



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΕΡΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

“ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ & ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επίδραση μικρής προπονητικής συχνότητας πλειομετρικής
προπόνησης στην ανάπτυξη της αλτικής ικανότητας, της
ταχύτητας και της ευκινησίας σε προ-έφηβους ποδοσφαιριστές**

Φωτιάδης Ραφαήλ [ΑΕΜ: 13124]

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία-υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης
Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την
απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη «Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική»
στην Ειδίκευση “Προπονητική”

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ελένη Ζέτου Μουντάκη, τ. Καθηγήτρια, ΤΕΦΑΑ, Δ.Π.Θ

2^ο μέλος: Ηλίας Σμήλιος, Καθηγητής ΤΕΦΑΑ, Δ.Π.Θ

3^ο μέλος: Φανή Μπερμπερίδου, ΕΕΠ ΤΕΦΑΑ, Δ.Π.Θ

Κομοτηνή, 2026



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

**SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION, SPORTS SCIENCE AND
OCCUPATIONAL THERAPY**

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

**POSTGRADUATE PROGRAM
“EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE”**

MASTER DISSERTATION

**The effect of a low frequency plyometric training on the
development of jumping ability, speed and agility in pre-
adolescent football players**

Rafail Fotiadis [R.N. 13124]

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master's Degree in
"Exercise Physiology and Sports Training Science" of the Department of Physical
Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, specialized in
"Sports Training Science"

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Eleni Zetou-Mountaki, Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 2: Ilias Smilios, Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 3: Fani Berberidou, Specialized Education Staff D.P.E.S.S. – DUTH

Komotini, 2026

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ραφαήλ Φωτιάδης: Επίδραση μικρής προπονητικής συχνότητας πλειομετρικής προπόνησης στην ανάπτυξη της αλτικής ικανότητας, της ταχύτητας και της ευκινησίας σε προ-έφηβους ποδοσφαιριστές

(Με την επίβλεψη της Καθηγήτριας Ελένης Ζέτου Μουντάκη)

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθούν οι φυσιολογικές και κινητικές προσαρμογές που επέρχονται έπειτα από ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης σε νεαρούς ποδοσφαιριστές, καθώς και να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα και η ασφάλεια της εφαρμογής της. Το δείγμα αποτέλεσαν νεαροί αθλητές, οι οποίοι χωρίστηκαν σε ομάδα πλειομετρικής προπόνησης (ΟΠΠ) και ομάδα ελέγχου (ΟΕ). Η ομάδα παρέμβασης ακολούθησε ένα δομημένο πρόγραμμα μικρής προπονητικής συχνότητας πλειομετρικών ασκήσεων, διάρκειας 8 εβδομάδων, ενώ η ομάδα ελέγχου συνέχισε το συνηθισμένο προπονητικό της πρόγραμμα. Η συχνότητα της πλειομετρικής προπόνησης ήταν μια φορά την εβδομάδα σε κάθε μικρόκυκλο, κάθε Τετάρτη. Αξιολογήθηκαν παράμετροι ταχύτητας (0–10 m, 0–20 m), ευκινησίας (T-Test), εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων (SJ, CMJ, 5-Bounds Test) και ευλυγισίας (Sit-and-Reach), πριν και μετά την προπονητική διαδικασία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε σημαντικές βελτιώσεις ($p < 0,05$) στην ταχύτητα, την ταχυδύναμη, την ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης και την απόδοση των αλτικών δοκιμασιών. Συμπερασματικά, η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί μια αποτελεσματική και ασφαλή μέθοδο για τη βελτίωση της απόδοσης νεαρών ποδοσφαιριστών και συνιστάται στους προπονητές να την ενσωματώνουν στα προπονητικά προγράμματα κυρίως αναπτυξιακών ηλικιών.

Λέξεις κλειδιά: πλειομετρική προπόνηση, ταχύτητα, ταχυδύναμη, ευκινησία, νεαροί ποδοσφαιριστές

ABSTRACT

Rafail Fotiadis: The effect of a low frequency plyometric training on the development of jumping ability, speed and agility in pre-adolescent football players

(Under the supervision of Professor Eleni Zetou Mountaki)

The purpose of the present study was to investigate the physiological and motor adaptations resulting from a plyometric training program in young soccer players, as well as to evaluate the effectiveness and safety of its application. The sample consisted of youth athletes who were divided into an intervention group (PTG) and a control group (CG). The intervention group followed a structured plyometric training program for 8 weeks while the control group continued its regular training routine. The frequency of plyometric training was once a week in each microcycle, every Wednesday. Performance variables related to speed (0–10 m, 0–20 m), agility (T-Test), lower limb explosive power (SJ, CMJ, 5-Bounds Test) and flexibility (Sit-and-Reach) were assessed before and after the training period. The results demonstrated that the plyometric training group showed significant improvements ($p < 0.05$) in sprint performance, explosive strength, change-of-direction ability, and jump-based test outcomes. In conclusion, plyometric training is an effective and safe method for improving performance in young soccer players, and it is recommended to be incorporated into developmental training programs.

Keywords: Plyometric training, Speed, explosive strength, agility, youth soccer players

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT.....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1. Σκοπός της μελέτης	14
1.2. Ερευνητικές Υποθέσεις	15
1.3. Θεωρητικοί Ορισμοί	16
1.4 . Περιορισμοί της έρευνας	16
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	17
2.1. Διαδικασία Παρέμβασης.....	17
2.2 Διαδικασία Μετρήσεων.....	19
2.3. Στατιστική ανάλυση.....	22
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	23
3.1. Δρόμος ταχύτητας 0-10m.....	23
3.2. Δρόμος ταχύτητα 0-20m.....	23
3.3. Τεστ ευκινησίας (T-test).....	24
3.4. Άλμα από ημικάθισμα – Squat Jump(SJ).....	24
3.5. Άλμα με υποχωρητική κίνηση με ελεύθερα χέρια	25
3.6. Άλμα με υποχωρητική κίνηση με χέρια στη μέση	25
3.7. Τεστ πολλαπλών αναπηδήσεων 5-Bound-test.....	26
3.8. Ευλυγισία (Sit and Reach).....	26
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	27
4.1. Ταχύτητα 0-10m.....	27
4.2. Ταχύτητα 0-20m.....	27
4.3. Τεστ ευκινησίας (T-test).....	27
4.4. Άλμα από ημικάθισμα – Squat Jump(SJ).....	28
4.5. Άλμα με υποχωρητική κίνηση με ελεύθερα χέρια	28
4.6. Άλμα με υποχωρητική κίνηση με χέρια στη μέση.....	29

4.7. Τεστ πολλαπλών αναπηδήσεων 5-Bound-test	30
4.8. Ευλυγισία (Δίπλωση από εδραία θέση)	30
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	33
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	34

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Μεταβολή της επίδοσης στο δρόμο ταχύτητας 10 μέτρων (sec).	23
Πίνακας 2. Μεταβολή της επίδοσης στο δρόμο ταχύτητας 20 μέτρων (sec).	24
Πίνακας 3. Μεταβολή της επίδοσης στο τεστ ευκινησίας T-test (sec).	24
Πίνακας 4. Μεταβολή της επίδοσης στο άλμα από ημικάθισμα (cm).	25
Πίνακας 5. Μεταβολή της επίδοσης στο άλμα με υποχωρητική κίνηση με ελεύθερα χέρια (cm).	25
Πίνακας 6. Μεταβολή της επίδοσης στο άλμα με υποχωρητική κίνηση (cm).	26
Πίνακας 7. Μεταβολή της επίδοσης στο τεστ πολλαπλών αναπηδήσεων (m).	26
Πίνακας 8. Μεταβολή της επίδοσης στη δίπλωση από εδραία θέση (cm).	26

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ποδόσφαιρο αποτελεί αναμφίβολα το πιο δημοφιλές και διαδεδομένο άθλημα παγκοσμίως. Πρόκειται για ένα πολύπλευρο, σύνθετο ομαδικό άθλημα, που απαιτεί όχι μόνο ατομικές ικανότητες αλλά και υψηλό επίπεδο συνεργασίας (Segovia, Marques, Tillaar & González-Badillo, 2011). Σύμφωνα με μελέτη της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Ποδοσφαίρου (FIFA) το 2006, περισσότεροι από 265 εκατομμύρια άνθρωποι κάθε φύλου και ηλικίας συμμετείχαν ενεργά στο ποδόσφαιρο, σε όλα τα επίπεδα, κάτι που αποτυπώνει με σαφήνεια την παγκόσμια απήχυσή του.

Στη σύγχρονη μορφή του, το ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται από υψηλή ένταση και απαιτεί εξαιρετικά επίπεδα φυσικής κατάστασης από τους αθλητές του, σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι στο παρελθόν (Hoff & Helgerud, 2004). Η ένταση των αγώνων, οι συνεχείς αλλαγές ρυθμού και οι απαιτήσεις για εκρηκτικότητα καθιστούν το άθλημα διαλειμματικού χαρακτήρα, με κυρίαρχο χαρακτηριστικό την εναλλαγή μέγιστης προσπάθειας και ενεργητικής αποκατάστασης (Hoff, Wisloff, Engen, Kemi & Helgerud, 2002). Αν και ο αγώνας διαρκεί περισσότερο από 90 λεπτά (καθυστερήσεις), γεγονός που προϋποθέτει σημαντική αερόβια ικανότητα, οι πιο καθοριστικές στιγμές κρίνονται κυρίως από τον αναερόβιο μηχανισμό, με ενέργειες όπως το σπριντ, τα άλματα και οι γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης (Bangsbo, Mohr & Krusturp, 2006; Iaia, Rampinini & Bangsbo, 2009).

Στη διεθνή βιβλιογραφία, πρόσφατες μελέτες καταδεικνύουν ότι η μυϊκή δύναμη, η ευκινησία, αλλά και η ικανότητα εκτέλεσης επαναλαμβανόμενων σπριντ αποτελούν θεμελιώδεις παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα την απόδοση στο ποδόσφαιρο (Owen et al., 2014). Ωστόσο, δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι η αγωνιστική επίδοση δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις φυσικές παραμέτρους. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν επίσης οι τεχνικές δεξιότητες, η τακτική κατανόηση του παιχνιδιού και φυσικά οι ψυχολογικοί παράγοντες, όπως η αυτοπεποίθηση και η συγκέντρωση (Rouissi et al., 2016).

