης- συγκατάθεσης, πριν την έναρξη των μετρήσεων, σύμφωνα με το πρωτόκολλο μέτρησης που εγκρίθηκε επίσημα από την Εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (1470/11-01-2023) (Παράρτημα – Έντυπο Α).

Πίνακας 3.1. Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση των χαρακτηριστικών ερευνητικού δείγματος (βάσεις και κορυφές)

	Βάσεις (N=5)	Κορυφές (N=2)
Ηλικία (έτη)	14,58 $\pm$ 0,80	9,2 $\pm$ 1,4
Σωματικό Ανάστημα(m)	1,624 $\pm$ 0,036	1,34 $\pm$ 0,12
Σωματική μάζα (kg)	55,54 $\pm$ 4,91	29,45 $\pm$ 6,75

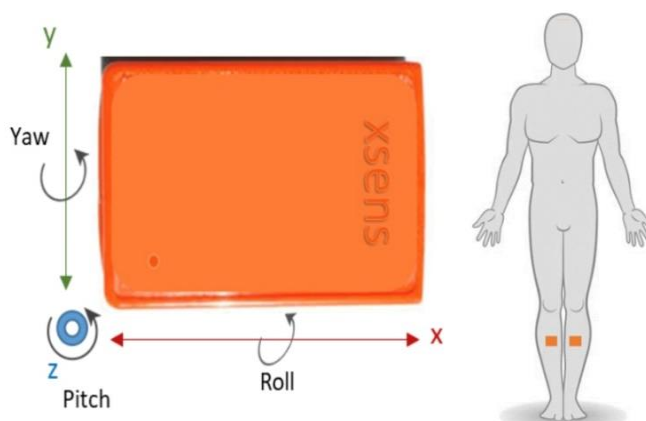
3.2. Όργανα μέτρησης

3.2.1. Συλλογή κινηματικών δεδομένων – επιταχυνσιομέτρηση

Για τη συλλογή των κινηματικών δεδομένων του κέντρου βάρους (KB) της κνήμης (γραμμική επιτάχυνση, γωνιακή μετατόπιση και γωνιακή ταχύτητα) χρησιμοποιήθηκαν δύο αδρανειακοί αισθητήρες (Xsens, MT Manager έκδοση 4.6.5), με συχνότητα δειγματοληψίας 100 Hz (Εικόνα 3.1). Οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν ένας σε κάθε κνήμη, σταθερά στη θέση του κέντρου μάζας της κνήμης. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες συνδυάζουν ταυτόχρονα την δυνατότητα καταγραφής γραμμικών επιταχύνσεων (m/s^2), γωνιακής ταχύτητας (rad/s) και γωνιακής μετατόπισης (rad), περιγράφοντας την περιστροφή του αισθητήρα γύρω από τους άξονες X, Y και Z (Εικόνα 3.1). Για την παρούσα εργασία επιλέχθηκε μόνο η γραμμική επιτάχυνση με την ανατομική βαθμονόμηση έτσι ώστε ο άξονας X κατέγραφε την πλάγια κίνηση της κνήμης (ML), ο Y άξονας την κατακόρυφη (Vert) και ο Z άξονας την προσθιοπίσθια (AP).

3.2.2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Για τη συλλογή των ανθρωπομετρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν: α) ένας αναλογικός ζυγός ακριβείας ιταλικής προέλευσης (Salus, Bilansia Pesapersona, με ακρίβεια 0,1kg), για τη μέτρηση της σωματικής μάζας, (β) ένα αναστημόμετρο (Seca) τοποθετημένο στον τοίχο, για τη μέτρηση του σωματικού αναστήματος, και (γ) μια ανελαστική μετροταινία με διαβαθμίσεις των 0,1 cm για τη μέτρηση των σωματικών περιφερειών (στήθους, ώμων, μέσης, γοφών) και των επιμήκων διαστάσεων (μήκος κορμού, κάτω άκρων, μηρού, κνήμης, πέλματος) των μελών του σώματος.

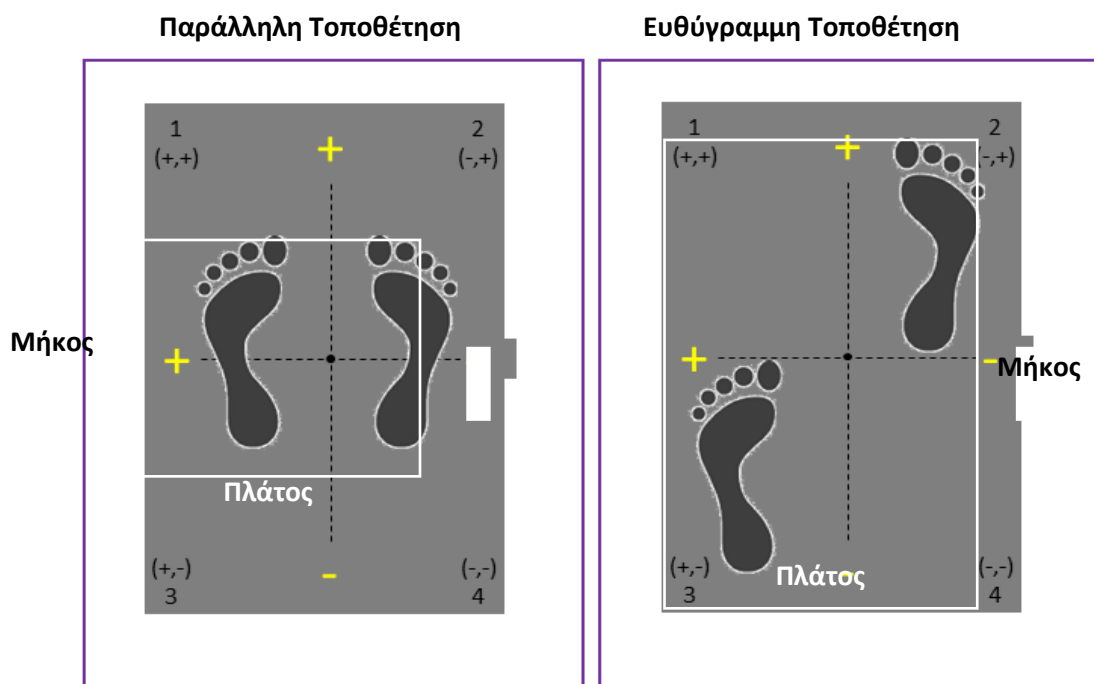


Εικόνα 3.1. Αδρανειακός αισθητήρας επιταχυνσιομέτρησης (Xsens, MT Manager) με απεικόνιση του συστήματος συντεταγμένων και των γωνιών Euler (Roll, Pitch, και Yaw). Άξονες μέτρησης: προσθιοπίσθιος οριζόντιος άξονας (Z), πλάγιος οριζόντιος άξονας (X), κατακόρυφος άξονας (Y).

3.3. Πειραματική διαδικασία

Οι δοκιμαζόμενες προσήλθαν στον χώρο διεξαγωγής της πειραματικής έρευνας, τον χώρο του Εργαστηρίου Αθλητικής Βιομηχανικής του ΣΕΦΑΑ στην Αθήνα, εφόσον προηγουμένως είχαν ενημερωθεί και συναινέσει εγγράφως οι γονείς ή κηδεμόνες τους. Κατά της είσοδο έγινε έλεγχος και υπόδειξη του εντύπου συναίνεσης- συγκατάθεσης ([Παράρτημα-Έντυπο Β](#)). Η διαδικασία των μετρήσεων διήρκεσε συνολικά περίπου τρεις ώρες. Όλες οι συμμετέχουσες έφεραν αθλητική περιβολή, με αθλητικό σορτσάκι για την καλύτερη τοποθέτηση και σταθεροποίηση των αδρανειακών αισθητήρων στις κνήμες τους.

Πριν την έναρξη των δοκιμασιών, προηγήθηκε η τοποθέτηση των αδρανειακών αισθητήρων στο ΚΒ της κνήμης της εκάστοτε δοκιμαζόμενης. Και στην παράλληλη και στην ευθύγραμμη διάταξη ποδιών, οι συμμετέχουσες έλαβαν την οδηγία να μείνουν όσο το δυνατόν περισσότερο σταθερές (ακίνητες), με το κεφάλι σε ευθυγράμμιση με τη σπονδυλική στήλη ως φυσική συνέχεια της, εστιάζοντας το βλέμμα τους σε ένα σημείο, στο οποίο ήταν τοποθετημένο απέναντί τους σημάδι στο ύψος των ματιών τους. Επίσης σε όλες τις προσπάθειες, οι συμμετέχουσες είχαν την εντολή να τοποθετούν τα πέλματα τους στη θέση που είχαν κατά την πρώτη τους προσπάθεια. Για να είναι κάτι τέτοιο πραγματοποιήσιμο, τοποθετήθηκε χαρτόνι σταθεροποιημένο και πάνω του σχεδιάστηκαν τα πέλματα της κάθε δοκιμαζόμενης (ένα χαρτόνι για κάθε δοκιμαζόμενη με την προτιμώμενη παράλληλη και ευθύγραμμη διάταξη των πελμάτων της). Σε κάθε επόμενη προσπάθεια, ελεγχόταν η σωστή επανατοποθέτηση των ποδιών σύμφωνα με το αποτυπωμένο περίγραμμα της επιφάνειας στήριξης ([Εικόνα 3.2](#)). Στο κάτω μέρος της [Εικόνας 3.2](#), παρατίθενται ο [Πίνακας 3.2](#), με την μέση τιμή και την τυπική απόκλιση του μήκους και πλάτους των περιγραμμάτων τοποθέτησης ποδιών για τις πέντε αθλήτριες υποστήριξης.



Εικόνα 3.2. Σχηματική απεικόνιση των δύο τοποθετήσεων ποδιών για την αθλήτρια υποστήριξης/βάσης.

Πίνακας 3.2. Μέση τιμή και η τυπική απόκλιση κάθε διάστασης της επιφάνειας που ορίζει το περίγραμμα τοποθέτησης ποδιών, καθώς και η ποσοστιαία αύξηση κάθε διάστασης (μήκος, πλάτος) στην ευθύγραμμη τοποθέτηση (αναφορική τοποθέτηση η παράλληλη).

	Παράλληλη Τοποθέτηση (εκατοστά)		Ευθύγραμμη Τοποθέτηση (εκατοστά)		Αύξηση κατά την Ευθύγραμμη Τοποθέτηση	
	Μήκος	Πλάτος	Μήκος	Πλάτος	Μήκος	Πλάτος
B1	25,5	30,5	43	40	68,6%	22,1%
B2	24,5	28	46	41,5	87,8%	29,3%
B3	23,5	29,5	50	43	112,8%	27,0%
B4	23,5	28	38,5	36,5	63,8%	22,1%
B5	24	34	41	43,5	70,8%	23,2%
Μέση τιμή± Τυπική απόκλιση	24,2±0,75	30±2,21	43,7±3,99	40,9±2,52	80,8%± 20 μονάδες	24,7%± 3,3 μονάδες

3.3.1. Δοκιμασίες μέτρησης στατικής σταθερότητας

Διεξήχθησαν τρεις κινηματικές- πειραματικές δοκιμασίες, με δύο συνθήκες διάταξης ποδιών η καθεμία. Σε κάθε δοκιμασία πραγματοποιήθηκαν τρεις προσπάθειες συνολικής διάρκειας 20 δευτερολέπτων. Όλες οι δοκιμασίες εκτελέστηκαν με γυμνό πόδι. Μεταξύ συνθηκών και προσπαθειών γινόταν διάλειμμα ενός λεπτού.

