



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗ
ΜΥΪΚΗ ΙΣΧΥ ΚΑΙ ΕΥΚΙΝΗΣΙΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ
ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ 7-10 ΕΤΩΝ»

Παπία Αθανασία

Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΠΕΔΙΟ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΠΡΟΠΟΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2018

© Copyright

Παπία Αθανασία

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

Ο. Δόντη

Επίκουρη Καθηγήτρια Βασικής Γυμναστικής (Επιβλέπουσα)

Σ.ΕΦ.Α.Α. – Ε.Κ.Π.Α

Ν. Αποστολίδης

Καθηγητής Ειδικής Προπονησιολογίας της Καλαθοσφαίρισης

Σ.ΕΦ.Α.Α. – Ε.Κ.Π.Α

Γ. Χ. Μπογδάνης

Επίκουρος Καθηγητής Κλασικού Αθλητισμού (Άλματα)

Σ.ΕΦ.Α.Α. – Ε.Κ.Π.Α



ΠΡΑΚΤΙΚΟ
ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ
Της Αθανασίας Παπία

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γ.Σ.Ε.Σ. του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 27/6/2016 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής της **κ. Αθανασίας Παπία** με τίτλο: «Επίδραση πλειομετρικής προπόνησης στη μυϊκή ισχύ και ευκίνησια αθλητριών γυμναστικής 7-10 ετών» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Ο. Δόννη**, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπουσα), **Ν. Αποστολίδη**, Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Γ. Μπογδάνη**, Επίκ. Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 12/1/2018 ημέρα Παρασκευή και ώρα 11:30 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε. Παυλίνη της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

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

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Ο. Δόννη, Επίκουρη Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Αθηνών

Ν. Αποστολίδης, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

Γ. Μπογδάνης, Επίκ. Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

Έκφραση Ευχαριστιών

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Φυσική Αγωγή και Αθλητισμός» της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ. Η επιτυχής ολοκλήρωση της οφείλεται στην βοήθεια και την συνεισφορά πολλών ατόμων, τα οποία και θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Αρχικά, την τριμελή μου επιτροπή: την κ. Δόντη Ολίβια- Επίκουρη Καθηγήτρια Βασικής Γυμναστικής, τον κ. Αποστολίδη Νικόλαο- Καθηγητή Ειδικής Προπονησιολογίας της Καλαθοσφαίρισης και τον κ. Μπογδάνη Γρηγόρη- Επίκουρο Καθηγητή Κλασικού Αθλητισμού, για τη συνεργασία και την αποτελεσματική καθοδήγηση, σε όλα τα στάδια της έρευνας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην κ. Δόντη Ολίβια, η οποία ως επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, με βοήθησε, συμβούλευσε και ήταν δίπλα μου σε όλα τα στάδια πραγματοποίησης αυτής της μελέτης, καθώς και για την πολυετή, εξαιρετη συνεργασία μας από την έναρξη των προπτυχιακών έως και την περάτωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Την κ. Δόντη Αναστασία (Ομοσπονδιακή προπονήτρια Ενόργανης γυμναστικής) για την πολύτιμη βοήθεια στην κατάστρωση του προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης και τις συμβουλές για τον επαναπροσδιορισμό του, κατά την περίοδο παρέμβασης.

Τους συναδέλφους Πανίδα Ιόλη και Κωνσταντακόπουλο Γρηγόρη για την συνεργασία και την πολύτιμη βοήθεια τους στη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων. Επίσης την αδελφή μου Κωνσταντίνα Παπία που συνέβαλε σε αυτή την έρευνα με κάθε τρόπο και είναι πάντα δίπλα μου.

Τις συμμετέχουσες και τους γονείς τους, οι οποίοι προσφέρθηκαν να συμμετάσχουν στο πειραματικό πρωτόκολλο και κατέβαλαν κάθε δυνατή προσπάθεια από την πλευρά τους. Χάρη σε αυτούς μπόρεσε να πραγματοποιηθεί η μελέτη αυτή.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους ανθρώπους του περιβάλλοντος μου, την οικογένεια μου και τους φίλους μου που στάθηκαν δίπλα μου σε αυτή την πορεία και πρόσφεραν την βοήθεια και την υποστήριξή τους με κάθε δυνατό τρόπο και μέσο.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗ ΜΥΪΚΗ ΙΣΧΥ ΚΑΙ ΕΥΚΙΝΗΣΙΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ 7-10 ΕΤΩΝ

Περίληψη

Στη μελέτη αυτή εξετάστηκε η επίδραση 8 εβδομάδων πλειομετρικής προπόνησης στη μυϊκή ισχύ και στην ευκινησία αθλητριών παιδικής ηλικίας. Πενήντα αθλήτριες «Γυμναστικής για Όλους» (ηλικία: 8.0 ± 0.7 έτη, προπονητική εμπειρία: 2.4 ± 0.6 έτη) χωρίστηκαν σε: ομάδα παρέμβασης (N=33) η οποία έκανε πλειομετρική προπόνηση 2 φορές/εβδομάδα επιπρόσθετα της προπόνησης γυμναστικής και σε ομάδα ελέγχου (N=17). Πριν, 8 εβδομάδες μετά την προπόνηση και 2 εβδομάδες μετά τη διακοπή της προπόνησης, μετρήθηκαν: η αλτική ικανότητα (κατακόρυφο άλμα με προδιάταση με ένα και δύο σκέλη, άλμα βάθους, άλμα από ημικάθισμα, άλμα σε μήκος από στάση), η ταχύτητα (10 και 20 μ. σπριντ) και η ευκινησία (5+5μ. με στροφή 180° και 10 + 10 μ. με στροφή 180°). Οι αναλύσεις διακύμανσης σε δύο παράγοντες (χρόνος x ομάδα) έδειξαν κύρια επίδραση για τον χρόνο ($p = 0.01$) σε όλες τις υπό εξέταση μεταβλητές, εκτός της δοκιμασίας 10 + 10 μ. με στροφή 180° ($p > 0.05$). Δεν βρέθηκε αλληλεπίδραση (χρόνος x ομάδα) για καμία μεταβλητή, εκτός της ταχύτητας 20μ. σπριντ ($p = 0.02$). Στην ομάδα παρέμβασης, τα μεγέθη αποτελέσματος ήταν μικρά για τη δοκιμασία 10 + 10 μ. με στροφή 180° ($d = 0.2-0.5$), μέτρια για το κατακόρυφο άλμα με προδιάταση με ένα και δύο πόδια, το άλμα βάθους και το άλμα από ημικάθισμα ($d = 0.5-0.8$) και μεγάλα για το άλμα σε μήκος από στάση, τη δοκιμασία 5+5μ. με στροφή 180° και τις δοκιμασίες ταχύτητας ($d > 0.8$). Στην ομάδα ελέγχου τα μεγέθη αποτελέσματος ήταν μικρά για το άλμα με προδιάταση από το αριστερό σκέλος και το άλμα από ημικάθισμα ($d = 0.2-0.5$), μεσαία για το άλμα πτώσης και την ταχύτητα σπριντ 10 μ ($d = 0.5 - 0.8$) και μεγάλα για το άλμα σε μήκος από στάση ($d > 0.8$). Η εφαρμογή βραχυπρόθεσμης πλειομετρικής προπόνησης, επιφέρει μη στατιστικά αλλά πρακτικά σημαντική βελτίωση σε επιλεγμένες παραμέτρους μυϊκής ισχύος και ευκινησίας αθλητριών παιδικής ηλικίας. **Λέξεις κλειδιά:** παιδική ηλικία, αλτική ικανότητα, ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης

**THE EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING ON MUSCLE POWER AND
AGILITY IN 7-10 YEARS OLD FEMALE ATHLETES**

Abstract

This study examined the effect of 8 weeks of plyometric training, on lower limb muscle power and agility, in preadolescent athletes. Fifty, female ‘Gymnastics for All’ gymnasts (age: 8.0 ± 0.7 years, training experience: 2.4 ± 0.6 years,) were randomly assigned to a training group ($n=33$) that performed plyometric training twice a week, in addition to gymnastics training, and a control group ($n=17$). Gymnasts underwent the following tests: one and two-leg counter movement jumps, drop jump, squat jump, standing long jump, 10 and 20 m sprints, and two change of direction tests: 10 m (5 + 5 m with a 180° turn) and 20 m (10 + 10 m with a 180° turn). The tested variables were measured pre, post 8 weeks of training and 2 weeks into detraining. There was a main effect for time ($p= 0.01$) in all the examined variables, except for 10 + 10 m with a 180° turn ($p> 0.05$). There were no significant group \times time interactions in all the examined variables, except for 20 m sprint speed ($p= 0.02$). In the training group, effect sizes for pre- and post- intervention values were small for 10 + 10 m with a 180° turn ($d= 0.2-0.5$), moderate for one and two-leg counter movement jumps, drop jump, squat jump ($d= 0.5 - 0.8$), and large for standing long jump, 5 + 5 m with a 180° turn, and sprints tests ($d> 0.8$). In the control group, effect sizes were small ($d= 0.2-0.5$) for one leg counter movement jump and squat jump, moderate for drop jump and 10 m sprint ($d= 0.5 - 0.8$), and large for standing long jump ($d> 0.8$). In conclusion, eight weeks of plyometric training induces small but practically significant increases in lower limb muscle power and agility in young female gymnasts.

Keywords: *childhood, jumping performance, change of direction speed*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

I.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Ορισμός και διατύπωση ερευνητικού προβλήματος	1
1.2	Σημασία της έρευνας	2
1.3	Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις	2
1.3.1	Ερωτήματα.....	2
1.3.2	Υποθέσεις.....	3
1.4	Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας	3
1.5	Εξαρτημένες μεταβλητές	4
1.6	Ανεξάρτητες μεταβλητές	54
1.7	Διευκρινήσεις όρων	5
II.	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ , ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	6
2.1	Πλειομετρική προπόνηση	6
2.2	Φυσιολογική βάση της πλειομετρικής προπόνησης	7
2.3	Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παραμέτρους αθλητικής απόδοσης σε ενήλικες.....	10
2.3.1	Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στη μυϊκή δύναμη και ισχύ των κάτω άκρων σε ενήλικες	11
2.3.2	Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην ευκινησία σε ενήλικες	13
2.4	Πλειομετρική προπόνηση σε παιδιά	14
2.4.1	Χαρακτηριστικά της πλειομετρικής προπόνησης για παιδιά και εφήβους..	22
2.5	Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε διάφορες παραμέτρους απόδοσης σε παιδιά και εφήβους.....	25
2.5.1	Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στη μυϊκή ισχύ και δύναμη σε παιδιά και εφήβους.....	25
2.5.2	Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην ταχύτητα σε παιδιά και εφήβους	31
2.5.3	Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην αντοχή σε παιδιά και εφήβους	33
2.6	Ευκινησία.....	34

2.6.1	Σχέση μεταξύ ευκινησίας και φυσικών ικανοτήτων σε ενήλικες	37
2.6.2	Ευκινησία στην παιδική ηλικία.....	41
2.6.3	Σχέση μεταξύ ευκινησίας και φυσικών ικανοτήτων στην παιδική ηλικία ..	45
III.	ΜΕΘΟΔΟΣ	50
3.1	Πιλοτική μελέτη.....	50
3.2	Κυρίως έρευνα	50
3.2.1	Συμμετέχουσες.....	50
3.2.2	Πρωτόκολλο έρευνας.....	51
3.2.3	Εξοικείωση.....	52
3.3	Μετρήσεις- Όργανα μέτρησης.....	53
3.3.1	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά	53
3.3.2	Υπολογισμός χρονικής απόστασης από την ηλικία ταχείας ανάπτυξης του αναστήματος – (maturity offset).....	55
3.3.3	Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος	56
3.3.4	Αξιολόγηση ταχύτητας	59
3.3.5	Αξιολόγηση ευκινησίας	59
3.3.6.	Όργανα μέτρησης.....	62
3.4	Πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης.....	62
3.5	Σταστική ανάλυση	64
IV.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	65
4.1	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά	65
4.2	Αποτελέσματα αρχικής μέτρησης.....	65
4.3	Αποτελέσματα τελικής μέτρησης και μέτρησης μετά τη διακοπή της προπόνησης.....	7473
4.3.1	Μυϊκή ισχύς.....	8079
4.3.2	Ταχύτητα.....	8382
4.3.3	Ευκινησία.....	8382
V.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	8786
5.1	Αποτελέσματα τελικών μετρήσεων και μετρήσεων μετά τη διακοπή της προπόνησης μεταξύ των ομάδων.....	8786
5.1.1	Μυϊκή Ισχύς.....	8786

5.1.2 Ταχύτητα σπριντ και ευκινησία	9291
5.2 Συσχέτιση μεταξύ των υπό εξέταση μεταβλητών κατά την αρχική και τελική μέτρηση	9594
5.2.1 Αποτελέσματα αρχικών μετρήσεων	9594
5.3 Πρακτικές εφαρμογές	10099
5.4 Περαιτέρω έρευνα.....	101400
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	102404
VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	
7.1 ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗ ΓΟΝΕΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ	122
7.2 ΑΤΟΜΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	123

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 - Πρόγραμμα Πλειομετρικής Προπόνησης	63
Πίνακας 4.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά (μέσοι όροι + τυπικές αποκλίσεις).....	65
Πίνακας 4.2. Μέσοι Όροι (\pm τυπικές αποκλίσεις) των μεταβλητών που εξετάστηκαν στις δύο ομάδες	66
Πίνακας 4.3 Συσχέτιση μεταξύ των τιμών αρχικής μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών και για τις δυο ομάδες (n=50).....	68
Πίνακας 4.4. Συσχέτιση μεταξύ των τιμών αρχικής μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την πειραματική ομάδα (n=33).....	69
Πίνακας 4.5 Συσχέτιση μεταξύ των τιμών αρχικής μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την ομάδα ελέγχου (n=17).....	70
Πίνακας 4.6 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης, για τις αρχικές μετρήσεις χρησιμοποιώντας τις υπό εξέταση μεταβλητές ως προβλεπτές της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ., 10+10μ, και της ικανότητας σπρίντ 10μ, 20μ. (n=50).....	72
Πίνακας 4.7. Συσχέτιση μεταξύ των τιμών της δεύτερης μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την πειραματική ομάδα (n=33)	74
Πίνακας 4.8 Συσχέτιση μεταξύ των τιμών της δεύτερης μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την ομάδα ελέγχου (n=17).....	75
Πίνακας 4.9 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης, για τη δεύτερη μέτρηση χρησιμοποιώντας τις υπό εξέταση μεταβλητές ως προβλεπτές της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ., 10+10μ, και της ικανότητας σπρίντ 10μ, 20μ , για την πειραματική ομάδα (n=33)	77

Πίνακας 4.10 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης, για τη δεύτερη μέτρηση χρησιμοποιώντας τις υπό εξέταση μεταβλητές ως προβλεπτές της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ., 10+10μ, και της ικανότητας σπριντ 10μ, 20μ , για την ομάδα ελέγχου (n=17)	78
Πίνακας 4.11: Τιμές (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) των μεταβλητών και μεγέθη αποτελέσματος πριν και μετά την παρέμβαση και μετά τη διακοπή της προπόνησης και για τις δύο ομάδες	84
Πίνακας 4.12 Τιμές Δ και μεγέθη αποτελέσματος για την πειραματική ομάδα (n=33) και την ομάδα ελέγχου(n=17)	85

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1 - Σχηματική αναπαράσταση του ερευνητικού πρωτοκόλλου	52
Εικόνα 3.2 - Μέτρηση αναστήματος σύμφωνα με το σημείο Frankford	53
Εικόνα 3.3 - Μέτρηση αναστήματος από καθιστή θέση.....	54
Εικόνα 3.4 - Όργανα μέτρησης: ζυγομετρητή Seca 710 (Hamburg, Germany) για την αξιολόγηση βάρους, αναστημόμετρο Seca 208 (Hamburg, Germany) για την αξιολόγηση του αναστήματος, και μετροταινία για την αξιολόγηση του καθιστού αναστήματος.....	54
Εικόνα 3.5 - Υπολογισμός δεκαδικής ηλικίας	55
Εικόνα 3.6 - Αξιολόγηση κατακόρυφου άλματος με προδιάταση, CMJ	56
Εικόνα 3.7 - Αξιολόγηση άλματος πτώσης.....	57
Εικόνα 3.8 - Αξιολόγηση επιτόπιου άλματος από ημικάθισμα.....	57
Εικόνα 3.9 -Αξιολόγηση άλματος εις μήκος.....	58
Εικόνα 3.10 - Δοκιμασία ευκινησίας, παλίνδρομο τρέξιμο (5+5)	60
Εικόνα 3.11 - Δοκιμασία ευκινησίας, παλίνδρομο τρέξιμο (10+10μ)	60
Εικόνα 3.12 - Σχηματική απεικόνιση της δοκιμασίας ευκινησίας, γυμναστικών ασκήσεων	61
Εικόνα 3.13 - Όργανα Μέτρησης δοκιμασιών: Χρονομετρητής - Boscosystem® Chronojump. Μετροταινία.....	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 4.1 : Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στις παραμέτρους αλμάτων κατά την 1 ^η , 2 ^η και 3 ^η μέτρηση για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.....	81
Σχήμα 4.2 : Απόδοση στο άλμα σε μήκος, κατά την 1 ^η , 2 ^η και 3 ^η μέτρηση για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.....	81
Σχήμα 4.3: Απόδοση στις παραμέτρους ευκινησίας και ταχύτητας κατά την 1 ^η , 2 ^η και 3 ^η μέτρηση για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.	83

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός και διατύπωση ερευνητικού προβλήματος

Η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί μέρος της προπόνησης διάφορων αθλημάτων καθώς περιλαμβάνει διάφορους τύπους αλμάτων και αναπηδήσεων, με χαρακτηριστικό γνώρισμα την έκκεντρη σύσπαση της μυοτενόντιας μονάδας η οποία ακολουθείται άμεσα από βράχυνση ή σύκκεντρη σύσπαση (Johnson, Salzberg & Stevenson, 2011). Προγενέστερες έρευνες έχουν δείξει ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να βελτιώσει αποτελεσματικά τη μυϊκή ισχύ σε ενήλικες (Markovic, 2007, Thomas, French, & Heyes, 2009), αλλά και έφηβους και προέφηβους αθλητές (Behm, Faigenbaum, Falk, & Klentrou, 2008, Faigenbaum et al., 2009, Johnson et al., 2011, Lesinski, Prieske, & Granacher, 2016).

Η μυϊκή ισχύς είναι η ικανότητα του μυός να παράγει δύναμη όσο το δυνατόν ταχύτερα, ενάντια σε εξωτερικά φορτία (Jaric & Kukolj, 1996) και αποτελεί σημαντική παράμετρο για τη βέλτιστη αθλητική απόδοση σε διάφορα αθλήματα (Granacher et al., 2016). Ως ευκινησία, έχει οριστεί η γρήγορη κίνηση του σώματος με αλλαγή ταχύτητας ή κατεύθυνσης ως απόκριση σε ένα εξωτερικό ερέθισμα (Asadi, Arazi, Young, & de Villarreal, 2016). Η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην αθλητική απόδοση διαφοροποιείται ανάλογα το επίπεδο των ασκούμενων, το φύλο, την ηλικία, την εξοικείωσή τους με αυτόν τον τύπο προπόνησης και τα χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου άσκησης (τη συχνότητα και την ένταση της άσκησης, το διάστημα ανάπαυσης μεταξύ των σετ, τον τύπο της πλειομετρικής άσκησης) (Lloyd, Meyers & Oliver, 2011, de Villarreal, Kellis, Kraemer & Izquierdo, 2009). Γι' αυτό, υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα σχετικά με τις επιδράσεις αυτού του είδους προπόνησης στη μυϊκή ισχύ, ταχύτητα και ευκινησία σε διαφορετικούς πληθυσμούς (Asadi et al., 2016, Lesinski et al., 2016). Προηγούμενες έρευνες δείχνουν χαμηλές έως μέτριες συσχετίσεις μεταξύ ευκινησίας και άλλων παραμέτρων απόδοσης όπως η ταχύτητα και η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης σε ενήλικες (Sheppard, Dawes,

Jeffreys, Spiteri, & Nimphius, 2014) και έφηβους (Castillo-Rodríguez, Fernández-García, Chinchilla-Minguet, & Carnero, 2012).

Η παιδική ηλικία είναι σημαντικό στάδιο ανάπτυξης της μυϊκής δύναμης και ισχύος και της εκμάθησης των δεξιοτήτων που απαιτούνται για την αθλητική απόδοση (Joyce & Lewindon, 2014). Ιδιαίτερα, η μέση παιδική ηλικία -6 έως 11 ετών- είναι η βέλτιστη περίοδος για την ανάπτυξη όλων των δεξιοτήτων μετακίνησης (Lloyd & Oliver, 2012). Ωστόσο, παρά τη σημασία αυτής της ηλικίας για την μετέπειτα αθλητική απόδοση, δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα σχετικά με την πλειομετρική προπονησιμότητα παιδιών αυτή της ηλικίας και ιδιαίτερα κοριτσιών, ούτε για την ανάπτυξη της μυϊκής ισχύος και της ευκινησίας σε αυτήν την ηλικία (Donti, Bogdanis, Kritikou, Donti, & Theodorakou, 2016). Επιπλέον, δεν είναι γνωστό εάν η βελτίωση της μυϊκής ισχύος μεταφέρεται σε βελτίωση της ευκινησίας σε αθλήτριες αυτής της ηλικίας.

1.2 Σημασία της έρευνας

Η σημασία της έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι δεν έχει μέχρι στιγμής μελετηθεί στη βιβλιογραφία, η επίδραση ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης, σε φυσικές παραμέτρους όπως η μυϊκή ισχύς και η ευκινησία αθλητών παιδικής ηλικίας και ειδικότερα κοριτσιών, ηλικίας 7-10 ετών. Επίσης, αν επιβεβαιωθούν οι υποθέσεις που έχουν τεθεί, γίνεται φανερό εάν και σε ποιο βαθμό υπάρχει πλειομετρική προπονησιμότητα και βελτίωση της μυϊκής ισχύος και ευκινησίας σε αθλήτριες «Γυμναστικής για Όλους», ηλικίας 7-10 ετών και πώς διαμορφώνεται αυτή η επίδραση μετά από χρόνια πλειομετρική προπόνηση.

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

1.3.1 Ερωτήματα

Ερώτημα 1^ο: Μπορεί ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας οκτώ εβδομάδων να βελτιώσει τη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων και την ευκινησία σε αθλήτριες «Γυμναστικής για Όλους» ηλικίας 7-10 ετών;

Ερώτημα 2^ο : Θα υπάρχει μεγαλύτερη βελτίωση στη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων και στην ευκινησία στις αθλήτριες οι οποίες θα κάνουν πλειομετρική

προπόνηση συγκριτικά με τις αθλήτριες της ομάδας ελέγχου οι οποίες θα συμμετέχουν μόνο στην προπόνηση της γυμναστικής;

Ερώτημα 3^ο: Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων και της ευκινησίας σε αυτόν τον πληθυσμό και πώς διαμορφώνεται αυτή η σχέση μετά από την επίδραση οκτώ εβδομάδων προπόνησης και 2 εβδομάδων διακοπής της προπόνησης;

Ερώτημα 4^ο: Υπάρχει διατήρηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων και της ευκινησίας σε αυτόν τον πληθυσμό μετά από 2 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης συγκριτικά με τις αθλήτριες της ομάδας ελέγχου;

1.3.2 Υποθέσεις

Υπόθεση I: Μετά από πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας 8 εβδομάδων θα υπάρξει βελτίωση στη μυϊκή ισχύ κάτω άκρων και στην ευκινησία σε αθλήτριες «Γυμναστικής για Όλους», ηλικίας 7-10 ετών.

Υπόθεση II : Θα υπάρξει μεγαλύτερη βελτίωση στη μυϊκή ισχύ κάτω άκρων και στην ευκινησία μετά από πρόγραμμα προπόνησης 8 εβδομάδων στην ομάδα αθλητριών η οποία θα κάνει πλειομετρική προπόνηση (πειραματική ομάδα) σε σχέση με την ομάδα που θα κάνει αποκλειστικά προπόνηση γυμναστικής (ομάδα ελέγχου).

Υπόθεση III: Η βελτίωση της ισχύος κάτω άκρων θα επιδρά θετικά στη βελτίωση της ευκινησίας σε αυτόν τον πληθυσμό.

Υπόθεση IV: Θα υπάρξει διατήρηση της βελτίωσης της μυϊκής ισχύος και ευκινησίας κατά την περίοδο διακοπής της προπόνησης στην ομάδα αθλητριών η οποία θα κάνει πλειομετρική προπόνηση (πειραματική ομάδα) σε σχέση με την ομάδα η οποία δεν θα κάνει πλειομετρική προπόνηση.

1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Περιορισμό της έρευνας αποτελεί το γεγονός ότι δεν διερευνήθηκαν οι νευροφυσιολογικοί μηχανισμοί που αφορούν στην απόκριση σε πλειομετρική προπόνηση και σε βελτίωση της μυϊκής ισχύος σε παιδιά αυτής της ηλικίας. Μελετήθηκε μόνο η βελτίωση σε διάφορους τύπους αλμάτων και δοκιμασίες

ευκινησίας σε σύνολο 8 εβδομάδων προπόνησης και 2 εβδομάδων διακοπής της προπόνησης.

Στην έρευνα συμμετείχαν 50 αθλήτριες Γυμναστικής για Όλους, ηλικίας 7 έως 10 ετών, οι οποίες έκαναν 3 φορές την εβδομάδα προπόνηση, από 2 ώρες τη φορά και προέρχονται από ένα σύλλογο της περιφέρειας της Αθήνας. Συνεπώς, τα αποτελέσματα της μελέτης μπορούν να γενικευθούν σε πληθυσμό με όμοια χαρακτηριστικά. Οι αθλήτριες χωρίστηκαν σε δύο εξισωμένες ομάδες, μία πειραματική ομάδα και μία ομάδα ελέγχου.

Επιπλέον, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που δεν εξετάστηκαν σε αυτήν την έρευνα, οι οποίοι επιδρούν στην απόδοση στις ασκήσεις εδάφους, και κυρίως η τεχνική. Η ικανότητα των αθλητριών να καλύπτουν το σύνολο του τάπητα γρήγορα και με τη σωστή τεχνική εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως ο νευρομυϊκός συντονισμός, η αντίληψη του χώρου-χρόνου, η σύζευξη των μελών κ.λ.π.

Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν οκτώ εβδομάδες και ο συνολικός χρόνος παρατήρησης 10 εβδομάδες. Οι μετρήσεις έγιναν στην αρχή, και μετά από 8 εβδομάδες προπόνησης (πλειομετρικής άσκησης) και μετά από 2 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης. Συνεπώς τα αποτελέσματα της εργασίας αφορούν προπονητικές προσαρμογές οι οποίες συμβαίνουν σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Ως προϋπόθεση για τη συμμετοχή στην έρευνα, τέθηκε το να έχουν όλες οι αθλήτριες τουλάχιστον έναν χρόνο προπονητική εμπειρία προκειμένου να έχουν σωστή τεχνική σε δεξιότητες αναπήδησης και προσγείωσης και επαρκές επίπεδο φυσικής κατάστασης για να ανταποκρίνονται σε πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης.

1.5 Εξαρτημένες μεταβλητές

Ως εξαρτημένες μεταβλητές ορίστηκαν οι φυσικές παράμετροι: μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων και ευκινησία

1.6 Ανεξάρτητες μεταβλητές

Ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίστηκε το πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης

1.7 Διευκρινήσεις όρων

Ευκινησία: ως ευκινησία ορίζεται μια σύνθετη ικανότητα η οποία επιτρέπει σε έναν αθλητή να επιταχύνει, επιβραδύνει και να αλλάζει κατεύθυνση ταυτόχρονα αντιδρώντας σε ένα εξωτερικό ερέθισμα (Lloyd, 2013).

Μυϊκή ισχύς: ως μυϊκή ισχύς ορίζεται η ικανότητα ενός μυός να παράγει δύναμη όσο το δυνατόν ταχύτερα, ενάντια σε εξωτερικά φορτία (Jaric & Kukolj, 1996).

Πλειομετρική προπόνηση: Αναφέρεται σε ασκήσεις που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτίωση κυρίως της μυϊκής ισχύος, μέσω της προπόνησης αλμάτων, με βασικό χαρακτηριστικό την επιμήκυνση (έκκεντρη συστολή) του μυοτενόντιου συνόλου η οποία ακολουθείται άμεσα από μια σύγκεντρη σύσπαση (Markovic, 2007). Αυτή η νευρομυϊκή δραστηριότητα, ονομάζεται «κύκλος διάτασης-βράχυνσης» (SSC). Σκοπός της πλειομετρικής άσκησης είναι η ενίσχυση της ικανότητας της μυοτενόντιας μονάδας να παράγει τη μεγαλύτερη δυνατή δύναμη στο συντομότερο χρονικό διάστημα (Markovic, 2007).

Γυμναστική για Όλους: Η Γυμναστική για Όλους είναι ένα από τα επίσημα αθλήματα της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Γυμναστικής, το οποίο συνδυάζει στοιχεία ενόργανης, ρυθμικής και ακροβατικής γυμναστικής με στοιχεία χορού. Επιτρέπεται η χρήση όλων των επίσημων οργάνων αλλά και άλλων οργάνων ελεύθερης επινόησης. Οι αθλητές διαγωνίζονται με σκοπό την κατάταξή τους σε ομάδα χρυσή, αργυρή και χάλκινη, σύμφωνα με τα κριτήρια αξιολόγησης του Κώδικα Βαθμολογίας Γυμναστικής για Όλους.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στην ακόλουθη ανασκόπηση συμπεριλαμβάνονται οι σημαντικότερες έρευνες που αφορούν την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε διαφορετικούς πληθυσμούς και σε παραμέτρους αθλητικής απόδοσης.

2.1 Πλειομετρική προπόνηση

Η λέξη πλειομετρική προέρχεται από το συνδυασμό των δυο ελληνικών λέξεων: πλείο (=περισσότερο) και μέτρο (Voight & Dravonitch, 1991). Ο πρώτος ερευνητής ο οποίος προσπάθησε να περιγράψει την έννοια της πλειομετρικής άσκησης, στη βιβλιογραφία, ήταν ο Verkoshanski (1966), προπονητής αλμάτων από την τότε Σοβιετική Ένωση, ενώ ο όρος «πλειομετρικές ασκήσεις» εισήχθη για πρώτη φορά στον κλασικό αθλητισμό στις Ηνωμένες Πολιτείες από τον προπονητή Fred Wilt το 1975 (Robertson, 2011). Οι πλειομετρικές ασκήσεις περιλαμβάνουν τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης των πρωταγωνιστών μυών. Αρχίζουν με ταχεία διάταση του μυός (έκκεντρη φάση) και ακολουθούνται από ταχεία βράχυνση του ίδιου μυός (σύγκεντρη φάση) (Chmielewski, Myer, Kauffman, & Tillman, 2006). Αποτελούν μέρος των περισσότερων αθλητικών κινήσεων και είναι ασκήσεις που έχουν σχεδιαστεί για να ενισχύσουν τους μύες, κυρίως μέσω της προπόνησης αλμάτων, διότι συνεπάγονται άλμα, αναπήδηση, ρίψη ή λάκτισμα (Asadi et al., 2016, Beachle & Earler, 2009). Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σωστά οι πλειομετρικές ασκήσεις, ως μέρος ενός αποτελεσματικού προγράμματος, πρέπει ο προπονητής να γνωρίζει τόσο τη φυσιολογική βάση στην οποία βασίζεται η πλειομετρική άσκηση όσο και τις αρχές σχεδιασμού ενός πλειομετρικού προγράμματος, (de Villarreal, Requena, & Newton, 2010).

Γενικά, το είδος της πλειομετρικής προπόνησης που θα εφαρμοστεί, εξαρτάται από τις ασκήσεις που χρησιμοποιούνται και το μέρος του σώματος που συμμετέχει. Οι πιο διαδεδομένες είναι οι πλειομετρικές ασκήσεις κάτω άκρων καθώς είναι κατάλληλες για κάθε αθλητή και σχεδόν για όλα τα αθλήματα (Beachle & Earler, 2009). Ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης κάτω άκρων μπορεί να περιλαμβάνει ασκήσεις όπως: αναπηδήσεις επί τόπου,

κατακόρυφα άλματα, πολλαπλά άλματα, ασκήσεις σε αναβαθμό, πτωτικά άλματα, κατακόρυφα άλματα με προδιάταση και άλματα από ημικάθισμα (Markovic, 2007, de Villarreal et al., 2010). Υπάρχουν επίσης πλειομετρικές ασκήσεις για το άνω μέρος του σώματος οι οποίες αφορούν ρίψη και υποδοχή (κυρίως ασκήσεις οι οποίες μπορούν να γίνουν με ιατρικές μπάλες). Επιπλέον, υπάρχουν και πλειομετρικές ασκήσεις για τον κορμό (γρήγορες αναδιπλώσεις κορμού με ιατρικές μπάλες). Αυτές οι ασκήσεις μπορούν να συνδυαστούν στο πλαίσιο ενός προγράμματος προπόνησης βελτίωσης των φυσικών ικανοτήτων των αθλητών ή μπορούν να εφαρμοστούν για την αποκατάσταση τραυματισμών πριν την επαναφορά των αθλητών στην προπόνηση (Markovic, 2007). Μπορούν να εκτελεστούν σε διάφορα επίπεδα έντασης, που κυμαίνονται από αναπηδήσεις με δύο πόδια χαμηλής έντασης, μέχρι υψηλής έντασης πλάγιες μετατοπίσεις (Beachle & Earler, 2009, Shiner, Bishop, & Cosgarea, 2005). Ωστόσο, ο βαθμός καταπόνησης του ασκούμενου μετά από ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως κριτήριο αποτελεσματικότητάς της, διότι αυτό είναι πιθανόν να οδηγήσει σε υπερπροπόνηση, μυϊκή καταστροφή και σε τραυματισμούς υπέρχρησης (Shiner et al., 2005).

2.2 Φυσιολογική βάση της πλειομετρικής προπόνησης

Ο σκοπός της πλειομετρικής προπόνησης είναι να αυξηθεί η μυϊκή δύναμη και ισχύς η οποία μπορεί να παραχθεί κατά τη μειομετρική (σύγκενρη) φάση της μυϊκής σύσπασης η οποία ακολουθεί την επιμήκυνση των πρωταγωνιστών μυών (Beachle & Earler, 2009). Αυτή ή αύξηση της παραγόμενης δύναμης στη μειομετρική φάση της δύναμης βασίζεται αφενός στα ελαστικά στοιχεία των μυών και των τενόντων και αφετέρου στη λειτουργία του μυοστατικού αντανακλαστικού (Beachle & Earler, 2009, Chmielewski et al., 2006, Nichols & Houk, 1976). Πιο συγκεκριμένα, η βελτίωση της μυϊκής ισχύος μέσω της πλειομετρικής άσκησης μπορεί να εξηγηθεί από δυο παράγοντες: μηχανικούς και νευροφυσιολογικούς (Behm et al., 2008).

Σύμφωνα με το μηχανικό μοντέλο της λειτουργίας των σκελετικών μυών, η διάταση των ελαστικών στοιχείων σε σειρά (συνδετικός ιστός, τένοντες) προκαλεί

την αποθήκευση ελαστικής ενέργειας η οποία ενισχύει την μετέπειτα παραγωγή μυϊκής δύναμης (Beachle & Earler, 2009, Nichols & Houk, 1976, Reyment, Bonis, & Lundquist, 2006). Τα συστατικά στοιχεία (ακτίνη, μυοσίνη, εγκάρσιες γέφυρες) αποτελούν την κύρια πηγή παραγωγής μυϊκής δύναμης κατά τη μειομετρική συστολή. Τα παράλληλα ελαστικά στοιχεία (επιμύιο, ενδομύιο, περιμύιο, σαρκείλημα) επιμηκύνονται παθητικά κατά τη διάταση (Beachle & Earler, 2009, Chmielewski et al., 2006, Potach & Chu, 2000).

Το νευροφυσιολογικό μοντέλο περιλαμβάνει τη νευρική διευκόλυνση (αλλαγή ταχο-δυναμικών χαρακτηριστικών των συσταλών στοιχείων του μυός η οποία προκαλείται από τη διάταση) της μειομετρικής μυϊκής συστολής η οποία οφείλεται στη λειτουργία του μυοτατικού αντανακλαστικού: η διέγερση των μυϊκών ατράκτων λόγω διάτασης προκαλεί τη λειτουργία του μυοτατικού αντανακλαστικού ερεθίζοντας τις νευρικές ίνες Ia, οι οποίες μεταφέρουν το μήνυμα προς τη σπονδυλική στήλη. Εκεί οι νευρικές ίνες Ia μεταφέρουν το μήνυμα στους α κινητικούς νευρώνες (μονοσυναπτική σύνδεση) οι οποίοι με τη σειρά τους διεγείρουν την συστολή των εξωατράκτιων μυϊκών ινών του ομόνυμου μυός (Beachle & Earler 2009, Dietz, Noth & Schmidtbleicher, 1981, Komi, 2008). Όταν προκαλείται διάταση, η μυϊκή δραστηριότητα αυξάνεται αντανακλαστικά. Στην πλειομετρική άσκηση, οι μυϊκές άτρακτοι διεγείρονται από τη γρήγορη διάταση προκαλώντας μια αντανακλαστική σύσπαση. Αυτή η αντανακλαστική αντίδραση διευκολύνει-αυξάνει τη δραστηριότητα του πρωταγωνιστή μυός, αυξάνοντας έτσι τη δύναμη που αυτός παράγει. Ωστόσο, όπως και στο μηχανικό μοντέλο, εάν η μειομετρική συστολή που ακολουθεί τη διάταση δεν πραγματοποιηθεί αμέσως (π.χ. όταν το εύρος κίνησης είναι πολύ μεγάλο ή η κίνηση αργή) η ικανότητα του μυοτατικού αντανακλαστικού να διευκολύνει τη μειομετρική συστολή αναιρείται (Beachle & Earler, 2009, Gollhofer, Schmidtbleicher, & Dietz, 1984, Ishikawa, Komi, Grey, Lepola & Bruggemann, 2005). Κατά τον κύκλο διάτασης - βράχυνσης (SSC) λοιπόν, τίθεται σε εφαρμογή τόσο η ικανότητα αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας των μυών, μέσω των ελαστικών στοιχείων σε σειρά, όσο και η διέγερση του μυοτατικού αντανακλαστικού, προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή

αύξηση της επιστράτευσης του μυός στο μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα (Beachle & Earler 2009, Komi, 2008, Koutedakis, 1989, Nichols & Houk, 1976).

Ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης συνδυάζει το μηχανικό και το νευροφυσιολογικό μηχανισμό και είναι η βάση της πλειομετρικής άσκησης. Μια γρήγορη έκκεντρη δράση των μυών διεγείρει το μυοτατικό αντανακλαστικό και την αποθήκευση ελαστικής ενέργειας, η οποία αυξάνει την δύναμη που παράγεται κατά τη διάρκεια της μετέπειτα σύκκεντρης δράσης του μυός (Komi, 1991, Potach & Chu, 2000). Πιο αναλυτικά, ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης περιλαμβάνει τρεις φάσεις: την 1^η φάση, η οποία ονομάζεται πλειομετρική ή έκκεντρη κατά την οποία επιτυγχάνεται διάταση/επιμήκυνση των πρωταγωνιστών μυών (αποθήκευση ελαστικής ενέργειας στα ελαστικά στοιχεία σε σειρά και διέγερση των μυϊκών ατράκτων) (Fukunaga, Kawakami, Kubo & Kanehisa, 2002, Komi, 1991, Koutedakis, 1989). Την 2^η φάση η οποία ονομάζεται ισομετρική, όπου παρατηρείται παύση μεταξύ της πρώτης και της τρίτης φάσης (μεταφορά του σήματος από τις προσαγωγές ίνες Ia στους α κινητικούς νευρώνες και από τους α κινητικούς νευρώνες στους πρωταγωνιστές μύες). Κατά τη φάση αυτή, η ενεργοποίηση των μυών, εμφανίζεται ως αντανακλαστικό σήμα ώστε οι ανταγωνιστές μύες να παρεμποδίζουν τη συστολή, αναστέλλοντας έτσι την περαιτέρω διάταση. Αυτό είναι γνωστό ως αμοιβαία αναστολή (Fukunaga et al., 2002, Komi, 1991). Ο συνδυασμός του αυτόνομης διευκόλυνσης και της αμοιβαίας αναστολής έχει στόχο να προστατεύσει τον μυ από επιμήκυνση σε σημείο τραυματισμού (Robertson, 2011). Η αμοιβαία αναστολή μπορεί να τερματίσει την ενεργοποίηση των ανταγωνιστών μυών νωρίτερα από όταν συμβαίνει κάτω από τον αποκλειστικά εκούσιο έλεγχο. Ως αποτέλεσμα, η μετάβαση κατά τον κύκλο βράχυνσης-διάτασης (η φάση επιβράδυνσης της κίνησης) στη μειομετρική σύσπαση μπορεί να είναι πιο αποδοτική και επιπλέον να διατηρείται περισσότερη ενέργεια για τη μειομετρική σύσπαση (Komi, 1991, Robertson, 2011). Τέλος, κατά την 3^η φάση η οποία ονομάζεται μειομετρική, προκαλείται μειομετρική συστολή των πρωταγωνιστών μυών (απελευθέρωση της ελαστικής ενέργειας από τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά και διέγερση των πρωταγωνιστών μυών από τους α κινητικούς νευρώνες). Η συμμετοχή και η

αποτελεσματικότητα αυτών των μηχανισμών είναι απαραίτητη για τη σωστή εκτέλεση των πλειομετρικών ασκήσεων (Beachle & Earler, 2009). Στόχος της πλειομετρικής προπόνησης είναι να μειώσει το χρόνο της φάσης απόσβεσης, η οποία ορίζεται ως το χρονικό διάστημα το οποίο μεσολαβεί μεταξύ της έκκεντρης φάσης και της σύγκεντρης φάσης (Robertson, 2011, Voight & Draovitch, 1991). Η πλειομετρική προπόνηση, μπορεί να αυξήσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την εκρηκτικότητα, ενώ έχει τη δυνατότητα να αναπτύσσει ταχύτερους χρόνους αντίδρασης που οδηγούν σε αύξηση της ταχύτητας και της δύναμης ενός αθλητή (Reyment et al., 2006).

2.3 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παραμέτρους αθλητικής απόδοσης σε ενήλικες

Η πλειομετρική προπόνηση είναι κατεξοχήν προπόνηση με αντιστάσεις και συγκεκριμένα με το βάρος του σώματος (Behringer, VomHeede, Yue, & Mester, 2010). Ως «προπόνηση αντίστασης» ορίζεται ένα είδος άσκησης που απαιτεί από το μυϊκό σύστημα να δράσει εναντίον μιας αντιπάλου δυνάμεως η οποία παράγεται από κάποιο είδος αντίστασης (π.χ., το σωματικό βάρος, μπάρες, αλτήρες, μηχανές βάρους) (Behringer et al., 2010, Committee on Sports Medicine and Fitness, 2001). Εάν εφαρμόζονται ελεύθερα βάρη ή ειδικά μηχανήματα για τη δημιουργία αντίστασης, ο όρος «προπόνηση με βάρη» χρησιμοποιείται ως συνώνυμο. Αντίθετα, ο όρος «προπόνηση δύναμης» χρησιμοποιείται με την ευρύτερη έννοια (δηλαδή, για να περιγράψει οποιονδήποτε τύπο προπόνησης που χρησιμοποιείται για την αύξηση της σωματικής δύναμης) (Behringer et al., 2010). Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές ασκήσεις δύναμης στην προπόνηση, οι πλειομετρικές ασκήσεις γίνονται γρήγορα και εκρηκτικά. Το πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων, με την πάροδο του χρόνου, βοηθά στη βελτιστοποίηση της απόδοσης ταχύτητας, μυϊκής ισχύος και δύναμης ενός αθλητή. Ιδιαίτερα, μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις σε αθλήματα που βασίζονται στην ταχύτητα κίνησης και τη μυϊκή ισχύ, όπως το χόκεϊ, μπάσκετ, στίβος, ποδόσφαιρο και βόλεϊ. Επιπλέον, μπορεί να συμβάλλει στην πρόληψη τραυματισμών από υπερπροπόνηση (Behringer et al., 2010, Reyment, et al, 2006).

Προγενέστερες έρευνες έχουν βρει ότι η πλειομετρική προπόνηση σε ενήλικες επιδρά θετικά σε διάφορες παραμέτρους απόδοσης όπως: η μυϊκή δύναμη, η μυϊκή ισχύς, η ισορροπία, η ταχύτητα λακτίσματος, η ευκινησία και η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης (Faigenbaum, 2009, Johnson et al., 2011, Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Paiakovou, & Patikas, 2005, Kraemer et al., 1989, Markovic, 2007, Meylan & Malatesta, 2009). Ωστόσο, υπάρχουν έρευνες στις οποίες δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση σε αυτές τις παραμέτρους μετά από πλειομετρική προπόνηση και προπόνηση με αντιστάσεις (Gorostiaga, Izquierdo, Iturralde, Ruesta, & Ibáñez, 1999, Johnson et al., 2011). Φαίνεται ότι το μέγεθος της επίδρασης της πλειομετρικής προπόνησης διαφοροποιείται λόγω του μεγάλου αριθμού μεταβλητών, όπως η διάρκεια του προγράμματος, ο όγκος προπόνησης, η ένταση, το διάστημα ανάπαυσης και τα χαρακτηριστικά των ατόμων που συμμετέχουν στην πλειομετρική προπόνηση (φύλο, ηλικία, επίπεδο προπόνησης, εξοικείωση με την πλειομετρική άσκηση) (Asadi et al., 2016, de Villarreal et al., 2010, Markovic, 2007).

2.3.1 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στη μυϊκή δύναμη και ισχύ των κάτω άκρων σε ενήλικες

Προγενέστερες έρευνες έχουν δείξει ότι η πλειομετρική προπόνηση και οι ασκήσεις που χρησιμοποιούν τον κύκλο διάτασης βράχυνσης του μυός, βελτιώνουν την παραγωγή μυϊκής δύναμης και ισχύος σε ενήλικες (Thomas et al., 2009). Η μελέτη του Markovic (2007), είναι η πρώτη μετα-ανάλυση για πλειομετρική προπόνηση, η οποία παρέχει ακριβείς εκτιμήσεις του μεγέθους της επίδρασης της πλειομετρικής προπόνησης σε διαφορετικούς τύπους κατακόρυφων αλμάτων. Αυτή η μελέτη (Markovic, 2007) έδειξε ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτίωσε σημαντικά το κατακόρυφο ύψος και στους τέσσερις τύπους του κατακόρυφου άλματος (άλμα από ημικάθισμα, κατακόρυφο άλμα με προδιάταση, άλμα πτώσης και άλμα σε μήκος από στάση) (ES=0.4 έως 1.1) και πρότεινε την πλειομετρική προπόνηση ως μια αποτελεσματική μορφή προπόνησης για την αύξηση της απόδοσης των κατακόρυφων αλμάτων υγιών ατόμων. Οι Alkjaer, Meyland, Raffalt, Lundbye-Jensen και Simonsen (2013), μετά από έρευνα που

πραγματοποιήθηκε σε καλά προπονημένους αθλητές άλμάτων, διαπίστωσαν ότι μετά από πλειομετρική προπόνηση κατακόρυφου άλματος διάρκειας 4 εβδομάδων, υπήρξε σημαντική βελτίωση στο ύψος άλματος και στο χρόνο επαφής με το έδαφος, όχι όμως και βελτίωση στην ισομετρική ή ισοκινητική δύναμη και τον ρυθμό ανάπτυξης δύναμης. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει το ότι η βελτίωση του ύψους άλματος μετά από πλειομετρική προπόνηση, οφείλεται κυρίως σε νευρομυϊκές προσαρμογές και όχι σε μορφολογικές παραμέτρους του μυός. Έρευνα των Chimera, Swanik, Swanik, και Straub (2004) έδειξε σημαντική αύξηση στην ενεργοποίηση των προσαγωγών - απαγωγών μυών, κοιλιακών και τετρακέφαλου κατά τη διάρκεια της προπαρασκευαστικής φάσης αλματικών ασκήσεων μετά από πλειομετρική προπόνηση 6 εβδομάδων σε αθλήτριες επιπέδου κολεγιακού αθλητισμού. Ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στο ύψος των κάθετων άλμάτων.

Η μελέτη του Sozbir (2016) έδειξε ότι 6 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης, σε καλά προπονημένους φοιτητές φυσικής αγωγής, προκαλεί σημαντικές βελτιώσεις στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα (ΗΜΓ) των μυών των κάτω άκρων, αλλά όχι σημαντική βελτίωση στο ύψος του κατακόρυφου άλματος. Κατά συνέπεια, οι πλειομετρικές ασκήσεις συνιστώνται από τους συγγραφείς ως μέρος ενός ακαδημαϊκού προγράμματος, προκειμένου να αυξηθεί το ύψος του κατακόρυφου άλματος σε φοιτητές φυσικής αγωγής. Οι Thomas και συνεργάτες (2009) σε έρευνα όπου συμμετείχαν νεαροί ποδοσφαιριστές (ηλικίας 17.3 ± 0.4 ετών), διαπίστωσαν σημαντική βελτίωση στο ύψος άλματος και στο χρόνο επαφής με το έδαφος μετά από 6 εβδομάδες διαφορετικών μεθόδων πλειομετρικής προπόνησης. Οι ερευνητές σύγκριναν δύο διαφορετικές πλειομετρικές μεθόδους. Την προπόνηση με άλματα βάθους και την προπόνηση με κατακόρυφα άλματα με προδιάταση και διαπίστωσαν ότι, μετά από πρόγραμμα έξι εβδομάδων και οι δύο μέθοδοι έχουν ίδια επίδραση στη βελτίωση ισχύος της ευκινήσιας και της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης (Thomas et al., 2009). Επιπροσθέτως, η έρευνα των Ramírez-Campillo, Andrade, και Izquierdo (2013), η οποία εξέτασε την επίδραση δύο προγραμμάτων πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας 7 εβδομάδων αλλά διαφορετικού όγκου, στη νευρομυϊκή απόδοση

νεαρών ασκούμενων ατόμων (ηλικίας 16.89 ± 0.85 ετών), έδειξε ότι η υψηλής έντασης προπόνηση οδηγεί σε σημαντική αύξηση της εκρηκτικής δύναμης σε αθλητικές ενέργειες (όπως άλμα πτώσης και σπριντ) κατά τις οποίες απαιτείται ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης των μυών σε σύγκριση με ό,τι παρατηρείται μετά από μια μέτριου όγκου προπόνηση. Επιπλέον, αναφέρεται ότι ο όγκος προπόνησης και η σκληρότητα της επιφάνειας όπου εκτελείται η προπόνηση, μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση (Ramírez-Campillo et al., 2013). Όταν η πλειομετρική προπόνηση μέτριας έντασης πραγματοποιείται σε σκληρή επιφάνεια η αποτελεσματικότητα αυξάνεται και ενισχύεται η απόδοση ισχύος και μέγιστης δύναμης (Ramírez-Campillo et al., 2013).

2.3.2 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην ευκινησία σε ενήλικες

Σύμφωνα με τους de Villarreal και συνεργάτες (2010) η πλειομετρική προπόνηση είναι μια αποτελεσματική μορφή άσκησης για την ενίσχυση της ικανότητας ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης (Change of Direction Speed - COD). Ωστόσο, για τη σχεδίαση ενός βέλτιστου προγράμματος πλειομετρικής άσκησης ανάλογα με το κάθε άθλημα, συστήνεται να ληφθούν υπόψη οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της πλειομετρικής άσκησης. Εκτός από τις γνωστές μεθόδους προπόνησης, όπως η προπόνηση αντοχής και η ενδυνάμωση με βάρη, η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα συνολικό πρόγραμμα προετοιμασίας των αθλητών για να επιτευχθεί ένα υψηλό επίπεδο απόδοσης ταχύτητας με αλλαγή κατεύθυνσης (Asadi et al., 2016). Στην έρευνα των Asadi και συνεργάτες (2016) όπου συμμετείχαν αθλητές διαφόρων αθλημάτων και επιπέδων, φάνηκε ότι οι συμμετέχοντες με υψηλότερο επίπεδο φυσικής κατάστασης είχαν μεγαλύτερη βελτίωση στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης μετά από πλειομετρική προπόνηση, σε σχέση με όσους είχαν χαμηλότερο επίπεδο. Στην ίδια έρευνα, οι άνδρες είχαν παρόμοια αποτελέσματα βελτίωσης στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης με τις γυναίκες και οι καλαθοσφαιριστές απέκτησαν περισσότερα οφέλη από την πλειομετρική προπόνηση σε σύγκριση με αθλητές άλλων αθλημάτων (Asadi et al., 2016). Σε σχέση με τις μεταβλητές του σχεδιασμού πλειομετρικής προπόνησης, φαίνεται ότι

7 εβδομάδες (2 συνεδρίες ανά εβδομάδα) προπόνησης, με χρήση μέτριας έντασης (100 αλμάτων ανά προπόνηση), και με 72 ώρες διάστημα ανάπαυσης μεταξύ των προπονήσεων, βελτιώνουν την ικανότητα ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης (Asadi et al., 2016). Επιπλέον, η πλειομετρική προπόνηση η οποία περιλαμβάνει πλάγιες αναπηδήσεις, είναι ευεργετική για την ανάπτυξη της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης (COD). Έρευνα των Ramírez-Campillo και συνεργάτες, (2014) έδειξε ότι ένα πλειομετρικό πρόγραμμα προπόνησης επτά εβδομάδων στο πλαίσιο της πρακτικής ποδοσφαίρου βελτίωσε σημαντικά την ευκινησία σε εβδομήντα έξι νεαρούς ποδοσφαιριστές (Ramírez-Campillo, et al., 2014). Ομοίως η έρευνα των de Hoyο και συνεργάτες (2016) σε ποδοσφαιριστές ηλικίας 17.0 ± 1.0 ετών έδειξε ότι πλειομετρική προπόνηση υψηλής φόρτισης επέφερε βελτίωση σε κινητικές παραμέτρους κατά τη διάρκεια δοκιμασιών που σχετίζονται με την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης. Ωστόσο, ο βέλτιστος συνδυασμός παραγόντων οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για το σχεδιασμό προπόνησης για τη μέγιστη βελτίωση στην απόδοση ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης δεν είναι σαφής (Asadi et al., 2016).

2.4 Πλειομετρική προπόνηση σε παιδιά

Ο όρος "παιδική ηλικία" περιλαμβάνει την πρώιμη παιδική ηλικία : 1-5 ετών, τη μέση παιδική ηλικία: 6-9 ετών και την όψιμη παιδική ηλικία: από 9 ετών έως την αρχή εφηβείας δηλαδή γύρω στα 11 έτη για τα αγόρια και τα 13 έτη για τα κορίτσια (Behm et al., 2008). Στην ηλικία αυτή (11 ως 13 έτη) δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη τα σεξουαλικά χαρακτηριστικά (Tanner στάδια 1, 2) (Tanner, Whitehouse, & Takaishi, 1966) (Behm et al., 2008, Behringer et al., 2010). Η περίοδος αυτή αναφέρεται και ως προεφηβεία, καθώς ο όρος "εφηβεία" αναφέρεται στη χρονική περίοδο μεταξύ της παιδικής ηλικίας και της ενηλικίωσης και περιλαμβάνει κορίτσια ηλικίας 12-18 ετών και αγόρια ηλικίας 14-18 ετών (Tanner στάδια 3 και 4 της σεξουαλικής ωρίμανσης) (Behm et al., 2008, Faigenbaum et al., 2009). Ο όρος «νεολαία» αναφέρεται σε εφήβους, συμπεριλαμβανομένων όλων των σταδίων ωρίμανσης και τις αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της εφηβείας. Οι όροι "προεφηβικής",

"μεσοεφηβικής" και "μετεφηβικής" ηλικίας αναφέρονται στην ταξινόμηση της ωριμότητας που παρουσιάζεται από τα 12 έως τα 17 έτη. Το όριο ηλικίας στην εφηβεία είναι τα 18 έτη (Behringer et al., 2010, Faigenbaum et al., 2009).

Η χρονολογική ηλικία αποτελεί σημαντικό παράγοντα τόσο για τη συμμετοχή των παιδιών σε διάφορων ειδών αθλητικές δραστηριότητες όσο και για τη βελτίωση των φυσικών ικανοτήτων τους και της συνολικής απόδοσής τους (Behringer et al., 2010, Granacher et al., 2016, Johnson et al., 2011). Ωστόσο, είναι σημείο προσοχής το ότι, σε αντίθεση με τους ενήλικες, η χρονολογική ηλικία δεν συμπίπτει με τη βιολογική ηλικία στα παιδιά και τους έφηβους. Η χρονολογική και η βιολογική ηλικία μπορεί να διαφέρουν αρκετά χρόνια καθώς η βιολογική ηλικία καθορίζεται από το ρυθμό της ανάπτυξης και ωρίμανσης (Malina, 2001). Επιπλέον δεν υπάρχει γραμμική σχέση βελτίωσης της αθλητικής απόδοσης με την ανάπτυξη και την ωρίμανση (Lloyd & Oliver, 2014). Η μετάβαση από τις θεμελιώδεις στις σε αθλητικές δεξιότητες: γίνεται από τα 6-7 έτη και δεν καθορίζεται μόνο από την ηλικία αλλά συσχετίζεται με την ηλικία και την προπονητική εμπειρία, τη βιολογική ωρίμανση, τα υπάρχοντα επίπεδα φυσικής κατάστασης και την ικανότητα του παιδιού να ακολουθεί οδηγίες και να συγκεντρώνει την προσοχή του (Lloyd & Oliver, 2014).

Κατά τη διάρκεια της παιδικής και εφηβικής ηλικίας, φυσιολογικοί παράγοντες που σχετίζονται με την ανάπτυξη είναι σε μια σταθερή κατάσταση εξέλιξης. Κατά τη διάρκεια των αναπτυξιακών ετών αναμένεται ότι τα υγιή παιδιά θα δείξουν αισθητή βελτίωση στο ύψος, το βάρος, τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, την αναερόβια ικανότητα και τη μυϊκή δύναμη (Faigenbaum et al., 2009), ενώ η δύναμη λαβής αυξάνεται από την παιδική ηλικία έως τα πρώτα χρόνια της εφηβείας (Faigenbaum & Myer, 2010). Προγενέστερες έρευνες αναφέρουν ότι είναι πιθανόν οι αθλητές παιδικής ηλικίας να μην έχουν καλή απόκριση στις πλειομετρικές ασκήσεις, λόγω ανάπτυξης νευρομυϊκών μηχανισμών (Kraemer et al., 1989, Lloyd, Meyers & Oliver, 2011, Vanttinen, Blomqvist, Nyman, & Häkkinen, 2011). Η δύναμη αλλάζει λόγω φυσιολογικής ανάπτυξης και το κέρδος από ένα πρόγραμμα προπόνησης αντίστασης χαμηλού όγκου και μικρής διάρκειας μπορεί να μην είναι εμφανές. Κατά συνέπεια,

απαιτούνται επαρκή ερεθίσματα και παρατεταμένη περίοδος προπόνησης, για να διαφοροποιηθούν οι προσαρμογές της προπόνησης από αυτές της φυσιολογικής ανάπτυξης (Naughton, Farpour-Lambert, Carlson, Bradney & Van Praagh, 2000). Πιο συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί, ότι στα κορίτσια οι επιδόσεις δύναμης συνεχίζουν να βελτιώνονται κατά τη διάρκεια της εφηβείας, ωστόσο, καμία αξιοσημείωτη αλλαγή δε συμβαίνει μετά την εφηβεία (Beunen, 2009). Αντίθετα στα αγόρια, έχει παρατηρηθεί ότι η δύναμη συνεχίζει να αυξάνεται κατά μέσο όρο με μέτριο ρυθμό καθώς μεγαλώνουν και επιταχύνεται ένα χρόνο μετά τη μέγιστη ανάπτυξη του σκελετού, περίπου στα 15-16 έτη (Lloyd, 2011, Vänttinen et al., 2011). Η επιτάχυνση αυτή αποδίδεται στην ορμονική εισροή σε αυτό το στάδιο της ωρίμανσης (Sahrom, Cronin, & Harris, 2014). Έχει παρατηρηθεί ότι γενικά οι διαφορές μεταξύ των φύλων στη δύναμη και ισχύ είναι σχετικά μικρές κατά την παιδική ηλικία και γίνονται όλο και περισσότερο εμφανείς από την ηλικία των 16 ετών και μετά (Barber-Westin, Noyes, & Galloway, 2006, Beunen, 2009). Το γεγονός ότι η ισχύς και δύναμη αλλάζουν σε όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης έχει επίδραση στην αθλητική απόδοση καθώς σε όλη τη διάρκεια των αναπτυξιακών ετών αναμένεται ότι τα υγιή παιδιά θα δείξουν αισθητή βελτίωση στο ύψος, το βάρος, τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, την αναερόβια ικανότητα και τη μυϊκή δύναμη (Faigenbaum et al., 2009, Faigenbaum & Myer, 2010). Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη λειτουργία του κύκλου βράχυνσης-διάτασης είναι οι αλλαγές στις ελαστικές ιδιότητες των μυών σε όλη την ωρίμανση (Bobbert, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996). Έχει βρεθεί ότι τόσο η αργή μυϊκή συστολή (τζόκινγκ) όσο και η γρήγορη (άλματα) βελτιώνεται σε όλη τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας (Lloyd et al., 2011). Επίσης, είναι πολύ πιθανό η ικανότητα μυϊκής συστολής να διαφέρει μεταξύ των επιπέδων ωρίμανσης, ωστόσο στον τομέα αυτό υπάρχει ανεπάρκεια ερευνητικών ευρημάτων ή τα ευρήματα που δημοσιεύονται είναι κάποιες φορές αντικρουόμενα (Lloyd et al., 2011).

Ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον κομμάτι έρευνας είναι η ανταπόκριση των παιδιών στην πλειομετρική προπόνηση. Είναι γνωστό, ότι η πλειομετρική ικανότητα εξαρτάται από την αποτελεσματική νευρομυϊκή λειτουργία. Τα στοιχεία τα οποία είναι πιθανόν να επηρεάσουν την πλειομετρική προπονησιμότητα και βελτίωση

της απόδοσης περιλαμβάνουν: το μέγεθος και την αρχιτεκτονική των μυών και των τενόντων, την ικανότητα του τένοντα να αντιστέκεται σε αλλαγές του μήκους των μυών, και το εύρος κίνησης των αρθρώσεων (Kubo et al., 2007). Επιπλέον, οι νευρικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την απόδοση στην πλειομετρική άσκηση, περιλαμβάνουν τον νευρομυϊκό συντονισμό, τη μυϊκή προ-ενεργοποίηση, (πριν την επαφή με το έδαφος) και το αντανακλαστικό διάτασης (αμέσως μετά την επαφή με το έδαφος) (Lambertz, Mora, Grosset, & Pérot, 2003). Αυτές οι ιδιότητες αναπτύσσονται φυσικά σε όλη την παιδική ηλικία και στην ενήλικη ζωή, ωστόσο τα παιδιά εμφανίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό ανασταλτικούς μηχανισμούς και μειωμένη νευρομυϊκή απόδοση (Lambertz, et al., 2003), μεγαλύτερα επίπεδα ενεργοποίησης ανταγωνιστών αμέσως μετά την επαφή με το έδαφος (Croce, Russell, Swartz, & Decoster, 2004) και μειωμένο αντανακλαστικό διάτασης συγκριτικά με τους ενήλικες (Grosset, Mora, Lambertz, & Pérot, 2007). Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι εκτός από την ηλικία, αυτές οι στρατηγικές ενεργοποίησης των μυών μπορούν να βελτιωθούν με την έκθεση στο κατάλληλο ερέθισμα προπόνησης (Lloyd et al., 2011).

Πιο συγκεκριμένα, οι Mihailidis και συνεργάτες (2013) διεξήγαγαν έρευνα με στόχο να προσδιοριστεί αν τα αγόρια στην προεφηβία (10-11 ετών) παρουσιάζουν προπονησιμότητα στις πλειομετρικές ασκήσεις ή όχι. Σαράντα-πέντε παιδιά προεφηβικής ηλικίας μοιράστηκαν τυχαία σε μια ομάδα προπόνησης πλειομετρικών ασκήσεων και σε μια ομάδα ελέγχου η οποία συμμετείχε μόνο στην προπόνηση ποδοσφαίρου, Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 12 εβδομάδες και οι μετρήσεις έγιναν κατά την έναρξη, στα μέσα και μετά την προπόνηση παρέμβασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα αγόρια αυτής της ηλικίας εμφανίζουν μεγάλη προπονησιμότητα στις πλειομετρικές ασκήσεις καθώς βρέθηκε σημαντική βελτίωση μετά την προπόνηση σε παραμέτρους όπως: η ταχύτητα (3-5%), το κατακόρυφο άλμα (16-23%), το επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα (4,2%), η ευκινησία (23%), η απόσταση λακτίσματος (22,5%), η μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων (28%). Στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε μόνο μέτρια βελτίωση στην ταχύτητα (1,8%), ενώ η αερόβια ισχύς έμεινε ανεπηρέαστη και στις δυο ομάδες (Michailidis et al., 2013)

Παρά το γεγονός ότι η προπόνηση με αντιστάσεις ή/και το βάρος του σώματος αποδεδειγμένα αυξάνει τη μέγιστη ισχύ σε παιδιά, ένα άλλο ερώτημα που προκύπτει είναι εάν και σε ποιο βαθμό, μπορούν τα παιδιά να βελτιώσουν το ρυθμό εφαρμογής δύναμης, παράμετρο σημαντική για την εκτέλεση εκρηκτικών κινήσεων (Rate of Force Development) (Dotan et al., 2013). Σε σύγκριση με τους ενήλικες, έχει αποδειχθεί ότι τα παιδιά παράγουν χαμηλότερα ποσοστά ανάπτυξης ροπής (Falk et al., 2009, Mitchell et al., 2011). Στους ενήλικες, έχει διαπιστωθεί ότι η τυπική προπόνηση αντίστασης αυξάνει τη μέγιστη δύναμη, ωστόσο δεν αυξάνει και τη μέγιστη ροπή (Andersen et al., 2010, Hakkinen et al., 1985). Οι Dotan και συνεργάτες (2013), σύγκριναν τη δύναμη και την ισχύ νεαρών αθλητών γυμναστικής (ηλικίας, 9.5 ± 1.2 ετών) με εκείνες αγοριών (ηλικίας, 10.1 ± 1.3 ετών) και ανδρών (ηλικίας, 22.9 ± 4.4 ετών) οι οποίοι δεν έκαναν αθλητισμό. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν μέγιστη, εκρηκτική, ισομετρική κάμψη αγκώνων και κάμψεις γονάτων. Τα αγόρια αθλητές είχαν σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα από αυτά των μη αθλητών σε όλες τις παραμέτρους. Η εκρηκτική δύναμη των αθλητών ήταν σημαντικά υψηλότερη από των αγοριών μη αθλητών, αλλά ενδιαφέρον είναι ότι ήταν παρόμοια με αυτή των ανδρών. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η υψηλότερη εκρηκτική δύναμη των παιδιών αθλητών ήταν πιθανό να οφείλεται στην φύση της προπόνησης γυμναστικής, η οποία συστηματικά περιλαμβάνει γρήγορες και εκρηκτικές μυϊκές συστολές (Dotan et al., 2013). Επιπλέον, η μέγιστη δύναμη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μυϊκή μάζα. Είναι αποδεδειγμένο, ότι ο μέγιστος ρυθμός εφαρμογής δύναμης σε παιδιά είναι χαμηλότερος από των ενήλικων (Asai & Aoki, 1996, Cohen et al., 2010, Falk et al., 2009). Οι χαμηλότερες τιμές στα παιδιά μπορεί να οφείλονται στο μικρότερο μέγεθος των μυών, άρα και λιγότερων σαρκομερίων σε σειρά. Επιπλέον, οι μικρότεροι μύες έχουν μικρότερη ικανότητα επιμήκυνσης, υπό φόρτιση, κάτι που σημαίνει μικρότερη ελαστικότητα. Ωστόσο η μικρότερη μυοτενόντια ελαστικότητα, έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει μόνο τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης δύναμης (<50 δέκατα του δευτερολέπτου) και όχι τις μεταγενέστερες φάσεις (<200 δέκατα του δευτερολέπτου) (Andersen & Aagaard, 2006, Blazevich, Cannavan, Horne, Coleman, & Aagaard, 2009). Η μελέτη των

Dotan και συνεργάτες (2012), έδειξε, ότι η μέγιστη ροπή σε αγόρια ήταν σημαντικά πιο αργή από ό,τι σε άνδρες τόσο σε πρώιμες και όσο και σε μεταγενέστερες φάσεις της συστολής. Μετά τα 100 δέκατα του δευτερολέπτου της ισομετρικής έκτασης του γόνατος, τα αγόρια είχαν επιτύχει μόνο το 40% της μέγιστης ροπής, ενώ οι άνδρες είχαν ήδη φτάσει στο 60%. Φάνηκε ότι για τα αγόρια απαιτούνται 400 δέκατα του δευτερολέπτου για να φθάσουν στο 80% της μέγιστης ροπής τους, ενώ οι άνδρες χρειάζονται 200 δέκατα του δευτερολέπτου (Dotan et al., 2012).

Ιδιαίτερο κεφάλαιο αποτελεί η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην υγεία των οστών των παιδιών. Η εφηβεία, η οποία ορίζεται ως το χρονικό διάστημα μεταξύ της παιδικής ηλικίας και της ωρίμανσης είναι η περίοδος που συμβαίνουν οι περισσότερες σκελετικές προσαρμογές στα παιδιά ως απόκριση στη μηχανική φόρτιση σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη περίοδο της ζωής τους (Greene & Naughton, 2006). Γι' αυτό τον λόγο, υπογραμμίζεται η σημασία της συσσώρευσης επαρκούς οστικής μάζας κατά τη διάρκεια των ετών διαμόρφωσης του σκελετού (Greene & Naughton, 2006). Οι έφηβοι οι οποίοι τακτικά συμμετάσχουν σε δραστηριότητες με βάρη, τα οποία επιφέρουν μηχανική φόρτιση, έχουν καλύτερους δείκτες οστικής μάζας σε σχέση με όσους δεν δέχονται παρόμοιες φορτίσεις. Η θετική επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στην πυκνότητα των οστών, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης έχει μελετηθεί εκτενώς (Fuchs, Bauer, & Snow, 2001, Hind & Burrows, 2007), ωστόσο, λίγοι μελετητές έχουν εξετάσει σκελετικές προσαρμογές σε μηχανική φόρτιση κατά τη διάρκεια της εφηβείας. Ιδιαίτερα τα αθλήματα που χρησιμοποιούν το βάρος του σώματος ως κύρια επιβάρυνση αλλά και επιπρόσθετη φόρτιση με βάρη, όπως η γυμναστική, χαρακτηρίζονται ως πιο οστεογενή από άλλες φυσικές δραστηριότητες (Greene & Naughton, 2006, Slemenda, Miller, Hui, Reister, & Johnston, 1991). Σε έρευνα όπου συμμετείχαν αθλήτριες γυμναστικής προ εφηβικής ηλικίας, φάνηκε ότι όσες ακολούθησαν κυκλική προπόνηση δύναμης και προπόνηση με αντιστάσεις, είχαν σημαντικά υψηλότερη οστική πυκνότητα, οστική μάζα και όγκο της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, από την ομάδα ελέγχου (Bassa et al., 1998). Σε αντίστοιχη έρευνα των Bradney και

συνεργάτες (1998) που αφορούσε αγόρια ηλικίας 8-11 ετών, τα οποία συμμετείχαν σε πρόγραμμα ενδυνάμωσης με πλειομετρικές ασκήσεις, διάρκειας 8 μηνών, εντός του σχολικού προγράμματος, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η οστική πυκνότητα διπλασιάστηκε σε όλο το σώμα, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου η οποία συμμετείχε απλώς στο προκαθορισμένο πρόγραμμα αθλητικών δραστηριοτήτων. Στην έρευνα των McKay και συνεργάτες (2005), η οποία μελέτησε τα αποτελέσματα πλειομετρικής προπόνησης με δώδεκα διαφορετικούς τύπους αλμάτων σε παιδιά ηλικίας 8-11 ετών, φάνηκε ότι τα άλματα που εφαρμόστηκαν επέφεραν θετικές αλλαγές σε πολλές παραμέτρους για την υγεία των οστών τόσο μετά από οκτώ όσο και μετά από 20 μήνες συστηματικής προπόνησης κατά τη διάρκεια του σχολικού προγράμματος. Επιπλέον, η άσκηση με βάρη κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ασκεί θετική επίδραση στην οστική ανάπτυξη. Η έρευνα των Tournis, και συνεργάτες (2010) όπου συμμετείχαν 26 ελίτ αθλήτριες ρυθμικής και 23 κορίτσια ως ομάδα ελέγχου, ηλικίας 9-13 ετών, επιβεβαίωσε την υπόθεση ότι μακροπρόθεσμα, η ενασχόληση με ρυθμική γυμναστική υψηλού επίπεδου ασκεί θετική επίδραση στην ογκομετρική οστική πυκνότητα και τη γεωμετρία των οστών. Και στις δύο ομάδες μετρήθηκε το ανάστημα και οστική ηλικία. Μετά την προσαρμογή του βάρους, φάνηκε ότι το πάχος των οστών και η περιεκτικότητα του φλοιού των οστών σε ανόργανα άλατα, ήταν σημαντικά υψηλότερα (κατά 38%) στις αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής. Επιπλέον η χρόνια προπόνηση φάνηκε να σχετίζεται θετικά και με τις δυο αυτές παραμέτρους, ανεξάρτητα από τη χρονολογική ηλικία (Tournis et al., 2010). Αναλόγως η μελέτη των Kambas και συνεργάτες (2016), ερεύνησε τις επιδράσεις των διαφορετικών επιπέδων της συνήθους φυσικής δραστηριότητας (ήπια, μέτρια και έντονη) στους δείκτες οστικού μεταβολισμού, σε εξήντα κορίτσια προεφηβικής ηλικίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η οποιαδήποτε μορφή δραστηριότητας ακόμη και το περπάτημα, αυξάνει την οστική πυκνότητα και την περιεκτικότητα του φλοιού των οστών σε ανόργανα άλατα (Kambas et al., 2016, Michalopoulou et al., 2013). Δεδομένης της σημασίας της μέγιστης οστικής μάζας για την μείωση του κινδύνου κατάγματος, τα υψηλά επίπεδα της φυσικής δραστηριότητας συστήνεται να είναι σημαντικός στόχος κατά τη

διάρκεια της παιδικής και προεφηβικής ηλικίας όπου συμβαίνει η μεγαλύτερη ανάπτυξη των οστών (Michalopoulou et al., 2013).

Προγενέστερες έρευνες ανέφεραν ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο τραυματισμού νεαρών αθλητών (Faigenbaum et al., 2009, Lillegard, Brown, Wilson, Henderson, & Lewis, 1997, Sadres, Eliakim, Constantini, Lidor, & Falk, 2001). Ωστόσο, εάν η προπόνηση γίνεται με αναπτυξιακά κατάλληλη προπονητική επιβάρυνση και κάτω από επίβλεψη ειδικών, υπάρχει συναίνεση μεταξύ των ερευνητών ότι είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική προπόνηση για την ανάπτυξη των φυσικών ικανοτήτων νεαρών αθλητών (Kraemer et al., 1989, Lloyd, Oliver, Hughes, & Williams, 2012, Mc Cambridge, & Stricker, 2008). Σήμερα, παρά την γενικά αποδεκτή σημασία της πλειομετρικής προπόνησης ως μέσο ανάπτυξης της δύναμης και ισχύος σε παιδιά, υπάρχει πάντα, ανησυχία σχετικά με την ασφάλεια και την καταλληλότητά της για παιδιά και εφήβους, καθώς, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές ασκήσεις δύναμης, στην πλειομετρική προπόνηση το σώμα ασκείται μέσω δυναμικών κινήσεων, οι οποίες συνεπάγονται την ταχεία έκκεντρη δράση των μυών (Chu, Faigenbaum, & Falkel, 2006, Fleck, 1999). Ωστόσο, το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής (ACSM, 2001) υποστηρίζει, ότι η πλειομετρική προπόνηση είναι μια ασφαλής, ωφέλιμη και διασκεδαστική δραστηριότητα για παιδιά και εφήβους με την προϋπόθεση το πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί σωστά και εποπτεύεται από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό (Faigenbaum, & Chu, 2001, Johnson et al., 2011, Kraemer et al., 1989). Από τα πλέον σημαντικά οφέλη της πλειομετρικής προπόνησης είναι ότι μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμών, που σχετίζονται με τον αθλητισμό σε νεαρούς αθλητές και επιπλέον διευκολύνει τον έλεγχο του σωματικού βάρους (Faigenbaum, et al., 2009, Faigenbaum & Chu, 2001, Johnson et al., 2011, Lloyd, et al., 2012, Mc Cambridge & Stricker, 2008, Johnson et al., 2011, Stracciolini, Hanson, Kiefer, Myer, & Faigenbaum, 2016).

2.4.1 Χαρακτηριστικά της πλειομετρικής προπόνησης για παιδιά και εφήβους

Σε αρκετές μελέτες παρουσιάστηκαν οι βασικές προϋποθέσεις και οδηγίες για την εφαρμογή αποτελεσματικών και ασφαλών προγραμμάτων πλειομετρικής άσκησης (Behm et al., 2008, Faigenbaum et al., 2009, Johnson et al., 2011, Robertson, 2011, Shiner et al., 2005). Γενικά, οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι, στην προπόνηση παιδιών πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνική και στη σωστή ανατροφοδότηση (Committee on Sports Medicine and Fitness, 2001). Επιπλέον, η ασφάλεια είναι πάντα σημαντική όσον αφορά προπόνηση με παιδιά εξαιτίας της πιθανότητας τραυματισμού, μυϊκού πόνου που οφείλεται σε υπερπροπόνηση ή και απογοήτευση και ψυχική κούραση (Barker, Lloyd, Bucheit, Williams, Lloyd, & Oliver, 2014, Behm et al., 2008, Johnson et al., 2011).

