



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
———— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 ————

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ
ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΙ
ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΡΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ»

ΚΑΤΣΟΥΛΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Νικολαΐδου Μαρία-Ελισσάβετ, ΕΕΠ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023

© Copyright
Κατσούλης Κωνσταντίνος
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Ευχαριστίες

Θα ήθελα πρώτα από όλους να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Νικολαΐδου Μαρία-Ελισσάβετ για την αξιέπαινη στήριξη και συμπαράσταση της καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύλλογο «Αθλητικός Γυμναστικός Όμιλος Ευρυάλη Γλυφάδας» για την βοήθεια του στην υλοποίηση του στόχου και για την εξαιρετική του λειτουργία και αθλητική φιλοσοφία.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ την οικογένεια μου για την αγάπη, υποστήριξη και την παρουσία της σε κάθε βήμα και στόχο που θέτω.

Με εκτίμηση,

Κατσούλης Κωνσταντίνος

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΡΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της πιθανής επίδρασης ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης στην ισορροπία και αλτική ικανότητα νεαρών αθλητών καλαθοσφαίρισης. Εννέα προέφηβοι αθλητές καλαθοσφαίρισης (ηλικίας 12.1 ± 0.7 ετών, μάζας 52.4 ± 17.9 κιλών, αναστήματος 158.1 ± 10.1 εκατοστών) με προπονητική εμπειρία 3.3 ± 1.4 ετών ακολούθησαν ένα πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης διάρκειας 8 εβδομάδων, συχνότητας δύο φορές/εβδ και διάρκειας 20 λεπτών/συνεδρία. Η παρέμβαση διεξάγονταν πριν το κύριο μέρος της τυπικής προπόνησης καλαθοσφαίρισης και μετά από μια τυποποιημένη προθέρμανση, ενώ μεταξύ των συνεδριών παρεμβάλλονταν διάστημα 48 ωρών προκειμένου να εξασφαλιστεί πλήρη αποκατάσταση των συμμετεχόντων. Η παρέμβαση αποτελούνταν από ασκήσεις στατικών και δυναμικών στηρίξεων χωρίς αλλά και με περιορισμό της όρασης καθώς και από αλτικές ασκήσεις, ενώ βασίστηκε σε προοδευτική αύξηση της δυσκολίας μεταξύ των 4 πρώτων και 4 επόμενων εβδομάδων της παρέμβασης σε σχέση με τις απαιτήσεις για έλεγχο της όρθιας στάσης σώματος, της κατεύθυνσης μετατόπισης και της ταχύτητας εκτέλεσης των ασκήσεων. Πριν (ΑΡΧ) και μετά (ΤΕΛ) την παρέμβαση αξιολογήθηκαν με τυχαιοποιημένη σειρά: α) η ικανότητα στατικής ισορροπίας με τις δοκιμασίες της διποδικής και μονοποδικής στήριξης για αμφότερα τα κάτω άκρα με 2 προσπάθειες ανά συνθήκη στήριξης και σε 2 συνθήκες οπτικής πληροφορίας (ανοικτά (ΑΜ) - κλειστά μάτια (ΚΜ)) και διάρκειας δοκιμασίας 20 και 15 δευτερολέπτων αντίστοιχα, β) η ικανότητα δυναμικής ισορροπίας με τη δοκιμασία των πρόσθιων ορίων σταθερότητας, και γ) η κατακόρυφη αλτική ικανότητα με τις δοκιμασίες αλμάτων τύπου CMJ και SJ. Για όλες τις δοκιμασίες χρησιμοποιήθηκε προσαρμοσμένη μονοαξονική πλατφόρμα ισορροπίας (Wii Biovision, Fs=1000 HZ) για την καταγραφή των δεδομένων του Κέντρου Πίεσης (ΚΠ) και της κατακόρυφης δύναμης. Η απόδοση στη στατική ισορροπία προσδιορίστηκε από τις παραμέτρους: α) του μήκους μετατόπισης του ΚΠ (εκ), β) της περιοχής ταλάντευσης του ΚΠ ($εκ^2$) και, γ-δ) του εύρους ταλάντευσης του ΚΠ στην πρόσθιο-οπίσθια και έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση (εκ), ενώ η απόδοση στη δυναμική ισορροπία προσδιορίστηκε από τη

διαφορά μεταξύ του πρόσθιου ορίου της πλατφόρμας ισορροπίας και της τελικής πιο πρόσθιας μετατόπισης του ΚΠ του δοκιμαζόμενου (εκ). Η κατακόρυφη αλτική απόδοση καθορίστηκε από επιλεγμένες χρονικές, δυναμικές και παράγωγες παραμέτρους της φάσης ώθησης. Η στατιστική ανάλυση βασίστηκε σε έλεγχο t εξαρτημένων δειγμάτων για πιθανές διαφορές λόγω της παρέμβασης (ΑΡΧ εν. ΤΕΛ μέτρησης), της συνθήκης όρασης (ΑΜ εν. ΚΜ) και του άκρου στήριξης (Αριστερό εν. Δεξί) στις προαναφερόμενες εξαρτημένες παραμέτρους ($\alpha = 0.05$). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά την παρέμβαση υπήρξε σημαντική ($p < 0.001$) αύξηση του αναστήματος των νεαρών αθλητών κατά 0.8%. Η απόδοση στατικής διποδικής καθώς και μονοποδικής ισορροπίας για το αριστερό και δεξί κάτω άκρο παρουσίασε μη στατιστικά σημαντική ($p > 0.05$) επιδείνωση σε όλες τις παραμέτρους του ΚΠ, με εξαίρεση τη μη στατιστικά σημαντική ($p > 0.05$) βελτίωση της περιοχής ταλάντευσης και του εύρους της πρόσθιο-οπίσθιας και πλάγιας ταλάντευσης του ΚΠ μόνο για το δεξί κάτω άκρο με ΚΜ. Επιπλέον, βρέθηκε ότι ο περιορισμός της όρασης είχε αρνητική επίδραση ανεξαρτήτως της παρέμβασης με εξαίρεση την σημαντική ($p < 0.05$) μείωση της αρνητικής αυτής επίδρασης στην περιοχή και στο εύρος πρόσθιο-οπίσθιας ταλάντευσης του ΚΠ κατά την διποδική στήριξη. Η δυναμική ισορροπία παρέμεινε στατιστικά αμετάβλητη ($p > 0.05$), ενώ στην απόδοση της αλτικής ικανότητας αυξήθηκαν σημαντικά ($p < 0.05$) η μέγιστη δύναμη ώθησης στο άλμα τύπου CMJ, καθώς και η μέγιστη σχετική κατακόρυφη δύναμη και μέγιστη σχετική ισχύς στο άλμα τύπου SJ μετά την παρέμβαση. Συμπεραίνεται ότι η στατική και δυναμική ισορροπία νεαρών προέφηβων αθλητών καλαθοσφαίρισης δεν βελτιώθηκε μετά από την εφαρμογή προπονητικής παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης διάρκειας 8 εβδομάδων, ωστόσο οι παρατηρούμενες αυξημένες τιμές ισορροπίας πιθανόν να υποδηλώνουν έναν σχετικά καλύτερο ορθοστατικό έλεγχο και απόδοση ισορροπίας των αθλητών. Οι περιορισμένες σημαντικές βελτιώσεις στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα των αθλητών μετά το πέρας του προγράμματος παρέχουν πιθανές ενδείξεις για μεταφορά της θετικής επίδρασης αυτού στη μυϊκή δύναμη και ισχύ των κάτω άκρων.

Λέξεις κλειδιά: στατική ισορροπία, δυναμική ισορροπία, μονοποδική στήριξη, διποδική στήριξη, αλτικότητα, κατακόρυφο άλμα, CMJ, SJ

EFFECT OF A DYNAMIC STABILIZATION PROGRAM ON DYNAMIC BALANCE AND JUMPING ABILITY OF YOUNG ATHLETES

Abstract

The study's purpose was to investigate the possible effect of a dynamic stabilization program on balance and jumping ability of young basketball players. Nine preadolescent basketball players (age 12.1 ± 0.7 years, mass 52.4 ± 17.9 kg, height 158.1 ± 10.1 cm) with 3.3 ± 1.4 years of training experience, followed an 8-week dynamic stabilization balance intervention program, with a frequency of twice/week and a duration of 20 min/session. The intervention was carried out before the main part of the typical basketball training and after a standardized warm-up, whereas there was a 48-hour break between intervention sessions to ensure full recovery of the participants. The intervention program consisted of static and dynamic balance exercises with and without limitation of vision, as well as jumping exercises. It was based on a progressive increase in difficulty between the first 4 and the later 4 weeks of the intervention program with relation to the requirements for postural control, the direction of displacement and the execution's speed of the exercises. Before (PRE) and after (POST) the 8-week intervention, measurements were carried out in randomized order to evaluate the: a) static balance ability with bipedal and unipedal quiet stance tests for both lower limbs with 2 trials per stance condition and with eyes open (EO) and eyes closed (EC) for a trial duration of 20 and 15 seconds respectively, b) dynamic balance ability using the anterior Limits of Stability test, and c) vertical jumping ability using the CMJ and SJ tests. A custom-made uniaxial balance platform (Wii Biovision, $F_s = 1000$ HZ) was used for all tests to record the Center of Pressure (CoP) and vertical force data. Performance in static balance was determined by the parameters of a) path length of CoP (cm), b) sway area of CoP (cm^2) and, c-d) range of CoP sway in the anterior-posterior and medial-lateral direction (cm), while performance in dynamic balance was determined by the difference between the anterior limit of the balance platform and the subject's maximal anterior CoP displacement (cm). Vertical jump performance was determined by selected temporal, dynamic and derivative parameters of the impulse phase. The statistical analysis was based on t-test for dependent samples to check for possible differences due to intervention (Pre vs Post measurements), visual condition (OE vs CE) and support limb (Left vs Right) on the dependent parameters ($\alpha = 0.05$). Post

intervention, the results showed that there was a significant ($p < 0.001$) increase in body height of the young athletes by 0.8%. Static bipedal as well as unipedal balance performance for the left and right lower limb showed a non-statistically significant ($p > 0.05$) deterioration in all the examined CoP parameters, with the exception of the non-statistically significant ($p > 0.05$) improvement in the area and range of anteroposterior and mediolateral CoP sway, only for the right lower limb with eyes closed. In addition, it was found that restriction of vision had a negative effect regardless of the intervention, except for a significant ($p < 0.05$) reduction of this negative effect on the sway area and range of anteroposterior and mediolateral CoP displacement in the bipedal stance. Dynamic balance performance was similar between pre- and post-intervention ($p > 0.05$), while vertical jumping ability performance showed a significant ($p < 0.05$) increase in the maximal impulse force in the CMJ, as well as in the maximal relative vertical force and maximal relative power in the SJ. It can be concluded that the static and dynamic balance ability of young preadolescent basketball players was not improved after an 8-week dynamic stabilization balance intervention program, however the observed increased CoP parameter values may indicate a relatively better postural control and balance performance of the athletes. The few significant improvements in vertical jumping ability of the athletes after the end of the intervention period provide possible evidence for a transfer of the positive effect of intervention on the athletes' lower limb muscle strength and power.

Key words: static balance, dynamic balance, unipedal stance, bipedal stance, jumping ability, vertical jump, CMJ, SJ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|---------------|
| Περίληψη Ελληνική | i |
| Περίληψη Αγγλική..... | iii |
| Πίνακας Περιεχομένων | v |
| Κατάλογος Σχημάτων | viii |
| Κατάλογος Πινάκων..... | viii |
| Κατάλογος Εικόνων | ix |
| Κατάλογος Συντομογραφιών | ix |
| | |
| I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | σελ. 1 |
| 1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος..... | σελ. 1 |
| 1.2. Σημασία της μελέτης..... | σελ. 3 |
| 1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις..... | σελ. 4 |
| 1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας | σελ. 5 |
| 1.5. Διευκρίνιση όρων..... | σελ. 5 |
| | |
| II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ | σελ. 7 |
| 2.1. Ορθοστατικός έλεγχος και ισορροπία: Εισαγωγή | σελ. 7 |
| 2.1.1. Σημασία του ορθοστατικού ελέγχου σώματος | σελ. 8 |
| 2.1.2. Μηχανισμοί που καθορίζουν τον ορθοστατικό έλεγχο σώματος και την ικανότητα ισορροπίας | σελ. 10 |
| 2.1.3. Αναπτυξιακή πορεία του ορθοστατικού ελέγχου και ισορροπίας..... | σελ. 11 |
| 2.2. Σημασία του ορθοστατικού ελέγχου και της ισορροπίας στην αθλητική απόδοση..... | σελ. 13 |
| 2.2.1. Επίδραση της βραχείας διάρκειας προπόνησης ισορροπίας σε νεαρά άτομα | σελ. 16 |
| 2.2.2. Σχέση μεταξύ προπόνησης ισορροπίας και κατακόρυφης αλτικής απόδοσης σε νεαρά άτομα | σελ. 19 |

| | |
|--|--|
| III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....σελ. 22 | |
| 3.1. Δοκιμαζόμενοι.....σελ.22 | |
| 3.2. Πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησηςσελ. 22 | |
| 3.3. Μέσα συλλογής δεδομένωνσελ.23 | |
| 3.3.1. Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.....σελ. 23 | |
| 3.3.2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....σελ. 24 | |
| 3.3.3. Μετρήσεις αξιολόγησης της ικανότητας ισορροπίας..σελ. 24 | |
| 3.3.3.1. Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας.....σελ. 24 | |
| 3.3.3.2. Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας.....σελ. 25 | |
| 3.3.6. Αξιολόγηση κατακόρυφης αλτικής ικανότητας.....σελ. 26 | |
| 3.4. Στατιστική επεξεργασίασελ. 27 | |
| IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑσελ. 28 | |
| 4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δείγματος.....σελ. 28 | |
| 4.2. Στατική και δυναμική διποδική ισορροπία.....σελ. 29 | |
| 4.2.1. Απόδοση ισορροπίας κατά την δοκιμασία στατικής διποδικής στήριξης σε δύο συνθήκες όρασηςσελ. 29 | |
| 4.2.2. Απόδοση δυναμικής ισορροπίας κατά τις δύο συνθήκες όρασηςσελ. 30 | |
| 4.3. Στατική μονοποδική ισορροπία.....σελ. 31 | |
| 4.3.1. Απόδοση ισορροπίας κατά την δοκιμασία στατικής μονοποδικής στήριξης σε δύο συνθήκες όρασης.....σελ. 31 | |
| 4.3.2. Απόδοση ισορροπίας κατά την δοκιμασία στατικής μονοποδικής στήριξης μεταξύ αριστερού και δεξιού κάτω άκρου.....σελ.33 | |
| 4.4. Κατακόρυφη αλτική ικανότητασελ. 34 | |
| 4.4.1. Απόδοση αλτικής ικανότητας κατά την εκτέλεση αλμάτων τύπου CMJ και SJ.....σελ.34 | |
| V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....σελ. 36 | |
| 5.1. Κύρια ευρήματα μελέτηςσελ. 36 | |

| | |
|--|-----------|
| 5.1.1. Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης στην ικανότητα στατικής ισορροπίας.....σελ. | 37 |
| 5.1.2. Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης στην ικανότητα δυναμικής ισορροπίας.....σελ. | 39 |
| 5.1.3. Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης στην κατακόρυφη αλτικότητα.....σελ. | 39 |
| 5.2 Η επίδραση της όρασης στην στατική και δυναμική ισορροπία..σελ. | 41 |
| VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....σελ. | 42 |
| 6.1. Συμπεράσματα | σελ. 42 |
| 6.2. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.....σελ. | 42 |
| VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ. | 44 |
| VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....σελ. | 48 |
| A.1. Έγκριση Μελέτης Επιτροπής Βιοηθικής ΣΕΦΑΑ | σελ.48 |
| A.2. Έντυπο Συναίνεσης Συμμετέχοντα | σελ.49 |
| A.3. Πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης 8 εβδομάδων.....σελ. | 50 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1. Όρθια στάση. (Α) όταν το ΚΜΣ (πράσινη τελεία) είναι κατακόρυφα ευθυγραμμισμένο με την υπαστραγαλική άρθρωση (μαύρη τελεία), το βάρος (πράσινο βέλος) δεν ασκεί ροπή γύρω από την υπαστραγαλική άρθρωση. Για να διατηρηθεί αυτή η στάση, η εδαφική δύναμη αντίδρασης (κόκκινο βέλος) πρέπει επίσης να μην ασκεί καμία ροπή γύρω από την υπαστραγαλική άρθρωση συνεπώς το σημείο εφαρμογής της, το ΚΠ (κόκκινη τελεία) πρέπει να είναι κατακόρυφα ευθυγραμμισμένο με την άρθρωση.(Β) Στην τυπική όρθια ήρεμη στάση, το ΚΜΣ διατηρείται εμπρός από τους αστραγάλους, άρα το βάρος ασκεί μια πρόσθια ροπή γύρω από τις υπαστραγαλικές αρθρώσεις, η οποία αντισταθμίζεται από την οπίσθια ροπή της εδαφικής δύναμης αντίδρασης για την οποία απαιτείται τονική μυϊκή σύσπαση των μυών της γάμπας (απόδοση της Εικ.1, Le Mouel & Brette, 2017).....σελ.8

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης.....σελ.28

Πίνακας 4.2. Δεδομένα Κέντρου Πίεσης κατά τη στατική διποδική στήριξη (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης κατά τις δύο συνθήκες όρασης.....σελ.29

Πίνακας 4.3. Απόδοση δυναμικής ισορροπίας (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης κατά τις δύο συνθήκες όρασης.....σελ.30

Πίνακας 4.4. Δεδομένα Κέντρου Πίεσης κατά τη στατική μονοποδική στήριξη (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης κατά τις δύο συνθήκες όρασης.....σελ.32

Πίνακας 4.5. Παράμετροι αλτικής ικανότητας (μέση τιμή \pm τ.α.) κατά την εκτέλεση κατακόρυφων αλμάτων τύπου CMJ και SJ πριν (αρχική μέτρηση)

και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης.....σελ.35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1. Παράδειγμα απεικόνισης της πορείας του ΚΠ κατά τη δοκιμασία των πρόσθιων ορίων σταθερότητας. Με την κόκκινη γραμμή απεικονίζεται το πιο πρόσθιο όριο της βάσης στήριξης της πλατφόρμας ισορροπίας και με την πράσινη γραμμή το πιο πρόσθιο όριο μετατόπισης του ΚΠ κατά την δοκιμασία. Η απόδοση της δοκιμασίας πρόσθιων Ορίων Σταθερότητας αξιολογήθηκε ως η διαφορά μετατόπισης μεταξύ των 2 ορίων με τις χαμηλές τιμές να υποδηλώνουν καλύτερη απόδοση. Οι άξονες (οριζόντιος και πρόσθιο-οπίσθιος) είναι σε τιμές εκατοστών.....σελ.26

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

| | |
|------------|-------------------------------------|
| ΚΜΣ | Κέντρο μάζας σώματοςσελ.1 |
| ΚΠ | Κέντρο πίεσης.....σελ.1 |
| ΚΝΣ | Κεντρικό νευρικό σύστημα.....σελ.11 |
| CMJ | CounterMovement Jump.....σελ.19 |
| SJ | Squat Jump.....σελ.19 |
| AM | Ανοικτά μάτια.....σελ.24 |
| ΚΜ | Κλειστά μάτια.....σελ.24 |
| ΚΒ | Κέντρο βάρους.....σελ.25 |
| ΚΒΣ | Κέντρο βάρους σώματος.....σελ.36 |
| ΚΜ | Κέντρο μάζας.....σελ.36 |

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Ο έλεγχος της όρθιας στάσης σώματος ουσιαστικά διαπραγματεύεται τον έλεγχο του σώματος στο χώρο για τους σκοπούς του προσανατολισμού και διατήρησης της ισορροπίας, η οποία κυρίως εξαρτάται από τη δυνατότητα ελέγχου του ΚΜΣ σε σχέση με τη βάση στήριξης (Horak, 2006; Le Mouel & Brette, 2017). Ο ορθοστατικός έλεγχος και η εξισορροπιστική ικανότητα δεν αποτελεί ένα σύστημα ή ένα σύνολο αντανακλαστικών διόρθωσης και ισορροπίας, αλλά μια σύνθετη κινητική δεξιότητα που προκύπτει από την αλληλεπίδραση πολλαπλών αισθητικοκινητικών διεργασιών καθώς και φυσιολογικών και νευρομυϊκών μηχανισμών (Horak, 2006; Sousa et al., 2012). Η πορεία ανάπτυξης του ορθοστατικού ελέγχου ξεκινάει νωρίς στη ζωή του ατόμου ακολουθώντας ένα συγκεκριμένο χρονικό μοτίβο με την συνεισφορά του ιδιοδεκτικού, οπτικού και αιθουσαίου συστήματος να απαντάται σε διαφορετικές περιόδους ανάπτυξης. Μελέτες αναφέρουν ότι η σταδιακή ωρίμανση της ισορροπίας συμβαίνει από την ηλικία των 7 ετών ενώ έως την ηλικία των 12 ετών δεν έχει ολοκληρωθεί η μετάβαση σε ένα επίπεδο ελέγχου αυτής παρόμοιο με εκείνο που χαρακτηρίζει τα ενήλικα άτομα (Steindl et al., 2006; Verbecque et al., 2016; Wälchli et al., 2018). Ωστόσο, αναφέρεται ότι το μέγεθος του μήκους διαδρομής του ΚΠ στην ηλικιακή ομάδα των 13–15 ετών υπήρξε όχι σημαντικά διαφορετικό από το αντίστοιχο των ενηλίκων (Verbecque et al., 2016).