Πρώτη δοκιμασία επιλέχθηκε η ατομική αξιολόγηση της όρθιας στάσης (Ελεύθερη Βάση -EB) των αθλητριών υποστήριξης με παράλληλη και έπειτα με ευθύγραμμη τοποθέτηση ποδιών. Η δεύτερη και η τρίτη δοκιμασία ήταν η πραγματοποίηση των ακροβατικών πυραμίδων με την πρώτη και την δεύτερη κορυφή αντίστοιχα (ΠΥΡ-K1, ΠΥΡ-K2) και με τις δύο διατάξεις ποδιών (παράλληλη και ευθύγραμμη) (Εικόνα 3.3). Στις ομαδικές δοκιμασίες- Πυραμίδες πραγματοποιήθηκε τυχαιοποίηση της σειράς των πειραματικών συνθηκών (σύστημα περιστροφής των συνθηκών) για την ελαχιστοποίηση της επίδρασης της εξάσκησης ή/και της κόπωσης.

Πιο συγκεκριμένα στην δοκιμασία της ελεύθερης βάσης (EB) με παράλληλη τοποθέτηση ποδιών, οι αθλήτριες υποστήριξης (B) πήραν θέση πάνω στο τοποθετημένο χαρτόνι επιλέγοντας το προτιμώμενο άνοιγμα της βάσης στήριξης τους και τοποθέτησαν τα χέρια τους, ελαφρώς πάνω από το ύψος της κεφαλής, λυγισμένα με αγκωνές προς τα έξω (λαβή βάσεων κατά την εκτέλεση της ακροβατικής άσκησης ανάβασης- στάσης στους ώμους).

Η επόμενη δοκιμασία ελεύθερης βάσης (EB) διεξήχθει με ευθύγραμμη τοποθέτηση ποδιών. Στην συνθήκη αυτή, κάθε δοκιμαζόμενη πήρε θέση πάνω στο τοποθετημένο χαρτόνι επιλέγοντας να έχει μπροστά το προτιμώμενο για εκείνη πόδι (πόδι ώθησης κατά την εκτέλεση της άσκησης της ανεστραμμένης στήριξης στα χέρια και της άσκησης τροχού). Η τοποθέτηση των χεριών ήταν αντίστοιχη με αυτή που περιεγράφηκε στην πρώτη δοκιμασία.

Παρόμοια εκτελέστηκαν και οι υπολειπόμενες δύο ομαδικές πειραματικές συνθήκες. Αναλυτικότερα, με βάση την τυχαιοποίηση της σειράς, ζητήθηκε να εκτελέσουν την ακροβατική άσκηση ανάβασης- στάσης στους ώμους με παράλληλη και με ευθύγραμμη τοποθέτηση των ποδιών της βάσης. Η κάθε βάση λάμβανε θέση με ορθή τοποθέτηση των πελμάτων της και στην συνέχεια γινόταν η ανάβαση της κορυφής. Τα χέρια της βάσης ήταν πλέον τοποθετημένα λυγισμένα κρατώντας την κορυφή με λαβή από τις κνήμες, ενώ η εκάστοτε κορυφή είχε τα χέρια σε ανάταση. Το βλέμμα και των δύο δοκιμαζόμενων ζητήθηκε να είναι ευθεία σε ένα σταθερό σημείο και να παραμείνουν όσο το δυνατόν ακίνητες. Η κάθε

ομαδική πειραματική συνθήκη εκτελέστηκε 3 φορές με κάθε αθλήτρια κορυφής (ΠΥΡ-K1 και ΠΥΡ-K2) και η παραμονή της στην άσκηση ήταν για 20 δευτερόλεπτα.

Σε όλες τις δοκιμασίες και σε όλες τις προσπάθειες, η είσοδος και η έξοδος των δοκιμαζόμενων γινόταν με οπτικό παράγγελμα. Στην [Παράρτημα-3](#) παρουσιάζεται συνοπτικά το πρωτόκολλο συλλογής δεδομένων.



Συνθήκη ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΒΑΣΗΣ

- 2 διατάξεις ποδιών
- 3 προσπάθειες σε κάθε διάταξη
- 20 δευτ κάθε προσπάθεια



ΠΥΡ-K1



ΠΥΡ-K2

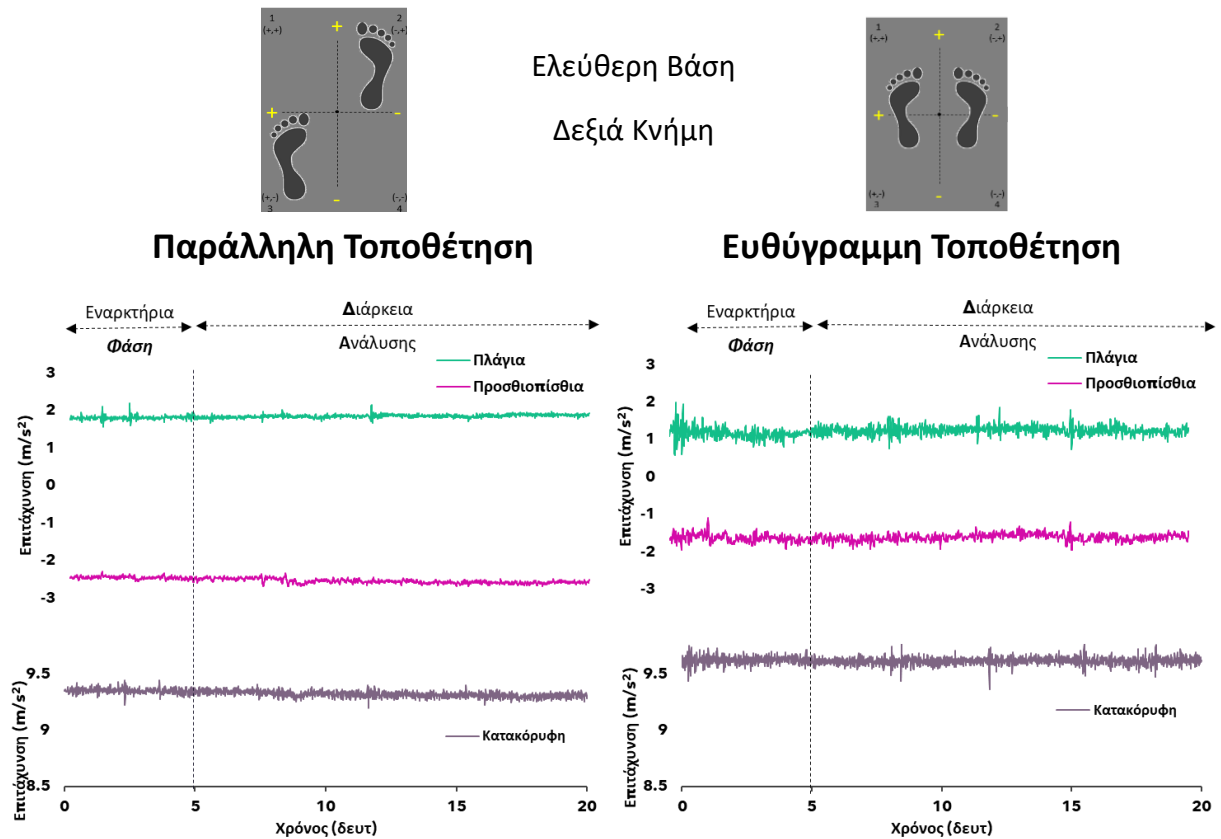
Συνθήκη ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ

- 2 διατάξεις ποδιών
- 3 προσπάθειες σε κάθε διάταξη
- 20 δευτ κάθε προσπάθεια

Εικόνα 3.3. Τοποθέτηση αθλήτριας υποστήριξης για τη συνθήκη Ελεύθερης Βάσης σε παράλληλη τοποθέτηση ποδιών (αριστερά) και τοποθέτηση αθλητριών υποστήριξης και ανάβασης για τη συνθήκη ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ σε παράλληλη (κέντρο) και ευθύγραμμη (δεξιά) τοποθέτηση ποδιών.

3.4. Επεξεργασία και Ανάλυση Επιταχυνσιομέτρησης

Η επεξεργασία των σημάτων επιταχυνσιομέτρησης έγινε μέσω του λογισμικού MATLAB (MATLAB R2022b, MathWorks, Inc., Natick, MA, USA).



Εικόνα 3.4. Ενδεικτική γραφική απεικόνιση δεδομένων πρωτογενούς σήματος, πλάγιας, προσθιοπίσθιας και κατακόρυφης γραμμικής επιτάχυνσης για τη δεξιά κνήμη στην παράλληλη και ευθύγραμμη τοποθέτηση κατά τη συνθήκη ελεύθερης βάσης.

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε ανάλυση Fourier analysis, η οποία ανάδειξε την υψηλότερη ισχύ σήματος στο εύρος συχνοτήτων από 1 έως 1.5 Hz. Με βάση το εντοπισμένο συχνοτικό εύρος υψηλότερης έντασης, εφαρμόστηκε φίλτρο χαμηλής διέλευσης με συχνότητα αποκοπής στα 1.5Hz. Για την εξαγωγή των μεταβλητών, εξαιρέθηκαν τα πρώτα 5 δευτερόλεπτα (αποφυγή της μεταβατικής εναρκτήριας φάσης) και χρησιμοποιήθηκαν τα επόμενα 15 δευτερόλεπτα (Εικόνα 3.4.) Από τα 15 δευτερόλεπτα του σήματος χρονοσειράς της γραμμικής επιτάχυνσης εξήχθη το μέγεθος της διαδρομής της γραμμικής επιτάχυνσης, για την κατακόρυφη (Vert), την προσθιοπίσθια (AP), και την πλάγια (ML) κατεύθυνση καθώς και τη συνισταμένη αυτών, όλες εκφρασμένες σε m/s^2 , στη συνέχεια υπολογίστηκαν σχετικοποιημένες μεταβλητές. Συνολικά, οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν

για στατιστική ανάλυση είναι οι εξής (για κάθε μία από τις τρεις κατευθύνσεις της γραμμικής επιτάχυνσης και για τη συνισταμένη αυτών):

- Για κάθε ξεχωριστή κνήμη και για το άθροισμα των δύο κνημών, η γραμμική επιτάχυνση (m/s^2).
- Για το άθροισμα των δύο κνημών, ο απόλυτος λόγος γραμμικής επιτάχυνσης (m/s^2) κάθε πυραμίδας ως προς την γραμμική επιτάχυνση κάθε αντίστοιχης ελεύθερης βάσης
- Για το άθροισμα των δύο κνημών, η ποσοστιαία διαφορά γραμμικής επιτάχυνσης (m/s^2) μεταξύ ευθύγραμμης και παράλληλης τοποθέτησης (100% = παράλληλη τοποθέτηση).
- Για το άθροισμα των δύο κνημών, η διαφορά λόγου της γραμμικής επιτάχυνσης κάθε πυραμίδας ως προς την γραμμική επιτάχυνση της κάθε αντίστοιχης αθλήτριας υποστήριξης.

