



**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής (ΠΑ.Δ.Α)**

**Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας**

**Τμήμα Φυσικοθεραπείας**

Πρόγραμμα Προπτυχιακών Σπουδών

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

***«Η επίδραση των ασκήσεων Copenhagen Adduction και Nordic Hamstring στην δύναμη και στην αθλητική απόδοση»***

Φοιτητής: Αντώνιος Αντύπας AM 19683018

Φοιτητής: Νικόλαος Δαγλουκιάρης AM 19683198

Επιβλέπων καθηγητής: Prof. Γεώργιος Γιόφτσος, PhD, MSc, Καθηγητής  
Φυσικοθεραπείας, Πρόεδρος Τμήματος Φυσικοθεραπείας Πανεπιστημίου  
Δυτικής Αττικής

Συνεπιβλέπων καθηγητής: Χρήστος Πίππας, MSc, Υποψήφιος Διδάκτορας  
Τμήματος Φυσικοθεραπείας Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής



**University of West Attica (UniWA)**  
**School of Health and Care Sciences**  
**Department of Physiotherapy**  
Undergraduate Studies Programme

## **DISSERTATION**

***«The effect of Copenhagen Adduction and Nordic Hamstring  
exercises on strength and  
and athletic performance»***

Student: Antonis Antypas RN 19683018

Student: Nikos Dagloukiaris RN 19683198

Supervising Professor: Prof. Georgios Gioftsos, PhD, MSc, Professor of  
Physiotherapy, President of the Department of Physiotherapy, University of  
West Attica

Co-supervising Professor: Christos Pippas, PhD c., MSc, OMPT, University of  
West Attica

## Επιτροπή Εξέτασης

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>Όνοματεπώνυμο</b>	<b>Ψηφιακή Υπογραφή</b>
<b>Γεώργιος Γιόφτσος, Καθηγητής</b>	
<b>Μαρία Παπανδρέου, Καθηγήτρια</b>	
<b>Γεώργιος Κουμαντάκης, Επίκουρος Καθηγητής</b>	

# ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

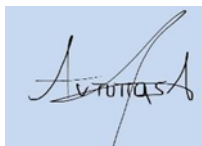
Με το παρόν κείμενο βεβαιώνουμε ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια που προσφέρθηκε στην εκπόνησή της αναγνωρίζεται και αναφέρεται στο κείμενο. Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και παραδόθηκε μετά από έγκριση του επιβλέποντας καθηγητή μας. Δηλώνουμε πως η χρήση των πηγών που εφαρμόστηκε (βιβλιογραφία, αρθρογραφία) για την υποστήριξη της εργασίας μας είναι πλήρως συμβατή με επιστημονικά πρότυπα, όπως και αυτή των δευτερογενών δεδομένων (πινάκων, διαγραμμάτων και εικόνων), ιδεών και λέξεων.

Οι δηλούντες,

Νικόλαος Δαγλουκιάρης



Αντώνιος Αντύπας



## **I. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Υποψήφιο Διδάκτορα κύριο Χρήστο Πίππα και τον Πρόεδρο του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και Υπεύθυνο Καθηγητή της εργασίας μας κύριο Γεώργιο Γιόφτσο για την καθοδήγηση που μας προσέφεραν καθώς και για το χρόνο που διέθεσαν δίνοντας μας συμβουλές και οδηγίες για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας. Στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους του καθηγητές του τμήματος Φυσικοθεραπείας για την συμβολή τους στην επιστημονική μας συγκρότηση όλα αυτά τα χρόνια.

Οφείλουμε επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους του αθλητές που συνέβαλαν με την συμμετοχή τους στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειες μας και στους φίλους μας, για την οικονομική και ηθική υποστήριξη σε όλο το διάστημα των σπουδών μας.

## II. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Οι τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων και των προσαγωγών μυών του ισχίου είναι δύο από τους πιο συχνούς τραυματισμούς στο ποδόσφαιρο. Έχει φανεί πως η έλλειψη δύναμης στις προαναφερθείσες μυϊκές ομάδες αποτελεί έναν βασικό παράγοντα κινδύνου, ο οποίος αυξάνει την πιθανότητα επανατραυματισμού. Οι ασκήσεις Nordic Hamstrings και Copenhagen Adduction βελτιώνουν την δύναμη των οπίσθιων μηριαίων και των προσαγωγών μυών αντίστοιχα και μειώνουν την πιθανότητα επανατραυματισμού. Ωστόσο δεν έχει καθοριστεί με σαφήνεια στην βιβλιογραφία η επίδραση του συνδυασμού των δύο ασκήσεων στην μυϊκή δύναμη και στην αθλητική απόδοση.

**Στόχος:** Να εξεταστεί η επίδραση του συνδυασμού των ασκήσεων NH και CA στην μυϊκή δύναμη και στην αθλητική απόδοση σε αθλητές ποδοσφαίρου.

**Μεθοδολογία:** 38 αθλητές ( $15.3 \pm 0.49$  έτη,  $59.7 \pm 7.14$  κιλά,  $152.1 \pm 53.3$  εκατοστά) από 1 ποδοσφαιρικό σύλλογο συμμετείχαν σε ένα προοδευτικό πρόγραμμα ενδυνάμωσης 4 εβδομάδων με τις ασκήσεις NH και CA να εκτελούνται 2 φορές την εβδομάδα κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας της ομάδας. Αξιολογήθηκε η μυϊκή δύναμη και η αθλητική απόδοση (άλματα, ταχύτητα) πριν και μετά την παρέμβαση.

**Αποτελέσματα:** Παρατηρήθηκε αύξηση της δύναμης κατά 9% ( $p=0.003$ ) και 20% ( $p<0.001$ ) στους οπίσθιους μηριαίους και στους προσαγωγούς μύες αντίστοιχα. Στην αθλητική ικανότητα σημειώθηκε μείωση της τάξης του 10% ( $p<0.001$ ), 5% ( $p<0.007$ ) και 5% ( $p=0.017$ ) στο άλμα από καθιστή θέση, στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση και στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση με τη χρήση των χεριών αντίστοιχα. Βελτιώσεις της τάξης του 2% σημειώθηκαν στην ταχύτητα τόσο στα 10μ ( $p=0.026$ ) όσο και στα 20μ ( $p=0.042$ ), ενώ βελτίωση  $<1\%$  ( $p=0.946$ ) παρατηρήθηκε στην ταχύτητα στα 5μ.

**Συμπέρασμα:** Ένα προοδευτικό πρόγραμμα ενδυνάμωσης 4 εβδομάδων με τον συνδυασμό των ασκήσεων Nordic Hamstring και Copenhagen Adduction παρουσίασε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην δύναμη και στην ικανότητα στο σπριντ σε νέους αθλητές ποδοσφαίρου. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ταχύτητα των 10μ και 20μ, ενώ μη στατιστικά σημαντική ήταν η βελτίωση της ταχύτητας των 5μ. Δεν παρατηρήθηκαν βελτιώσεις της αλτικής ικανότητας των αθλητών.

**Λέξεις κλειδιά:** επίδραση, copenhagen adduction, nordic hamstrings, έκκεντρη δύναμη προσαγωγών ισχίου, ισομετρική δύναμη καμπτήρων γόνατος, αθλητική απόδοση.

### III. ABSTRACT

**Introduction:** Hamstring and hip adductor muscle injuries are two of the most common injuries in football. Research has shown that reduced strength in these muscle groups is a key risk factor, increasing the likelihood of re-injury. To address this, the Nordic Hamstring and Copenhagen Adduction exercises have been identified as effective in improving hamstring and adductor muscle strength respectively, thereby reducing the risk of re-injury. However, it has not yet been established how a combination of these two exercises affects muscle strength and athletic performance.

**Aim:** To examine the effect of the NH and CA exercises on the muscle strength and athletic performance of football players.

**Methodology:** A total of 38 athletes ( $15.3 \pm 0.49$  yrs,  $59.7 \pm 7.14$  kg,  $152.1 \pm 53.3$  cm) from one football club participated in a progressive 4-week strengthening program, performing the NH and CA exercises twice a week during the team's pre-season period. Muscle strength and athletic performance, specifically jumps and sprints, were evaluated both before and after the intervention.

**Results:** The study found a 9% ( $p=0.003$ ) increase in strength for the hamstring muscles and a 20% ( $p<0.001$ ) increase for the adductor muscles. Additionally, there were reductions of 10% ( $p<0.001$ ), 5% ( $p<0.007$ ), and 5% ( $p=0.017$ ) in the Squat Jump, Countermovement Jump, and Countermovement Jump with hands, respectively. The 10m ( $p=0.026$ ) and 20m ( $p=0.042$ ) sprints showed an increase of 2%, while the 5m sprint showed an increase of less than 1% ( $p=0.946$ ).

**Conclusion:** In young football players, a 4-week progressive exercise program that combined the Nordic Hamstring and Copenhagen Adduction exercises resulted in significant improvements in muscle strength and sprint capacity. Statistically significant improvements were observed for the 10m and 20m sprints, while non-significant improvements were observed for the 5m sprint. No improvements were observed in jumping capacity.