Σε ό,τι αφορά στους νεαρούς ποδοσφαιριστές, η φυσιολογική τους ανάπτυξη αποτελεί κρίσιμο παράγοντα που επηρεάζει άμεσα τόσο την προπονητική διαδικασία όσο και την απόδοση στον αγωνιστικό χώρο. Σε σύγκριση με τους ενήλικες, οι νεαροί αθλητές δεν έχουν πλήρως αναπτύξει το βιολογικό τους δυναμικό και παρουσιάζουν μικρότερη ικανότητα προσαρμογής σε έντονες προπονητικές επιβαρύνσεις. Η ηλικία των 12 έως 16 ετών θεωρείται από την προπονητική επιστήμη ως «χρυσή περίοδος μάθησης», κατά την

οποία οι αθλητές έχουν αυξημένη ικανότητα αφομοίωσης και αυτοματοποίησης τεχνικών και κινητικών δεξιοτήτων.

Ειδικά η περίοδος 12 έως 15 ετών αποτελεί κρίσιμο στάδιο φυσικής ωρίμανσης. Στο διάστημα αυτό παρατηρείται έντονη έκκριση αυξητικής ορμόνης και τεστοστερόνης, με αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής μάζας και των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των νεαρών αθλητών (Stølen, Chamari, Castagna & Wisloff, 2005). Παρά ταύτα, δεν είναι όλοι οι αθλητές αυτής της ηλικίας στο ίδιο επίπεδο βιολογικής ανάπτυξης. Είναι συχνό φαινόμενο δύο παιδιά με την ίδια χρονολογική ηλικία να διαφέρουν σημαντικά στη βιολογική τους ωρίμανση, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τόσο την απόδοσή τους όσο και την αθλητική τους εξέλιξη (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004).

Το αγωνιστικό προφίλ των νεαρών ποδοσφαιριστών, δηλαδή η απόδοσή τους σε επιλεγμένες φυσικές και τεχνικές δοκιμασίες, αποτελεί βασικό εργαλείο για την ανίχνευση και ανάπτυξη ταλέντων. Ειδικά στα ομαδικά αθλήματα, η πρόβλεψη της μακροπρόθεσμης πορείας ενός αθλητή παραμένει εξαιρετικά περίπλοκη διαδικασία. Παράγοντες όπως η φάση ωρίμανσης, η μαθησιακή ικανότητα, η συσσωρευμένη εμπειρία, αλλά και οι ξαφνικές μεταβολές στη σωματική και ψυχολογική κατάσταση κατά την εφηβεία, μπορούν να διαφοροποιήσουν σημαντικά την αθλητική εξέλιξη ενός παιδιού ή εφήβου.

Όπως φαίνεται, μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους προπόνησης για τη βελτίωση της απόδοσης στους αθλητές γενικότερα, αλλά και στους ποδοσφαιριστές ειδικότερα, είναι η πλειομετρική προπόνηση. Η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί μία εξειδικευμένη μορφή προπόνησης δύναμης, η οποία αξιοποιεί το φαινόμενο του κύκλου διάτασης-βράχυνσης (stretch-shortening cycle) για την ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και της ισχύος. Οι ασκήσεις αυτού του τύπου βασίζονται στην ταχεία μετάβαση από τη φάση της διάτασης σε εκείνη της σύσπασης, αξιοποιώντας με αυτόν τον τρόπο τα ελαστικά στοιχεία του μυϊκού συστήματος και ενεργοποιώντας αποτελεσματικότερα τις κινητικές μονάδες (Markovic & Mikulic, 2010). Η πλειομετρική προπόνηση έχει αποδειχθεί εξαιρετικά αποτελεσματική στην αύξηση της απόδοσης σε αθλήματα που απαιτούν εκρηκτικότητα, όπως είναι το ποδόσφαιρο.

Ειδικότερα, στο σύγχρονο ποδόσφαιρο, οι απαιτήσεις για αθλητές κάθε ηλικίας περιλαμβάνουν υψηλή ταχύτητα, ταχεία επιτάχυνση και επιβράδυνση, άλματα, καθώς και γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης. Πιο συγκεκριμένα, οι νεαροί ποδοσφαιριστές, οι οποίοι βρίσκονται στη φάση ανάπτυξης, καλούνται να αναπτύξουν τις παραπάνω ικανότητες

μέσα σε ασφαλή και προοδευτικά οργανωμένα προπονητικά προγράμματα. Ειδικά κατά την προεφηβική και εφηβική ηλικία, η υψηλή νευροπλαστικότητα του κεντρικού νευρικού συστήματος καθιστά την περίοδο αυτή κατάλληλη για την εφαρμογή πλειομετρικών ερεθισμάτων με σκοπό τη βελτιστοποίηση της απόδοσης (Behm et al., 2008).

Η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες και αποτελεσματικές μεθόδους βελτίωσης της αθλητικής απόδοσης, ιδιαίτερα σε αθλήματα που απαιτούν εκρηκτικές κινήσεις, όπως το ποδόσφαιρο. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη χρήση του μηχανισμού του κύκλου διάτασης-βράχυνσης, ο οποίος εκμεταλλεύεται τη φυσική ικανότητα του μυοτενόντιου συστήματος να αποθηκεύει και να απελευθερώνει ελαστική ενέργεια, βελτιώνοντας έτσι την παραγωγή ισχύος σε μικρό χρονικό διάστημα (Marković, 2010). Μέσα από συστηματική εφαρμογή, η πλειομετρική προπόνηση προκαλεί μια σειρά από φυσιολογικές και κινητικές προσαρμογές, οι οποίες είναι ιδιαίτερα ωφέλιμες για νεαρούς ποδοσφαιριστές.

Η πλειομετρική προπόνηση έχει αποτελέσει αντικείμενο ιδιαίτερου ερευνητικού ενδιαφέροντος τα τελευταία χρόνια, καθώς θεωρείται μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους για τη βελτίωση της αλτικής ικανότητας, της ταχύτητας και της ευκινησίας σε αθλητές αναπτυξιακών ηλικιών. Στον χώρο του ποδοσφαίρου, όπου οι εκρηκτικές κινήσεις, τα άλματα, τα σπριντ μικρής διάρκειας και οι γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης είναι αναπόσπαστα στοιχεία της απόδοσης, η εφαρμογή της πλειομετρικής προπόνησης φαίνεται να έχει άμεση μεταφραστική αξία (Markovic & Mikulic, 2010). Οι ασκήσεις που βασίζονται στον κύκλο διάτασης-βράχυνσης επιτρέπουν στους αθλητές να αξιοποιούν την ελαστική ενέργεια των μυών και τενόντων, οδηγώντας σε μεγαλύτερη παραγωγή ισχύος και βελτίωση νευρομυϊκού συντονισμού (Komi, 2003).

Σε επίπεδο παιδιών και προεφήβων ποδοσφαιριστών, η πλειομετρική προπόνηση αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς αποτελεί μέσο ανάπτυξης όχι μόνο φυσικών ικανοτήτων αλλά και κινητικών δεξιοτήτων που εδραιώνουν τη μακροπρόθεσμη αθλητική εξέλιξη. Παράλληλα, η ηλικιακή αυτή περίοδος χαρακτηρίζεται από υψηλή νευροπλαστικότητα, που επιτρέπει μεγαλύτερα κέρδη στη βελτίωση του κινητικού ελέγχου και της τεχνικής εκτέλεσης (Lloyd & Oliver, 2012). Παρόλα αυτά, οι συστάσεις για τον προπονητικό φόρτο σε νεαρές ηλικίες είναι προσεκτικές, ώστε να αποφευχθούν πιθανοί τραυματισμοί ή υπερφόρτωση. Γι' αυτόν τον λόγο έχει αναπτυχθεί ενδιαφέρον

για το αν χαμηλή ή μέτρια προπονητική συχνότητα μπορεί να είναι εξίσου αποδοτική με εντατικότερα προγράμματα.

Σε νευρομυϊκό επίπεδο, η πλειομετρική προπόνηση οδηγεί σε βελτιώσεις που σχετίζονται με την ενεργοποίηση του νευρικού συστήματος. Συγκεκριμένα, παρατηρείται αυξημένη στρατολόγηση κινητικών μονάδων, βελτίωση στη συχνότητα πυροδότησης, καλύτερος συγχρονισμός μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών και αύξηση της μυοτενόντιας δυσκαμψίας (muscle-tendon stiffness), γεγονός που επιτρέπει την πιο αποτελεσματική μεταφορά της δύναμης (Markonić, 2010). Οι προσαρμογές αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της ικανότητας παραγωγής εκρηκτικής δύναμης, κάτι που αντικατοπτρίζεται άμεσα σε επιδόσεις όπως το άλμα, η επιτάχυνση και οι γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης, στοιχεία καθοριστικά για το σύγχρονο ποδόσφαιρο.

Σε κινητικό επίπεδο, πλήθος τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων μελετών και μετα-αναλύσεων καταδεικνύουν ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση σε καθοριστικές δοκιμασίες για ποδοσφαιριστές νεαρής ηλικίας, όπως το κατακόρυφο άλμα, η ταχύτητα σε αποστάσεις 5–20 μέτρων και η ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης (Johnson et al., 2011; Kons et al., 2023). Οι βελτιώσεις αυτές εμφανίζονται ήδη μετά από 6 έως 12 εβδομάδες προπόνησης, όταν το πρόγραμμα εφαρμόζεται 1 έως 3 φορές την εβδομάδα, ενώ παρατηρούνται σε αθλητές διαφορετικών επιπέδων ωρίμανσης και εμπειρίας (Oliver et al., 2024). Μάλιστα, ο συνδυασμός πλειομετρικών ασκήσεων με προπόνηση ταχύτητας ή δύναμης φαίνεται να επιφέρει ακόμη μεγαλύτερα οφέλη στην απόδοση, λόγω της πολυπαραγοντικής διέγερσης των φυσιολογικών μηχανισμών (Oliver et al., 2024).

Η εφαρμογή της μεθόδου σε παιδιά και εφήβους απαιτεί προσοχή και σωστό σχεδιασμό. Σύμφωνα με την American Academy of Pediatrics (2020), όταν η πλειομετρική προπόνηση εφαρμόζεται με σωστή τεχνική, προοδευτικότητα και επίβλεψη, θεωρείται ασφαλής για νεαρούς αθλητές. Παράλληλα, μια συστηματική ανασκόπηση των Eraslan et al. (2020) έδειξε ότι η πλειομετρική προπόνηση όχι μόνο δεν αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμών όταν εφαρμόζεται ορθά, αλλά μπορεί και να βελτιώσει την αντοχή των ιστών σε μηχανικά φορτία, συμβάλλοντας στην πρόληψη τραυματισμών. Η προσαρμογή του προπονητικού φορτίου στην ηλικία και το επίπεδο ωρίμανσης των αθλητών αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχία της μεθόδου (Chen et al., 2023).