3.5. Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση αφορούσε την επίδραση πλευρικότητας, την επίδραση της επιπρόσθετης μάζας, την επίδραση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και την επίδραση των διαστάσεων της βάσης στήριξης. Για το λόγο αυτών των επιδράσεων έγιναν οι ακόλουθες συγκρίσεις:

A) Σύγκριση μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου, ξεχωριστά σε κάθε συνθήκη (έλεγχος πλευρικότητας). Ως μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε η γραμμική επιτάχυνση κάθε κνήμης (m/s^2). Λόγω της μη σημαντικής διαφοράς μεταξύ δεξιάς και αριστερής κνήμης, για τις επόμενες συγκρίσεις χρησιμοποιήθηκε το άθροισμα γραμμικής επιτάχυνσης για τη δεξιά και αριστερή κνήμη.

B) Σύγκριση μεταξύ ελεύθερης βάσης και κάθε πυραμίδας (επίδραση επιπρόσθετης μάζας). Ως μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε η γραμμική επιτάχυνση κάθε κνήμης (m/s^2).

Γ) Σύγκριση μεταξύ των δύο πυραμίδων, ξεχωριστά για κάθε τοποθέτηση ποδιών (επίδραση σωματομετρικών χαρακτηριστικών). Ως μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε η γραμμική επιτάχυνση κάθε κνήμης (m/s^2) καθώς και ο λόγος της γραμμικής επιτάχυνσης κάθε πυραμίδας ως προς την γραμμική επιτάχυνση κάθε αντίστοιχης ελεύθερης βάσης (100% = ελεύθερη βάση).

Δ) Σύγκριση μεταξύ τοποθετήσεων ποδιών της αθλήτριας υποστήριξης/βάσης (επίδραση διαστάσεων βάσης στήριξης). Ως μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε η ποσοστιαία διαφορά γραμμικής επιτάχυνσης μεταξύ ευθύγραμμης και παράλληλης τοποθέτησης (100% =

παράλληλη τοποθέτηση) καθώς και η διαφορά του λόγου της γραμμικής επιτάχυνσης κάθε πυραμίδας ως προς την γραμμική επιτάχυνση της κάθε αντίστοιχης αθλήτριας υποστήριξης (100% = η αθλήτρια υποστήριξης).

Για όλες τις περιπτώσεις, εφαρμόστηκε η σύγκριση ανά ζεύγη εξαρτημένων δειγμάτων (paired t-test) και χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα SPSS version 28.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) με το επίπεδο σημαντικότητας ορισμένο στο $p \leq 0.05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

Αποτελέσματα

4.1. Σύγκριση Μεταξύ Δεξιού και Αριστερού Κάτω Άκρου

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.1., με εξαίρεση την κατακόρυφη επιτάχυνση της ελεύθερης βάσης (βάσης χωρίς κορυφή) ($p = 0,02$) και την πλάγια και κατακόρυφη επιτάχυνση για την ΠΥΡ-K1 ($p=0,04$ και $p=0,02$), δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου των βάσεων για καμία συνθήκη (Ελεύθερη Βάση, ΠΥΡ-K1 και ΠΥΡ-K2) είτε σε απόλυτες τιμές επιτάχυνσης (m/s^2), είτε σε σχετικοποιημένες τιμές κάθε πυραμίδας ως προς τις αντίστοιχες της Ελεύθερης Βάσης (φορές EB), για κάθε συνθήκη τοποθέτησης ποδιών ξεχωριστά. Λόγω της μη σημαντικής συνολικά διαφοράς μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου, στη συνέχεια τα αποτελέσματα παρουσιάζονται για το άθροισμα των τιμών των δύο άκρων.

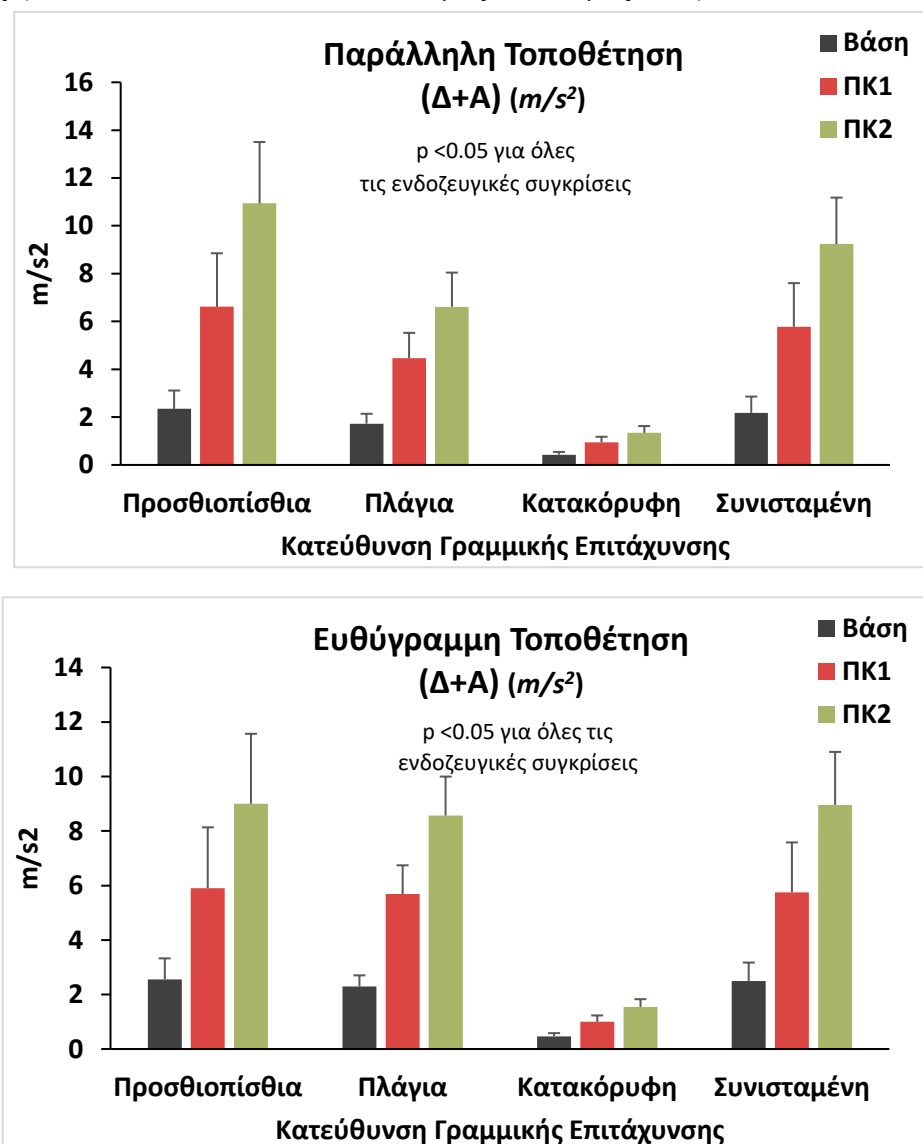
Πίνακας 4.1. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της στατικής σταθερότητας για δεξί και αριστερό κάτω άκρο ανά συνθήκη τοποθέτησης ποδιών (παράλληλη-προσθιοπίσθια), για την προσθιοπίσθια (AP), την πλάγια (ML), την κατακόρυφη (Vert) γραμμική επιτάχυνση και τη συνισταμένη αυτής (Res).

		Παράλληλη Τοποθέτηση			Ευθύγραμμη Τοποθέτηση		
		Δεξί	Αριστερό	p-value	Δεξί	Αριστερό	p-value
Ελεύθερη Βάση (EB)	AP (m/s^2)	1.24 ± 0.49	1.1 ± 0.28	0.26	1.3 ± 0.35	1.26 ± 0.4	0.91
	ML (m/s^2)	0.86 ± 0.26	0.86 ± 0.15	0.98	1.14 ± 0.34	1.15 ± 0.43	0.74
	Vert (m/s^2)	0.18 ± 0.05	0.24 ± 0.07	0.02*	0.24 ± 0.1	0.23 ± 0.07	0.85
	Res (m/s^2)	1.13 ± 0.43	1.05 ± 0.25	0.41	1.23 ± 0.36	1.26 ± 0.42	0.35
ΠΥΡ-K1	AP (m/s^2)	3.37 ± 1.13	3.24 ± 1.12	0.30	3.04 ± 0.81	2.86 ± 0.77	0.09
	ML (m/s^2)	2.32 ± 0.51	2.15 ± 0.55	0.12	2.96 ± 0.99	2.72 ± 0.81	0.33
	Vert (m/s^2)	0.41 ± 0.1	0.54 ± 0.15	0.07	0.44 ± 0.17	0.56 ± 0.24	0.29
	Res (m/s^2)	2.97 ± 0.93	2.8 ± 0.91	0.07	2.9 ± 0.89	2.85 ± 0.74	0.57
ΠΥΡ -K2	AP (m/s^2)	5.52 ± 1.15	5.42 ± 1.45	0.64	4.65 ± 0.86	4.35 ± 1.3	0.24
	ML (m/s^2)	3.44 ± 0.63	3.17 ± 0.8	0.04*	4.47 ± 1.19	4.1 ± 1.05	0.47
	Vert (m/s^2)	0.59 ± 0.12	0.75 ± 0.17	0.02*	0.69 ± 0.32	0.85 ± 0.37	0.42
	Res (m/s^2)	4.71 ± 0.76	4.53 ± 1.19	0.43	4.57 ± 0.93	4.38 ± 0.94	0.38
Λόγος ΠΥΡ K1/EB	AP (φορές B)	2.79 ± 0.51	2.97 ± 0.74	0.49	2.42 ± 0.62	2.33 ± 0.42	0.45
	ML (φορές B)	2.76 ± 0.49	2.49 ± 0.43	0.15	2.7 ± 0.78	2.46 ± 0.61	0.45
	Vert (φορές B)	2.32 ± 0.63	2.24 ± 0.62	0.77	1.87 ± 0.51	2.43 ± 0.44	0.09
	Res (φορές B)	2.71 ± 0.53	2.67 ± 0.57	0.80	2.44 ± 0.63	2.35 ± 0.53	0.64
Λόγος ΠΥΡ K2/EB	AP (φορές B)	4.17 ± 1.16	3.69 ± 0.81	0.13	4.17 ± 1.43	3.9 ± 1.78	0.58
	ML (φορές B)	3.35 ± 0.83	3.15 ± 0.85	0.18	3.02 ± 1.54	3.69 ± 0.87	0.30
	Vert (φορές B)	4.65 ± 0.65	4.96 ± 0.71	0.52	3.74 ± 0.99	3.51 ± 0.78	0.41
	Res (φορές B)	4.4 ± 0.84	4.33 ± 0.59	0.85	3.95 ± 1.31	3.67 ± 1.1	0.37