**Key-words:** effect, copenhagen adduction, nordic hamstrings, eccentric hip adduction strength, isometric knee flexor strength, athletic performance.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

I. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	iv
II. ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	v
III. ABSTRACT .....	vi
IV. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	ix
V. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	x
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.1 Υπόθεση .....	3
1.2 Όφελος από το ερευνητικό πρόγραμμα .....	4
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	5
2.1 Συμμετέχοντες .....	5
2.2 Παρέμβαση .....	6
2.2.1 Άσκηση Nordic Hamstring .....	6
2.2.2 Άσκηση Copenhagen Adduction .....	7
2.3 Εφαρμογή Φόρτισης .....	7
2.4 Μέτρα έκβασης .....	8
2.4.2 Τεστ κάμψης γόνατος σε ύπτια θέση .....	9
2.4.3 Άλμα από καθιστή θέση (SJ), κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ) και κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση και με τη χρήση των χεριών (CMJh) .....	10
2.4.4 Ταχύτητα (5μ, 10μ, 20μ) .....	10
2.4.5 Συμμόρφωση .....	11
2.4.6 Αίσθημα Κόπωσης .....	11
2.5 Προσωπικά δεδομένα .....	11
2.6 Μέγεθος δείγματος .....	12
2.7 Στατιστική ανάλυση .....	13
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	14
3.1 Μυϊκή δύναμη .....	15
3.1.1 Χρονοεξαρτώμενες (ενδοομαδικές) διαφορές .....	15
3.1.2 Διαφορές επικρατούς και μη επικρατούς άκρου .....	16
3.2 Άλματα .....	17
3.3 Ταχύτητα .....	17
3.4 Συμμόρφωση .....	18
Στην PP ανάλυση παρατηρήθηκε ποσοστό συμμόρφωσης των αθλητών 90% και στην ITT 77% ..	18
3.5 Αίσθημα Κόπωσης .....	18
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	19
4.1 Μυϊκή δύναμη .....	19



4.1.1 Έκκεντρη δύναμη προσαγωγών μυών ισχίου.....	19
4.1.2 Ισομετρική δύναμη οπίσθιων μηριαίων μυών.....	20
4.2 Άλματα.....	20
4.3 Ταχύτητα.....	21
4.4 Αίσθημα Κόπωσης.....	22
4.5 Περιορισμοί μελέτης.....	22
4.6 Πρόταση για το μέλλον.....	23
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	23
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	24

#### IV. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Όρος	Σύντμηση
Αρχής Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα	Α.Π.Δ.Π.Χ.
Βάρος Σώματος	ΒΣ
Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων	Γ.Κ.Π.Δ
Δευτερόλεπτο	s
Εκατοστόμετρο	cm
Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας	Ε.Η.Δ.Ε.
Κιλά	kgs
μέτρα	μ
Οσφυϊκή Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης	ΟΜΣΣ
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής	ΠΑ.Δ.Α.
Έτη	yrs
Copenhagen Abduction exercise	CA
Countermovement jump	CMJ
Countermovement jump with hands	CMJh
Eccentric hip adduction strength	EHAD
Isometric hamstring strength	IHS
Intention to Treat	ITT
Nordic Hamstring exercise	NH
Numeric Rating Scale	NRS
Per Protocol	PP
Sliding Hip	SH
Squat Jump	SJ
Standard Deviation	SD

## V. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Τίτλος	Σελίδα
1	Προπονητικό πρωτόκολλο για την άσκηση CA και NH	8
2	Διάγραμμα ροής συμμετεχόντων	14

Εικόνα	Τίτλος	Σελίδα
1	Nordic Hamstring exercise	6
2	Copenhagen Adduction exercise	7

Διάγραμμα	Τίτλος	Σελίδα
1	Διάγραμμα ροής διαδικασίας ένταξης και αποκλεισμού συμμετεχόντων	14
2	Ανάλυση ΙΤΤ. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών δεξιού και αριστερού άκρου.	15
3	Ανάλυση ΙΤΤ. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών επικρατούς και μη επικρατούς άκρου.	17
4	Ανάλυση ΙΤΤ. Αίσθημα κόπωσης.	18

Παραρτήματα	Τίτλος	Σελίδα
1	Αναλυτική επεξήγηση της μεθοδολογίας του πρωτοκόλλου παρέμβασης	30
2	Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	31
3	Ανάλυση ΡΡ. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών.	31
4	Ανάλυση ΡΡ. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών.	32
5	Αποτελέσματα αλμάτων στην ΡΡ ανάλυση	32
6	Ανάλυση ΙΤΤ. Αποτελέσματα αλτικής ικανότητας	33
7	Ανάλυση ΡΡ. Αποτελέσματα αλτικής ικανότητας	33
8	Αποτελέσματα ταχύτητας στην ΡΡ ανάλυση	34
9	Ανάλυση ΙΤΤ. Αποτελέσματα ταχύτητας	34
10	Ανάλυση ΡΡ. Αποτελέσματα ταχύτητας	35
11	Ανάλυση ΡΡ. Αποτελέσματα αισθήματος κόπωσης	35

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ποδόσφαιρο κατέχει την υψηλότερη θέση στην λίστα με τα πιο δημοφιλή αθλήματα στον κόσμο (Werner et al., 2009) και περιλαμβάνει περίπου 265 εκατομμύρια αθλητές παγκοσμίως (Kunz, 2007). Οι δύο πιο συχνοί τραυματισμοί που εμφανίζονται στο ποδόσφαιρο είναι αυτοί των οπίσθιων μηριαίων μυών και των προσαγωγών μυών του ισχίου (Ekstrand et al., 2011, HÅgglund, WaldÅn and Ekstrand, 2009; Nielsen and Yde, 1989). Έχει παρατηρηθεί ότι ποδοσφαιριστές με ιστορικό τραυματισμού ή με μειωμένη δύναμη των προσαγωγών ή των οπίσθιων μηριαίων μυών έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα επανατραυματισμού (Liu et al., 2012; Crow et al., 2010; Engebretsen et al., 2010; O'Connor, 2004; Tyler et al., 2001).

Έχει φανεί πως οι ασκήσεις Nordic Hamstrings και Copenhagen Adduction βελτιώνουν τη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων (Ripley et al., 2023; Amundsen et al., 2022; Marchiori et al., 2021; Alt et al., 2017) και των προσαγωγών μυών (Dawkins et al., 2021; Polglass, Burrows and Willett, 2019; Kohavi et al., 2018; Ishøi et al., 2015) αντίστοιχα και μειώνουν την πιθανότητα τραυματισμού στις συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες (van Dyk, Behan and Whiteley, 2019; Harøy et al., 2018; Ribeiro-Alvares et al., 2018; Bourne et al., 2016; van der Horst et al., 2015). Η άσκηση NH είναι μία άσκηση υψηλής έντασης (Ditroilo, De Vito and Delahunt, 2013) και δεν απαιτεί εξοπλισμό. Η άσκηση εκτελείται με τον αθλητή να ελέγχει το σωματικό του βάρος. Η άσκηση CA επίσης δεν απαιτεί εξοπλισμό και αποτελεί μια άσκηση υψηλής έντασης καθώς επιτυγχάνει υψηλή ενεργοποίηση των προσαγωγών μυών (108% της μέγιστης ενεργοποίησης) (Serner et al., 2013), ποσοστό ικανό να προκαλέσει αύξηση της μυϊκής δύναμης (RHEA et al., 2003).

Η NH παρουσιάζει αμφιλεγόμενη επίδραση στην αθλητική απόδοση. Οι Moran et al (2022) αξιολόγησαν την επίδραση δύο προγραμμάτων εφαρμογής της άσκησης με διαφορετική συχνότητα εκτέλεσης (μια ή δύο φορές/εβδομάδα) στη ταχύτητα (10μ και 40μ) και στο οριζόντιο άλμα σε νεαρούς αθλητές ποδοσφαίρου. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά για την ταχύτητα, καθώς παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση (10μ:  $p < 0.001$  και 40μ:  $p = 0.001$ ), αλλά όχι για το άλμα ( $p = 0.12$ ). Οι Abdelkader et al (2022) εξέτασαν την επίδραση της NH στο άλμα και στην ταχύτητα (30μ) σε 31 αθλητές ποδοσφαίρου στην προ-εφηβεία. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά, αφού βρήκαν βελτιώσεις τόσο στη ταχύτητα ( $p = 0.077$ ) όσο και στην αλτική ικανότητα ( $p < 0.001$ ). Οι Ishoi et al (2017) ερεύνησαν την επίδραση της ίδιας άσκησης στην ταχύτητα και στην έκκεντρη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων μυών σε 25 ερασιτέχνες άνδρες ποδοσφαιριστές. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά καθώς παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική

βελτίωση της τάξης του 2.6-3.2% ( $p < 0.05$ ) για την ταχύτητα 10μ και 17-19% ( $p < 0.01$ ) για την δύναμη. Παρομοίως, οι Clark et al (2005) βρήκαν θετικά αποτελέσματα της τάξης του 6.6% ( $p = 0.04$ ) στην αλτική ικανότητα σε 9 ερασιτέχνες άνδρες ποδοσφαιριστές μετά την εφαρμογή της NH για τέσσερις εβδομάδες. Οι Amundsen et al (2022) αξιολόγησαν την επίδραση της άσκησης στην έκκεντρη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων, στη ταχύτητα (10μ, 20μ, 30μ, 40μ) και στο άλμα σε 32 αθλήτριες ποδοσφαίρου. Χώρισαν τα άτομα σε δυο γκρουπ, εκ των οποίων το ένα εκτέλεσε την άσκηση με υψηλό φορτίο και το άλλο με χαμηλό φορτίο. Βρήκαν πως και τα δύο γκρουπ σημείωσαν αύξηση της έκκεντρης δύναμης ( $p = 0.001$ ), ενώ κανένα γκρουπ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική αλλαγή στη ταχύτητα (υψηλή ένταση:  $p = 0.31-0.85$ , χαμηλή ένταση:  $p = 0.46-0.71$ ) και στο άλμα (υψηλή ένταση:  $p = 0.08$  και χαμηλή ένταση:  $p = 0.69$ ). Οι Siddle et al (2022) εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος NH χαμηλού φορτίου στην έκκεντρη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων και στην ταχύτητα σε 16 εφήβους ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου. Τα αποτελέσματα δεν ήταν θετικά καθώς δεν παρατηρήθηκαν βελτιώσεις ούτε στην δύναμη ( $p \geq 0.19$ ) ούτε στην ταχύτητα ( $p = 0.29-0.47$ ). Τέλος, οι Porrati-Paladino και Cuesta-Barrisuso (2021) ερεύνησαν την επίδραση της άσκησης στο άλμα σε 15 αθλήτριες ποδοσφαίρου. Δεν παρατηρήθηκαν θετικά αποτελέσματα καθώς δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλλαγή στην αλτική ικανότητα των αθλητριών ( $p = 0.96$ ).