Από πλευράς σχεδιασμού προγραμμάτων, μετα-αναλύσεις δείχνουν ότι η βέλτιστη «δόση» για εφήβους περιλαμβάνει 6–12 εβδομάδες προπόνησης, με προοδευτική αύξηση του συνολικού αριθμού επαφών με το έδαφος και της έντασης, προκειμένου να επιτευχθούν οι μέγιστες δυνατές προσαρμογές χωρίς να αυξηθεί ο κίνδυνος υπερφόρτωσης (Chen et al., 2023; Kons et al., 2023). Επιπλέον, συστήνεται η έναρξη της πλειομετρικής προπόνησης με απλές ασκήσεις προσγείωσης και ελέγχου σώματος, ώστε να τεθούν ισχυρά τεχνικά θεμέλια πριν την εισαγωγή σε πιο απαιτητικά άλματα ή συνδυαστικές κινήσεις.

Η πλειομετρική προπόνηση έχει μελετηθεί εκτενώς σε παιδιά και εφήβους, με πλειάδα ερευνών, όπου τεκμηριώνεται η θετική της επίδραση σε κρίσιμες παραμέτρους της φυσικής κατάστασης. Σύμφωνα με τη μετα-ανάλυση των Ramirez-Campillo et al. (2018), η οποία περιέλαβε 26 μελέτες σε νεαρούς ποδοσφαιριστές ηλικίας 10-17 ετών, διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε κάθετο άλμα, χρόνο επιτάχυνσης, ευκινησία και άλματα με αντίθετα πόδια. Οι βελτιώσεις ήταν πιο έντονες σε παρεμβάσεις διάρκειας 6 έως 10 εβδομάδων, με συχνότητα 2 συνεδριών ανά εβδομάδα.

Η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης δεν περιορίζεται μόνο στην αλτική ικανότητα, αλλά επεκτείνεται και σε παραμέτρους όπως η ταχύτητα και η ευκινησία. Ο Chaabene et al. (2020) αναφέρουν ότι τα πλειομετρικά προγράμματα σε νεαρούς αθλητές ενισχύουν σημαντικά την ικανότητα σπριντ 10–30 μέτρων, στοιχείο ιδιαίτερα κρίσιμο για τις απαιτήσεις του ποδοσφαίρου. Παράλληλα, η βελτίωση της ευκινησίας αποδίδεται στην ανάπτυξη της νευρομυϊκής συναρμογής, στην καλύτερη αξιοποίηση του κύκλου διάτασης-βράχυνσης και στην προσαρμογή των τενόντων σε υψηλά μηχανικά φορτία (de Villarreal et al., 2009).

Επίσης, σε μία ακόμα μετα-ανάλυση των Moran et al. (2017), η οποία εστίασε στην ηλικία και την ωρίμανση των παιδιών, επισημάνθηκε ότι τα παιδιά που βρίσκονταν στην εφηβεία εμφάνιζαν μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης, πιθανότατα λόγω της αυξημένης ενεργοποίησης του νευρομυϊκού συστήματος και της έκκρισης αυξητικών ορμονών. Ωστόσο, και τα προεφηβικά παιδιά παρουσίασαν αξιοσημείωτες προσαρμογές, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία της έναρξης της πλειομετρικής προπόνησης ήδη από τα πρώιμα στάδια της αθλητικής ανάπτυξης.

Ειδικότερα, η μελέτη των Michailidis et al. (2013) σε ποδοσφαιριστές ηλικίας 11-13 ετών έδειξε πως ένα πρόγραμμα διάρκειας 10 εβδομάδων, με συχνότητα δύο

προπονήσεων την εβδομάδα, οδήγησε σε βελτίωση της απόδοσης στο κάθετο άλμα κατά 15%, στον χρόνο sprint 30m κατά 7,2% και στην ευκινησία κατά 9,5%. Παρόμοια αποτελέσματα κατέγραψαν οι Hammami et al. (2016) με εφήβους 14-15 ετών, όπου η πλειομετρική παρέμβαση προκάλεσε βελτιώσεις στην επιτάχυνση, στη μέγιστη ταχύτητα και στην απόδοση σε δοκιμασίες ευκινησίας (Illinois Agility Test), καταδεικνύοντας τις ευεργετικές επιδράσεις σε παραμέτρους αγωνιστικής απόδοσης.

Ακόμη, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι αρκετές έρευνες τεκμηριώνουν τη σύνδεση της πλειομετρικής προπόνησης και με τη βελτίωση τεχνικών παραμέτρων, όπως η ακρίβεια πάσας και η ισχύς σουτ. Σε συστηματική ανασκόπηση των Hammami et al. (2021), επισημαίνεται ότι μετά από προγράμματα 6 έως 12 εβδομάδων καταγράφηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην ταχύτητα εκτέλεσης πάσας και στην απόσταση της βολής, καθώς η αύξηση της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων μεταφέρεται και στην τεχνική ικανότητα.

Όσον αφορά στην ασφάλεια, οι κατευθυντήριες οδηγίες της National Strength and Conditioning Association (Faigenbaum et al., 2009) αναφέρουν ότι η πλειομετρική προπόνηση είναι ασφαλής για παιδιά και εφήβους, υπό την προϋπόθεση ότι ακολουθείται η αρχή της προοδευτικότητας, ότι υπάρχει κατάλληλη εποπτεία και ότι λαμβάνεται υπόψη η ηλικία βιολογικής ωρίμανσης και όχι μόνο η ημερολογιακή ηλικία. Επιπλέον, η συχνότητα δύο προπονήσεων ανά εβδομάδα με τουλάχιστον 48 ώρες αποκατάστασης μεταξύ των συνεδριών θεωρείται ασφαλής και επαρκής για τη μεγιστοποίηση των οφελών χωρίς κίνδυνο υπερφόρτωσης ή τραυματισμού.

Επίσης η έρευνα των Manouras et al. (2016) αναφέρει τη θετική επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε νεαρούς ποδοσφαιριστές ($19 \pm 5,8$ ετών), συγκρίνοντας οριζόντια και κατακόρυφη πλειομετρική προπόνηση. Και οι δύο μέθοδοι πλειομετρικής προπόνησης βελτίωσαν σημαντικά την ταχύτητα 30 μέτρων, την ευκινησία, καθώς και το κάθετο άλμα, ενώ βελτίωση υπήρξε και στο μήκος του οριζόντιου άλματος, αλλά μόνο με την εφαρμογή οριζόντιας πλειομετρίας. Ωστόσο, δεν υπήρξε σημαντική επίδραση στην επιτάχυνση των 10 μέτρων.

Πρόσφατη μετα-ανάλυση των Zheng et al. (2025) με 20 μελέτες και 796 συμμετέχοντες επιβεβαιώνει ότι η πλειομετρική προπόνηση οδηγεί σε μέτριες προς υψηλές βελτιώσεις στο άλμα (SMD = 0,76), στην αλλαγή κατεύθυνσης (SMD = -0,76) και στην ταχύτητα (SMD = -0,45). Οι συγγραφείς τονίζουν ότι η διάρκεια 8-10 εβδομάδων

αποτελεί το ιδανικό παράθυρο για σημαντικές προσαρμογές, ενώ η αποτελεσματικότητα είναι υψηλότερη όταν η προπόνηση συνδυάζεται με ασκήσεις ταχυδύναμης και σπριντ.

Παρά τα σαφή οφέλη, η βιβλιογραφία δεν στερείται περιορισμών. Πολλές μελέτες έχουν μικρά δείγματα, ετερογενή πρωτόκολλα και σύντομη διάρκεια, γεγονός που καθιστά δύσκολη την εξαγωγή απόλυτων συμπερασμάτων για τις βέλτιστες παραμέτρους εφαρμογής (Kons et al., 2023). Παρ' όλα αυτά, τα μέχρι τώρα δεδομένα υποστηρίζουν ισχυρά ότι η πλειομετρική προπόνηση, όταν εφαρμόζεται με επιστημονικά τεκμηριωμένο τρόπο, αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τη βελτίωση της απόδοσης νεαρών ποδοσφαιριστών, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ασφάλειά τους.

Συνοψίζοντας, η πλειομετρική προπόνηση οδηγεί σε σημαντικές νευρομυϊκές και κινητικές προσαρμογές, οι οποίες μεταφράζονται σε βελτιωμένη αθλητική απόδοση. Η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη και ασφαλής σε νεαρούς ποδοσφαιριστές, υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται οι αρχές της προοδευτικότητας, της τεχνικής κατάρτισης και της κατάλληλης επίβλεψης. Μελλοντική έρευνα σε μεγαλύτερα δείγματα και με μακροχρόνια παρακολούθηση θα βοηθήσει στην ακριβέστερη καθοδήγηση των προπονητικών πρωτοκόλλων για διαφορετικές ηλικιακές ομάδες. Εν κατακλείδι, η βιβλιογραφία αποδεικνύει ότι η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο και αποτελεσματικό εργαλείο βελτίωσης της απόδοσης στους νεαρούς ποδοσφαιριστές. Παράλληλα, ενισχύει σημαντικά τις φυσιολογικές, νευρομυϊκές και τεχνικές παραμέτρους του παιχνιδιού, αρκεί να εφαρμόζεται με επιστημονική καθοδήγηση και σεβασμό στις αναπτυξιακές ανάγκες των παιδιών και εφήβων. Η παρούσα εργασία στοχεύει στον να εξεταστούν οι φυσιολογικές και κινητικές προσαρμογές που επέρχονται έπειτα από προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης, καθώς και η εφαρμοσιμότητα, η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα της μεθόδου σε νεαρούς ποδοσφαιριστές.

1.1. Σκοπός της μελέτης

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση μιας μικρής προπονητικής συχνότητας πλειομετρικής προπόνησης στην ανάπτυξη της αλτικής ικανότητας, της ταχύτητας και της ευκινησίας σε προ-έφηβους ποδοσφαιριστές. Μέσα από τη σύγκριση πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος, επιδιώκεται να αποσαφηνιστεί αν μικρής συχνότητας πλειομετρικά προγράμματα μπορούν να

αποφέρουν συγκρίσιμα αποτελέσματα με εντατικότερα πρωτόκολλα, προσαρμοσμένα όμως με ασφάλεια στις αναπτυξιακές ανάγκες των παιδιών.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

- Η μικρή προπονητική συχνότητα πλειομετρικής προπόνησης θα οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας των προ-εφήβων ποδοσφαιριστών.
- Η μικρή προπονητική συχνότητα πλειομετρικής προπόνησης θα βελτιώσει την ταχύτητα σε αποστάσεις σύντομου σπριντ (10–30 μ.).
- Η μικρή προπονητική συχνότητα πλειομετρικής προπόνησης θα συμβάλει στη βελτίωση της ευκινησίας, όπως αυτή εκφράζεται σε δοκιμασίες αλλαγής κατεύθυνσης.