Στην ανασκόπηση των Lloyd και Oliver, (2012) προτείνεται αρχικά εστίαση στην ανάπτυξη θεμελιωδών κινητικών δεξιοτήτων (Fundamental Movement Skills) κατά την προεφηβική ηλικία για να διασφαλιστούν σωστά πρότυπα κίνησης τα οποία δημιουργούνται από νεαρή ηλικία και στη συνέχεια πλειομετρική προπόνηση. Γενικά, οι συνήθεις δραστηριότητες που αφορούν άλματα στα παιδιά, αυξάνουν την παραγωγή δύναμης αντίδρασης του έδαφος από 2 έως 5 φορές ή και άνω από το σωματικό βάρος (Lloyd & Oliver, 2012). Αυτή η δύναμη μπορεί να μειωθεί κατά την φάση της προσγείωσης, με σωστή προσγείωση όταν τα άλματα από αυξημένο ύψος ληφθούν ως μέρος μιας "προοδευτικής" συστηματικής άσκησης. Σύμφωνα λοιπόν με τους συγγραφείς, οι ασκήσεις αρχικά θα πρέπει να εκτελούνται χωρίς μετακίνηση και αργότερα να περιλαμβάνουν μετακίνηση (Behm et al., 2008, Faigenbaum et al., 2009, Johnson et al., 2011, Robertson, 2011, Shiner et al., 2005). Επιπλέον, όλες οι ασκήσεις θα πρέπει να πραγματοποιούνται αρχικά σε χαμηλή ταχύτητα και αργότερα σε υψηλή και να εισάγονται τεχνικά εύκολες και μετά από κάποιο διάστημα προοδευτικά δυσκολότερες ασκήσεις (Robertson, 2011, Shiner et al., 2005). Συστήνεται αρχικά η επιβάρυνση να είναι μόνο με το βάρος του σώματος και αργότερα με επιπλέον βάρος. Επίσης, είναι σημαντικό ο αθλητής πρώτα να κατακτά τη στατική ισορροπία σε βασικές θέσεις και τη δύναμη που απαιτείται και ύστερα να

προχωρά σε κίνηση (απογείωση, προσγείωση σε άλματα) (Committee on Sports Medicine and Fitness, 2001, Shiner et al., 2005). Επιπλέον, όσο οι ασκήσεις γίνονται πιο σύνθετες (ιδιαίτερα σε ασκήσεις κορμού), τόσο είναι πιθανόν να χρειάζεται μικρή τροποποίηση, ανάλογα με την ηλικία και το επίπεδο φυσικής κατάστασης του ασκούμενου, για τη σωστή ενεργοποίηση του μυοτατικού αντανεκλαστικού (μικρό εύρος κίνησης και αυξημένη ταχύτητα εκτέλεσης) (Beachle & Earler, 2009).

Σε ό,τι αφορά στα προπονητικά πρωτόκολλα, η πλειομετρική προπόνηση η οποία προτείνεται για παιδιά είναι σχετικά μικρής διάρκειας (10-25 λεπτά) και ξεκινά πάντα με δυναμική προθέρμανση 5-10 λεπτών (Committee on Sports Medicine and Fitness, 2001). Η τρέχουσα έρευνα δείχνει ότι ένα πρόγραμμα δύο φορές/εβδομάδα σε μη συνεχόμενες ημέρες για 8-10 εβδομάδες που περιλαμβάνει 50- 60 άλματα σε μια συνεδρία, με αύξηση του φορτίου προκαλεί τις μεγαλύτερες αλλαγές στις επιδόσεις στο τρέξιμο και τα άλματα (Behm et al., 2008, Johnson et al., 2011).

Για τα παιδιά που δεν έχουν την ικανότητα ή την ανοχή προπόνησης για δύο φορές την εβδομάδα, προτείνεται ένα πρόγραμμα χαμηλής έντασης και μεγαλύτερης διάρκειας (4 σετ από 8–15 επαναλήψεις για 8–12 ασκήσεις) (Behm et al., 2008). Το πρόγραμμα πλειομετρικών σε μικρές ηλικίες, περιλαμβάνει προθέρμανση και αποθεραπεία, έχει χαμηλή συχνότητα με αυξανόμενο έργο και βασίζεται στις κατάλληλες ασκήσεις για κάθε περίπτωση με έμφαση στην τεχνική (Johnson et al., 2011). Όταν οι νεαροί αθλητές γίνουν πιο ώριμοι, και εξοικειωθούν με την ένταση των μεθόδων προπόνησης τότε η ένταση μπορεί να αυξηθεί (Behm et al., 2008, Lesinski et al., 2016).

Όσον αφορά στην εφαρμογή πλειομετρικής προπόνησης για τη βελτίωση κατακόρυφου άλματος, 3 ή 4 σετ ανά άσκηση, καθώς και 3-5 ή 9 -12 επαναλήψεις ανά σετ προτείνονται ως ευεργετικές για την απόδοση νεαρών αθλητών στο κατακόρυφο άλμα, όπως διαπιστώνει η ανασκόπηση των Lesinski και συνεργάτες (2016). Ωστόσο, οι ίδιοι ερευνητές (Lesinski et al., 2016) αναφέρουν ότι η ποιότητα εκτέλεσης της τεχνικής των πλειομετρικών ασκήσεων είναι πιο σημαντική από τον συνολικό όγκο προπόνησης. Οι σχέσεις δόσης-απόκρισης για

τις βασικές παραμέτρους της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά, δείχνουν ότι οι προπονητές θα πρέπει να στοχεύουν σε προγράμματα προπόνησης με αντιστάσεις με λιγότερες επαναλήψεις και υψηλότερες εντάσεις για τη βελτίωση της απόδοσης νεαρών αθλητών (Lesinski et al., 2016, Lloyd et al., 2011).

Άλλοι συγγραφείς πρότειναν, τα παιδιά να ξεκινούν με ένα ενιαίο σύνολο 6-10 επαναλήψεων και να συνεχίζουν μέχρι 2-3 σετ των 6-10 επαναλήψεων πλειομετρικών ασκήσεων κάτω άκρων (Faigenbaum & Chu, 2001). Λόγω της μεγάλης συμμετοχής του νευρομυϊκού συστήματος στην πλειομετρική άσκηση, προτείνεται, οι προπονητές να έχουν ως στόχο το κατώτατο όριο των μεταβλητών απόδοσης, όπως ο χρόνος επαφής με το έδαφος ή ο δείκτης δύναμης αντίδρασης, για να καθορίζεται το τέλος ενός συγκεκριμένου σετ (Lloyd et al., 2011). Το σύνολο των επαφών με το έδαφος για ένα παιδί μπορεί να κυμαίνεται από 50 έως 150, ανάλογα με την ηλικία, το επίπεδο, την εμπειρία, και την ένταση της προπόνησης (Lloyd et al., 2011). Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι η ποιότητα της εκτέλεσης των πλειομετρικών ασκήσεων είναι πιο σημαντική από το συνολικό όγκο της προπόνησης ανά συνεδρία και κάθε όριο απόδοσης θα πρέπει να εξετάζεται σε ατομική βάση, ανάλογα με την αρχική απόδοση ενός παιδιού (Lloyd et al., 2011). Παρά το γεγονός ότι υπάρχει έλλειψη στοιχείων τα οποία σκιαγραφούν τη βέλτιστη συχνότητα προπόνησης, είναι καλύτερο οι προπονητές να επιλέγουν αρχικά μικρότερη επιβάρυνση από την εικαζόμενη ως ανεκτή για το παιδί η οποία θα μπορούσε πιθανόν να οδηγήσει σε τραυματισμό υπέρχρησης. Ωστόσο, τα παιδιά είναι γνωστό ότι γενικά εμφανίζουν μικρότερη μυϊκή βλάβη από ό,τι οι ενήλικες (Faigenbaum, 2006).

Ενδιαφέρον είναι το εύρημα ότι μεταξύ των εξεταζόμενων τύπων προπόνησης, η σύνθετη προπόνηση (δηλαδή ο συνδυασμός πλειομετρικής προπόνησης με προπόνηση με βάρη) φαίνεται να είναι το κατάλληλο μέσο για τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης νεαρών αθλητών και παιδιών (Behm et al., 2008, de Villarreal et al., 2010, Fatouros et al., 2000, Kotzamanidis et al., 2005). Σε άλλη έρευνα των Kotzamanidis και συνεργάτες (2005), φάνηκε ότι η ομάδα που έκανε συνδυαστική προπόνηση αντίστασης και ταχύτητας παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα συμβατικής άσκησης αντιστάσεων σε

ό,τι αφορά την ισχύ κάτω άκρων (κατακόρυφο άλμα με προδιάταση, άλμα από ημικάθισμα,) νεαρών ποδοσφαιριστών. Άλλες μελέτες συστήνουν συνδυασμό πλειομετρικών ασκήσεων με βάρη και προπόνηση ισορροπίας. Σύμφωνα με τους Granacher και συνεργάτες (2016), η προπόνηση ισορροπίας φαίνεται να είναι ένα σημαντικό κομμάτι της προετοιμασίας νεαρών αθλητών (ηλικίας 15 ± 1 ετών) σε όλα τα στάδια της μακρόχρονης αθλητικής ανάπτυξης αλλά ιδιαίτερα κατά τα πρώτα στάδια (Granacher et al., 2016). Μάλιστα σε έρευνα που έγινε σε νεαρούς αθλητές από τους Hammami, Granacher, Makhlouf, Behm, και Chaouachi (2016), διαπιστώθηκε ότι, όταν το πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων προηγήθηκε του προγράμματος ισορροπίας οι συμμετέχοντες βελτίωσαν σημαντικά την αλτική ικανότητα, την ικανότητα επιτάχυνσης και την ισορροπία τους, ενώ όταν το πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων εφαρμόστηκε μετά από το πρόγραμμα ασκήσεων ισορροπίας σημειώθηκε σημαντική βελτίωση στις παραπάνω παραμέτρους αλλά και στις παραμέτρους εφαρμογή έκκεντρης δύναμης, ($p=0,054$).

2.5 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παραμέτρους αθλητικής απόδοσης σε παιδιά και εφήβους

Είναι φανερό από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, ότι η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης είναι θετική σε διάφορες παραμέτρους απόδοσης όπως η μυϊκή ισχύς, η ταχύτητα και η αντοχή τόσο σε ενήλικες, (Markovic, 2007, Thomas et al., 2009), όσο και σε προέφηβους (Behm et al., 2008, Johnson et al., 2011, Lesinski, Prieske, & Granacher, 2016), και εφήβους (Faigenbaum et al., 2009, Faigenbaum & Chu, 2001).

2.5.1 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στη μυϊκή ισχύ και δύναμη σε παιδιά και εφήβους

Η μέγιστη δύναμη και εκρηκτική δύναμη των μυών είναι σημαντικά χαρακτηριστικά της νευρομυϊκής απόδοσης των παιδιών, η οποία αλλάζει καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της εφηβείας (Ereline, Gapejeva, Pääsuke, & Pehme, 1995, Häkkinen, Mero, & Kauhanen, 1989, Paasuke, Ereline, & Gapeyeva, 2001). Πολυάριθμες μελέτες έχουν

επικεντρωθεί στη μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής ή ισοκινητικής δύναμης και την απόδοση στο κάθετο άλμα. Το ύψος άλματος παρέχει πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή εκρηκτικής δύναμης των εκ τεινόντων μυών των ποδιών στα παιδιά (Hous et al., 1996, Sunnegårdh, Bratteby, Nordesjö, & Nordgren, 1988). Ωστόσο, ένας μικρότερος αριθμός μελετών έχουν αξιολογήσει συσχετίσεις μεταξύ μέγιστης δύναμης των εκτεινόντων μυών του ποδιού και κάθετης απόδοσης άλματος σε όλη την εφηβεία (Paasuke et al., 2001).

Γενικά υπάρχει θεμελιώδης σχέση μεταξύ δύναμης και ισχύος η οποία υπαγορεύει ότι ένα άτομο δεν μπορεί να κατέχει ένα υψηλό επίπεδο ισχύος, χωρίς πρώτα είναι ανάλογα δυνατό (McNarry, Barker, & Oliver, 2014). Οι πλειομετρικές ασκήσεις είναι ασφαλείς για τους νέους όταν υπάρχει ένα προκαθορισμένο και προαπαιτούμενο επίπεδο βασικής δύναμης (π.χ., η 1 μέγιστη επανάληψη [1RM] θα πρέπει να είναι 1,5 φορές το σωματικό του βάρος) (Faigenbaum et al., 2009). Ωστόσο αυτή η άποψη δεν είναι επαρκώς τεκμηριωμένη.

Προγενέστερες έρευνες (Behm et al., 2008, Johnson et al., 2011, Lesinski et al., 2016), έχουν δείξει ότι η πλειομετρική προπόνηση έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τη μυϊκή δύναμη και άλλες κινητικές δεξιότητες (π.χ., άλμα) σε υγιή όχι γυμνασμένα παιδιά και εφήβους 11 έως 18 ετών (Faigenbaum et al., 2009, Faigenbaum, Westcott, Loud, & Long, 1999, Strong et al., 2005). Σύμφωνα με την έρευνα των Lazaridis και συνεργάτες (2010), η οποία μελέτησε βιομηχανικές παραμέτρους της κίνησης του άλματος και συνέκρινε τις διαφορές ενηλίκων με έφηβους, βρέθηκε ότι, στο κατακόρυφο άλμα οι ενήλικες άνδρες είχαν καλύτερο χρόνο πτήσης και μικρότερο χρόνο επαφής με το έδαφος μετά από προπόνηση αλμάτων σε σχέση με τους έφηβους. Ως πιθανή ερμηνεία αυτού του ευρήματος, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι οι άνδρες έχουν καλύτερη φάση προ-ενεργοποίησης των μυών των σκελών σε σχέση με τους έφηβους. Σε έρευνα των Christou και συνεργάτες (2006), στην οποία συμμετείχαν δεκαοκτώ ποδοσφαιριστές, ηλικίας 12-15 ετών, βρέθηκε ότι μετά από 16 εβδομάδες προπόνησης, η ταχύτητα στο παλίνδρομο τρέξιμο 10 x 5μ., η ταχύτητα στα 30μ. σπριντ και η απόδοση στην τεχνική ποδοσφαίρου, βελτιώθηκε περισσότερο στην ομάδα που συμμετείχε

συμπληρωματικά σε προπόνηση δύναμης αλλά και στην ομάδα τυπικής προπόνησης ποδοσφαίρου συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, η απόδοση στη μια μέγιστη επανάληψη στις πιέσεις ποδιών, στο άλμα σε μήκος και στο επιτόπιο άλμα ήταν υψηλότερη στην ομάδα προπόνησης δύναμης (Christou et al., 2006). Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν ότι η προσθήκη της προπόνησης αντίστασης, στην προπόνηση ποδοσφαίρου βελτιώνει περισσότερο τη μέγιστη δύναμη του άνω και του κάτω μέρος του σώματος, το κατακόρυφο άλμα και την ταχύτητα στα 30μ σπριντ (Christou et al., 2006).

Στην μετά-ανάλυση των Lesinski και συνεργάτες (2016), στην οποία μελετήθηκαν οι επιπτώσεις παραγόντων όπως η ηλικία, το φύλο, το άθλημα και ο τύπος προπόνησης (προπόνηση αντίστασης και πλειομετρική προπόνηση), στη σωματική απόδοση, διαπιστώθηκε ότι η προπόνηση με αντιστάσεις ήταν πιο αποτελεσματική στα κορίτσια σε σύγκριση με τα αγόρια, και το προγράμματα προπόνησης με ελεύθερα βάρη ήταν πιο αποτελεσματικό για την αύξηση της μυϊκής δύναμης συγκριτικά με το πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης. Ωστόσο οι επιδράσεις της προπόνησης με αντιστάσεις, στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και της επίδοσης στο κάθετο άλμα ήταν μετρίου μεγέθους. Επιπλέον βρέθηκαν μικρές επιδράσεις στο γραμμικό σπριντ, στην ευκινησία και σε εξειδικευμένες κινήσεις αθλημάτων (π.χ. ταχύτητα ρίψης). Ως πιθανή ερμηνεία αυτών των αποτελεσμάτων, οι συγγραφείς αναφέρουν την πολύπλοκη φύση αυτών των δεξιοτήτων, καθώς διάφοροι παράγοντες συμβάλλουν καθοριστικά στο επίπεδο απόδοσης. Για παράδειγμα, η ευκινησία εξαρτάται και από την αντιληπτική ικανότητα και τη λήψη αποφάσεων, ενώ η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης επηρεάζεται από την τεχνική της κίνησης, την ποιότητα των μυών του ποδιού και την ταχύτητα γραμμικού σπριντ (Lesinski et al., 2016). Η έρευνα αυτή προτείνει την ενσωμάτωση της προπόνησης με αντιστάσεις στην καθημερινή πρακτική της προπόνησης νεαρών αθλητών για την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης και της απόδοσης στο άλμα.

Η έρευνα των Matavulj, Kukulj, Ugarkovic, Tihanyi και Jaric (2001), έδειξε ότι ένα πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης διάρκειας 6 εβδομάδων, με πολύ μικρή επιβάρυνση μπορεί να επιφέρει βελτιώσεις σε νεαρούς αθλητές

καλαθοσφαίρισης ηλικίας 15 έως 16 ετών στη μυϊκή δύναμη και απόδοση στο άλμα.

Παρομοίως η ανασκόπηση των Johnson και συνεργάτες (2011) σε εφήβους και παιδιά ηλικίας 5-14 ετών δείχνει ότι η πλειομετρική άσκηση έχει μεγάλη επίδραση στη βελτίωση της ικανότητας άλματος στους εφήβους. Ωστόσο στις έρευνες που αφορούσαν παιδιά αναφέρθηκε μικρή επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στη βελτίωση δύναμης. Αυτό οφείλεται ίσως στο διαφορετικό μηχανισμό απόκτησης δύναμης των εφήβων. Η απόκτηση δύναμης στους προεφήβους αποδίδεται στις μυϊκές και νευρικές προσαρμογές διότι υπάρχει έλλειψη ανδρογόνων για μυϊκή υπερτροφία (Fukunaga & Funato, 1992, Johnson et al., 2011). Η μετανάλυση των Granacher και συνεργάτες (2016) επιβεβαιώνει ότι η προπόνηση με αντιστάσεις προκαλεί μικρές έως μέτριες προσαρμογές στη μυϊκή δύναμη και την αθλητική απόδοση σε νεαρούς αθλητές, με τη μυϊκή δύναμη να δείχνει τη μεγαλύτερη βελτίωση σε έφηβους αθλητές συγκριτικά με άτομα παιδικής ηλικίας και μάλιστα καλύτερα αποτελέσματα στα αγόρια συγκριτικά με τα κορίτσια (Granacher et al., 2016, Lesinski et al., 2016, Meylan & Malatesta, 2009).

Ενδιαφέρον είναι το στοιχείο ότι, οι διαστάσεις του σώματος μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά τις επιδόσεις όταν για την αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης κάτω άκρων σε παιδιά χρησιμοποιείται το μήκος άλματος, δεδομένου ότι τα ψηλότερα άτομα μπορεί να πηδήξουν περισσότερο από χαμηλότερου αναστήματος άτομα αλλά με την ίδια μυϊκή δύναμη (Chamari et al, 2008). Κατά τη διάρκεια της σωματικής ανάπτυξης, τα παιδιά μπορεί να αυξήσουν την απόδοση στο άλμα μήκους με ημικάθισμα απλώς επειδή το ύψος και το μήκος των ποδιών είναι αυξημένο (Baratta et al., 1988). Ένας επιπλέον σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την απόδοση στο άλμα μήκους με ημικάθισμα είναι η τεχνική δεξιότητα, η οποία δεν εξαρτάται μόνο από την εξάσκηση, αλλά επηρεάζεται και από τη νευρομυϊκή ωρίμανση στην παιδική ηλικία (Baratta et al., 1988).

Σε έρευνα των Veligekas, Tsoukos, και Bogdanis (2012) σε παιδιά 9-12 ετών, τα οποία είχαν ταξινομηθεί ως προπονημένα και μη προπονημένα, δεν υπήρχαν

διαφορές στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά μεταξύ των δύο ομάδων, ωστόσο όλες οι μεταβλητές της απόδοσης είχαν καλύτερες τιμές σε προπονημένα αγόρια και όχι σε προπονημένα κορίτσια. Το γεγονός ότι μόνο τα προπονημένα αγόρια είχαν μεγαλύτερη απόδοση μπορεί να σχετίζεται με το είδος της φυσικής κατάστασης τους. Τα κορίτσια που είχαν χαρακτηριστεί ως προπονημένα συμμετείχαν κυρίως σε αθλήματα που δεν συνεπάγονται δύναμη από επίπονη προπόνηση (π.χ. κολύμβηση, μπαλέτο), ενώ τα αγόρια είχαν εμπλακεί σε πιο έντονα αθλήματα, όπως ποδόσφαιρο, μπάσκετ και στίβο. Κατά συνέπεια, ο όρος «προπονημένοι» δεν μπορεί να σημαίνει τα ίδια φορτία προπόνησης για τα κορίτσια και τα αγόρια στην ίδια ηλικία. Αξίζει να σημειωθεί ότι, τα μη προπονημένα κορίτσια είχαν τη χαμηλότερη βαθμολογία τεχνικής στο άλμα μήκους με ημικάθισμα. Φαίνεται ότι τα κορίτσια που δεν εμπλέκονται σε κανένα οργανωμένο πρόγραμμα σωματικής δραστηριότητας, στερούνται τεχνικής και δύναμης για να εκτελέσουν σωστά ένα απαιτητικό έργο όπως το άλμα μήκους από στάση. Επίσης οι ανθρωπομετρικές μεταβλητές όπως το μήκος των ποδιών, το βάρος και ο δείκτης μάζας σώματος δεν βρέθηκε να συμβάλουν στην απόδοση του άλματος σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα. Η απόδοση στο άλμα μήκους από στάση σχετίστηκε αρνητικά με το χρόνο σπριντ στα 30m και θετικά με την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση. Από την έρευνα λοιπόν φαίνεται ότι η απόδοση στο άλμα μήκους από ημικάθισμα, μπορεί να προβλεφθεί από τους εξής παράγοντες: την ταχύτητα σπριντ, το επίπεδο προπόνησης του ασκούμενου, την σχετική δύναμη των κάτω άκρων και την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα (Veligeas, Tsoukos, & Bogdanis, 2012).

Οι McNarry και συνεργάτες (2014) υποστήριξαν ότι τόσο οι έφηβοι όσο και τα παιδιά, έχουν πλειομετρική προπονησιμότητα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης χωρίς να υπάρχουν ενδείξεις όμως για μια συγκεκριμένη περίοδο κατά την οποία ενισχύεται αυτή η προπονησιμότητα. Τα παιδιά μπορούν να αποκτήσουν σημαντικά οφέλη από την προπόνηση δύναμης, ιδιαίτερα όσο πλησιάζουν την προεφηβική ηλικία και μπορεί να έχουν διπλάσιο όφελος δύναμης συγκριτικά με λιγότερο ώριμα άτομα όμοιας ηλικίας (McNarry et al., 2014). Η μεταφορά του κέρδους δύναμης σε άλλες κινητικές δεξιότητες, όπως η ταχύτητα το άλμα και η

ρίψη φαίνεται να μην είναι σαφής σε λιγότερο ώριμα άτομα. Ως προς την ταχύτητα, τα οφέλη φαίνεται να είναι τα ίδια σε παιδιά προ-εφηβικής και μετά εφηβικής ηλικίας (McNarry et al., 2014).

Μια έρευνα των Meylan, Cronin, Oliver, Hopkins και Pinder (2014), μελέτησε την αποτελεσματικότητα μιας νέας προσέγγισης προπόνησης δύναμης κάθετης και οριζόντιας κίνησης, σε νεαρούς αθλητές διαφορετικού σταδίου ωριμότητας. Γενικά παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες αλλαγές στα άτομα μετά ή στα μέσα της περιόδου μέγιστης αύξησης του αναστήματος (Peak Height Velocity). Τα άτομα προ του σταδίου μέγιστης αύξησης του αναστήματος έδειξαν μεγαλύτερη απώλεια δύναμης, ενώ τα άτομα που ήταν στο στάδιο μετά την μέγιστη αύξηση του αναστήματος, έδειξαν μεγαλύτερη απώλεια απόδοσης σπριντ. Ωστόσο όλες οι ομάδες διατήρησαν ή βελτίωσαν το μήκος άλματος. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αθλητική απόδοση βελτιώνεται, όχι μόνο από προπονητικά ερεθίσματα, αλλά και λόγω βιολογικής ανάπτυξης, η οποία εξαρτάται όμως από την διαδικασία ωρίμανσης του οργανισμού. Τα άτομα που δεν έχουν εισέλθει στην εφηβεία έχουν χαμηλότερη ανταπόκριση στην προπόνηση δύναμης και μεγαλύτερη φυσική ανάπτυξη ταχύτητας σε σύγκριση με τους αθλητές που έχουν εισέλθει στο στάδιο μέγιστης ανάπτυξης του αναστήματος (Martin, Doré, Hautier, Van Praagh, & Bedu, 2003). Κάποια μορφή προπόνησης εκτός από προπόνηση δύναμης, όπως οι δραστηριότητες που παρέχουν ένα ερέθισμα ταχύτητας, μπορεί να είναι πολύτιμες για τους αθλητές προ του σταδίου μέγιστης ανάπτυξης του αναστήματος (Mero, 1998).

Οι Michailidis και συνεργάτες (2013) σε μελέτη η οποία στόχευε στο να προσδιορίσει εάν τα αγόρια στην προεφηβία (10-11 ετών) παρουσιάζουν προπονησιμότητα στις πλειομετρικές ασκήσεις εξέτασαν σαράντα-πέντε παιδιά ηλικίας $10,6 \pm 0,6$ ετών τα οποία τυχαιοποιήθηκαν σε μια ομάδα προπόνησης πλειομετρικών ασκήσεων και μια ομάδα ελέγχου η οποία συμμετείχε μόνο στην τακτική προπόνηση ποδοσφαίρου. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 12 εβδομάδες και οι μετρήσεις έγιναν κατά την έναρξη, στα μέσα και μετά την περίοδο προπόνησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα αγόρια αυτής της ηλικίας εμφανίζουν μεγάλη προπονησιμότητα στις πλειομετρικές ασκήσεις καθώς

βρέθηκε σημαντική βελτίωση μετά την προπόνηση σε παραμέτρους όπως η ταχύτητα (3-5%), το κατακόρυφο άλμα (16-23%), το επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα (4,2%), ευκινησία (23%), η απόσταση λακτίσματος (22,5%), και η μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων (28%). Στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε μόνο μέτρια βελτίωση στην ταχύτητα (1,8%), ενώ η αερόβια ισχύς έμεινε ανεπηρέαστη και στις δυο ομάδες.

Σε έρευνα όπου συμμετείχαν νεαροί ποδοσφαιριστές ηλικίας 12.7 ± 0.3 έτη, οι Negra, Chaabene, Hammami, Hachana, και Granacher (2016), βρήκαν ότι χαμηλή έως μέτριας έντασης προπόνηση υψηλής ταχύτητας που πραγματοποιείται σε συνδυασμό με την προπόνηση τακτικής στο ποδόσφαιρο είναι ασφαλής και αποτελεσματική για τη βελτίωση στη μέγιστη δύναμη, στα κάθετα και οριζόντια άλματα και στην απόδοση σπριντ, σε σύγκριση με αποκλειστικά προπόνηση ποδοσφαίρου.

Σε μια άλλη έρευνα, οι Granacher, Prieske, Majewski, Büsch, και Muehlbauer (2015) διερεύνησαν την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε σταθερές και ασταθείς επιφάνειες στην αθλητική απόδοση σε έφηβους ποδοσφαιριστές (ηλικίας: 15 ± 1 έτη). Οι ερευνητές βρήκαν σημαντική βελτίωση του χρόνου πτήσης στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση (CMJ), στο ύψος του άλματος πτώσης (DJ), στην ταχύτητα σπριντ (0-10-m), την ευκινησία και την ισορροπία μετά από πρόγραμμα 8 εβδομάδων, τόσο σε ασταθείς όσο και σε σταθερές επιφάνειες (Granacher et al., 2015). Ωστόσο, η προπόνηση σε ασταθείς επιφάνειες φάνηκε να είναι λιγότερο αποτελεσματική για την αύξηση του ύψους στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση. Επομένως, συνιστάται οι προπονητές να χρησιμοποιούν σταθερές επιφάνειες εάν ο στόχος είναι η βελτίωση των επιδόσεων στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση (Granacher et al., 2015).

2.5.2 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην ταχύτητα σε παιδιά και εφήβους

Σε παλαιότερη έρευνα τους, οι Rowland και συνεργάτες (1996) κατέληξαν στο συμπέρασμα δεν είναι σαφές εάν τα παιδιά έχουν ανταπόκριση στην προπόνηση σε σύντομες δραστηριότητες έκρηξης και ταχύτητας. Αυτό πιθανόν να

οφείλεται στο ότι παιδιά διαφέρουν από τους ενήλικες σε πολλά χαρακτηριστικά μυϊκής απόδοσης, όπως η αντοχή και η δύναμη, η αντοχή στην κόπωση και η ανάκαμψη από εξαντλητική άσκηση. Επίσης, διαφέρουν σημαντικά σε διάφορους παράγοντες, όπως ενδομυϊκός συντονισμός, συναρμογή αγωνιστών-ανταγωνιστών, επίπεδο εκούσιας ενεργοποίησης και σύνθεση των μυών (Dotan et al., 2012). Σε σύγκριση με τους ενήλικες, τα παιδιά είναι ουσιαστικά λιγότερο ικανά να ενεργοποιούν πλήρως τις μυϊκές ίνες ταχείας συστολής τύπου II (Dotan et al., 2012). Ωστόσο πρόσφατες έρευνες σε νεαρούς αθλητές έχουν διαπιστώσει ενίσχυση της δύναμης και βελτίωση της αθλητικής απόδοσης μετά από προπόνηση υψηλής φόρτισης. Συστήνεται προοδευτική αύξηση της προπονητικής φόρτισης (Dotan et al., 2013).

Η έρευνα των Pettersen και Mathisen (2012) επιβεβαιώνει ότι οι κινήσεις που περιλαμβάνουν εκρηκτικές προσπάθειες και εκτελούνται με τη μέγιστη δυνατή προσπάθεια μπορεί να βελτιώσουν τα σπριντ και την ευκινησία σε αγόρια 11 έως 12 ετών. Η προπόνηση σπριντ για μια ώρα την εβδομάδα επιφέρει βελτίωση τόσο στο σπριντ όσο και στην ευκινησία περισσότερο από αυτό που θα μπορούσε να προκληθεί με την ανάπτυξη και την ωρίμανση. Η έρευνα των Papanikolaou και συνεργάτες (2009) είχε σκοπό να εξετάσει την επίδραση της χρονολογικής ηλικίας και του φύλου στην ανάπτυξη της ταχύτητας κατά τη διάρκεια των διαφορετικών φάσεων σπριντ, σε παιδιά και εφήβους των δύο φύλων. Στην έρευνα συμμετείχαν τρακόσιοι εξήντα μαθητές 7 ως 18 ετών και διαπιστώθηκε ότι το φύλο και η χρονολογική ηλικία είναι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα κατά τη διάρκεια των 30-m σπριντ. Επιπλέον, η απόδοση σε κάθε φάση σπριντ επηρεάζεται ομοιόμορφα από τη χρονολογική ηλικία. Τα αγόρια ήταν πιο γρήγορα από ό, τι τα κορίτσια σε όλες τις φάσεις τρεξίματος. Το μέγεθος της διαφοράς μεταξύ των δύο φύλων αυξάνεται μετά την ηλικία των 15 ετών. Είναι χρήσιμο για τον προπονητή να λάβει αυτά τα ευρήματα υπόψη κατά την αξιολόγηση των παιδιών στην απόδοση σπριντ (0-10, 10-20, 0-30m).

Η μελέτη του Kotzamanidis (2006), έδειξε ότι ένα πλειομετρικό πρόγραμμα διάρκειας 10-εβδομάδων (2φορές/εβδ.) είχε ως αποτέλεσμα σημαντικά αυξημένη ταχύτητα σπριντ στα 20- και 30μ, αλλά όχι στα 10-μ σε αγόρια 11 ετών σε

σύγκριση με την ομάδα ελέγχου της ίδιας ηλικίας. Παρομοίως, οι Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, και Ahmaidi (2004), διαπίστωσαν ότι ένα πρόγραμμα 10 εβδομάδων (1 ώρα/εβδομάδα), επαναλαμβανόμενου σπριντ και προπόνησης εκρηκτικής δύναμης επέφερε σημαντική βελτίωση στα 30μ. σπριντ, αλλά όχι και στα 10μ. σπριντ σε έφηβους άνδρες ελίτ ποδοσφαιριστές. Επιπλέον, οι Hammami και συνεργάτες (2016) διεξήγαγαν έρευνα σε ποδοσφαιριστές παιδικής ηλικίας, με δοκιμασίες ευκινησίας, επαναλαμβανόμενης ταχύτητας, ταχύτητας με αλλαγή κατεύθυνσης και σπριντ 5μ., 10μ., 20μ., 30μ. και 40μ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι όσοι συμμετείχαν στην πλειομετρική προπόνηση είχαν βελτίωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου στο χρόνο σπριντ (για 5μ., 10μ. και 20μ.), και τις παραμέτρους επαναλαμβανόμενης αλλαγής κατεύθυνσης. Ωστόσο, με το σχεδιασμό πλειομετρικής προπόνησης που πραγματοποιήθηκε και ίσως επειδή οι συμμετέχοντες βρίσκονταν σε καλή αρχική φυσική κατάσταση, τα αποτελέσματα στην ευκινησία και στα επαναλαμβανόμενα σπριντ παρέμεναν αναλλοίωτα. Παρόλα αυτά, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να προταθεί ως μέσο βελτίωσης σωματικής απόδοσης σε ποδοσφαιριστές στην παιδική ηλικία.

2.5.3 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην αντοχή σε παιδιά και εφήβους

Είναι ασαφές εάν η άσκηση για την ανάπτυξη της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας αποτελεί ισχυρό κίνητρο σε παιδιά όσο σε ενήλικες. Με την πιθανή εξαίρεση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου VO₂, αυτές οι παράμετροι έχουν διερευνηθεί ελάχιστα σε παιδιά, ειδικά σε εφήβους. Παρά αυτή την έλλειψη ερευνητικών στοιχείων, η έρευνα των McNarry και Jones (2014) αναφέρει ότι τα παιδιά είναι πιθανόν να έχουν περιορισμούς στην προπονησιμότητα αντοχής, επειδή κάτω από ένα όριο ωρίμανσης δεν μπορούν να συμβούν σημαντικές προσαρμογές στην προπόνηση. Ωστόσο αυτό δεν επιβεβαιώνεται από άλλες έρευνες. Τα αποτελέσματα της έρευνας του Partavi (2013), δείχνουν ότι η προπόνηση αλμάτων με σχοινάκι για 7 εβδομάδες, είναι μια εφικτή και ασφαλής μέθοδος προπόνησης για τη βελτίωση της καρδιαγγειακής αντοχής και της

ευκινησίας σε αγόρια μαθητές Γυμνάσιου. Επιπλέον αυτό το είδος προπόνησης παρέχει μικρές βελτιώσεις στην απόδοση σπριντ 50μ. Οι Ramírez-Campillo και συνεργάτες (2014), σε έρευνα που συμμετείχαν εβδομήντα έξι νεαροί ποδοσφαιριστές ηλικίας 10 έως 16 ετών απέδειξαν ότι ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης 7 εβδομάδων σε συνδυασμό με την προπόνηση τακτικής ποδοσφαίρου βελτίωσε σημαντικά την απόδοση στην αντοχή, την εκρηκτική δύναμη αλλά όχι την ταχύτητα των 20μ. (Ramírez-Campillo et al., 2014). Αντίθετα, σε άλλη έρευνα οι Ramírez-Campillo και συνεργάτες (2013) βρήκαν ότι μετά από 6 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης, ο χρόνος τρεξίματος αντοχής βελτιώθηκε σε δρομείς μεσαίων και μεγάλων αποστάσεων υψηλού επιπέδου ενώ η ομάδα ελέγχου που ακολούθησε τυπική προπόνηση δεν είχε καμία σημαντική αλλαγή στην απόδοση. Επίσης παρατηρήθηκε βελτίωση στην ταχύτητα σπριντ 20μ., στην εκρηκτική δύναμη και τη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων (Ramírez-Campillo et al., 2013).

2.6 Ευκινησία

Οι Sheppard και Young (2006), όρισαν την ευκινησία ως μια ταχεία κίνηση σε ολόκληρο το σώμα με ταυτόχρονη αλλαγή ταχύτητας ή κατεύθυνσης, ως απόκριση σε ένα εξωτερικό ερέθισμα. Επίσης, τόνισαν ως βασικές επιμέρους συνιστώσες της ευκινησίας, την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης (Change of Direction Speed-CODS) και τις αντιληπτικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων (Lloyd, Read, Oliver, Meyers, Nimphius, & Jeffreys, 2013, Sheppard & Young, 2006). Ένας πλήρης ορισμός της ευκινησίας εμπεριέχει σωματικές απαιτήσεις (δύναμη και συντονισμό), γνωστικές διαδικασίες (κινητική μάθηση) και τεχνικές δεξιότητες οι οποίες συμβάλλουν στην απόδοση ευκινησίας (Asadi et al., 2016).

Η ευκινησία συνδέεται με διάφορες φυσικές ικανότητες, όπως η αντοχή, η ευκαμψία, η δύναμη. Συνδέεται επίσης με την τεχνική, καθώς και με γνωστικές συνιστώσες, όπως η εξειδικευμένη τεχνική κάθε αγωνίσματος και η ταχύτητα οπτικής σάρωσης και αναμονής (Sheppard & Young, 2006). Οι Lloyd και συνεργάτες (2013), θεωρούν ότι η ευκινησία αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη βέλτιστη απόδοση στον αθλητισμό και μάλιστα τονίζουν τη σημασία της

ευκινησίας για την επιτυχία τόσο σε αθλήματα όπως το μπάσκετ, ποδόσφαιρο, μπίτζμπολ ή σόφτμπολ (τα οποία απαιτούν κίνηση σε πολλαπλές κατευθύνσεις και γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης ως απόκριση σε ποικίλα ερεθίσματα), όσο και σε μαχητικά αθλήματα, όπως η πυγμαχία (Lloyd et al., 2013, Young, Dawson, & Henry, 2015). Επιπλέον, η ικανότητα της ευκινησίας εξασφαλίζει γρήγορη και αποτελεσματική εκκίνηση, μετακίνηση προς τη σωστή κατεύθυνση και ετοιμότητα, ώστε ο αθλητής να αλλάζει κατεύθυνση ή να σταματά γρήγορα στο παιχνίδι με ομαλό και αποτελεσματικό τρόπο (Young & Farrow, 2006).