Ένα ικανοποιητικό επίπεδο ελέγχου της θέσης και του προσανατολισμού του σώματος σε σχέση με το περιβάλλον του αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη βελτίωση του ελέγχου των εκούσιων κινήσεων επιδρώντας σημαντικά στην ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης (Andreeva et al., 2020; 2021). Ο Hrysomallis και συνεργάτες (2011) διατύπωσαν πως ο ορθοστατικός έλεγχος και η ισορροπία έχουν άμεση σχέση με την αθλητική απόδοση, και μάλιστα πως όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο του αθλητή, τόσο ανεπτυγμένη θα είναι η ικανότητα ισορροπίας. Η μετάβαση από την προ-εφηβεία στην εφηβεία ωστόσο συχνά συνοδεύεται από

αλλαγές στη μάζα και στις σωματικές διαστάσεις που επηρεάζουν τη διαχείριση του ΚΜΣ και δύνανται να οδηγήσουν σε μείωση της ικανότητας ισορροπίας. Επομένως, η στοχευμένη προπόνηση ισορροπίας κατά την προεφηβική ηλικία μπορεί να μειώσει την επιδείνωση της απόδοσης ισορροπίας βοηθώντας τους νεαρούς αθλητές να αντιμετωπίσουν τις αυξανόμενες απαιτήσεις του αγωνίσματος κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους (Trecroci et al., 2018). Επιπλέον, ο Hammami και συνεργάτες (2016) αναφέρουν υψηλότερη συσχέτιση μεταξύ δοκιμασιών ισορροπίας και μυϊκής ισχύος σε πιο ώριμους νέους αθλητές και αυτό συνεπάγεται καλύτερη μεταφορά των επιδράσεων από την προπόνηση ισορροπίας στην προπόνηση δύναμης, ισχύος και αντίστροφα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της φάσης μετά την ηλικία κορύφωσης της ταχύτητας ανάπτυξης του αναστήματος.

Πληθώρα μελετών έχει εξετάσει την επίδραση παρεμβάσεων προπόνησης της ισορροπίας σε άτομα διαφορετικών ηλικιών είτε με ασκήσεις στοχευμένες στην προπόνηση ισορροπίας είτε μέσω συνδυασμού ασκήσεων ισορροπίας, πλειομετρικών ή και άλλων (π.χ. ασκήσεων ισορροπίας σε τεντωμένο ελαστικό ιμάντα), βραχείας (π.χ. 4 εβδομάδων) ή και μακροπρόθεσμης διάρκειας με διαφορετικό προπονητικό όγκο (Cè et al., 2018; Donath et al., 2013; Granacher et al., 2010, 2011; Muehlbauer, 2021; Schedler et al., 2020a, 2020b; Trecroci et al., 2018). Σε πρόσφατη μετά-ανάλυση μελετών συμπεραίνεται ότι η προπόνηση ισορροπίας είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική ως μέσο ενίσχυσης των μέτρων απόδοσης της στατικής και δυναμικής ισορροπίας σε υγιείς νέους, και ειδικότερα για τους νεαρούς αθλητές, το περιεχόμενο της παρέμβασης τους συνίσταται να μιμείται τις απαιτήσεις της αντίστοιχης δραστηριότητας και του κινητικού προτύπου που σχετίζεται με το συγκεκριμένο άθλημα ώστε να επέλθουν βέλτιστα αποτελέσματα (Gebel et al., 2018).

Η καλαθοσφαίριση αποτελεί ομαδικό άθλημα που συνδυάζει ποικιλία δραστηριοτήτων με ή χωρίς χειρισμό της μπάλας, επιταχυνόμενες ή επιβραδυνόμενες φάσεις με αλλαγές κατεύθυνσης της κίνησης, άλματα με ή χωρίς φόρα κ.ά. (Cherni et al., 2019; Ramirez-Campillo et al., 2020). Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι οι αθλητές καλαθοσφαίρισης παρουσίασαν χαμηλότερη απόδοση στατικής ισορροπίας σε σύγκριση με αθλητές άλλων αθλημάτων (Bressel

et al., 2007; Cherni et al., 2019; Matsuda et al., 2008). Ενώ η αξιολόγηση της ισορροπίας σε στατικές συνθήκες στήριξης απαντάται συχνά στην καλαθοσφαίριση (Matsuda et al., 2008) και η βελτίωση αυτής έχει βρεθεί να συνοδεύεται από την βελτίωση της ευστοχίας του σουτ (Ramachandran et al., 2021), η αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας έχει εξεταστεί ελάχιστα και δεν αναφέρονται ενδείξεις πιθανής συσχέτισης μεταξύ των δοκιμασιών στατικής και δυναμικής ισορροπίας (Pau et al., 2015).

Η κατακόρυφη αλτική απόδοση χρησιμοποιείται ευρέως στον αθλητισμό ως αντικειμενικός δείκτης για την έγκυρη αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης και ισχύος των κάτω άκρων (Karatrantou et al., 2019). Στην καλαθοσφαίριση, οι απαιτήσεις για αλτική απόδοση είναι υψηλές καθώς δημιουργούνται συνθήκες που περιλαμβάνουν έλεγχο τόσο της οριζόντιας όσο και κατακόρυφης μετατόπισης του σώματος στον αέρα, όπως π.χ. κατά την διεκδίκηση κατοχής της μπάλας. Αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει την επίδραση της προπόνησης ισορροπίας στην κατακόρυφη αλτική απόδοση (Donath et al., 2013; Granacher et al., 2010, 2011; Kean et al., 2006). Η πλειοψηφία των μελετών συγκλίνει στην διαπίστωση ότι η βέλτιστη προπονητική παρέμβαση για βελτίωση της κατακόρυφης αλτικότητας φαίνεται να είναι η πλειομετρική προπόνηση αλμάτων σε σταθερές επιφάνειες, ωστόσο έχουν βρεθεί θετικές επιδράσεις μετά από προπόνηση ισορροπίας στη βελτίωση της αλτικής απόδοσης (π.χ. στο ύψος του άλματος), συνεπώς φαίνεται ότι η προπόνηση ισορροπίας μπορεί να συνεισφέρει στην καλύτερη προετοιμασία του ατόμου προκειμένου να ανταπεξέλθει στην πλειομετρική προπόνηση βελτιώνοντας τη μηχανική της απογείωσης και προσγείωσης (Ramachandran et al., 2021).

1.2. Σημασία της μελέτης

Η σημασία της μελέτης έγκειται στην ανάδειξη της πιθανής επίδρασης παρεμβάσεων που εφαρμόζουν προγράμματα δυναμικής σταθεροποίησης του σώματος, βασισμένα σε θεμελιώδεις κινήσεις (όπως βάδιση ή άλμα) σε προοδευτικά αυξανόμενης δυσκολίας συνθήκες στήριξης, όπως π.χ. η μετάβαση

από την διποδική στη μονοποδική στήριξη, με ή χωρίς οπτική πληροφορία καθώς και με πρόσθια ή/και οπίσθια προβολή και στήριξη του ενός κάτω άκρου σε διαφορετικά ύψη και προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Τα ευρήματα των μελετών είναι λιγοστά σχετικά με την επίδραση προγραμμάτων δυναμικής σταθεροποίησης στην ισορροπία καθώς και στην αλτική ικανότητα νεαρών ατόμων και αναλογιζόμενος κανείς τις απαιτήσεις του αθλήματος της καλαθοσφαίρισης, προκύπτει ότι ένα αυξημένο επίπεδο ορθοστατικού ελέγχου και ισορροπίας είναι απαραίτητα στοιχεία για την μεγιστοποίηση της απόδοσης.

Με δεδομένο ότι η αποτελεσματικότητα των προπονητικών παρεμβάσεων ισορροπίας συνίσταται να προσομοιάζει τις απαιτήσεις του κινητικού προτύπου που σχετίζεται με το εκάστοτε εξεταζόμενο άθλημα (Gebel et al., 2018; Paillard, 2014; Zemková, 2014), πιθανό όφελος της παρούσας εργασίας αφορά στην επωφελή χρήση αυτών των προγραμμάτων ως μέσο ανάπτυξης και βελτιστοποίησης των παραμέτρων της φυσικής κατάστασης νεαρών αθλητών, κρίσιμες συνιστώσες της οποίας είναι η ισορροπία καθώς και η μυϊκή δύναμη και ισχύς, ούτως ώστε να ενισχυθεί κατά τον μέγιστο δυνατό βαθμό η απόδοση των νεαρών αθλητών και να προληφθούν πιθανοί μυοσκελετικοί τραυματισμοί που απορρέουν από την μειωμένη ικανότητα ορθοστατικού ελέγχου και ισορροπίας του σώματος.

1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

Σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση της πιθανής επίδρασης ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης διάρκειας 8 εβδομάδων στην ισορροπία και αλτική ικανότητα νεαρών προέφηβων αθλητών καλαθοσφαίρισης.

Τέθηκαν προς διερεύνηση τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

α) Η παρέμβαση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης 8 εβδομάδων θα βελτιώσει την ικανότητα ισορροπίας και την αλτική ικανότητα νεαρών προέφηβων αθλητών καλαθοσφαίρισης;

β) Η παρέμβαση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης 8 εβδομάδων θα έχει θετική επίδραση στην απόδοση ισορροπίας όταν η οπτική πληροφορία απουσιάζει;

Διατυπώθηκαν οι αντίστοιχες ερευνητικές υποθέσεις:

α) Η παρέμβαση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης 8 εβδομάδων θα επιφέρει βελτιώσεις στην απόδοση ισορροπίας και στην αλτική ικανότητα νεαρών προέφηβων αθλητών καλαθοσφαίρισης,

β) Η παρέμβαση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης 8 εβδομάδων θα έχει θετική επίδραση στην απόδοση ισορροπίας όταν η οπτική πληροφορία απουσιάζει.

Ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίζεται η παρέμβαση (αρχική έναντι τελικής μέτρησης) και η συνθήκη όρασης (ανοικτά μάτια έναντι κλειστά μάτια). Ως εξαρτημένες μεταβλητές ορίζονται: α) η απόδοση στη στατική ισορροπία σε διποδική και μονοποδική συνθήκη στήριξης σε αμφοτέρως τις συνθήκες όρασης (ανοικτά – κλειστά μάτια) μέσω παραμέτρων του ΚΠ, β) η απόδοση στη δυναμική ισορροπία μέσω της δοκιμασίας των πρόσθιων ορίων σταθερότητας και γ) η κατακόρυφη αλτική απόδοση μέσω επιλεγμένων παραμέτρων της φάσης ώθησης κατά τις δοκιμασίες άλματος τύπου CMJ και SJ.

1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης

Βασικό περιορισμό της παρούσας μελέτης αποτελεί η ηλικία των δοκιμαζόμενων και η μη ύπαρξη ομάδας ελέγχου, καθώς δεν μπορεί να μην ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι δοκιμαζόμενοι εξετάστηκαν στις ίδιες δοκιμασίες κατά την αρχική και τελική μέτρηση και είναι πιθανή η βελτίωσή τους κατά την τελική μέτρηση λόγω μάθησης.

1.5. Διευκρίνιση όρων

Ορθοστατικός έλεγχος: Έχει οριστεί ως ο έλεγχος της θέσης του σώματος στο χώρο, για λόγους ισορροπίας και προσανατολισμού, και περιλαμβάνει τον ενεργό

έλεγχο της ευθυγράμμισης του σώματος, σε σχέση με τη βαρύτητα, τη βάση στήριξης, το περιβάλλον αλλά και τις εσωτερικές διεργασίες (Sousa et al., 2012).

Ισορροπία: Είναι η διαδικασία διατήρησης του ΚΜΣ κατακόρυφα πάνω από τη βάση στήριξης και βασίζεται σε ταχεία και συνεχή αλληλεπίδραση οπτικών, αιθουσαίων και σωματοαισθητηριακών δομών για την εκτέλεση ομαλών και συντονισμένων νευρομυϊκών ενεργειών (Brachman et al., 2017).

Κέντρο μάζας σώματος: Το θεωρητικό σημείο συγκέντρωσης των μαζών των επιμέρους μελών του σώματος. Η θέση του εξαρτάται από τη θέση και τον προσανατολισμό των επιμέρους μελών του σώματος και επομένως μπορεί να εντοπίζεται είτε εντός είτε εκτός των ορίων της μάζας στο χώρο.

Κέντρο πίεσης (ΚΠ): Το σημείο εφαρμογής των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους στη πελματιαία επιφάνεια των ποδιών, που αποτελεί το αποτέλεσμα των δυνάμεων αδράνειας του σώματος και των δυνάμεων εξισορρόπησης του συστήματος ελέγχου της ισορροπίας. Κατά την συνθήκη στατική ισορροπίας, η μετατόπιση του ΚΠ σχεδόν συμπίπτει με την μετατόπιση του ανύσματος της δύναμης του κέντρου βάρους σώματος (ΚΒΣ) (Juras et al., 2008).

Στατική Ισορροπία: Η ικανότητα διατήρησης της όρθιας στάσης του σώματος και του περιορισμού της κίνησης του ΚΒΣ εντός μιας σταθερής βάσης στήριξης (Nashner and McCollum, 1985).

Δυναμική Ισορροπία: Η ικανότητα μετατόπισης σε διάφορες κατευθύνσεις και ελέγχου του ΚΒΣ εντός μιας σταθερής βάσης στήριξης (Nashner and McCollum, 1985).

Άλμα τύπου CMJ: κατακόρυφο άλμα με προδιάταση των κάτω άκρων και χωρίς αιώρηση των άνω άκρων (για την παρούσα μελέτη).

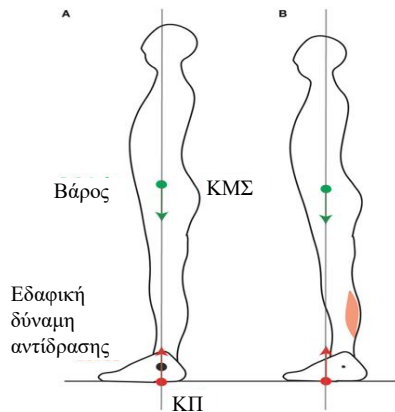
Άλμα τύπου SJ: άλμα χωρίς προδιάταση των κάτω άκρων από θέση έναρξης περίπου $\sim 90^\circ$ κάμψης των γονάτων και χωρίς αιώρηση των άνω άκρων (για την παρούσα μελέτη).

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Ορθοστατικός έλεγχος και ισορροπία: Εισαγωγή

Ο έλεγχος της όρθιας στάσης σώματος έχει οριστεί ως ο έλεγχος της θέσης του σώματος στο χώρο για τους σκοπούς της ισορροπίας και του προσανατολισμού (Horak, 2006; Le Mouel & Brette, 2017). Η σταθερότητα της στάσης εξαρτάται κυρίως από τη δυνατότητα ελέγχου του ΚΜΣ σε σχέση με τη βάση στήριξης. Εμβιομηχανικά, μια τυπική θέση ορθοστατικού ελέγχου επιτυγχάνεται όταν το ΚΜΣ εντοπίζεται θεωρητικά εντός της βάσης στήριξης σε κατακόρυφη ευθυγράμμιση με το μέσο του ποδιού, μερικά εκατοστά μπροστά από την υπαστραγαλική άρθρωση και ευθυγραμμίζεται με το Κέντρο Πίεσης (ΚΠ) (Σχήμα 2.1., Le Mouel & Brette, 2017). Ωστόσο, όταν τους ζητηθεί, νεαρά υγιή άτομα μπορούν να διατηρήσουν το ΚΜΣ τους σε θέσεις έως και 40% του μήκους του ποδιού τους προς τα εμπρός σε σχέση με την προαναφερόμενη τυπική θέση και έως και 20% του μήκους του ποδιού τους προς τα πίσω αντίστοιχα (Schiappati et al., 1994). Οποιαδήποτε εξωτερική ή εσωτερική διαταραχή προκαλεί μετατόπιση της προβολής του ΚΠ εντός των ορίων της βάσης στήριξης και αλλαγή της ευθυγράμμισης μεταξύ ΚΜΣ και ΚΠ δύναται να οδηγήσει σε πρόκληση διατήρησης της ορθοστατικής στάσης. Η ικανότητα διατήρησης του ΚΜΣ σε ένα χωροθετημένο όριο εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα των μηχανισμών ορθοστατικού ελέγχου του ατόμου (Sousa et al., 2012). Η εξισορροπιστική ικανότητα μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες, τη δυναμική και στατική ισορροπία. Η στατική ισορροπία ορίζεται ως η ικανότητα διατήρησης του ΚΜΣ εντός της βάσης στήριξης με ελάχιστη μυϊκή προσπάθεια, ενώ η δυναμική ισορροπία αναφέρεται στην ικανότητα εκτέλεσης ενός κινητικού σκοπού διατηρώντας ή ανακτώντας μια θέση σταθερότητας κατά τη μετακίνηση (Ramachandran et al., 2021). Ο ορθοστατικός έλεγχος και η επακόλουθη κατάσταση ισορροπίας δεν θεωρείται πλέον ένα σύστημα ή ένα σύνολο αντανακλαστικών διόρθωσης και ισορροπίας, αλλά μια σύνθετη κινητική

δεξιότητα που προέρχεται από την αλληλεπίδραση πολλαπλών αισθητικοκινητικών διεργασιών (Horak, 2006). Αποτελεί αδιαμφισβήτητα αναπόσπαστο στοιχείο για την ζωή του ανθρώπου, καθώς η επιρροή που ασκεί σε αυτή είναι τεράστια και πολυπαραγοντική.