Η CA έχει ερευνηθεί ως προς την επίδραση της στην αύξηση της δύναμης των προσαγωγών μυών του ισχίου. Οι Dawkins et al (2021) εξέτασαν την επίδραση της άσκησης με χαμηλό φορτίο (10-30 επαναλήψεις για κάθε πλευρά ανά εβδομάδα) στην έκκεντρη και στην ισομετρική δύναμη των προσαγωγών σε 39 άνδρες ποδοσφαιριστές. Παρατηρήθηκε αύξηση της έκκεντρης δύναμης κατά 6.7% ( $3.04 \pm 0.51$  Nm/kg σε  $3.24 \pm 0.51$  Nm/kg) ( $p = 0.03$ ), ενώ για την ισομετρική δύναμη παρατηρήθηκε αύξηση 12.3% ( $2.79 \pm 0.51$  Nm/kg σε  $3.13 \pm 0.052$  Nm/kg) ( $p < 0.01$ ) στην ομάδα παρέμβασης. Οι Kohavi et al (2018) εξέτασαν την επίδραση της άσκησης CA και Sliding Hip (SH) στην έκκεντρη δύναμη των προσαγωγών σε 42 άνδρες ποδοσφαιριστές ηλικίας 17.5 ( $\pm 1.1$ ) ετών. Στην μελέτη υπήρχαν 2 ομάδες παρέμβασης (μια ομάδα εκτέλεσε την άσκηση CA και η άλλη την άσκηση SH) και 1 ομάδα ελέγχου που ακολούθησε ένα πρόγραμμα κινητικότητας των κάτω άκρων. Και οι δύο ομάδες παρέμβασης εμφάνισαν θετικά αποτελέσματα και σημαντικές διαφορές σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα για την ομάδα CA έδειξαν αύξηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών για το δεξί και το αριστερό πόδι κατά 45.8% ( $p < 0.001$ ) και 49.4% ( $p < 0.001$ ) αντίστοιχα (+ αποτελέσματα για SH). Οι Ishoi et al (2015) εξέτασαν την επίδραση της άσκησης CA στην έκκεντρη δύναμη των προσαγωγών σε 20 αθλητές ποδοσφαίρου 17 και 18 ετών. Η ομάδα

παρέμβασης (εφαρμογή της CA για 2 φορές την εβδομάδα) εμφάνισε αύξηση της δύναμης κατά 35.7% ( $2.7 \pm 0.48$  σε  $3.67 \pm 0.38$  Nm/kg) ( $p < 0.001$ ) μετά από οκτώ εβδομάδες εφαρμογής. Οι Harøy et al (2017) αξιολόγησαν την επίδραση της CA τόσο στην έκκεντρη δύναμη των προσαγωγών και των οπίσθιων μηριαίων μυών όσο και στην αθλητική απόδοση ποδοσφαιριστών χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα πρόληψης τραυματισμών FIFA 11+. Πραγματοποιήθηκε κατανομή 33 συμμετεχόντων σε δυο ομάδες, με την πρώτη να εφαρμόζει την CA αντί της NH σε συνδυασμό με το FIFA 11+ και την δεύτερη να χρησιμοποιεί το πρωτότυπο πρόγραμμα (με τη χρήση της NH). Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών και των οπίσθιων μηριαίων κατά 8% ( $p < 0.001$ ) και 3% ( $p = 0.07$ ) αντίστοιχα στην ομάδα CA. Αντίθετα, η ομάδα NH εμφάνισε αύξηση μόνο στην έκκεντρη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων κατά 7.7% ( $p < 0.001$ ). Δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή στην ταχύτητα σε καμία από τις δύο ομάδες ( $p = 0.2-0.88$ ).

Οι ασκήσεις CA και NH κατέχουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση της δύναμης των προσαγωγών (Dawkins et al., 2021; Polglass, Burrows and Willett, 2019; Kohavi et al., 2018; Ishøi et al., 2015) και των οπίσθιων μηριαίων μυών (Ripley et al., 2023; Amundsen et al., 2022; Marchiori et al., 2021; Alt et al., 2017) αντίστοιχα. Στη βιβλιογραφία δεν έχει καθοριστεί με σαφήνεια η επίδραση της NH στην αθλητική απόδοση (Abdelkader et al., 2022; Amundsen et al., 2022; Moran et al., 2022; Siddle et al., 2022; Porrati-Paladino and Cuesta- Barriuso, 2021; Ishøi et al., 2017; Clark et al., 2005), ενώ η επίδραση της CA στην αθλητική απόδοση δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς. Από όσο γνωρίζουμε, δεν έχει πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα κάποια μελέτη η οποία να αξιολογεί την επίδραση των δυο ασκήσεων στην μυϊκή δύναμη και στην αθλητική απόδοση σε νέους ποδοσφαιριστές. Ο σκοπός της μελέτης ήταν να ερευνηθεί η επίδραση των ασκήσεων NH και CA στην αθλητική απόδοση και στην μυϊκή δύναμη των προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών σε νέους ποδοσφαιριστές.

## 1.1 Υπόθεση

Ένα πρόγραμμα τεσσάρων εβδομάδων που συνδυάζει τις ασκήσεις NH και CA έχει σημαντική επίδραση στην αύξηση της μυϊκής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών και των προσαγωγών μυών καθώς και στην βελτίωση της αθλητικής απόδοσης νέων ποδοσφαιριστών.

## **1.2 Όφελος από το ερευνητικό πρόγραμμα**

Τα μελλοντικά οφέλη του προγράμματος που θα προκύψουν είναι τόσο ερευνητικά - καθώς αποτελούν έναυσμα για νέες έρευνες -όσο και κλινικά- καθώς θα δοθούν νέες κατευθύνσεις στον χώρο του ποδοσφαίρου ως προς τη βελτίωση της δύναμης των προσαγωγών, των οπίσθιων μηριαίων μυών και της αθλητικής απόδοσης (άλματα και ταχύτητα). Οι νέες αυτές κατευθύνσεις θα αφορούν μια πληθώρα επαγγελματιών στον αθλητικό χώρο όπως φυσικοθεραπευτές, γυμναστές και προπονητές. Το φως που θα ρίξουν τα ευρήματα της παρούσας μελέτης στον συγκεκριμένο τομέα θα δώσει τη δυνατότητα σχηματισμού νέων πρωτοκόλλων άσκησης με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης και την πρόληψη τραυματισμών στον αθλητικό πληθυσμό.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1 Συμμετέχοντες

Προσεγγίσαμε έναν ποδοσφαιρικό σύλλογο μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου πραγματοποιώντας μια αρχική ενημέρωση σχετικά με τον σκοπό και τη μεθοδολογία της μελέτης. Στην μελέτη παρέμβασης έλαβαν μέρος υγιείς ποδοσφαιριστές 15-16 ετών που προπονούνταν συστηματικά σε εβδομαδιαία βάση ( $\geq 4$  φορές/εβδομάδα) και συμμετείχαν στις αγωνιστικές υποχρεώσεις της ομάδας.

Τα κριτήρια αποκλεισμού από την μελέτη ήταν:

- (1) η ύπαρξη μυοσκελετικού τραυματισμού που παρεμποδίζει την εκτέλεση των μετρήσεων δύναμης και αθλητικής απόδοσης καθώς και την εκτέλεση της παρέμβασης.
- (2) ιστορικό μυοσκελετικών ή/και νευρολογικών διαταραχών που παρεμποδίζουν την εκτέλεση των μετρήσεων δύναμης και αθλητικής απόδοσης καθώς και την εκτέλεση της παρέμβασης.
- (3) ιστορικό τραυματισμού των οπίσθιων μηριαίων ή/και των προσαγωγών μυών του ισχίου τους τελευταίους 6 μήνες.
- (4) η ύπαρξη πόνου  $> 2/10$  σε Numeric Rating Scale (NRS) κατά την εκτέλεση των μετρήσεων δύναμης και αθλητικής απόδοσης ή κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της παρέμβασης.
- (5) η συστηματική εκτέλεση ασκήσεων αντίστασης των προσαγωγών μυών και των οπίσθιωνμηριαίων μυών σε διάστημα λιγότερο του ενός μήνα πριν την έναρξη της μελέτης.

Οι κηδεμόνες των συμμετεχόντων κλήθηκαν να δώσουν γραπτή συγκατάθεση. Πριν την συμπλήρωση οποιουδήποτε εγγράφου συγκατάθεσης, οι συμμετέχοντες και οι κηδεμόνες τους ενημερώθηκαν για τον σκοπό και τις διαδικασίες της έρευνας σύμφωνα με τις αποδεκτές αρχές της ακεραιότητας της έρευνας και της ορθής επιστημονικής πρακτικής όπως διατυπώνονται από την Ε.Η.Δ.Ε. του ΠΑ.Δ.Α. Ο υπεύθυνος ερευνητής και οι φοιτητές είχαν την άμεση εποπτεία και επικοινωνία με τους συμμετέχοντες για θέματα που αφορούν την ασφάλεια τους και την συμμετοχή τους. Επιπλέον, η αρχική ενημέρωση των συμμετεχόντων έγινε μέσω των Εντύπων Συγκατάθεσης και Ενημέρωσης Συμμετεχόντων. Για οποιαδήποτε καταγγελία ή παράπονο ήταν διαθέσιμο ένα έντυπο καταγγελιών.



## 2.2 Παρέμβαση

Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν τέσσερις (4) εβδομάδες και πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας (pre-season) της ομάδας (Οκτώβριος του 2023). Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμμετάσχουν σε ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης με τις ασκήσεις NH και CA, δύο (2) φορές την εβδομάδα, με τουλάχιστον 24 ώρες κενό μεταξύ των συνεδριών. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της προπόνησης της φυσικής κατάστασης της ομάδας, πριν την έναρξη της προπόνησης με μπάλα. Όλοι οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν και τις δυο ασκήσεις σε κάθε συνεδρία. Για να διασφαλιστεί η σωστή εκτέλεση των ασκήσεων, η επίβλεψη έγινε από έναν φυσικοθεραπευτή και τον προπονητή φυσικής κατάστασης της ομάδας.