*σημαντική διαφορά όταν $p \leq 0.05$

4.2. Σύγκριση μεταξύ Ελεύθερης Βάσης με κάθε Πυραμίδα και Μεταξύ Πυραμίδων για ίδια Τοποθέτηση Ποδιών

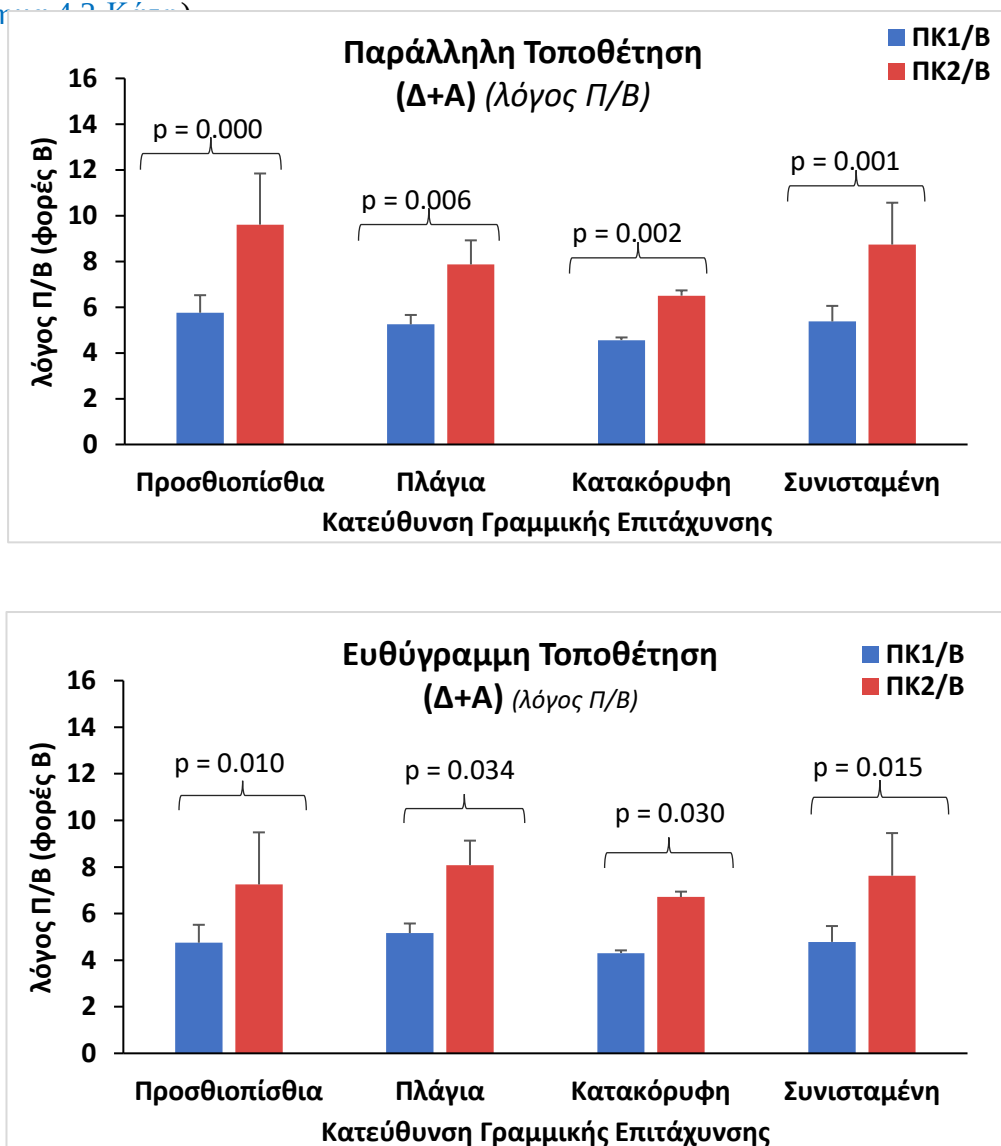
Σε κάθε ξεχωριστή τοποθέτηση, για όλες τις ενδοζευγικές συγκρίσεις (Γράφημα 4.1.) έδειξαν σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) γραμμικής επιτάχυνσης μεταξύ των ελεύθερων βάσεων και κάθε μία από τις δύο πυραμίδες, καθώς και μεταξύ των δύο πυραμίδων με διαφορετική μάζα κορυφής (ΠΥΡ-K1 έναντι ΠΥΡ-K2, όπου μάζα K1 > μάζα K2).



Γράφημα 4.1. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της γραμμικής επιτάχυνσης ανά κατεύθυνση και ως συνισταμένη, για κάθε συνθήκη πυραμίδας. Οι ενδοζευγικές συγκρίσεις αφορούν α) τη σύγκριση μεταξύ ελεύθερης βάσης (B) και κάθε πυραμίδας (ΠΥΡ-K1 και ΠΥΡ-K2), β) και μεταξύ των δύο πυραμίδων (PK1 έναντι PK2)

4.3. Σχετικοποιημένη Σύγκριση μεταξύ Πυραμίδων για ίδια Τοποθέτηση Ποδιών

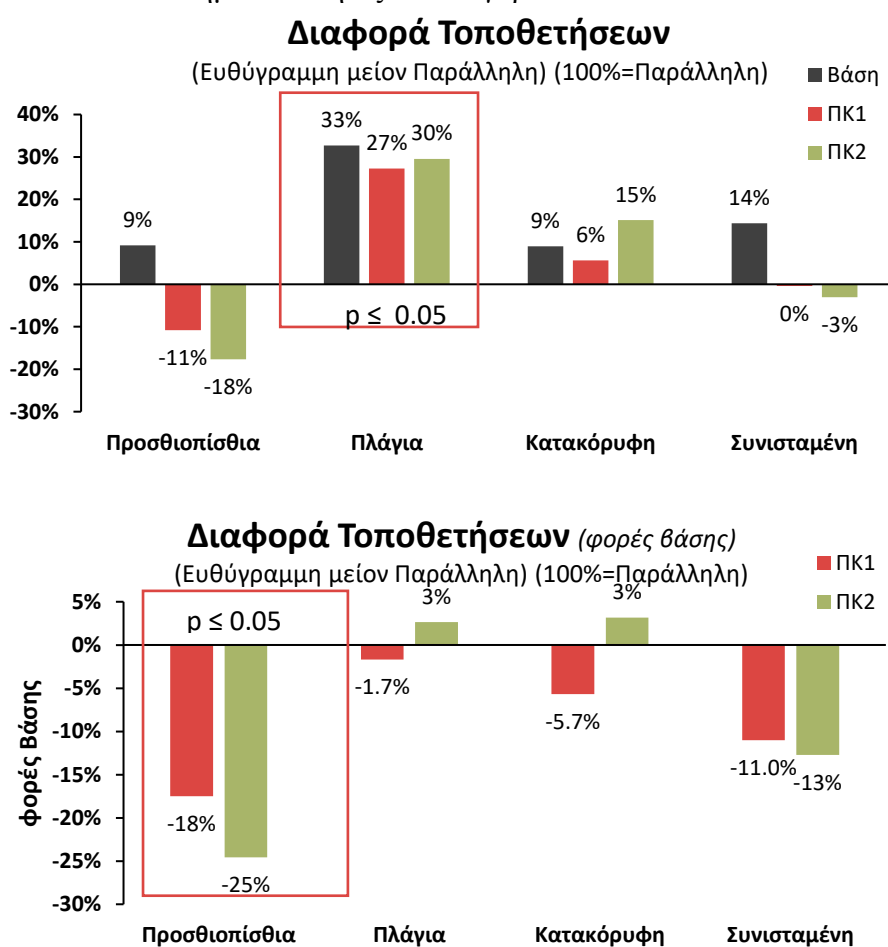
Στο Γράφημα 4.2. παρουσιάζεται η μέση τιμή και τυπική απόκλιση του απόλυτου λόγου της γραμμικής επιτάχυνσης (m/s^2) κάθε πυραμίδας ως προς αυτή της αντίστοιχης ελεύθερης βάσης, σε κάθε κατεύθυνση και για τη συνισταμένη αυτών. Οι συγκρίσεις μεταξύ πυραμίδων δείχνουν σημαντικά υψηλότερη γραμμική επιτάχυνση για την ΠΥΡ-K2 (κορυφή με υψηλότερη μάζα και ανάστημα) και στις τρεις κατευθύνσεις και στη συνισταμένη τους, τόσο στην παράλληλη τοποθέτηση (Γράφημα 4.2.-Πάνω) όσο και στην ευθύγραμμη τοποθέτηση (Γράφημα 4.2.-Κάτω).



Γράφημα 4.2. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του λόγου γραμμικής επιτάχυνσης κάθε πυραμίδας ως προς αυτή της ελεύθερης βάσης, ανά κατεύθυνση και για τη συνισταμένη αυτών, για κάθε συνθήκη πυραμίδας. Οι ενδοζευγικές συγκρίσεις αφορούν τη σύγκριση μεταξύ των δύο πυραμίδων (ΠΥΡ-K1 έναντι ΠΥΡ-K2). *σημαντική διαφορά για $p \leq 0.05$.

4.4. Σύγκριση μεταξύ Τοποθέτησης Ποδιών για την ίδια Πυραμίδα

Στο **Γράφημα 4.3 (πάνω)** απεικονίζεται η ποσοστιαία διαφορά της ευθύγραμμης τοποθέτησης ως προς την παράλληλη (100%) για κάθε συνθήκη πυραμίδας και για κάθε κατεύθυνση γραμμικής επιτάχυνσης (m/s^2). Η σύγκριση μεταξύ των δύο τοποθετήσεων των ποδιών έδειξε σημαντική διαφορά μόνο στην πλάγια κατεύθυνση τόσο για την ελεύθερη βάση ($p = 0.04$) όσο και για τις ΠΥΡ-K1 ($p=0.05$) και ΠΥΡ-K2 ($p = 0.01$). Όταν η σύγκριση γίνεται για τις τιμές σχετικοποιημένες ως προς τη συνθήκη βάσης, η σημαντικότητα αφορά τις μεγαλύτερες τιμές της ευθύγραμμης τοποθέτησης στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση (**Γράφημα 4.3. κάτω**), δηλώνοντας ότι η ευθύγραμμη τοποθέτηση επηρεάζει την σταθερότητα περισσότερο όταν αυξάνεται η μάζα της κορυφής. Στον **Πίνακα ΠΑΡ-1** του παραρτήματος παρουσιάζονται αναλυτικά οι σημαντικότητες των συγκρίσεων.



Γράφημα 4.3. Μέση ποσοστιαία διαφορά γραμμικής επιτάχυνσης της ευθύγραμμης τοποθέτησης ως προς την παράλληλη τοποθέτηση (100%) για κάθε μία από τις τρεις κατευθύνσεις της γραμμικής επιτάχυνσης και για τη συνισταμένη αυτών.