Σχήμα 2.1. Όρθια στάση. (Α) όταν το ΚΜΣ (πράσινη τελεία) είναι κατακόρυφα ευθυγραμμισμένο με την υψαστραγαλική άρθρωση (μαύρη τελεία), το βάρος (πράσινο βέλος) δεν ασκεί ροπή γύρω από την υψαστραγαλική άρθρωση. Για να διατηρηθεί αυτή η στάση, η εδαφική δύναμη αντίδρασης (κόκκινο βέλος) πρέπει επίσης να μην ασκεί καμία ροπή γύρω από την υψαστραγαλική άρθρωση συνεπώς το σημείο εφαρμογής της, το ΚΠ (κόκκινη τελεία) πρέπει να είναι κατακόρυφα ευθυγραμμισμένο με την άρθρωση. (Β) Στην τυπική όρθια ήρεμη στάση, το ΚΜΣ διατηρείται εμπρός από τους αστραγάλους, άρα το βάρος ασκεί μια πρόσθια ροπή γύρω από τις υψαστραγαλικές αρθρώσεις, η οποία αντισταθμίζεται από την οπίσθια ροπή της εδαφικής δύναμης αντίδρασης για την οποία απαιτείται τονική μυϊκή σύσπαση των μυών της γάμπας (απόδοση της Εικ.1, Le Mouel & Brette, 2017).

2.1.1. Σημασία του ορθοστατικού ελέγχου σώματος

Η νευρολογική διαδικασία που εμπλέκεται στην οργάνωση της σταθερότητας και του προσανατολισμού του σώματος στο χώρο είναι απαραίτητη πρακτικά για όλες τις δυναμικές κινητικές ενέργειες (Sousa et al., 2012). Συνεπώς, η ικανότητα διατήρησης της όρθιας στάσης, της βάδισης και της αποτελεσματικής και ασφαλούς εκτέλεσης των καθημερινών δραστηριοτήτων εξαρτάται από ένα σύνολο αλληλεπίδρασης φυσιολογικών και νευρομυϊκών μηχανισμών και συστημάτων που συνθέτουν την ικανότητα εξισορρόπησης και σταθερότητας και εντέλει την αποφυγή πτώσεων (Horak, 2006). Είναι ευρέως καταδεδειγμένο πως οι

ηλικιωμένοι με διαταραχές της ικανότητας ισορροπίας τους υποφέρουν πολλαπλώς, έχοντας σημαντική πολυαισθητηριακή απώλεια, σωματική αδυναμία και/ή καχεξία, μυοσκελετικά προβλήματα καθώς και γνωστικές απώλειες (Horak, 2006).

Η ικανότητα ισορροπίας αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχή απόδοση ειδικών δεξιοτήτων, όσον αφορά τους αθλητικούς πληθυσμούς. Για παράδειγμα, στην καλαθοσφαίριση μελέτες συσχετίζουν την βελτίωση της στατικής διποδικής στάσης-ισορροπίας με την συνακόλουθη βελτίωση σε τεχνικά στοιχεία του αθλήματος, όπως π.χ. την ευστοχία του σουτ (Ramachandran et al., 2021). Ο αποτελεσματικός ορθοστατικός έλεγχος και η συνακόλουθη κατάσταση ισορροπίας αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την εκμάθηση και ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων κατά την παιδική ηλικία και τα θεμέλια για μια επιτυχημένη απόδοση στις καθημερινές και σχετικές με τον αθλητισμό δραστηριότητες από τη νεανική ηλικία έως την ενηλικίωση. Σύμφωνα με τους Hrysomallis (2011) και Kiers και συνεργάτες (2013), η βελτίωση της ισορροπίας σχετίζεται με την αυξημένη φυσική δραστηριότητα, υποδεικνύοντας πως δύναται να επιδρά στην ενεργό συμμετοχή και ένταξη των ατόμων σε κινητικές και γενικότερα αθλητικές δραστηριότητες. Η ανεπαρκής ανάπτυξη του ορθοστατικού ελέγχου κατά την πρώιμη παιδική ηλικία μπορεί αργότερα να οδηγήσει σε ανεπαρκή γενικό έλεγχο των εκούσιων κινήσεων και ως εκ τούτου, σε μείωση σε άλλες ικανότητες νευρομυϊκού συντονισμού, ενώ στον αντίποδα έγκειται η διαπίστωση ότι η ισορροπία αποτελεί βασική προϋπόθεση για να φτάσει ένας αθλητής σε κορυφαίο επίπεδο απόδοσης (Gebel et al., 2018). Μια επίσης σημαντική πτυχή του ορθοστατικού ελέγχου αποτελεί η σχέση μεταξύ μυοσκελετικών και συνδεσμικών τραυματισμών και της αυξημένης ταλάντωσης του σώματος καθώς και των ελλειμμάτων μυϊκής δύναμης σε όλο το ηλικιακό φάσμα, καθώς η ανεπτυγμένου επιπέδου ικανότητα ισορροπίας μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμού και τις αρνητικές συνέπειες αυτού για τη φυσική κατάσταση και εντέλει την καριέρα του αθλητή (Granacher et al., 2010).

2.1.2. Μηχανισμοί που καθορίζουν τον ορθοστατικό έλεγχο σώματος και την ικανότητα ισορροπίας

Όπως αναφέρουν οι Horak (2006) και Sousa και συνεργάτες (2012), το ορθοστατικό σύστημα ελέγχου αποτελείται από πολλά υποσυστήματα, η κατανόηση των οποίων και της διαφορετικής συμβολής τους στον έλεγχο της όρθιας στάσης σώματος μας επιτρέπει να αναλύουμε συστηματικά τις συγκεκριμένες διαταραχές ισορροπίας που επηρεάζουν κάθε άτομο και να αποφεύγουμε τυχόν μελλοντικές. Έχει βρεθεί πως υπάρχουν συνολικά 6 σημαντικοί παράγοντες – μηχανισμοί που ελέγχουν την όρθια στάση σώματος και την συνακόλουθη κατάσταση ισορροπίας ενώ διαταραχή σε οποιαδήποτε εξ αυτών ή συνδυασμός διαταραχών θα οδηγήσει σε ορθοστατική αστάθεια. Ο πιο σημαντικός εμβιομηχανικός περιορισμός στην ισορροπία είναι το μέγεθος και η ποιότητα της βάσης στήριξης, που διαμορφώνεται μέσω των άκρων ποδιών (Horak, 2006). Τυχόν περιορισμοί στο μέγεθος, τον έλεγχο του εύρους κίνησης, τη δύναμη ή τον πόνο των ποδιών θα επηρεάσει τον έλεγχο της θέσης του ΚΜΣ επομένως και την ισορροπία.

Σημαντικός παράγοντας του ορθοστατικού ελέγχου του σώματος είναι ο τύπος της στρατηγικής κίνησης της επαναφοράς του σώματος σε κατάσταση ισορροπίας. Αναγνωρίζονται δύο στρατηγικές κατά τις οποίες τα πόδια διατηρούν στη θέση τους στο χώρο και μια τρίτη κατά την οποία αλλάζουν τη βάση στήριξης μέσω μεμονωμένου βήματος ή εκτατικής κίνησης. Η πρώτη αφορά στην στρατηγική της ποδοκνημικής, στην οποία το σώμα κινείται γύρω από την ποδοκνημική άρθρωση ως ένα εύκαμπτο ανεστραμμένο εκκρεμές, κατάλληλο για τη διατήρηση της ισορροπίας για μικρές ταλαντεύσεις, σε σταθερή επιφάνεια. Στη δεύτερη στρατηγική, αυτή του ισχίου, το σώμα ασκεί ροπή γύρω από τις αρθρώσεις των ισχίων για να μετακινήσει γρήγορα το ΚΜΣ και χρησιμοποιείται είτε όταν τα άτομα στέκονται σε στενή επιφάνεια που δεν επιτρέπει την παραγωγή επαρκούς ροπής της άρθρωσης του αστραγάλου είτε όταν το ΚΜΣ πρέπει να μετακινηθεί γρήγορα. Εκτός αυτών των στρατηγικών, καθοριστικό ρόλο παίζει η διαδικασία κατά την οποία οι αισθητηριακές πληροφορίες εισερχόμενες από το σωματοαισθητικό, το

οπτικό και το αιθουσαίο σύστημα πρέπει να ενσωματωθούν για την ερμηνεία των πολύπλοκων αισθητηριακών σημάτων του περιβάλλοντος. Καθώς τα άτομα μεταβάλλουν το αισθητηριακό περιβάλλον τους, πρέπει να επαναρυθμίσουν την συγγενή τους εξάρτηση με κάθε μία από αυτές τις αισθήσεις (Horak, 2006). Επιπλέον, κρίσιμο συστατικό του ορθοστατικού ελέγχου είναι η ικανότητα προσανατολισμού των μερών του σώματος σε σχέση με τη βαρύτητα, την επιφάνεια στήριξης, το οπτικό περιβάλλον και τις εσωτερικές μεταβολές καθώς τα υγιή νευρολογικά συστήματα μεταβάλλουν αυτόματα τον τρόπο με τον οποίο προσανατολίζεται το σώμα στο χώρο, ανάλογα με το πλαίσιο και την λειτουργία (Horak, 2006). Όταν γίνεται ανάλυση μιας δυναμικής κίνησης όπως η βάδιση, ο έλεγχος της ισορροπίας κατά την μετάβαση από μία θέση/στάση σε μια επόμενη θέση/στάση απαιτεί πολύπλοκο έλεγχο του κινούμενου ΚΜΣ, σε αντίθεση με την ήρεμη στάση, κατά την οποία το ΚΜΣ ενός υγιούς ατόμου δεν εντοπίζεται εντός της βάσης στήριξης των άκρων ποδιών όταν βαδίζει ή μετατοπίζεται από μια θέση/στάση σε άλλη. Τέλος, για τον έλεγχο και διατήρηση της ορθοστατικής στάσης απαιτούνται πολλές γνωστικές ικανότητες. Ακόμη και η ήρεμη στάση απαιτεί γνωστική επεξεργασία, όπως μπορεί να φανεί και από τους αυξημένους χρόνους αντίδρασης σε άτομα που στέκονται σε σύγκριση με άτομα που κάθονται με υποστήριξη, υποδηλώνοντας ότι όσο πιο απαιτητικό είναι το έργο της όρθιας στάσης, τόσο μεγαλύτερη γνωστική επεξεργασία απαιτείται από το ΚΝΣ (Horak, 2006). Συνεπώς, οι χρόνοι αντίδρασης και η απόδοση σε μια γνωστική εργασία μειώνονται καθώς αυξάνεται η δυσκολία της στάσης, λόγω του ότι ο ορθοστατικός έλεγχος και η απόδοση σε γνωστικές διαδικασίες μοιράζονται τις γνωστικές ικανότητες, η απόδοση σε σκοπούς ορθοστατικού ελέγχου και ισορροπίας θα επηρεαστεί από ένα δευτερεύον επιτελούμενο γνωστικό σκοπό (Horak, 2006).

2.1.3. Αναπτυξιακή πορεία του ορθοστατικού ελέγχου και ισορροπίας

Η διατήρηση της ορθοστατικής σταθερότητας και ισορροπίας απαιτεί ένα ενεργό αισθητηριοκινητικό σύστημα ελέγχου. Τα τρέχοντα δεδομένα είναι περιορισμένα και ενίοτε παρέχουν αντικρουόμενες ενδείξεις σχετικά με την

επιρροή του ιδιοδεκτικού, οπτικού και αιθουσαίου συστήματος ελέγχου όρθιας στάσης σώματος στα παιδιά (Steindl et al., 2006; Verbecque et al., 2016; Wälchli et al., 2018). Ωστόσο, οι μελέτες καταλήγουν στην διαπίστωση ότι ο έλεγχος της όρθιας στάσης αναπτύσσεται νωρίς στη ζωή ακολουθώντας ένα συγκεκριμένο μοτίβο. Στα βρέφη, καθώς εμφανίζεται η αντανακλαστική δραστηριότητα της όρθιας στάσης, είναι δυνατή η ανόρθωση και ο προσανατολισμός του κεφαλιού και του σώματος στο χώρο. Αυτά τα ορθοστατικά αντανακλαστικά παρέχουν κατά το πρώτο έτος της ζωής του βρέφους την ικανότητα να επιτυγχάνει και να διατηρεί πολλές στάσεις, όπως π.χ. να κάθεται και να στέκεται ανεξάρτητα (δηλ. χωρίς εξωτερική υποστήριξη), ικανότητα την οποία βελτιστοποιεί στην ηλικία των 12 μηνών. Ωστόσο, μετά την επίτευξη της ανεξάρτητης όρθιας στάσης, το ορθοστατικό σύστημα ελέγχου αναπτύσσεται κατά την παιδική ηλικία και την εφηβεία, με έντονη αναδιοργάνωση στην ηλικία των έξι περίπου ετών (Verbecque et al., 2016). Αναφέρεται ότι τα παιδιά νεαρής ηλικίας βασίζονται κυρίως στο οπτικό - αιθουσαίο σύστημα για να διατηρήσουν την ισορροπία, ενώ ξεκινούν να αλλάζουν προς την εξάρτηση από ένα σωματοαισθητικό-αιθουσαίο επίπεδο ελέγχου κατά την ηλικία των έξι περίπου ετών. Οι μέχρι τώρα διεξαχθείσες μελέτες υποδεικνύουν ότι η ισορροπία των παιδιών ωριμάζει σταδιακά από την ηλικία των 7 ετών (Steindl et al., 2006; Verbecque et al., 2016). Επιπλέον, ιεραρχικά κατώτερου επιπέδου συστήματα ελέγχου της όρθιας στάσης (δηλαδή αντανακλαστικά) υπάρχουν ήδη κατά τη γέννηση, ενώ τα υπερνωτιαία συστήματα ωριμάζουν αργότερα και δεν παρουσιάζουν συμπεριφορά παρόμοια με εκείνη των ενηλίκων μέχρι περίπου την ηλικία των 10 ετών. Ωστόσο, η μετάβαση σε έναν έλεγχο ισορροπίας παρόμοιο με εκείνου που χαρακτηρίζει τα ενήλικα άτομα δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμη στην ηλικία των 12 ετών. (Wälchli et al., 2018). Ο Verbecque και συνεργάτες (2016) πραγματοποίησαν ανασκόπηση με στόχο τη χαρτογράφηση των σχετιζόμενων με την ηλικία διαφορών και τον ορθοστατικό έλεγχο κατά την παιδική ηλικία. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν το μήκος διαδρομής του ΚΠ, η προσθιοπίσθια και μεσοπλευρική ταλάντωση του ΚΠ για την αξιολόγηση του ορθοστατικού ελέγχου. Σε συγκρίσεις μεταξύ των διάφορων ηλικιών, βρέθηκε ότι οι προαναφερόμενες παράμετροι ήταν σημαντικά αυξημένες

στα 4χρονα σε σύγκριση με τα 8χρονα και τα 12χρονα παιδιά. Επίσης, οι ερευνητές επισήμαναν πως το μέγεθος του μήκους διαδρομής του ΚΠ στην ηλικιακή ομάδα των 13–15 ετών ήταν πλέον όχι σημαντικά διαφορετικό από το αντίστοιχο των ενηλίκων (Verbecque et al., 2016). Συνεπάγεται επομένως ότι σύμφωνα με υπάρχουσες γνώσεις για την ορθοστατική ισορροπία δύναται να εξαχθούν συμπεράσματα και να εξηγηθούν διαφορές στην αθλητική απόδοση μεταξύ παιδιών, εφήβων και ενηλίκων, καθώς και να προσδιοριστεί και να σχεδιαστεί αποτελεσματικότερα η προπόνηση βελτίωσης της ισορροπίας.

2.2. Σημασία του ορθοστατικού ελέγχου και της ισορροπίας στην αθλητική απόδοση

Ο Hrysomallis και συνεργάτες (2011) διατύπωσαν πως ο ορθοστατικός έλεγχος και η ισορροπία έχουν άμεση και άρρηκτη σχέση με την αθλητική απόδοση, και μάλιστα πως όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο του αθλητή, τόσο ανεπτυγμένη θα είναι αυτή η ικανότητα. Εκτός αυτού, η ισορροπία σχετίζεται με πολλά και διαφορετικά μέτρα απόδοσης για κάθε άθλημα, και δύναται να επηρεάζει σε διαφορετικό βαθμό την απόδοση. Σε μελέτη του Pau και συνεργατών (2015) βγήκε το συμπέρασμα πως η αξιολόγηση της εξισοροπιστικής ικανότητας πρέπει να πραγματοποιείται με στατικές και δυναμικές δοκιμασίες, διότι η απόδοση του ορθοστατικού ελέγχου σε αυτές τις δύο συνθήκες δεν σχετίζεται και πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν ξεχωριστά για κάθε μία. Σύμφωνα με την Andreeva και συνεργάτες (2020), σε μελέτη που αφορούσε τους παράγοντες που επηρεάζουν τον ορθοστατικό έλεγχο και την ισορροπία, βρέθηκε πως στους αθλητές επηρεάστηκε κυρίως από την ηλικία και σε μικρότερο βαθμό από το φύλο, το επίπεδο απόδοσης και τα χαρακτηριστικά των αθλητικών υποδημάτων. Σε παιδιά και έφηβους αθλητές, ο καλύτερος έλεγχος της στάσης οφείλεται κυρίως στην πιο αποτελεσματική χρήση των οπτικών πληροφοριών, ενώ στους ενήλικες αθλητές αυτός οφειλόταν σε άλλους μηχανισμούς (Andreeva et al., 2020). Όσον αφορά την εφαρμογή προγραμμάτων ισορροπίας σε παιδιά και νέους, τα ευρήματα της μελέτης του Muehlbauer (2021) δείχνουν πως οι προπονητικές παρεμβάσεις για τη

βελτίωση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας είναι χρήσιμες και ωφέλιμες χωρίς όμως να ξεπερνούν έναν σχετικά μέτριο προπονητικό όγκο, καθώς βρήκαν ότι προπόνηση παραπάνω από 240 λεπτά σε διάστημα 4 εβδομάδων συγκριτικά με αντίστοιχη προπόνηση διάρκειας 360 λεπτών σε διάστημα 6 εβδομάδων δεν βελτίωσαν σε μεγαλύτερο βαθμό την ισορροπία. Σε μελέτη του Schedler και συνεργατών (2020a), που διερεύνησε την επίδραση της προπόνησης ισορροπίας διάρκειας 5 εβδομάδων στην στατική ισορροπία σταθερής κατάστασης, στην κινητικότητα, στην ενεργά αναμενόμενη (proactive) και στην αποκρινόμενη σε ερέθισμα (αντιδραστική, reactive) απόδοση ισορροπίας σε παιδιά ηλικίας 7-8 ετών σε σύγκριση με εφήβους 14-15 ετών, προτείνεται ότι η προπονησιμότητα της στατικής ισορροπίας σταθερής κατάστασης και της κινητικότητας είναι υψηλότερες στα παιδιά παρά στους εφήβους και ότι οφείλεται στο μεγαλύτερο απόθεμα για προσαρμογές που διαθέτουν τα παιδιά. Σε επόμενη μελέτη της ίδιας ομάδας (Schedler et al., 2020b), που συμφωνεί με τα αποτελέσματα του Muehlbauer (2021), φάνηκε πως η διαφοροποίηση του προπονητικού όγκου συνολικής διάρκειας 7 εβδομάδων σε δοκιμασίες στατικής, δυναμικής και ενεργούς αναμενόμενης ισορροπίας δεν αποφέρει διαφορετικές βελτιώσεις στην ισορροπία. Ωστόσο, φάνηκε ότι η προπόνηση ισορροπίας υψηλής δυσκολίας (π.χ. μονοποδική στάση με κλειστά μάτια και/ή σε αφρώδη επιφάνεια στήριξης) υπήρξε πιο αποτελεσματική στην αύξηση της απόδοσης των δοκιμασιών αξιολόγησης της ενεργά αναμενόμενης (proactive) ισορροπίας σε σύγκριση με την προπόνηση ισορροπίας χαμηλής δυσκολίας (π.χ. μονοποδική στάση με ανοικτά μάτια σε σταθερή επιφάνεια στήριξης) που υπήρξε πιο αποτελεσματική για την βελτίωση δοκιμασιών στατικής ισορροπίας (Schedler et al., 2020b).