Ωστόσο, υπάρχει μια τάση μεταξύ προπονητών, δασκάλων φυσικής αγωγής και αθλητικών επιστημόνων να εξηγούν τον όρο ευκινησία ως κάθε δραστηριότητα που περιλαμβάνει ταχύτητα με αλλαγές κατευθύνσεων ή δυναμική κίνηση. Αυτές οι γενικές ταξινομήσεις εμποδίζουν την κατανόηση του όρου «ευκινησία» και τη μοναδική φύση των δεξιοτήτων που χρησιμοποιούνται από τους αθλητές σε διάφορες καταστάσεις (Sheppard, 2014).

Ο Challendurai (1976) έχει προτείνει την ακόλουθη ταξινόμηση της ευκινησίας :

1. Απλή (χωρίς χωρική ή χρονική αβεβαιότητα): αφορά αθλήματα όπως τα αθλήματα γυμναστικής στα οποία μπορεί οι αγωνιστικές απαιτήσεις να είναι απλής ευκινησίας ή με συγκεκριμένες κινήσεις σώματος. Αναφέρεται για παράδειγμα, στη ρουτίνα ασκήσεων εδάφους της αθλήτριας. Είναι μία εκ των προτέρων προγραμματισμένη δραστηριότητα, που ξεκινά όταν η αθλήτρια επιθυμεί, με τις κινήσεις που έχει προσχεδιάσει.

2. Χρονική (με χρονική αβεβαιότητα αλλά η κίνηση είναι προσχεδιασμένη-υπάρχει χωρική εμπιστοσύνη/βεβαιότητα): αφορά δραστηριότητες όπως η εκκίνηση σπριντ στο στίβο. Είναι εκ των προτέρων - προγραμματισμένη δραστηριότητα, η οποία ξεκινά ως απάντηση σε ένα ερέθισμα (πιστόλι αφέτη) όπου δεν υπάρχει βεβαιότητα ως προς το πότε ακριβώς θα δοθεί η εκκίνηση .

3. Χωρική (με χωρική αβεβαιότητα, αλλά το χρονοδιάγραμμα της κίνησης είναι προσχεδιασμένο - υπάρχει χρονική εμπιστοσύνη): αφορά αθλήματα όπως το βόλεϊ ή αθλήματα με ρακέτα (σέρβις - υποδοχή). Ο διαιτητής καθορίζει ένα χρονικό περιθώριο όπου ο παίχτης πρέπει να σερβίρει την μπάλα στον αντίπαλο.

Ωστόσο, ο δέκτης δεν έχει καμία εμπιστοσύνη ως προς την κατεύθυνση της μπάλας .

4. Συνολική (με χωρική και χρονική αβεβαιότητα): αφορά ομαδικά αθλήματα όπως χόκεϊ επί πάγου ή ποδόσφαιρο. Υπάρχει κατά τη διάρκεια σύνθετων επιθετικών και αμυντικών ενεργειών όταν οι αθλητές δεν έχουν εμπιστοσύνη ως προς το πότε ή προς τα πού ο αντίπαλος θα αλλάξει κατεύθυνση.

Οι Sheppard και συνεργάτες (2014) ανέπτυξαν κάποια κριτήρια για να γίνει κατανοητός ο διαχωρισμός της ευκινησίας από τις άλλες φυσικές ικανότητες. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η ευκινησία περιλαμβάνει ολοκληρωμένη κίνηση του σώματος, αλλαγή κατεύθυνσης ή γρήγορη επιτάχυνση ή επιβράδυνση. Συνεπάγεται σημαντική αβεβαιότητα, χωρική ή χρονική και αφορά μόνο ανοιχτές δεξιότητες. Επιπλέον, διακρίνεται σε φυσικές και γνωστικές συνιστώσες, όπως αναγνώριση ερεθίσματος, αντίδραση-απόκριση. Αντιθέτως, οι άλλες φυσικές – νοητικές δεξιότητες που είναι εξ' ολοκλήρου προγραμματισμένες όπως για παράδειγμα η σφαιροβολία, ταξινομούνται ως λειτουργικές δεξιότητες και όχι ως ευκινησία. Το τρέξιμο με αλλαγές κατεύθυνσης ταξινομείται ως δεξιότητα ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης (Change of Direction Speed, CODS). Ανάλογα και οι κλειστές δεξιότητες οι οποίες μπορεί να απαιτήσουν μια απόκριση σε ένα ερέθισμα (Π.χ. η έναρξη σπριντ ως απάντηση στο πιστόλι του αφέτη), κατά αυτούς τους ερευνητές δεν θεωρούνται ευκινησία (Sheppard et al., 2014).

Είναι ανάγκη, ωστόσο, ο όρος ευκινησία να είναι περαιτέρω διαβαθμισμένος και αποσαφηνισμένος, διαφορετικά θα είναι δύσκολη η μελλοντική έρευνα στον τομέα αυτό (Challendurai, 1976). Για παράδειγμα, οι επιδόσεις στην ευκινησία με αλλαγή κατεύθυνσης γύρω από στατικά αντικείμενα, δεν θα πρέπει να συγκρίνονται με εκείνες που περιγράφουν ευκινησία με αλλαγή κατεύθυνσης ως απάντηση σε ένα ερέθισμα, διότι η τελευταία απαιτεί μεγαλύτερη αντιληπτική ικανότητα και γρήγορη λήψη αποφάσεων (Sheppard et al., 2014).

Στην προπόνηση ομαδικών αθλημάτων, η αντίληψη και η λήψη αποφάσεων ως κομμάτι της ευκινησίας αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο με το οποίο οι αθλητές μπορούν να βελτιώσουν κλειστές δεξιότητες σε εξειδικευμένες κινήσεις. Η ενσωμάτωση συνεπώς, εξειδικευμένων ασκήσεων αντίδρασης, μεγιστοποιεί

γνωστικές και αντιληπτικές ικανότητες και διαμορφώνει ένα περιβάλλον μάθησης όπου μακροπρόθεσμα η ανάπτυξη δεξιοτήτων βελτιστοποιείται (Jeffreys, 2006). Οι δραστηριότητες οι οποίες αναγκάζουν έναν αθλητή να δώσει προσοχή στις κινήσεις του αντιπάλου είναι ζωτικής σημασίας. Για παράδειγμα, τα παιχνίδια επαφής είναι ένα πολύτιμο μέσο για τη βελτίωση της ευκινησίας σε ομαδικά αθλήματα (Jeffreys, 2006, Sheppard et al., 2014). Οι μέθοδοι που αναγκάζουν τον παίκτη να κάνει μια επιλογή για την αντιμετώπιση της εμφάνισης διαφορετικών κινηματικών πληροφοριών έχουν αποδειχθεί ως αποτελεσματικό μέσο προπόνησης. Οι παίκτες μαθαίνουν τη σχέση μεταξύ κίνησης (ως ερέθισμα) και της επακόλουθης έκβασής της. Η χρήση βίντεο της αντίδρασης παικτών είναι ένα δημοφιλές παράδειγμα προσέγγισης αυτής της προπόνησης (Young & Farrow, 2016). Για παράδειγμα, ένας παίκτης μπορεί να χρειαστεί να παρακολουθήσει μια προσπάθεια του αντιπάλου για να τον αποφύγει και εάν η απόφασή του αλλάζει ένα βήμα πριν ξεκινήσει την αλλαγή κατεύθυνσης του, ο αντίπαλος καλείται να αντιδράσει βάσει των διαθέσιμων πληροφοριών (Young & Farrow, 2016). Ωστόσο υπάρχουν διαφορές στον τρόπο που ένας έμπειρος αθλητής χρησιμοποιεί πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων σε σχέση με λιγότερο έμπειρους αθλητές. Ο Holmberg (2009) σε έρευνα που διεξήγαγε με σκοπό να βοηθήσει τους προπονητές στο σχεδιασμό και την υλοποίηση αποτελεσματικών προγραμμάτων ευκινησίας για την αύξηση της αθλητικής απόδοσης έμπειρων αθλητών, διαπίστωσε ότι οι πιο έμπειροι αθλητές παράγουν πιο γρήγορα και πιο ακριβείς απαντήσεις λόγω της αυξημένης τους ικανότητας. Επιπλέον επιβεβαίωσε ότι οι ασκήσεις που αναπαράγουν τις καταστάσεις του παιχνιδιού είναι πιο αποτελεσματικές για την ενίσχυση της ευκινησίας (Holmberg, 2009).

2.6.1 Σχέση μεταξύ ευκινησίας και φυσικών ικανοτήτων σε ενήλικες

Η προπόνηση για τη βελτίωση της ευκινησίας μπορεί να περιλαμβάνει προπόνηση των θεωρητικών-γνωστικών δεξιοτήτων αλλά και της ευκινησίας στο σύνολό της, ανάλογα με τις ανάγκες των αθλητών, το επίπεδο απόδοσής τους, και άλλους παράγοντες (Joyce & Lewindon, 2014). Δεκαπέντε λεπτά την ημέρα προπόνηση ευκινησίας για χρονικό διάστημα περισσότερο από 3 εβδομάδες

μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση στην απόδοση ευκινησίας (Joyce & Lewindon, 2014). Όταν οι αθλητές προχωρούν από το ένα αναπτυξιακό στάδιο στο επόμενο, η προπόνηση εξελίσσεται σταδιακά, ξεκινώντας με προπόνηση σε ευθεία σπριντ ή κλειστές δεξιότητες, έπειτα σε κλειστές δεξιότητες με αλλαγές κατεύθυνσης και τέλος, σε αλλαγές κατεύθυνσης μετά από ερεθίσματα απλά ή σύνθετα (Lloyd et al., 2013).

Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται λίγες έρευνες που εξετάζουν τη σχέση μεταξύ φυσικών ικανοτήτων και απόδοσης στην ευκινησία και στην ταχύτητα με αλλαγή κατεύθυνσης (COD). Η ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης επηρεάζεται κυρίως από τους εξής παράγοντες: ταχύτητα γραμμικού σπριντ, δύναμη, τεχνική και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (Brughelli, Cronin, Levin, & Chaouachi, 2008, Sheppard & Young, 2006). Σε μελέτη των Chaouachi, Manzi, Chaalali, Wong, Chamari, και Castagna (2012) όπου εξετάστηκε η ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης, με δοκιμασίες T-TEST και 5μ. παλίνδρομο τρέξιμο σε υψηλού επιπέδου ποδοσφαιριστές (ηλικίας 19 ± 1 ετών), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και οι μεταβλητές μυϊκής δύναμης ερμήνευσαν το 45% της κοινής διακύμανσης της ικανότητας αλλαγής κατεύθυνσης. Επιπλέον, η ίδια μελέτη έδειξε ότι οι μεταβλητές που επηρεάζουν την ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης διαφέρουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της δοκιμασίας. Αντίθετα, η έρευνα των Baker και Newton (2008), η οποία μελέτησε και σύγκρινε την ισχύ των κάτω άκρων, τη δύναμη, την επιτάχυνση, τη μέγιστη ταχύτητα και την ευκινησία, σε αθλητές της εθνικής ομάδας ράγκμπι, με παίκτες χαμηλότερης κατηγορίας, διαπίστωσε ότι μόνο τα αποτελέσματα σε δύναμη και ισχύ ήταν καλύτερα για τους αθλητές υψηλότερου επιπέδου (οι οποίοι παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά) ενώ καμία από τις δοκιμασίες σπριντ, όπως η επιτάχυνση (10μ. σπριντ), η μέγιστη ταχύτητα (40μ. σπριντ), ή η δοκιμασία ευκινησίας των 40μ., δεν έδειξε διαφορές μεταξύ των αθλητών διαφορετικής κατηγορίας (Baker & Newton, 2008).

Οι ερευνητές, για τη βελτίωση της ικανότητας αλλαγής κατεύθυνσης, σε υψηλό επίπεδο ομαδικών αθλημάτων, προτείνουν, εκτέλεση ασκήσεων που προσομοιάζουν σε κινήσεις ειδικές με τις κινήσεις του αγώνα. Πράγματι, το

παλίνδρομο τρέξιμο και το T-test, το οποίο περιλαμβάνει πλευρική κίνηση, προς τα πίσω τρέξιμο και μετάβαση σε σύντομο σπριντ, μοιάζουν με πρότυπα κίνησης που θεωρούνται κοινά στα περισσότερα ομαδικά αθλήματα. Ωστόσο, βρέθηκε μέτρια και όχι σημαντική συσχέτιση μεταξύ 5μ. ταχύτητας σπριντ, T-test και γραμμικής ταχύτητας στο ποδόσφαιρο (Chaouachi et al., 2012).

Οι Nimphius, McGuigan, και Newton (2010), σε αντίστοιχη έρευνα, είχαν σκοπό τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δύναμης και απόδοσης σε αθλήτριες σόφτμπολ, ηλικίας 18.1 ± 1.6 ετών και τον προσδιορισμό της μεταβολής αυτής της σχέσης κατά τη διάρκεια της σεζόν. Οι αθλήτριες συμμετείχαν σε δοκιμασίες αξιολόγησης μέγιστης δύναμης, μέγιστης ταχύτητας, και μέγιστης ισχύος, ύψους κατακόρυφου άλματος, απόδοσης σπριντ και ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης. Η αξιολόγηση πραγματοποιούνταν πριν, κατά τη διάρκεια, και μετά από μια περίοδο προπόνησης 20 εβδομάδων. Σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν σε όλα τα χρονικά σημεία μεταξύ του σωματικού βάρους, της μέγιστης δύναμης, της ταχύτητας και της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης. Ωστόσο δεν υπήρχαν σημαντικές σχέσεις μεταξύ του κατακόρυφου ύψους άλματος και κάθε μέτρου της απόδοσης σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Εν κατακλείδι, η μεταβλητή του σωματικού βάρους και η σχετική δύναμη, βρέθηκαν να έχει έχουν ισχυρή έως πολύ ισχυρή συσχέτιση με την ταχύτητα και την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης, καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν (Nimphius, McGuigan, & Newton, 2010).

Η έρευνα των Castillo-Rodríguez και συνεργάτες (2012), διερεύνησε τη σχέση μεταξύ απόδοσης σε δοκιμασίες αλμάτων και ευκινησίας. Γενικά τα άλματα αποτελούν σημαντική συνιστώσα των προπονήσεων ομαδικών αθλημάτων επειδή βελτιώνουν την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης, γι' αυτό οι προπονητές χρησιμοποιούν διάφορους τύπους αλμάτων κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Πράγματι, η έρευνα έδειξε ότι οι δοκιμασίες αλμάτων συσχετίζονται με την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης. Ωστόσο το βασικότερο εύρημα αυτής της μελέτης ήταν ότι το επιτόπιο άλμα είναι καλύτερος προγνωστικός δείκτης για την απόδοση στη δοκιμασία ταχύτητας με αλλαγή κατεύθυνσης συγκριτικά με το άλμα πτώσης. Αντίθετα, οι Vescovi και McGuigan (2008) σε έρευνά τους προτείνουν το άλμα πτώσης για την αξιολόγηση της ταχύτητας αλλαγής

κατεύθυνσης, άλμα το οποίο συσχετίζεται περισσότερο με την εκρηκτική δύναμη των εκτινόντων του ποδιού (Vescovi & McGuigan, 2008).

Στη μελέτη των Young, Miller, και Talpey (2015), διαπιστώθηκε μικρή συσχέτιση μεταξύ φυσικών ικανοτήτων και ευκινησίας. Επίσης βρέθηκε ότι η ευκινησία επηρεάζεται περισσότερο από γνωστικές διαδικασίες και η χρήση αποτελεσματικών στρατηγικών κινήσεων μειώνει τη συνεισφορά των φυσικών ικανοτήτων. Ως εκ τούτου, η προπόνηση ευκινησίας με χρήση προγραμματισμένων κινήσεων, είναι απίθανο να είναι αποτελεσματική για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και των επιδόσεων στην ευκινησία (Young, Miller, & Talpey, 2015).

Η μέχρι στιγμής έρευνα σε ενήλικες, παρέχει τεκμηρίωση ως προς το ότι η μυϊκή αντοχή κάτω άκρων, η δύναμη και η δύναμη αντίδρασης συνεισφέρουν σημαντικά στην απόδοση ευκινησίας (Young & Farrow, 2006). Επιπλέον η πλειομετρική προπόνηση που περιλαμβάνει μόνο πλευρικές κινήσεις ποδιών είναι ευεργετική για την ανάπτυξη της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης. Ωστόσο, καθώς οι δεξιότητες ευκινησίας γίνονται πιο περίπλοκες και απαιτούν περισσότερες και πιο έντονες αλλαγές κατεύθυνσης, η συνεισφορά των μυών των ποδιών μειώνεται. Σε κάθε περίπτωση η γενική προπόνηση ισχύος, δύναμης και ισορροπίας συνιστάται για την ανάπτυξη των βασικών δεξιοτήτων των αθλητών ξεκινώντας από νεαρή ηλικία διότι το επίπεδο μυϊκής δύναμης θεωρείται σημαντικό για την ασφαλή και αποτελεσματική αλληλεπίδραση με το έδαφος κατά τη διάρκεια αλλαγής κατεύθυνσης, ιδίως σε μέγιστη ταχύτητα (Vescovi & McGuigan, 2008, Young & Farrow, 2006). Ωστόσο, τα αποτελέσματα της ανάλυσης των Behringer και συνεργάτες (2010), έδειξαν ότι η ικανότητα των αθλητών σε προεφηβική ηλικία, να αποκτήσουν μυϊκή δύναμη, φαίνεται να αυξάνει με την ηλικία και το επίπεδο ωρίμανσης αλλά δεν υπάρχει αισθητή βελτίωση κατά τη διάρκεια της εφηβείας. Επιπλέον, η ωριμότητα φαίνεται να είναι ένας σημαντικός προγνωστικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει τα αποτελέσματα της προπόνησης (Behringer et al., 2010). Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, η προεφηβία φαίνεται να είναι το ιδανικό στάδιο ανάπτυξης για την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης και την εκμάθηση κινητικών προτύπων και

δεξιότητων που απαιτούνται για τις επιδόσεις ευκινησίας (Joyce & Lewindon, 2014).

Προηγούμενες έρευνες σε ενήλικες έχουν δείξει ότι το σπριντ σε ευθεία γραμμή είναι σαφώς διαφορετική δεξιότητα από την ευκινησία και ότι οι ικανότητες που απαρτίζουν την ευκινησία πρέπει να αξιολογούνται και να αναπτύσσονται σε συνθήκες σχετικές με κάθε άθλημα ξεχωριστά (Leone, Comtois, Tremblay, & Léger, 2006, Young & Farrow, 2006). Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα παραδοσιακά γραμμικά τεστ σπριντ (20 και 40 μέτρα) δεν είναι καλός δείκτης της ταχύτητας των αθλητών σε πραγματικές συνθήκες αγώνα (Leone et al., 2006). Λόγω της αρχής της εξειδίκευσης, η ταχύτητα σπριντ σε ευθεία δεν μπορεί να μεταφέρεται σε ευκινησία (Young & Farrow, 2006). Ωστόσο εάν ένα άθλημα περιλαμβάνει ευθεία σπριντ καθώς και ελιγμούς ευκινησίας, ακολουθείται η συμβατική προπόνηση σπριντ. Γι' αυτόν τον λόγο οι ημερήσιες προπονήσεις θα πρέπει να διαμορφωθούν έτσι ώστε να ταιριάζουν με τις ενεργειακές απαιτήσεις του αθλήματος. Για παράδειγμα, η προπόνηση ευκινησίας θα πρέπει να γίνεται στη μέγιστη ένταση με πλήρη ανάπαυση μεταξύ των προσπαθειών, ενώ για την ανάπτυξη αντοχής και ευκινησίας συστήνεται μικρότερος χρόνος ανάπαυσης (Young & Farrow, 2006).

2.6.2 Ευκινησία στην παιδική ηλικία

Με τον ίδιο τρόπο που τα παιδιά μαθαίνουν το αλφάβητο ως ένα σκαλοπάτι για να γίνουν πνευματικά εγγράμματα έτσι θα πρέπει να αναπτύξουν και τις φυσικές δεξιότητες τους ώστε να γίνουν «σωματικά εγγράμματα» (Keenan, Evans, & Crowley, 2016, Wrotniak, Epstein, Dorn, Jones, & Kondilis, 2006). Ένα παιδί θεωρείται «σωματικά εγγράμματο», όταν έχει μάθει τις βασικές κινήσεις, τις βασικές δεξιότητες και έχει εισαχθεί στις αθλητικές δεξιότητες πριν από την έναρξη της εφηβικής του ανάπτυξης. Οι τρεις σημαντικές φυσικές δεξιότητες για την αθλητική ανάπτυξη στην παιδική ηλικία είναι: η ευκινησία, η ισορροπία και ο συντονισμός (Longmuir et al., 2015, Wrotniak et al., 2006). Η ανάπτυξη ευκινησίας σε παιδιά είναι μια διαδικασία που απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα χρησιμοποιώντας ένα ευρύ φάσμα κινητικών δεξιοτήτων. Αυτή η διαδικασία θα

πρέπει να ξεκινήσει μόλις το παιδί μπορεί να περπατήσει και στη συνέχεια να τρέξει. Έχει δηλαδή κατακτήσει την ικανότητα της δυναμικής ισορροπίας (έχει ισορροπία όταν κινείται) και μπορεί να εξασκηθεί σε διάφορους τύπους μετακίνησης (σε ανηφόρες κατηφόρες και περάσματα από διάφορους τύπους εμποδίων). Προτείνονται παιχνίδια με μπάλα στα οποία το παιδί ξεκινά και σταματά γρήγορα ή αλλάζει κατεύθυνση όσο το δυνατόν ταχύτερα (Wrotniak et al., 2006). Η ευκινησία και οι αλλαγές κατεύθυνσης είναι κοινές μορφές μετακίνησης που θεωρούνται βασικά συστατικά της κινητικής ανάπτυξης στην παιδική ηλικία (Vescovi & Mcguigan, 2008). Ο χορός, η γυμναστική ή άλλες ρυθμικές δραστηριότητες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη συντονισμού και στον έλεγχο όλου του σώματος είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη της ευκινησίας, καθώς και οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα απαιτεί υποδοχή ή απόκρουση μπάλας με το χέρι ή άλλο αντικείμενο (Tzetzis & Lola, 2015).

Στο σχολικό περιβάλλον, έρευνα που διεξήχθη από τους Podstawski και Boryslawski (2012), σε 12 δημοτικά σχολεία της Πολωνίας και αξιολογήθηκαν 1.205 σωματικά αδρανείς μαθητές (584 αγόρια και 621 κορίτσια) ηλικίας 7-9 ετών, έδειξε ότι τα αγόρια είχαν καλύτερες επιδόσεις στα κινητικά τεστ τα οποία απαιτείται αντοχή, ενώ τα κορίτσια είχαν σημαντικά καλύτερη επίδοση σε δοκιμασίες ευκινησίας. Και στα δύο φύλα, η ευκαμψία της σπονδυλικής στήλης σχετίστηκε αρνητικά με το σωματικό ύψος. Οι υψηλότερες θετικές συσχετίσεις και για τα δύο φύλα παρατηρήθηκαν μεταξύ μάζας σώματος, ύψους και δοκιμασίας ρίψης με ιατρική μπάλα. Η συσχέτιση μεταξύ των κινητικών ικανοτήτων ήταν θετική και στατιστικά σημαντική. Η μεγαλύτερη συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ του άλματος εις μήκος με τις άλλες κινητικές δοκιμασίες μετακίνησης (Podstawski & Boryslawski, 2012). Σύμφωνα με τους Araujo και Scharhag (2016), ο όρος «αθλητής» αναφέρεται σε ένα πρόσωπο που ασχολείται με τον αθλητισμό με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης/ επίδοσης. Οι αθλητές διαφέρουν από τους υγιείς αλλά μη προπονημένους νέους, ως προς την αρχική επιλογή, την ικανότητα προπόνησης, τη φυσική κατάσταση και την έκθεση σε πιθανούς τραυματισμούς (Bergeron, 2015). Η παιδική ηλικία αποτελεί μια μοναδική χρονική περίοδο για να αναπτυχθούν τα σωστά κινητικά πρότυπα. Από

τη βιβλιογραφία, είναι γνωστό ότι σε παιδιατρικές μελέτες, για την αξιολόγηση της ευκινησίας στην παιδική ηλικία χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα δοκιμασιών με εκ των προτέρων προγραμματισμένες κινήσεις, που δεν απαιτούν αντίδραση σε ένα συγκεκριμένο ερέθισμα. Οι δοκιμασίες αυτές περιλαμβάνουν:

- γραμμική ταχύτητα και T-test. Η εκτέλεση ενός T-τεστ απαιτεί αυξημένο κινητικό έλεγχο και συντονισμό που οφείλεται στη συνέργεια των μυών οι οποίοι παράγουν πολλαπλές δράσεις (π.χ. επιτάχυνση, επιβράδυνση, πλευρική, προς τα εμπρός και προς τα πίσω κίνηση) (Pearcey et al., 2015)
- δοκιμασία 505 ευκινησίας (Draper and Lancaster, 1985)
- δοκιμασία ευκινησίας σε σχήμα 8 (Al-Hadabi, Angus, Gladwell, & Beneke, 2013)
- δοκιμασία αλμάτων σε τεταρτημόρια (Eisenmann & Malina, 2003)
- δοκιμασία Harre (Chiodera et al., 2008)
- 5x10μ σπριντ (Philippaerts et al., 2006)

Στον παιδικό αθλητισμό, οι δοκιμασίες ευκινησίας αξιολογούν την αποτελεσματικότητα της προπόνησης και τη βελτίωση των επιδόσεων (Joyce & Lewindon 2014, Sheppard et al., 2014).

Συχνά περιλαμβάνουν: προβολές, τρέξιμο προς τα εμπρός και πίσω με εκκίνηση από σταθερό σημείο, αναρρίχηση σε εμπόδια, σπριντ προς τα εμπρός με σταμάτημα και επιστροφή μετά από στροφή 180°, απλές αναπηδήσεις, αλλά πιο συχνά εκρηκτικό σπριντ με μία ή περισσότερες αλλαγές κατεύθυνσης (Sheppard et al., 2014).

Γενικά οι δοκιμασίες ευκινησίας περιορίζονται σε αξιολόγηση των φυσικών ικανοτήτων, (όπως η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης), ή των γνωστικών ικανοτήτων (όπως πρόβλεψη και αναγνώριση προτύπων). Ωστόσο στην έρευνα των Sheppard και Young (2006), προτείνονται δοκιμασίες ευκινησίας που συνδυάζουν τις φυσικές και τις γνωστικές ικανότητες. Οι περισσότερες ερευνητικές μελέτες αφορούν δοκιμασίες που εφαρμόζουν φαινομενικά τον όρο «ευκινησία» σε δοκιμασίες οι οποίες περιλαμβάνουν κυρίως δυναμικές αλλαγές της θέσης σώματος (Sheppard et al., 2014). Για να αξιολογηθούν οι γρήγορες

εναλλαγές κατεύθυνσης αρκετές έρευνες έχουν συμπεριλάβει στη μεθοδολογία τους δοκιμασίες όπως:

- Δοκιμασία σε σχήμα L (L- run Test) (Jovanovic, Sporis, Omrcen, & Fiorentini, 2011). Η δοκιμασία αυτή απαιτεί από τον αθλητή να αγγίξει μια σειρά από κώνους που καθορίζονται στο "L" σχήμα, ενώ και να λειτουργήσει όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

- Δοκιμασία σε σχήμα T (T-test) (Jovanovic et al., 2011, Pearcey et al., 2015, Sekulić, Spasić, Mirkov, Cavar, & Sattler, 2013) Η δοκιμασία αυτή απαιτεί από τον αθλητή να αγγίξει μια σειρά από κώνους που καθορίζουν στο "T" σχήμα, και να λειτουργήσει όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

- Δοκιμασία τρεξίματος σε Ζικ-Ζακ, (Zig-Zag test) (Little & Williams, 2005).

- Δοκιμασία επιτάχυνσης και αλλαγής κατεύθυνσης, (Change of Direction and Acceleration Test CODAT) (Lockie, Schultz, Callaghan, & Jeffriess, 2014).

- Δοκιμασία αλλαγής κατεύθυνσης με το κυρίαρχο πόδι, (Change of Direction Dominant-CODD)/με το μη κυρίαρχο πόδι, (Change of Direction Ability-CODA) (Meylan, McMaster, Cronin, Mohammad, & Rogers, 2009).

- Δοκιμασία ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης, (Change of Direction speed Test -CODST) (Jones, Bampouras, & Marrin, 2009).

- Παλίνδρομο τρέξιμο, (Orientation shuttle run test) (di Cagno et al., 2013, Gallotta, Marchetti, Baldari, Guidetti, & Pesce, 2009).

Το παλίνδρομο τρέξιμο με διάφορες παραλλαγές απόστασης έχει χρησιμοποιηθεί αρκετά σε προγενέστερες έρευνες:

- 3x10 μ. (Bolyak & Pomazan, 2014)
- 4x10μ. (Antala, Kyselovicova, Bacharova, & Tibenska, 2008)
- 4x9μ. (Lutsenko & Bodrenkova, 2013)
- 5x10μ. (Boraczyński, Boraczyński, Boraczyńska, & Michels, 2013)
- 20 γάρδες (18.288 μ.) (Marković, Seculić, & Marković, 2007, Seculić et al., 2013)
- 20 μ. (Antala et al., 2008)
- 5x17μ. (Sleeper, Kenyon, & Kasey, 2012)

Τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους δοκιμασιών είναι ότι έχουν χαμηλό κόστος, είναι εύκολα στη διεξαγωγή και προσβάσιμα σε μεγαλύτερο αριθμό αθλητών σε σύγκριση με τα τεστ στο εργαστήριο (Alricsson, Harms-Ringdahl, & Werner, 2001). Επιπλέον οι δοκιμασίες αυτές είναι πιο κατάλληλες για τα παιδιά, αφού οι εργαστηριακές δοκιμασίες είναι κυρίως για ενήλικες και υψηλού επιπέδου αθλητές (Alricsson et al., 2001, Lloyd et al., 2013).

2.6.3 Σχέση μεταξύ ευκινησίας και φυσικών ικανοτήτων στην παιδική ηλικία

Παρά το γεγονός ότι η ευκινησία αναγνωρίζεται ως βασική συνιστώσα της αθλητικής απόδοσης, η ανάπτυξη της σε νέους αθλητές έχει δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς. Η πλειονότητα των προηγούμενων μελετών στη βιβλιογραφία έχει εξετάσει την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης σε παιδιά και εφήβους με κινήσεις που είναι προσχεδιασμένες και όχι την ευκινησία ως αντίδραση, με αλλαγές κατεύθυνσης ως απάντηση σε ένα ερέθισμα (Lloyd et al., 2013).

Ένα ενδιαφέρον θέμα είναι η φυσική εξέλιξη της ευκινησίας και της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης κατά την παιδική και εφηβική ηλικία και η δυνατότητα προπόνησης τους. Τα δεδομένα δείχνουν ότι η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνση βελτιώνεται φυσικά σε όλη την παιδική ηλικία και την εφηβεία, όχι όμως με γραμμικό τρόπο (Eisenmann & Malina, 2003, Lloyd et al., 2009, Vänttinen et al., 2011). Η τάση αυτή υπογραμμίζεται στο άρθρο των Eisenmann και Malina (2003), το οποίο έδειξε ότι η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης είναι σημαντικά μεγαλύτερη σε αγόρια 14 ετών σε σύγκριση με τα αγόρια ηλικίας 12 ετών. Ωστόσο στη διάρκεια της εφηβείας, άντρες και γυναίκες φαίνεται να έχουν παρόμοιες ικανότητες που σχετίζονται με την ευκινησία (Eisenmann & Malina, 2003). Τα ερευνητικά ευρήματα δείχνουν επίσης ότι μετά από το βασικό σημείο ωρίμανσης, συνεχίζουν να προκύπτουν διαφορές στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνση λόγω της συνεχούς σωματικής ανάπτυξης αλλά και τη βελτίωση των επιδόσεων στους άνδρες και τη σταθερότητα ή τη μείωση των κινητικών επιδόσεων στις γυναίκες (Vänttinen et al., 2011). Με την πρόσφατη εξέλιξη του μοντέλου φυσικής ανάπτυξης των νέων (Youth Physical Development model-

Lloyd & Oliver, 2012), έχει τονιστεί η ανάγκη για μια δομημένη προσέγγιση για την ανάπτυξη της ευκινησίας σε όλη την παιδική και εφηβική ηλικία. Η ανασκόπηση των Young και Farrow (2006), έδειξε ότι εφαρμογή της τεχνικής της ταχύτητας με αλλαγή κατεύθυνσης, η ταχύτητα σε ευθεία γραμμή, η μυϊκή αντοχή των κάτω άκρων και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν την επίδοση ευκινησίας. Αντίθετα, η αντιληπτική ικανότητα η οποία είναι συστατικό κομμάτι της ευκινησίας και η ικανότητα γρήγορης λήψης αποφάσεων απαιτεί οπτική σάρωση, γνώση των καταστάσεων, αναγνώριση προτύπων και αναμονή. Έτσι οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι η ευκινησία είναι μια σύνθετη δεξιότητα και ότι ενώ υπάρχει πλήθος δοκιμασιών για την αξιολόγηση της, είναι πολύ δύσκολο να καθοριστεί ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα προπόνησης για τη βελτίωση της απόδοσης τόσο στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης όσο και στην ταχύτητα αντίδρασης (Young & Farrow, 2006). Η ταχύτητα και η ευκινησία αποτελούν θεμελιώδη συστατικά της αθλητικής απόδοσης και ως εκ τούτου θα πρέπει να είναι βασικά στοιχεία των προπονητικών προγραμμάτων των αθλητών. Ανεξάρτητα από αυτό, υπάρχει μια γενική έλλειψη στην εφαρμοσμένη έρευνα σε κάθε μία από αυτές τις μεταβλητές απόδοσης (Vescovi & Mcguigan, 2008). Όμως, παράλληλα με την ανάπτυξη τεχνικών ικανοτήτων για την ταχύτητα και την ευκινησία, η ικανότητα του αθλητή να αναπτύσσει μεγαλύτερη δύναμη στο συντομότερο χρόνο επαφής με το έδαφος, είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική απόδοση, ακόμη και σε νεαρούς αθλητές (Vescovi & Mcguigan, 2008). Σύμφωνα με τους Lloyd και Oliver (2012), το εύρος των δεξιοτήτων που αναπτύσσονται σε όλη τη φάση της προεφηβικής ηλικίας, προπονούνται και βελτιώνονται και κατά τη διάρκεια της εφηβείας αλλά και στην πρώιμη ενήλικη ζωή. Προτείνεται, η προπόνηση ευκινησίας να εντατικοποιείται όσο οι έφηβοι πλησιάζουν την ενηλικίωση (έως 60% της συνολικής προπόνησης). Το μεγαλύτερο μέρος της προπόνησης θα πρέπει να αποτελείται από ασκήσεις προπόνησης ευκινησίας αντίδρασης (Reactive Agility Training- RAT), ενώ θεμελιώδεις κινητικές δεξιότητες (Fundamental Skills Training) και ασκήσεις με αλλαγή κατεύθυνσης θα πρέπει να αποτελούν επίσης μέρος της προπόνησης (Lloyd & Oliver, 2006). Η προπόνηση θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη ανάλογα

και με τις διεργασίες ωρίμανσης που λαμβάνουν χώρα σε κάθε στάδιο ανάπτυξης (Vescovi & Mcguigan, 2008).

Υπάρχουν ανεπαρκή δεδομένα σχετικά με το πώς η προπόνηση ταχύτητας επηρεάζει την απόδοση στα σπριντ ή την ευκινησία σε παιδιά. Παλαιότερη έρευνα των Mosher, Rhodes, Wenger, και Filsinger (1984) έδειξε ότι μετά από 12 εβδομάδες προπόνηση ταχύτητας υψηλής έντασης, σημειώθηκε αύξηση της επίδοσης κατά 20% στο τρέξιμο σε διάδρομο σε ποδοσφαιριστές ηλικίας 10-11 ετών. Οι Bucheit και συνεργάτες (2010), διαπίστωσαν σημαντική βελτίωση της ταχύτητας στα 10μ σπριντ μετά από προπόνηση ταχύτητας και εκρηκτικής δύναμης 10-εβδομάδων, σε έφηβους άνδρες ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου. Επιπλέον, οι Vescovi και Mcguigan (2008), διαπίστωσαν ότι για τη βελτίωση της απόδοσης στα σπριντ, τα παιδιά προεφηβικής ηλικίας ανταποκρίνονται καλύτερα στις πλειομετρικές ασκήσεις και την προπόνηση σπριντ, ενώ οι έφηβοι αποδίδουν καλύτερα με ένα συνδυασμό δύναμης και πλειομετρικής προπόνησης (Vescovi & Mcguigan, 2008). Ωστόσο τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δείχνουν ότι το γραμμικό σπριντ, η ευκινησία και το κάθετο άλμα είναι ανεξάρτητες δεξιότητες μετακίνησης. Ομοίως, σε έρευνα των Young και συνεργάτες (2015), όπου συμμετείχαν ενήλικες βρέθηκε πολύ χαμηλή συσχέτιση μεταξύ της δοκιμασίας ευκινησίας και των δοκιμασιών ταχύτητας και αλλαγής κατεύθυνσης (2,5%) γεγονός που δηλώνει ότι αντιπροσωπεύουν ανεξάρτητες δεξιότητες. Η βασική διαφορά μεταξύ των δοκιμασιών είναι ότι στη δοκιμασία ευκινησίας εμπλέκονται η αντιληπτική ικανότητα και η γρήγορη λήψη αποφάσεων και απαιτείται αντίδραση σε ένα ερέθισμα πριν από την επόμενη αλλαγή κατεύθυνσης, ενώ στη δοκιμασία ταχύτητας, η αλλαγή κατεύθυνσης είναι μια εκ των προτέρων προγραμματισμένη δραστηριότητα. Παρόλο που και στις δύο δοκιμασίες εμπλέκονται παρόμοιες κινήσεις σε σχέση με την απόσταση και την κατεύθυνση, παρατηρήθηκε ότι στη δοκιμασία της ευκινησίας, οι συμμετέχοντες συνήθως πλησίαζαν διστακτικά όταν το ερέθισμα εμφανίζονταν στην οθόνη. Τα τελικά βήματα προς τα εμπρός φαίνεται να ήταν μικρότερα και μερικές φορές η μετακίνηση συνδυάζονταν με γλίστρημα (Young et al., 2015). Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της προς τα εμπρός κίνησης, στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης, οι

συμμετέχοντες φάνηκε να χρησιμοποιούν ένα τυπικό τρέξιμο και στη συνέχεια να εκτελούν ένα πλαϊνό βήμα- γλίστρημα για να επιτευχθεί η νέα κατεύθυνση πορείας. Αυτό μπορεί να είναι αναμενόμενο αφού η κίνηση αλλαγής κατεύθυνσης είχε προ-προγραμματιστεί. Επομένως, διαπιστώθηκε πολύ χαμηλή κοινή διακύμανση μεταξύ του τεστ ευκινησίας και του τεστ αλλαγής κατεύθυνσης (Young et al., 2015).