1.3. Θεωρητικοί ορισμοί

- *Πλειομετρία:* Η πλειομετρία αναφέρεται σε έντονες, εκρηκτικές κινήσεις που συνδυάζουν μια αρχική έκκεντρη σύσπαση των μυών με μια άμεση, γρήγορη σύγκεντρη σύσπαση (Bosco, Viitasalo, Komi, & Luhtanen, 1982; Verkoshansky, 1979). Αυτή η διαδικασία επιτυγχάνεται μέσω του κύκλου διάτασης-βράχυνσης (stretch-shortening cycle, SSC), ο οποίος εκτελείται σε ελάχιστο χρονικό διάστημα, επιτρέποντας την ανάπτυξη δύναμης σε σύντομο χρόνο (Bosco et al., 1982; Verkoshansky, 1979). Η πλειομετρική προπόνηση θεωρείται μια από τις πιο δημοφιλείς και αποτελεσματικές μεθόδους βελτίωσης της δύναμης και εκρηκτικότητας, ιδιαίτερα σε αγωνίσματα αλμάτων, ρίψεων και σπριντ. (Lehnert et al., 2009).
- *Παράμετροι φυσικής κατάστασης:* Οι παράμετροι φυσικής κατάστασης ορίζουν τη συνολική ικανότητα ενός ατόμου να εκτελεί κινητικές και αθλητικές δραστηριότητες και περιλαμβάνουν ένα σύνολο φυσικών και νευρομυϊκών χαρακτηριστικών. Σε αυτά περιλαμβάνονται η δύναμη, η ταχύτητα (κυκλική και άκυκλη), η ταχυδύναμη, η αντοχή, η επιδεξιότητα, η ευλυγισία και η ευκινησία (Letzelter, 1985). Οι παράμετροι αυτοί αποτελούν τη βάση για την αξιολόγηση και την ανάπτυξη της συνολικής φυσικής κατάστασης.
- *Απόδοση δεξιότητας:* Η απόδοση δεξιότητας αναφέρεται στην παρατηρήσιμη εκτέλεση μιας εθελούσιας κινητικής ή αθλητικής δεξιότητας. Το επίπεδο απόδοσης

εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η φυσική κατάσταση, η τεχνική κατάρτιση και η εμπειρία του αθλητή, και αντικατοπτρίζει την ικανότητα του ατόμου να εκτελεί αποτελεσματικά μια συγκεκριμένη δεξιότητα (Schmidt & Weisberg, 2009).

- *Αποτέλεσμα δεξιότητας:* Το αποτέλεσμα δεξιότητας είναι η μετρήσιμη ή παρατηρήσιμη έκβαση βάσει ενός τεστ αξιολόγησης που προκύπτει μετά την εκτέλεση μιας κινητικής ή αθλητικής δραστηριότητας. Αποτελεί τον τελικό δείκτη επιτυχίας της εκτέλεσης και μπορεί να αξιολογηθεί ποσοτικά ή ποιοτικά ανάλογα με το είδος της δεξιότητας (Schmidt & Weisberg, 2009).

1.4. Περιορισμοί της παρούσας έρευνας

- Μικρό μέγεθος δείγματος
- Ετερογένεια του δείγματος
- Ποικιλία πρωτοκόλλων προπόνησης
- Σύντομος χρονικός ορίζοντας
- Έλλειψη ελέγχου εξωτερικών παραγόντων
- Πιθανή επίδραση της τεχνικής επίβλεψη

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 30 προ-έφηβοι αθλητές ηλικίας ($10,5 \pm 1,5$) ετών χωρισμένοι τυχαία σε δύο ομάδες. Στην αρχή της έρευνας πραγματοποιήθηκε ενημέρωση των γονέων και δόθηκε συγκατάθεση για τη συμμετοχή των παιδιών μέσω έντυπου συγκατάθεσης των γονέων. Η ομάδα ελέγχου (ΟΕ, $n=15$) πραγματοποιούσε κανονικά την προπόνηση ποδοσφαίρου ενώ η ομάδα πλειομετρικής προπόνησης (ΟΠΠ, $n=15$) συμμετείχε στην προπόνηση ποδοσφαίρου και επιπλέον μια φορά την εβδομάδα εφάρμοζε πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης.

2.1. Διαδικασία παρέμβασης

Αρχικά πραγματοποιήθηκε μέτρηση και καταγραφή των σωματομετρικών τους χαρακτηριστικών (σωματικό βάρος και ύψος). Το παρεμβατικό πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης ήταν συνολικής διάρκειας 8 εβδομάδες και η προπόνηση πλειομετρίας είχε διάρκεια 25 λεπτά. Οι αθλητές και των δύο ομάδων συμμετείχαν κανονικά στην προπόνηση ποδοσφαίρου 4 φορές την εβδομάδα και έπαιζαν έναν αγώνα, όπως ακριβώς συνέβαινε και πριν την εφαρμογή του προπονητικού προγράμματος παρέμβασης. Η πειραματική ομάδα ακολούθησε ένα πρόγραμμα με πλειομετρικές ασκήσεις μια φορά την εβδομάδα, συγκεκριμένα κάθε Τετάρτη. Το πρόγραμμα παρέμβασης λάμβανε χώρα μετά την γενική και ειδική προθέρμανση για να εξασφαλιστεί η πλήρης νευρομυϊκή ενεργοποίηση και πριν το κυρίως μέρος της προπόνησης ποδοσφαίρου. Ο πρώτος μεσόκυκλος, όπου ήταν διάρκειας τεσσάρων εβδομάδων, περιελάμβανε τις εξής ασκήσεις:

- 1) Πλάγια άλματα (3 σετ 8 επαφών με τα δύο πόδια ελαφρώς λυγισμένα γόνατα και γρήγορη απογείωση πάνω από κώνο. Διάρκεια 8' δευτερόλεπτα. Διάλλειμα μεταξύ των σετ 30' δευτερόλεπτα)
- 2) Άλμα σε μήκος με 2 πόδια (3 σετ, 3 επαφών. Συνεχόμενα άλματα σε μήκος χωρίς φόρα με λυγισμένα γόνατα. Διάρκεια 4' δευτερόλεπτα. Διάλλειμα μεταξύ των σετ 1 λεπτό)
- 3) Ασκήσεις συναρμογής σε σκάλα δουλεύοντας και τα 2 πόδια (3 σετ, 10 επαφών 5 σε κάθε πόδι εναλλάξ. 5 επαφές μπροστινά άλματα σε κουτσό στο δεξί πόδι, 5 δευτερόλεπτα χρόνος εργασίας 10 δευτερόλεπτα ενεργητικό διάλλειμα, 5 επαφές

στο αριστερό πόδι, 5 δευτερόλεπτα χρόνος εργασίας 10 δευτερόλεπτα ενεργητικό διάλλειμα.

- 4) Άλματα πάνω σε κουτί (3 σετ 5 επαφών. Άλμα χωρίς φόρα πάνω σε κουτί 10 εκατοστών, με λυγισμένα γόνατα άλμα και προσγείωση με τα δύο πόδια ελαφρώς λυγισμένα).

Στον δεύτερο μεσόκυκλο (από την τέταρτη μέχρι την όγδοη εβδομάδα) αυξήθηκε σταδιακά η επιβάρυνση. Πιο συγκεκριμένα, οι πρώτες ασκήσεις παρέμειναν οι ίδιες και προστέθηκαν άλματα βάθους από ύψος 10 εκατοστών. Οι ασκήσεις οι οποίες εκτελούνταν από τους νεαρούς ποδοσφαιριστές ήταν :

- 1) Πλάγια άλματα (4 σετ των 8 επαφών με τα δύο πόδια ελαφρώς λυγισμένα γόνατα και γρήγορη απογείωση πάνω από κώνο, διάρκεια 8 δευτερόλεπτα και διάλλειμα μεταξύ των σετ 30' δευτερόλεπτα).
- 2) Άλμα σε μήκος με 2 πόδια (4 σετ των 3 επαφών συνεχόμενα άλματα σε μήκος χωρίς φόρα με λυγισμένα γόνατα, διάρκεια 4 δευτερόλεπτα και διάλλειμα μεταξύ των σετ 1 λεπτό)
- 3) Ασκήσεις συναρμογής σε σκάλα δουλεύοντας και τα 2 πόδια (4 σετ των 10 επαφών 5 σε κάθε πόδι εναλλάξ. Πέντε επαφές, άλματα μπροστά σε κουτσό στο δεξί πόδι, 5 δευτερόλεπτα χρόνος εργασίας, 10 δευτερόλεπτα ενεργητικό διάλλειμα, 5 επαφές στο αριστερό πόδι, 5 δευτερόλεπτα χρόνος εργασίας, 10 δευτερόλεπτα ενεργητικό διάλλειμα).
- 4) Άλματα πάνω σε κουτί (4 σετ των 5 επαφών. Άλμα χωρίς φόρα πάνω σε κουτί 10 εκ. Με λυγισμένα γόνατα άλμα και προσγείωση με τα δύο πόδια ελαφρώς λυγισμένα, χρόνος εργασίας 8 δευτερόλεπτα, διάλλειμα μεταξύ των σετ 1 λεπτό).
- 5) Άλματα βάθους (3 σετ των 5 επαφών, προσγείωση από κουτί 10εκ με τα δύο πόδια ελαφρώς λυγισμένα. Χρόνος εργασίας 10 δευτερόλεπτα και διάλλειμα μεταξύ των σετ 1 λεπτό).

Για να περιοριστεί η πίεση στην μυοτενόντια ενότητα κατά την εκτέλεση πλειομετρικών ασκήσεων, η ένταση αυξήθηκε σταδιακά από χαμηλό σε μέτριο επίπεδο. Το ύψος των αλμάτων βάθους (που εκτελούνται και με τα δύο πόδια) ήταν αρχικά στα 10 και 20 εκατοστά και σταδιακά αυξήθηκε στα 30 εκατοστά. Η πλειομετρική προπόνηση περιελάμβανε συνολικό αριθμό 60 επαφών ανά προπονητική μονάδα κατά τη διάρκεια του πρώτου μεσόκυκλου και σταδιακά αυξήθηκε σε 120 επαφές ανά προπονητική μονάδα

στο τέλος του δεύτερου μεσόκυκλου. Η προθέρμανση ήταν συνολικής διάρκειας 10 λεπτών και περιελάμβανε ασκήσεις κινητικότητας, τρέξιμο και δυναμικές διατάξεις. Η προπόνηση ποδοσφαίρου που ακολουθούσαν και οι 2 ομάδες ήταν διάρκειας μιας ώρας και περιελάμβανε τεχνικές ασκήσεις ποδοσφαίρου (πάσες, ντρίπλες, σουτ, οδηγήματα), ασκήσεις ταχύτητας και αγωνιστικά παιχνίδια. Λόγω του ότι μετά από πλειομετρική προπόνηση μειώνεται η ευκαμψία των μυών, ακολουθούσε αποθεραπεία 5 έως 8 λεπτών με στατικές διατάξεις για να διατηρηθεί η ευκαμψία των αρθρώσεων.