### 2.2.1 Άσκηση Nordic Hamstring

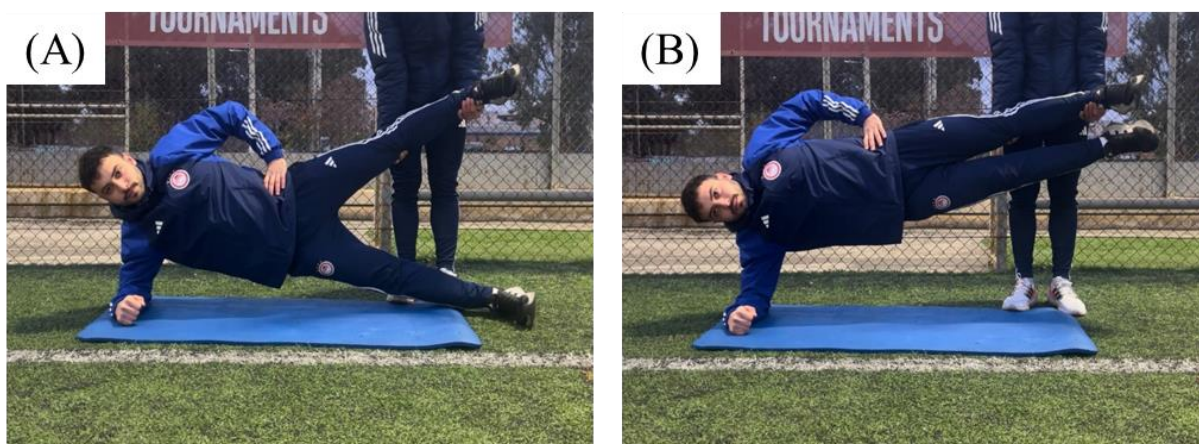
Η NH έχει περιγραφεί προηγουμένως (Mjølsnes et al., 2004). Η άσκηση εκτελείται σε ζευγάρια αθλητών με παρόμοια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά. Ο αθλητής που εκτελεί την άσκηση βρίσκεται γονατιστός σε στρώμα γυμναστικής με τον συναθλητή να σταθεροποιεί πιάνοντας τα πόδια του από τα σφυρά. Τα χέρια του αθλητή που εκτελεί την άσκηση είναι σταυρωμένα μπροστά από το στήθος, με τους αγκώνες λυγισμένους και τις παλάμες στραμμένες προς τους ώμους. Από αυτή την θέση ο αθλητής αρχίζει να κατεβάζει, αργά και ελεγχόμενα, το σώμα του προς το έδαφος διατηρώντας τον κορμό σε ευθεία με τους μηρούς σε όλη τη διάρκεια της άσκησης. Δίνεται η οδηγία σε κάθε επανάληψη η κίνηση να είναι ελεγχόμενη με τον αθλητή να προσπαθεί να καθυστερήσει όσο το δυνατόν περισσότερο την πτώση. Όταν ο αθλητής φτάσει στο σημείο που δεν μπορεί να κρατήσει περισσότερο το σώμα του, χρησιμοποιεί τα χέρια του για να ελέγξει την ταχύτητα της πτώσης. Στη συνέχεια, επανέρχεται στην αρχική θέση σπρώχνοντας με τα χέρια και επαναλαμβάνει την άσκηση.



**Εικόνα 1.** Άσκηση Nordic Hamstring. (A) Αρχική θέση, (B) Τελική θέση

## 2.2.2 Άσκηση Copenhagen Adduction

Η CA έχει περιγραφεί προηγουμένως (Serner et al., 2013). Η άσκηση εκτελείται σε ζευγάρια αθλητών με παρόμοια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά. Ο αθλητής ξαπλώνει στο πλάι με το αντιβράχιο της πλευράς που βρίσκεται από κάτω να χρησιμοποιείται για στήριξη στο έδαφος και το άλλο χέρι τοποθετείται στη μέση του με λυγισμένο αγκώνα. Ο συναθλητής κρατά το πάνω πόδι στο ύψος της λεκάνης του πιάνοντας με το ένα του χέρι τα σφυρά και με το άλλο το γόνατο. Ο ασκούμενος τότε σηκώνει την λεκάνη του προς τα πάνω φέρνοντας το κάτω πόδι σε προσαγωγή και το σώμα του σε ευθεία με τον μηρό. Μετά, κατεβάζει ελεγχόμενα τη λεκάνη προς το έδαφος και κατεβάζει το κάτω πόδι μέχρι να ακουμπήσει το έδαφος, χωρίς να στηρίζεται σε αυτό. Στη συνέχεια, επαναλαμβάνει τη διαδικασία. Για την ορθή εκτέλεση της άσκησης, ο κορμός ή/και τα ισχία δεν πρέπει να βρίσκονται σε κάμψη ή/και στροφή. Η άσκηση πραγματοποιείται και από τις δύο πλευρές.



Εικόνα 2. Άσκηση Copenhagen Adduction. (A) Αρχική-τελική θέση, (B) Μέση θέση

## 2.3 Εφαρμογή Φόρτισης

Οι Moran et al (2022) και οι Váczi et al (2022) χρησιμοποίησαν την NH με 2 σετ των 5 επαναλήψεων για την πρώτη εβδομάδα. Οι Váczi et al (2022) αύξησαν τις επαναλήψεις φτάνοντας προοδευτικά μέχρι τις 15 την 9<sup>η</sup> και 10<sup>η</sup> εβδομάδα, ενώ οι Moran et al (2022) αύξησαν τις επαναλήψεις προοδευτικά έως τις 8 την 7<sup>η</sup> εβδομάδα. Στην συνέχεια, και στις 2 μελέτες αύξησαν τα σετ από 2 σε 3 για τις υπόλοιπες 15 (5<sup>η</sup>-20<sup>η</sup> εβδομάδα) και 4 (5<sup>η</sup>-8<sup>η</sup> εβδομάδα) εβδομάδες αντίστοιχα. Όσον αφορά στην άσκηση CA, οι Alonso-Calvete et al (2021) διατήρησαν σταθερά 2 σετ σε όλη την διάρκεια της παρέμβασης 8 εβδομάδων και αύξησαν προοδευτικά τις επαναλήψεις ξεκινώντας την πρώτη εβδομάδα με 6 και καταλήγοντας στην 7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> εβδομάδα στις 15. Με βάση τις προαναφερθείσες μελέτες, η δοσολογία της παρούσας μελέτης προσαρμόστηκε και τελικά διαμορφώθηκε με βασικό στόχο

την αποφυγή απότομων αλλαγών της φόρτισης ώστε να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η πιθανότητα τραυματισμού και η εμφάνιση κόπωσης (Πίνακας 1). Οι προαναφερθείσες μελέτες πραγματοποίησαν το ασκησιολόγιο για οκτώ (Alonso-Calvete et al., 2021; Moran et al., 2022) και είκοσι (Váczí et al., 2022) εβδομάδες, σε αντίθεση με τις τέσσερις εβδομάδες του παρόντος πρωτοκόλλου. Για τον λόγο αυτό, δεν πραγματοποιήθηκε τόσο μεγάλος αριθμός επαναλήψεων στην κάθε άσκηση. Αναλυτικά παρουσιάζονται οι παράμετροι των ασκήσεων στο Παράρτημα 1.

<b>Εβδομάδα</b>	<b>Copenhagen Adduction Exercise</b>			<b>Nordic Hamstring Exercise</b>		
	Συνοδρία/ εβδομάδα	Σετ/πλευρά	Επαναλήψεις/ πλευρά	Συνοδρία/εβδομάδα	Σετ	Επαναλήψεις
<b>1</b>	2	2	6	2	2	5
<b>2</b>	2	2	8	2	2	7
<b>3</b>	2	2	10	2	3	5
<b>4</b>	2	2	12	2	3	7
<b>Σύνολο</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>120</b>

**Πίνακας 1.** Προπονητικό πρωτόκολλο για την άσκηση CA και NH

## **2.4 Μέτρα έκβασης**

Τα μέτρα έκβασης ήταν η έκκεντρη δύναμη των προσαγωγών μυών του ισχίου (EHAD), η ισομετρική δύναμη των οπίσθιων μηριαίων μυών (HIS), η αλτική ικανότητα (SJ, CMJ και CMJh), η ταχύτητα (5μ, 10μ, 20μ) και το αίσθημα κόπωσης. Οι δυναμομετρήσεις των προσαγωγών μυών του ισχίου και των οπίσθιων μηριαίων μυών πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του δυναμόμετρου χειρός K-Force Muscle Controller (KINVENT, Montpellier, France) από τον φυσικοθεραπευτή της ομάδας ο οποίος δεν συμμετείχε στην επίβλεψη της παρέμβασης. Η αλτική ικανότητα αξιολογήθηκε με τη χρήση του Microgate Optogait (Microgate, Bolzano, Italy). Η ταχύτητα αξιολογήθηκε με τη χρήση του Fitlight System (Fitlight USA Inc., Miami, Florida). Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε πριν την έναρξη της παρέμβασης και στο τέλος

αυτής (4 εβδομάδες). Οι αθλητές απείχαν από οποιαδήποτε μορφή προπόνησης 24 ώρες πριν τις μετρήσεις.

#### **2.4.1 Τεστ προσαγωγής σε πλάγια κατάκλιση**

Για την αξιολόγηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών χρησιμοποιήθηκε το τεστ πλάγιας κατάκλισης (Ishōi, Hölmich and Thorborg, 2019; Tyler et al., 2001;). Το τεστ πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις της ομάδας. Για την εκτέλεση του τεστ, ο αθλητής ξαπλώνει σε πλάγια κατάκλιση με το πάνω πόδι σε κάμψη σταθεροποιημένο πάνω σε μαξιλάρι. Το ισχίο και το γόνατο του κάτω ποδιού βρίσκονται σε έκταση και τα δάκτυλα είναι στραμμένα προς τα μπροστά. Ο εξεταστής φέρνει το πόδι σε πλήρη προσαγωγή ισχίου και εφαρμόζει το δυναμόμετρο 5 εκ. πάνω από το έσω σφυρό του αθλητή. Έπειτα ο αθλητής πραγματοποιεί προσαγωγή του ισχίου σηκώνοντας το πόδι προς τα πάνω και διατηρώντας το γόνατο σε έκταση καθόλη τη διάρκεια της εκτέλεσης. Στη συνέχεια ο εξεταστής ασκεί μια δύναμη προς τα κάτω νικώντας την αντίσταση του εξεταζόμενου. Κατά την διάρκεια της δοκιμασίας ο εξεταστής δίνει λεκτική ενθάρρυνση στον αθλητή «πάμε, πάμε, πάμε» για να επιτευχθεί η μέγιστη μυϊκή ενεργοποίηση. Το τεστ πραγματοποιείται 3 φορές και καταγράφονται και οι τρεις προσπάθειες. Μεταξύ των μετρήσεων μεσολαβεί διάλειμμα 30 δευτερολέπτων.