Σε έρευνα των Young, Farrow, Pyne, McGregor, & Handke (2011), όπου συμμετείχαν πενήντα νεαροί ελίτ αθλητές ποδοσφαίρου και ποδοσφαιριστές σχολικής ομάδας (15–17 ετών), χωρισμένοι σε δύο εξισωμένες ομάδες, η μια ομάδα υποβλήθηκε στην προγραμματισμένη δοκιμασία ευκινησίας της Αυστραλιανής Football League, (Reactive Agility Test) και η άλλη ομάδα, υποβλήθηκε σε δοκιμασία αλλαγής κατεύθυνσης ως απάντηση σε συγκεκριμένο ερέθισμα βέλος. Οι ελίτ παίκτες ήταν αισθητά καλύτεροι από τους παίκτες χαμηλότερου επιπέδου στο τεστ ευκινησίας (RAT), αλλά όχι στη δοκιμασία αλλαγής κατεύθυνσης ή στην προγραμματισμένη δοκιμασία ευκινησίας. Το εξειδικευμένο ερέθισμα- κίνητρο που παρέχεται στη δοκιμασία ευκινησίας είναι σημαντικός παράγοντας ανταπόκρισης (Young et al, 2011). Το να αντιληφθούν το ερέθισμα σύντομα και να δράσουν γρήγορα σε μέγιστη ένταση μπορεί να είναι δύσκολο για τα παιδιά. Με τη χρήση ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων, ο προπονητής μπορεί να δημιουργήσει πιο ελκυστικούς όρους και ενισχυμένα κίνητρα και έτσι να προκαλέσει τη μέγιστη προσπάθεια σε σύντομο σπριντ για νεαρούς αθλητές καθώς η παρακίνηση είναι σημαντικό μέσο βελτίωσης της απόδοσης (Pettersen & Mathisen, 2012). Ως εκ τούτου, οι προπονητές θα πρέπει να αναπτύσσουν τις σχετικές τεχνικές για επιτάχυνση, επιβράδυνση, σπριντ και αλλαγή κατεύθυνσης στο πλαίσιο της προπόνησης τεχνικής (Vescovi & McGuigan, 2008).

Παρόλο που σε κάποιες μελέτες έχει ήδη περιγραφεί η σχέση μεταξύ κάθετων και οριζόντιων αλμάτων με την ευκινησία και την ταχύτητα, τα ευρήματα είναι αντικρουόμενα και δείχνουν ότι οι σχέσεις αυτές πρέπει να ερευνηθούν περαιτέρω (Pearcey et al., 2015, Sassi et al., 2009, Shalfawi, Sabbah, Kailani, Tønnessen, & Enoksen, 2011). Οι περισσότερες μελέτες που αφορούν τη

σχέση μεταξύ αυτών των παραμέτρων απόδοσης έχουν γίνει με ενήλικες αθλητές διαφόρων αθλημάτων και όχι σε παιδιά. Η έρευνα των Pearcey και συνεργάτες (2015), όπου συμμετείχαν άνδρες ηλικίας 22.1 ± 2.5 ετών επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα των έως τώρα ερευνών, δηλαδή, πολύ μικρή συσχέτιση μεταξύ του T-test ευκινησίας, του άλματος και της ταχύτητας, ενώ ισχυρές συσχετίσεις έχουν αναφερθεί μεταξύ σπριντ και επίδοσης στο άλμα (Pearcey et al., 2015, Sassi, 2009, Shalfawi et al., 2011). Η έρευνα των Coledam, Arruda, dos-Santos, και Oliveira (2013), δείχνει ότι η επίδοση στα κάθετα και τα πολλαπλά άλματα είναι σε θέση να προβλέψει την απόδοση στην ευκινησία και την ταχύτητα 5, 10 και 25μ. Επιπλέον, οι δοκιμασίες κάθετων και πολλαπλών αλμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση και τον έλεγχο της προπόνησης παιδιών 9-10 ετών σε δραστηριότητες που απαιτούν ευκινησία και ταχύτητα (Coledam et al., 2013). Μετά από τεστ επιτόπιου άλματος και ισομετρικής έλξης, η ταχύτητα του άλματος φάνηκε να έχει τη μεγαλύτερη σχέση με την ταχύτητα σπριντ 30μ. και την ευκινησία μεταξύ αθλητών υψηλού επιπέδου διαφόρων αθλημάτων (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι φανερό ότι υπάρχει έλλειψη ερευνών οι οποίες αφορούν άτομα παιδικής ηλικίας (5 έως 11 ετών) στον αθλητισμό παρόλο που μεγάλος αριθμός παιδιών προπονούνται συστηματικά στα περισσότερα αθλήματα. Ιδιαίτερα σε κορίτσια παιδικής ηλικίας κάτω των 10 ετών δεν υπάρχουν δεδομένα. Επιπλέον, υπάρχει κενό στη βιβλιογραφία σχετικά με το πώς διαμορφώνεται η σχέση μεταξύ ευκινησίας και φυσικών ικανοτήτων μετά από προγράμματα προπόνησης. Οι ήδη υπάρχουσες έρευνες σε παιδιά μικρής ηλικίας, έχουν εξετάσει τη σχέση αυτή μόνο μετά από άμεσες μετρήσεις χωρίς προπονητική παρέμβαση.

III. ΜΕΘΟΔΟΣ

3.1 Πιλοτική μελέτη

Για τον σκοπό της εργασίας, έγινε προκαταρκτική, πιλοτική έρευνα με 12 αθλήτριες Ρυθμικής Γυμναστικής ίδιας χρονολογικής και προπονητικής ηλικίας με τις αθλήτριες οι οποίες πήραν μέρος στην κυρίως έρευνα. Εξετάστηκε η σχέση μεταξύ απόδοσης σε διάφορους τύπους αλμάτων, ευκινήσιας (ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης) και ταχύτητας τρεξίματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της απόδοσης στο άλμα από ημικάθισμα και στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5 + 5μ. ($r= 0.594$, $p < 0.05$) και μεταξύ της απόδοσης στο άλμα σε μήκος από στάση και της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 10 + 10μ. ($r= 0.608$, $p < 0,05$, αντίστοιχα). Καμία άλλη συσχέτιση δεν βρέθηκε μεταξύ της απόδοσης άλματος, της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης και της ταχύτητας σπριντ. Η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης έδειξε ότι το άλμα από ημικάθισμα ερμήνευσε το 28,9% της διακύμανσης των τιμών της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης, 5 + 5 μ. (Adjusted $R^2 = 0.289$, $F = 5.466$, $p = 0,041$) και το άλμα σε μήκος από στάση ερμήνευε το 30,7% της διακύμανσης των τιμών της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 10 + 10μ. (Adjusted $R^2 = 0.307$, $F = 5.877$, $p = 0.036$). Άρα, σε αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής προεφηβικής ηλικίας, μόνο το άλμα από ημικάθισμα και το άλμα εις μήκος από στάση, συσχετίστηκαν με την απόδοση στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης. Ωστόσο χρειάζεται περαιτέρω έρευνα, με μεγαλύτερο δείγμα και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να διευκρινιστεί κατά πόσον μακροπρόθεσμα προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης μπορούν να αλλάξουν τη σχέση μεταξύ της δύναμης και ισχύος των κάτω άκρων και διαφόρων παραμέτρων ευκινήσιας και ταχύτητας.

3.2 Κυρίως έρευνα

3.2.1 Συμμετέχουσες

Στη μελέτη συμμετείχαν 50 αθλήτριες «Γυμναστικής για Όλους» ηλικίας 7-10 ετών. Οι αθλήτριες προπονούνταν 3 φορές την εβδομάδα για μιάμιση ώρα, με συνολικό χρόνο προπόνησης 4.5 ώρες ανά εβδομάδα. Η προπονητική εμπειρία,

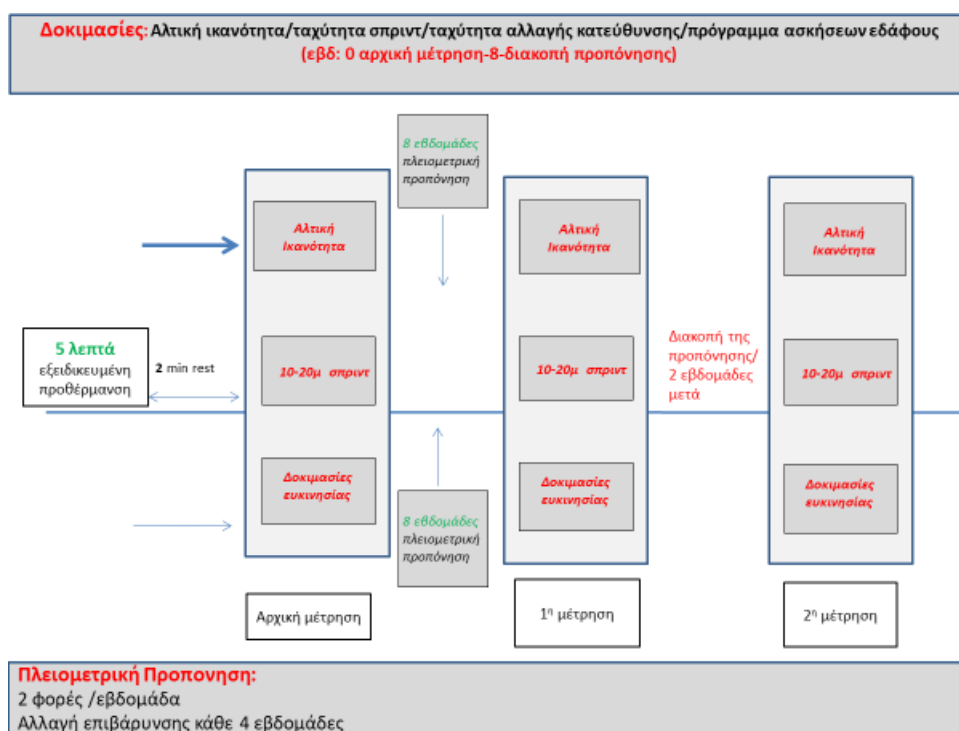
τουλάχιστον έναν χρόνο στα αγωνίσματα της γυμναστικής και σε τεχνική διαφόρων τύπων αναπηδήσεων ήταν απαραίτητη για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Επίσης, ως προϋπόθεση για τη συμμετοχή στην έρευνα τέθηκε το να είναι οι αθλήτριες υγιείς και χωρίς τραυματισμούς στα κάτω άκρα για τους τελευταίους 6 μήνες. Οι αθλήτριες αποτέλεσαν δύο εξισωμένες ομάδες, μία πειραματική ομάδα (η οποία συμμετείχε σε πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης 2 φορές ανά εβδομάδα επιπλέον της προπόνησης γυμναστικής) και μία ομάδα ελέγχου (η οποία ακολούθησε μόνο την προπόνηση γυμναστικής).

Από όλες τις αθλήτριες ζητήθηκε η γραπτή συγκατάθεση των γονέων τους. Πριν τη συμμετοχή τους στην έρευνα, οι αθλήτριες και οι γονείς τους ενημερώθηκαν πλήρως σχετικά με την διαδικασία, τη μέθοδο προπόνησης η οποία επρόκειτο να εφαρμοστεί, πιθανούς κινδύνους τους οποίους ενδέχεται να έχουν οι πειραματικές συνθήκες και το σκοπό της έρευνας (Παράρτημα 1). Επιπλέον ενημερώθηκαν για το δικαίωμα διακοπής ή αποχώρησης τους από την πειραματική διαδικασία οποιαδήποτε στιγμή το θελήσουν.

3.2.2 Πρωτόκολλο έρευνας

Οι αθλήτριες χωρίστηκαν σε δύο εξισωμένες ομάδες, μία πειραματική και μία ελέγχου. Η πειραματική ομάδα, συμμετείχε σε πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης, το οποίο πραγματοποιούνταν 2 φορές την εβδομάδα, σε μη συνεχόμενες ημέρες, για 8 εβδομάδες. Το πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης, εκτελούνταν επιπλέον της προπόνησης γυμναστικής, ενώ η ομάδα ελέγχου ακολούθησε μόνο το τυπικό πρόγραμμα προπόνησης γυμναστικής. Όλες οι αθλήτριες έλαβαν μέρος σε δοκιμασίες αξιολόγησης ευκινησίας, ταχύτητας και μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων. Οι δοκιμασίες διεξήχθησαν στο προπονητήριο σε κοινή ώρα και ημέρα στην οποία οι αθλήτριες δεν είχαν προπόνηση. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις: αρχική μέτρηση (πριν την έναρξη του προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης), τελική μέτρηση μετά το τέλος του πλειομετρικού προγράμματος προπόνησης (μετά από 8 εβδομάδες) και μια επιπλέον μέτρηση έπειτα από 2 εβδομάδες διακοπής της προπόνησης. Σχηματική αναπαράσταση του ερευνητικού πρωτοκόλλου, φαίνεται στο Σχήμα 1.

Η διαδικασία περιλάμβανε 5 λεπτά τυπική, για το άθλημα προθέρμανση, 2 λεπτά ανάπαυση και έπειτα κατά σειρά διεξήχθησαν οι δοκιμασίες αλμάτων, ταχύτητας και ευκινησίας. Μεταξύ των δοκιμασιών υπήρχε διάλειμμα 3 λεπτών και 30 δευτερολέπτων μεταξύ των προσπαθειών. Οι αθλήτριες χωρίστηκαν σε ομάδες των δέκα ατόμων με τυχαία σειρά για την ομαλότερη διεξαγωγή της διαδικασίας (Σχήμα 3.1).



Εικόνα 3.1 - Σχηματική αναπαράσταση του ερευνητικού πρωτοκόλλου

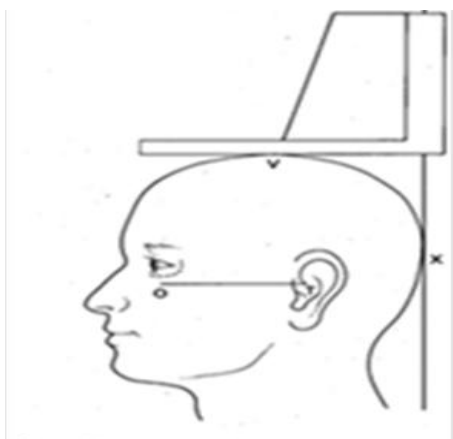
3.2.3 Εξοικείωση

Σε ξεχωριστή συνεδρία πριν από την έναρξη των δοκιμασιών πραγματοποιήθηκε εξοικείωση των αθλητριών με τα όργανα μέτρησης και τις διαδικασίες μέτρησης, καθώς επίσης έγινε και η μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των αθλητριών.

3.3 Μετρήσεις- Όργανα μέτρησης

3.3.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Όλες οι δοκιμασίες, συμπεριλαμβανομένης και της αξιολόγησης των σωματομετρικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν στο προπονητήριο των αθλητριών. Έγινε μέτρηση σωματική μάζας, αναστήματος και υπολογισμός του αναστήματος από καθιστή θέση και του μήκους σκελών. Η μάζα του σώματος μετρήθηκε στο πλησιέστερο δέκατο του κιλού με τον ζυγομετρητή Seca 710 (Hamburg, Germany) (εικ.3.1). Η αθλήτρια (χωρίς παπούτσια και με ελαφρύ ρουχισμό) στάθηκε στο κέντρο του ζυγομετρητή και ο εξεταστής κατέγραψε την τιμή του βάρους της. Το ανάστημα μετρήθηκε με ακρίβεια 0.5 χιλ. χρησιμοποιώντας το αναστημόμετρο Seca 208 (Hamburg, Germany).



Εικόνα 3.2 - Μέτρηση αναστήματος σύμφωνα με το σημείο Frankford

Πιο συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό του αναστήματος, η αθλήτρια, χωρίς παπούτσια στάθηκε μπροστά στο αναστημόμετρο, με την πλάτη και τις φτέρνες ενωμένες, να ακουμπάνε στο αναστημόμετρο ενώ το κεφάλι της ήταν τοποθετημένο στο οριζόντιο επίπεδο Frankfort (το πάνω μέρος του ανοίγματος του αυτιού και το κατώτερο όριο της κόγχης του ματιού σε οριζόντια γραμμή) (Mirwald, 2002) (εικόνα 3.2). Ο εξεταστής κατέβασε το μετρητή μέχρι την κορυφή του κεφαλιού, και αφού πρώτα η

αθλήτρια τέντωσε το σώμα της, εισέπνευσε και κράτησε την αναπνοή της, κατέγραψε στη συνέχεια την τιμή του ύψους της.

Ο δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI) υπολογίστηκε με βάση τον τύπο: Σωματικό βάρος (kg)/σωματικό ύψος²(m²). Το σωματικό βάρος υπολογίστηκε στο πλησιέστερο 0.1 κιλό.



Εικόνα 3.3 - Μετρηση αναστήματος από καθιστή θέση

Το ανάστημα από καθιστή θέση (Sitting height) μετρήθηκε από την κορυφή κρανιακού θόλου, μέχρι το επίπεδο της έδρας του καθίσματος. Η αθλήτρια κάθισε πάνω σε ένα σκαμνί ύψους 50 εκατοστών, το οποίο ήταν τοποθετημένο μπροστά από την κατακόρυφη επιφάνεια ενός τοίχου και έπρεπε να κρατά το κεφάλι της στο οριζόντιο επίπεδο σύμφωνα με τις οδηγίες Frankfort. Τα ισχία και οι ωμοπλάτες έπρεπε να εφάπτονται στην κατακόρυφη επιφάνεια του τοίχου και τα γόνατα να είναι σταθερά στις 90°. Η τιμή του αναστήματος από καθιστή θέση καθορίστηκε με μετροταινία (εικ. 3.3).

Ο εξοπλισμός, με τα απαραίτητα πρωτόκολλα μεταφέρθηκαν στο προπονητήριο και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από εκπαιδευμένους ερευνητές. Όλες οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις έγιναν δύο φορές και καταγράφηκε ο μέσος όρος των τιμών για περαιτέρω έρευνα. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην αρχή και στο τέλος της έρευνας ώστε να προσδιοριστούν οι αλλαγές στην ανάπτυξη των συμμετεχόντων.

γ



Εικόνα 3.4 - Όργανα μέτρησης: ζυγομετρητή Seca 710 (Hamburg, Germany) για την αξιολόγηση βάρους, αναστημόμετρο Seca 208 (Hamburg, Germany) για την αξιολόγηση του αναστήματος, και μετροταινία για την αξιολόγηση του καθιστού αναστήματος.

3.3.2 Υπολογισμός χρονικής απόστασης από την ηλικία ταχείας ανάπτυξης του αναστήματος – (maturity offset)

Επιπλέον υπολογίστηκε η χρονική απόσταση από την ηλικία ταχείας ανάπτυξης του αναστήματος (*maturity offset*) για κάθε αθλήτρια σύμφωνα με τη μέθοδο που προτείνεται από τον Mirwald (2002).

Αρχικά έγινε υπολογισμός της δεκαδικής ηλικίας, σχετικά με την ακριβή ημερομηνία της μέτρησης και την ημερομηνία γεννήσεως της αθλήτριας, με τη χρήση του πίνακα στην Εικόνα 3.4.

Έπειτα υπολογίστηκε η χρονική απόσταση από την ηλικία ταχείας ανάπτυξης του αναστήματος (*maturity offset*) σύμφωνα με τον τύπο:

$$-9.376 + 0.0001882 * \text{Μήκος ποδιού} * \text{Καθιστό ύψος} + 0.0022 * \text{Ηλικία} * \text{Μήκος ποδιού} + 0.005841 * \text{Ηλικία} * \text{Καθιστό ύψος} - 0.002658 * \text{Ηλικία} * \text{Βάρος} + 0.07693 * \text{Βάρος} / \text{Υψος}$$

Ακολούθως έγινε και ο υπολογισμός της ηλικίας μέγιστης ταχύτητας αύξησης αναστήματος (Peak Hight Velocity) με τη χρήση του τύπου:

$$\text{Ηλικία Μέγιστης Ταχύτητας Αύξησης Αναστήματος} = \text{Χρονική Απόσταση από την Ηλικία Ταχείας Ανάπτυξης του Αναστήματος} - \text{Χρονολογική Ηλικία}$$

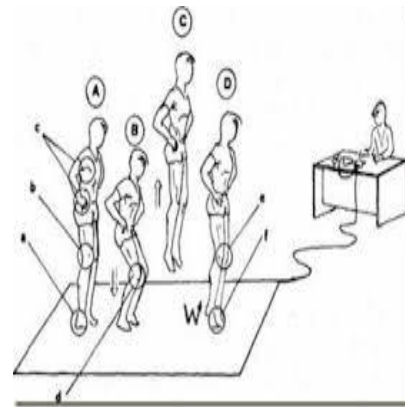
TABLE OF DECIMALS OF YEAR												
	1 JAN.	2 FEB.	3 MAR.	4 APR.	5 MAY	6 JUNE	7 JULY	8 AUG.	9 SEPT.	10 OCT.	11 NOV.	12 DEC.
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077		238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079		241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082		244		411		578	663		830		997

Εικόνα 3.5 - Υπολογισμός δεκαδικής ηλικίας

3.3.3 Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος

Η μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων υπολογίστηκε με διάφορους τύπους αλμάτων. Οι αθλήτριες πραγματοποίησαν δύο επαναλήψεις κάθετων αλμάτων με την ακόλουθη σειρά:

1. Δύο κατακόρυφα άλματα με προδιάταση από τα δυο σκέλη, με τα χέρια στη μεσολαβή (counter movement jump, CMJ). Αρχικά, οι αθλήτριες στάθηκαν σε όρθια θέση. Μόλις δόθηκε το σήμα από τον ερευνητή, εκτέλεσαν κάμψη των κάτω άκρων περίπου στις 90° και με ελαφρά κλίση του κορμού μπροστά, πήραν την απαιτούμενη φόρα και προσπάθησαν ωθώντας να ανυψωθούν γρήγορα και με όλη τους τη δύναμη κατακόρυφα προς τα πάνω. Η προσγείωση έγινε ταυτόχρονα με τα δύο σκέλη ελαφρώς λυγισμένα



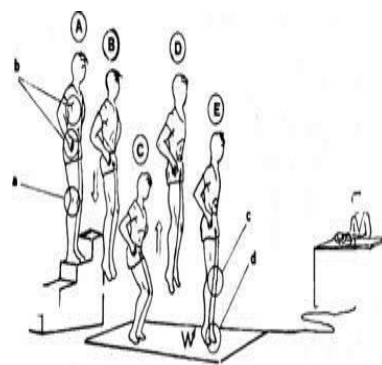
Εικόνα 3.6 - Αξιολόγηση κατακόρυφου άλματος με προδιάταση, CMJ

(εικόνα 3.6). Σκοπός ήταν οι αθλήτριες να προσγειωθούν στο σημείο από το οποίο απογειώθηκαν. Τα σκέλη κατά τη φάση πτήσης έπρεπε να μένουν τεντωμένα μέχρι την προσγείωση για να μην επηρεαστεί η μέτρηση. Τα χέρια της αθλήτριας κατά τη διάρκεια της μέτρησης έπρεπε να βρίσκονται ακινητοποιημένα στη μεσολαβή (Linthorne, 2001).

2. Δύο κατακόρυφα άλματα με προδιάταση από το ένα σκέλος με τα χέρια στη μεσολαβή (one-leg counter movement jump, CMJ). Η κάθε αθλήτρια εκτέλεσε δύο άλματα με το δεξί και δύο με το αριστερό σκέλος. Στο κατακόρυφο άλμα με το δεξί σκέλος η αθλήτρια στάθηκε πάνω στον τάπητα μέτρησης σε όρθια θέση. Μόλις δόθηκε το σήμα από τον ερευνητή, λύγισε το δεξί σκέλος περίπου 90° και με μία κλίση του κορμού μπροστά και με την απαιτούμενη φόρα, παρήγαγε την απαιτούμενη δύναμη ώστε να ανυψωθεί γρήγορα και με όλη της τη δύναμη κατακόρυφα προς τα πάνω. Η προσγείωση έγινε στο ένα σκέλος ενώ σε όλη τη διάρκεια του άλματος δεν έπρεπε να λυγίσει το σκέλος στήριξης για να μην αλλοιωθεί το αποτέλεσμα. Επιπλέον κατά την φάση της προσγείωσης η αθλήτρια δεν έπρεπε να χάσει την ισορροπία της. Τα χέρια κατά την συνολική

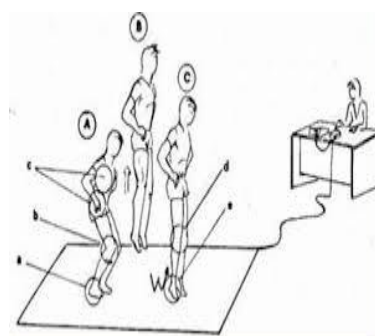
διάρκεια της μέτρησης έπρεπε να βρίσκονται ακινητοποιημένα στη μεσολαβή. Ομοίως και με το αριστερό σκέλος.

3. Δύο άλματα πτώσης (Drop Jump, DJ) από ύψος 20 εκ. Η αθλήτρια στάθηκε με τα δύο σκέλη σε ένα πάγκο ύψους 20 εκ. Όταν δόθηκε το σήμα από τον ερευνητή πρόβαλλε το προτιμώμενο σκέλος και προσγειώθηκε με τα δύο πόδια στον τάπητα μετρήσεων πραγματοποιώντας αμέσως μια αναπήδηση όσο το δυνατόν ψηλότερα. Όλες οι αθλήτριες έλαβαν την οδηγία να εκτελέσουν το άλμα τους στο μέγιστο δυνατό ύψος με τον μικρότερο δυνατό χρόνο επαφής με το έδαφος (Εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.7 - Αξιολόγηση άλματος πτώσης

4. Δυο επιτόπια άλματα από ημικάθισμα με τα χέρια στη μεσολαβή (Squat Jump, SJ). Η αθλήτρια έπρεπε να κάμψει τα γόνατα στις 90° (θέση ημικαθίσματος) παραμένοντας για 3 δευτερόλεπτα και να εκτελέσει το άλμα διατηρώντας τα χέρια στη μεσολαβή καθ' όλη τη διάρκεια του άλματος (Squat Jump, SJ).

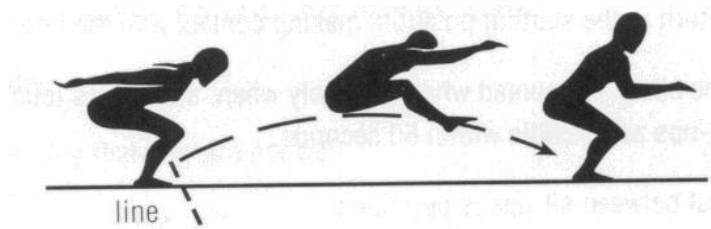


Εικόνα 3.8 - Αξιολόγηση επιτόπιου άλματος από ημικάθισμα

Η προσγείωση έπρεπε να γίνει στο σημείο απογείωσης και με τα πόδια λυγισμένα περίπου στις 90° (Εικόνα 3.8).

Για τη μέτρηση των παραπάνω αλμάτων χρησιμοποιήθηκε ο τάπητας Bosco, Boscossystem® Chronojump.

5. Δύο άλματα σε μήκος από στάση με αιώρηση των χεριών. (standing long jump, SLJ). Για κάθε προσπάθεια, η αθλήτρια αφού έλαβε τις απαραίτητες οδηγίες, στάθηκε στο προκαθορισμένο σημείο εκκίνησης. Σκοπός ήταν να κάνει άλμα σε μήκος με αιώρηση χεριών και να προσγειωθεί όσο το δυνατόν πιο μακριά. Μετρήθηκε η απόσταση από το σημείο εκκίνησης έως το τελευταίο σημείο προσγείωσης (το σημείο επαφής της φτέρνας με το έδαφος) (Εικόνα 3.9)



Εικόνα 3.9 -Αξιολόγηση άλματος εις μήκος

Σε όλα τα άλματα πραγματοποιήθηκαν δυο προσπάθειες και χρησιμοποιήθηκε η καλύτερη για περαιτέρω ανάλυση. Σύμφωνα με τους Bosco και συνεργάτες (2002), αυτά τα είδη αλμάτων αποτελούν έναν αξιόπιστο τρόπο αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων. Ο χρόνος επαφής των σκελών στο έδαφος και το ύψος της πτήσης μετρήθηκαν με τον τάπητα Chronojump, Boscossystem® (εικ. 3.9).

Για επιπλέον διερεύνηση της απόδοσης της μυϊκής ισχύος των αθλητριών υπολογίστηκε ο δείκτης δύναμης αντίδρασης (Reactive Strength Index, RSI) από τις καλύτερες προσπάθειες στο άλμα πτώσης (DJ) σύμφωνα με τον τύπο των Flanagan και Comyns (2008) που ακολουθεί:

$$\text{Δείκτης Δύναμης Αντίδρασης} = (\text{Ύψος Άλματος} / \text{Χρόνος Επαφής με το Έδαφος})$$

Ο δείκτης αυτός ισοδυναμεί με το λόγο του ύψους στο άλμα πτώσης και του χρόνου επαφής με το έδαφος και αντιπροσωπεύει την ικανότητα ενός ατόμου να αλλάξει γρήγορα τον τύπο σύσπασης των μυών από έκκεντρη σε σύγκεντρη (Flanagan, Ebben, & Jensen, 2008, Lloyd et al., 2012).

Επιπλέον, υπολογίστηκε ο λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης (Eccentric Utilization Ratio) ο οποίος έχει προταθεί ως ένας χρήσιμος δείκτης της απόδοσης ισχύος με βάση τη βιβλιογραφία (McGuigan, Doyle, Newton, Edwards, Nimphius, & Newton, 2006). Ο δείκτης αυτός περιγράφει τη σχέση μεταξύ επιδόσεων κατακόρυφου άλματος με προδιάταση (CMJ) και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (SJ) με τη χρήση του τύπου:

$$\text{Έκκεντρη Δύναμη} = (\text{Ύψος Επιτόπιου Άλματος Με Προδιάταση} / \text{Ύψος Άλματος από Ημικάθισμα})$$

3.3.4 Αξιολόγηση ταχύτητας

Για την αξιολόγηση της γραμμικής ταχύτητας διεξήχθησαν οι δοκιμασίες 10μ. ταχύτητας σπριντ και 20μ. ταχύτητας σπριντ .

Στην δοκιμασία 10μ. ταχύτητας σπριντ, σκοπός ήταν οι αθλήτριες να καλύψουν την απόσταση στο μικρότερο δυνατό χρόνο. Η αθλήτρια στάθηκε στο σημείο εκκίνησης (X) και μόλις δόθηκε το σήμα από τον ερευνητή, ξεκίνησε το τρέξιμο. Η χρονομέτρηση ξεκίνησε τη στιγμή που η αθλήτρια έφυγε από το σημείο εκκίνησης και τελείωσε όταν κάποιο μέλος το σώματος της αθλήτριας, πέρασε από το σημείο τερματισμού. Ομοίως και στην δοκιμασία 20μ. ταχύτητας σπριντ η αθλήτρια ξεκίνησε από ένα σταθερό σημείο (X) με σκοπό να καλύψει την απόσταση των 20μ. στον μικρότερο χρόνο. Η χρονομέτρηση ξεκίνησε τη στιγμή που η αθλήτρια έφυγε από το σημείο εκκίνησης και τελείωσε όταν ένα μέλος το σώματος πέρασε από το σημείο τερματισμού. Κάθε αθλήτρια πραγματοποίησε δύο προσπάθειες σε κάθε δοκιμασία, με διάλειμμα για ανάπαυση 30 δευτερόλεπτα. μεταξύ των προσπαθειών. Η καλύτερη προσπάθεια χρησιμοποιήθηκε για περεταίρω ανάλυση.

3.3.5 Αξιολόγηση ευκινησίας

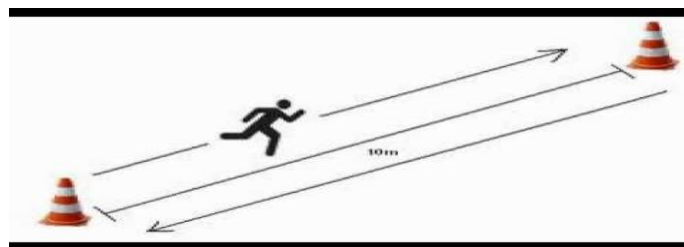
Για την αξιολόγηση της ευκινησίας διεξήχθησαν οι δοκιμασίες: παλίνδρομο τρέξιμο 5+5μ, με 180° στροφή (Εικόνα 9), και παλίνδρομο τρέξιμο 10+10μ., με 180° στροφή (Εικόνα 10). Η δοκιμασία 5+5μ. ταχύτητα με 180ο στροφή αποτελούνταν από τρέξιμο 5μ, 180° στροφή και τρέξιμο 5μ προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η αθλήτρια στάθηκε σε ένα σταθερό σημείο (X) με το προτιμώμενο σκέλος εμπρός (θέση εκκίνησης) και μόλις δόθηκε το σύνθημα, έπρεπε να τρέξει γρήγορα διανύοντας 5μ., ως το δεύτερο σημείο (X), και έπειτα, αφού αλλάξει κατεύθυνση πραγματοποιώντας στροφή 180° να διανύσει ακόμη 5μ. και τερματίσει εκεί όπου ξεκίνησε. Η χρονομέτρηση ξεκίνησε τη στιγμή που η αθλήτρια σήκωσε το σκέλος της για να φύγει από την αρχική θέση και σταμάτησε όταν ένα σημείο του κορμού της πέρασε το σημείο τερματισμού. Ο χρόνος υπολογίστηκε με χρονόμετρο (Ultrak 250 Stopwatch Chronometer) (εικ. 3.10), στο πλησιέστερο εκατοστό του δευτερολέπτου.



Εικόνα 3.10 - Δοκιμασία ευκινησίας, παλίνδρομο τρέξιμο (5+5)

Ομοίως εκτελέστηκε και η δοκιμασία για το παλίνδρομο τρέξιμο 10+10μ. Η αθλήτρια στάθηκε στο σημείο (X) με το προτιμώμενο σκέλος εμπρός και μόλις δόθηκε το σύνθημα, έπρεπε γρήγορα να διανύσει 10μ., ως το δεύτερο σημείο (X), και έπειτα, αφού αλλάξει κατεύθυνση πραγματοποιώντας στροφή 180° να διανύσει ακόμη 10μ. και να τερματίσει στο σημείο από όπου ξεκίνησε. Η χρονομέτρηση ξεκίνησε τη στιγμή που η αθλήτρια σήκωσε το σκέλος της για να φύγει από την αρχική θέση και σταμάτησε όταν κάποιο σημείο του κορμού της πέρασε το σημείο τερματισμού. Ο χρόνος υπολογίστηκε με χρονόμετρο (Ultrak 250 Stopwatch Chronometer) (Εικόνα 3.11), στο πλησιέστερο εκατοστό του δευτερολέπτου.

Εκτελέστηκαν δυο προσπάθειες για κάθε δοκιμασία και σημειώθηκε η καλύτερη προσπάθεια. Μεταξύ των προσπαθειών υπήρξε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων για κάθε αθλήτρια.

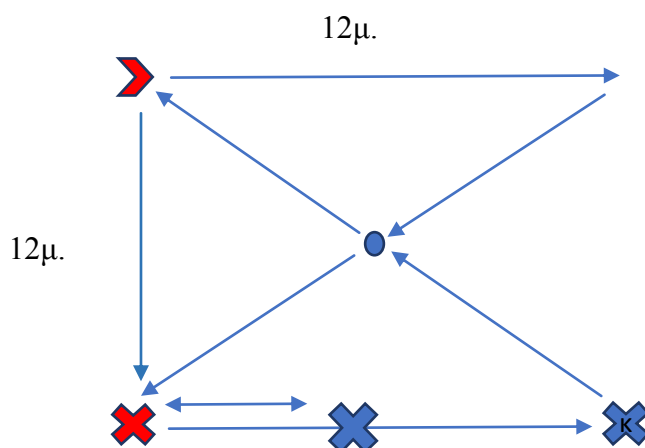


Εικόνα 3.11 - Δοκιμασία ευκινησίας, παλίνδρομο τρέξιμο (10+10μ)

Επιπλέον, διεξήχθη δοκιμασία ευκινησίας σε πρόγραμμα γυμναστικών ασκήσεων ενόργανης γυμναστικής αναπτυξιακά κατάλληλο για αυτήν την ηλικία. Αξιολογήθηκε η τεχνική της εκτέλεσης των ασκήσεων και έγινε χρονομέτρηση της συνολικής διάρκειας της δοκιμασίας. Σκοπός ήταν η ολοκλήρωση της

δοκιμασίας στο συντομότερο δυνατό χρόνο και με την καλύτερη τεχνική εκτέλεσης των ασκήσεων.

Οι ασκήσεις εκτελέστηκαν σε τάπητα γυμναστικής διαστάσεων 12μ. x 12μ., (Σχήμα 2). Συγκεκριμένα η δοκιμασία περιλάμβανε κατά σειρά: μετακίνηση σε θέση «λαγουδάκι», συνεχόμενες αναπηδήσεις προς τα εμπρός από ημικάθισμα, μισή στροφή με αναπήδηση, συνεχόμενες αναπηδήσεις προς τα πίσω από ημικάθισμα, κυβίστηση με αναπήδηση, γέφυρα, ρολάρισμα του σώματος στο έδαφος σε θέση συσπείρωσης (x 2 επαναλήψεις), τροχός με τρέξιμο (x 2 επαναλήψεις), «σασέ» άλμα (x 2 επαναλήψεις), μετακίνηση με πλάγια βήματα. Η αθλήτρια στάθηκε στο σημείο εκκίνησης, και μόλις δόθηκε το σήμα από τον χρονομέτρη η δοκιμασία ξεκίνησε. Παράλληλα, όταν η αθλήτρια πραγματοποιήσει την πρώτη της κίνηση, ξεκίνησε η αξιολόγηση. Η χρονομέτρηση τελείωσε όταν η αθλήτρια ολοκλήρωσε τις ασκήσεις και πέρασε από το σημείο τερματισμού. Δύο έμπειροι κριτές βαθμολόγησαν την τεχνική των ασκήσεων με βάση τον Κώδικα Βαθμολογίας της Ενόργανης Γυμναστικής (W.A.G, Code of Points, 2012-16).



Εικόνα 3.12 - Σχηματική απεικόνιση της δοκιμασίας ευκινησίας, γυμναστικών ασκήσεων

3.3.6 Όργανα μέτρησης

Όλες οι δοκιμασίες ταχύτητας σπριντ , ευκινησίας και ταχύτητας εκτέλεσης στο πρόγραμμα γυμναστικών ασκήσεων αξιολογήθηκαν με χρονομετρητή. Για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος (κατακόρυφα άλματα με προδιάταση από τα δυο και το ένα σκέλος, άλματα πτώσης, επιτόπια άλματα από ημικάθισμα χρησιμοποιήθηκε ο τάπητας *Boscossystem® Chronojump*. και μετροταινία για το άλμα σε μήκος από στάση . Τα όργανα μέτρησης φαίνονται στην Εικόνα 3.12.