2.2. Διαδικασία μετρήσεων

Οι ασκούμενοι των δύο ομάδων αξιολογήθηκαν δύο φορές, μια πριν την εφαρμογή του πρωτόκολλου παρέμβασης για να μετρηθεί το αρχικό επίπεδο και μια στο τέλος των 8 εβδομάδων για να διαπιστωθεί η πιθανή επίδραση της παρέμβασης.

Ανθρωπομετρικές αξιολογήσεις: Η σωματική μάζα μετρήθηκε με ψηφιακή ζυγαριά (Seca 769, Germany) με ακρίβεια 100 g. Οι συμμετέχοντες ήταν ξυπόλυτοι, χωρίς βαριά ρούχα ή αντικείμενα, και στέκονταν όρθιοι στο κέντρο της ζυγαριάς. Το σωματικό ύψος από όρθια και καθιστή θέση μετρήθηκε με αναστημόμετρο (Seca 206, Germany), με τον εξεταζόμενο σε όρθια θέση, φτέρνες ενωμένες και το κεφάλι σε ευθεία, με ακρίβεια 0,1 cm.

Ταχύτητες 0-10 και 0-20 μέτρα: Για την αξιολόγηση της ταχύτητας κάθε ασκούμενος ξεκινούσε από όρθια θέση εκκίνησης πίσω από την γραμμή εκκίνησης και μετά το παράγγελμα του ερευνητή διένυε την απόσταση (0-10 και 0-20 μ) με την μέγιστη δυνατή ταχύτητα μέχρι την γραμμή τερματισμού. Δύο ζεύγη φωτοκυτάρων (Microgate Witty, It.) τοποθετήθηκαν σε κάθε διαδικασία κάθετα στην φορά κίνησης (ένα στην αρχή και ένα στο τέλος του τερματισμού), ενώ η απόσταση οροθετήθηκε με χρήση μετροταινίας ακριβείας.

Άλμα από ημικάθισμα: Για την εκτέλεση του άλματος από ημικάθισμα ο ασκούμενος είχε τα χέρια του στην μεσολαβή και τα πόδια ελαφρώς λυγισμένα πατούσαν στο έδαφος με το άνοιγμα τους στο άνοιγμα των ώμων. Από αυτή την θέση ο ασκούμενος πηδούσε όσο πιο ψηλά μπορούσε. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν τέσσερα άλματα και για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των δύο καλύτερων αλμάτων. Η μέτρηση των αλμάτων έγινε με σύστημα συλλογής οπτικών δεδομένων (Optojump Next, Version 1.12.23.0, Microgate S.r.l., Italy). Το σύστημα αποτελείται από δυο μπάρες (μεγέθους 100

x 4 x 3 cm) μιας εκπομπής σήματος και μιας λήψης σήματος, με ενσωματωμένες σε κάθε μπάρα 96 διόδους οπτικού φωτός (LED) υπέρυθρου, που βρίσκονται σε επικοινωνία μεταξύ τους. Το σύστημα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό για ηλεκτρονικό υπολογιστή (Optojump Next v. 1.9.7.0) με το οποίο υπολογίζεται το ύψος του άλματος, με βάση τον χρόνο πτήσης.

Άλμα με υποχωρητική κίνηση με ελεύθερα χέρια: Για την εκτέλεση του άλματος με υποχωρητική κίνηση με ελεύθερα χέρια ο ασκούμενος είχε τα χέρια του στην μεσολαβή και τα πόδια ελαφρώς λυγισμένα πατούσαν στο έδαφος με το άνοιγμα τους στο άνοιγμα των ώμων. Από αυτή την θέση ο ασκούμενος χαμήλωνε σχηματίζοντας γωνία 90 μοιρών με τα γόνατα και ακολούθως σηκωνόταν όσο πιο ψηλά μπορούσε. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν τέσσερα άλματα και για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των δύο καλύτερων αλμάτων. Η μέτρηση των αλμάτων έγινε με σύστημα συλλογής οπτικών δεδομένων (Optojump Next, Version 1.12.23.0, Microgate S.r.l., Italy). Το σύστημα αποτελείται από δυο μπάρες (μεγέθους 100 x 4 x 3 cm) μιας εκπομπής σήματος και μιας λήψης σήματος, με ενσωματωμένες σε κάθε μπάρα 96 διόδους οπτικού φωτός (LED) υπέρυθρου, που βρίσκονται σε επικοινωνία μεταξύ τους. Το σύστημα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό για ηλεκτρονικό υπολογιστή (Optojump Next v. 1.9.7.0) με το οποίο υπολογίζεται το ύψος του άλματος, με βάση το χρόνο πτήσης.

Άλμα με υποχωρητική κίνηση με τα χέρια στη μέση: Για την εκτέλεση του άλματος με υποχωρητική κίνηση με χέρια στην μέση ο ασκούμενος είχε τα χέρια του στην μεσολαβή και τα πόδια ελαφρώς λυγισμένα πατούσαν στο έδαφος με το άνοιγμα τους στο άνοιγμα των ώμων. Από αυτή την θέση ο ασκούμενος χαμήλωνε σχηματίζοντας γωνία 90 μοιρών με τα γόνατα και ακολούθως σηκωνόταν όσο πιο ψηλά μπορούσε. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν τέσσερα άλματα και για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των δύο καλύτερων αλμάτων. Η μέτρηση των αλμάτων έγινε με σύστημα συλλογής οπτικών δεδομένων (Optojump Next, Version 1.12.23.0, Microgate S.r.l., Italy). Το σύστημα αποτελείται από δυο μπάρες (μεγέθους 100 x 4 x 3 cm) μιας εκπομπής σήματος και μιας λήψης σήματος, με ενσωματωμένες σε κάθε μπάρα 96 διόδους οπτικού φωτός (LED) υπέρυθρου, που βρίσκονται σε επικοινωνία μεταξύ τους. Το σύστημα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό για ηλεκτρονικό υπολογιστή (Optojump Next v. 1.9.7.0) με το οποίο υπολογίζεται το ύψος του άλματος, με βάση το χρόνο πτήσης.

Αξιολόγηση ευκινησίας - Agility T-test: Το συγκεκριμένο τεστ ευκινησίας, είναι ένα δρομικό τεστ αλλαγής κατεύθυνσης όπου τέσσερεις κώνοι είναι διατεταγμένοι σε σχήμα «Τ». Η έναρξη του τεστ ήταν στη διακριτική ευχέρεια του κάθε δοκιμαζόμενου, ο οποίος βρισκόταν όρθιος και με τα δυο πόδια 0,5m. πίσω από το σημείο εκκίνησης Α, όπου ήταν τοποθετημένη μια πύλη φωτοκυττάρων (Witty Photocells; Microgate, Bolzano, Italy) τοποθετημένα περίπου στο ύψος των ισχίων των εξεταζόμενων. Η διαδρομή έπρεπε να καλυφθεί στο συντομότερο χρόνο, ενώ ο χρόνος ξεκινούσε με το πέρασμα από το σημείο εκκίνησης Α και τελείωνε με την επιστροφή στο ίδιο σημείο, ενώ ακολουθούσε πλήρες διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών, δηλαδή περίπου 3 λεπτά. Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούσαν ταχύτητα προς τα εμπρός κατά 9,14μ. στο σημείο Β όπου έπρεπε να αγγίξουν τη βάση του κώνου με το δεξί τους χέρι. Στη συνέχεια με πλάγια βήματα για 4,57μ. έπρεπε να αγγίξουν τη βάση του κώνου στο σημείο Γ με το αριστερό τους χέρι. Έπειτα πραγματοποιούσαν πλάγια βήματα προς τα δεξιά για 9,14μ. έως ότου αγγίξουν τη βάση του κώνου στο σημείο Δ με το δεξί τους χέρι. Στη συνέχεια με πλάγια βήματα προς τα αριστερά για 4,57μ. έπρεπε να κινηθούν προς το σημείο Β όπου και άγγιζαν τον κώνο με το αριστερό τους χέρι. Έπειτα με πίσω βήματα έπρεπε να τρέξουν προς τα πίσω, περνώντας τη γραμμή του τερματισμού στο σημείο Α. Η δοκιμασία τερματιζόταν και δινόταν μια επιπλέον επανάληψη αν ο δοκιμαζόμενος κατά τη διάρκεια της δεν κατάφερε να την εκτελέσει σύμφωνα με τις οδηγίες, αποτύγγανε να αγγίξει κάποιο από τους καθορισμένους κώνους, σταύρωνε τα πόδια του κατά την πλάγια μετακίνηση και δεν είχε οπτική επαφή προς τα εμπρός καθ' όλη την διάρκεια της δοκιμασίας. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν δυο μέγιστες προσπάθειες ενώ για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή των δυο προσπαθειών

Τεστ πολλαπλών αναπηδήσεων: Το συγκεκριμένο τεστ αξιολογεί την εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων αλλά και τον συντονισμό τους. Ο αθλητής εκτελεί πέντε συνεχόμενα άλματα προς τα εμπρός με εναλλαγή ποδιών, προσπαθώντας να καλύψει τη μεγαλύτερη δυνατή απόσταση. Μετριέται η συνολική απόσταση από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το σημείο που προσγειώνεται το τελευταίο άλμα. Η απόσταση μετριέται και οριοθετείται με μετροταινία ακριβείας.

2.3. Στατιστική ανάλυση

Ανεξάρτητες μεταβλητές στην παρούσα έρευνα ήταν οι ομάδες καθώς και η χρονική στιγμή της μέτρησης και εξαρτημένες μεταβλητές ήταν οι μετρήσεις (άλματα, ταχύτητα, ευκινησία, ευκαμψία). Πραγματοποιήθηκαν περιγραφικές στατιστικές αναλύσεις (μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις, διαφορά (Δ) μεταξύ των μετρήσεων πριν και μετά, καθώς και το ποσοστό μεταβολής) και ανάλυση διακύμανσης για τον έλεγχο αρχικών διαφορών μεταξύ των ομάδων πριν την παρέμβαση και ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, για έλεγχο διαφορών μεταξύ των ομάδων μετά την παρέμβαση. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για κάθε παράμετρο φυσικής κατάστασης που αξιολογήθηκε, τόσο εντός των όσο και μεταξύ των δύο ομάδων.

3.1. Δρόμος ταχύτητας 10 m

Από την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων η πλειομετρική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντική βελτίωση [$F(1,28)=9,45$, ($p < 0,001$)] στη δοκιμασία ταχύτητας 0–10 m μετά την προπόνηση, ενώ η ομάδα ελέγχου δεν εμφάνισε σημαντικές διαφορές [$F(1,28)=1,84$, $p=0,108$]. Η σύγκριση μεταξύ των ομάδων μετά την παρέμβαση ανέδειξε υπεροχή της ΟΠΠ.