#### **2.4.2 Τεστ κάμψης γόνατος σε ύπτια θέση**

Λαμβάνοντας υπόψη τη μέση της φάσης αιώρησης ως ένα καίριο σημείο του τρεξίματος καθώς έχει περιγραφεί πως σε εκείνο το σημείο παρουσιάζεται μεγάλο ποσοστό των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων μυών (Seward, 2010; Ekstrand, Hagglund and Walden, 2009; Brooks et al., 2006; Woods, 2004; Orchard and Seward, 2002), για την δυναμομέτρηση των οπίσθιων μηριαίων επιλέχθηκε το ισομετρικό τεστ έξω τροχιάς σε ύπτια θέση, καθώς έχει εξαιρετικά επίπεδα αξιοπιστίας (coefficient of variation  $\leq 5.5\%$ ; intraclass correlation = 0.95) όπως έχει περιγραφεί προηγουμένως (McCall et al., 2015). Το τεστ πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις της ομάδας. Για την εκτέλεση του τεστ, ο αθλητής βρίσκεται σε ύπτια θέση και το ισχίο του άκρου υπό εξέταση βρίσκεται σε κάμψη  $90^\circ$  και το γόνατο σε κάμψη  $30^\circ$ . Η σταθεροποίηση του σώματος εξασφαλίζεται με την χρήση ζώνης κάτω από τις πρόσθιες άνω λαγόνιες άκανθες του αθλητή. Ο εξεταστής εφαρμόζει το δυναμόμετρο στην πτέρνα του αθλητή. Στη συνέχεια, δίνεται η οδηγία στον αθλητή να κλείσει το γόνατο όσο πιο δυνατά μπορεί με τον εξεταστή να αντιστέκεται σε αυτή την κίνηση στηρίζοντας τον αγκώνα του στην πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα της λεκάνης του. Το τεστ πραγματοποιείται 3 φορές και

καταγράφονται και οι τρεις προσπάθειες. Μεταξύ των μετρήσεων μεσολαβεί διάλειμμα 30 δευτερολέπτων.

#### **2.4.3 Άλμα από καθιστή θέση (SJ), κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ) και κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση και με τη χρήση των χεριών (CMJh)**

Η αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας έχει περιγραφεί προηγουμένως (França et al., 2022; Bogataj et al., 2020). Οι δοκιμασίες των αλμάτων πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις της ομάδας. Η δοκιμασία SJ πραγματοποιείται με τον αθλητή να ξεκινά από θέση κάμψης γόνατος και ισχίου 90°. Ο αθλητής κρατά αυτή τη θέση μέχρι ο ερευνητής να μετρήσει μέχρι το 3 και τότε εκείνος πραγματοποιεί ένα κατακόρυφο άλμα χωρίς να υπάρχει κάποια ταλάντωση. Αν υπάρχει εμφανής επιπλέον κάμψη των ισχίων ή/και των γονάτων πριν το άλμα, τότε η δοκιμή επαναλαμβάνεται. Ο αθλητής προσγειώνεται στο ίδιο σημείο από όπου πραγματοποίησε το άλμα. Στη συνέχεια, επιστρέφει στην αρχική θέση κάμψης γονάτων και ισχίων. Το τεστ πραγματοποιείται 3 φορές και καταγράφονται και οι τρεις προσπάθειες. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβεί διάλειμμα 2 λεπτών.

Για την δοκιμασία CMJ ο αθλητής ξεκινά από όρθια θέση με τα πόδια τοποθετημένα στο ύψος των ώμων και με τα χέρια του να ακουμπούν την λεκάνη (χέρια στη μέση). Στην συνέχεια, μετά από μια μικρή ταλάντωση, ο αθλητής πραγματοποιεί το άλμα. Αν υπάρχει υπέρμετρη κάμψη της άρθρωσης των ισχίων ή/και των γονάτων, η δοκιμή επαναλαμβάνεται. Ο αθλητής προσγειώνεται στο ίδιο σημείο από όπου πραγματοποίησε το άλμα. Το τεστ πραγματοποιείται 3 φορές και καταγράφονται και οι τρεις προσπάθειες. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβεί διάλειμμα 2 λεπτών.

Για την δοκιμασία CMJh ο αθλητής λαμβάνει την ίδια αρχική θέση με την δοκιμασία CMJ. Μετά από μια μικρή ταλάντωση, ο αθλητής πραγματοποιεί το άλμα με τη βοήθεια της κίνησης των χεριών και προσγειώνεται στο ίδιο σημείο από όπου πραγματοποίησε το άλμα. Το τεστ πραγματοποιείται 3 φορές και καταγράφονται και οι τρεις προσπάθειες. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβεί διάλειμμα 2 λεπτών.

#### **2.4.4 Ταχύτητα (5μ, 10μ, 20μ)**

Η αξιολόγηση της ταχύτητας έχει περιγραφεί προηγουμένως (Siddle et al., 2022). Η δοκιμασία της ταχύτητας πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις της ομάδας. Στα 5, στα 10 και στα 20 μέτρα καταγράφεται ο χρόνος καθώς θα περνάει ο αθλητής. Αρχικά ο αθλητής τοποθετεί μπροστά το πόδι της επιλογής του. Με την εντολή του ερευνητή «3,2,1 πάμε»,

ξεκινάει την δοκιμασία διανύοντας την απόσταση των 20 μέτρων με την μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα (Krolo et al., 2020). Το τεστ πραγματοποιείται 3 φορές και καταγράφονται και οι τρεις προσπάθειες. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβεί διάλειμμα 2 λεπτών.

#### **2.4.5 Συμμόρφωση**

Η συμμόρφωση των αθλητών αξιολογήθηκε μέσω της καταγραφής των παρουσιών των αθλητών στην αρχή κάθε συνεδρίας.

#### **2.4.6 Αίσθημα Κόπωσης**

Το αίσθημα κόπωσης αξιολογήθηκε με την χρήση της κλίμακας Borg (0-10) και η καταγραφή της πραγματοποιούνταν κάθε φορά αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης των ασκήσεων από τους συμμετέχοντες (Impellizzeri et al., 2004).

### **2.5 Προσωπικά δεδομένα**

Τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα και ιδιωτικών πληροφοριών των συμμετεχόντων διατηρήθηκαν και επεξεργάστηκαν από τον υπεύθυνο ερευνητή και τους φοιτητές οι οποίοι συλλέξαν όλα τα δεδομένα από τους εθελοντές σύμφωνα με τον Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων-ΓΚΠΔ (General Data Protection Regulation / GDPR, <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/?uri=celex%3A32016R0679>) καθώς και προς τις αποφάσεις και οδηγίες της Αρχής Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα (ΑΠΔΠΧ). Η συλλογή και επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε συμφωνία με τον εθνικό νόμο 4624/2019. Οι ερευνητές δεσμεύονται για την προστασία της ιδιωτικότητας των ατόμων που συμμετέχουν στην έρευνα, όπως και για την προστασία αυτών κατά την επεξεργασία προσωπικών δεδομένων τους. Οι εκτελούντες την επεξεργασία ερευνητές επεξεργάστηκαν τα προσωπικά δεδομένα αποκλειστικά για τους σκοπούς της έρευνας αυτής και οποιασδήποτε άλλη επεξεργασία των δεδομένων για άλλους σκοπούς, ακόμη και παρεμφερείς, αποκλείεται. Η διαβίβαση των δεδομένων σε χώρα εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης απαγορεύεται και αυτό τηρήθηκε απαραίτητα από τους ερευνητές. Οι ερευνητές της παρούσας πρότασης ακολούθησαν τους ειδικότερους κανόνες της επιστημονικής και επαγγελματικής δεοντολογίας του φυσικοθεραπευτικού κλάδου (Αριθμ. Υ7γ/ΓΠ/οικ. 107359). Ο υπεύθυνος ερευνητής ως επιβλέπων την ερευνητική διαδικασία ελέγχει και διασφαλίζει την τήρηση των παραπάνω όρων. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για την ερευνητική διαδικασία, την προστασία των προσωπικών τους δεδομένων και υπέγραψαν έντυπο συναίνεσης και ενημέρωσης σύμφωνα με τον ΓΚΠΔ. Για οποιαδήποτε καταγγελία σχετικά με τη διαχείριση των προσωπικών δεδομένων οι συμμετέχοντες μπορούσαν να απευθύνονται και στον

Υπεύθυνο Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, κ. Αγιοπετρίτη Ιωάννη (agior@uniwa.gr) ή/και στην Αρχή Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων, συμπληρώνοντας το σχετικό έντυπο που βρίσκεται στην ιστοσελίδα αυτής (complaints@dpa.gr). Για οποιαδήποτε παράπονα ή καταγγελίες σχετικά με τη διεξαγωγή της έρευνας οι συμμετέχοντες μπορούν να απευθυνθούν στην Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (ethics@uniwa.gr).

Τα οργανωτικά μέτρα περιλαμβάνουν την ψευδωνυμοποίηση των συμμετεχόντων ώστε τα δεδομένα να μην μπορούν πλέον να αποδοθούν σε συγκεκριμένο υποκείμενο των δεδομένων. Συνεπώς, η επεξεργασία και δημοσιοποίηση των δεδομένων είναι ανώνυμη. Τα δεδομένα διατηρούνται και υπόκεινται σε τεχνικά (κωδικός πρόσβασης αρχείων) και οργανωτικά μέτρα προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν μπορούν να αποδοθούν σε τακτοποιημένο ή ταυτοποιήσιμο φυσικό πρόσωπο.