Εικόνα 3.13 - Όργανα Μέτρησης δοκιμασιών: Χρονομετρητής - *Boscossystem® Chronojump*. Μετροταινία

3.4 Πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης

Η πειραματική ομάδα εκτέλεσε πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας 8 εβδομάδων, για 2 φορές την εβδομάδα σε μη συνεχόμενες ημέρες. Το πρόγραμμα περιλάμβανε 6 ασκήσεις x 2 σετ, το οποίο διαφοροποιήθηκε μετά τις πρώτες τέσσερις εβδομάδες. Ανάμεσα σε κάθε άσκηση υπήρχε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων. Μεταξύ των σετ υπήρχε διάλειμμα 1 λεπτού. Το πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη βασίστηκε σε ευρήματα από προηγούμενες έρευνες, καθώς και παρατηρήσεις από καταξιωμένους επαγγελματίες προπονητές. Το περιεχόμενο παρουσιάζεται παρακάτω στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 - Πρόγραμμα Πλειομετρικής Προπόνησης

Εβδομάδες: 1-4	Εβδομάδες: 4-8
(2 X 90 αναπηδήσεις)	(2 X 105 αναπηδήσεις)
Από όρθια θέση με την πλάτη σε στρώμα ύψους 10 εκ. βαθύ κάθισμα, ρολάρισμα του σώματος πίσω (με 2 σκέλη), ρολάρισμα εμπρός και επαναφορά σε όρθια θέση (x10 επαναλήψεις)	Από όρθια θέση με την πλάτη σε στρώμα ύψους 10 εκ. βαθύ κάθισμα, ρολάρισμα του σώματος πίσω (με 2 σκέλη), ρολάρισμα εμπρός, επαναφορά σε όρθια θέση και αναπήδηση (x15 επαναλήψεις)
Επιτόπια άλματα (με 2 σκέλη) (x30 επαναλήψεις)	Επιτόπια άλματα (με 1 σκέλος) (x20 επαναλήψεις το δεξί σκέλος και x20 επαναλήψεις το αριστερό σκέλος)
Ημιγυμναστική στο 1 σκέλος, το ελεύθερο σκέλος σε έκταση πίσω και ανόρθωση (6 επαναλήψεις το κάθε σκέλος)	Ημιγυμναστική στο 1 σκέλος, το ελεύθερο σκέλος σε έκταση πίσω και ακροστασία (x10 επαναλήψεις το κάθε σκέλος)
Άλματα πτώσης από ύψος 20εκ. και υπερπήδηση εμποδίου ύψους 20 εκ. (με 2 σκέλη) (x6 επαναλήψεις)	Άλματα πτώσης από ύψος 20εκ. και υπερπήδηση εμποδίου ύψους 20 εκ. (με 2 σκέλη) (x8 επαναλήψεις)
Άλματα σε ύψος 20εκ. και επαναφορά στην αρχική θέση με ένα-ένα σκέλος (x12 επαναλήψεις)	Άλματα σε ύψος 30εκ. και επαναφορά στην αρχική θέση με ένα-ένα σκέλος (x12 επαναλήψεις)
Πλάγιες αναπηδήσεις ζιγκ-ζαγκ με τα δύο σκέλη (x20 επαναλήψεις)	Πλάγιες αναπηδήσεις ζιγκ-ζαγκ με τα δυο σκέλη από ημικάθισμα (x10 επαναλήψεις)

3. 5 Στατιστική ανάλυση

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS (IBM SPSS Statistics Version 23.0). Η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων ελέγχθηκε με τη δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν δείκτες περιγραφικής στατιστικής (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις) για όλες τις υπό εξέταση μεταβλητές. Στις αρχικές μετρήσεις, ο συντελεστής συσχέτισης Pearson (r) εξέτασε τις γραμμικές συσχετίσεις μεταξύ των επιλεγμένων μεταβλητών. Επιπλέον, έγιναν αναλύσεις πολλαπλής παλινδρόμησης για να διερευνηθεί το ποσοστό ερμηνείας της διακύμανσης των τιμών απόδοσης στην αλλαγή κατεύθυνσης και στην ικανότητα σπριντ, από τους υπό εξέταση τύπους αλμάτων.

Η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην απόδοση σε όλους τους τύπους αλμάτων, στην ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης και στην ικανότητα σπριντ εξετάστηκε χρησιμοποιώντας ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε δύο παράγοντες (πριν-μετά μέτρηση x ομάδα) και το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey HSD. Για το πρόγραμμα ασκήσεων εδάφους έγινε ανάλυση συνδιακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε δύο παράγοντες (πριν-μετά μέτρηση x ομάδα) χρησιμοποιώντας ως συμμεταβλητή την μεταξύ των ομάδων διαφορά στην αρχική βαθμολογία των προγραμμάτων. Το μέγεθος αποτελέσματος για την ANOVA προσδιορίστηκε με η^2 (μικρό: 0.01 έως 0.059, μέτριο: 0.06 έως 0.137, μεγάλο >0.138). Για τα ζεύγη συγκρίσεων, το μέγεθος αποτελέσματος προσδιορίστηκε επιπλέον και από τον δείκτη Cohen's d (όχι σημαντικό: 0-0.19, μικρό: 0.20-0.49, μέτριο: 0.50-0.79 και μεγάλο: >0.80) (Cohen, 1992). Επιπλέον, ελέγχθηκε για κάθε μεταβλητή ο δείκτης σταθερού σφάλματος μέτρησης (Standard Error of Measurement, SEM) και ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of variance, CV) (Weir, 2005). Ως δείκτης αξιοπιστίας εξέτασης-επανεξέτασης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης (Intra-Class Correlation Coefficient- ICC) για όλες τις μεταβλητές που εξετάστηκαν σε αυτήν τη μελέτη και για την μεταξύ κριτών αξιοπιστία (Hopkins, Marshall, Batterman, & Hanin, 2009).

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Τα χαρακτηριστικά των αθλητριών φαίνονται στον Πίνακα 4.1. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου κατά την αρχική μέτρηση (Πίνακας 4.1). Μετά από οκτώ εβδομάδες προπόνησης και δύο εβδομάδες διακπής της προπόνησης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές σε σχέση με τις αρχικές μετρήσεις σε κανένα από τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν ($p>0.05$).

Πίνακας 4.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά (μέσοι όροι + τυπικές αποκλίσεις)

	Πειραματική ομάδα (N=33)	Ομάδα ελέγχου (N=17)	t (48)	P
Ηλικία (έτη)	8.1 ± 0.7	7.9 ± 0.8	0.978	0.333
Προπονητική ηλικία (έτη)	2.5 ± 0.6	2.3 ± 0.5	1.154	0.140
Ανάστημα (cm.)	129.3 ± 6.1	129.8 ± 7.6	-0.217	0.829
Σωματική μάζα (Kg)	28.7 ± 5.8	27.5 ± 6.0	0.720	0.475
Μήκος σκέλους (cm)	60.1 ± 4.1	61.2 ± 4.7	-0.813	0.420
Χρονική απόσταση από τη μέγιστη ταχύτητα αύξησης αναστήματος (έτη)	-3.1 ± 0.4	-3.3 ± 0.5	1.362	0.180
Δείκτης μάζας σώματος	17.1 ± 2.5	16.2 ± 2.0	1.317	0.194

4.2 Αποτελέσματα αρχικής μέτρησης

Οι τιμές της αρχικής μέτρησης (μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις) στη μυϊκή ισχύ κάτω άκρων, στην ταχύτητα σπριντ και στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης των αθλητριών, μεταξύ των δύο ομάδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2

Πίνακας 4.2. Μέσοι Όροι (\pm τυπικές αποκλίσεις) των μεταβλητών που εξετάστηκαν στις δύο ομάδες

	Πειραματική Ομάδα (n=33)	Ομάδα Ελέγχου (n=17)	t (48)	P
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση χωρίς αιώρηση χειρών (cm)	18.1 \pm 3.1	16.9 \pm 4.5	1.044	0.302
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση -δεξί σκέλος (cm.)	7.8 \pm 2.3	7.5 \pm 2.6	0.463	0.646
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση -αριστερό σκέλος (cm.)	7.2 \pm 2.2	6.7 \pm 2.6	0.784	0.437
Άλμα πτώσης (20εκ.) (cm.)	15.2 \pm 3.9	13.9 \pm 4.2	1.143	0.259
Χρόνος επαφής με το έδαφος (ms)	305.6 \pm 77.0	275.857.0	1.408	0.166
Άλμα από ημικάθισμα (cm)	17.2 \pm 3.4	16.3 \pm 4.0	0.856	0.396
Άλμα σε μήκος από στάση (cm)	112.5 \pm 14.3	107.3 \pm 17.9	1.096	0.278
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5 (sec.)	3.7 \pm 0.3	3.8 \pm 0.3	-0.380	0.705
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10 (sec.)	5.8 \pm 0.3	5.9 \pm 0.4	-0.443	0.660
20μ. σπριντ (sec.)	4.8 \pm 0.5	4.7 \pm 0.4	0.495	0.623
10μ. σπριντ (sec.)	2.8 \pm 0.2	2.7 \pm 0.2	0.341	0.735
Δείκτης δύναμης Αντίδρασης	0.54 \pm 0.21	0.51 \pm 0.19	0.326	0.746
Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης	1.06 \pm 0.14	1.04 \pm 0.16	0.287	0.775
Βαθμολογία ασκήσεις εδάφους (1εως10)	6.21 \pm 0.80	4.71 \pm 1.82	4.090	0.000

Κατά την αρχική μέτρηση, βρέθηκαν μικρές έως μέτριες συσχετίσεις μεταξύ των τιμών των επιδόσεων στους διαφορετικούς τύπους αλμάτων και των επιδόσεων στις δοκιμασίες αλλαγής κατεύθυνσης και της ταχύτητας σπριντ για όλες τις αθλήτριες (Πίνακας 4.3). Οι επιμέρους αναλύσεις συσχέτισης για τις δύο ομάδες, κατά την αρχική μέτρηση, για την πειραματική και την ομάδα ελέγχου, φαίνονται στους Πίνακες 4.4 και 4.5 αντίστοιχα.

Πίνακας 4.3 Συσχέτιση μεταξύ των τιμών αρχικής μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών και για τις δυο ομάδες (n=50)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																				
2	.489**																			
3	-.265	-.050																		
4	-.348*	-.089	.765**																	
5	.606**	.418**	-.427**	-.415**																
6	.605**	.382**	-.580**	-.410**	.788**															
7	.600**	.519**	-.451**	-.378**	.636**	.775**														
8	.458**	.350*	-.327*	-.371**	.564**	.615**	.531**													
9	.045	.150	.144	.203	-.137	-.052	.078	-.087												
10	.528**	.415**	-.431**	-.304*	.792**	.802**	.739**	.613**	.005											
11	.385**	.339*	-.066	-.076	.377**	.273	.	.307*	.127	.371**										
12	.771**	0.349*	-.273*	-.261	.607**	.633**	.571**	.512**	-.058	.524**	.309*									
13	-.355*	-.318*	.063	.120	-.431**	-.382**	-.391**	-.389**	.005	-.333*	-.206	-.395**								
14	-.347*	-.369**	.099	.059	-.372**	-.300*	-.252	-.432**	.064	-.321*	-.442**	-.334*	.489**							
15	-.106	-.323*	.006	.061	-.363**	-.278	-.357*	-.480**	.137	-.413**	-.207	-.166	.167	.432**						
16	-.302*	-.303*	.200	.254	-.360*	-.414**	-.426**	-.538**	.083	-.380**	-.336*	-.309*	.521**	.622**	.450**					
17	.333*	.229	-.300*	-.383**	.458**	.459**	.335*	.763**	-.641**	.430**	.096	.447**	-.261	-.333*	-.408**	-.409**				
18	.092	-.057	.036	-.164	.242	-.089	-.232	-.120	-.241	-.387**	-.088	.094	-.111	-.017	.117	.093	.029			
19	-.125	-.004	.887**	.390**	-.326*	-.540**	-.399**	-.203	.060	-.405**	-.035	-.204	.018	.098	-.026	.121	-.162	.165		
20	-.037	.370**	.786**	.724**	-.173	-.248	-.104	-.068	.157	-.152	.038	-.041	-.046	-.118	-.271	.116	-.109	-.056	.611**	

** p < 0.001, * p < 0.05

Πίνακας 4.4. Συσχέτιση μεταξύ των τιμών αρχικής μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την πειραματική ομάδα (n=33)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																				
2	.446**																			
3	-.295	-.093																		
4	-.266	-.143	.35**																	
5	.509**	.390*	-.425*	-.338																
6	.613**	.420*	-.640**	-.358*	.770**															
7	.548**	.463**	-.526**	-.373*	.480**	.720**														
8	.395*	.242	-.502**	-.560**	.550**	.618**	.545**													
9	-.017	.170	.132	.254	-.281	-.060	.122	-.290												
10	.502**	.312	-.519**	-.347*	.769**	.803**	.637**	.588**	-.075											
11	.371*	.199	.112	-.090	.139	.107	.139	.060	-.036	.200										
12	.285	.234	-.444**	-.245	.658**	.557**	.339	.344*	-.331	.533**	.079									
13	-.276	-.338	-.045	-.014	-.363*	-.326	-.399*	-.305	.020	-.357*	-.055	-.290								
14	-.364*	-.216	.124	.011	-.308	-.268	-.147	-.360*	.092	-.292	-.349*	-.297	.402*							
15	-.196	-.222	.066	.170	-.367*	-.270	-.304	-.508**	.211	-.350*	.012	-.188	.121	.360*						
16	-.324	-.278	.210	.279	-.204	-.320	-.322	-.518**	.255	-.261	-.129	-.250	.445**	.654**	.420*					
17	-.064	.006	.246	.068	.177	-.201	-.338	-.166	-.285	.480**	-.188	.041	.064	.034	.026	.125				
18	.228	.113	-.412*	-.546**	.479**	.396*	.273	.790**	-.748**	.414*	.012	.440*	-.172	-.240	-.455**	-.493**	.023			
19	-.204	-.026	.891**	.357*	-.366*	-.634**	-.492**	-.331	.018	-.487**	-.079	-.460**	-.034	.163	.000	.113	.296	-.230		
20	-.065	.308	.747**	.696**	-.152	-.248	-.147	-.265	.183	-.279	-.107	-.241	-.180	-.017	-.202	.123	.189	-.308	.563**	

** p < 0.01, * p < 0.05

Πίνακας 4.5 Συσχέτιση μεταξύ των τιμών αρχικής μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την ομάδα ελέγχου (n=17)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																				
2	.488																			
3	-.291	-.020																		
4	-.413	-.005	.834**																	
5	.655**	.429	-.496*	-.503*																
6	.728**	.311	-.510*	-.483*	.820**															
7	.791**	.582**	-.379	-.382	.814**	.854**														
8	.446	.484*	-.083	-.097	.569*	.607**	.491*													
9	-.158	.032	.118	.147	.011	-.088	-.085	.284												
10	.677**	.541*	-.341	-.244	.818**	.799**	.873**	.634**	.106											
11	.478	.498*	-.041	-.049	.617**	.489*	.605*	.628**	.399	.574*										
12	.673**	.309	-.497*	-.545*	.672**	.800**	.792**	.414	-.335	.581*	.294									
13	-.316*	-.274	.283	.325	-.530*	-.472	-.372	-.531*	.008	-.285	-.427	-.555*								
14	-.497*	-.588*	.076	.122	-.444	-.341	-.392	-.536*	.053	-.353	-.564*	-.209	.632**							
15	-.453	-.590*	-.158	-.137	-.432	-.325	-.512*	-.494*	-.153	-.595*	-.681**	-.101	.294	.615**						
16	-.502*	-.381	.169	.223	-.640**	-.606**	-.641**	-.627**	-.437	-.625**	-.728**	-.465	.691**	.586*	.523*					
17	-.043	-.165	-.323	-.479	.316	.070	-.094	-.069	-.202	-.274	.030	.213	-.396	-.086	.301	.032				
18	.514*	.454	-.076	-.100	.453	.592*	.457	.729**	-.413	.468	.236	.559	-.457	-.523*	-.297	-.219	.034			
19	-.148	-.043	.899**	.512*	-.396	-.435	-.326	-.044	.041	-.362	-.044	-.370	.180	.006	-.158	.120	-.117	-.018		
20	-.057	.413	.854**	.803**	-.266	-.293	-.106	.121	.018	-.056	.147	-.364	.173	-.228	-.472	.089	-.393	.197	.705**	

** p < 0.01, * p < 0.05

Υποσημείωση: 1. Προπονητική Ηλικία, 2. Ηλικία, 3. Σωματική μάζα, 4. Ανάστημα, 5. Κατακόρυφο άλμα με προ διάταση, 6. Κατακόρυφο άλμα με το δεξί σκέλος, 7. Κατακόρυφο άλμα με το αριστερό σκέλος, 8. Άλμα πτώσης, 9. Χρόνος επαφής με το έδαφος, 10. Άλμα από ημικάθισμα, 11. Άλμα σε μήκος από στάση, 12. Βαθμολογία στις ασκήσεις εδάφους, 13. Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5 μ., 14. Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ., 15. Ταχύτητα σπριντ 20μ., 16. Ταχύτητα σπριντ 10μ., 17. Δείκτης δύναμης αντίδρασης 18. Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης, 19. Δείκτης μάζας σώματος, 20. Χρονική απόσταση από τη μέγιστη ταχύτητα αύξησης αναστήματος

Τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης, για την αρχική μέτρηση για όλες τις αθλήτριες που συμμετείχαν σε αυτήν την εργασία, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6

Πίνακας 4.6 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης, για τις αρχικές μετρήσεις χρησιμοποιώντας τις υπό εξέταση μεταβλητές ως προβλεπτές της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ., 10+10μ, και της ικανότητας σπρίντ 10μ, 20μ. (n=50)

	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ.				0.184*
Σταθερά	4.608	.494**		
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση	-.030	.015	-.310	
Άλμα πτώσης	-.019	.014	-.214	
	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ.				.271*
Σταθερά	8.005	.601**		
Άλμα πτώσης	-.029	.014*	-.281*	
Ηλικία	-.099	.079	-.169	
Άλμα σε μήκος από στάση	-.008	.004*	-.299*	
	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
Ταχύτητα σπρίντ 10μ.				.293**
Σταθερά	3.528	.218**		
Άλμα πτώσης	-.030	.008**	-.480**	
Άλμα σε μήκος απο στάση	-.003	.002	-.189	
	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
Ταχύτητα σπρίντ 20μ.				.226**
Σταθερά	6.623	.723**		
Άλμα πτώσης	-.053	.017*	-.418*	
Ηλικία	-.126	.096	-.177	

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

4.3 Αποτελέσματα τελικής μέτρησης και μέτρησης μετά τη διακοπή της προπόνησης

Μετά από οκτώ εβδομάδες προπόνησης, οι συσχετίσεις των τιμών των επιδόσεων της 2^{ης} μέτρησης (τελικής) στους διαφορετικούς τύπους αλμάτων και των επιδόσεων στις δοκιμασίες αλλαγής κατεύθυνσης και της ταχύτητας σπριντ, ισχυροποιήθηκαν και για τις δύο ομάδες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες 4.7 και 4.8 αντίστοιχα. .

Τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης, μετά την περίοδο παρέμβασης, με εξαρτημένες μεταβλητές την ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης και σπριντ και ανεξάρτητες, τους διαφορετικούς τύπους αλμάτων, για την πειραματική και για την ομάδα ελέγχου παρουσιάζονται στους πίνακες 4.9 και 4.10, αντίστοιχα.

Πίνακας 4.7. Συσχέτιση μεταξύ των τιμών της δεύτερης μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την πειραματική ομάδα (n=33)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																				
2	.446**																			
3	-.272	-.063																		
4	-.229	-.146	.735**																	
5	.466**	.641**	-.291	-.208																
6	.328	.492**	.041	-.009	.483**															
7	.179	.373*	-.040	-.008	.543**	.760**														
8	.446**	.423*	-.277	-.181	.677**	.675**	.730**													
9	.100	-.282	-.151	.203	-.217	-.085	-.135	-.152												
10	.386*	.515**	-.425*	-.253	.738**	.407*	.500**	.652**	-.233											
11	.476**	.486**	-.256	-.270	.650**	.629**	.687**	.783**	-.125	.668**										
12	.275	.187	-.242	-.137	.360*	.225	.387*	.458**	-.254	.555**	.363*									
13	-.356*	-.352*	.250	.119	-.446**	-.366*	-.203	-.340	.276	-.512**	-.428*	-.248								
14	-.015	-.134	.287	.390*	-.394*	.033	-.025	-.245	.193	-.474**	-.332	-.153	.386*							
15	-.397*	-.631**	.091	.127	-.635**	-.487**	-.494**	-.621**	.461**	-.617**	-.604**	-.568**	.586**	.345*						
16	-.448**	-.521**	.196	.110	-.610*	-.443**	-.392*	-.602**	.354*	-.647**	-.655**	-.442**	.515**	.431*	.691**					
17	.072	.351*	.005	.045	.495**	.387*	.464**	.597**	-.807**	.481**	.452**	.516**	-.349*	-.204	-.664**	-.526**				
18	-.058	.003	.274	.106	.132	-.027	-.082	-.152	.046	-.563**	-.180	-.382*	.221	.184	.147	.206	-.086			
19	-.198	.016	.890**	.355*	-.255	.053	-.057	-.259	-.056	-.423*	-.185	-.231	.271	.187	.042	.208	-.027	.328		
20	-.033	.325	.748**	.700**	-.054	-.265	.191	.030	-.268	-.177	.052	-.075	-.165	.304	-.127	-.134	.140	.174	.559**	

** p < 0.01, * p < 0.05

Πίνακας 4.8 Συσχέτιση μεταξύ των τιμών της δεύτερης μέτρησης των υπό εξέταση μεταβλητών για την ομάδα ελέγχου (n=17)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																				
2	.541*																			
3	-.229	.053																		
4	-.526*	-.029	.571*																	
5	.692**	.647**	-.164	-.210																
6	.749**	.642**	-.115	-.101	.874**															
7	.665**	.600*	-.176	-.138	.897**	.936**														
8	.565*	.645**	-.287	-.170	.760**	.798**	.844**													
9	-.109	-.137	-.145	-.239	-.234	-.118	-.236	-.130												
10	.638**	.723**	-.160	-.083	.685**	.758**	.621**	.671**	-.036											
11	.409	.499*	-.390	-.321	.763**	.643**	.275**	.713**	-.199	.601*										
12	-.569*	-.336	.041	.366	-.424	-.435	-.448	-.477	.083	-.482	-.277									
13	-.809**	-.676**	.193	.325	-.765**	-.752**	-.663**	-.647**	.265	-.766**	-.720**	.513*								
14	.765**	.289	-.232	-.537*	.638**	.564*	.598*	.320	-.185	.346	.302	-.382	-.574*							
15	-.458	-.621**	.202	.158	-.617**	-.728	-.670**	-.647**	.107	-.746**	-.716**	-.311	.663**	.663**						
16	-.546*	-.669**	.130	.126	-.688**	-.796**	-.742**	-.724**	.053	-.690**	-.697**	-.329	.738**	.738**	.840**					
17	.377	.542*	-.134	.023	.553*	.480	.609**	.627**	-.770**	.320	.522**	.471	-.549*	-.203	-.461	-.484*				
18	.186	.104	-.058	-.159	.598*	.331	.532*	.304	-.293	-.163	.407	.270	-.203	-.549*	-.039	-.195	.417			
19	-.179	.62	.994**	.483*	-.149	-.110	-.172	-.285	-.130	-.162	-.372	-.180	.161	.161	.190	.119	-.140	-.041		
20	-.230	.259	.937**	.718**	-.074	.029	-.042	-.133	-.225	.003	-.262	-.280	.095	.095	-.004	-.044	.043	-.096	.911**	

** p < 0.01, * p < 0.05

Υποσημείωση: 1. Προπονητική Ηλικία, 2. Ηλικία, 3. Σωματική μάζα, 4. Ανάστημα, 5. Κατακόρυφο άλμα με προ διάταση, 6. Κατακόρυφο άλμα με το δεξί σκέλος, 7. Κατακόρυφο άλμα με το αριστερό σκέλος, 8. Άλμα πτώσης, 9. Χρόνος επαφής με το έδαφος, 10. Άλμα από ημικάθισμα, 11. Άλμα σε μήκος από στάση, 12. Βαθμολογία στις ασκήσεις εδάφους, 13. Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5 μ., 14. Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ., 15. Ταχύτητα σπριντ 20μ., 16. Ταχύτητα σπριντ 10μ., 17. Δείκτης δύναμης αντίδρασης 18. Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης, 19. Δείκτης μάζας σώματος, 20. Χρονική απόσταση από τη μέγιστη ταχύτητα αύξησης αναστήματος

Πίνακας 4.9 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης, για τη δεύτερη μέτρηση χρησιμοποιώντας τις υπό εξέταση μεταβλητές ως προβλεπτές της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ., 10+10μ, και της ικανότητας σπρίντ 10μ, 20μ, για την πειραματική ομάδα (n=33)

	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ.				0.231*
Σταθερά	3.763	.444**		
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση	-.045	.015	-.484*	
Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης	.639	.350	.285	
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ.				.177*
Σταθερά	8.763	1.195**		
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση	-.035	.086	.097	
Άλμα από ημικάθισμα	-.132	.078	-.402	
Ταχύτητα σπρίντ 10μ.				.484**
Σταθερά	4.133	.366**		
Ηλικία	-.061	.049	-.187	
Άλμα σε μήκος απο στάση	-.005	.003	-.356	
Άλμα από ημικάθισμα	-.021	.012	-.313	
Ταχύτητα σπρίντ 20μ.				.443**
Σταθερά	5.303	.433**		
Άλμα Πτώσης	-.025	.017	-.278	
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση	-.047	.019*	-.469*	
Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης	-.402	.340**	-.167	

**· $p < 0.01$, *· $p < 0.05$

Πίνακας 4.10 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης, για τη δεύτερη μέτρηση χρησιμοποιώντας τις υπό εξέταση μεταβλητές ως προβλεπτές της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ., 10+10μ, και της ικανότητας σπριντ 10μ, 20μ, για την ομάδα ελέγχου (n=17)

Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ.	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
				.653**
Σταθερά	9.088	.594**		
Άλμα από ημικάθισμα	-.114	.021**	.821**	
Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης	-.905	.400	.337	
10μ. Ταχύτητα σπριντ	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
				.658**
Σταθερά	8.307	.276**		
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση	.023	.019	.425	
Κατακόρυφο άλμα με δεξί σκέλος	-.092	.032*	-.870*	
Άλμα σε μήκος απο στάση	-.006	.003**	-.461	
20μ. Ταχύτητα σπριντ	Συντελεστής B	Τυπικό Σφάλμα B	Τυποποιημένο B	Τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος
				.601*
Σταθερά	6.552**	.458		
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση	.047	.033	.592	
Κατακόρυφο άλμα με δεξί σκέλος	-.146	.073	-.920	
Άλμα σε μήκος απο στάση	-.013	.005	-.638	
Κατακόρυφο άλμα με αριστερό σκέλος	0.14	.075	.091	

**· $p < 0.01$, *· $p < 0.05$

4.3.1 Μυϊκή ισχύς

Στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση, ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός ($ICC=0.89$, $p \leq 0.01$, $SEM=3.4\text{cm}$, $CV=21\%$). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες (χρόνος x ομάδα) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.272$, $\eta^2=0.027$) έδειξε όμως σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.002$, $\eta^2=0.120$).

Στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση με το δεξί σκέλος, ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός ($ICC=0.83$, $p \leq 0.01$, $SEM=2.7\text{cm}$, $CV=31\%$). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.516$, $\eta^2=0.014$), έδειξε όμως σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.001$, $\eta^2=0.136$).

Ομοίως, στο κατακόρυφο άλμα με προδιάταση με το αριστερό σκέλος ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός ($ICC=0.78$, $p \leq 0.01$, $SEM=3.0\text{cm}$, $CV=32\%$). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.503$, $\eta^2=0.014$) έδειξε όμως σημαντική κύρια επίδραση για το χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.199$).

Στο άλμα πτώσης από 20 εκ. ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός για το ύψος άλματος ($ICC=0.87$, $p \leq 0.01$, $SEM=4.0\text{cm}$, $CV=26\%$) και το χρόνο επαφής με το έδαφος ($ICC=0.73$, $p \leq 0.01$, $SEM=0.10\text{sec}$, $CV=23\%$). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση και για τις δύο μεταβλητές ($p=0.844$, $\eta^2=0.004$ και $p=0.594$, $\eta^2=0.011$ αντίστοιχα), βρέθηκε όμως σημαντική κύρια επίδραση για το χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.204$ και $p=0.023$, $\eta^2=0.076$ αντίστοιχα) για το ύψος του άλματος πτώσης από 20 εκ. και για τον χρόνο επαφής με το έδαφος.

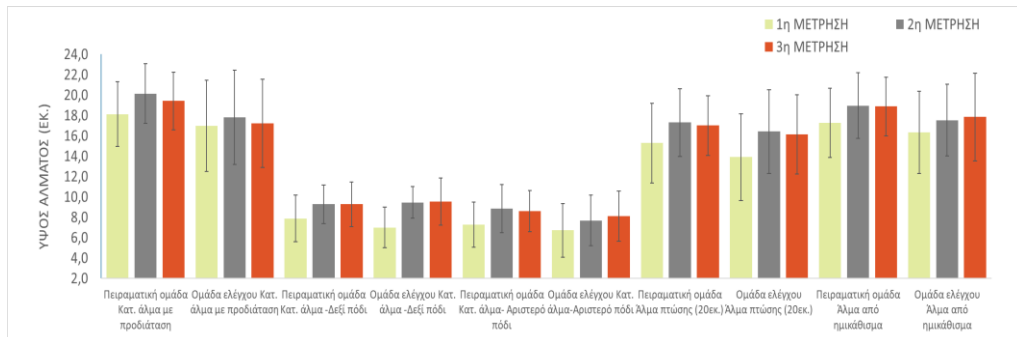
Στο άλμα από ημικάθισμα ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός για το ύψος άλματος ($ICC=0.80$, $p \leq 0.01$, $SEM=4.5\text{cm}$, $CV=21\%$). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, ανάλυση διακύμανσης δυο παραγόντων (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.811$, $\eta^2=0.004$), βρέθηκε όμως

σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.151$).

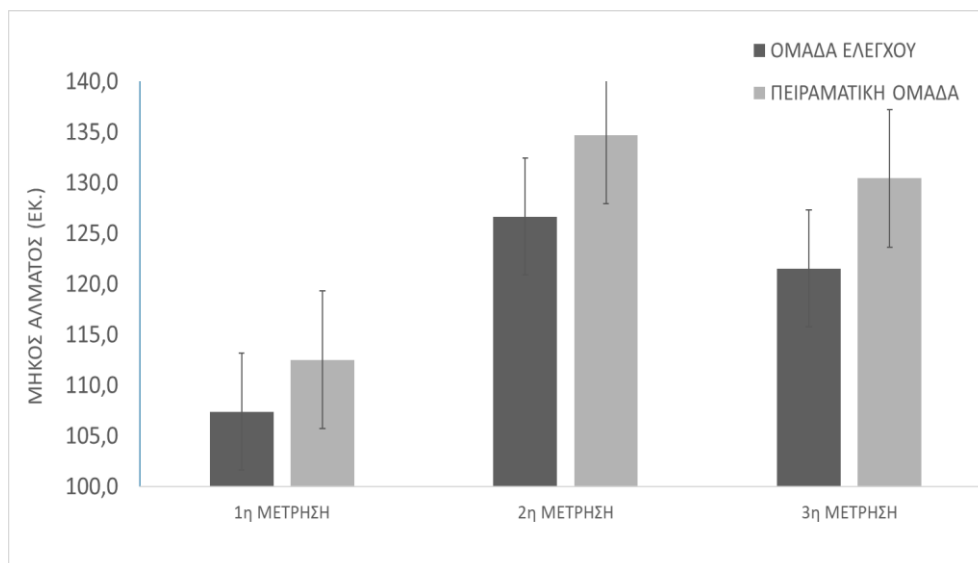
Στο άλμα σε μήκος από στάση ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός ($ICC=0.74$, $p \leq 0.01$, $SEM=23.5\text{cm}$, $CV=15\%$). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης σε δυο παράγοντες (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.629$, $\eta^2=0.010$), βρέθηκε όμως σημαντική κύρια επίδραση για το χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.537$). Συνολικά, η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην απόδοση σε διάφορους τύπους αλμάτων και για τις δυο ομάδες παρουσιάζεται στα Σχήματα 5.1 και 5.2.

Στον δείκτη δύναμης αντίδρασης (RSI), στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης σε δυο παράγοντες (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.998$, $\eta^2=0.000$), βρέθηκε όμως σημαντική κύρια επίδραση για το χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.151$).

Στο λόγο εφαρμογής έκκεντρης δύναμης (EUR), στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης σε δυο παράγοντες (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.654$, $\eta^2=0.009$) και επίσης δεν βρέθηκε σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.128$, $\eta^2=0.042$).



Σχήμα 4.1 Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στις παραμέτρους αλμάτων κατά την 1^η, 2^η και 3^η μέτρηση για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.



Σχήμα 4.2 : Απόδοση στο άλμα σε μήκος, κατά την 1^η, 2^η και 3^η μέτρηση για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου

4.3.2 Ταχύτητα

Ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός για την ταχύτητα σπρίντ 10μ. (ICC=0.82, $p \leq 0.01$, SEM=0.3sec, CV= 9%). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης δυο παραγόντων (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.113$, $\eta^2=0.044$), βρέθηκε όμως σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.332$)

Ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός και για την ταχύτητα σπρίντ 20μ. (ICC=0.90, $p \leq 0.01$, SEM=0.4sec, CV=10%). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης δυο παραγόντων (ομάδα x χρόνος) έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση, ($p=0.021$, $\eta^2=0.078$), βρέθηκε όμως και σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.244$). Οι συγκρίσεις μετα-ανάλυσης (post- hoc comparisons) έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση στην ταχύτητα 20μ. σπριντ, στην ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου στο τέλος της περιόδου προπόνησης ($p =0.002$) και μέχρι το τέλος της περιόδου διακοπής της προπόνησης ($p =0.000$).

4.3.3 Ευκινησία

Στην ευκινησία ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός για την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης στη δοκιμασία 5+5μ. (ICC=0.78, $p \leq 0.01$, SEM=0.4sec, CV= 9%). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης δυο παραγόντων (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.288$, $\eta^2=0.026$), βρέθηκε όμως σημαντική κύρια επίδραση για το χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.000$, $\eta^2=0.157$).

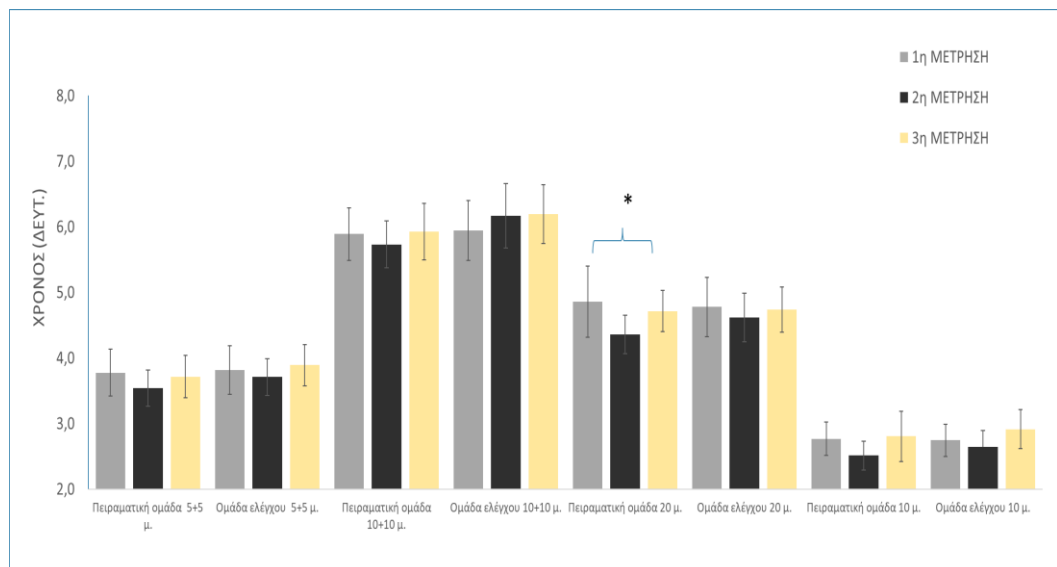
Παρομοίως, ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης, στη δοκιμασία 10+10μ. (ICC=0.75, $p \leq 0.01$, SEM=0.6sec, CV=7%). Στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, η ανάλυση διακύμανσης δυο παραγόντων (ομάδα x χρόνος) δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.054$, $\eta^2=0.059$), και δεν βρέθηκε σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.201$, $\eta^2=0.033$).

Ο δείκτης ενδοταξικής συσχέτισης ήταν υψηλός στη βαθμολογία από τους κριτές στις ασκήσεις εδάφους (ICC=0.93, $p \leq 0.01$, SEM=1.0 βαθμός, CV=24%).

Επειδή οι ομάδες διέφεραν στην αρχική τους βαθμολογία, έγινε ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες υπολογίζοντας ως συμμεταβλητή την αρχική διαφορά βαθμολογίας των ομάδων. Η ανάλυση διακύμανσης δυο παραγόντων (ομάδα x χρόνος) χρησιμοποιώντας ως συμμεταβλητή την αρχική διαφορά των ομάδων δεν έδειξε αλληλεπίδραση ($p=0.191$, $\eta^2=0.036$), ούτε βρέθηκε σημαντική κύρια επίδραση για τον χρόνο και για τις δύο ομάδες ($p=0.261$, $\eta^2=0.027$).

Τα μεγέθη αποτελέσματος για τα ζεύγη συγκρίσεων, για όλες τις μεταβλητές και για όλη την περίοδο παρατήρησης και για την περίοδο διακοπής της προπόνησης παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.11.

Επιπλέον, τα μεγέθη αποτελέσματος για τη σύγκριση μεταξύ των τιμών Δ (διαφορά μεταξύ τελικής και αρχικής μέτρησης) των δύο ομάδων φαίνονται στον Πίνακα 4.12. Η γραφική απεικόνιση της απόδοσης στις παραμέτρους ευκινήσιας και ταχύτητας παρουσιάζεται στο Σχήμα 4. 3.



Σχήμα 4.3: Απόδοση στις παραμέτρους ευκινήσιας και ταχύτητας κατά την 1^η, 2^η και 3^η μέτρηση για την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.