Πίνακας ΠΑΡ-1. Σημαντικότητα (p value) των ενδοζευγικών συγκρίσεων μεταξύ των τοποθετήσεων ποδιών (παράλληλη έναντι ευθύγραμμης όπως αυτές παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.3.) για κάθε κατεύθυνση γραμμικής επιτάχυνσης (προσθιοπίσθια: AP, πλάγια: ML,

κατακόρυφη: V_e , και τη συνισταμένη αυτών: Res) για τη γραμμική επιτάχυνση σε m/s^2 στην ελεύθερη βάση (EB) και τις πυραμίδες με κάθε διαφορετική κορυφή (ΠΥΡ-K1 και ΠΥΡ-K2) και κάθε πυραμίδας σχετικοποιημένη ως προς τις τιμές της ελεύθερης βάσης (EB).

	Βάση	m/s^2 ΠΚ1	ΠΚ2	φορές EB ΠΚ1	ΠΚ2
AP	0.399	0.108	0.090	0.004*	0.049*
ML	0.042*	0.053*	0.010*	0.785	0.716
Vert	0.524	0.656	0.259	0.293	0.741
Res	0.148	0.944	0.648	0.188	0.164

*σημαντική διαφορά $p \leq 0.05$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει την στατική σταθερότητα αθλητριών ακροβατικής γυμναστικής κατά την εκτέλεση βασικής ακροβατικής άσκησης ισορροπίας (ανάβαση-στάση στους ώμους). Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση δύο αδρανειακών αισθητήρων τοποθετημένων στην αριστερή και δεξιά κνήμη της κάθε αθλήτριας βάσης μέσω των οποίων υπολογίστηκε η τρισδιάστατη γραμμική επιτάχυνση της κνήμης (προσθιοπίσθια, πλάγια, κατακόρυφη) ως δείκτης της σταθερότητας της στάσης, σε δύο συνθήκες τοποθέτησης ποδιών από της αθλήτριες υποστήριξης (βάση), (α) της παράλληλης και (β) της ευθύγραμμης. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν προς διερεύνηση ήταν:

A) Εάν η σωματική μάζα της αθλήτριας ανάβασης (κορυφής) (ΠΥΡ-K1 έναντι ΠΥΡ-K2, όπου μάζα K1 < μάζα K2) επηρεάζει τη σταθερότητα της αθλήτριας βάσης (ξεχωριστά για κάθε συνθήκη τοποθέτησης ποδιών) και,

B) Εάν η διάταξη των ποδιών της αθλήτριας υποστήριξης (B) (παράλληλη έναντι ευθύγραμμης) επηρεάζει τη σταθερότητα της πυραμίδας

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές στα εξής:

A) Η σταθερότητα των ελεύθερων βάσεων ήταν σημαντικά μεγαλύτερη (μικρότερη επιτάχυνση) συγκριτικά με κάθε μία από τις δύο πυραμίδες.

B) Και στις δύο τοποθετήσεις της βάσης στήριξης, η σταθερότητα ήταν μικρότερη (σημαντικά υψηλότερη γραμμική επιτάχυνση) όταν η πυραμίδα σχηματιζόταν με την αθλήτρια ανάβασης με μεγαλύτερη μάζα (K2) έναντι αυτής με τη μικρότερη μάζα (K1).

Γ) Τέλος, η ποσοστιαία διαφορά σταθερότητας μεταξύ των δύο τοποθετήσεων ποδιών (Ευθύγραμμη μείον Παράλληλη, όπου 100) ήταν σημαντική για την πλάγια κατεύθυνση σε απόλυτες τιμές γραμμικής επιτάχυνσης (m/s^2) αλλά για την προσθιοπίσθια κατεύθυνση όταν, για κάθε ξεχωριστή πυραμίδα, η διαφορά τοποθετήσεων ποδιών σχετικοποιήθηκε ως προς τις τιμές της Ελεύθερης Βάσης, δηλώνοντας ότι η διαφορά τοποθέτησης επηρεάζει περισσότερο όταν αυξάνεται η μάζα της αθλήτριας ανάβασης (κορυφής).

5.1. Σύγκριση Μεταξύ Δεξιού και Αριστερού Κάτω Άκρου

Με εξαίρεση την κατακόρυφη επιτάχυνση της ελεύθερης βάσης χωρίς κορυφή και την πλάγια και κατακόρυφη επιτάχυνση για την ΠΥΡ-K1, τα αποτελέσματα έδειξαν μη

σημαντικότητα στην διαφορά μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου των αθλητριών υποστήριξης, και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το άθροισμα των δύο πλευρών ως μεταβλητή ελέγχου της επίδρασης της μάζας της αθλήτριας ανάβασης και της επίδρασης της τοποθέτησης ποδιών της αθλήτριας υποστήριξης.

Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, σημειώνεται πιθανότητα ασυμμετρίας και εξειδικευμένος ρόλος για κάθε πόδι σε εργασίες που απαιτούν τη διατήρηση της ισορροπίας (Haddad et al., 2011). Πιο συγκεκριμένα, κυρίως κατά την ευθύγραμμη τοποθέτηση, το πόδι που βρίσκεται ελαφρώς πιο μπροστά μπορεί να φέρει περισσότερο βάρος, ενώ το πίσω να φέρει πιο αυξημένες μετατοπίσεις κίνησης. Αυτό πιθανολογείται ότι γίνεται σκόπιμα, το χαμηλότερο δηλαδή φορτίο στο ένα πόδι αποσκοπεί στο να διευκολυνθεί η εκτέλεση «γρήγορου βήματος» και να αντιμετωπιστεί οποιαδήποτε απροσδόκητη διατάραξη στην ισορροπία της πυραμίδας (Floría et al., 2015). Οι ασυμμετρίες, ωστόσο, που σημειώνονται μεταξύ των ποδιών είναι περίπου 10% και υπάρχει πιθανότητα μέρος αυτών να οφείλεται και σε διαφορές ως προς την ποσότητα κατανομής του βάρους από την κορυφή (Floría et al., 2015). Συνεπώς το μεγαλύτερο φορτίο του ενός ποδιού συγκριτικά με το άλλο θα μπορούσε να αντικατοπτρίζει μεγαλύτερη λειτουργικότητα για σταθερή στήριξη (Grouios et al., 2009) ενώ οι πλευρικές ασυμμετρίες στην μετατόπιση κέντρου πίεσης θα μπορούσαν να αντικατοπτρίζουν μια μεγαλύτερη ικανότητα ανταπόκρισης σε διαταραχές ισορροπίας (Haddad et al., 2011). Όμως, κατά την ευθύγραμμη τοποθέτηση στην παρούσα εργασία, δεν εντοπίστηκε πλευρική διαφορά της γραμμικής επιτάχυνσης η οποία να επιτρέπει το συμπέρασμα διαφορετικού λειτουργικού ρόλου για κάθε πόδι.

5.2. Σύγκριση μεταξύ Ελεύθερης Βάσης με κάθε Πυραμίδα και Μεταξύ Πυραμίδων για ίδια Τοποθέτηση Ποδιών

Αναφορικά με τις ενδοζευγικές συγκρίσεις σημειώθηκε σημαντική διαφορά στη γραμμική επιτάχυνση των ελεύθερων βάσεων συγκριτικά με κάθε μία από τις δύο πυραμίδες, καθώς και μεταξύ των δύο πυραμίδων (ΠΥΡ-K1 έναντι ΠΥΡ-K2), και στις τρεις κατευθύνσεις γραμμικής επιτάχυνσης και για τη συνισταμένη τους, και στις δύο τοποθετήσεις της βάσης στήριξης. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με την υπάρχουσα βιβλιογραφία και τα αποτελέσματα άλλων ερευνών και επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση της έρευνας ότι η στατική σταθερότητα των αθλητριών υποστήριξης θα διαταραχθεί λιγότερο όταν η σωματική μάζα των αθλητριών ανάβασης είναι μικρότερη. Πιο συγκεκριμένα, η γραμμική επιτάχυνση εύλογα έχει μία αυξητική πορεία, με χαμηλότερες τιμές όταν οι βάσεις δεν φέρουν κανένα πρόσθετο εξωτερικό φορτίο. Οι τιμές αυξάνονται στην συνέχεια κατά την εκτέλεση των

ακροβατικών πυραμίδων, στις οποίες προστίθεται επιπλέον φορτίο. Οι τιμές της PYP-K1 είναι μεγαλύτερες από εκείνες των βάσεων όταν είναι χωρίς φορτίο, αλλά μικρότερες από την PYP-K2.

Αυτό συμβαίνει καθώς η K2 είναι η αθλήτρια ανάβασης με μεγαλύτερη σωματική μάζα και ανάστημα συγκριτικά με την K1. Πράγματι, η μεταβολή της σταθερότητας ενός σώματος επηρεάζεται σημαντικά από τα εξωτερικά φορτία. Το πρόσθετο βάρος αυξάνει σημαντικά τις ταλαντώσεις της στάσης του σώματος και βλάπτει την λειτουργική ισορροπία (Rugelj & Sevšek, 2011). Η ταλάντευση της στάσης επηρεάζεται από την ποσότητα του φορτίου που χρησιμοποιείται. Όσο μεγαλύτερο είναι το βάρος του εξωτερικού φορτίου επιβάρυνσης, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η ορθοστατική ταλάντωση και η αποτελεσματικότητα ελέγχου της στάσης. Μεταβολές σημειώνονται, κυρίως, στην μέση ταχύτητα του κέντρου πίεσης στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση (Qu & Nussbaum, 2009) όπως και στο μήκος της μεσοπλάγιας και πρόσθιας διαδρομής του κέντρου πίεσης (Rugelj & Sevšek, 2011) και λιγότερη στην κατακόρυφη κατεύθυνση, γεγονός που επαληθεύεται και στα παρόντα αποτελέσματα.

Επιπλέον έχει διαπιστωθεί ότι, αντίστοιχα με την επίδραση και την ποσότητα του εξωτερικού φορτίου που χρησιμοποιείται, η στάση του σώματος επηρεάζεται εξίσου από το ύψος που βρίσκεται το πρόσθετο φορτίο επιβάρυνσης (Lee et al., 2003).

Η αύξηση της κατακόρυφης απόστασης από το κέντρο μάζας του υποκειμένου οδηγεί σε μειωμένο έλεγχο στάσης, με μεταβολές να σημειώνονται στην μέση ταχύτητα του κέντρου πίεσης, καθώς και στην μεσοπλεύρια ταλάντωση. Αντιθέτως, όσο μειώνεται το ύψος φορτίου τόσο λιγότερη είναι και η μετατόπιση του κέντρου πίεσης και συνεπώς αυξάνεται η ευστάθεια του σώματος (Holbein, M. A., & Redfern, M. S., 1997). Η επίδραση της στατικής σταθερότητας επηρεάζεται από το μέγεθος της επιβάρυνσης (Rugelj, D., & Sevšek, F., 2011) και από το ύψος που βρίσκεται η πρόσθετη μάζα (Holbein, M. A., & Redfern, M. S., 1997) και φέρει μεγαλύτερες μεταβολές όσο το βάρος και το ύψος αυξάνονται, γεγονός που επαληθεύονται στα αποτελέσματα των PYP-K1 και PYP-K2 σε όλες τις κατευθύνσεις και στις δύο τοποθετήσεις των ποδιών της βάσης ακόμα και στη σχετικοποιημένη σύγκριση μεταξύ πυραμίδων

Συνεπώς τα δεδομένα της PYP-K1, της πυραμίδας, δηλαδή, με την κορυφή που φέρει τη μικρότερη σωματική μάζα, αποτυπώνουν ότι είναι πιο ασταθής συγκριτικά με την ελεύθερη

βάση (η οποία δεν φέρει κάποιο φορτίο), αλλά είναι ταυτόχρονα πιο σταθερή από την ΠΥΡ-K2, στην οποία το επιπλέον φορτίο αυξάνεται λόγω μεγαλύτερης μάζας.