Ο υπεύθυνος ερευνητής και οι φοιτητές έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα που διατηρούνται με κωδικούς ασφαλείας και τα στοιχεία των συμμετεχόντων είναι ψευδωνυμοποιημένα. Δημιουργήθηκε ένα εφεδρικό αρχείο τύπου Excel σε ένα εξωτερικό δίσκο, στον οποίο έχει πρόσβαση μόνο ο κύριος ερευνητής με κωδικούς ασφαλείας. Όλα τα αρχεία θα διατηρηθούν για 3 έτη και έπειτα θα καταστρέφονται.

## **2.6 Μέγεθος δείγματος**

Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού G\*power (v. 3.1, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, Germany). Ο υπολογισμός του μεγέθους του δείγματος βασίστηκε στο μέγεθος αποτελέσματος προηγούμενων μελετών (Dawkins et al., 2021; Harøy et al., 2018; Harøy et al., 2017; Ishøi et al., 2017; Ishøi et al., 2015; Jensen et al., 2012). Με επίπεδο σημαντικότητας ( $\alpha$ ) 0.5, στατιστική ισχύ (power) 80% και μέγεθος αποτελέσματος(0.5), χρειάστηκε ένα μέγεθος δείγματος τουλάχιστον 27 συμμετεχόντων για την διεξαγωγή της μελέτης. Λαμβάνοντας υπόψη κάποια πιθανή διακοπή αθλητών από τη μελέτη, έγινε προσπάθεια να συμπεριληφθούν 34 άτομα.

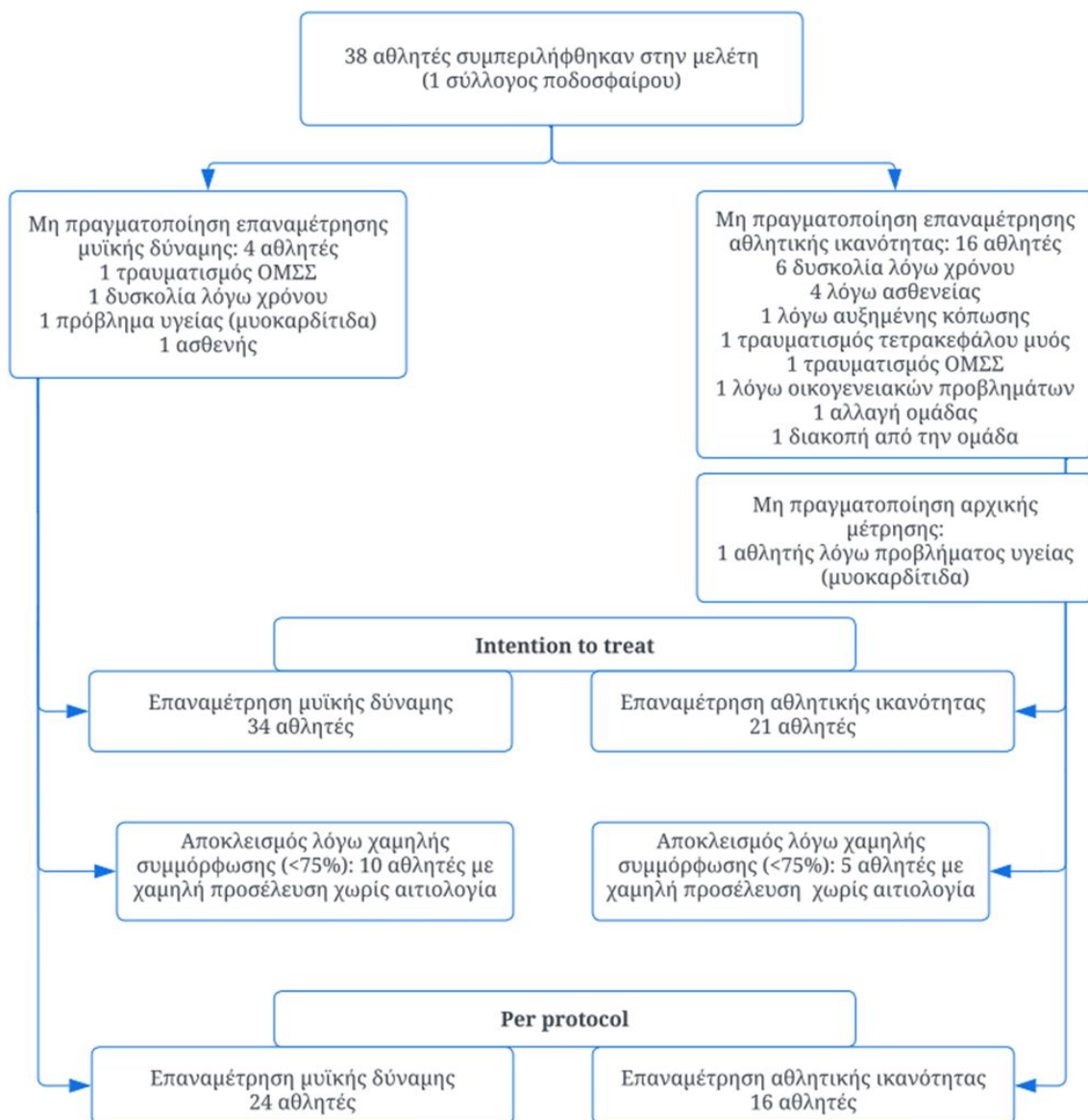
## 2.7 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέση τιμή±τυπική απόκλιση (mean±SD). Χρησιμοποιήθηκαν η Intention-to-Treat (ITT) και η Per-Protocol ανάλυση. Αθλητές με συμμετοχή μικρότερη του 75% των συνολικών συνεδριών αποκλείστηκαν από την στατιστική ανάλυση (PP). Χρησιμοποιήθηκε το paired samples t-test για την επίδραση του χρόνου στις εξαρτημένες μεταβλητές (πρώτες vs δεύτερες μετρήσεις). Ο έλεγχος της κανονικότητας των τιμών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Shapiro-Wilk test. Η ανάλυση των τιμών που δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Wilcoxon test. Πραγματοποιήθηκε χρήση του independent t-test για την αξιολόγηση της σημαντικότητας της διαφοράς μεταξύ των μέτρων έκβασης (αίσθημα κόπωσης, επικρατές-μη επικρατές). Το μέγεθος αποτελέσματος (Cohen's d) τέθηκε ως μικρό (0.2), μέτριο (0.5) και μεγάλο (0.8) (Cohen, 1992). Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση SPSS Statistics (v 29, IBM Corporation). Στην ανάλυση των δεδομένων επιλέχθηκε η υψηλότερη τιμή των τριών επαναλήψεων για τις μετρήσεις δύναμης και αθλητικής απόδοσης.



### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην μελέτη συμπεριλήφθηκαν 38 αθλητές ποδοσφαίρου. Οι επαναμετρήσεις της αθλητικής απόδοσης και της μυϊκής δύναμης πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές ημέρες. Στην Intention to treat ανάλυση συμπεριλήφθηκαν 34 αθλητές για τη μυϊκή δύναμη και 21 αθλητές για την αξιολόγηση των αλμάτων και της ταχύτητας. Στην Per Protocol ανάλυση συμπεριλήφθηκαν 24 αθλητές για την μυϊκή δύναμη και 16 αθλητές για την αξιολόγηση των αλμάτων και της ταχύτητας. 10 αθλητές αποκλείστηκαν λόγω χαμηλής συμμόρφωσης στο πρόγραμμα (<75%). Η διαδικασία ένταξης και αποκλεισμού των συμμετεχόντων παρουσιάζεται λεπτομερώς στο Διάγραμμα 1. Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2.



**Διάγραμμα 1.** Διάγραμμα ροής διαδικασίας ένταξης και αποκλεισμού συμμετεχόντων

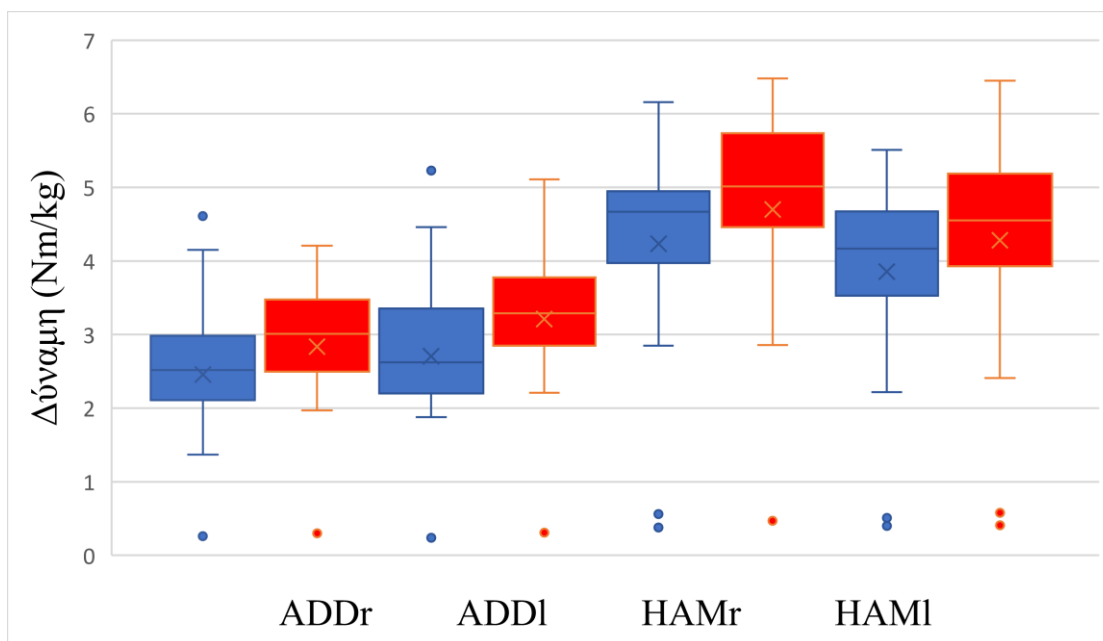
### 3.1 Μυϊκή δύναμη

#### 3.1.1 Χρονοεξαρτώμενες (ενδοομαδικές) διαφορές

Τα αρχικά επίπεδα της δύναμης των προσαγωγών μυών του ισχίου παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της αρχικής μέτρησης και της επαναμέτρησης. Στην ITT ανάλυση η μέση τιμή της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών αυξήθηκε από  $2.58 \pm 0.98$  Nm/kg σε  $3.02 \pm 1.04$  Nm/kg ( $p < 0.001$ ), διαφορά της τάξης του 17% (Διάγραμμα 2). Στην PP ανάλυση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών από  $2.45 \pm 1.04$  Nm/kg σε  $2.94 \pm 1.18$  Nm/kg ( $p < 0.001$ ), διαφορά της τάξης του 20% (Παράρτημα 3).