Επιπλέον, οι Kiers και συνεργάτες (2013) υποστηρίζουν ότι ο ορθοστατικός έλεγχος σε χαλαρή ήρεμη στάση χωρίς εξωτερικούς παράγοντες διαταραχής είναι καλύτερος σε επαγγελματίες αθλητές σε σχέση με μη-αθλητές, με την απόδοση να επηρεάζεται σημαντικά από το είδος της δραστηριότητας ή άθλημα που ασχολείται το άτομο. Η Andreeva και συνεργάτες (2021) διατυπώνουν την άποψη ότι η καλή ορθοστατική ισορροπία είναι σημαντική προϋπόθεση για τη βελτίωση του ελέγχου των εκούσιων κινήσεων στον αθλητισμό και, κατά συνέπεια, της ενίσχυσης της

αθλητικής απόδοσης. Σύμφωνα με την Andreeva και συνεργάτες (2021), αυτό αποδεικνύεται έμμεσα από το γεγονός ότι η μη ειδική προπόνηση ισορροπίας βελτιώνει διάφορες σωματικές ικανότητες, όπως την αρθρική σταθερότητα, την ικανότητα απόδοσης σε κατακόρυφα και οριζόντια άλματα καθώς και το ρυθμό ανάπτυξης της μυϊκής δύναμης. Μεταξύ άλλων, οι συγγραφείς διατείνονται πως οι συνεχείς μελέτες του ορθοστατικού ελέγχου σε αθλητές είναι σημαντικές για τη βελτίωση μεθόδων για την ανάπτυξη των κινητικών τους ικανοτήτων και για μια καλύτερη κατανόηση της αξίας των βασικών παραμέτρων σταθεροποίησης σε δοκιμασίες ορθοστατικού ελέγχου και αξιολόγησης της αθλητικής κατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη την μεγάλη συμβολή των δεξιοτήτων στατικού ελέγχου σε άλλες κινητικές και συντονιστικές ικανότητες (Andreeva et al., 2021). Είναι γνωστό πως υπάρχουν πολλά αθλήματα, στα οποία η στατική και η δυναμική ισορροπία είναι καταλυτικοί παράγοντες της απόδοσης. Για παράδειγμα, η στατική ισορροπία είναι απαραίτητη στη σκοποβολή και την τοξοβολία, ενώ σε αθλήματα ελεύθερου στυλ, σανίδας χιονιού, σκέιτμπορντ, ή ιστιοσανίδας, η δυναμική ισορροπία παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση (Zemková, 2014). Τυχόν έλλειψη επάρκειας εξισορροπιστικής ικανότητας μπορεί όχι μόνο να επηρεάσει το αποτέλεσμα, αλλά αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο τραυματισμού (Zemková, 2014). Όσον αφορά τώρα για το άθλημα που πραγματεύεται η παρούσα εργασία, σύμφωνα με την Zemková (2014) έχει διαπιστωθεί στενή συσχέτιση μεταξύ της σταθερότητας της στάσης και της αθλητικής απόδοσης σε καλαθοσφαιριστές. Πιο συγκεκριμένα, η ακρίβεια στις ελεύθερες βολές έχει συσχετιστεί με χαμηλή οριζόντια κινητικότητα και υψηλή σταθερότητα. Ωστόσο, δεν υπάρχουν πληροφορίες για το αν η ταλάντευση της όρθιας στάσης αυξάνεται με επαναλαμβανόμενες ελεύθερες βολές και, εάν συμβαίνει, πώς αυτό επηρεάζει την ακρίβεια. Ο Cherni και συνεργάτες (2019) διαπίστωσαν πως η βελτίωση του ορθοστατικού ελέγχου και της ισορροπίας είχε θετική επίδραση στις αλλαγές κατεύθυνσης και μείωσε το μήκος διαδρομής του ΚΠ σε συνθήκες στατικών δοκιμασιών. Έχει παρατηρηθεί επίσης πως οι καλαθοσφαιριστές, έχουν τη χαμηλότερη ικανότητα στατικής ισορροπίας σε σύγκριση με άλλους αθλητές αντίστοιχων τύπων αθλημάτων, ενώ βρίσκονται και αρκετά χαμηλά σε σειρά

κατάταξης στην μονοποδική στατική ισορροπία για κάθε συνθήκη όρασης (Bressel et al., 2007). Πράγμα το οποίο είναι φυσιολογικό αν αναλογιστεί κανείς την φύση του αθλήματος και τον σχεδιασμό της προπόνησης, και όπως επιβεβαιώνει και ο Paillard (2014), είναι γνωστό ότι η φύση και το περιβάλλον των κινήσεων που εμπλέκονται στην προπόνηση διαφορετικών αθλημάτων επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα ελέγχου της όρθιας στάσης του σώματος. Ένα ακόμα στοιχείο άξιο αναφοράς για τον ορθοστατικό έλεγχο και την αθλητική απόδοση αφορά στην αρνητική σχέση μεταξύ μειωμένης ισορροπίας και απόδοσης, υπό την έννοια ότι οι αθλητές υψηλού επιπέδου μπορούν να αποδώσουν με επιτυχία παρά την αυξημένη ταλάντευση στη στάση του σώματος. Εξαιρέση αποτελούν ορισμένα αθλήματα ωστόσο, όπως η σκοποβολή ή η τοξοβολία κατά τα οποία οποιαδήποτε διαταραχή της ισορροπίας θα επιφέρει αρνητικό αποτέλεσμα στην απόδοση (Paillard, 2014).

2.2.1. Επίδραση της βραχείας διάρκειας προπόνησης ισορροπίας σε νεαρά άτομα

Η γνώση για την απόδοση στην ισορροπία, μυϊκή δύναμη και ισχύ καθώς και η αλληλεπίδρασή τους παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αθλήματα στα οποία η επίδοση καθορίζεται από αυτές τις νευρομυϊκές ικανότητες (Hammami et al., 2016). Γνωρίζοντας τις σχέσεις μεταξύ ισορροπίας, δύναμης και ισχύος για τα διάφορα στάδια ωρίμανσης και σε διαφορετικές ηλικιακές κατηγορίες δύναται να καθοριστούν πιο αποτελεσματικά οι προτεραιότητες της προπόνησης. Συγκεκριμένα, βρέθηκαν διαφορετικές συσχετίσεις μεταξύ των προαναφερόμενων φυσικών ικανοτήτων πριν και κοντά στην ηλικία κορύφωσης της ταχύτητας ανάπτυξης του αναστήματος καθώς και μεταξύ της ηλικίας πριν και μετά της ηλικίας κορύφωσης της ταχύτητας ανάπτυξης του αναστήματος. Ο Hammami και συνεργάτες (2016), αναφέρουν πως υπάρχει υψηλότερη συσχέτιση μεταξύ δοκιμασιών ισορροπίας και μυϊκής ισχύος σε πιο ώριμους νέους αθλητές και αυτό συνεπάγεται καλύτερη μεταφορά των επιδράσεων από την προπόνηση ισορροπίας στην προπόνηση δύναμης, ισχύος και αντίστροφα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της φάσης μετά την ηλικία κορύφωσης της ταχύτητας ανάπτυξης του αναστήματος.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Granacher και συνεργάτες (2010) αναφέρθηκε πως οι παρατηρούμενες βελτιώσεις στην ταλάντωση στάσης, στο ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης και στο ύψος του άλματος θα μπορούσαν να έχουν προληπτική επίδραση στο ποσοστό τραυματισμών των κάτω άκρων. Σε επόμενη έρευνα της ίδιας ομάδας εξετάστηκε ο αντίκτυπος της προπόνησης ισορροπίας στον ορθοστατικό έλεγχο και την απόδοση δύναμης στο μάθημα της Φυσικής Αγωγής σε υγιή παιδιά ηλικίας 6 έως 7 ετών (Granacher et al., 2011). Συγκεκριμένα, τέσσερις εβδομάδες έντονης παρέμβασης οδήγησαν σε βελτιώσεις, ωστόσο όχι στατιστικά σημαντικές όσον αφορά τη στάση του σώματος, την παραγωγή δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων και του ύψους άλματος των παιδιών (Granacher et al., 2011). Στην μελέτη του Kenville και συνεργατών (2021) αναδείχθηκε θετική επίδραση στην απόδοση στατικής μονοποδικής ισορροπίας σε νεαρούς αθλητές ενόργανης γυμναστικής και ποδοσφαιριστές μετά από παρέμβαση 4 εβδομάδων δυναμικής σταθεροποίησης. Επίσης, σε έρευνα 12 εβδομάδων του Cè και συνεργατών (2018) σε νεαρούς ποδοσφαιριστές με μέση ηλικία τα 10 ± 1 έτη, εκτός από την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης, έγινε και ειδική προπόνηση ισορροπίας κατά το διάστημα των 4 τελευταίων εβδομάδων. Πραγματοποιήθηκαν διαφορετικές δεξιότητες με την μπάλα σε σταθερές ή ασταθείς επιφάνειες, όπως βάδιση σε ασταθείς επιφάνειες με και χωρίς αλλαγές κατεύθυνσης, τρέξιμο και άλμα σε ασταθείς επιφάνειες, και μονοποδικό οδήγημα της μπάλας σε σταθερές ή ασταθείς επιφάνειες. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της ικανότητας ισορροπίας, ωστόσο οι μεγαλύτερες αυξήσεις στις παραμέτρους των στατικών διποδικών δοκιμασιών έδειξαν ότι η προσθήκη ειδικής προπόνησης ισορροπίας στην συμβατική προπόνηση ποδοσφαίρου ήταν ικανή να βελτιώσει την ισορροπία σε μεγαλύτερο βαθμό (Cè et al., 2018). Σε άλλη έρευνα με δείγμα νεαρούς ποδοσφαιριστές που διεξήχθη από τον Trecroci και συνεργάτες (2018), με παρέμβαση συμβατικής προπόνησης ισορροπίας σε συνδυασμό με ισορροπία σε τετνωμένο ιμάντα, τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση της επίδοσης στις δοκιμασίες αξιολόγησης της στατικής και δυναμικής ισορροπίας ανεξαρτήτως του είδους προπόνησης. Επιπλέον, σε έρευνα του Schedler και συνεργατών (2020b), όπου οι δοκιμαζόμενοι ήταν χωρισμένοι σε δύο ομάδες με διαφορετικό

προπονητικό φορτίο ως προς τη δυσκολία της προπόνησης ισορροπίας, βρέθηκε ότι υπήρξε βελτίωση και στις δύο ομάδες παρέμβασης, όμως η ομάδα με το χαμηλότερο προπονητικό φορτίο είχε μεγαλύτερη βελτίωση στην στατική ισορροπία σε συνθήκη με οπτική πληροφόρηση αξιολογούμενη από το μέγιστο χρόνο παραμονής σε ήρεμη μονοποδική στάση.

Σημαντική μείωση στη μετατόπιση μεσοπλευρικής κατεύθυνσης του ΚΠ βρέθηκε σε νεαρούς αθλητές σκι μετά από ένα συνδυαστικό προπονητικό πρόγραμμα ισορροπίας 8 εβδομάδων, που περιελάμβανε ασκήσεις εστιασμένες στη σταθερότητα του κεντρικού μέρους του σώματος, πλειομετρικά άλματα, ισορροπία πάνω σε όργανα ισορροπίας και διατάξεις (Słomka et al., 2018). Οι ερευνητές ανέφεραν επίσης σημαντικές βελτιώσεις στο ύψος του άλματος, καθώς και στην περιοχή μετατόπισης του ΚΠ του αριστερού και δεξιού ποδιού. Σε μελέτη ανασκόπησης του Brachman και συνεργατών (2017), όπου ο κύριος στόχος ήταν να προσδιοριστεί ένα πρωτόκολλο προπόνησης που να χρησιμοποιείται συχνά και εύκολα και να μπορεί να οδηγήσει σε βελτιώσεις στην ισορροπία, διαπιστώθηκε ότι για να επιφέρει θετικές επιδράσεις ένα τέτοιο προπονητικό πρωτόκολλο πρέπει να διαρκεί 8 εβδομάδες, με συχνότητα δύο συνεδριών ανά εβδομάδα και μία μόνο προπόνηση διάρκειας 45 λεπτών. Η μετά-ανάλυση μελετών του Gebel και συνεργατών (2018) έρχεται να επιβεβαιώσει τα παραπάνω ευρήματα καθώς συμπεραίνει πως η προπόνηση ισορροπίας είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική ως μέσο ενίσχυσης των μέτρων απόδοσης στατικής και δυναμικής ισορροπίας σε υγιείς νέους, όταν οι παρεμβάσεις των μελετών πληρούσαν τα παραπάνω προπονητικά κριτήρια. Βρέθηκε ότι οι επιδράσεις ήταν μέτριες στις παραμέτρους της στατικής ισορροπίας και μεγάλες στις αντίστοιχες παραμέτρους της δυναμικής ισορροπίας. Επιπλέον, όσον αφορά τους νεαρούς αθλητές, σύμφωνα με την έννοια της εξειδίκευσης της προπόνησης, το περιεχόμενο της παρέμβασης τους πρέπει να μιμείται τις απαιτήσεις της αντίστοιχης δραστηριότητας και του κινητικού προτύπου που σχετίζεται με το συγκεκριμένο άθλημα ώστε να επέλθουν βέλτιστα αποτελέσματα (Gebel et al., 2018).

2.2.2. Σχέση μεταξύ προπόνησης ισορροπίας και κατακόρυφης αλτικής απόδοσης σε νεαρά άτομα

Οι πιθανές επιδράσεις άλλων τύπων προπόνησης εκτός της προπόνησης ισορροπίας όπως η προπόνηση πλειομετρικών αλμάτων στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα, στην ισορροπία και γενικότερα στην αθλητική απόδοση είναι λιγότερο γνωστές (Ramachandran et al., 2021). Επειδή εντοπίστηκαν θέματα σχετικά με την έλλειψη τυποποίησης στις δοκιμασίες που αφορούσαν στην αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας τόσο στα άλματα CMJ όσο και στα SJ, ο Petrigna και συνεργάτες (2019) πρότειναν, με βάση την σχετική βιβλιογραφία, τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας με σκοπό να διευκολύνουν την αμερόληπτη σύγκριση των δεδομένων απόδοσης άλματος μεταξύ των δημοσιευμένων μελετών. Σε μετά-ανάλυση του Ramachandran και συνεργατών (2021) αξιολογήθηκε η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης αλμάτων στη ισορροπία σε υγιείς συμμετέχοντες με τα ευρήματα να προτείνουν ότι η πλειομετρική προπόνηση μέγιστων κατακόρυφων αλμάτων τύπου CMJ και SJ είναι αποτελεσματική στην ενίσχυση διαφόρων παραμέτρων απόδοσης στατικής και δυναμικής ισορροπίας ανεξάρτητα από το φύλο και την ηλικία των συμμετεχόντων. Επιπλέον, η μετά-ανάλυση έδειξε ότι η προπόνηση πλειομετρικών αλμάτων προκάλεσε παρόμοιες βελτιώσεις στην ισορροπία συγκριτικά με άλλες προπονητικές μεθόδους, επομένως, δύναται να χρησιμοποιηθεί ως πιθανή μέθοδος για τη βελτίωση της απόδοσης ισορροπίας, σε συνδυασμό με άλλα φυσικά χαρακτηριστικά όπως η μυϊκή δύναμη και ισχύς. Αυξήσεις στο ρυθμό ανάπτυξης δύναμης στους εκτείνοντες των κάτω άκρων έχει βρεθεί πως ενισχύουν την επίδοση στα άλματα τύπου CMJ και SJ. Παλαιότερες μελέτες αναφέρουν πως μετά από προπονητική παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης σημειώθηκε αύξηση του ύψους αυτών των αλμάτων (Granacher et al., 2010; Kean et al., 2006). Συγκεκριμένα, στην μελέτη του Granacher και συνεργατών (2010), η παρέμβαση αποτελούσε μέρος από μία συνεδρία Φυσικής Αγωγής σε τάξεις λυκείου και πραγματοποιούνταν 4 φορές την εβδομάδα για 30 λεπτά με τις ασκήσεις να εκτελούνται σε ασταθείς επιφάνειες. Παρομοίως, στη μελέτη του Kean και

συνεργατών (2006), οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν ένα πρόγραμμα δυναμικής σταθεροποίησης 4 φορές την εβδομάδα με διάρκεια κάθε συνεδρίας τα 20 λεπτά και με ασκήσεις σε ασταθή επιφάνεια. Σε έρευνα της Karatrantou και συνεργατών (2019), σε αθλητές πετοσφαίρισης, καλαθοσφαίρισης και ποδοσφαίρισης ηλικίας 12-15 ετών, βρέθηκε σημαντική βελτίωση στα άλματα τύπου CMJ και SJ, έπειτα από ειδική προπόνηση κάθε αθλήματος. Ο Granacher και συνεργάτες (2011) επιχείρησαν ξανά να εξετάσουν την πιθανή βελτίωση που θα προκύψει στην κατακόρυφη αλτικότητα σε μαθητές δημοτικού σχολείου μετά από προπονητική παρέμβαση ισορροπίας 4 εβδομάδων. Όμως τα ευρήματα τους έδειξαν ελάχιστη βελτίωση στα άλματα τύπου CMJ, εύρημα που έρχεται σε αντίθεση με προγενέστερη έρευνα τους σε μαθητές γυμνασίου (Granacher et al., 2010). Σε προπονητική παρέμβαση διάρκειας 6 εβδομάδων, που συνδύασε προπόνηση ισορροπίας και πλειομετρική προπόνηση αλμάτων, βρέθηκε αφενός βελτίωση στα άλματα τύπου CMJ, η οποία όπως φάνηκε προήλθε σε μεγάλο βαθμό από την πλειομετρική προπόνηση σε σταθερές επιφάνειες, αφετέρου η βελτίωση που παρατηρήθηκε στα άλματα τύπου SJ οφειλόταν σχεδόν σε αντίστοιχο βαθμό και στους δύο τύπους προπόνησης (Hammami et al., 2016). Παρομοίως, ο Donath και συνεργάτες (2013) εφάρμοσαν πρόγραμμα δυναμικής σταθεροποίησης μέσω ισορροπίας σε τεντωμένο ελαστικό ιμάντα για 6 εβδομάδες σε παιδιά δημοτικού σχολείου, και δεν παρατήρησαν καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση στις δοκιμασίες CMJ και SJ. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε 5 φορές την εβδομάδα με διάρκεια 10 λεπτών ανά συνεδρία. Τα σχολεία και οι χώροι προσχολικής αγωγής θεωρούνται κατάλληλα για την αποτελεσματική προώθηση της άσκησης σε μικρά παιδιά, μπορούν να εφαρμοστούν τέτοια προγράμματα στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης αναλόγως ρυθμισμένα σε μια πιο παιγνιώδη μορφή που τα καθιστά ελκυστικά και πιο διασκεδαστικά σε αυτές τις ηλικίες (Donath et al., 2013). Συμπερασματικά στις μέχρι τώρα σχετικές έρευνες, παρατηρείται πως η βέλτιστη προπονητική παρέμβαση για αύξηση της κατακόρυφης αλτικότητας είναι η πλειομετρική προπόνηση αλμάτων σε σταθερές επιφάνειες, ωστόσο η προπόνηση ισορροπίας μπορεί να προετοιμάσει καλύτερα το άτομο για να ανταπεξέλθει σωματικά στην πλειομετρική προπόνηση βελτιώνοντας τη μηχανική της