5.3. Σύγκριση μεταξύ Τοποθέτησης Ποδιών για την ίδια Πυραμίδα

Αναφορικά με τη σύγκριση μεταξύ των δύο διαφορετικών τοποθετήσεων ποδιών τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ποσοστιαία διαφορά σταθερότητας μεταξύ των δύο τοποθετήσεων ποδιών ήταν σημαντική για την πλάγια κατεύθυνση σε απόλυτες τιμές γραμμικής επιτάχυνσης (m/s^2) αλλά για την προσθιοπίσθια κατεύθυνση όταν, για κάθε ξεχωριστή πυραμίδα, η διαφορά τοποθετήσεων ποδιών σχετικοποιήθηκε ως προς τις τιμές της Ελεύθερης Βάσης, δηλώνοντας ότι η διαφορά τοποθέτησης επηρεάζει περισσότερο όταν αυξάνεται η μάζα της αθλήτριας ανάβασης (κορυφής).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, επιρροές στην στάση του σώματος σημειώνονται και σε σχέση με την τοποθέτηση των ποδιών κατά την συγκράτηση φορτίων (Holbein, & Chaffin, 1997). Αναφορικά με την σύγκριση ανάμεσα στην παράλληλη και την ευθύγραμμη τοποθέτηση των κάτω άκρων του υποκειμένου υποστήριξης, περισσότερες ασυμμετρίες εντοπίστηκαν κατά την τοποθέτηση του ενός ποδιού μπροστά (ευθύγραμμη τοποθέτηση) συγκριτικά με την παράλληλη τοποθέτηση της βάσης. Σε έρευνα που έγινε σε ακροβατικές πυραμίδες εντοπίστηκε ότι ήταν πιο αδύναμες στην προσθιοπίσθια παρά στη μεσοπλάγια κατεύθυνση, με το πλάτος της εκδρομής του κέντρου πίεσης να είναι υψηλότερο στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση. Αυτή η υψηλότερη εκδρομή στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση θα μπορούσε να σχετίζεται με την τοποθέτηση του ποδιού. Αν και θα περίμενε κανείς ότι μια στάση όπου το ένα πόδι είναι ελαφρώς μπροστά από το άλλο θα μπορούσε να είναι πλεονέκτημα για τον έλεγχο της ισορροπίας στην πυραμίδα, αυτό δεν ισχύει απαραίτητα. (Leal del Ojo et al., 2020). Προηγούμενες μελέτες, εξάλλου, έχουν παρατηρήσει ότι η προσθιοπίσθια ταλάντωση δεν μειώνεται όταν τα πόδια τοποθετούνται με προσθιοπίσθια διάταξη (Kirby et al., 1987).

Μία πιθανή ερμηνεία θα μπορούσε να είναι ότι κάτι τέτοιο εντοπίζεται κατά την ευθύγραμμη διάταξη των ποδιών, καθώς υπάρχει μεγαλύτερο πλάτος στην βάση στήριξης, γεγονός που προσδίδει και μεγαλύτερο περιθώριο ταλάντωσης στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση. Αντίθετα στην παράλληλη τοποθέτηση των ποδιών το περιθώριο του εύρους για προσθιοπίσθιες ταλαντώσεις είναι σαφώς μικρότερο λόγω της τοποθέτησης των διαστάσεων που ορίζουν το εμβαδόν της βάσης στήριξης. Επιπρόσθετα, πιθανόν να μην εντοπίζονται αυξημένες μετατοπίσεις στην μεσοπλάγια κατεύθυνση, λόγω της υποβοήθειας μέσω των χεριών της αθλήτριας υποστήριξης (βάσης) στην πίσω επιφάνεια της κνήμης των αθλητριών

ανάβασης (κορυφών) (χειρολαβή κνημών). Ενδεχομένως, μέσω της χειρολαβής των κνημών της αθλήτριας ανάβασης εκ μέρους της αθλήτριας υποστήριξης, να επιτυγχάνεται καλύτερη πλευρική σταθεροποίηση, με μικρότερα περιθώρια όσον αφορά το εύρος ταλάντωσης της κορυφής.

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα της εργασίας επιβεβαιώνεται ότι η στατική σταθερότητα των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο της υποστήριξης (B) επηρεάζεται, κατά την εκτέλεση της ακροβατικής άσκησης, από την σωματική μάζα των αθλητριών ανάβασης. Και στις τρεις κατευθύνσεις (προσθιοπίσθια, πλάγια, κατακόρυφη) και στις δύο συνθήκες τοποθέτησης ποδιών για την αθλήτρια υποστήριξης, η σταθερότητα φαίνεται να μειώνεται όταν η πυραμίδα σχηματίζεται με την αθλήτρια ανάβασης η οποία διαθέτει μεγαλύτερη σωματική μάζα. Επίσης, ανεξαρτήτως της σωματικής μάζας της αθλήτριας ανάβασης (κορυφής), η στατική σταθερότητα φαίνεται να μειώνεται κατά την ευθύγραμμη τοποθέτηση των ποδιών της αθλήτριας υποστήριξης, με τη διαφορά μεταξύ τοποθέτησης ποδιών (ευθύγραμμη έναντι παράλληλης) να είναι συστηματικά μικρότερη για την αθλήτρια ανάβασης με μικρότερη μάζα. Αν και δεν μπορεί να ερμηνευθεί με βάση τα παρόντα αποτελέσματα, πρέπει να σημειωθεί ότι η διαφορά μεταξύ τοποθετήσεων διαφοροποιείται ανάλογα με το μέτρο έκφρασης της αυτής. Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά μεταξύ τοποθετήσεων εμφανίζεται σημαντική στην πλάγια κατεύθυνση όταν αυτή εκφράζεται ως ποσοστό της παράλληλης τοποθέτησης (100%) για κάθε ξεχωριστή συνθήκη (ελεύθερης βάσης, ΠΥΡ-K1, ΠΥΡ-K2) και στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση όταν η σύγκριση τοποθετήσεων αφορά από το λόγο κάθε πυραμίδας ως προς την τιμή της αντίστοιχης ελεύθερης βάσης (100% η αθλήτρια υποστήριξης).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

- Allard, P., Nault, M. L., Hinse, S., LeBlanc, R., & Labelle, H. (2001). Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. *Annals of human biology*, 28(6), 624-633. <https://doi.org/10.1080/03014460110047946>
- Emmanouil, A., Rousanoglou, E., Georgaki, A., & Boudolos, K. (2021). Concurrent Validity of Inertially Sensed Measures during Voluntary Body Sway in Silence and while Exposed to a Rhythmic Acoustic Stimulus: A Pilot Study. *Digital Biomarkers*, 5(1), 65-73. <https://doi.org/10.1159/000514325>
- Fédération Internationale de Gymnastique. (2023). 2022 - 2024 code of points acrobatic gymnastics. Fédération Internationale de Gymnastique. <https://www.gymnastics.sport/site/discipline.php?disc=10>
- Floría, P., Gómez-Landero, L. A., & Harrison, A. J. (2015). Balance variability during the pyramid execution in Acrobatic Gymnastics. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*. <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/6544>
- Floría, P., Gómez-Landero, L. A., & Harrison, A. J. (2015). Centre of pressure correlates with pyramid performance in acrobatic gymnastics. *Sports biomechanics*, 14(4), 424-434. <https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1084032>
- Foskolou, A., Emmanouil, A., Boudolos, K., & Rousanoglou, E. (2022). Abdominal Breathing Effect on Postural Stability and the Respiratory Muscles' Activation during Body Stances Used in Fitness Modalities. *Biomechanics*, 2(3), 478-493. <https://doi.org/10.3390/biomechanics2030037>
- Ghislieri, M., Gastaldi, L., Pastorelli, S., Tadano, S., & Agostini, V. (2019). Wearable inertial sensors to assess standing balance: A systematic review. *Sensors*, 19(19), 4075. <https://doi.org/10.3390/s19194075>
- Grouios, G., Hatzitaki, V., Kollias, N., & Koidou, I. (2009). Investigating the stabilising and mobilising features of footedness. *Laterality*, 14(4), 362-380. <https://doi.org/10.1080/13576500802434965>
- Gutiérrez-Sánchez, Á., Taboada-Iglesias, Y., García-Remeseiro, T., & Vernetta-Santana, M. (2019). Body proportionality in acrobatic gymnasts of different competitive categories. *Science of Gymnastics Journal*, 11(1), 67-75. <https://doi.org/10.52165/sgj.11.1.67-75>

- Haddad, J. M., Rietdyk, S., Ryu, J. H., Seaman, J. M., Silver, T. A., Kalish, J. A., & Hughes, C. M. (2011). Postural asymmetries in response to holding evenly and unevenly distributed loads during self-selected stance. *Journal of Motor Behavior*, 43(4), 345-355. <https://doi.org/10.1080/00222895.2011.596169>
- Holbein, M. A., & Chaffin, D. B. (1997). Stability limits in extreme postures: effects of load positioning, foot placement, and strength. *Human factors*, 39(3), 456-468. <https://doi.org/10.1518/001872097778827160>
- Holbein, M. A., & Redfern, M. S. (1997). Functional stability limits while holding loads in various positions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(5), 387-395. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(96\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(96)00023-6)
- Horak, F. B., Henry, S. M., & Shumway-Cook, A. (1997). Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical therapy*, 77(5), 517-533. <https://doi.org/10.1093/ptj/77.5.517>
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports medicine*, 41, 221-232. <https://doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000>
- Kirby, R. L., Price, N. A., & MacLeod, D. A. (1987). The influence of foot position on standing balance. *Journal of biomechanics*, 20(4), 423-427. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(87\)90049-2](https://doi.org/10.1016/0021-9290(87)90049-2)
- Lauk, M., Chow, C. C., Pavlik, A. E., & Collins, J. J. (1998). Human balance out of equilibrium: nonequilibrium statistical mechanics in posture control. *Physical Review Letters*, 80(2), 413. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.80.413>
- Leal del Ojo, P., Floría, P., Harrison, A. J., & Gómez-Landero, L. A. (2020). Effects of task difficulty on centre of pressure excursion and its inter-trial variability in acrobatic gymnastics pyramid performance. *Sports Biomechanics*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1770322>
- Leal Del Ojo, P., Floría, P., Walker, C., & Gómez-Landero, L. A. (2023). Is acrobatic pyramid performance determined by the individual balance of the gymnasts? *Sports Biomechanics*, 22(2), 235-245. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2092546>
- Lee, T. H., & Lee, Y. H. (2003). An investigation of stability limits while holding a load. *Ergonomics*, 46(5), 446-454. <https://doi.org/10.1080/0014013021000039583>