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των αρχικών επιπέδων της δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών και της επαναμέτρησης. Στην ITT ανάλυση η μέση τιμή της ισομετρικής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων αυξήθηκε από  $4.04 \pm 1.31$  Nm/kg σε  $4.49 \pm 1.46$  Nm/kg ( $p < 0.001$ ), διαφορά της τάξης του 11% (Διάγραμμα 2). Στην PP ανάλυση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της ισομετρικής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων από  $3.95 \pm 1.52$  Nm/kg σε  $4.3 \pm 1.69$  Nm/kg ( $p = 0.003$ ), διαφορά της τάξης 9% (Παράρτημα 3).

**Διάγραμμα 2.** Ανάλυση ITT. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών δεξιού και αριστερού άκρου.



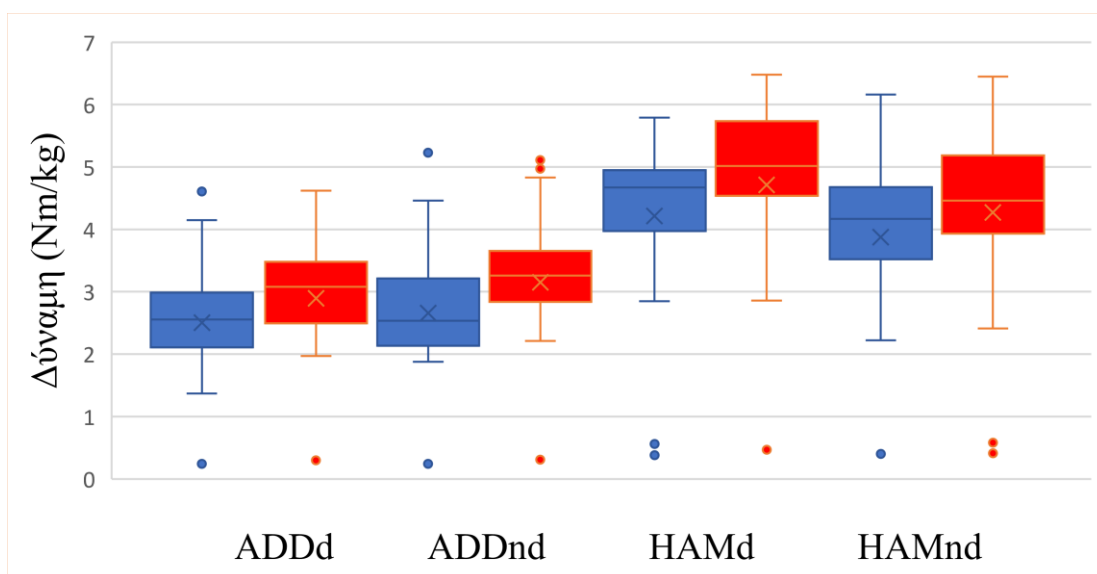
. ADDr, προσαγωγός δεξιού ποδιού. ADDl, προσαγωγός αριστερού ποδιού. HAMr, οπίσθιοι μηριαίοι δεξιού ποδιού. HAMl, οπίσθιοι μηριαίοι αριστερού ποδιού. Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. Κουκίδες=ακραίες τιμές συμμετεχόντων. x=μέση τιμή.

### 3.1.2 Διαφορές επικρατούς και μη επικρατούς άκρου

Στην ITT ανάλυση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δύναμης των προσαγωγών μυών του επικρατούς και του μη επικρατούς άκρου ( $p=0.244$ ). Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών μυών του επικρατούς άκρου από  $2.5\pm 0.97$  Nm/kg σε  $2.89\pm 1.02$  Nm/kg ( $p<0.001$ ), διαφορά της τάξης του 16%. Στατιστικά σημαντική ήταν και η αύξηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών μυών του μη επικρατούς άκρου από  $2.65\pm 1.08$  Nm/kg σε  $3.15\pm 1.14$  Nm/kg ( $p<0.001$ ), διαφορά που άγγιξε το 19% (Διάγραμμα 3). Παρομοίως στην PP ανάλυση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών του επικρατούς άκρου από  $2.33\pm 1$  Nm/kg σε  $2.82\pm 1.17$  Nm/kg ( $p<0.001$ ), διαφορά της τάξης του 21%. Στατιστικά σημαντική ήταν και η αύξηση της έκκεντρης δύναμης των προσαγωγών μυών του μη επικρατούς άκρου από  $2.57\pm 1.15$  Nm/kg σε  $3.06\pm 1.27$  Nm/kg ( $p=0.006$ ), διαφορά της τάξης του 19%. Αντιθέτως, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δύναμης των προσαγωγών μυών του επικρατούς και του μη επικρατούς άκρου ( $p=0.433$ ). Τα αποτελέσματα της δύναμης του επικρατούς και του μη επικρατούς άκρου της PP ανάλυσης παρουσιάζονται στο Παράρτημα 4.

Στην ITT ανάλυση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών του επικρατούς και του μη επικρατούς άκρου ( $p=0.037$ ). Επίσης, στην ITT ανάλυση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της ισομετρικής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων του επικρατούς άκρου από  $4.21\pm 1.33$  Nm/kg σε  $4.71\pm 1.53$  Nm/kg ( $p<0.001$ ), διαφορά κατά 12%. Παρατηρήθηκε, ακόμα, στατιστικά σημαντική αύξηση της ισομετρικής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων του μη επικρατούς άκρου από  $3.87\pm 1.33$  Nm/kg σε  $4.27\pm 1.46$  Nm/kg ( $p<0.001$ ), διαφορά της τάξης περίπου 10% (Διάγραμμα 3). Στην PP ανάλυση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών του επικρατούς και του μη επικρατούς άκρου ( $p=0.112$ ). Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της ισομετρικής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων του επικρατούς άκρου από  $4.15\pm 1.55$  Nm/kg σε  $4.54\pm 1.77$  Nm/kg ( $p=0.008$ ), διαφορά της τάξης του 9%. Όπως και στατιστικά σημαντική αύξηση, της τάξης του 9%, παρατηρήθηκε στην ισομετρική δύναμη των οπίσθιων μηριαίων του μη επικρατούς άκρου από  $3.75\pm 1.53$  Nm/kg σε  $4.09\pm 1.68$  Nm/kg ( $p=0.007$ ). Τα αποτελέσματα της δύναμης του επικρατούς και του μη επικρατούς άκρου της PP ανάλυσης παρουσιάζονται στο Παράρτημα 4.

**Διάγραμμα 3.** Ανάλυση ITT. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών επικρατούς και μη επικρατούς άκρου.



ADDd, προσαγωγοί επικρατούς ποδιού. ADDnd, προσαγωγοί μη επικρατούς ποδιού. HAMd, οπίσθιοι μηριαίοι επικρατούς ποδιού. HAMnd, οπίσθιοι μηριαίοι μη επικρατούς ποδιού. Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. Κουκίδες=ακραίες τιμές συμμετεχόντων. x=μέση τιμή.

### 3.2 Άλματα

Στην ITT ανάλυση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση στο άλμα SJ από  $27.44 \pm 3.89$  σε  $24.60 \pm 3.53$  cm ( $p < 0.001$ ), διαφορά που αντιστοιχεί σε 10%. Μείωση παρατηρήθηκε, επίσης, στο άλμα CMJ καθώς παρατηρήθηκε από  $27.60 \pm 3.89$  σε  $26.20 \pm 3.53$  cm ( $p < 0.001$ ), της τάξης του 5%. Μείωση της τάξης του 5% παρατηρήθηκε και στο άλμα CMJh, το οποίο από  $32.62 \pm 3.96$  μειώθηκε σε  $31.11 \pm 3.64$  cm ( $p = 0.007$ ). Τα αποτελέσματα της PP ανάλυσης παρουσιάζονται στο Παράρτημα 5. Διαγράμματα των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται στα Παραρτήματα 6 και 7.

### 3.3 Ταχύτητα

Στην ITT ανάλυση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ταχύτητα των 5m καθώς παρατηρήθηκε μείωση του χρόνου από  $1.08 \pm 0.05$  s σε  $1.08 \pm 0.04$  s ( $p = 0.810$ ), διαφορά μικρότερη του 1%. Σημειώθηκε στατιστικά σημαντική μείωση του χρόνου στη ταχύτητα 10m από  $1.90 \pm 0.07$  s σε  $1.86 \pm 0.07$  s ( $p = 0.01$ ), διαφορά της τάξης του 2%. Επίσης, μη στατιστικά σημαντική μείωση του χρόνου της τάξης του 2% παρατηρήθηκε και στη ταχύτητα 20m από  $3.34 \pm 0.15$  s σε  $3.28 \pm 0.13$  s ( $p = 0.05$ ). Τα αποτελέσματα της PP ανάλυσης παρουσιάζονται στο Παράρτημα 8. Διαγράμματα των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται στα Παραρτήματα 9 και 10.