προσγείωσης και απογείωσης. Επαναλαμβανόμενη έκθεση σε προκλήσεις ισορροπίας κατά τη διάρκεια πλειομετρικής προπόνησης ευνοεί τις προληπτικές ή ανατροφοδοτούμενες προσαρμογές που ενεργοποιούν κατάλληλα τους μύες πριν από την προσγείωση (Ramachandran et al., 2021).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Δοκιμαζόμενοι

Στην έρευνα συμμετείχαν 9 δραστήρια αγόρια μέσης ηλικίας 12.1 ± 0.7 ετών, σωματικής μάζας 52.4 ± 17.9 κιλών και αναστήματος 158.1 ± 10.1 εκατοστών που ασχολούνται με το άθλημα της καλαθοσφαίρισης, με εμπειρία κατά μέσο τα όρο 3.3 ± 1.4 έτη. Οι συμμετέχοντες προέρχονται από τον σύλλογο ΑΓΟ Ευρυάλη Γλυφάδας και αποτελούν αγωνιστικό τμήμα της ακαδημίας, στην ηλικιακή κατηγορία του “Προμίνι” με ενεργή συμμετοχή σε πρωτάθλημα της τοπικής ένωσης καλαθοσφαίρισης Ε.Σ.ΚΑ.Ν.Α., με συχνότητα αγώνων μία φορά την εβδομάδα. Κατά το διάστημα των τελευταίων 6 μηνών δεν έχει εμφανίσει κανείς από τους συμμετέχοντες μυοσκελετικό ή συνδεσμικό τραυματισμό. Μετά από προσωπική επικοινωνία με τον υπεύθυνο του συλλόγου Α.Γ.Ο Ευρυάλη Γλυφάδας για την χορήγηση άδειας διεξαγωγής της μελέτης και τους γονείς-κηδεμόνες των συμμετεχόντων, οι συμμετέχοντες πήραν μέρος στη μελέτη έχοντας δώσει εγγράφως την συγκατάθεση τους αφού πρώτα ενημερώθηκαν για το σκοπό και τη διαδικασία των μετρήσεων (Παράρτημα Α.2). Η μελέτη είχε εγκριθεί από την εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της ΣΕΦΑΑ (Αρ. πρωτοκόλλου έγκρισης: 1230/14-10-2020) (Παράρτημα Α.1).

3.2. Πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης

Οι συμμετέχοντες συμμετείχαν σε 17 συνεδρίες διάρκειας ~20 λεπτά ανά συνεδρία. Πραγματοποιήθηκαν με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα, μέσα σε διάστημα 2 μηνών και με διαμεσολάβηση τουλάχιστον 48 ωρών μεταξύ κάθε προηγούμενης και επόμενης συνεδρίας για την αποφυγή κόπωσης. Στην πλειοψηφία τους, οι συνεδρίες διεξάχθηκαν στον ανοικτό χώρο των γηπέδων καλαθοσφαίρισης των εγκαταστάσεων του συλλόγου Α.Γ.Ο Ευρυάλη Γλυφάδας εκτός ελάχιστων περιπτώσεων (3 συνεδριών) που διεξάχθηκαν στο Κλειστό

Γυμναστήριο "Παπαδόπουλος Οδυσσέας" στη Γλυφάδα. Σχεδόν όλες οι συνεδρίες πραγματοποιήθηκαν κατά τις απογευματινές ώρες και εντάχθηκαν στο εισαγωγικό μέρος της τυπικής προπόνησης του τμήματος καλαθοσφαίρισης της ακαδημίας. Πριν από κάθε συνεδρία κατά το διάστημα εφαρμογής της παρέμβασης, δόθηκε οδηγία για αποχή των συμμετεχόντων από οποιαδήποτε φυσική δραστηριότητα υψηλής έντασης για τουλάχιστον 24 ώρες.

Το πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης αποτελούνταν από στατικές και δυναμικές στηρίξεις με προοδευτική αύξηση της απαίτησης για έλεγχο της όρθιας στάσης σώματος, όπως π.χ. κατά τη μετάβαση από την διποδική στην μονοποδική στήριξη, με περιορισμό της οπτικής πληροφορίας (ανοικτά έναντι κλειστών ματιών), διαφοροποίηση της κατεύθυνσης μετατόπισης και της ταχύτητας εκτέλεσης καθώς επίσης και από αλτικές ασκήσεις με παρόμοια προοδευτική αύξηση στη δυσκολία εκτέλεσής τους (Παράρτημα Α.3). Πριν από κάθε συνεδρία πραγματοποιούνταν μια σύντομη προθέρμανση διάρκειας ~10 λεπτών, ενώ κατά την διάρκεια εκάστης συνεδρίας υπήρχε συνεχής επικοινωνία με τους δοκιμαζόμενους για την πλήρη κατανόηση της τεχνικής κάθε άσκησης και για την αποφυγή τραυματισμού ή όποιας άλλης ανεπιθύμητης κατάστασης. Η 1^η συνεδρία αποσκοπούσε στην εξοικείωση των δοκιμαζόμενων με το ασκησιολόγιο που θα εφαρμοζόταν κατά την 1η φάση, διάρκειας 4 εβδομάδων. Στην 5η εβδομάδα, και συγκεκριμένα στην 9^η συνεδρία το πρόγραμμα παρέμβασης τροποποιήθηκε ως προς το περιεχόμενο των ασκήσεων. Οι στηρίξεις, οι δυναμικές μετατοπίσεις και τα άλματα απέκτησαν μεγαλύτερη δυσκολία, τόσο όσον αφορά την ταχύτητα εκτέλεσης, την οπτική πληροφορία καθώς και την οριζόντια απόσταση των μετατοπίσεων και αλμάτων. Παρομοίως με την 1η φάση του προγράμματος παρέμβασης, η 2η φάση διατηρήθηκε για 4 εβδομάδες με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα και διάρκεια ~20 λεπτά (Παράρτημα Α.3).

3.3. Μέσα συλλογής και επεξεργασία δεδομένων

3.3.1 Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων

Πριν από την έναρξη και μετά το πέρας των 8 εβδομάδων του προγράμματος παρέμβασης, διεξάχθηκαν αρχικές και τελικές μετρήσεις στο κλειστό γήπεδο καλαθοσφαίρισης στις εγκαταστάσεις της ΣΕΦΑΑ. Αυτές έλαβαν χώρα κατά τις πρωϊνές και μεσημεριανές ώρες με τους δοκιμαζόμενους να φέρουν αθλητική περιβολή χωρίς υποδήματα.

3.3.2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Οι μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών αφορούσαν στην μέτρηση της σωματικής μάζας (σε κιλά) με χρήση ανθρωποζυγού, του όρθιου και καθιστού αναστήματος με αναστημόμετρο (σε ακρίβεια εκατοστών), καθώς και του μήκους αμφοτέρων των κάτω άκρων σε όρθια και ύπτια θέση (σε εκατοστά) με χρήση μετροταινίας. Μέσω των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, εκτιμήθηκε η ωρίμανση των δοκιμαζόμενων εκφραζόμενη ως την προβλεπόμενη ηλικία της κορυφαίας ταχύτητας ανάπτυξης (σε έτη) (Mirwald et al., 2002)

3.3.3. Μετρήσεις αξιολόγησης της ικανότητας ισορροπίας

Η ικανότητα στατικής και δυναμικής ισορροπίας αξιολογήθηκε με χρήση προσαρμοσμένης μονοαξονικής πλατφόρμας ισορροπίας (Wii Biovision, A/D conversion, Fs = 1000 HZ) μέσω της καταγραφής των δεδομένων του Κέντρου Πίεσης (ΚΠ).

3.3.3.1. Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας

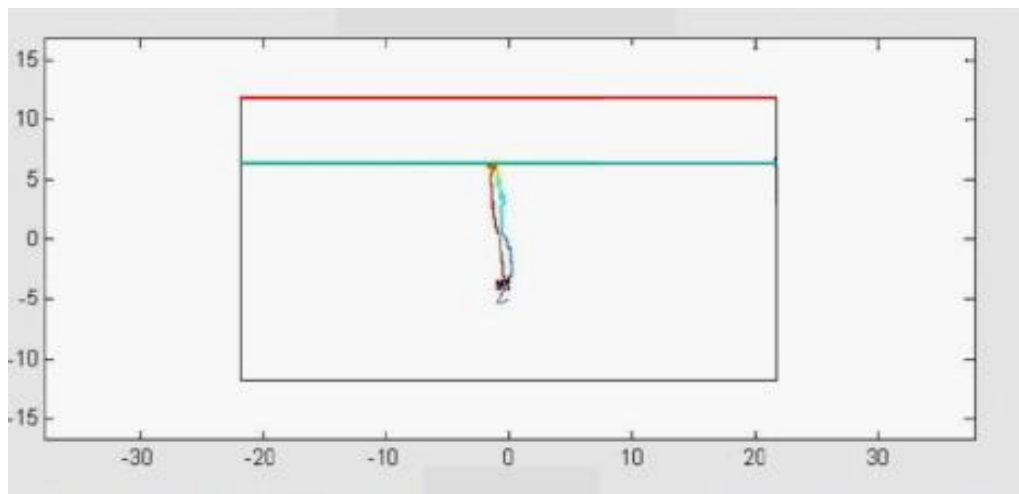
Η στατική ισορροπία αξιολογήθηκε με τις δοκιμασίες: α) Διποδικής στήριξης με ανοικτά (ΑΜ) και κλειστά μάτια (ΚΜ) σε 2 προσπάθειες ανά συνθήκη όρασης (διάρκειας 20 δευτ. έκαστη), β) μονοποδικής αριστερής και δεξιάς στήριξης με ανοικτά (ΑΜ) και κλειστά μάτια (ΚΜ) σε 2 προσπάθειες ανά συνθήκη όρασης (διάρκειας 15 δευτ. έκαστη). Οι διποδικές στηρίξεις προηγήθηκαν από τις μονοποδικές, και οι προσπάθειες με οπτική πληροφορία από αυτές που έγιναν χωρίς. Κατά τις δοκιμασίες της διποδικής στήριξης, δόθηκε στους δοκιμαζόμενους

η οδηγία να έχουν τα άνω άκρα τους χαλαρά στα πλάγια του σώματός τους και το βλέμμα τους συγκεντρωμένο σε ένα σημείο απέναντι στην αίθουσα και την κεφαλή τους σε ουδέτερη θέση με την ευθεία των ματιών τους παράλληλα με το έδαφος, ενώ κατά τις δοκιμασίες μονοποδικής στήριξης έπρεπε επιπλέον να φέρουν το ισχίο σε κάμψη και το γόνατο σε γωνία 90° διατηρώντας το σώμα σε όρθια ευθυτενή θέση. Για τον προσδιορισμό της απόδοσης στατικής ισορροπίας, καταγράφηκαν τα δεδομένα του Κέντρου Πίεσης (ΚΠ), από τα οποία αναλύθηκαν για το διάστημα μεταξύ $1^{ου}$ – $16^{ου}$ δευτερολέπτου και έπειτα υπολογίστηκαν με χρήση προσαρμοσμένου λογισμικού στο περιβάλλον του Matlab (v. R2012b) οι εξής παράμετροι: α) μήκος μετατόπισης του ΚΠ (σε εκ), β) περιοχή ταλάντευσης ΚΠ (σε $εκ^2$), γ-δ) το εύρος μετατόπισης του ΚΠ στην πρόσθιο-οπίσθια και έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση (σε εκ).

3.3.3.2. Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας

Η δυναμική ισορροπία αξιολογήθηκε με τη δοκιμασία των πρόσθιων ορίων σταθερότητας (Limits of Stability (LOS)) με ανοικτά (AM) και κλειστά (KM) μάτια με 2 προσπάθειες ανά συνθήκη όρασης (διάρκειας 20 δευτ έκαστη). Ζητήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να σταθούν στην πλατφόρμα ισορροπίας με τα πέλματα τους σε απόσταση αντίστοιχη με την απόσταση των ώμων τους, τα άνω άκρα τους να εφάπτονται χαλαρά στα ισχία τους και το βλέμμα τους ευθεία μπροστά. Από αυτή την αρχική θέση, οι δοκιμαζόμενοι έφεραν το κορμό τους σε πρόσθια κλίση με τον προτιμώμενο τους ρυθμό όσο το δυνατόν μακρύτερα, παρέμειναν σε αυτή τη τελική θέση για ~2-3 δευτ (οριζόμενη ως το πιο πρόσθιο όριο σταθερότητας) και έπειτα επανήλθαν στην αρχική θέση έχοντας διατηρήσει τον έλεγχο της θέσης του ΚΒ τους και αμετάβλητη τη θέση των πελμάτων (Εικόνα 3.1). Εάν μια προσπάθεια χαρακτηριζόταν από σημαντική κάμψη του ισχίου ή/και του κορμού και εάν οι φτέρνες ανασηκώνονταν από την πλατφόρμα, η προσπάθεια δεν θεωρούνταν έγκυρη και επαναλαμβάνονταν. Η απόδοση στη δυναμική ισορροπία προσδιορίστηκε από τη διαφορά μετατόπισης του ΚΠ μεταξύ του πιο πρόσθιου ορίου της βάσης στήριξης και του πιο πρόσθιου ΟρΣταθ κατά την προσπάθεια του δοκιμαζόμενου (σε εκ) ως μέση τιμή των 2

προσπαθειών από κάθε οπτική συνθήκη.



***Εικόνα 3.1.** Παράδειγμα απεικόνισης της πορείας του ΚΠ κατά τη δοκιμασία των πρόσθιων ορίων σταθερότητας. Με την κόκκινη γραμμή απεικονίζεται το πιο πρόσθιο όριο της βάσης στήριξης της πλατφόρμας ισορροπίας και με την πράσινη γραμμή το πιο πρόσθιο όριο μετατόπισης του ΚΠ κατά την δοκιμασία. Η απόδοση της δοκιμασίας πρόσθιων Ορίων Σταθερότητας αξιολογήθηκε ως η διαφορά μετατόπισης μεταξύ των 2 ορίων με τις χαμηλές τιμές να υποδηλώνουν καλύτερη απόδοση. Οι άξονες (οριζόντιος και πρόσθιο-οπίσθιος) είναι σε τιμές εκατοστών.*

3.3.6. Αξιολόγηση κατακόρυφης αλτικής ικανότητας

Η αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας έγινε με δύο τύπους άλμάτων: α) άλμα με προδιάταση των κάτω άκρων και χωρίς αιώρηση των άνω άκρων (τύπου CMJ) και β) άλμα χωρίς προδιάταση των κάτω άκρων από θέση έναρξης περίπου $\sim 90^\circ$ κάμψης των γονάτων και χωρίς αιώρηση των άνω άκρων (τύπου SJ). Κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε 2-3 μέγιστα άλματα, εκ των οποίων η μέση τιμή αξιοποιούνταν για περαιτέρω αναλύσεις. Ειδικά για τα άλματα τύπου SJ, εάν μετά από οπτικό έλεγχο της καταγραφόμενης κατακόρυφης δύναμης αμέσως μετά την προσπάθεια διαπιστώνονταν ότι το άλμα χαρακτηρίζονταν από σημαντική προδιάταση των κάτω άκρων, η προσπάθεια δεν θεωρούνταν έγκυρη και επαναλαμβάνονταν. Πρώτα εκτελέστηκαν τα CMJ και στην συνέχεια τα SJ. Μέσω της καταγραφόμενης κατακόρυφης δύναμης και προσαρμοσμένης ανάλυσης στο περιβάλλον του Matlab (v.R2012b), η αλτική ικανότητα προσδιορίστηκε από

επιλεγμένες χρονικές, δυναμικές και παράγωγες παραμέτρους κατά τη φάση ώθησης των αλμάτων.

3.4. Στατιστική επεξεργασία

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική και α) έλεγχος t εξαρτημένων δειγμάτων για τον έλεγχο πιθανών διαφορών λόγω του προγράμματος παρέμβασης (APX εν. ΤΕΛ μετρήσεων) στις παραμέτρους της στατικής και δυναμικής ισορροπίας καθώς και της αλτικότητας ξεχωριστά για κάθε συνθήκη όρασης, β) έλεγχος t εξαρτημένων δειγμάτων για τον έλεγχο πιθανών διαφορών λόγω συνθήκης όρασης (ΑΜ έναντι ΚΜ) στις παραμέτρους της στατικής διποδικής και δυναμικής ισορροπίας και στις αντίστοιχες παραμέτρους της στατικής μονοποδικής ισορροπίας ξεχωριστά για κάθε κάτω άκρο στήριξης και, γ) έλεγχος t εξαρτημένων δειγμάτων για πιθανές διαφορές λόγω κάτω άκρου στήριξης (Αριστερό έναντι Δεξιού) ξεχωριστά ανά συνθήκη όρασης στις παραμέτρους της στατικής μονοποδικής ισορροπίας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε $\alpha = 0.05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης.

4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δείγματος

Τα αποτελέσματα των αρχικών και τελικών μετρήσεων των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης.

| Παράμετρος | Αρχική μέτρηση | Τελική μέτρηση | Ποσοστιαία μεταβολή | Σημαντικότητα |
|--|-----------------|-----------------|---------------------|---------------|
| Ηλικία (έτη) | 12 \pm 0.5 | 12.2 \pm 0.5 | 1.4% | *** |
| Προβλεπόμενη ηλικία κορυφαίου ρυθμού ανάπτυξης (έτη) | -1.7 \pm 0.4 | -1.4 \pm 0.6 | -3.8% | ns |
| Σωματική μάζα (κιλά) | 52.4 \pm 12.7 | 53.4 \pm 12.5 | 1.9% | ns |
| Σωματικό ύψος (εκ) | 158.2 \pm 6.6 | 159.4 \pm 6.4 | 0.8% | *** |
| Ύπτιο μήκος ΑΡΙΣΤ κάτω άκρου (εκ) | 83.9 \pm 5.3 | 86.1 \pm 3.5 | 2.6% | ns |
| Ύπτιο μήκος ΔΕΞΙ κάτω άκρου (εκ) | 83.6 \pm 5.3 | 85.9 \pm 3.5 | 2.7% | ns |

Σημαντικότητα: ns = μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$), *** $p < 0.001$.