Πίνακας 4.11: Τιμές (μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις) των μεταβλητών και μεγέθη αποτελέσματος πριν και μετά την παρέμβαση και μετά τη διακοπή της προπόνησης και για τις δύο ομάδες

			Αρχική Μέτρηση	Τελική Μέτρηση	Cohens' <i>d</i>	Διακοπή προπόνησης	Cohens' <i>d</i>
Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση (cm)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		18.1±3.2	20.1±2.9	-0.66	19.4±2.8	0.25
			16.9±4.5	17.8±4.6	-0.20	17.2±3.4	0.14
Κατακόρυφο άλμα-Δεξί σκελός (cm)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		7.9±2.3	9.3±1.9	-0.67	9.3±2.2	0.00
			7.5±2.6	8.2±2.3	-0.29	8.6±2.5	-0.17
Κατακόρυφο άλμα- Αριστερό σκέλος (cm.)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		7.3±2.2	8.8±2.4	-0.66	8.6±2.0	0.09
			6.7±2.6	7.7±2.5	-0.40	8.1±2.5	-0.17
Άλμα Πτώσης (20εκ.) (cm)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		15.3±3.9	17.3±3.3	-0.56	17.0±2.9	0.10
			13.9±4.3	16.4±4.1	-0.61	16.1±3.9	0.08
Χρόνος επαφής με το έδαφος (ms.)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		306.0±77.0	305.0±98.0	0.01	266.0±60.0	0.49
			276.0±57.0	296.0±103.0	-0.25	262.0±69.2	0.40
Άλμα από ημικάθισμα (cm.)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		17.3±3.4	19.0±3.2	-0.52	18.9±2.9	0.03
			16.3±4.0	17.5±3.5	-0.33	17.8±4.3	-0.08
Άλμα σε μήκος (cm)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		112.5±14.3	135.0±14.5	-1.59	130.4±14.6	0.32
			107.4±17.9	126.7±17.7	-1.12	121.5±20.0	0.28
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ. (sec.)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		3.8±0.4	3.5±0.3	0.86	3.7±0.3	-0.80
			3.8±0.4	3.7±0.3	0.29	3.9±0.3	-0.69
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ. (sec)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		5.9±0.4	5.5±1.0	0.41	5.9±0.4	-0.53
			5.9±0.4	6.2±0.5	-0.68	6.2±0.4	0.00
Ταχύτητα σπριντ 20μ. (sec.)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		4.9±0.5	4.4±0.3	1.33	4.7±0.3	-1.59
			4.8±0.5	4.6±0.4	0.29	4.7±0.3	-0.34
Ταχύτητα σπριντ 10μ (sec))	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		2.8±0.3	2.5±0.2	1.19	2.8±0.4	-1.19
			2.7±0.2	2.6±0.2	0.52	2.9±0.3	-1.21
Δείκτης δύναμης Αντίδρασης	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου(n=17)		0.5±0.2	0.6±0.2	-0.51	0.7±0.2	-0.51
			0.5±0.2	0.6±0.2	-0.52	0.7±0.2	-0.52
Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης	Πειραματική ομάδα(n=33) Ομάδα Ελέγχου(n=17)		1.1±0.1	1.1±0.1	0.00	1.0±0.1	1.02
			1.0±0.2	1.0±0.2	0.00	1.0±0.1	0.00
Βαθμολογία Ασκήσεις Εδάφους (1εως 10)	Πειραματική ομάδα (n=33) Ομάδα ελέγχου (n=17)		6.2±0.8	6.9±1.0	-0.79	6.7±1.3	0.18
			4.7±1.8	5.1±1.7	-0.24	5.2±2.0	-0.06

Πίνακας 4.12 Τιμές Δ και μεγέθη αποτελέσματος για την πειραματική ομάδα (n=33) και την ομάδα ελέγχου(n=17)

	Πειραματική Ομάδα (n=33)	Ομάδα παρέμβασης (n=17)	<i>Cohens' d</i>
Κατακόρυφο άλμα με προ διάταση (cm)	2.1± 2.7	0.8±2.9	0.48
Κατακόρυφο άλμα- δεξί σκέλος (cm.)	1.3±2.5	0.6±1.9	0.31
Κατακόρυφο άλμα- αριστερό σκέλος (cm.)	1.5±2.6	0.9±1.6	0.26
Άλμα πτώσης (cm.)	2.0±3.3	2.5±3.6	-0.15
Χρόνος επαφής με το έδαφος (ms.)	-1.1±108.9	19.9±104.2	-0.20
Άλμα από ημικάθισμα (cm.)	1.7±2.3	1.1±3.5	0.22
Άλμα σε μήκος από στάση (cm.)	22.2±16.2	19.2±11.1	0.21
Λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης	0.1±0.2	-0.02±0.2	0.61
Δείκτης δύναμης αντίδρασης	0.08±0.2	0.09±0.1	-0.06
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5μ. (sec.)	-0.2±0.3	-0.1±0.3	-0.34
Ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ. (sec)	-0.3±1.0	0.2±0.4	-0.60
Ταχύτητα σπριντ 20μ. (sec.)	-0.4±0.4	-0.1±0.2	-0.88
Ταχύτητα σπριντ 10μ. (sec)	-0.2±0.2	-0.0±0.2	-1.02
Βαθμολογία στις ασκήσεις εδάφους (1εως10)	0.7±0.8	0.4±0.7	0.40

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη μελέτη αυτή εξετάστηκε η επίδραση 8 εβδομάδων πλειομετρικής προπόνησης, στη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων και στην ευκινησία, αθλητριών παιδικής ηλικίας. Κύριο εύρημα αυτής της μελέτης είναι ότι οι υπό εξέταση παράμετροι βελτιώθηκαν και στις δύο ομάδες (παρέμβασης και ελέγχου) στο τέλος της περιόδου παρατήρησης, εκτός από την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10 μ. Ωστόσο, δεν βρέθηκε στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων σε καμία παράμετρο, εκτός της ταχύτητας σπριντ 20 μ. Παρόλα αυτά, τα μεγέθη αποτελέσματος για τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων έδειξαν ότι η πλειομετρική προπόνηση επιπλέον της προπόνησης γυμναστικής, επιφέρει βελτίωση μικρή αλλά πρακτικά σημαντική, στη μυϊκή ισχύ κάτω άκρων και την ευκινησία σε αθλήτριες αυτής της ηλικίας.

Μέχρι σήμερα, καμία έρευνα δεν έχει πραγματοποιηθεί σε αθλήτριες παιδικής ηλικίας που να αφορά στην επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε διάφορες παραμέτρους απόδοσης. Από την ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, προκύπτει πως, η παρούσα εργασία είναι η πρώτη που γίνεται σε αθλήτριες γυμναστικής παιδικής ηλικίας και τα ευρήματά της μπορούν να γενικευθούν σε πληθυσμό με ίδια χαρακτηριστικά και που προπονείται με παρόμοιο τύπο επιβάρυνσης.

5.1 Αποτελέσματα τελικών μετρήσεων και μετρήσεων μετά τη διακοπή της προπόνησης μεταξύ των ομάδων

5.1.1 Μυϊκή Ισχύς

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι η μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων, βελτιώθηκε σημαντικά και στις δυο ομάδες, ως προς το χρόνο ($p=0.000$) ωστόσο, δεν βρέθηκε αλληλεπίδραση για τον χρόνο x ομάδα για καμία μεταβλητή μυϊκής ισχύος. Πιο αναλυτικά, τα μεγέθη αποτελέσματος για την ομάδα παρέμβασης ήταν μέτρια για το κατακόρυφο άλμα με προδιάταση με ένα και δύο πόδια, το άλμα βάθους και το άλμα από ημικάθισμα ($d > 0.5$) και μεγάλα για το άλμα σε μήκος από στάση ($d > 0.8$). Στην ομάδα ελέγχου, τα μεγέθη

αποτελέσματος ήταν μικρά για το κατακόρυφο άλμα με προδιάταση με ένα και δύο πόδια και το άλμα από ημικάθισμα ($d < 0.5$) μέτρια για το άλμα πτώσης ($d > 0.5$) και μεγάλα για το άλμα σε μήκος από στάση ($d > 0.8$). Φαίνεται δηλαδή, ότι αν και οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά στις παραμέτρους ισχύος, οι αθλήτριες της ομάδας παρέμβασης οι οποίες έκαναν πλειομετρική προπόνηση, είχαν πάντα μεγαλύτερη βελτίωση από τις αθλήτριες οι οποίες έκαναν μόνο πλειομετρικές κινήσεις, στο πλαίσιο της προπόνησης γυμναστικής. Ωστόσο οι δύο ομάδες δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Μάλιστα φάνηκε ότι η πειραματική ομάδα χειροτέρευσε αμέσως μετά τη διακοπή της προπόνησης στο λόγο εφαρμογής έκκεντρης δύναμης, στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ. και στην ταχύτητα σπρίντ 20μ. Γενικά, φαίνεται πως οι παράμετροι ταχύτητας και ευκινησίας βελτιώνονται γρήγορα και μειώνονται αμέσως μετά τη διακοπή της προπόνησης, ενώ οι παράμετροι μυϊκής ισχύος δεν βελτιώνονται τόσο γρήγορα αλλά μειώνονται με μικρότερο ρυθμό όταν μεσολαβεί διάστημα διακοπής της προπόνησης.

Προηγούμενες έρευνες σε αθλητές παιδικής ηλικίας έχουν δείξει ότι η πλειομετρική προπόνηση είναι αποτελεσματικό μέσο βελτίωσης της μυϊκής ισχύος (Chelly, Hermassi, Aouadi, & Sheppard, 2014, Meylan & Malatesta, 2009, Santos & Janeira, 2011). Οι Michailidis και συνεργάτες (2013) διεξήγαγαν μελέτη η οποία στόχευε στο να προσδιορίσει εάν νεαροί ποδοσφαιριστές (ηλικίας 10.6 ± 0.6 ετών), που τυχαιοποιήθηκαν σε μια ομάδα προπόνησης πλειομετρικών ασκήσεων και μια ομάδα ελέγχου, η οποία συμμετείχε μόνο στην τακτική προπόνηση ποδοσφαίρου, έχουν πλειομετρική προπονησιμότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα αγόρια αυτής της ηλικίας εμφανίζουν προπονησιμότητα στις πλειομετρικές ασκήσεις. Πιο συγκεκριμένα, ως προς τις παραμέτρους μυϊκής ισχύος, βρέθηκε βελτίωση στο κατακόρυφο άλμα (16-23%), το επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα (4-2%), την απόσταση λακτίσματος (22.5%), και τη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων (28%). Αντίστοιχα, στην παρούσα έρευνα, μετατρέποντας τη βελτίωση των ομάδων σε ποσοστό, βρέθηκε μεγάλο ποσοστό αλλαγής στις παραμέτρους μυϊκής ισχύος τόσο στην πειραματική όσο και στην ομάδα ελέγχου. Πιο αναλυτικά, βρέθηκε βελτίωση στο κατακόρυφο άλμα με δυο

σκέλη (13 και 7% για την πειραματική και για την ομάδα ελέγχου, αντίστοιχα), και στο κατακόρυφο άλμα με ένα σκέλος (26 και 15% και 30 και 20% για δεξί και αριστερό πόδι, για την πειραματική και για την ομάδα ελέγχου, αντίστοιχα). Επιπλέον στο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα βρέθηκε ίδια βελτίωση και για τις δύο ομάδες (11%), και συναφής βελτίωση για το άλμα σε μήκος από στάση (21 και 19% για την πειραματική και για την ομάδα ελέγχου, αντίστοιχα), και για το άλμα πτώσης (22 και 24% για την πειραματική και για την ομάδα ελέγχου, αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ποσοστά βελτίωσης του Michailidis και συνεργάτες (2013) σε αγόρια λίγο μεγαλύτερης ηλικίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι βελτίωση στη μυϊκή ισχύ, παρατηρήθηκε και στις δύο ομάδες.

Σύμφωνα με τη συστηματική ανασκόπηση των Johnson, και συνεργάτες (2011), η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να βελτιώσει τη μυϊκή δύναμη και άλλες κινητικές δεξιότητες (π.χ., άλμα) σε υγιή, όχι γυμνασμένα παιδιά 5-14 ετών. Ωστόσο σύμφωνα με τους Martin συνεργάτες, (2003), η αθλητική απόδοση βελτιώνεται, όχι μόνο από προπονητικά ερεθίσματα, αλλά και λόγω βιολογικής ανάπτυξης (Martin et al., 2003). Το γεγονός αυτό εν μέρει μπορεί να εξηγεί το ότι στην παρούσα μελέτη δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στις δοκιμασίες αλμάτων και ότι τόσο η ομάδα παρέμβασης όσο και η ομάδα ελέγχου βελτιώθηκαν στον χρόνο, στις παραμέτρους μυϊκής ισχύος.

Σε άλλη εργασία, οι Moran, Sanderoock, Campillo, Todd, Collison & Parry (2016) βρήκαν μικρό μέγεθος αποτελέσματος ($d=0.1$) στο άλμα με προδιάταση παιδιών, ηλικίας 1 έως 1.9 έτη πριν τη μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης του αναστήματος, γεγονός το οποίο πιθανόν οφείλεται στον μικρό όγκος πλειομετρικής προπόνησης (60 επαφές με το έδαφος), ο οποίος εφαρμόστηκε 2 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Σε αντίθεση, στην παρούσα εργασία ο όγκος πλειομετρικής ήταν 180 επαφές με το έδαφος σε κάθε πλειομετρικό πρόγραμμα για τις 4 πρώτες εβδομάδες της παρέμβασης, και 210 επαφές με το έδαφος για τις επόμενες 4 εβδομάδες. Η έρευνα των Ramírez-Campillo, και συνεργάτες, (2013), έδειξε ότι η υψηλής έντασης προπόνηση οδηγεί σε σημαντικότερη αύξηση της εκρηκτικής δύναμης σε αθλητικές ενέργειες (όπως άλμα πτώσης και σπριντ) κατά τις οποίες απαιτείται ο κύκλος διάτασης-

βράχυνσης των μυών σε σύγκριση με μια μέτριου όγκου προπόνηση. Κατά συνέπεια, απαιτούνται επαρκή ερεθίσματα και παρατεταμένη περίοδος προπόνησης, για να διαφοροποιηθούν οι προσαρμογές της προπόνησης από αυτές της φυσιολογικής ανάπτυξης (Naughton et al., 2000). Στην παρούσα εργασία, στο άλμα πτώσης τα μεγέθη αποτελέσματος ήταν $d=-0.56$ και $d=-0.29$ για την ομάδα παρέμβασης και για την ομάδα ελέγχου, αντίστοιχα ενώ στο άλμα από ημικάθισμα από $d=-0.52$ και $d=-0.33$ για την ομάδα παρέμβασης και για την ομάδα ελέγχου.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο χρόνος επαφής με το έδαφος χειροτέρευσε στην ομάδα ελέγχου που δεν συμμετείχε στην πλειομετρική προπόνηση ($d=-0.01$ και $d=-0.25$ για την πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου, αντίστοιχα). Φαίνεται ότι ενώ λόγω ηλικίας τα παιδιά, δεν βελτιώνουν εμφανώς τις γρήγορες δραστηριότητες του κύκλου «διάτασης -βράχυνσης», ο χρόνος επαφής με το έδαφος χειροτερεύει με την έλλειψη της προπόνησης. Επίσης, ο λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης δε βελτιώθηκε για καμία ομάδα ($d=0.00$ για την πειραματική ομάδα, $d=0.00$ και για την ομάδα ελέγχου). Ο λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης ποσοτικοποίησή την ένταση που δημιουργείται στη μονάδα μυών-τένοντα κατά τη διάρκεια των ενεργειών του κύκλου διάτασης βράχυνσης. Σε αυτήν την έρευνα η έλλειψη βελτίωσης δείχνει ότι πιθανόν ο λόγος εφαρμογής έκκεντρης δύναμης να μην είναι αντιπροσωπευτικός δείκτης της ικανότητας χρησιμοποίησης του κύκλου «διάτασης -βράχυνσης» σε αυτήν την ηλικία.

Σε ό, τι αφορά στον δείκτη δύναμης αντίδρασης το ποσοστό βελτίωσης μετά από 8 εβδομάδες παρέμβασης ήταν 36% για την πειραματική ομάδα και 20% για την ομάδα ελέγχου. Για την παράμετρο αυτή η βελτίωση είναι αρκετά σημαντική στην προπονητική πρακτική παρά το γεγονός ότι αφορά χιλιοστά του δευτερολέπτου. Επιπλέον, δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, στο τέλος της περιόδου παρέμβασης. Πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι τόσο οι «αργές» δραστηριότητες του κύκλου «διάτασης -βράχυνσης» όσο και οι «γρήγορες», βελτιώνονται με την ηλικία καθώς εξαρτώνται από τη βιολογική ανάπτυξη και νευρομυϊκές προσαρμογές (Lloyd et al., 2011, Lloyd et al., 2011).

Στη μελέτη των Lloyd και συνεργάτες (2011), τα αγόρια ηλικίας 12 και 15 ετών που συμμετείχαν σε πλειομετρικό πρόγραμμα 4 εβδομάδων βελτίωσαν σημαντικά την απόδοση τους στη δύναμη αντίδρασης σε σύγκριση με τα αγόρια 9 ετών. Ωστόσο όλα τα παιδιά που συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα έδειξαν να ανταποκρίνονται στο ερέθισμα της πλειομετρικής προπόνησης. Οι έρευνες υπογραμμίζουν την ύπαρξη περιόδων φυσικής επιταχυνόμενης προσαρμογής μεταξύ των 10 και 11 ετών και μεταξύ 12 και 13 ετών για την έκκεντρη δύναμη στα παιδιά, γεγονός που υποδηλώνει πιθανά «παράθυρα ευκαιρίας» για την ανάπτυξη της. Επιπλέον, οι στρατηγικές ενεργοποίησης των μυών βελτιώνονται με την ηλικία. Είναι πιθανόν, τα παιδιά να ωφελούνται από ακόμα μεγαλύτερη έκθεση στο κατάλληλο ερέθισμα της προπόνησης. Για παράδειγμα, έρευνες που έχουν γίνει σε αθλητές ενόργανης γυμναστικής έχουν δείξει ότι η υψηλότερη εκρηκτική δύναμη των αθλητών οφείλεται στη φύση της προπόνησης γυμναστικής, η οποία συστηματικά περιλαμβάνει γρήγορες και εκρηκτικές μυϊκές συστολές (Dotan et al., 2013). Ωστόσο, η μέγιστη δύναμη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μυϊκή μάζα. Οι μικρότεροι μύες έχουν μικρότερη ικανότητα επιμήκυνσης, υπό φόρτιση, κάτι που σημαίνει μικρότερη ελαστικότητα η οποία επηρεάζει μόνο τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης δύναμης (<50 δέκατα του δευτερολέπτου) και όχι τις μεταγενέστερες φάσεις (<200 δέκατα του δευτερολέπτου), (Andersen & Aagaard, 2006, Blazevich, et al., 2009).

Ενδιαφέρον είναι το στοιχείο ότι, οι διαστάσεις του σώματος των παιδιών μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά την επίδοση όταν για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος κάτω άκρων σε παιδιά χρησιμοποιείται το μήκος άλματος, δεδομένου ότι τα ψηλότερα άτομα μπορεί να πηδήξουν περισσότερο από χαμηλότερου αναστήματος άτομα έχοντας την ίδια μυϊκή ισχύ (Baratta et al., 1988, Chamari et al, 2008). Στην παρούσα μελέτη, το ανάστημα των αθλητριών, είχε μέτρια συσχέτιση (από $r = -0.304$, $p = 0.05$ έως $r = 0.589$, $p = 0.01$) με όλα τα είδη αλμάτων κατά την αρχική μέτρηση και δεν εμφάνισε συσχέτιση με όλα τα είδη αλμάτων, μετά την περίοδο παρέμβασης γεγονός το οποίο πιθανόν σημαίνει ότι σε παιδιά φυσιολογικού βάρους, η ισχύς είναι πιο σημαντική από τη σωματική μάζα για την απόδοση σε δραστηριότητες του κύκλου «διάτασης-βράχυνσης». Σε

συνάρτηση με αυτό το αποτέλεσμα, προηγούμενη έρευνα έδειξε επίσης ότι η σωματική μάζα και το μήκος των άκρων δεν σχετίζονται με τις βελτιώσεις των δράσεων του κύκλου διάτασης- βράχυνσης για τα παιδιά ηλικίας 9-12 ετών (Lloyd, et al., 2012, Veligeakas, Tsoukos, & Bogdanis, 2012).

5.1.2 Ταχύτητα σπριντ και ευκινησία

Το κύριο εύρημα της εργασίας σε ό,τι αφορά στην ταχύτητα είναι, ότι η ικανότητα ταχύτητας 10 και 20 μ σπριντ βελτιώθηκε σημαντικά στην ομάδα παρέμβασης ($d= 1.9$ και $d= 1.33$, αντίστοιχα) ενώ για τις ίδιες μεταβλητές στην ομάδα ελέγχου η βελτίωση ήταν ($d= 0.52$ και $d= 0.29$, αντίστοιχα). Φαίνεται ότι η βελτιωμένη ισχύς και γενικά η βελτιωμένη ικανότητα χρησιμοποίησης του κύκλου «διάτασης -βράχυνσης», μεταφέρεται και στην ικανότητα ταχύτητας. Τα μεγέθη αποτελέσματος για την ικανότητα ευκινησίας (5+5μ. με στροφή 180° και 10 + 10 μ. με στροφή 180°) ήταν ($d= 0.86$ και 0.41 , αντίστοιχα) για την ομάδα παρέμβασης ενώ για την ομάδα ελέγχου ήταν ($d= 0.29$ και -0.68 , αντίστοιχα).

Μετατρέποντας τις τιμές βελτίωσης της ταχύτητας σε ποσοστό, η ταχύτητα 20μ. βελτιώθηκε κατά 9% στην ομάδα παρέμβασης και κατά 3% στην, ομάδα ελέγχου ($p=0.02$). Πιθανόν η αυξημένη ισχύς μεταφέρεται περισσότερο στην ταχύτητα 20 μ. και λιγότερο στην ταχύτητα 10 μ. που βασίζεται πιο πολύ στην επιτάχυνση και στην έκκεντρη δύναμη (Vescovi & McGuigan 2008). Όμοια αποτελέσματα δείχνει και η μελέτη του Kotzamanidis (2006). Ένα πλειομετρικό πρόγραμμα διάρκειας 10 εβδομάδων (2φορές/εβδ.) είχε ως αποτέλεσμα σημαντικά αυξημένη ταχύτητα σπριντ στα 20 και 30μ, αλλά όχι στα 10μ. σε αγόρια 11 ετών σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου της ίδιας ηλικίας. Παρομοίως οι Buchheit και συνεργάτες (2004), διαπίστωσαν ότι ένα πρόγραμμα 10 εβδομάδων (1ώρα/εβδομάδα), επαναλαμβανόμενου σπριντ και προπόνησης εκρηκτικής δύναμης επέφερε σημαντική βελτίωση στα 30μ. σπριντ, αλλά όχι στα 10μ. σπριντ σε έφηβους άνδρες ελίτ ποδοσφαιριστές.

Επιπλέον, οι Hammami και συνεργάτες (2016) διεξήγαγαν έρευνα σε ποδοσφαιριστές παιδικής ηλικίας, με δοκιμασίες ευκινησίας, επαναλαμβανόμενης ταχύτητας, ταχύτητας με αλλαγή κατεύθυνσης και σπριντ 5μ., 10μ., 20μ., 30μ. και

40μ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι όσοι συμμετείχαν στην πλειομετρική προπόνηση είχαν βελτίωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου στο χρόνο σπριντ (στα 5μ., 10μ. και 20μ.), και στις παραμέτρους επαναλαμβανόμενης αλλαγής κατεύθυνσης. Στην παρούσα έρευνα το ποσοστό βελτίωσης στην ταχύτητα με αλλαγή κατεύθυνσης 5+5μ. δεν είχε διαφορά στην ομάδα παρέμβασης και ελέγχου (5και 4%, αντίστοιχα) ενώ είχε μεγαλύτερη διαφορά στα 10+10μ. (6 και 2%, για την ομάδα παρέμβασης και ελέγχου, αντίστοιχα) παρόλο που η δοκιμασία 10+10μ φαίνεται να μην έχει στατιστικά σημαντική βελτίωση στον χρόνο (Paria, Bogdanis, Apostolidis, & Donti, in press). Αν και δεν είναι υψηλές ποσοστιαίες διαφορές, ίσως είναι πρακτικά σημαντικές για την απόδοση των αθλητριών και ιδίως σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα (8 εβδομάδων προπόνησης

Σύμφωνα με τους Vescovi και McGuigan (2008), για τη βελτίωση της απόδοσης στα σπριντ, τα παιδιά προεφηβικής ηλικίας ανταποκρίνονται καλύτερα στις πλειομετρικές ασκήσεις και την προπόνηση σπριντ, παρόλο που οι έφηβοι αποδίδουν καλύτερα με ένα συνδυασμό δύναμης και πλειομετρικής προπόνησης, (Vescovi & McGuigan, 2008). Ωστόσο, τα αποτελέσματα εκείνης της μελέτης δείχνουν ότι το γραμμικό σπριντ, η ευκινησία και το κάθετο άλμα είναι ανεξάρτητες δεξιότητες μετακίνησης (Vescovi & McGuigan, 2008) . Σε άλλη έρευνα οι Moran και συνεργάτες (2016) βρήκαν ότι ένας μικρός όγκος πλειομετρικής προπόνησης (60 επαφές με το έδαφος), ο οποίος εφαρμόστηκε 2 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες είχε αρνητικό ή πολύ μικρό μέγεθος αποτελέσματος ($d=0.0 - 0.1$) στην ταχύτητα 10 και 30 μέτρων παιδιών, ηλικίας 1 έως 1.9 έτη πριν τη μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης του αναστήματος. Στη μετά-ανάλυση των Lesinski και συνεργάτες (2016), αναφέρεται ότι η εφαρμογή 4 σετ πλειομετρικής προπόνησης ανά άσκηση, έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στη μυϊκή δύναμη ($SMD_{wm}= 0.79$) και σε εξειδικευμένες ανάλογα με το άθλημα δεξιότητες ($SMD_{wm}=1.84$) ενώ η εφαρμογή 3-4 σετ έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στη βελτίωση της ταχύτητας ($SMD_{wm}= 0.95$). Όσον αφορά στον αριθμό επαναλήψεων, 3-5 επαναλήψεις και 9-12 επαναλήψεις ανά σετ φαίνεται να είναι το ίδιο αποτελεσματικές ($SMD_{wm}=0.89$ και $SMD_{wm}=0.93$). Όπως προαναφέρθηκε, ο μεγάλος όγκος πλειομετρικής προπόνησης (180 έως 210

επαφές με το έδαφος) που εφαρμόστηκε στην παρούσα μελέτη, επέφερε πρακτικά σημαντική βελτίωση στις παραμέτρους ισχύος αλλά περισσότερο στις παραμέτρους ταχύτητας. Ένα ακόμα στοιχείο που έχουν εξετάσει προγενέστερες έρευνες είναι το διάλειμμα μεταξύ των σετ. Στην παρούσα έρευνα, η ανάπαυση 60 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ και 30 δευτερολέπτων μεταξύ των ασκήσεων φάνηκε ότι ήταν κατάλληλη για να καταστήσει το πρόγραμμα αποτελεσματικό. Σε ό,τι αφορά, στην παράμετρο ταχύτητα, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι, η απόδοση στα 20μ. και 10μ. σπριντ βελτιώθηκε και για τις 2 ομάδες, στον χρόνο ($p=0.01$), ωστόσο βρέθηκε σημαντική ($p=0.02$) αλληλεπίδραση για τον χρόνο x ομάδα, μόνο για τα 20μ. σπριντ. Αναλόγως, η έρευνα των Michailidis και συνεργάτες (2013), έδειξε ότι μετά από 12 εβδομάδες πλειομετρική προπόνηση η ταχύτητα σπριντ βελτιώθηκε και στις 2 ομάδες, (5% και 1.8%). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, (Lloyd & Oliver, 2012), η μέση παιδική ηλικία -6 έως 11 ετών- θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική περίοδος για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων μετακίνησης (διάφοροι τύποι τρεξίματος και αλμάτων). Είναι λοιπόν μια χρονική περίοδος ευνοϊκή για την ανάπτυξη της ταχύτητας. Επιπλέον, η σημαντική βελτίωση στα 20 μ σπριντ, μπορεί να οφείλεται στο ότι το πρόγραμμα προπόνησης περιλάμβανε και άλματα με το ένα σκέλος, και η ταχύτητα είναι παράμετρος που επηρεάζεται από την ισχύ των σκελών ξεχωριστά.

Σε παλαιότερη έρευνα οι Nelson και συνεργάτες (1989), διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ ευκινησίας και δύναμης σε προπονητικά προγράμματα γυμναστικής διαφορετικής έντασης σε νεαρούς αθλητές. Διαπιστώθηκε ότι οι αθλητές υψηλότερου επιπέδου που είχαν λεπτό τύπο σώματος και ζύγισαν λιγότερο, είχαν καλύτερες επιδόσεις στη δύναμη και την ευκινησία ειδικά στο πάνω μέρος του σώματος, χωρίς ωστόσο να υπάρχει επίσημη δοκιμασία για την αξιολόγηση αυτών των παραμέτρων στη γυμναστική. Αργότερα οι Sleeper και συν, (2006) σε μελέτη όπου εκατό πέντε αθλήτριες γυμναστικής ηλικίας 6-18 ετών υποβλήθηκαν σε δοκιμασίες σχετικές με την ευκινησία, την ταχύτητα, τη δύναμη, την ισχύ, τη μυϊκή αντοχή και την ισορροπία, και καθιέρωσαν ως αξιόπιστο το τεστ -Gymnastics Functional Measurement Tool (GFMT). Πρόσφατες έρευνες στη γυμναστική δείχνουν ότι το παλίνδρομο τρέξιμο

συνδέεται με την καλλιτεχνία στα προγράμματα ρυθμικής γυμναστικής (Kritikou, Donti, Bogdanis, Donti, & Theodorakou, 2017)) και με την τεχνική εκτέλεση (Donti, Bogdanis, Kritikou, Donti, & Theodorakou, 2016) των νεαρών αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής. Φαίνεται ότι η ικανότητα να καλύπτουν οι αθλήτριες τον χώρο παρουσιάζοντας ποικίλους σχηματισμούς, με ταχύτητα και ροή (Lockie et al., 2012, Sheppard, et al., 2006) διατηρώντας τη σωστή θέση του σώματος (Sporis et al., 2010) και ενσωματώνοντας αρμονικά τις κινήσεις με το όργανο (Qiong, 2014). Προϋποθέτει μεγάλο βαθμό ευκινησίας σε συνδυασμό με άλλες φυσικές ικανότητες όπως είναι η ευλυγισία (Douda et al., 2008) η μυϊκή ισχύς (Miller, Herniman, Ricard, Cheatham & Michael) και η ισορροπία (Sporis et al., 2010).

5.2 Συσχέτιση μεταξύ των υπό εξέταση μεταβλητών κατά την αρχική και τελική μέτρηση

5.2.1 Αποτελέσματα αρχικών μετρήσεων

Στην παρούσα μελέτη, το άλμα πτώσης ήταν η μεταβλητή που έδειξε τις υψηλότερες συσχετίσεις με τις δοκιμασίες αλλαγής κατεύθυνσης και ικανότητας σπριντ. Το άλμα πτώσης μπορεί να μετρήσει τη φάση (<250 χιλιοστών του δευτερολέπτου) επιτάχυνσης του κύκλου βράχυνσης διάτασης (Hennessy & Kilty, 2001, Schmidtbleicher, 1992). Η δραστηριότητα του κύκλου βράχυνσης-διάτασης μπορεί να προωθήσει μεγαλύτερη ταχύτητα κίνησης μέσω της χρήσης ελαστικής ενέργειας και των αντανακλαστικών (Komi & Gollhoffer, 1997). Στη μελέτη του Schmidtbleicher, (1992), ο χρόνος επαφής με το έδαφος ήταν 274 ± 0.7 χιλιοστά του δευτερολέπτου, ένα χρονικό πλαίσιο κοντά στο κατώτατο όριο της δραστηριότητας του κύκλου βράχυνσης διάτασης σε ενήλικες Έτσι, το ύψος άλματος που θα μπορούσαν να φτάσουν οι αθλήτριες μετά την επαφή με το έδαφος, φαίνεται να είναι ένας καλός δείκτης της απόδοσής τους σε δεξιότητες μετακίνησης, και ειδικότερα της ταχύτητας και επιτάχυνσης που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μελέτη. Σύμφωνα με αυτά τα αποτελέσματα, οι Pettersen και Mathisen (2012) επεσήμαναν ότι η ισχυρή επιβράδυνση των 10 και 20 μέτρων σπριντ και η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης μοιράζονται μερικά από τα ίδια νευρομυϊκά χαρακτηριστικά με τη φάση προσγείωσης ενός άλματος

πτώσης. Πράγματι, οι συγγραφείς έχουν δηλώσει ότι το κατακόρυφο άλμα με προδιάταση μπορεί να μην είναι το καλύτερο μοντέλο για να εξετάσει το μηχανισμό του κύκλου διάτασης-βράχυνσης και ότι η γρήγορη αναπήδηση ή το άλμα πτώσης μπορεί να δώσει καλύτερη εικόνα στη σχέση μυών-τένοντα κατά τη διάρκεια της μετακίνησης (Komi, 1992). Παρά τη μέτρια συσχέτιση που διαπιστώθηκε σε αυτή την έρευνα ανάμεσα στο άλμα πτώσης και το κατακόρυφο άλμα με προδιάταση ($r = .564$, $p < 0.01$) φαίνεται ότι τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό μετρώνε διαφορετικές ιδιότητες εκρηκτικής δύναμης των σκελών (Cronin & Hansen, 2005).

Παρότι αναγνωρίζεται ότι ο δείκτης δύναμης αντίδρασης είναι ένα μέτρο που ποσοτικοποιεί τη δραστηριότητα μυών-τένοντα κατά τη διάρκεια του κύκλου διάτασης βράχυνσης (McClymont, 2003), σε αυτή τη μελέτη, ο δείκτης δύναμης αντίδρασης έδειξε χαμηλές συσχετίσεις με την ικανότητα σπριντ και την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης. Προηγούμενη έρευνα των Lloyd και συνεργάτες (2012), σε αγόρια ηλικίας 9-15 ετών δεν ανέφερε βελτίωση στον δείκτη δύναμης αντίδρασης μετά από 4 εβδομάδες προπόνησης στην ομάδα των 9χρονων αγοριών και οι συγγραφείς υποθέτουν ότι η ηλικία και η ωρίμανση είναι πιο σημαντικοί παράγοντες για τη βελτίωσή του από ότι η προπόνηση.

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι, ο λόγος έκκεντρης δύναμης, ο οποίος αποτελεί δείκτη της απόδοσης του κύκλου διάτασης-βράχυνσης σε ενήλικες αθλητές σε διάφορα αθλήματα (McGuigan, et al., 2006), δεν συσχετίστηκε με την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης, ούτε με την ικανότητα σπριντ. Είναι γνωστό ότι, στην πλειομετρική προπόνηση, ο στόχος είναι να μειωθεί ο χρόνος απόσβεσης, που ορίζεται ως το χρονικό διάστημα μεταξύ της έκκεντρης και της σύκκεντρης φάσης (Voight & Dravonitch, 1991). Αυτό εξαρτάται ουσιαστικά από τις ελαστικές ιδιότητες του μυοτενόντιου συστήματος (Komi, 1992). Ωστόσο, η εκούσια μυϊκή δύναμη, η ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων και ο συγχρονισμός των αγωνιστών-ανταγωνιστών μυών στα παιδιά είναι χαμηλότερα σε σύγκριση με τους ενήλικες (Dotan, et al., 2012). Φαίνεται ότι, για της πολύ νεαρές αθλήτριες αυτής της μελέτης, ο δείκτης έκκεντρης δύναμης και ο λόγος δύναμης αντίδρασης δεν αντιπροσωπεύουν την ικανότητα

τους να χρησιμοποιούν τον κύκλο βράχυνσης- διάτασης. Επίσης οι Oliver και Smith, (2010) αναφέρουν ότι η νευρική ρύθμιση της μυϊκής σκληρότητας, και ο δείκτης δύναμης αντίδρασης είναι αποτελεσματικότερη στους ενήλικες σε σύγκριση με παιδιά, και ότι η απόδοσή σε δραστηριότητες που αφορούν τον κύκλο διάτασης- βράχυνσης αυξάνονται με την ηλικία (Lloyd et al., 2011).

Σε έρευνα του Lloyd και συνεργάτες (2012) με πρωτόκολλο πλειομετρικής άσκησης σε παιδιά (-9, -12 και -15 ετών), 2 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες και διάρκειας 25-40 λεπτά, εξετάστηκαν ο χρόνος επαφής με το έδαφος, ο χρόνος πτήσης, το ύψος του άλματος, ο δείκτης δύναμης-αντίδρασης και η σκληρότητα των κάτω άκρων, πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όσον αφορά στο δείκτη δύναμης αντίδρασης, η ομάδα των -12 ετών παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($p = 0.022$, $F = 63.438$, $p < 0.001$). Σχετικά με την σκληρότητα των κάτω άκρων τα παιδιά -15 ετών έδειξαν μεγαλύτερες απόλυτες τιμές σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες αλλά σε σχέση με τις ομάδες ελέγχου της ηλικίας τους τόσο το -15 όσο και -12 έδειξαν σημαντική μείωση στον χρόνο επαφής με το έδαφος μετά την παρέμβαση της πλειομετρικής προπόνησης ($F = 5.432$, $p < 0.01$). Στην παρούσα έρευνα, δεν βρέθηκε κύρια επίδραση για τον χρόνο, στον δείκτη δύναμης αντίδρασης, στο λόγο εφαρμογής έκκεντρης δύναμης και στον χρόνο επαφής με το έδαφος στο άλμα πτώσης (20 εκ.). Επιπλέον, για τις ίδιες μεταβλητές δεν βρέθηκε διαφορά μεταξύ των ομάδων. Το γεγονός αυτό, πιθανόν οφείλεται στο ότι χρειάζεται περισσότερος χρόνος (πάνω από 8 εβδομάδες) για να προκύψει βελτίωση στην απόδοση σε αυτές τις παραμέτρους. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, έδειξαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών. Εν τούτοις, η ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης για την αρχική μέτρηση έδειξε ότι διάφοροι τύποι αλμάτων, αντιπροσώπευαν ένα μικρό ποσό της διακύμανσης των τιμών της ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 10+10 και 5+5 μ. (18.4 και 27.1%, αντίστοιχα) και των δοκιμασιών ικανότητας σπριντ 20 και 10 μ. (22.6 και 29.3%, αντίστοιχα), επιβεβαιώνοντας έτσι προηγούμενη έρευνα σε έφηβους αθλητές (Vescovi & McGuigan, 2008).