Πίνακας 1. Μεταβολή της επίδοσης στο δρόμο ταχύτητας 10 μέτρων (sec)

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p
ΟΠΠ	2,09 ± 0,09	1,99 ± 0,09	-0,10	-4,78%	0,001
ΟΕ	1,95 ± 0,05	1,93 ± 0,05	-0,02	-1,03%	0,108

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται πως η πλειομετρική προπόνηση βελτίωσε σημαντικά την επιτάχυνση στα πρώτα 10 μέτρα, γεγονός που καταδεικνύει τη θετική επίδρασή της στη νευρομυϊκή ενεργοποίηση και στην ικανότητα παραγωγής δύναμης σε σύντομο χρόνο.

3.2. Δρόμος ταχύτητας 20 m

Η στατιστική ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων Ανονα έδειξε σημαντική βελτίωση της ΟΠΠ [$F(1,28)=5,12$, $p=0,009$], ενώ η ομάδα ελέγχου δεν εμφάνισε διαφορές [$F(1,28)=1,41$, $p=0,401$]. Μετά την προπόνηση, η ΟΠΠ είχε μικρότερο χρόνο από την ΟΕ, υποδηλώνοντας αυξημένη επιτάχυνση.

Πίνακας 2. Μεταβολή της επίδοσης στο δρόμο ταχύτητας 20 μέτρων (sec).

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p	η^2
ΟΠΠ	3,68 ± 0,12	3,62 ± 0,11	-0,06	-1,63%	0,009	0,79
ΟΕ	3,70 ± 0,09	3,69 ± 0,09	-0,01	-0,25%	0,401	

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

Η βελτίωση στα 0–20 m ενισχύει την υπόθεση ότι η πλειομετρική προπόνηση προάγει την εκρηκτική ταχύτητα και τη δύναμη εκκίνησης, βασικά στοιχεία της ποδοσφαιρικής απόδοσης.

3.3. Τεστ Ευκινησίας (Agility T-Test)

Στο τεστ ευκινησίας, που αξιολογεί την ταχύτητα αλλαγής κατεύθυνσης, η ΟΠΠ παρουσίασε σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης [$F(1,28)=3,02$, $p = 0,027$], ενώ η ΟΕ δεν έδειξε καμία βελτίωση [$F(1,28)=2,01$, $p=0,892$].

Πίνακας 3. Μεταβολή της επίδοσης στο τεστ ευκινησίας T-test (sec).

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p
ΟΠΠ	12,79 ± 0,63	12,52 ± 0,58	-0,27	-2,11%	0,027
ΟΕ	12,27 ± 0,41	12,26 ± 0,39	-0,01	-0,08%	0,892

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

Η βελτίωση της ΟΠΠ στο T-Test δείχνει ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα ταχύτερης αλλαγής κατεύθυνσης, μια κρίσιμη δεξιότητα στο σύγχρονο ποδόσφαιρο.

3.4. Άλμα από το ημικάθισμα

Η στατιστική ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων Anova έδειξε ότι η πλειομετρική ομάδα παρουσίασε σημαντική αύξηση του ύψους άλματος [$F(1,28)=6,78$, $p=0,01$], ενώ η ομάδα ελέγχου παρέμεινε στα ίδια επίπεδα [$F(1,28)=1,56$, $p=0,322$]. Η διαφορά μεταξύ ομάδων μετά την παρέμβαση ήταν επίσης στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 4. Μεταβολή της επίδοσης στο άλμα από το ημικάθισμα (cm).

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p
ΟΠΠ	22,8 ± 6,0	25,2 ± 5,9	+2,4	+10,5%	0,010
ΟΕ	24,0 ± 1,1	24,5 ± 1,2	+0,5	+2,1%	0,322

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

Η σημαντική αύξηση στο άλμα από το ημικάθισμα επιβεβαιώνει τη θετική επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων.

3.5. Άλμα με υποχωρητική κίνηση με αιώρηση χεριών

Η ΟΠΠ εμφάνισε σημαντική βελτίωση [$F(1,28)=5,12$, $p=0.004$], ενώ η ΟΕ δεν παρουσίασε ουσιαστική μεταβολή [$F(1,28)=2,18$, $p=0,246$]. Η χρήση πλειομετρικών ασκήσεων βελτίωσε τη νευρομυϊκή συνεργασία και την ικανότητα αποθήκευσης–απελευθέρωσης ελαστικής ενέργειας.

Πίνακας 5. Μεταβολή της επίδοσης στο άλμα με υποχωρητική κίνηση με αιώρηση χεριών (cm).

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p
ΟΠΠ	28,9 ± 5,8	31,2 ± 6,1	+2,3	+8,0%	0,004
ΟΕ	23,1 ± 2,7	24,1 ± 2,9	+1,0	+4,3%	0,246

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

3.6 Άλμα με υποχωρητική κίνηση

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι η βελτίωση στην ΟΠΠ ήταν παρόμοια με αυτή του του άλματος με υποχωρητική κίνηση με ελεύθερα χέρια, [$F(1,28)= 3,12$, $p= 0,012$] επιβεβαιώνοντας ότι η πλειομετρική προπόνηση ενισχύει τη μυϊκή ενεργοποίηση ανεξάρτητα από τη συμμετοχή των άνω άκρων. Η ΟΕ δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά [$F(1,28)= 2,18$, $p= 0,285$].

Πίνακας 6. Μεταβολή της επίδοσης στο άλμα με υποχωρητική κίνηση (cm).

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p
ΟΠΠ	23,9 ± 4,8	26,1 ± 5,0	+2,2	+9,2%	0,012
ΟΕ	24,3 ± 2,9	25,0 ± 2,8	+0,7	+2,8%	0,285

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

3.7 Τεστ πολλαπλών αναπηδήσεων

Η απόσταση που καλύφθηκε στο τεστ πέντε αναπηδήσεων αυξήθηκε σημαντικά στην ΟΠΠ [$F(1,280) = 3,46$, $p = 0,001$], ενώ στην ΟΕ παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη [$F(1,28) = 1,47$, $p = 0,228$]. Η διαφορά μετά την προπόνηση ήταν υπέρ της πλειομετρικής ομάδας.

Πίνακας 7. Μεταβολή της επίδοσης στο τεστ πέντε πολλαπλών αναπηδήσεων (m).

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p
ΟΠΠ	7,53 ± 0,62	7,94 ± 0,57	+0,41	+5,4%	0,001
ΟΕ	7,36 ± 0,41	7,49 ± 0,43	+0,13	+1,8%	0,228

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

3.8 Ευλυγισία - Δίπλωση από εδραία θέση

Η ΟΠΠ βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά την ευλυγισία [$F(1,28) = 2,18$, $p = 0,049$], ενώ η ΟΕ δεν παρουσίασε διαφορά [$F(1,28) = 1,50$, $p = 0,392$]. Η πλειομετρική προπόνηση φαίνεται να συμβάλλει και στη βελτίωση του εύρους κίνησης.

Πίνακας 8. Μεταβολή της επίδοσης στη δίπλωση από εδραία θέση (cm).

Ομάδα	Πριν	Μετά	Δ	% Μεταβολή	p
ΟΠΠ	20,3 ± 2,8	21,0 ± 2,6	+0,7	+3,4%	0,049
ΟΕ	20,9 ± 2,3	21,3 ± 2,4	+0,4	+1,9%	0,392

ΟΠΠ: ομάδα πλειομετρικής προπόνησης, ΟΕ: ομάδα ελέγχου

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. Ταχύτητα 10 m

Η σημαντική βελτίωση που παρατηρήθηκε στην ταχύτητα των πρώτων 10 μέτρων μετά την εφαρμογή της πλειομετρικής προπόνησης επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου στην ανάπτυξη της αντιδραστικής δύναμης, της ισχύος και της ικανότητας επιτάχυνσης. Η φάση αυτή του σπριντ εξαρτάται κυρίως από τη γρήγορη παραγωγή δύναμης και τη νευρομυϊκή συναρμογή, καθώς απαιτείται ταχύτατη μετάβαση από τη φάση εκκίνησης στη μέγιστη επιτάχυνση (Markonić, 2010). Οι ασκήσεις πλειομετρικού τύπου, μέσω του κύκλου διάτασης-βράχυνσης, ενισχύουν την ικανότητα του μυοτενόντιου συστήματος να αποθηκεύει και να απελευθερώνει ελαστική ενέργεια, με αποτέλεσμα τη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης της δύναμης. Αυτό εξηγεί γιατί οι συμμετέχοντες της πλειομετρικής ομάδας εμφάνισαν στατιστικά σημαντική μείωση του χρόνου στα 0–10 m, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου, η οποία δεν παρουσίασε καμία αξιόλογη μεταβολή. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Lloyd et al. (2011) και de Villarreal et al. (2009), που επίσης ανέφεραν σημαντικές βελτιώσεις στην επιτάχυνση μετά από προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας 6–8 εβδομάδων σε νεαρούς αθλητές.

4.2. Ταχύτητα 20 m

Η αξιολόγηση της ταχύτητας στα 20 μέτρα αποτελεί έναν πιο ολοκληρωμένο δείκτη της ικανότητας επιτάχυνσης, που μπορεί να μην φαίνεται τόσο καθαρά στα πρώτα 10 μέτρα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ομάδα παρέμβασης βελτίωσε σημαντικά τον χρόνο εκτέλεσης, στοιχείο που αποδίδεται στη βελτιωμένη μυϊκή ισχύ και στη βελτίωση του νευρομυϊκού συγχρονισμού. Η πλειομετρική προπόνηση φαίνεται να επιδρά όχι μόνο στην εκρηκτική φάση της εκκίνησης, αλλά συμβάλει και στη βελτίωση της αντιδραστικής δύναμης που είναι απαραίτητη για τη γρήγορη επιτάχυνση, γεγονός που εξηγεί τη θετική μεταβολή της ταχύτητας στα 0-20m. Σύμφωνα με τον Chelly et al. (2010), οι προσαρμογές αυτές σχετίζονται με τη βελτίωση της μηχανικής αποτελεσματικότητας του τρεξίματος και την αυξημένη ενεργοποίηση των ταχέων μυϊκών ινών. Η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε βελτιώσεις, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι η βελτίωση οφείλεται στην εξειδικευμένη προπόνηση και όχι σε τυχαίες ή φυσιολογικές προσαρμογές.