Όσον αφορά την ηλικία των δοκιμαζόμενων, υπήρξε στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$) αύξηση μετά το πέρας των 8 εβδομάδων παρέμβασης και η οποία αντιστοιχούσε σε ποσοστιαία μεταβολή του 1,4 %. (Πίνακας 4.1). Πριν το πρόγραμμα παρέμβασης, οι δοκιμαζόμενοι απείχαν κατά περίπου 2 έτη από την προβλεπόμενη ηλικία του κορυφαίου ρυθμού ανάπτυξης, και μετά το πέρας της παρέμβασης, η διαφορά αυτή μειώθηκε κατά μέσο όρο κατά 5 μήνες. Παρομοίως, στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$) αύξηση βρέθηκε για το σωματικό ύψος με ποσοστιαία μεταβολή της τάξεως του 0,8%. Για τις υπόλοιπες ανθρωπομετρικές παραμέτρους, και συγκεκριμένα τη σωματική μάζα και το ύπτιο μήκος του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου υπήρξαν θετικές αλλά όχι στατιστικά σημαντικές μεταβολές (Πίνακας 4.1).

4.2. Στατική και δυναμική διποδική ισορροπία

4.2.1. Απόδοση ισορροπίας κατά την δοκιμασία στατικής διποδικής στήριξης σε δύο συνθήκες όρασης

Στο Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παραμέτρων του κέντρου πίεσης (ΚΠ) στην εξεταζόμενη δοκιμασία της στατικής διποδικής στήριξης. Η απόδοση διποδικής ισορροπίας παρουσίασε μικρή αλλά όχι στατιστικά σημαντική ($p>0.05$) επιδείνωση σε όλες τις εξεταζόμενες παραμέτρους του ΚΠ τόσο κατά την συνθήκη με ανοικτά, όσο και με κλειστά μάτια μετά την παρέμβαση της σταθεροποίησης. Αυτό αποτυπώνεται στο εύρος ποσοστιαίας μεταβολής μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης, το οποίο εκτός για την περιοχή μετατόπισης του ΚΠ με ανοικτά και κλειστά μάτια που σημείωσε μεγάλες τιμές, κυμάνθηκε μεταξύ 12% έως 27% όταν υπήρχε οπτική πληροφορία, ενώ μεταξύ ~2% έως 19% όταν δεν υπήρχε οπτική πληροφορία αντίστοιχα. Εξαιρέση αποτέλεσε η μικρή, ωστόσο όχι στατιστικά σημαντική ($p>0.05$) βελτίωση του εύρους προσθιοπίσθιας ταλάντευσης του ΚΠ με κλειστά μάτια (ποσοστιαία βελτίωση -5.3%) (Πίνακας 4.2).

Πίνακας 4.2. Δεδομένα Κέντρου Πίεσης κατά τη στατική διποδική στήριξη (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης κατά τις δύο συνθήκες όρασης.

| Παράμετρος | Αρχική μέτρηση | Τελική μέτρηση | Ποσοστιαία μεταβολή | Σημαντικότητα |
|---|----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Μήκος μετατόπισης ΚΠ_ AM (εκ) | 17.4 \pm 4.7 | 19.5 \pm 5.3 | 12.0% | ns |
| Περιοχή μετατόπισης ΚΠ_ AM (εκ ²) | 1.0 \pm 0.5 | 1.6 \pm 0.7 | 60.0% | ns |
| Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης_ AM (εκ) | 1.5 \pm 0.2 | 1.9 \pm 0.5 | 26.7% | ns |
| Εύρος έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης_ AM (εκ) | 1.0 \pm 0.4 | 1.1 \pm 0.4 | 10 % | ns |
| Μήκος μετατόπισης ΚΠ_ KM (εκ) | 20.5 \pm 4.8 | 20.8 \pm 6.2 | 1.5 % | ns |
| Περιοχή μετατόπισης ΚΠ_ KM (εκ ²) | 1.6 \pm 0.6 | 1.9 \pm 1.4 | 18.7 % | ns |
| Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης_ KM (εκ) | 1.9 \pm 0.5 | 1.8 \pm 0.7 | -5.3% | ns |
| Εύρος έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης_ KM (εκ) | 1.2 \pm 0.4 | 1.3 \pm 0.5 | 8.3% | ns |

Σημείωση: ΚΠ = Κέντρο πίεσης, ΑΜ = ανοικτά μάτια, ΚΜ = κλειστά μάτια.

Η θετική ποσοστιαία μεταβολή δηλώνει επιδείνωση της απόδοσης ισορροπίας στη συγκεκριμένη παράμετρο. Σημαντικότητα: ns = μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).

Για την εξέταση της επίδρασης της όρασης, υπολογίστηκε το πηλίκο τιμών με κλειστά προς ανοικτά μάτια για κάθε παράμετρο (πηλίκο Romberg). Τιμή μεγαλύτερη της μονάδας (> 1.0) δηλώνει ότι η απουσία της όρασης επιδεινώνει την απόδοση ισορροπίας. Πριν την εφαρμογή της παρέμβασης, οι μέσες τιμές του πηλίκου Romberg κυμάνθηκαν μεταξύ 1.2-1.84 για τις 4 εξεταζόμενες παραμέτρους ΚΠ, ενώ μετά το πρόγραμμα παρέμβασης υπήρξαν μειωμένες και κυμάνθηκαν μεταξύ 0.96-1.2, αντίστοιχα. Δεν βρέθηκε σημαντική ($p > 0.05$) διαφορά στο πηλίκο Romberg λόγω της παρέμβασης (ΑΡΧ εν. ΤΕΛ μέτρησης) για την παράμετρο του μήκους μετατόπισης και του εύρους έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης, ενώ σημαντική μείωση βρέθηκε για την περιοχή μετατόπισης ($p = 0.037$) και το εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης του ΚΠ ($p = 0.021$).

4.2.2. Απόδοση δυναμικής ισορροπίας κατά τις δύο συνθήκες όρασης

Τα αποτελέσματα της απόδοσης δυναμικής ισορροπίας κατά την δοκιμασία των προσθίων ορίων σταθερότητας στις δύο συνθήκες όρασης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3. Απόδοση δυναμικής ισορροπίας (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης κατά τις δύο συνθήκες όρασης.

| Παράμετρος | Αρχική μέτρηση | Τελική μέτρηση | Ποσοστιαία μεταβολή | Σημαντικότητα |
|---------------------------|----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Όρια Σταθερότητας_ΑΜ (εκ) | 4.1 \pm 1.0 | 4.3 \pm 1.0 | 4.9 % | ns |
| Όρια Σταθερότητας_ΚΜ (εκ) | 4.0 \pm 0.9 | 4.5 \pm 0.8 | 12.5% | ns |

Σημείωση: ΑΜ = ανοικτά μάτια, ΚΜ = κλειστά μάτια. Σημαντικότητα: ns = μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).

Μετά το πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης, τόσο κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας με ανοικτά όσο και με κλειστά μάτια αντίστοιχα, βρέθηκε

βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας του ατόμου. Συγκεκριμένα, υπήρξε μια αύξηση της τάξεως του 4.9% της δυναμικής μετατόπισης του σώματος προς τα εμπρός με ανοικτά μάτια και μια κατά σχεδόν 2.5 φορές μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση της πρόσθιας δυναμικής μετατόπισης του σώματος με κλειστά μάτια αντίστοιχα. Ωστόσο, καμία από αυτές τις μεταβολές δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική ($p>0.05$) λόγω της επίδρασης της παρέμβασης (Πίνακας 4.3). Τέλος, η επίδραση περιορισμού της όρασης (κλειστά μάτια) υπήρξε παρόμοια ($p>0.05$) πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης.

4.3. Στατική μονοποδική ισορροπία

4.3.1. Απόδοση ισορροπίας κατά την δοκιμασία στατικής μονοποδικής στήριξης σε δύο συνθήκες όρασης

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.4, η απόδοση στατικής μονοποδικής ισορροπίας παρουσίασε επιδείνωση σε αμφότερα τα κάτω άκρα ωστόσο όχι στατιστικά σημαντική ($p>0.05$) σχεδόν σε όλες τις εξεταζόμενες παραμέτρους του ΚΠ τόσο κατά την συνθήκη με ανοικτά όσο και με κλειστά μάτια μετά την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης. Εξαιρέση αποτέλεσε η στατιστικά σημαντική ($p=0.038$) επιδείνωση του μήκους μετατόπισης ΚΠ στο αριστερό κάτω άκρο σε συνθήκες με την οπτική πληροφορία παρούσα. Βελτίωση παρουσίασαν οι παράμετροι του εύρους προσθιοπίσθιας και έσω-έξω ταλάντευσης του ΚΠ του δεξιού κάτω άκρου στήριξης σε συνθήκες όρασης με ανοικτά μάτια κατά 7.1% και 10.3% αντίστοιχα, ενώ θετικές μεταβολές βρέθηκαν για τις ίδιες παραμέτρους κατά την συνθήκη όρασης με κλειστά μάτια κατά 8.4% και 13.4% αντίστοιχα (Πίνακας 4.4). Παρομοίως, μικρότερη κατά 28% βρέθηκε και η περιοχή μετατόπισης ΚΠ όσον αφορά το δεξί κάτω άκρο σε συνθήκες χωρίς οπτική πληροφορία. Ωστόσο καμία από τις μεταβολές αυτές δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική ($p>0.05$). Συνολικά, το εύρος της ποσοστιαίας μεταβολής στην πλειοψηφία των παραμέτρων για αμφότερα τα κάτω άκρα και στις δύο συνθήκες όρασης κυμάνθηκε μεταξύ ~7 % έως 28%. Εξαιρέση αποτέλεσε η υψηλή αλλά όχι

στατιστικά σημαντική επιδείνωση του 50% της περιοχής μετατόπισης του ΚΠ κατά την αριστερή μονοποδική στήριξη με ανοικτά μάτια (Πίνακας 4.4). Μετά από περαιτέρω εξέταση των ατομικών τιμών, η υψηλή αυτή μεταβολή προήλθε από έναν δοκιμαζόμενο, μετά την εξαίρεση του οποίου η μεταβολή μειώθηκε στο 29%.

Πίνακας 4.4. Δεδομένα Κέντρου Πίεσης κατά τη στατική μονοποδική στήριξη (μέση τιμή \pm τ.α.) πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης κατά τις δύο συνθήκες όρασης.

| Παράμετρος | Αρχική μέτρηση | Τελική μέτρηση | Ποσοστία μεταβολή | Σημαντικότητα |
|---|------------------|------------------|-------------------|---------------|
| Μήκος μετατόπισης ΚΠ_ Αριστερή στηρ_ΑΜ (εκ) | 76.6 \pm 15.2 | 96.5 \pm 30.9 | 25.9% | * |
| Περιοχή μετατόπισης ΚΠ_ Αριστερή στηρ_ΑΜ (εκ ²) | 8.0 \pm 1.8 | 12.0 \pm 6.2 | 50.0% | ns |
| Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης_Αριστερή στηρ_ΑΜ (εκ) | 3.6 \pm 0.4 | 4.5 \pm 1.6 | 25.0% | ns |
| Εύρος έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης_Αριστερή στηρ_ΑΜ (εκ) | 3.0 \pm 0.3 | 3.3 \pm 0.6 | 10.0% | ns |
| Μήκος μετατόπισης ΚΠ_ Δεξιά στηρ_ΑΜ (εκ) | 81.3 \pm 20.1 | 87.5 \pm 28.8 | 7.6% | ns |
| Περιοχή μετατόπισης ΚΠ_ Δεξιά στηρ_ΑΜ (εκ ²) | 9.0 \pm 3.8 | 9.6 \pm 2.5 | 6.6% | ns |
| Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης_ Δεξιά στηρ_ΑΜ (εκ) | 4.2 \pm 0.6 | 3.9 \pm 0.6 | -7.1% | ns |
| Εύρος έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης_ Δεξιά στηρ_ΑΜ (εκ) | 2.9 \pm 1.0 | 3.2 \pm 0.7 | -10.3% | ns |
| Μήκος μετατόπισης ΚΠ_ Αριστερή στηρ_ΚΜ (εκ ²) | 128.8 \pm 32 | 159.2 \pm 42.1 | 23.6% | ns |
| Περιοχή μετατόπισης ΚΠ_ Αριστερή στηρ_ΚΜ (εκ ²) | 27.8 \pm 11.8 | 35.5 \pm 19.1 | 27.7% | ns |
| Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης_Αριστερή στηρ_ΚΜ (εκ) | 7.5 \pm 3.2 | 9.5 \pm 4.5 | 26.9% | ns |
| Εύρος έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης_Αριστερή στηρ_ΚΜ (εκ) | 5.0 \pm 0.4 | 5.4 \pm 1.3 | 8.0% | ns |
| Μήκος μετατόπισης ΚΠ_ Δεξιά στηρ_ΚΜ (εκ) | 139.2 \pm 52.9 | 177.4 \pm 96.5 | 27.4% | ns |
| Περιοχή μετατόπισης ΚΠ_ Δεξιά στηρ_ΚΜ (εκ ²) | 44.6 \pm 37.9 | 32.1 \pm 10.9 | -28.0% | ns |
| Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης_ Δεξιά στηρ_ΚΜ (εκ) | 9.5 \pm 4.6 | 8.7 \pm 3.5 | -8.4% | ns |
| Εύρος έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης_ Δεξιά στηρ_ΚΜ (εκ) | 7.7 \pm 5.3 | 6.6 \pm 4.7 | -14.3% | ns |

Σημείωση: ΚΠ = Κέντρο πίεσης, στηρ = στήριξη, ΑΜ = ανοικτά μάτια, ΚΜ = κλειστά μάτια. Η θετική ποσοστιαία μεταβολή δηλώνει επιδείνωση της απόδοσης ισορροπίας στη συγκεκριμένη παράμετρο. Σημαντικότητα: ns = μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$), * $p < 0.05$.

Παρομοίως με την διποδική στατική στήριξη, υπολογίστηκε το πηλίκο Romberg (τιμή με κλειστά προς ανοικτά μάτια) για την εξέταση της επίδρασης της όρασης. Για την απόδοση της αριστερής μονοποδικής ισορροπίας, οι μέσες τιμές του πηλίκου Romberg κυμάνθηκαν μεταξύ 1.32 - 2.91 για τις 4 εξεταζόμενες παραμέτρους ΚΠ και μεταξύ 1.2 - 4.09 για την απόδοση στη δεξιά μονοποδική ισορροπία αντίστοιχα πριν την εφαρμογή της παρέμβασης. Παρόμοιο εύρος τιμών βρέθηκε μετά την παρέμβαση (αριστερή μονοποδική ισορροπία: 1.32-2.92, δεξιά μονοποδική ισορροπία: 1.87-3.28). Τα αποτελέσματα αφενός δείχνουν ότι ο περιορισμός της όρασης επιδείνωσε την ικανότητα στατικής μονοποδικής ισορροπίας είτε πριν είτε μετά την εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης, και αφετέρου ότι το πρόγραμμα παρέμβασης είχε παρόμοια επίδραση στην ικανότητα των δοκιμαζόμενων για ισορροπία με κλειστά μάτια, καθώς δεν βρέθηκαν διαφορές ($p > 0.05$) στις τιμές του πηλίκου Romberg μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης.

4.3.2. Απόδοση ισορροπίας κατά την δοκιμασία στατικής μονοποδικής στήριξης μεταξύ αριστερού και δεξιού κάτω άκρου

Η επίδραση του κάτω άκρου στην απόδοση της μονοποδικής ισορροπίας εξετάστηκε δευτερευόντως καθώς δεν αποτελούσε μέρος των υποθέσεων της εργασίας. Εντούτοις, τα αποτελέσματα έδειξαν διαφορές μόνο για την συνθήκη με όραση, με την ισορροπία να εμφανίζεται βελτιωμένη υπέρ του δεξιού κάτω άκρου μετά την παρέμβαση. Συγκεκριμένα, σημαντικά μειωμένο ($p < 0.001$) βρέθηκε το μήκος μετατόπισης του ΚΠ για το δεξί (20.8 ± 6.3 εκ) συγκριτικά με το αριστερό κάτω άκρο (96.6 ± 31 εκ). Παρομοίως, σημαντικά μειωμένη ($p < 0.01$) ήταν η περιοχή μετατόπισης για το δεξί (1.9 ± 1.4 εκ²) συγκριτικά με το αριστερό κάτω άκρο (12 ± 6.2 εκ²), καθώς επίσης και το εύρος τόσο της προσθιοπίσθιας (ΑΡ: 4.5 ± 1.7 εκ, ΔΕΞΙ: 1.8 ± 0.7 εκ, $p < 0.01$) όσο και της έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης

του ΚΠ (ΑΡ: 3.3 ± 0.6 εκ, ΔΕΞΙ: 1.3 ± 0.5 εκ, $p < 0.001$) κατά τη δεξιά μονοποδική στήριξη.

4.4. Κατακόρυφη αλτική ικανότητα

4.4.1 Απόδοση αλτικής ικανότητας κατά την εκτέλεση αλμάτων τύπου CMJ και SJ.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.5, η απόδοση αλτικής ικανότητας παρουσίασε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις παραμέτρους της μέγιστης δύναμης ώθησης στο άλμα τύπου CMJ ($p=0.031$), και της μέγιστης σχετικής κατακόρυφης δύναμης ($p=0.025$) και μέγιστης σχετικής ισχύος ($p=0.025$) στο άλμα τύπου SJ. Το εύρος της ποσοστιαίας μεταβολής κυμάνθηκε μεταξύ 7% έως 23%. Σε όλες σχεδόν τις υπόλοιπες εξεταζόμενες παραμέτρους της αλτικής ικανότητας κατά τους δύο τύπους αλμάτων, υπήρξε μη στατιστικά σημαντική ($p > 0.05$) βελτίωση, με ποσοστιαία μεταβολή που κυμαίνεται μεταξύ 3% έως 20%. Μικρή μη στατιστικά σημαντική επιδείνωση είχαν οι παράμετροι της διάρκειας της φάσης ώθησης και της μέγιστης σχετικής κατακόρυφης δύναμης στο άλμα τύπου CMJ με ποσοστιαία μεταβολή 0.5 % και 4.3%, αντίστοιχα.

Επίσης, ο έλεγχος της ποσοστιαίας μεταβολής μετά την εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης μεταξύ των δύο αλμάτων δεν παρουσίασε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0.05$) σε καμία εξεταζόμενη παράμετρο.

Πίνακας 4.5. Παράμετροι αλτικής ικανότητας (μέση τιμή \pm τ.α.) κατά την εκτέλεση κατακόρυφων άλμάτων τύπου CMJ και SJ πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) την παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης.

| Παράμετρος | Άλμα | Αρχική μέτρηση | Τελική μέτρηση | Ποσοστία μεταβολή | Σημαντικότητα |
|------------------------------------|------|------------------|------------------|-------------------|---------------|
| Διάρκεια φ. ώθησης (χ.δευτ) | | 771 \pm 186 | 754 \pm 124 | -1.3% | ns |
| Ύψος άλματος (εκ) | | 16.8 \pm 5.6 | 18.3 \pm 5.3 | 14.3% | ns |
| Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (N/κιλά) | CMJ | 23.2 \pm 2.3 | 22.2 \pm 1.9 | -4.3% | ns |
| Μέγιστη ώθηση (N•δευτ) | | 103.6 \pm 25.7 | 110.7 \pm 26.7 | 7.3% | * |
| Μέγιστη ισχύς (Watt/κιλά) | | 34.8 \pm 7.4 | 35.7 \pm 6.7 | 3.8% | ns |
| Διάρκεια φ. ώθησης (χ.δευτ) | | 586 \pm 113 | 597 \pm 70 | 5.2% | ns |
| Ύψος άλματος (εκ) | | 12.1 \pm 7.3 | 15.8 \pm 5.0 | 8.2% | ns |
| Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (N/κιλά) | SJ | 22.8 \pm 1.7 | 24.5 \pm 2.3 | 17.4% | * |
| Μέγιστη ώθηση (N•δευτ) | | 88.5 \pm 22.5 | 104.1 \pm 24.7 | 19.9 % | ns |
| Μέγιστη ισχύς (Watt/κιλά) | | 30.2 \pm 9.6 | 35.9 \pm 6.9 | 22.3% | * |

Σημαντικότητα: ns = μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$), * $p < 0.05$.