Είναι ενδιαφέρον ότι σε αυτή τη μελέτη η ηλικία συσχετίστηκε επίσης με τη δοκιμασία ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης 10 + 10 μ. και τη δοκιμασία 20μ. σπριντ στην παρούσα μελέτη, παρά τη μικρή διαφορά ηλικίας (~ 1 έτος) μεταξύ των συμμετεχόντων. Επιπλέον, βρέθηκε υψηλή συσχέτιση του άλματος σε μήκος από στάση, με την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ. και την ικανότητα σπριντ 10μ. αποτέλεσμα το οποίο συμπίπτει με προηγούμενη έρευνα που έχει επίσης δείξει ότι τα οριζόντια άλματα μπορεί να επιδείξουν μεγαλύτερη συσχέτιση από ό,τι τα κατακόρυφα άλματα, με την ικανότητα σπριντ (Meylan et al., 2009).

Το γεγονός ότι οι επιδόσεις σε άλματα, γενικά, να εξηγούσαν μια μικρή ποσότητα της διακύμανσης της αλλαγής κατεύθυνσης και των δοκιμασιών ικανότητας σπριντ σε αυτή τη μελέτη, μπορεί να αποδοθεί σε διάφορους παράγοντες. Προηγούμενα ευρήματα έρευνας σχετικά με τη σύνδεση των επιδόσεων άλματος κάτω άκρων, ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης και των δοκιμασιών ικανότητας σπριντ, ανέφεραν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, σε ορισμένες μελέτες σε ενήλικες αθλητές, βρέθηκαν ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ της δύναμης με την ταχύτητα σπριντ (Wislof, Castagna, Helgerund, Jones, & Hoff, 2004, Young, McLean, και Ardagna, 1995) και την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης (Vescovi & McGuigan, 2008). Αντίθετα, κάποιες άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι η δύναμη, η ισχύς, η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης και η ικανότητα σπριντ δεν συνδέονται associated (Castillo-Rodríguez, et al., 2012, Cronin & Hansen, 2005, Sheppard et al., 2014) ή ότι η ικανότητα άλματος δεν μπορεί πάντα να προβλέψει την ικανότητα στην ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης (Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, και Ahmaidi, 2010) ή την απόδοση στα σπριντ (Meylan et al., 2009). Ωστόσο, οι συσχετίσεις μεταξύ ισχύος, ταχύτητας σπριντ και ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης. Ωστόσο, οι συσχετίσεις μεταξύ ισχύος, ταχύτητας σπριντ και ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης μπορούν να δώσουν μόνο μια γενική εικόνα για τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών και όχι μια αιτιώδη σχέση (Nimphius, et al., 2010). Άλλοι παράγοντες, όπως η ικανότητα αποτελεσματικής χρήσης του κύκλου βράχυνσης διάτασης σε γρήγορες κινήσεις (Markovic & Mikulic, 2010),

η ηλικία, η εμπειρία των συμμετεχόντων και , ο όγκος της προπόνησης (Nimphius et al., 2010) επηρεάζουν αυτή τη σχέση. Για παράδειγμα, οι Vescovi και McGuigan (2008) διαπίστωσαν ότι το κατακόρυφο άλμα με προδιάταση, εξήγησε ένα μικρό ποσοστό διακύμανσης της ικανότητας σπριντ (24-33%), σε αθλητές γυμνασίου (ηλικίας 15.1 ± 1.6 ετών), ωστόσο το ποσοστό εξήγησης των αποτελεσμάτων ήταν υψηλότερο για τους αθλητές κολλεγίου (ηλικίας 19.9 ± 0.9 ετών). Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η προπόνηση θεωρείται κρίσιμος παράγοντας που καθορίζει τη μυϊκή απόδοση των παιδιών. Ο Kotzamanidis, (2006) έδειξε ότι ένα πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων διάρκειας 10-εβδομάδων, (δύο φορές εβδομαδιαίως) βελτίωσε σημαντικά την ταχύτητα σπριντ 20 και 30μ., αλλά όχι ταχύτητα σπριντ 10μ. σε αγόρια 11 ετών σε σύγκριση με μια ομάδα ελέγχου παρόμοιας ηλικίας. Οι Buchheit και συνεργάτες (2010) διαπίστωσαν επίσης ότι ένα πρόγραμμα ασκήσεων εκρηκτικής δύναμης και επαναλαμβανόμενων σπριντ διάρκειας 10-εβδομάδων, 1 ώρα ανά εβδομάδα προκάλεσε σημαντική βελτίωση στην ταχύτητα 30μ. σπριντ, αλλά καμία σημαντική βελτίωση στα 10μ. σπριντ σε έφηβους ελίτ ποδοσφαιριστές. Ομοίως, οι Piazza και συνεργάτες (2014) ανέφεραν αύξηση της μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων κατά 6-7% μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης με αντιστάσεις. Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας, επίσης δείχνουν ότι η σχέση αυτή ισχυροποιείται μετά από 8 εβδομάδες προπόνησης.

Στο πρόγραμμα ασκήσεων εδάφους τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η βαθμολογία στην αρχική μέτρηση, σχετίζεται σημαντικά με τις εξής παραμέτρους: ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5 μ., ($r = -.395$ $p=0.01$), ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 10+10μ. ($r = -.334$, $p=0.05$), ταχύτητα σπριντ 10μ. ($r = -.309$, $p=0.05$), δείκτης δύναμης αντίδρασης ($r = .447$, $p=0.01$). Μετά την περίοδο παρέμβασης, οι συσχετίσεις της βαθμολογίας παρέμειναν υψηλές με την ταχύτητα σπριντ 10μ. ($r = -.442$, $p=0.01$), ταχύτητα σπριντ 20μ. ($r = -.568$, $p=0.01$), τον λόγο εφαρμογής έκκεντρης δύναμης ($r = -.382$, $p=0.01$), τον δείκτη δύναμης αντίδρασης ($r = .516$, $p=0.01$), και για την ομάδα ελέγχου με την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης 5+5 μ., ($r = .513$ $p=0.05$). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ακόμα και από τόσο νεαρή ηλικία, η αυξημένη ισχύ κάτω άκρων

σχετίζεται με υψηλότερη βαθμολογία στις ασκήσεις γυμναστικής. Ωστόσο υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που δεν εξετάστηκαν σε αυτήν την έρευνα, οι οποίοι επιδρούν στην απόδοση στις ασκήσεις εδάφους, και κυρίως η τεχνική. Η ικανότητα των αθλητριών να καλύπτουν το σύνολο του τάπητα γρήγορα και με τη σωστή τεχνική εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως ο νευρομυϊκός συντονισμός, η αντίληψη του χώρου-χρόνου, η σύζευξη των μελών κ.λ.π.

5.3 Πρακτικές εφαρμογές

Είναι δύσκολο να προσδιοριστούν επαρκώς τα ελλείμματα φυσικής κατάστασης των αθλητών και να δομηθεί ένα πρόγραμμα γυμναστικής προσαρμοσμένο στις ατομικές ανάγκες κάθε αθλητή και ειδικά σε αναπτυσσόμενους αθλητές. Όπως φάνηκε από την έρευνα, η πλειομετρική προπόνηση για 8 εβδομάδες, μπορεί να επιφέρει μικρή αλλά πρακτικά σημαντική, βελτίωση σε παραμέτρους ισχύος, ταχύτητας και ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης αθλητριών γυμναστικής, αυτής της ηλικίας.

Από τη μελέτη αυτή προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα που έχουν πρακτική εφαρμογή στην προπόνηση αθλητών παιδικής ηλικίας:

- Η πλειομετρική προπόνηση επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση στην ταχύτητα σπριντ και μικρότερη στην ικανότητα ταχύτητας αλλαγής κατεύθυνσης. Είναι πιθανόν η ταχύτητα να βελτιώνεται περισσότερο σε αυτήν την ηλικία ενώ η ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης, που απαιτεί ικανότητα επιτάχυνσης, επιβράδυνσης και έκκεντρη δύναμη, να εμφανίζει βελτίωση αργότερα, σε μεγαλύτερες ηλικίες.
- Οι «αργές» δραστηριότητες του κύκλου «διάτασης-βράχυνσης» (κατακόρυφο άλμα με ένα και δύο πόδια, άλμα από ημικάθισμα) βελτιώθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό από τις «γρήγορες» (άλμα πτώσης) και κάποιες παράμετροι όπως ο χρόνος επαφής με το έδαφος δεν βελτιώθηκαν καθόλου, πιθανόν λόγω ωρίμανσης νευρομυϊκού συστήματος

- Συνιστάται, να σχεδιάζονται και να εφαρμόζονται από αυτήν την ηλικία, αναπτυξιακά κατάλληλα προγράμματα προπόνησης, με στόχο τη βελτίωση της ισχύος, ταχύτητας και ευκινησίας.
- Οι αθλήτριες που πήραν μέρος στην έρευνα ήταν αθλήτριες γυμναστικής, δηλαδή έκαναν ταυτόχρονα προπόνηση σε ισορροπία, μυϊκή αντοχή των μυών του κορμού και σε ασκήσεις ελέγχου της θέσης του σώματος. Οι προπονητές μπορούν να εισάγουν προγράμματα πλειομετρικών ασκήσεων στην προπόνηση άλλων αθλημάτων με την προϋπόθεση να εκτελούνται και αυτά τα κομμάτια προετοιμασίας και να εφαρμόζονται οι κανόνες προοδευτικότητας και σωστής καθοδήγησης (με προτεραιότητα στη σωστή τεχνική εκτέλεση και ανατροφοδότηση).

5.4 Περαιτέρω έρευνα

Κατά τη συγγραφή της παρούσας μελέτης προέκυψαν θέματα τα οποία χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση. Παρόλο που οι 8 εβδομάδες προπόνησης, επέφεραν πρακτικά σημαντική βελτίωση, προτείνεται διεξαγωγή έρευνας με παρέμβαση μεγαλύτερης διάρκειας και σε διαφορετική στιγμή μέσα στον ετήσιο κύκλο (π.χ. στη μέση της προπαρασκευαστικής περιόδου) και με μεγαλύτερο δείγμα αθλητριών, για λόγους γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Al-Hadabi, B., Angus, C., Gladwell, V., & Beneke, R. (2013). Can Physical Activity Levels in Young Children be predicted by Motor Ability and Anthropometric Measures? In *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5) 481-481.
- Alkjaer, T., Meyland, J., Raffalt, P. C., Lundbye- Jensen, J., & Simonsen, E. B. (2013). Neuromuscular adaptations to 4 weeks of intensive drop jump training in well- trained athletes. *Physiological reports*, 1(5).
- Alricsson, M., Harms- Ringdahl, K., & Werner, S. (2001). Reliability of sports related functional tests with emphasis on speed and agility in young athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 11(4), 229-232.
- Andersen, L. L., & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology*, 96(1), 46-52.
- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? . *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 162–169.
- Antala, B., Kyselovicova, O., Bacharova, L., & Tibenska, M. (2008). Changes in QRS amplitude and motor performance in juvenile female athletes during 12 months of intensive training. *Kinesiology Research Trends and Applications*, 145-148.
- Araújo, C. G. S., & Scharhag, J. (2016). Athlete: a working definition for medical and health sciences research. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in sports*, 26(1).
- Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & de Villarreal, E. S. (2016). The Effects of Plyometric Training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 563-573.

- Asai, H., & Aoki, J. (1996). Force development of dynamic and static contractions in children and adults. *International Journal of Sports Medicine*, 17(03), 170-174.
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2008). Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 153-158.
- Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, B. H., Letson, D., Chuinard, R., & D'ambrosia, R. (1988). Muscular coactivation, The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(2), 113-122.
- Barber-Westin, S. D., Noyes, F. R., & Galloway, M. (2006). jump-land characteristics and muscle strength development in young athletes a gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years of age. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 375-384.
- Barker, A., Lloyd, R. S., Buchheit, M., Williams, C., & Oliver, J. L. (2014). The BASES expert statement on trainability during childhood and adolescence. *The Sport and Exercise Scientist*, 41, 22-23.
- Bass, S., Pearce, G., Bradney, M., Hendrich, E., Delmas, P. D., Harding, A., & Seeman, E. (1998). Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(3), 500-507.
- Beachle, T.R., Earler, R. W. (2009). Essentials of strength training and conditioning. National Strength and Conditioning Association. Human Kinetics, 2nd ed., Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης: Γεωργιάδης, Γ., Τερζής, Γ.
- Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 33(3), 547-561.
- Behringer, M., vomHeede, A., Yue, Z., & Mester, J. (2010). Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics*, peds-2010.

- Bergeron, M. F. (2015). Training and competing in the heat in youth sports: no sweat? *British Journal of Sports Medicine* 49, 1026-10268.
- Beunen, G. (2009) Physical Growth, Maturation and Performance. *Kinanthropometry And Exercise Physiology Laboratory Manual*, 73.
- Blazevich, A. J., Cannavan, D., Horne, S., Coleman, D. R., & Aagaard, P. (2009). Changes in muscle force-length properties affect the early rise of force in vivo. *Muscle & Nerve*, 39(4), 512-520.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(11), 1402-1412.
- Bolyak, A. A., & Pomazan, A. A. (2014). Parameters of effective competition activity and selection of young gymnasts in age 9-10 years. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 18(4), 3-7.
- Boraczyński, T., Boraczyński, M., Boraczyńska, S., & Michels, A. (2013). Changes in body composition and physical fitness of 7-year-old girls after completing a 12-month artistic gymnastics training program. *Human movement*, 14(4), 291-298.
- Bovet, P., Auguste, R., & Burdette, H. (2007). Strong inverse association between physical fitness and overweight in adolescents: a large school-based survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4(1), 24.
- Bradney, M., Pearce, G., Naughton, G., Sullivan, C., Bass, S., Beck, T., ... & Seeman, E. (1998). Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(12), 1814-1821.
- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport. *Sports Medicine*, 38(12), 1045-1063.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players:

- repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722.
- Castillo-Rodríguez, A., Fernández-García, J. C., Chinchilla-Minguet, J. L., & Carnero, E. Á. (2012). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 725-732.
- Chamari, K., Chaouachi, A., Hambli, M., Kaouech, F., Wisløff, U., & Castagna, C. (2008). The five-jump test for distance as a field test to assess lower limb explosive power in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 944-950.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, D. P., Chamari, K., & Castagna, C. (2012). Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2667-2676.
- Chelladurai, P. (1976). Manifestations of agility. *Journal of the Canadian Association of Health, Physical Education and Recreation*, 42(3), 36-41.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., & Shephard, R. J. (2014). Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1401-1410.
- Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., & Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39(1), 24.
- Chiodera, P., Volta, E., Gobbi, G., Milioli, M. A., Mirandola, P., Bonetti, A., ... & Vitale, M. (2008). Specifically designed physical exercise programs improve children's motor abilities. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(2), 179-187.
- Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(5), 308-319.

- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 783-791.
- Chu, D. A., Faigenbaum, A. D., & Falkel, J. E. (2006). *Progressive plyometrics for kids*. Monterey, CA: Healthy Learning.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155.
- Cohen, R., Mitchell, C., Dotan, R., Gabriel, D., Klentrou, P., & Falk, B. (2010). Do neuromuscular adaptations occur in endurance-trained boys and men? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(4), 471-479.
- Coledam, D. H. C., Arruda, G. A. D., dos-Santos, J. W., & Oliveira, A. R. D. (2013). Relationship of vertical, horizontal and sextuple jumps with agility and speed in children. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 27(1), 43-53
- Committee on Sports Medicine and Fitness. (2001). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 107(6), 1470-1472.
- Conlon, J., Haff, G. G., Nimphius, S., Tran, T., & Newton, R. U. (2013). Vertical jump velocity as a determinant of speed and agility performance. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 21(S2), 88-90.
- Croce, R. V., Russell, P. J., Swartz, E. E., & Decoster, L. C. (2004). Knee muscular response strategies differ by developmental level but not gender during jump landing. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 44(6), 339-348.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of strength and conditioning research*, 19(2), 349.
- de Hoyo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., Domínguez-Cobo, S., Fernandes, O., ... & Gonzalo-Skok, O. (2016). Effects of 10-week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1380-1387.
- de Villarreal, E. S. S., Kellis, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump

- height performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
- de Villarreal, E. S. S., Requena, B., & Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513-522.
- di Cagno, A., Battaglia, C., Giombini, A., Piazza, M., Fiorilli, G., Calcagno, G., ... & Borrione, P. (2013). Time of day—effects on motor coordination and reactive strength in elite athletes and untrained adolescents. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(1), 182.
- Dietz, V., Noth, J., & Schmidbleicher, D. (1981). Interaction between pre-activity and stretch reflex in human triceps brachii during landing from forward falls. *The Journal of Physiology*, 311, 113.
- Donti, O., Bogdanis, G.C., Kritikou, M., Donti, A., Theodorakou, K. (2016). The relative contribution of physical fitness to the technical execution score in youth rhythmic gymnastics. *Journal of Human Kinetics*, 51, 143-152.
- Dotan, R., Mitchell, C. J., Cohen, R., Gabriel, D., Klentrou, P., & Falk, B. (2013). Explosive sport training and torque kinetics in children. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(7), 740-745.
- Dotan, R., Mitchell, C., Cohen, R., Klentrou, P., Gabriel, D., & Falk, B. (2012). Child—adult differences in muscle activation—a review. *Pediatric exercise science*, 24(1), 2-21.
- Douda, H. T., Toubekis, A.G., Avloniti, A.A., Tokmakidis, S.P. (2008). Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 41-54.
- Draper, J. A., & Lancaster, M. G. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Aust J Sci Med Sport*, 17(1), 15-18.
- Eisenmann, J., & Malina, R. (2003). Age-and sex-associated variation in neuromuscular capacities of adolescent distance runners. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 551-557.

- Ereline, J., Gapejeva, J., Pääsuke, M., & Pehme, A. (1995). Neuromuscular Performance Characteristics in Judoists at Various Age. *Tartu International Anthropological Conference 29 May-2 June, 47*.
- Faigenbaum, A. D. (2006). Plyometrics for kids: Facts and fallacies. *NSCA's Performance Training Journal, 5*(2), 13-16.
- Faigenbaum, A. D., & Chu, D. A. (2001). Plyometric training for children and adolescents. *American College of Sports Medicine Current Comment*. December.
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine, 44*(1), 56-63.
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 23*, 60-79.
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Loud, R. L., & Long, C. (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics, 104*(1), e5-e5.
- Falk, B., Brunton, L., Dotan, R., Usselman, C., Klentrou, P., & Gabriel, D. (2009). Muscle strength and contractile kinetics of isometric elbow flexion in girls and women. *Pediatric Exercise Science, 21*(3), 354-364.
- Falk, B., Usselman, C., Dotan, R., Brunton, L., Klentrou, P., Shaw, J., & Gabriel, D. (2009). Child–adult differences in muscle strength and activation pattern during isometric elbow flexion and extension. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 34*(4), 609-615.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 14*(4), 470-476.

- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32-38.
- Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1677-1682.
- Fleck, S. J. (1999). Periodized strength training: a critical review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(1), 82-89.
- Fuchs, R. K., Bauer, J. J., & Snow, C. M. (2001). Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: a randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(1), 148-156.
- Fukunaga, T., & Funato, K. (1992). The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. *The Annals of Physiological Anthropology*, 11(3), 357-364.
- Fukunaga, T., Kawakami, Y., Kubo, K., & Kanehisa, H. (2002). Muscle and tendon interaction during human movements. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 106-110.
- Gallotta, M. C., Marchetti, R., Baldari, C., Guidetti, L., & Pesce, C. (2009). Linking co-ordinative and fitness training in physical education settings. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(3), 412-418.
- Gollhofer, A., Schmidbleicher, D., & Dietz, V. (1984). Regulation of muscle stiffness in human locomotion. *International Journal of Sports Medicine*, 5(01), 19-22.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibáñez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(5), 485-493.
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., ... & Behm, D. G. (2016). Effects of Resistance Training in Youth Athletes on

- Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development. *Frontiers in Physiology*, 7, 164.
- Granacher, U., Prieske, O., Majewski, M., Büsch, D., & Muehlbauer, T. (2015). The role of instability with plyometric training in sub-elite adolescent soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 36(05), 386-394.
- Greene, D. A., & Naughton, G. A. (2006). Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence. *Sports Medicine*, 36(9), 723-732.
- Grosset, J. F., Mora, I., Lambertz, D., & Pérot, C. (2007). Changes in stretch reflexes and muscle stiffness with age in prepubescent children. *Journal of Applied Physiology*, 102(6), 2352-2360.
- Häkkinen, K., Alen, M., & Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force- and relaxation- time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiologica*, 125(4), 573-585.
- Häkkinen, K., Mero, A., & Kauhanen, H. (1989). Specificity of endurance, sprint and strength training on physical performance capacity in young athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 29(1), 27-35.
- Hammami, M., Negra, Y., Aouadi, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2016). Effects of an In-season Plyometric Training Program on Repeated Change of Direction and Sprint Performance in the Junior Soccer Player. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3312-3320.
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3278-3289.
- Hennessy, L., & Kilty, J. (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 326-331.
- Hind, K., & Burrows, M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone*, 40(1), 14-27.

- Holmberg, P. M. (2009). Agility training for experienced athletes: A dynamical systems approach. *Strength & Conditioning Journal*, 31(5), 73-78.
- Hopkins, W.G., Marshall, S.W., Batterham, A.M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3-13.
- Housh, T. J., Johnson, G. O., Housh, D. J., Stout, J. R., Weir, J. P., Weir, L. L., & Eckerson, J. M. (1996). Isokinetic peak torque in young wrestlers. *Pediatric Exercise Science*, 8(2), 143-155.
- Ishikawa, M., Komi, P. V., Grey, M. J., Lepola, V., & Bruggemann, G. P. (2005). Muscle-tendon interaction and elastic energy usage in human walking. *Journal of Applied Physiology*, 99(2), 603-608.
- Jarić, S. M., & Kukolj, M. S. (1996). Strength (force) and power in human movements. *Fizička kultura*, 50(1-2), 15-28.
- Jeffreys, I. (2006). Motor Learning---Applications for Agility, Part 1. *Strength & Conditioning Journal*, 28(5), 72-76.
- Johnson, B. A., Salzberg, C. L., & Stevenson, D. A. (2011). A systematic review: Plyometric training programs for young children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2623-2633.
- Jones, P., Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2009). An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(1), 97.
- Jovanovic, M., Sporis, G., Omrcen, D., & Fiorentini, F. (2011). *Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1285-1292.
- Joyce, D., & Lewindon, D. (Eds.). (2014). *High-performance training for sports. Human Kinetics.*
- Kambas, A., Leontsini, D., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Stampoulis, T., Makris, K., ... & Fatouros, I. G. (2016). Physical activity may be a potent regulator of bone turnover biomarkers in healthy girls during preadolescence. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 1-10.

- Keenan, T., Evans, S., & Crowley, K. (2016). *An introduction to child development*. Sage.
- Komi, P. V. (1991). Stretch-shortening cycle. *Strength and Power in Sports* (pp. 169-179). Champaign, IL: Human Kinetics
- Komi, P. V. (2008). Stretch-shortening cycle. *Strength Power Sport*. Oxford: *Balckwell Science*, 184-201.
- Komi, P. V., & Gollhofer, A. (1997). Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. *Journal of applied biomechanics*, 13(4), 451-460.
- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 441-445.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakevou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 369-375.
- Koutedakis, Y. (1989). Muscle elasticity-plyometrics: some physiological and practical considerations. *Journal of Applied Research in Coaching and Athletics*, 4(1), 35-49.
- Kraemer, W. J., Fry, A. C., Frykman, P. N., Conroy, B., & Hoffman, J. (1989). Resistance training and youth. *Pediatric Exercise Science*, 1(4), 336-350.
- Kubo, K., Morimoto, M., Komuro, T., Tsunoda, N., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2007). Influences of tendon stiffness, joint stiffness, and electromyographic activity on jump performances using single joint. *European Journal of Applied Physiology*, 99(3), 235-243.
- Kritikou, M., Donti, O., Bogdanis, G. C., Donti, A., & Theodorakou, K. (2017). Correlates of artistry performance scores in preadolescent rhythmic gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, 9(2), 165-177.
- Kums, T., Ereline, J., Gapeyeva, H., & Paasuke, M. (2005). Vertical jumping performance in young rhythmic gymnasts. *Biology of Sport*, 22(3), 237.

- Lambertz, D., Mora, I., Grosset, J. F., & Perot, C. (2003). Evaluation of musculotendinous stiffness in prepubertal children and adults, taking into account muscle activity. *Journal of Applied Physiology*, 95(1), 64-72.
- Lazaridis, S., Bassa, E., Patikas, D., Giakas, G., Gollhofer, A., & Kotzamanidis, C. (2010). Neuromuscular differences between prepubescent boys and adult men during drop jump. *European Journal of Applied Physiology*, 110(1), 67-74.
- Leone, M., Comtois, A. S., Tremblay, F., & Léger, L. (2006). Specificity of running speed and agility in competitive junior tennis players. *Medicine & Science in Tennis*, 10-11.
- Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 781-795.
- Lillegard, W. A., Brown, E. W., Wilson, D. J., Henderson, R., & Lewis, E. (1997). Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: effects of gender and maturity. *Pediatric Rehabilitation*, 1(3), 147-157.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198-1204.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 76-78.
- Lloyd R. S., Oliver J. L. (2014). Developing Younger athletes. In Joyce D., Lewindon D., *High-Performance Training for Sports*. 15-28, Human Kinetics.
- Lloyd, R. S., Meyers, R. W., & Oliver, J. L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strength & Conditioning Journal*, 33(2), 23-32.

- Lloyd, R. S., Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2012). The effects of 4-weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2812-2819.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2011). The influence of chronological age on periods of accelerated adaptation of stretch-shortening cycle performance in pre and postpubescent boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1889-189
- Lloyd, R. S., Read, P., Oliver, J. L., Meyers, R. W., Nimphius, S., & Jeffreys, I. (2013). Considerations for the development of agility during childhood and adolescence. *Strength & Conditioning Journal*, 35(3), 2-11.
- Lockie, R. G., Schultz, A. B., Callaghan, S. J., & Jeffriess, M. D. (2013). The effects of isokinetic knee extensor and flexor strength on dynamic stability as measured by functional reaching. *Isokinetics and Exercise Science*, 21(4), 301-309.
- Longmuir, P. E., Boyer, C., Lloyd, M., Yang, Y., Boiarskaia, E., Zhu, W., & Tremblay, M. S. (2015). The Canadian Assessment of Physical Literacy: methods for children in grades 4 to 6 (8 to 12 years). *BMC Public Health*, 15(1), 767.
- Lutsenko, L. S., & Bodrenkova, I. A. (2013). Correlation of general and special physical training of athletes cheerleaders at the stage the specialized training base. *Physical Education of Students*, 17(6), 43-49.
- Malina, R. M. (2001). Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *American Journal of Human Biology*, 13(2), 162-172.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 349-355.

- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine*, 40(10), 859-895.
- Marković, G., Sekulić, D., & Marković, M. (2007). Is agility related to strength qualities? -Analysis in latent space. *Collegium Antropologicum*, 31(3), 787-793.
- Martin, R. J., Doré, E., Hautier, C. A., Van Praagh, E., & Bedu, M. (2003). Short-term peak power changes in adolescents of similar anthropometric characteristics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(8), 1436-1440.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 159.
- McCambridge, T. M., & Stricker, P. R. (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 121(4), 835-840.
- McClymont, D. (2003). Use of the reactive strength index (RSI) as an indicator of plyometric training conditions. *In Science and Football V: The proceedings of the fifth World Congress on Sports Science and Football, Lisbon, Portugal*, 408-16.
- McGuigan, M. R., Doyle, T. L., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S., & Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 992-995.
- McKay, H., Tsang, G., Heinonen, A., MacKelvie, K., Sanderson, D., & Khan, K. M. (2005). Ground reaction forces associated with an effective elementary school based jumping intervention. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 10-14.
- McNarry, M., & Jones, A. (2014). The influence of training status on the aerobic and anaerobic responses to exercise in children: A review. *European Journal of Sport Science*, 14, 57-68.

- McNarry, M., Barker, A., & Oliver, J. (2014). The British Association of Sport and Exercise Sciences Expert Statements. *Journal of Sports Sciences*, 32, 2.
- Mero, A. (1998). Power and speed training during childhood. *Pediatric Anaerobic Performance*, 241-269. Human Kinetics.
- Meylan, C. M. P., Cronin, J., Oliver, J. L., Hopkins, W. G., & Pinder, S. (2014). Contribution of vertical strength and power to sprint performance in young male athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 35(09), 749-754.
- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613.
- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., & Rogers, C. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1140-1147.
- Michailidis, Y., Fatouros, I. G., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., ... & Leontsini, D. (2013). Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 38-49.
- Michalopoulou, M., Kambas, A., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Avloniti, A., ... & Tournis, S. (2013). Physical activity is associated with bone geometry of premenarcheal girls in a dose-dependent manner. *Metabolism*, 62(12), 1811-1818.
- Miller, M. G. jeremy J. Herniman, Mark D. Richard, Christopher C. Cheatham and Timothy J. Michael. (2006): The effect of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports science and Medicine*, 5, 459-465.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689-694.
- Mitchell, C., Cohen, R., Dotan, R., Gabriel, D., Klentrou, P., & Falk, B. (2011). Rate of muscle activation in power-and endurance-trained

- boys. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 94-105.
- Moran, J., Sandercock, G. R., Ramírez-Campillo, R., Todd, O., Collison, J., & Parry, D. A. (2017). Maturation-Related Effect of Low-Dose Plyometric Training on Performance in Youth Hockey Players. *Pediatric exercise science*, 29(2), 194-202.
- Mosher, R. E., Rhodes, E. C., Wenger, H. A., & Filsinger, B. (1984). Interval training: the effects of a 12-week program on elite, pre-pubertal male soccer players. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 25(1-2), 5-9.
- Naughton, G., Farpour-Lambert, N. J., Carlson, J., Bradney, M., & Van Praagh, E. (2000). Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports Medicine*, 30(5), 309-325.
- Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Hachana, Y., & Granacher, U. (2016). Effects of High-Velocity Resistance Training on Athletic Performance in Prepuberal Male Soccer Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3290-3297.
- Nichols, T. R., & Houk, J. C. (1976). Improvement in linearity and regulation of stiffness that results from actions of stretch reflex. *Journal of Neurophysiology*, 39(1), 119-142.
- Nimphius, S., Mcguigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 885-895.
- Paasuke, M., Ereline, J., Gapeyeva, H., Vertical Jumping Performance Characteristics in Pre- and Post-Pubertal Boys. (2001). *Pediatric Exercise Science*, 13, 60-69, Human Kinetics.
- Papaiakovou, G.E., Michailidis, C.J., Giannakos, A. Patikas, D. K., Bassa, E., Kalopisis, V., Anthrakidis, N., & Kotzamanidis, C., (2009). Effect of chronological age and gender on the development of sprint performance during childhood and puberty. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(9)/2568–2573.

- Papia, A., Bogdanis, G.C., Apostolidis, N., Donti, O. (*in press*). Jumping performance is not a strong predictor of change of direction and sprinting ability in preadolescent gymnasts. *Science of Gymnastics*.
- Partavi, S., (2013). Effects of 7 weeks of rope-jump training on cardiovascular endurance, speed, and agility in middle school student boys. *Sport Science* 2: 40- 43.
- Pearcey, G. E., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 5-13.
- Pettersen, S. A., & Mathisen, G. E. (2012). Effect of short burst activities on sprint and agility performance in 11-to 12-year-old boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1033-1038.
- Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., & Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 221-230.
- Podstawski, R., & Boryśławski, K. (2012). Relationships between selected anthropometric features and motor abilities of children aged 7-9. *Clinical Kinesiology*, 66(4), 82-90.
- Potach, D. H., Chu D. A. Plyometric Training. In *Baechle TR, Earle RW. Essentials of Strength Training and Conditioning*, 2nd ed., Human Kinetics.
- Qiong, X. (2014). Study on the Complete Movement Arrangement of Rhythmic Gymnastics.
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Baez, E. B., Martínez, C., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2014). Effects of plyometric training on endurance and explosive strength performance in competitive middle-and long-distance runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 97-104.

- Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2013). Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2714-2722.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., ... & Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335-1342.
- Reyment, C. M., Bonis, M. E., Lundquist, J. C., & Tice, B. S. (2006). Effects of a four-week plyometric training program on measurements of power in male collegiate hockey players. *International Journal of Science and Engineering*. 1 (2): 44, 62.
- Robertson, Thomas P. Jr., "Effect of Plyometric Training on the Time-Course of Adaptations to the Elastic Properties of Tendons" (2011). Senior Honors Theses. Paper 21.
- Rowland, T. W. (1996). *The development of muscular strength*. In *Developmental Exercise Physiology*, 71–96, Human Kinetics.
- Sadres, E., Eliakim, A., Constantini, N., Lidor, R., & Falk, B. (2001). The effect of long-term resistance training on anthropometric measures, muscle strength, and selfconcept in pre-pubertal boys. *Pediatric Exercise Science*, 13(4), 357-372.
- Sahrom, S., Cronin, J., & Harris, N. (2014). Slow Stretch-Shorten Cycle Characteristics: Gender and Maturation Differences in Singaporean Youths. *Journal of Athletic Enhancement*, 3 (6).
- Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2011). The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 441-452.
- Sassi, R. H., Dardouri, W., Yahmed, M. H., Gmada, N., Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reliability of a modified agility T-

- test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1644-1651.
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 802-811.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. *Strength and power in sport, 1*, 381-395.
- Shalfawi, S. A., Sabbah, A., Kailani, G., Tønnessen, E., & Enoksen, E. (2011). The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: a field-test approach. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(11), 3088-3092.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Sheppard, J. M., Dawes, J. J., Jeffreys, I., Spiteri, T., & Nimphius, S. (2014). Broadening the view of agility: A scientific review of the literature. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 22 (3), 6-25.
- Shiner, J., Bishop, T., & Cosgarea, A. J. (2005). Integrating Low-Intensity Plyometrics into Strength and Conditioning Programs. *Strength & Conditioning Journal*, 27(6), 10-20.
- Slemenda, C. W., Miller, J. Z., Hui, S. L., Reister, T. K., & Johnston, C. C. (1991). Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *Journal F Bone and Mineral Research*, 6(11), 1227-1233.
- Sleeper, M. D., Kenyon, L. K., & Casey, E. (2012). Measuring fitness in female gymnasts: the gymnastics functional measurement tool. *International journal of sports physical therapy*, 7(2), 124.
- Sozbir, K. (2016). Effects of 6-week plyometric training on vertical jump performance and muscle activation of lower extremity muscles. *The Sport Journal*.

- Sporis, G., Vucetic, V., Jovanovic, M., Jukic, I., Omrcen, D. (2011). Reliability and factorial validity of flexibility tests for team sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 1168-1176.
- Stracciolini, A., Hanson, E., Kiefer, A. W., Myer, G. D., & Faigenbaum, A. D. (2016). Resistance Training for Pediatric Female Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 20(2), 64-71.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., ... & Rowland, T. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics*, 146(6), 732-737.
- Sunnegårdh, J., Bratteby, L. E., Nordesjö, L. O., & Nordgren, B. (1988). Isometric and isokinetic muscle strength, anthropometry and physical activity in 8 and 13-year-old Swedish children. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 58(3), 291-297.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., & Takaishi, M. (1966). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I. *Archives of Disease in Childhood*, 41(219), 454.
- Thomas, K., French, D., & Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 332-335.
- Tournis, S., Michopoulou, E., Fatouros, I. G., Paspati, I., Michalopoulou, M., Raptou, P., ... & Galanos, A. (2010). Effect of rhythmic gymnastics on volumetric bone mineral density and bone geometry in premenarcheal female athletes and controls. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 95(6), 2755-2762.
- Tzetzis, G., Lola, A., Τζέτζης, Γ., & Λόλα, Α. (2015). *Κινητική ανάπτυξη*, Εκδόσεις Κάλλιπος
- Vänttinen, T., Blomqvist, M., Nyman, K., & Häkkinen, K. (2011). Changes in body composition, hormonal status, and physical fitness in 11-, 13-, and 15-year-old Finnish regional youth soccer players during a two-year follow-up. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3342-3351.

- Veligeas, P., Tsoukos, T., & Bogdanis, G.C. (2012). Standing long jump determinants in children, *Serbian Journal of Sports Sciences* 6(4): 147-155.
- Vescovi, J. D., & Mcguigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97-107.
- Voight, M. L., Draovitch, P., & Tippet, S. (1991). *Plyometrics. Eccentric Muscle Training in Sports and Orthopedics*. New York, NY: Churchill Livingstone, 45.
- W.A.G, Code of Points, 2012-16.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 231-240.
- Wrotniak, B. H., Epstein, L. H., Dorn, J. M., Jones, K. E., & Kondilis, V. A. (2006). The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics*, 118(6), 1758-1765.
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 10(1), 159-169. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 206-212.
- Young, W. B., Miller, I. R., & Talpey, S. W. (2015). Physical qualities predict change-of-direction speed but not defensive agility in Australian rules football. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 206-212.
- Young, W., & Farrow, D. (2006). A Review of Agility: Practical Applications for Strength and Conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 28(5), 24-29.

- Young, W., Farrow, D., Pyne, D., McGregor, W., & Handke, T. (2011). Validity and reliability of agility tests in junior Australian football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3399-3403.
- Young, W., McLean, B., & Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(1), 13-19

VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

7.1 ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗ ΓΟΝΕΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ

Αγαπητοί Συμμετέχοντες,

Στο πλαίσιο των επιστημονικών δραστηριοτήτων της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, διεξάγεται μια μεταπτυχιακή έρευνα σχετικά με τη βελτίωση της ευκινησίας και της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων σε παιδιά που ασχολούνται με τη γυμναστική.

Για τη διεξαγωγή της έρευνας σας παρακαλούμε να επιτρέψετε στο παιδί σας να λάβει μέρος έχοντας υπόψη ότι δεν διατρέχει κάποιο κίνδυνο η σωματική του υγεία και ότι θα διατηρηθεί η ανωνυμία των συμμετεχόντων. Η έρευνα περιλαμβάνει τυποποιημένες δοκιμασίες μέτρησης μυϊκής ισχύος, ευκινησίας και ταχύτητας με τις οποίες οι αθλήτριες είναι εξοικειωμένες διότι τις εκτελούν συχνά στην προπόνηση.

Ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασία σας.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

20/09/17

Διάβασα την παραπάνω ενημέρωση για την έρευνα που διεξάγεται, υπό την αιγίδα της ΣΕΦΑΑ του Πανεπιστημίου Αθηνών, από τις μεταπτυχιακές φοιτήτριες Παπία Κωνσταντίνα και Παπία Αθανασία με υπεύθυνη της έρευνας την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Δόντη Ολύβια και δηλώνω ότι δέχομαι να λάβει μέρος σ' αυτήν την έρευνα η

αθλήτρια.....

Γνωρίζω ότι η συμμετοχή είναι εθελοντική, γίνεται ανώνυμα, το παιδί μου δεν διατρέχει κανέναν κίνδυνο και μπορεί να διακόψει οποιαδήποτε στιγμή.

Ο Γονέας – Κηδεμόνας

Υπογραφή

.....

7.2 ΑΤΟΜΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΟΝ/ΜΟ	5+5		10+10		20Μ		10Μ		Αλμα σε Μηκος		Ασκήσεις Εδαφους
	1Η	2Η	1Η	2Η	1Η	2Η	1Η	2Η	1Η	2Η	