- Leite, I., Fonseca, P., Ávila-Carvalho, L., Vilas-Boas, J. P., Goethel, M., Mochizuki, L., & Conceição, F. (2023). Biomechanical Research Methods Used in Acrobatic Gymnastics: A Systematic Review. *Biomechanics*, 3(1), 52-68. <https://doi.org/10.3390/biomechanics3010005>
- Ludwig, O., Kelm, J., Hammes, A., Schmitt, E., & Fröhlich, M. (2020). Neuromuscular performance of balance and posture control in childhood and adolescence. *Heliyon*, 6(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04541>
- Opala-Berdzik, A., Głowacka, M., Wilusz, K., Kołacz, P. A. T. R. Y. C. J. A., Szydło, K., & Juras, G. (2018). Quiet standing postural sway of 10-to 13-year-old, national-level, female acrobatic gymnasts. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 20(2). <https://doi.org/10.5277/ABB-01060-2017-02>
- Paderi, F., Emmanouil, A., & Rousanoglou, E. (2022). Reliability of assessing ballet dancers' postural stability in the unshod and the en pointe relevé position with a smartphone application. *Human Movement*, 23(2), 84-96. <https://doi.org/10.5114/hm.2022.109069>
- Peterka, R. J., & Loughlin, P. J. (2004). Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology*, 91(1), 410-423. <https://doi.org/10.1152/jn.00516.2003>
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical rehabilitation*, 14(4), 402-406. <https://doi.org/10.1080/03014460110047946>
- Qu, X., & Nussbaum, M. A. (2009). Effects of external loads on balance control during upright stance: experimental results and model-based predictions. *Gait & posture*, 29(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.05.014>
- Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter (s). *Gait & posture*, 21(1), 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2003.11.006>
- Rugelj, D., & Sevšek, F. (2011). The effect of load mass and its placement on postural sway. *Applied ergonomics*, 42(6), 860-866. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.02.002>
- Vuillerme, N., Danion, F., Marin, L., Boyadjian, A., Prieur, J. M., Weise, I., & Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience letters*, 303(2), 83-86. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)01722-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)01722-0)

Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*, 3(4), 193-214. <https://doi.org/10.1191/0269215500cr342oa>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡ-1. Έντυπο έγκρισης από την επιτροπή δεοντολογίας

ΠΑΡ-2. Έντυπο συγκατάθεσης των δοκιμαζόμενων

ΠΑΡ-3. Πρωτόκολλο μετρήσεων

ΠΑΡ-1. Έντυπο έγκρισης από την επιτροπή δεοντολογίας

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Τετάρτη, 11 Ιανουαρίου 2023

Αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης: 1470/11-01-2023

Αγαπητή κυρία Αχιλιά,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 11-01-2023 εξέτασε την αίτησή σας από 11-01-2023, με τίτλο "Αξιολόγηση στατικής σταθερότητας κατά τη βασική πυραμίδα της ακροβατικής γυμναστικής" και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται με την προϋπόθεση να μειωθεί η έκταση του εντύπου ενημέρωσης/συγκατάθεσης, αφαιρώντας λεπτομέρειες που δεν χρειάζονται (π.χ. Version Software).

Ο συντονιστής της Επιτροπής

*

Γρηγόρης Μπογδάνης,

Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

*Η υπογραφή έχει τεθεί επί του πρωτοτύπου που τηρείται στη Γραμματεία της Επιτροπής

ΠΑΡ-2. Έντυπο συγκατάθεσης των δοκιμαζόμενων



Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού
Εργαστήριο Αθλητικής Βιο-μηχανικής



Έντυπο Συγκατάθεσης - Συμμετοχή σε Ερευνητική Εργασία με Τίτλο:

«Αξιολόγηση Στατικής Σταθερότητας κατά τη Βασική Πυραμίδα της Ακροβατικής Γυμναστικής.»

Το παρόν έντυπο αποτελεί ενημέρωση και πρόσκληση συμμετοχής για την ερευνητική εργασία που διεξάγεται από την προπτυχιακή φοιτήτρια Αργυρώ Αχιλία (arg.achilia97@gmail.com) της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Αθλητικής Βιομηχανικής κας. Ρουσάνογλου Ελισσάβετ (erousan@phed.uoa.gr) και της Διδακτορικής φοιτήτριας κας Αναλίας Εμμανουήλ (anemmanouil@phed.uoa.gr) .

Για τη συμμετοχή σας στην ερευνητική εργασία ως δοκιμαζόμενος/η, απαιτείται η έγγραφη συναίνεσή σας στην ειδική ενότητα του παρόντος εντύπου.

Η έγγραφη συναίνεση σας σημαίνει ότι έχετε κατανοήσει πλήρως όλες τις διαδικασίες του ερευνητικού πρωτοκόλλου που περιγράφεται στο παρόν έντυπο, και ότι έχουν απαντηθεί όλες οι διευκρινιστικές ερωτήσεις που τυχόν θέσατε πριν να υπογράψετε το έντυπο συναίνεσης συμμετοχής.

1.Σκοπός της ερευνητικής εργασίας:

Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνήσει την στατική σταθερότητα αθλητριών ακροβατικής γυμναστικής, κατά την εκτέλεση βασικής ακροβατικής άσκησης ισορροπίας (ανάβαση-στάση στους ώμους). Επιμέρους σκοποί είναι (α) η διερεύνηση της επίδρασης των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο του αναβάτη (κορυφή) και (β) η εξέταση του ρόλου της διάταξης των ποδιών των αθλητριών που κατέχουν τον ρόλο της υποστήριξης στη στατική σταθερότητα κατά την εκτέλεση της ακροβατικής άσκησης ισορροπίας.

2.Διαδικασία μέτρησης:

- Η παρούσα εργασία θα περιλαμβάνει τη συλλογή ανθρωπομετρικών δεδομένων και τη μέτρηση της στατικής σταθερότητας κατά την εκτέλεση ακροβατικής άσκησης ισορροπίας (ανάβαση-στάση στους ώμους).
- Η συνολική διάρκεια συλλογής δεδομένων θα είναι περίπου τρεις ώρες (18 λεπτά η συνολική προσπάθεια κάθε δοκιμαζόμενης στο ρόλο της υποστηρικτικής βάσης με εναλλαγή τριών δοκιμαζόμενων στο ρόλο του αναβάτη).
- Σε όλες τις μετρήσεις θα συμμετέχουν και οι τρεις ερευνητές (κ. Αχιλία- κύρια ερευνήτρια, κ. Εμμανουήλ Διδακτορική φοιτήτρια, κ. Ρουσάνογλου: μέλος ΔΕΠ, διευθύντρια εργαστηρίου και επιβλέπουσα μετρήσεων).
- **Συλλογή ανθρωπομετρικών δεδομένων:** Για τη συλλογή των ανθρωπομετρικών δεδομένων θα χρησιμοποιηθούν: (α) ένας αναλογικός ζυγός ακριβείας (ακρίβεια 0,1kg), για τη μέτρηση της σωματικής μάζας, (β) ένα αναστημόμετρο (Seca) τοποθετημένο στον τοίχο, για τη μέτρηση του σωματικού αναστήματος, και (γ) μια ανελαστική μετροταινία με διαβαθμίσεις των 0,1 cm για τη μέτρηση των σωματικών περιφερειών (στήθους, ώμων, μέσης, γοφών) και των επιμήκων διαστάσεων (μήκος κορμού, κάτω άκρων, μηρού, κνήμης, πέλματος) των μελών του σώματος.
- **Μέτρηση στατικής σταθερότητας:** Η στατική σταθερότητα θα αξιολογηθεί μέσω: (α) της δισδιάστατης διαδρομής του κέντρου πίεσης με χρήση ηλεκτρονικού δυναμοδαπέδου διαστάσεων και (β) των κινηματικών χαρακτηριστικών του κέντρου βάρους (KB) της κνήμης (γραμμική επιτάχυνση, γωνιακή μετατόπιση και γωνιακή ταχύτητα) με χρήση αδρανειακού αισθητήρα (έναν αισθητήρα σε κάθε κνήμη, τοποθετημένος σταθερά στη θέση του κέντρου μάζας της κνήμης).
- **Ακροβατική άσκηση ισορροπίας ανάβαση-στάση στους ώμους:** Η ακροβατική άσκηση ισορροπίας που θα αξιολογηθεί είναι η ανάβαση- στάση στους ώμους, όπου η αθλήτρια υποστηρίξεις (βάση) υποστηρίζει την αθλήτρια ανάβασης (κορυφή) με τη δεύτερη να διατηρεί διποδική όρθια στάση έχοντας τοποθετημένα τα πόδια της στους ώμους της αθλήτριας βάσης (ένα πόδι σε κάθε ωμική περιοχή). Η συγκεκριμένη άσκηση επιλέχθηκε καθώς αποτελεί βασική άσκηση ισορροπίας της ακροβατικής γυμναστικής.
- **Συνθήκες μέτρησης στατικής σταθερότητας:** 4 (τέσσερις) πειραματικές συνθήκες (3 προσπάθειες σε κάθε συνθήκη):

- **Συνθήκη Α-** κατά τη διποδική όρθια στάση στο έδαφος - με παράλληλη διάταξη ποδιών (διατήρηση για 30 δευτερόλεπτα): αθλήτριες υποστήριξης (βάσεις) και αθλήτριες ανάβασης (κορυφές) (διαδρομή κέντρου πίεσης και αδρανειακοί αισθητήρες)
- **Συνθήκη Β-** κατά τη διποδική όρθια στάση στο έδαφος -με προσθιοπίσθια διάταξη ποδιών (διατήρηση για 30 δευτερόλεπτα): ΜΟΝΟ αθλήτριες υποστήριξης (βάσεις) (διαδρομή κέντρου πίεσης και αδρανειακοί αισθητήρες)
- **Συνθήκη Γ-** κατά την ακροβατική άσκηση ισορροπίας ανάβασης-στάσης στους ώμους με παράλληλη διάταξη των ποδιών της βάσης (διατήρηση για 10 δευτερόλεπτα): (Β.1) για την αθλήτρια υποστήριξης (βάση) καταγραφή της διαδρομής του κέντρου πίεσης μέσω του δυναμοδαπέδου και των κινηματικών χαρακτηριστικών της κνήμης μέσω του αδρανειακού αισθητήρα (και τα δύο κάτω άκρα θα είναι τοποθετημένα εντός του δυναμοδαπέδου) (Β.2) για την αθλήτρια ανάβασης (κορυφή) καταγραφή των κινηματικών χαρακτηριστικών της κνήμης μέσω του αδρανειακού αισθητήρα (διποδική όρθια στάση κατά την ανάβαση στους ώμους της αθλήτριας υποστήριξης).
- **Συνθήκη Δ-** κατά την ακροβατική άσκηση ισορροπίας ανάβασης-στάσης στους ώμους με προσθιοπίσθια διάταξη των ποδιών της βάσης (διατήρηση για 10 δευτερόλεπτα): (Β.1) για την αθλήτρια υποστήριξης (βάση) καταγραφή της διαδρομής του κέντρου πίεσης μέσω του δυναμοδαπέδου και των κινηματικών χαρακτηριστικών της κνήμης μέσω του αδρανειακού αισθητήρα (και τα δύο κάτω άκρα θα είναι τοποθετημένα εντός του δυναμοδαπέδου) (Β.2) για την αθλήτρια ανάβασης (κορυφή) καταγραφή των κινηματικών χαρακτηριστικών της κνήμης μέσω του αδρανειακού αισθητήρα (διποδική όρθια στάση κατά την ανάβαση στους ώμους της αθλήτριας υποστήριξης). Για κάθε αθλήτρια υποστήριξης (n=10), η ακροβατική άσκηση ισορροπίας θα εκτελεσθεί με 3 διαφορετικές αθλήτριες κορυφής (3 προσπάθειες για κάθε διαφορετική αθλήτρια κορυφής x διάταξης των ποδιών βάσης στήριξης). Μεταξύ συνθηκών και προσπαθειών θα γίνεται διάλειμμα ενός λεπτού. Για την ελαχιστοποίηση της επίδρασης της εξάσκησης ή/και της κόπωσης θα γίνει τυχαιοποίηση της σειράς των πειραματικών συνθηκών.