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. Κύρια ευρήματα μελέτης

Η παρούσα μελέτη διερεύνησε την ικανότητα στατικής, δυναμικής ισορροπίας και κατακόρυφης αλτικότητας, έπειτα από προπονητική παρέμβαση δυναμικής σταθεροποίησης διάρκειας 8 εβδομάδων σε δείγμα νεαρών προέφηβων αγοριών που ασχολούνται με το άθλημα της καλαθοσφαίρισης. Ο ορθοστατικός έλεγχος σώματος και η ισορροπία έχει σημαντικό ρόλο στις αθλητικές δραστηριότητες και μπορεί να καθορίσει την επιτυχημένη απόδοση (Matsuda et al., 2007). Η ισορροπία είναι η διαδικασία διατήρησης της θέσης του ΚΒΣ κατακόρυφα της βάσης στήριξης και βασίζεται σε ταχεία, συνεχή αλληλεπίδραση από τις οπτικές, αιθουσαίες και σωματοαισθητηριακές δομές και εν συνεχεία στην ομαλή εκτέλεση συντονισμένων νευρομυϊκών δράσεων (Hrysomallis, 2011). Εμβιομηχανικά, μια θέση ορθοστατικού ελέγχου επιτυγχάνεται όταν το ΚΜ βρίσκεται εντός της βάσης στήριξης και ευθυγραμμίζεται με το ΚΠ (Sousa et al., 2012). Η καλαθοσφαίριση είναι ένα ομαδικό άθλημα που συνδυάζει ενέργειες υψηλής έντασης όπως σπριντ, άλματα και προσγειώσεις, με συχνές και απότομες επιταχυνόμενες ή επιβραδυνόμενες αλλαγές κατεύθυνσης (Cherni et al., 2019). Επομένως, η επαρκής ικανότητα ισορροπίας φαίνεται να είναι ζωτικής σημασίας για τους καλαθοσφαιριστές ώστε να μπορούν να εκτελούν αποτελεσματικά διάφορες ενέργειες πολλαπλών κατευθύνσεων κατά τη διάρκεια των προπονήσεων και των αγώνων.

Τα στατιστικώς σημαντικά ευρήματα της μελέτης έδειξαν πως μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης διάρκειας 8 εβδομάδων οι νεαροί δοκιμαζόμενοι παρουσίασαν επιδείνωση του μήκους μετατόπισης κατά την αριστερή μονοποδική στήριξη με ανοικτά μάτια, ενώ για την απόδοση αλτικής ικανότητας υπήρξε βελτίωση στις παραμέτρους της μέγιστης δύναμης ώθησης στο άλμα τύπου CMJ, καθώς και της μέγιστης σχετικής κατακόρυφης δύναμης και της μέγιστης σχετικής ισχύος στο άλμα τύπου SJ. Συνεπώς, η 1η ερευνητική υπόθεση της μελέτης δεν επιβεβαιώθηκε καθώς τα αποτελέσματα συνολικά έδειξαν ότι η παρέμβαση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης 8 εβδομάδων δεν

επέφερε βελτιώσεις στην απόδοση διποδικής και μονοποδικής ισορροπίας και στην αλτική ικανότητα νεαρών αθλητών καλαθοσφαίρισης. Επιπλέον, η 2η ερευνητική υπόθεση της μελέτης επιβεβαιώθηκε μερικώς καθώς τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης είχε θετική επίδραση στην απόδοση διποδικής ισορροπίας όταν η οπτική πληροφορία αποκλείονταν λόγω της σημαντικής μείωσης του πηλίκου Romberg για την περιοχή μετατόπισης και το εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης του ΚΠ.

5.1.1. Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης στην ικανότητα στατικής ισορροπίας

Όπως καταδεικνύει ο Nashner και McCollum (1985), η στατική ισορροπία αποτελεί την ικανότητα διατήρησης της όρθιας στάσης του σώματος και του περιορισμού της κίνησης του ΚΒΣ εντός μιας σταθερής βάσης στήριξης. Τα αποτελέσματα της μελέτης σε σχέση με την επίδραση του προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης στην ικανότητα στατικής ισορροπίας, με διποδικές και μονοποδικές δοκιμασίες, δεν εμφάνισαν σε καμία εξεταζόμενη παράμετρο στατιστικά σημαντικές διαφορές. Εξάιρεση αποτέλεσε η στατιστικά σημαντική επιδείνωση του μήκους μετατόπισης ΚΠ στο αριστερό κάτω άκρο σε συνθήκες με την οπτική πληροφορία παρούσα. Το πρόγραμμα δεν διαφοροποίησε θετικά την ισορροπία (διποδική και μονοποδική) βάσει των θετικών ποσοστιαίων μεταβολών που βρέθηκαν σχεδόν σε όλες τις παραμέτρους (Πίνακες 4.2-4.3-4.4). Ωστόσο, υπάρχει η άλλη άποψη που θεωρεί ότι οι αθλητές μπορεί μεν να παρουσιάζουν αυξημένες τιμές στις παραμέτρους του ΚΠ αλλά να έχουν καλή απόδοση ισορροπίας λόγω του ότι μπορούν να διαχειρίζονται πιο αποτελεσματικά τις μεταβολές του ΚΠ. Οι Mouel και Brette (2017) στην μελέτη τους αναφέρουν πως η θεωρία κινητικότητας προβλέπει, ότι η θέση του ΚΜ ρυθμίζεται έτσι ώστε να χρησιμοποιεί τη ροπή του βάρους για κίνηση. Προβλέπει λοιπόν ότι οι μυϊκές συσπάσεις οργανώνονται χρονικά έτσι ώστε να επιταχύνουν το ΚΜ κατά την έναρξη της κίνησης προς την κατάλληλη κατεύθυνση για την παραγωγή ροπής για κίνηση. Αν και η θέση του ΚΜ ρυθμίζεται από το νευρικό σύστημα, ο

ορθοστατικός έλεγχος δεν χρησιμεύει για την ακινητοποίηση του ΚΜ. Αντίθετα, η θέση του ΚΜ προσαρμόζεται έτσι ώστε να χρησιμοποιεί τη ροπή του ίδιου του βάρους του ατόμου τόσο για κινήσεις που ξεκινούν εκούσια όσο και για ανταπόκριση σε εξωτερικές δυνάμεις. Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω στοιχεία βλέπουμε πως οι θετικές ποσοστιαίες μεταβολές στις συγκεκριμένες παραμέτρους μπορούν να ερμηνευτούν όχι ως επιδείνωση της απόδοσης, αλλά ως αποτέλεσμα καλύτερου ελέγχου της όρθιας θέσης σώματος λόγω της επίδρασης του προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης. Άλλωστε και το ειδικό ασκησιολόγιο που εφαρμόστηκε, βασίστηκε σε ασκήσεις όπου οι νεαροί αθλητές έπρεπε να έρθουν σε μία θέση δυναμικά και να σταθεροποιηθούν σε αυτή, είτε με πρόσθιες - οπίσθιες προβολές, είτε με άλματα. Οι μελέτες που έχουν προηγηθεί στην συγκεκριμένη ηλικιακή κατηγορία είναι ελάχιστες, και τα συγκρίσιμα αποτελέσματα ειδικότερα όσον αφορά αθλητές αυτών των ηλικιών σχεδόν μηδαμινά. Σε προηγούμενη έρευνα της Andreeva και των συνεργατών της (2021), όπου χρησιμοποιήθηκε ένα μεγάλο δείγμα που αποτελούταν από αθλητές διαφόρων αθλημάτων και διαφόρων ηλικιακών κατηγοριών βρέθηκε πως οι μέσες τιμές της περιοχή μετατόπισης του ΚΠ σε συνθήκες με ανοιχτά και κλειστά μάτια ήταν 2.0 εκ^2 και 2.2 εκ^2 αντίστοιχα για αθλητές ομαδικών αθλημάτων. Οι μέσες τιμές 1.6 εκ^2 και 1.9 εκ^2 που παρατηρήθηκαν στην παρούσα μελέτη δείχνουν καλύτερες όσον αφορά την απόδοση της στατικής ισορροπίας, αλλά έχουν προκύψει από ένα πιο ομοιογενές δείγμα και η σύγκριση τους με την έρευνα της (Andreeva 2021) έχει ορισμένα κενά. Σε άλλη μελέτη του Cherni και συνεργατών (2019) αυτή τη φορά σε αθλήτριες της καλαθοσφαίρισης, οι μέσες τιμές που παρατηρήθηκαν για την περιοχή μετατόπισης του ΚΠ ήταν 1.4 εκ^2 και 2.2 εκ^2 αντίστοιχα, όμως αποτελούν δεδομένα ενήλικων αθλητριών. Όσον αφορά το μήκος μετατόπισης του ΚΠ σε συνθήκες ανοικτών και κλειστών ματιών οι μέσες τιμές ήταν 13.6 εκ και 22.4 εκ αντιστοίχως σε σχέση με τα 19.5 εκ και 20.8 εκ που παρατηρήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη νεαρότερη ηλικία των συμμετεχόντων, καθώς η ικανότητα ισορροπίας επηρεάζεται από τη μυϊκή δύναμη και το νευρομυϊκό συντονισμό, που δεν έχει φτάσει στο ίδιο βαθμό ωρίμανσης σε άτομα 11-12 ετών συγκριτικά με ενήλικα άτομα.

5.1.2. Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης στην ικανότητα δυναμικής ισορροπίας

Ο Nashner και McCollum (1985) όρισαν επίσης και την δυναμική ισορροπία ως την ικανότητα μετατόπισης σε διάφορες κατευθύνσεις και ελέγχου του ΚΒΣ εντός μιας σταθερής βάσης στήριξης. Η αξιολόγηση της απόδοσης δυναμικής ισορροπίας πραγματοποιήθηκε με την δοκιμασία των προσθίων ορίων σταθερότητας. Ομοίως και εδώ, τα αποτελέσματα της μελέτης σε σχέση με την επίδραση του προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης στην ικανότητα δυναμικής ισορροπίας, κατά την δοκιμασία των προσθίων ορίων σταθερότητας, δεν εμφάνισαν σε καμία εξεταζόμενη παράμετρο στατιστικά σημαντικές διαφορές. Παρατηρήθηκε ωστόσο μια βελτίωση κατά την τελική δοκιμασία τόσο σε συνθήκες με οπτική πληροφορία όσο και σε συνθήκες χωρίς. Μάλιστα σε συνθήκες με κλειστά μάτια η ποσοστιαία μεταβολή έφτασε κοντά στο 13%. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες μελέτες για την ισορροπία των αθλητών διάφορων αθλημάτων αναλύουν μόνο τα αποτελέσματα στατικής ισορροπίας, ενώ θα ήταν επιθυμητό να ληφθούν πληροφορίες για τις συνθήκες που είναι περισσότερο όμοιες με αυτές που συναντώνται σε αγώνες ή προπονήσεις. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται δοκιμασίες που πραγματοποιούνται υπό δυναμικές συνθήκες, πέρα από αυτές που σχετίζονται με τις απλές στατικές στάσεις (Pau et al., 2015).

5.1.3. Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης στην κατακόρυφη αλτικότητα

Τα προγράμματα ενδυνάμωσης και προετοιμασίας στην καλαθοσφαίριση συνήθως δίνουν μεγάλη έμφαση στην ανάπτυξη χαρακτηριστικών ισχύος και ταχύτητας. Αυτή η εστίαση βασίζεται σε συγκεκριμένες δραστηριότητες παιχνιδιού όπως τα άλματα (Ramirez-Campillo et al., 2020). Ωστόσο, λόγω της αυστηρότητας των κανόνων, λόγω του περιορισμένου χώρου παιχνιδιού και των απαιτήσεων του παιχνιδιού, οι παίκτες εκτίθενται συχνά σε καταστάσεις που διαταράσσουν την ισορροπία τους. Οι καλαθοσφαιριστές πρέπει να ελέγχουν τη θέση του σώματός

τους, να διατηρούν την ισορροπία όταν εκτελούν ένα άλμα, περιστρέφουν το σώμα τους, αλλάζουν κατεύθυνση και να αντέχουν την έντονη επαφή με έναν αντίπαλο. Η κατακόρυφη αλτικότητα αποτελεί βασικό παράγοντα απόδοσης στο συγκεκριμένο άθλημα, και η βελτίωση της έναν σημαντικό στόχο κάθε προπονητικής διαδικασίας (Cherni et al., 2019). Τα αποτελέσματα της μελέτης σε σχέση με την επίδραση του προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης στην κατακόρυφη αλτικότητα, με δοκιμασίες αλμάτων τύπου CMJ και SJ έδειξαν πως το πρόγραμμα προκάλεσε μικρές βελτιώσεις στην αλτική απόδοση, παρόλο που δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις παραμέτρους της μέγιστης δύναμης ώθησης στο άλμα τύπου CMJ και της μέγιστης σχετικής κατακόρυφης δύναμης και μέγιστης σχετικής ισχύος στο άλμα τύπου SJ. Το εύρος της ποσοστιαίας μεταβολής έφτασε μέχρι και το 23%. Σε όλες σχεδόν τις υπόλοιπες εξεταζόμενες παραμέτρους, υπήρξε μη στατιστικά σημαντική βελτίωση μέχρι 20%. Μικρή επιδείνωση είχαν οι παράμετροι της διάρκειας της φάσης ώθησης και της μέγιστης σχετικής κατακόρυφης δύναμης στο άλμα τύπου CMJ. Λόγω του ότι η κατακόρυφη αλτική απόδοση απαιτεί επαρκές επίπεδο δύναμης και ισχύος των κάτω άκρων, οι μικρές βελτιώσεις έμμεσα παρέχουν ενδείξεις ότι οι προέφηβοι δοκιμαζόμενοι επωφελήθηκαν από την παρέμβαση. Σε προηγούμενη μελέτη του Granacher και συνεργατών (2010) σε παιδιά και εφήβους ηλικίας 12-18 ετών βρέθηκε πως οι μέσες τιμές των αλμάτων τύπου CMJ και SJ ήταν 32.9 εκ και 28.8 εκ αντίστοιχα. Υψηλότερες δηλαδή τιμές έναντι της παρούσας μελέτης που προέκυψαν μέσες τιμές 18.3 εκ και 15.8 εκ αντίστοιχα. Οι διαφορές αυτές εξηγούνται διότι στην μελέτη του Granacher και συν. (2010) το δείγμα είχε μεγάλο ηλικιακό εύρος και περιλάμβανε ηλικίες σημαντικά μεγαλύτερες και πιο ώριμες μυοσκελετικά. Σε έρευνα του Hammami και συνεργάτες (2016), υποστηρίζεται πως προπονητική παρέμβαση ισορροπίας ή πλειομετρική προπόνηση τουλάχιστον 4 εβδομάδων είναι ικανή να επιφέρει γενικότερη βελτίωση της κατακόρυφης αλτικότητας. Ωστόσο στην παρούσα έρευνα το γεγονός ότι τα παιδιά παράλληλα με την παρέμβαση συνέχιζαν τις προπονήσεις τους, και την συμμετοχή τους σε πρωτάθλημα της ένωσης καλαθοσφαίρισης στην ηλικιακή τους κατηγορία, δεν μπορεί να αποκλειστεί η

πιθανότητα, αυτές οι μικρές βελτιώσεις στην κατακόρυφη αλτική απόδοση να είναι αποτέλεσμα της προπόνησης και της γενικότερης αθλητικής τους δραστηριότητας.

5.2. Η επίδραση της όρασης στην στατική και δυναμική ισορροπία

Στην παρούσα εργασία προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση της όρασης στην στατική και δυναμική ισορροπία, υπολογίστηκε το πηλίκο τιμών με κλειστά προς ανοικτά μάτια για κάθε παράμετρο (πηλίκο Romberg). Σε καμία σχεδόν εξεταζόμενη παράμετρο δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της όρασης στην απόδοση της ισορροπίας. Εξαίρεση αποτέλεσε η θετική επίδραση που υπήρξε στην απόδοση διποδικής ισορροπίας, όταν η οπτική πληροφορία αποκλείονταν λόγω της σημαντικής μείωσης του πηλίκου Romberg για την περιοχή μετατόπισης και το εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης του ΚΠ. Για την μονοποδική ισορροπία, παρομοίως με την διποδική στατική στήριξη, υπολογίστηκε το πηλίκο Romberg για την εξέταση της επίδρασης της όρασης. Δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά στην απόδοση της στατικής ισορροπίας των δοκιμαζόμενων, όταν η όραση τους περιορίστηκε. Όσον αφορά την δυναμική ισορροπία, φάνηκε πως η επίδραση περιορισμού της όρασης (κλειστά μάτια) υπήρξε παρόμοια πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης. Παρατηρήθηκε βέβαια μη σημαντική μεγαλύτερη βελτίωση στην δοκιμασία ορίων σταθερότητας σε συνθήκες με κλειστά μάτια σε σχέση με αυτή που προέκυψε με ανοικτά μάτια.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1. Συμπεράσματα

- Το πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης δεν επηρέασε θετικά την στατική και δυναμική ισορροπία, αντιθέτως μάλιστα προκλήθηκε επιδείνωση του μήκους μετατόπισης ΚΠ στο αριστερό κάτω άκρο σε συνθήκες με την οπτική πληροφορία παρούσα.
- Το πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης προκάλεσε μικρές βελτιώσεις στην αλτική απόδοση που δεν ήταν όμως στατιστικά σημαντικές. Παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις παραμέτρους της μέγιστης δύναμης ώθησης στο άλμα τύπου CMJ, και της μέγιστης σχετικής κατακόρυφης δύναμης και μέγιστης σχετικής ισχύος στο άλμα τύπου SJ.
- Η παρέμβαση προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης είχε θετική επίδραση στην απόδοση διποδικής ισορροπίας στις παραμέτρους της περιοχής μετατόπισης και του εύρους προσθιοπίσθιας ταλάντευσης του ΚΠ, όταν η οπτική πληροφορία απουσίαζε.
- Η ικανότητα μονοποδικής στατικής ισορροπίας υπήρξε καλύτερη για το δεξί άκρο στήριξης των αθλητών (μήκος μετατόπισης ΚΠ, περιοχή μετατόπισης ΚΠ, εύρος προσθιοπίσθιας και έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης) κατά την συνθήκη με ανοικτά μάτια.
- Η απόδοση της δυναμικής ισορροπίας κατά την δοκιμασία των προσθίων ορίων σταθερότητας παρουσίασε καλύτερες τιμές κατά την συνθήκη με έλλειψη οπτικής πληροφορίας.