4.3. Δοκιμασία T-Test (ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης)

Η σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης στο T-Test από την ομάδα παρέμβασης αποδεικνύει ότι το πρόγραμμα προπόνησης συνέβαλε στη βελτίωση της ευκινησίας και της ικανότητας ταχείας αλλαγής κατεύθυνσης, η οποία αποτελεί καθοριστική δεξιότητα στο ποδόσφαιρο. Η πλειομετρική προπόνηση βελτιώνει τη δύναμη και τη σταθερότητα των κάτω άκρων, στοιχεία απαραίτητα για την απορρόφηση και παραγωγή δύναμης σε πλευρικές και περιστροφικές κινήσεις. Παράλληλα, αυξάνει τη λειτουργική σταθερότητα των αρθρώσεων, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα των κινήσεων (Miller et al., 2006). Η βελτίωση στο T-Test υποδηλώνει καλύτερη κινητική οικονομία, συντονισμό και ικανότητα επιβράδυνσης/επιτάχυνσης, δεξιότητες που σχετίζονται άμεσα με τις πραγματικές συνθήκες ενός ποδοσφαιρικού αγώνα (Young et al., 2002). Αντίθετα, η ομάδα ελέγχου δεν εμφάνισε διαφοροποιήσεις, γεγονός που ενισχύει την υπόθεση ότι η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο βελτίωσης της ευκινησίας.

4.4. Άλμα από το ημικάθισμα

Η αύξηση του ύψους άλματος δείχνει ότι η πλειομετρική προπόνηση συνέβαλε στη βελτίωση της ικανότητας παραγωγής εκρηκτικής δύναμης χωρίς τη συμβολή της ελαστικής φάσης. Το άλμα από το ημικάθισμα βασίζεται αποκλειστικά στη σύγκεντρη μυϊκή σύσπαση, και η βελτίωση που παρατηρήθηκε αποδίδεται σε νευρομυϊκές προσαρμογές, όπως αυξημένη ενεργοποίηση κινητικών μονάδων και βελτιωμένη συγχρονισμένη συστολή των μυών των κάτω άκρων (Marković & Mikulić, 2010). Η βελτίωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς η ικανότητα παραγωγής δύναμης από στατική θέση σχετίζεται άμεσα με κινήσεις όπως τα άλματα για κεφαλιά ή οι εκκινήσεις από στάση στο ποδόσφαιρο. Η ομάδα ελέγχου, όπως ήταν αναμενόμενο, δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές αλλαγές.

4.5. Άλμα με υποχωρητική κίνηση και αιώρηση χεριών

Η βελτίωση στο λαμα με υποχωρητική κίνηση με αιώρηση των χεριών αποδεικνύει τη συνολική αύξηση της εκρηκτικής δύναμης, αλλά και τη βελτίωση του συντονισμού μεταξύ άνω και κάτω άκρων. Ο μηχανισμός διάτασης-βράχυνσης ενεργοποιείται σε υψηλό βαθμό κατά τη φάση προετοιμασίας του άλματος, επιτρέποντας τη μεγιστοποίηση της ελαστικής ενέργειας και την καλύτερη μετάβασή της στη φάση ώθησης (Komi, 2000).

Η βελτίωση αυτή είναι αποτέλεσμα τόσο νευρολογικών προσαρμογών όσο και ενίσχυσης της μυοτενόντιας δυσκαμψίας, που αυξάνει τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους. Οι παρατηρήσεις αυτές συνάδουν με τα ευρήματα των Pérez-Gómez και Calbet (2013), που ανέφεραν σημαντικές βελτιώσεις στο CMJ μετά από πλειομετρικά προγράμματα 8 εβδομάδων σε νεαρούς ποδοσφαιριστές.

4.6. Άλμα με υποχωρητική κίνηση

Η βελτίωση στο άλμα με υποχωρητική κίνηση με τα χέρια στη μέση, όπου αποκλείεται η συμβολή των άνω άκρων, υποδηλώνει καθαρή βελτίωση στη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων. Οι προσαρμογές αυτές συνδέονται με αυξημένη ενεργοποίηση των εκτεινόντων του ισχίου και του γόνατος, καθώς και με την ανάπτυξη ταχύτερης νευρικής διέγερσης (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011). Το γεγονός ότι η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε μεταβολή υποδηλώνει ότι η βελτίωση της PTG οφείλεται αποκλειστικά στην πλειομετρική επιβάρυνση και όχι σε γενική φυσική εξέλιξη. Επιπλέον, η αύξηση του ύψους του άλματος με υποχωρητική κίνηση αντικατοπτρίζει και βελτίωση της ελαστικότητας των τενόντων, παράμετρος κρίσιμη για την απόδοση σε επαναλαμβανόμενες εκρηκτικές κινήσεις.

4.7. Τεστ πέντε αναπηδήσεων

Η αύξηση της απόστασης στη δοκιμασία αποτελεί ισχυρό δείκτη βελτίωσης της αλτικής ικανότητας και της οριζόντιας δύναμης. Η δοκιμασία αυτή συνδυάζει εκρηκτικές κινήσεις και ικανότητα παραγωγής δύναμης σε διαδοχικά άλματα, κάτι που μιμείται ρεαλιστικά τη μηχανική των ποδοσφαιρικών κινήσεων (Gorostiaga et al., 2004). Η πλειομετρική ομάδα παρουσίασε σημαντική βελτίωση, κάτι που υποδηλώνει αυξημένη ικανότητα επαναλαμβανόμενης εκρηκτικής δράσης, καλύτερη νευρομυϊκή συντονισμένη λειτουργία και βελτιωμένη χρήση της ελαστικής ενέργειας. Αυτές οι προσαρμογές ενισχύουν τόσο την ταχύτητα όσο και την ισορροπία κατά την εκτέλεση δυναμικών κινήσεων. Αντίθετα, η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε ουσιαστική μεταβολή, γεγονός που επιβεβαιώνει τον ειδικό χαρακτήρα της πλειομετρικής επιβάρυνσης.

4.8. Ευλυγισία – Δίπλωση από εδραία θέση

Η βελτίωση που σημειώθηκε στη δίπλωση από εδραία θέση καταδεικνύει ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να επιδρά θετικά και στην ευλυγισία, παρά το γεγονός ότι πρωταρχικός της στόχος είναι η αύξηση της δύναμης (Ari et al., 2017). Οι εκρηκτικές κινήσεις μεγάλης ταχύτητας που περιλαμβάνονται στην πλειομετρική προπόνηση αυξάνουν την κινητικότητα των αρθρώσεων και τη λειτουργική ευλυγισία, κυρίως μέσω της βελτίωσης του ελέγχου της διάταξης των μυών (Holt et al., 2019). Η ευλυγισία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την πρόληψη τραυματισμών, και η μικρή αλλά στατιστικά σημαντική βελτίωση που παρατηρήθηκε ενισχύει την άποψη ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να συνδυαστεί με ασφάλεια με προγράμματα ενδυνάμωσης σε νεαρούς ποδοσφαιριστές.

Συνεπώς, η παρούσα έρευνα ανέδειξε με σαφήνεια ότι η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί μια εξαιρετικά αποτελεσματική, επιστημονικά τεκμηριωμένη και ασφαλή μέθοδο για τη βελτίωση κρίσιμων παραμέτρων φυσικής κατάστασης σε νεαρούς ποδοσφαιριστές. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ένα καλά σχεδιασμένο πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων, διάρκειας μερικών εβδομάδων, μπορεί να επιφέρει πολυδιάστατες προσαρμογές τόσο στο νευρομυϊκό σύστημα όσο και στη λειτουργική ικανότητα των αθλητών, βελτιώνοντας την ταχύτητα, την εκρηκτική δύναμη, την ευκινησία και τη συνολική αθλητική απόδοση.

Η πιο χαρακτηριστική διαπίστωση της μελέτης ήταν η σημαντική βελτίωση της ταχύτητας επιτάχυνσης (0–10 m και 0–20 m) στους αθλητές της πλειομετρικής ομάδας. Η βελτίωση αυτή δεν είναι τυχαία, αλλά αντικατοπτρίζει βαθύτερες νευρομυϊκές προσαρμογές, όπως την αυξημένη ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων, τον βελτιωμένο συγχρονισμό των εκτεινόντων μυών των κάτω άκρων και την ενίσχυση της μυοτενόντιας δυσκαμψίας. Μέσα από επαναλαμβανόμενες εκρηκτικές κινήσεις, οι αθλητές ανέπτυξαν την ικανότητα να παράγουν δύναμη σε μικρότερο χρονικό διάστημα, δεξιότητα κρίσιμη για το σύγχρονο ποδόσφαιρο, όπου οι στιγμιαίες αλλαγές ρυθμού και κατεύθυνσης καθορίζουν την απόδοση στο παιχνίδι.

Η βελτίωση της ευκινησίας, όπως φάνηκε από τη σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης στο T-Test, επιβεβαιώνει ότι η πλειομετρική προπόνηση δεν στοχεύει μόνο στη βελτίωση της δύναμης, αλλά και στην ανάπτυξη νευρομυϊκής συνεργασίας και κινητικού ελέγχου. Η ενίσχυση της ικανότητας για γρήγορη επιτάχυνση και επιβράδυνση, σε

συνδυασμό με καλύτερο συντονισμό σώματος–κέντρου βάρους, ενισχύει την απόδοση σε καταστάσεις παιχνιδιού υψηλής έντασης, όπως οι αλλαγές πορείας, τα μαρκαρίσματα και οι αποφυγές αντιπάλων.

Αντίστοιχα, οι σημαντικές βελτιώσεις που καταγράφηκαν στα άλματα αποδεικνύουν την αύξηση της εκρηκτικής δύναμης και της ορθής αξιοποίησης του κύκλου διάτασης–βράχυνσης. Οι ασκήσεις που περιλαμβάνουν άλματα, αναπηδήσεις, απογειώσεις και προσγειώσεις με γρήγορη επαφή στο έδαφος, φαίνεται να ενισχύουν τη φυσική ικανότητα των μυών να αποθηκεύουν και να επαναχρησιμοποιούν την ελαστική ενέργεια, βελτιώνοντας την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα της κίνησης. Η βελτίωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους ποδοσφαιριστές, καθώς σχετίζεται άμεσα με κινήσεις όπως τα άλματα για κεφαλιές, οι εκκινήσεις από στάση, και οι επαναλαμβανόμενες εκρηκτικές δράσεις καθ' όλη τη διάρκεια του αγώνα.