3. Ενδεχόμενοι κίνδυνοι:

Κατά την διεξαγωγή των δοκιμασιών υπάρχει η πιθανότητα να συμβεί κάποια πτώση της αθλήτριας που βρίσκεται στον ρόλο του αναβάτη. Ωστόσο για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο, θα παρευρίσκεται πάντα άτομο σχετικό με το άθλημα (ο προπονητής των αθλητριών) δίπλα στους συμμετέχοντες για ασφάλεια. Επίσης περιμετρικά της πλατφόρμας των μετρήσεων, θα τοποθετηθούν μαλακά στρώματα προσγειώσεων για να αποφευχθεί οποιοσδήποτε πιθανότατα τραυματισμός των ασκούμενων. Τέλος, ενδιάμεσα από τις επαναλήψεις θα μεσολαβεί διάλειμμα ανάπαυσης.

4. Ενδεχόμενα Οφέλη:

Η συμμετοχή σας στην εργασία γίνεται αφιλοκερδώς, δεν θα υπάρξουν προσωπικά οφέλη.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των ερευνητικών αποτελεσμάτων (διαλέξεις, μαθήματα, συνέδρια, ημερίδες επιστημονικού ή εκπαιδευτικού χαρακτήρα), με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Οι προσωπικές πληροφορίες καθώς επίσης και τα δεδομένα που θα συλλεχθούν στην ερευνητική διαδικασία είναι απολύτως εμπιστευτικά. Πρόσβαση θα έχουν μόνο οι υπεύθυνοι έρευνας, η επιβλέπουσα καθηγήτρια κα Ελισσάβετ Ρουσάνογλου και η διδακτορική φοιτήτρια κα Αναλίνα Εμμανουήλ.

Τυχόν δημόσια χρήση φωτογραφιών σας ή βίντεο που ελήφθησαν κατά τη διαδικασία συλλογής δεδομένων θα γίνει μόνο εάν έχετε δώσει την έγγραφη συγκατάθεσή σας στην ειδική ενότητα του παρόντος εντύπου, και πάντα με απόκρυψη στοιχείων που δυνητικά αποκαλύπτουν την ταυτότητά σας.

6. Ελευθερία συναίνεσης:

Η συμμετοχή στην παρούσα εργασία είναι εντελώς εθελοντική με σκοπό να βοηθήσει στη συλλογή πληροφοριών για την παραγωγή καινούριας γνώσης. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να αποσύρετε τη συμμετοχή σας και να αποχωρήσετε, σε οποιοδήποτε στάδιο των μετρήσεων, χωρίς να χρειαστεί να δικαιολογήσετε την απόφασή σας.

7. Πληροφορίες:

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της εργασίας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση μη διστάσετε να επικοινωνήσετε με τον ερευνητή.

8. Έγγραφη Δήλωση Συναίνεσης:

Έχοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω εγώ η δηλώνω υπεύθυνα ότι συμμετέχω με την εκούσια βούλησή μου στη συγκεκριμένη ερευνητική εργασία και αποδέχομαι να συμμετάσχω στις δοκιμασίες που προβλέπονται από το πρωτόκολλο της έρευνας.

Ημερομηνία Γέννησης:

Ημερομηνία Συναίνεσης:

Ενήλικος - Ανήλικος (κυκλώστε αυτό που προκύπτει με βάση την ημερομηνία γέννησης)

Εάν η ηλικία γέννησης αποτυπώνει ανήλικο άτομο, τότε για τη συμμετοχή του απαιτείται επιπλέον και η έγγραφη συναίνεση του γονέα ή κηδεμόνα στη συνέχεια του εντύπου. Εκτός από το ονοματεπώνυμο και την υπογραφή του ανήλικου συμμετέχοντα θα πρέπει να αναγραφεί το πλήρες ονοματεπώνυμο του γονέα ή κηδεμόνα, το έντυπο να υπογραφεί από τον γονέα ή κηδεμόνα και να αναγραφούν τα στοιχεία επικοινωνίας του

9. Ειδική δήλωση συναίνεσης για τη λήψη και δημόσια προβολή φωτογραφικού και εικονοσκοπικού (βίντεο) υλικού:

Κατά την διάρκεια συμμετοχής σας στην έρευνα ενδεχομένως να ζητηθεί να φωτογραφηθείτε ή βιντεοσκοπηθείτε κατά την πραγματοποίηση μετρήσεων.

Οι φωτογραφίες και τα βίντεο μπορεί να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά από τους ερευνητές σε διαλέξεις, μαθήματα, συνέδρια, ημερίδες επιστημονικού ή εκπαιδευτικού χαρακτήρα σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή (μέσα κοινωνικής δικτύωσης) σύμφωνα με τον ελληνικό νόμο Ν2121/1993 περί δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας.

Σε περίπτωση δημοσιοποίησης του υλικού θα υπάρχει απόκρυψη του προσώπου ή χαρακτηριστικών που ενδεχομένως είναι δηλωτικά της ταυτότητας σας.

Με βάση τις παραπάνω εξηγήσεις, δίνω την συγκατάθεσή μου στην λήψη φωτογραφιών ή άλλου οπτικοακουστικού υλικού;

1. Στη λήψη φωτογραφιών ή άλλου οπτικοακουστικού υλικού

ΣΥΝΑΙΝΩ:NAIOXI

Στη μελλοντική δημόσια χρήση τους (π.χ. μαθήματα, διαλέξεις, σεμινάρια, παρουσιάσεις σε συνέδρια) με την προϋπόθεση απόκρυψης της ταυτότητας μου

ΣΥΝΑΙΝΩ:NAIOXI

10. Ειδική δήλωση συναίνεσης για ΑΝΗΛΙΚΕΣ συμμετέχουσες.

Στοιχεία συμμετέχουσας:

Ονοματεπώνυμο:

Ημερομηνία γέννησης:

Έγγραφη Συναίνεση Γονέα/Κηδεμόνα. Ο/Η γονέας - κηδεμόνας (κυκλώστε αυτό που ισχύει) της δηλώνω ότι ενημερώθηκα πλήρως για το σκοπό και τις διαδικασίες της μελέτης και συναινώ (κυκλώστε ότι από τα παρακάτω αποδέχεσθε):

A) Για τη συμμετοχή της σε αυτή: NAI OXI

B) Για τη λήψη φωτογραφικού ή/και εικονοσκοπικού υλικού : NAI OXI

Γ) Για τη δημόσια προβολή φωτογραφικού ή/και εικονοσκοπικού υλικού **ΜΕ** απόκρυψη προσώπου: NAI OXI

Δ) Για τη δημόσια προβολή φωτογραφικού ή/και εικονοσκοπικού **ΧΩΡΙΣ** απόκρυψη προσώπου: NAI OXI

Υπογραφή:

Στοιχεία επικοινωνίας: Τηλέφωνο: Email:

ΠΑΡ-3. Πρωτόκολλο μετρήσεων

2 κορυφές (διακριτό ΣΑ και ΣΜ) - 5 βάσεις – Παράλληλη και Προσθιοπίσθια Διάταξη Ποδιών

- Αξιολόγηση κορυφής = 3 προσπάθειες x 30 δευτ = **2 λεπτά** κάθε κορυφή → **4 λεπτά** σύνολο
- Αξιολόγηση βάσης = 3 προσπάθειες x 30 δευτ x 2 διατάξεις ποδιών = **3 λεπτά** κάθε βάση → **30 λεπτά** σύνολο
- Αξιολόγηση πυραμίδας = 3 προσπάθειες x 15 δευτ x 2 διατάξεις ποδιών x 2 κορυφές = **3 λεπτά** κάθε βάση → **30 λεπτά** σύνολο

(Α1) Διποδική Όρθια Στάση (30 δευτερόλεπτα)

Αθλήτριες στο ρόλο του αναβάτη – Κορυφή (Top)				
Παράλληλη Διάταξη Ποδιών				
SC	ΣΒ	προσπάθεια 1	προσπάθεια 2	προσπάθεια 3
T1				
T2				

(Α2) Διποδική Όρθια Στάση (30 δευτερόλεπτα)

Αθλήτριες στο ρόλο της υποστήριξης – Βάση (Base)							
		Παράλληλη Διάταξη Ποδιών			Προσθιοπίσθια Διάταξη Ποδιών		
SC	ΣΒ	προσπάθεια 1	προσπάθεια 2	προσπάθεια 3	προσπάθεια 1	προσπάθεια 2	προσπάθεια 3
B1							
B2							
B3							
B4							
B5							

(Β) Ακροβατική Άσκηση Ισορροπίας: Ανάβαση Στάση σε Όμους (15 δευτερόλεπτα)

Αθλήτριες στο ρόλο της υποστήριξης – Βάση (Base)

		Παράλληλη Διάταξη Ποδιών			Προσθιοπίσθια Διάταξη Ποδιών		
SC	Κορυφή	προσπάθεια 1	προσπάθεια 2	προσπάθεια 3	προσπάθεια 1	προσπάθεια 2	προσπάθεια 3
B1							
B2							
B3							
B4							
B5							

Πίνακας ΠΑΡ-1. Σημαντικότητα (p value) των ενδοζευγικών συγκρίσεων μεταξύ των τοποθετήσεων ποδιών (παράλληλη έναντι ευθύγραμμης όπως αυτές παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.3.) για κάθε κατεύθυνση γραμμικής επιτάχυνσης (προσθιοπίστια: AP, πλάγια: ML, κατακόρυφη: Ve, και τη συνισταμένη αυτών: Res) για τη γραμμική επιτάχυνση σε m/s^2 στην ελεύθερη βάση (EB) και τις πυραμίδες με κάθε διαφορετική κορυφή (ΠΥΡ-K1 και ΠΥΡ-K2) και κάθε πυραμίδας σχετικοποιημένη ως προς τις τιμές της ελεύθερης βάσης (EB).

	Βάση	m/s ²		φορές Βάσης	
		ΠΚ1	ΠΚ2	ΠΚ1	ΠΚ2
AP	0.399	0.108	0.090	0.004*	0.049*
ML	0.042*	0.053*	0.010*	0.785	0.716
Vert	0.524	0.656	0.259	0.293	0.741
Res	0.148	0.944	0.648	0.188	0.164

*σημαντική διαφορά $p \leq 0.05$