6.2. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η εξέταση της πιθανής επίδρασης ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης διάρκειας 8 εβδομάδων στην ισορροπία

και αλτική ικανότητα νεαρών προέφηβων αθλητών καλαθοσφαίρισης. Επιπλέον εξετάστηκε εάν θα προκύψει θετική επίδραση στην απόδοση ισορροπίας όταν η οπτική πληροφορία απουσιάζει. Προτείνεται περαιτέρω διερεύνηση της απόδοσης στατικής και δυναμικής ισορροπίας σε νεαρούς αθλητές και πως μπορούν να επηρεαστούν μέσω ποικίλων προπονητικών παρεμβάσεων. Επιπλέον, προτείνεται να ελεγχθούν οι ίδιοι παράμετροι του ΚΠ σε διάφορες ηλικιακές ομάδες αθλητών με διαφορετικά επίπεδα προπονητικής εμπειρίας προκειμένου τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών να μπορούν να συγκριθούν με εγκυρότητα. Τέλος, προτείνεται η διερεύνηση της επίδρασης παρέμβασης μέσω προγράμματος ισορροπίας με εξειδικευμένο ασκησιολόγιο σε νεαρούς αθλητές και αθλήτριες διαφόρων ομαδικών αθλημάτων και η σύγκριση των μεταξύ τους αποτελεσμάτων.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Andreeva, A., Melnikov, A., Skvortsov, D., Akhmerova, K., Vavaev, A., Golov, A., Draugelite, V., Nikolaev, R., Chechelnickaia, S., Zhuk, D., Bayerbakh, A., Nikulin, V., & Zemková, E. (2021). Postural stability in athletes: The role of sport direction. *Gait & Posture*, 89:120-125. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.07.005.
- Andreeva, A., Melnikov, A., Skvortsov, D., Akhmerova, K., Vavaev, A., Golov, A., Draugelite, V., Nikolaev, R., Chechelnickaia, S., Zhuk, D., Bayerbakh, A., Nikulin, V., & Zemková, E. (2020). Postural Stability in Athletes: The Role of Age, Sex, Performance Level, and Athlete Shoe Features. *Sports (Basel, Switzerland)*, 8(6), 89. doi.org/10.3390/sports8060089
- Brachman, A., Kamieniarz, A., Michalska, J., Pawłowski, M., Słomka, K. J., & Juras, G. (2017). Balance Training Programs in Athletes - a Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*, 58, 45–64. doi.org/10.1515/hukin-2017-0088
- 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.
- Cè, E., Longo, S., Paleari, E., Riboli, A., Limonta, E., Rampichini, S., Coratella, G., & Esposito, F. (2018). Evidence of balance training-induced improvement in soccer-specific skills in U11 soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(11), 2443–2456. doi.org/10.1111/sms.13240
- Cherni, Y., Jlid, M. C., Mehrez, H., et al. (2019). Eight weeks of plyometric training improves ability to change direction and dynamic postural control in female basketball players. *Frontiers in Physiology*, 10:726. doi:10.3389/fphys.2019.00726.
- Donath, L., Roth, R., Rueegge, A., Groppa, M., Zahner, L., & Faude, O. (2013). Effects of slackline training on balance, jump performance & muscle activity in young children. *International Journal of Sports Medicine*, 34(12), 1093–1098. doi.org/10.1055/s-0033-1337949
- Gebel, A., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2018). Effects and Dose-Response Relationship of Balance Training on Balance Performance in Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(9), 2067–2089. doi.org/10.1007/s40279-018-0926-0

- Granacher, U., Gollhofer, A., & Kriemler, S. (2010). Effects of balance training on postural sway, leg extensor strength, and jumping height in adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *81*(3), 245–251. doi.org/10.1080/02701367.2010.10599672
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Maestrini, L., Zahner, L., & Gollhofer, A. (2011). Can balance training promote balance and strength in prepubertal children?. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(6), 1759–1766. doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181da7886
- Juras, G., Stomka, K., Fredyk, A., Sobota, G., & Bacik, B. (2008). Evaluation of the Limits of Stability (LOS) Balance Test. *Journal of Human Kinetics*, *19*, 39-52.
- Hammami, R., Granacher, U., Makhlof, I., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2016). Sequencing Effects of Balance and Plyometric Training on Physical Performance in Youth Soccer Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(12), 3278–3289. doi.org/10.1519/JSC.0000000000001425
- Horak F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and ageing*, *35 Suppl 2*, ii7–ii11. doi.org/10.1093/ageing/afl077
- Hrysomallis C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*, *41*(3), 221–232. doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000
- Karatrantou, K., Gerodimos, V., Voutselas, V., Manouras, N., Famisis, K., & Ioakimidis, P. (2019). Can sport-specific training affect vertical jumping ability during puberty? *Biology of Sport*, *36*(3), 217-224. doi: 10.5114/biolsport.2019.85455.
- Kean, C. O., Behm, D. G., & Young, W. B. (2006). Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *Journal of Sports Science & Medicine*, *5*(1), 138–148.
- Kiers, H., van Dieën, J., Dekkers, H., Wittink, H., & Vanhees, L. (2013). A systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance. *Sports Medicine*, *43*(11), 1171–1189. doi.org/10.1007/s40279-013-0082-5
- Le Mouel, C., & Brette, R. (2017). Mobility as the Purpose of Postural Control. *Frontiers in Computational Neuroscience*, *11*, 67. doi.org/10.3389/fncom.2017.00067

- 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*, 775–779.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *34* (4), 689–694.
- Muehlbauer, T. (2021). Effects of balance training on static and dynamic balance performance in healthy children: role of training duration and volume. *BMC Research Notes*, *14*(1), 465. doi.org/10.1186/s13104-021-05873-5
- Nashner, L.M., & McCollum, G. (1985). The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and Brain sciences*, *8*(1), 135-150. doi.org/10.1017/S0140525X00020008
- Paillard, T. (2014). Sport-specific balance develops specific postural skills. *Sports Medicine*, *44*(7), 1019–1020. doi.org/10.1007/s40279-014-0174-x
- Pau, M., Arippa, F., Leban, B., Corona, F., Ibba, G., Todde, F., & Scorcu, M. (2015). Relationship between static and dynamic balance abilities in Italian professional and youth league soccer players. *Physical Therapy in Sport*, *16*(3):236-41. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.12.003.
- Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D’Antona, G., Palma, A., & Bianco, A. (2019). A Review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures. *Frontiers in Physiology*, *10*:1384. doi: 10.3389/fphys.2019.01384.
- Ramachandran, A. K., Singh, U., Ramirez-Campillo, R., Clemente, F. M., Afonso, J., & Granacher, U. (2021). Effects of Plyometric Jump Training on Balance Performance in Healthy Participants: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, *12*, 730945. doi.org/10.3389/fphys.2021.730945
- Ramirez-Campillo, R., Garcia-Hermoso, A., Moran, J., Chaabene, H., Negra, Y., & Scanlan, A. T. (2020). The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis. *Journal of Sport & Health Science*, *24*: S2095-2546(20)30169-1. doi: 10.1016/j.jshs.2020.12.005.
- Schedler, S., Brock, K., Fleischhauer, F., Kiss, R., & Muehlbauer, T. (2020a). Effects of Balance Training on Balance Performance in Youth: Are There Age Differences?. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *91*(3), 405–414. doi.org/10.1080/02701367.2019.1676371

- Schedler, S., Tenelsen, F., Wich, L., & Muehlbauer, T. (2020b). Effects of balance training on balance performance in youth: role of training difficulty. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 12(1), 71. doi.org/10.1186/s13102-020-00218-4
- Schieppati, M., Hugon, M., Grasso, M., Nardone, A., & Galante, M. (1994). The limits of equilibrium in young and elderly normal subjects and in parkinsonians. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 93(4), 286–298. doi.org/10.1016/0168-5597(94)90031-0
- Słomka, K. J., Pawłowski, M., Michalska, J., Kamieniarz, A., Brachman, A., & Juras, G. (2018). Effects of 8-Week Complex Balance Training in Young Alpine Skiers: A Pilot Study. *BioMed Research International*, 2018, 6804534. doi.org/10.1155/2018/6804534
- Sousa, A. S., Silva, A., & Tavares, J. M. (2012). Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of movement: a review. *Somatosensory & Motor Research*, 29(4), 131–143. doi.org/10.3109/08990220.2012.725680
- Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fischer, A., & Scholtz, A. W. (2006). Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(6), 477–482. doi.org/10.1017/S0012162206001022
- Trecroci, A., Cavaggioni, L., Lastella, M., Broggi, M., Perri, E., Iaia, F. M., & Alberti, G. (2018). Effects of traditional balance and slackline training on physical performance and perceived enjoyment in young soccer players. *Research in Sports Medicine*, 26(4):450-461. doi: 10.1080/15438627.2018.1492392.
- Verbecque, E., Vereeck, L., & Hallemans, A. (2016). Postural sway in children: A literature review. *Gait & Posture*, 49, 402–410. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.08.003
- Wälchli, M., Ruffieux, J., Mouthon, A., Keller, M., & Taube, W. (2018). Is Young Age a Limiting Factor When Training Balance? Effects of Child-Oriented Balance Training in Children and Adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 30(1), 176–184. doi.org/10.1123/pes.2017-0061
- Zemková E. (2014). Sport-specific balance. *Sports Medicine*, 44(5), 579–590. doi.org/10.1007/s40279-013-0130-1

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

A.1. Έγκριση μελέτης Επιτροπής Βιοηθικής και Δεοντολογίας ΣΕΦΑΑ



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Τετάρτη, 16 Μαρτίου 2022

Αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης: 1361/16-03-2022

Αγαπητέ κύριε Κατσούλη,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 16-03-2022 εξέτασε την αίτησή σας από 11-03-2022, με τίτλο "Επίδραση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης στη δυναμική ισορροπία και αλτική ικανότητα νεαρών αθλητών" και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται με τις εξής προϋποθέσεις: (1) να αφαιρεθεί από τις αρμοδιότητες της επιβλέπουσας ο όρος "συγγραφή", (2) να προσκομιστεί το έγγραφο αποδοχής της συνεργασίας εκ μέρους του συλλόγου, (3) να αφαιρεθεί ο όρος "εκπόνημα" από την τελευταία πρόταση στο έγγραφο ενημέρωσης/συγκατάθεσης.

Ο συντονιστής της Επιτροπής

*

Γρηγόρης Μπογδάνης,
Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

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

A.2. Έντυπο Συναίνεσης Συμμετέχοντα



Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού (ΣΕΦΑΑ)
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ)
Ειδίκευση «Ευρωστία & Υγεία», Τομέας Αθλητιατρικής & Βιολογίας της Άσκησης



Σύντομο έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης σε ερευνητική εργασία

Η ερευνητική εργασία διεξάγεται στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών της Σ.Ε.Φ.Α.Α του Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε περίπτωση δυσκολίας, προβληματισμού ή/και ένστασης για τη διαδικασία μπορείτε να απευθυνθείτε στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Μαριλίτσα Νικολαΐδου (Τηλ.επικοινωνίας: 697 2039616, email: mnikola@rhed.uoa.gr).

Αγαπητέ Γονέα/κηδεμόνα,

Στο πλαίσιο συνεργασίας μεταξύ του Α.Γ.Ο Ευρυάλη Γλυφάδας και της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, θα διεξαχθεί εργασία με σκοπό την διερεύνηση της επίδρασης ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης του σώματος στην ισορροπία και σε παραμέτρους αλτικής απόδοσης στους νεαρούς αθλητές του Συλλόγου και έχουμε τη τιμή να καλέσουμε το παιδί σας να συμμετάσχει. Συνοπτικά, ο σχεδιασμός της εργασίας θα περιλαμβάνει:

α) Παρέμβαση προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης: Ελάχιστη διάρκεια τουλάχιστον 6 εβδομάδων με συχνότητα 3 φορές/εβδομάδα και διάρκεια ~15 λεπτών στην αρχή της προπόνησης των αθλητών-τριών. Όλες οι ασκήσεις είναι απόλυτα ασφαλείς και θα επιβλέπονται από τον προπτυχιακό φοιτητή της ΣΕΦΑΑ και προπονητή του τμήματος κ. Κωνσταντίνο Κατσούλη.

β) Πρωτόκολλο δοκιμασιών: Πριν την παρέμβαση του προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης και μετά το τέλος αυτής και σε προγραμματισμένες ημερομηνίες, οι νεαροί αθλητές θα συμμετάσχουν σε μετρήσεις αξιολόγησης της: α) στατικής ισορροπίας, β) δυναμικής ισορροπίας και, γ) αλτικής απόδοσης. Οι δοκιμασίες είναι απόλυτα ασφαλείς, θα διεξαχθούν σε χώρο του Συλλόγου, θα γίνονται με αθλητική ενδυμασία του αθλητή με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού και ο χρόνος διεξαγωγής τους εκτιμάται στα 30 λεπτά.

Το προσωπικό όφελος του κάθε αθλητή είναι ότι θα λάβει γνώση σχετικά με την απόδοσή του στην ισορροπία και αλτική ικανότητα. Επιπλέον, αποτελεί στόχο ότι μέσω της παρούσας συνεργασίας, θα υπάρξει όφελος για το άθλημα της καλαθοσφαίρισης, καθώς οι επιστημονικές ενδείξεις σχετικά με την ικανότητα ισορροπίας και την αλτική απόδοση σε αναπτυσσόμενα άτομα, όπως οι νεαροί αθλητές του Συλλόγου, θα συνεισφέρουν στο σχεδιασμό στοχευμένων προπονητικών προγραμμάτων.

Σας ευχαριστούμε θερμά εκ των προτέρων για το ενδιαφέρον σας να συνδράμετε στο εκπόνημα αυτό.

Με εκτίμηση, Κατσούλης Κωνσταντίνος

Προπτυχιακός φοιτητής ειδικότητας Ευρωστίας και Υγείας, ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

Συγκατάθεση:

Ο/Η γονέας/κηδεμόνας του/της

..... συμφωνώ να λάβει το παιδί μου μέρος στην παρούσα εργασία και αποδέχομαι να συμμετάσχει στις προβλεπόμενες παρεμβάσεις και δοκιμασίες. Αποδέχομαι πιθανή φωτογράφιση ή βιντεογράφιση* του παιδιού μου με μοναδικό σκοπό την καταγραφή οπτικού υλικού για ερευνητικούς σκοπούς, όπου η ανωνυμία και μη αναγνωρισιμότητα του παιδιού μου θα τηρηθεί απαρεγκλίτως. Καταλαβαίνω ότι η συμμετοχή του είναι εθελοντική και ότι είναι ελεύθερο να αποσυρθεί από τη μελέτη οποιαδήποτε ώρα, ακόμα και μετά από την υπογραφή της παρούσας δήλωσης συγκατάθεσης.

Ημερομηνία:.....

Υπογραφή Γονέα/κηδεμόνα:

Ημερομηνία:.....

Υπογραφή προπονητή/τριας:

*Εάν δεν επιθυμείτε τη φωτογράφιση ή βιντεογράφιση του παιδιού σας, ενημέρωστε εμένα ή τον κ. Γρηγόρη Τσισίπουλο

A.3. Πρόγραμμα παρέμβασης δυναμικής σταθεροποίησης 8 εβδομάδων

| Φάση / συχνότητα παρέμβασης | Στηρίξεις | Δυναμικές μετατοπίσεις προς επιφάνεια ¹ | Δυναμικές (αλτικές) μετατοπίσεις |
|---|--|--|---|
| <p>A' (2 συνεδρίες ανά εβδομάδα)²</p> <p>Εβδομάδα 1^η</p> <p>2^η</p> <p>3^η</p> <p>4^η</p> <p>Προθέρμανση: Στατικές διατάξεις και ασκήσεις με μπάλα</p> | <p>1. Διποδική στήριξη με κλειστά μάτια</p> <p>30 δευτ με 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>2. Μονοποδική στήριξη με ανοιχτά μάτια</p> <p>30 δευτ ανά πόδι με 15 δευτ ανάπαυση</p> | <p>1. Πρόσθια προβολή κάτω άκρου – χαμηλής ταχύτητας</p> <p>15 δευτ ανά πόδι με 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>2. Πρόσθια προβολή κάτω άκρου σε διαγώνια κατεύθυνση – χαμηλής ταχύτητας</p> <p>15 δευτ ανά πόδι με 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>3. Μετατόπιση Tandem</p> <p>30 δευτ, με 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>4. Μετατόπιση σε ακροστασία (πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση)</p> <p>15 δευτ προς κάθε κατεύθυνση</p> <p>5. Διαπέραση από κώνους (σε διάταξη τριγώνου) με ακροστασία</p> <p>30 δευτ με 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>6. Διαπέραση μέσα από αθλητική σκάλα ευκινησίας σε ακροστασία</p> <p>30 δευτ με 15 δευτ ανάπαυση</p> | <p>1. Χαμηλές επιτόπιες κατακόρυφες αναπηδήσεις</p> <p>30 δευτ με 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>2. Χαμηλές έσω-έξω πλάγιες αναπηδήσεις</p> <p>30 δευτ με 15 δευτ ανάπαυση</p> |
| <p>B' (2 συνεδρίες ανά εβδομάδα)</p> <p>Εβδομάδα 5^η</p> <p>6^η</p> <p>7^η</p> <p>8^η</p> <p>Προθέρμανση: Ασκήσεις με αθλητική σκάλα</p> | <p>1. Μονοποδική στήριξη με ανοιχτά μάτια</p> <p>30 δευτ με 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>2. Μονοποδική στήριξη με κλειστά μάτια</p> <p>15 δευτ με 15 δευτ ανάπαυση</p> | <p>1. Πρόσθια προβολή κάτω άκρου σε μεγάλη απόσταση – εκτέλεση σε γρήγορη ταχύτητα</p> <p>15 δευτ ανά πόδι, 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>2. Πρόσθια προβολή κάτω άκρου σε μεγάλη απόσταση και διαγώνια κατεύθυνση– εκτέλεση σε γρήγορη ταχύτητα</p> <p>15 δευτ ανά πόδι, 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>3. Πρόσθια προβολή κάτω άκρου σε μεγάλη απόσταση – εκτέλεση σε γρήγορη ταχύτητα, κλειστά μάτια</p> <p>15 δευτ ανά πόδι, 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>4. Πρόσθια προβολή κάτω άκρου σε μεγάλη απόσταση και διαγώνια κατεύθυνση–</p> | <p>1. Οριζόντιο άλμα μεγάλης απόστασης, με χέρια σε μεσολαβή, και προσγείωση στο πρόσθιο μέρος το πελμάτων</p> <p>x 2-3 επαν.</p> <p>2. Οριζόντιο άλμα μεγάλης απόστασης, με χέρια σε μεσολαβή, και προσγείωση στο πρόσθιο μέρος του ενός πέλματος.</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>ευκινησίας (agility ladder) και με μπάλα</p> | | <p>εκτέλεση σε γρήγορη ταχύτητα, κλειστά μάτια</p> <p>15 δευτ ανά πόδι, 15 δευτ ανάπαυση</p> <p>5. Μετατόπιση σε ακροστασία σε ζεύγη ανταλλάσσοντας πάσες στήθους</p> <p>30 δευτ ανά ζευγάρι</p> <p>6 . Διαπέραση μέσα από αθλητική σκάλα ευκινησίας σε ακροστασία σε ζεύγη με ανταλλαγή με πάσες στήθους</p> <p>30 δευτ ανά άτομο</p> | <p>Σταθεροποίηση και έναρξη επόμενης επανάληψης</p> <p>x 2-3 επαν.</p> |
|---|--|--|--|

Σημειώσεις: ¹Κατά τις δυναμικές μετατοπίσεις, ο αριθμός των επαναλήψεων αντιστοιχούσε στον αριθμό που έκανε ο κάθε δοκιμαζόμενος στην προκαθορισμένη χρονική διάρκεια της άσκησης. ²Στη Α φάση της παρέμβασης, διεξάχθηκε μια αρχική συνεδρία εξοικείωσης των δοκιμαζόμενων με τις ασκήσεις.