Η βελτίωση της ευλυγισίας που παρατηρήθηκε στη δοκιμασία δίπλωση από εδραία θέση είναι επίσης αξιοσημείωτη, καθώς υποδηλώνει ότι η πλειομετρική προπόνηση, όταν εφαρμόζεται με τεχνική ακρίβεια και προοδευτικότητα, δεν επιβαρύνει το μυοσκελετικό σύστημα αλλά, αντιθέτως, ενισχύει τη λειτουργική κινητικότητα. Οι αυξημένες εκτάσεις και η βελτιωμένη ευκαμψία των οπίσθιων μηριαίων και της οσφυϊκής μοίρας συντελούν τόσο στην απόδοση όσο και στην πρόληψη τραυματισμών, κάτι που έχει ιδιαίτερη σημασία για αθλητές αναπτυξιακής ηλικίας.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι η ομάδα ελέγχου δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε καμία παράμετρο. Αυτό το εύρημα ενισχύει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και αποδεικνύει ότι οι παρατηρούμενες βελτιώσεις δεν οφείλονται στη φυσική εξέλιξη, αλλά αποτελούν άμεση συνέπεια της προπονητικής παρέμβασης. Με άλλα λόγια, το πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης ήταν ο κύριος παράγοντας που οδήγησε στις θετικές μεταβολές στη φυσική απόδοση.

Επίσης, από φυσιολογική σκοπιά, οι βελτιώσεις αυτές μπορούν να αποδοθούν σε συνδυασμό νευρολογικών και μορφολογικών προσαρμογών. Σε νευρολογικό επίπεδο, η πλειομετρική προπόνηση αυξάνει την αποτελεσματικότητα της νευρικής διέγερσης, ενισχύει τον συγχρονισμό κινητικών μονάδων και μειώνει την ανασταλτική δράση των υποδοχέων Golgi, επιτρέποντας μεγαλύτερη ενεργοποίηση μυϊκών ινών. Σε μορφολογικό επίπεδο, συμβάλλει στην αύξηση της ελαστικότητας και δυσκαμψίας των τενόντων, καθώς και στην ενίσχυση της αποθηκευτικής ικανότητας ελαστικής ενέργειας.

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με πληθώρα προηγούμενων ερευνών (de Villarreal et al., 2009; Marković, 2010; Kons et al., 2023; Oliver et al., 2024), οι οποίες τεκμηριώνουν ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτιώνει τη νευρομυϊκή απόδοση, τη δύναμη και τη λειτουργική ταχύτητα. Η συνέπεια των αποτελεσμάτων αυτών υποδεικνύει ότι η συγκεκριμένη μορφή προπόνησης μπορεί να εφαρμοστεί με ασφάλεια σε παιδιά και εφήβους, υπό την προϋπόθεση ότι ακολουθούνται οι βασικές αρχές της προοδευτικής επιβάρυνσης, της σωστής τεχνικής και της επαρκούς επίβλεψης από εξειδικευμένους προπονητές.

Επιπλέον, η πλειομετρική προπόνηση φαίνεται να προσφέρει πολλαπλά οφέλη πέρα από τη φυσική απόδοση. Ενισχύει τη σωματική αυτοαντίληψη των νεαρών αθλητών, βελτιώνει την εμπιστοσύνη στις κινητικές τους ικανότητες και προάγει την ενεργή συμμετοχή τους στη διαδικασία της προπόνησης. Η επιτυχής εκτέλεση εκρηκτικών κινήσεων και η παρατηρούμενη πρόοδος λειτουργούν ως ισχυρά εσωτερικά κίνητρα, ενισχύοντας τη δέσμευση και τη θετική στάση απέναντι στην άσκηση.

Τα ευρήματα εναρμονίζονται με τη διεθνή βιβλιογραφία (Kons et al., 2023; Oliver et al., 2024) και ενισχύουν την άποψη ότι η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της σύγχρονης προπονητικής διαδικασίας, ιδίως στις αναπτυξιακές ηλικίες. Η ασφαλής εφαρμογή της, με έμφαση στη σωστή τεχνική, την προοδευτικότητα και την επιτήρηση, μπορεί να οδηγήσει σε πολυδιάστατες βελτιώσεις της απόδοσης, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στην πρόληψη τραυματισμών και στη μακροχρόνια αθλητική ανάπτυξη.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης υποδεικνύουν ότι η πλειομετρική προπόνηση θα πρέπει να ενταχθεί συστηματικά στα αναπτυξιακά προγράμματα προπόνησης ποδοσφαίρου, καθώς συνεισφέρει ουσιαστικά στη βελτίωση της απόδοσης χωρίς να αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμού. Η μεθοδολογία αυτή μπορεί να προσαρμοστεί σε διάφορα ηλικιακά και προπονητικά επίπεδα, με χρήση κατάλληλων ασκήσεων, συχνότητας και έντασης.

Ακόμη, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, παρότι η παρούσα μελέτη ανέδειξε θετικά αποτελέσματα παρόλο που ήταν μικρής διάρκειας, μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να επικεντρωθούν σε μακροχρόνιες παρεμβάσεις, στη μελέτη διαφορών ανά φύλο και ηλικία, καθώς και στη συσχέτιση της πλειομετρικής προπόνησης με τη μείωση τραυματισμών. Παράλληλα, η ενσωμάτωση τεχνολογικών εργαλείων όπως οι πλατφόρμες δύναμης ή τα GPS συστήματα θα μπορούσε να προσφέρει πιο ακριβή και αντικειμενικά δεδομένα για την καταγραφή των βελτιώσεων και τη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων.

Εν κατακλείδι, η πλειομετρική προπόνηση αναδεικνύεται ως μια πολυδιάστατη προπονητική μέθοδος που προάγει την ταχύτητα, τη δύναμη, την ευκινησία, την ευλυγισία και τη γενικότερη αθλητική απόδοση των νεαρών ποδοσφαιριστών. Οι θετικές προσαρμογές που παρατηρήθηκαν δεν είναι τυχαίες, αλλά αποτέλεσμα συστηματικής, μεθοδικής και επιστημονικά σχεδιασμένης εφαρμογής. Η ενσωμάτωσή της στα προγράμματα προπόνησης μπορεί να συμβάλει όχι μόνο στη βελτίωση της αγωνιστικής απόδοσης, αλλά και στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων, υγιών και κινητικά ικανών αθλητών, θέτοντας τις βάσεις για μακροχρόνια αθλητική πρόοδο και επιτυχία.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Asadi, A., Arazi, H., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., & Izquierdo, M. (2017). Influence of maturation stage on agility performance gains after plyometric training: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2609–2617. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002003>
2. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24, 665–674
3. 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. <https://doi.org/10.1139/H08-020>
4. Bosco, C., Viitasalo, J. T., Komi, P. V., & Luhtanen, P. (1982). Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114(4), 557–565. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1982.tb07024.x>
5. Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2670–2676. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e2728f>
6. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
7. de Villarreal, E. S., Kellis, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 495–506. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b7c6>
8. Faigenbaum, A. D., et al. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(Supplement 5), S60–S79.
9. Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibáñez, J. (2004). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 321–330. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0999-2>
10. Hammami, M., et al. (2016). Effects of an In-season Short-term Plyometric Training Program on Athletic Performance in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and*

11. Hammami, M., Negra, Y., et al. (2021). Effects of plyometric training on physical performance in youth soccer players: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 39(9), 1017–1027. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1835225>
12. Hewett, T. E., Ford, K. R., & Myer, G. D. (2005). Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: A systematic review of neuromuscular training interventions. *Journal of Knee Surgery*, 18(01), 82–88. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248163>
13. Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Medicine*, 34, 165–180.
14. Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L.C., Kemi, O.J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 218–221.
15. Holt, B. W., Lambourne, K., & O'Hara, R. (2019). The effects of plyometric training on flexibility in adolescent athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(3), 398–404. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08068-3>
16. Iaia, F.M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High intensity training in football. *International journal of sports physiology and performance*, 4, 291–306.
17. Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197–1206. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00064-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00064-6)
18. Kons, R. L., Dal Pupo, J., Moreira, A., Detanico, D., & Follmer, B. (2023). Plyometric training improves physical performance and neuromuscular mechanisms in young soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1052903. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1052903>
19. Lehnert, M., Lamrová, I., & Elfmark, M. (2009). Changes in speed and strength in female volleyball players during and after a plyometric training program. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 39(1), 59–66.
20. Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., De Ste Croix, M. B. A., Williams, C. A., Best, T. M., Alvar, B. A., Micheli, L. J., Thomas, D. P., Hatfield, D. L., Cronin, J. B., & Myer, G. D. (2015). Long-term athletic development—Part 1: A pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1439–1450. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000756>
21. Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation, and physical activity. *Champaign, IL: Human Kinetics* (2).

22. Manouras, N., Papanikolaou, Z., Karatrantou, K., Kouvarakis, P., & Gerodimos, V. (2016). The efficacy of vertical vs. horizontal plyometric training on speed, jumping performance and agility in soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(5), 702-709.
23. Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
24. Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2605–2613. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b1f330>
25. Michailidis, Y., et al. (2013). Effect of plyometric training on athletic performance in preadolescent soccer players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(4), 760–772. <https://doi.org/10.4100/jhse.2013.84.03>
26. Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., & Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(3), 459–465.
27. Moran, J., et al. (2017). Effects of maturity status and training status on the benefits of resistance training in youth: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(6), 1041–1058. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0666-5>
28. Oliver, J. L., Lloyd, R. S., Rumpf, M. C., & Myer, G. D. (2024). Long-term athletic development: Integrating plyometric training for youth performance enhancement and injury prevention. *Strength & Conditioning Journal*, 46(2), 45–57. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000790>
29. Owen, A., Wong, D., Dunlop, G., Groussard, C., Kebisi, W., Dellal, A., et al. (2014). High Intensity Training and Salivary Immunoglobulin-a Responses in Professional Top-Level Soccer Players: Effect of Training Intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2460-2469
30. Pérez-Gómez, J., & Calbet, J. A. L. (2013). Training methods to improve vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1616–1624. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31826b607c>
31. Ramirez-Campillo, R., et al. (2018). Effects of plyometric training on physical performance in youth soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(6), 1512–1523. <https://doi.org/10.1111/sms.13056>
32. Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2015). Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *Journal of Strength and*

33. Rouissi, M., Chtara, M., Owen A, Chaalali, A., Chaouachi, A., Gabbett, T., et al. (2016). Effect of leg dominance on change of direction ability amongst young elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 542-548.
34. Segovia - Lopez, M., Marques, M. C., Van den Tillaar, R., & González-Badillo, J. J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u21 soccer players. *Journal of human kinetics*, 30, 135.
35. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med*. 2005
36. Verkhosansky, Y. (1979). Speed-strength preparation of future champions. *Soviet Sports Review*, 14(2), 9–12.
37. Verkhoshansky, Y. V. (1979). Shock method of training. *Track and Field*, 51, 23–25.
38. Yasemin Ari, & F. Filiz Çolakoğlu. (2017). The effect of 12-week plyometric training program on anaerobic power, speed, flexibility and agility for adolescent football players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 3(5). <https://doi.org/10.5281/zenodo.572401>
39. Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282–288.
40. Zheng, Q., et al. (2025). The effects of plyometric training on youth soccer players: A meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, [Ahead of print].