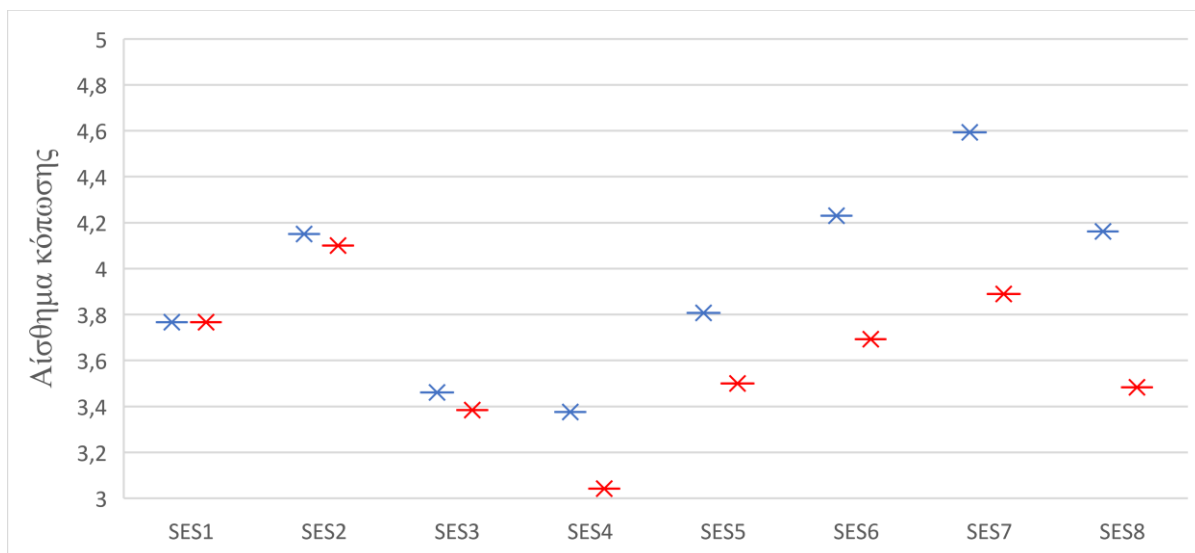
### 3.4 Συμμόρφωση

Στην PP ανάλυση παρατηρήθηκε ποσοστό συμμόρφωσης των αθλητών 90% και στην ITT 77%.

### 3.5 Αίσθημα Κόπωσης

Στην ITT ανάλυση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ασκήσεων ( $p=0.099-0.812$ ). Η διάμεση τιμή για την άσκηση CA παρουσίασε εύρος 3.5-4 και για την άσκηση NH 3-4. (Διάγραμμα 4). Στην PP ανάλυση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για το αίσθημα κόπωσης μεταξύ των δυο ασκήσεων ( $p=0.127-0.720$ ). Η διάμεση τιμή για την άσκηση CA παρουσίασε εύρος 3.5-4 και για την άσκηση NH 3-4 (Παράρτημα 11).

**Διάγραμμα 4.** Ανάλυση ITT. Αίσθημα κόπωσης.



SES1, 1<sup>η</sup> συνεδρία. SES2, 2<sup>η</sup> συνεδρία. SES3, 3<sup>η</sup> συνεδρία. SES4, 4<sup>η</sup> συνεδρία. SES5, 5<sup>η</sup> συνεδρία. SES6, 6<sup>η</sup> συνεδρία. SES7, 7<sup>η</sup> συνεδρία. SES8, 8<sup>η</sup> συνεδρία. Μπλε χρώμα=Copenhagen Adduction. Κόκκινο χρώμα=Nordic Hamstrings. x=μέση τιμή.

## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη αξιολόγησε την επίδραση του συνδυασμού των ασκήσεων CA και NH στη μυϊκή δύναμη και στην αθλητική απόδοση αθλητών ποδοσφαίρου. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη των προσαγωγών και των οπίσθιων μηριαίων μυών του ισχίου. Παρατηρήθηκαν μειώσεις στην αλτική ικανότητα, ενώ στην ταχύτητα σημειώθηκαν βελτιώσεις.

### 4.1 Μυϊκή δύναμη

#### 4.1.1 Έκκεντρα δύναμη προσαγωγών μυών ισχίου

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν αύξηση της δύναμης των προσαγωγών μυών κατά 17% με την εφαρμογή όγκου 144 επαναλήψεων της άσκησης CA. Οι Dawkins et al (2021) χρησιμοποίησαν την άσκηση CA για 6 εβδομάδες και παρατήρησαν αύξηση της δύναμης των προσαγωγών της τάξης του 7%. Σύμφωνα με τους Ishoi και Thorborg (2021) ο συνολικός όγκος της άσκησης ήταν 220 επαναλήψεις. Παρομοίως, οι Harøy et al (2017), με τη χρήση της ίδιας άσκησης με σχεδόν διπλάσιο όγκο (480 επαναλήψεις) σε 8 εβδομάδες, παρατήρησαν αύξηση της δύναμης κατά 8%. Τα αποτελέσματα των Ishoi et al (2015) έδειξαν μεγαλύτερη αύξηση της τάξης του 36% με την εφαρμογή της CA για 8 εβδομάδες. Ο όγκος της άσκησης ήταν κατά πολύ μεγαλύτερος και από δυο προαναφερθείσες μελέτες (960 επαναλήψεις). Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης με αυτά των Dawkins et al (2021) και των Harøy et al (2017), γίνεται αντιληπτό πως παρόλο που υπάρχει μεγάλη διαφορά του συνολικού όγκου της άσκησης μεταξύ των προγραμμάτων, η παρούσα μελέτη έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση στα αποτελέσματα της δύναμης. Επιπροσθέτως, ενώ οι Ishoi et al (2015) χρησιμοποίησαν την CA με πολύ μεγαλύτερο όγκο άσκησης από αυτόν της παρούσας μελέτης, η διαφορά που παρατηρήθηκε στην αύξηση της δύναμης μεταξύ των δυο μελετών ήταν μόνο της τάξης του 50%. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στη σχέση των προσαγωγών με τους οπίσθιους μηριαίους και κυρίως με τον μεγάλο προσαγωγό. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο μεγάλος προσαγωγός συμμετέχει ενεργά στην έκταση του ισχίου υποστηρίζοντας την δράση των οπίσθιων μηριαίων (Kato et al., 2019; Benn et al., 2018). Λαμβάνοντας υπόψιν την συνεισφορά των προσαγωγών στην έκταση του ισχίου, καθώς και την ανατομική σχέση του μεγάλου προσαγωγού με τον ημιωμενώδη μυ (Obey et al., 2016), υποθέτουμε ότι ίσως να υπάρχει κάποιου βαθμού ενεργοποίηση του προσαγωγού κατά την άσκηση Nordic Hamstring, κάτι που πιθανόν να οδήγησε σε αύξηση της δύναμής τους και με τις δύο ασκήσεις.

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η δύναμη των προσαγωγών στο επικρατές και μη επικρατές άκρο και παρατηρήθηκε αύξηση 16% και 19% αντίστοιχα. Οι Harøy et al (2017) μελέτησαν την επίδραση του προγράμματος FIFA 11+ με τη χρήση της άσκησης CA στην δύναμη των προσαγωγών μυών του ισχίου και παρατήρησαν περίπου 50% μικρότερη αύξηση τόσο στο επικρατές όσο και στο μη επικρατές άκρο (7% και 9% αντίστοιχα), αποτελέσματα που ενισχύουν αυτά της παρούσας μελέτης.

#### **4.1.2 Ισομετρική δύναμη οπίσθιων μηριαίων μυών**

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν 11% αύξηση της ισομετρικής δύναμης των οπίσθιων μηριαίων μυών. Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία έχει αξιολογηθεί η επίδραση της άσκησης NH στην έκκεντρη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων (Ripley et al., 2023; Amundsen et al., 2022; Ishoi et al., 2017) σημειώνοντας αύξηση εύρους 4-36%. Οι Timmins et al (2023) αξιολόγησαν την επίδραση της συγκεκριμένης άσκησης στην ισομετρική δύναμη και τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική μείωση της τάξης του 13%. Επιπροσθέτως, στην παρούσα μελέτη μετρήθηκε η δύναμη στο επικρατές και μη επικρατές άκρο και παρατηρήθηκε αύξηση 12% και 10% αντίστοιχα.

## **4.2 Άλματα**

Παρατηρήθηκε μείωση της αλτικής ικανότητας με εύρος 5-10%, αποτελέσματα τα οποία ενισχύουν αυτά προηγούμενων μελετών. Οι Amundsen et al (2022) χρησιμοποίησαν την άσκηση NH για 8 εβδομάδες σε δύο (2) ομάδες. Η μία ομάδα εφάρμοσε υψηλό προπονητικό όγκο (538 επαναλήψεις) και η άλλη ομάδα εφάρμοσε χαμηλό προπονητικό όγκο (144 επαναλήψεις). Στην ομάδα υψηλού όγκου καταγράφηκε μείωση της αλτικής ικανότητας της τάξης του 2.5%, ενώ στην ομάδα χαμηλού όγκου καταγράφηκε μη στατιστικά σημαντική αύξηση μικρότερη του 1%. Παρομοίως, οι Porrati-Paladino και Cuesta-Barriuso (2021) παρατήρησαν μη στατιστικά σημαντική βελτίωση στην αλτική ικανότητα μικρότερη του 1% με την εφαρμογή 300 επαναλήψεων σε διάστημα 6 εβδομάδων. Αντιθέτως, οι Moran et al (2022) χρησιμοποιώντας την ίδια άσκηση σε διάστημα 8 εβδομάδων με σχεδόν διπλάσιο όγκο (256 επαναλήψεις) από αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, παρατήρησαν βελτίωση της αλτικής ικανότητας της τάξης του 12% ( $p=0.12$ ). Ο ίδιος αριθμός επαναλήψεων της NH χρησιμοποιήθηκε και από τους Abdelkader et al (2022) για 8 εβδομάδες. Μια ομάδα πραγματοποίησε την άσκηση σε μία συνεδρία την εβδομάδα, ενώ άλλη ομάδα πραγματοποίησε την άσκηση σε δύο συνεδρίες την εβδομάδα. Και στις δύο ομάδες σημειώθηκε στατιστικά

σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας με τιμές 7% και 13% αντίστοιχα. Η πλειοψηφία των μελετών δεν έδειξε θετικά αποτελέσματα για την επίδραση της άσκησης NH στην αλτική ικανότητα. Μόνο οι Abdelkader et al (2022) κατέγραψαν θετικά αποτελέσματα. Παρόλα αυτά, η βελτίωση της αλτικής ικανότητας στην συγκεκριμένη μελέτη είναι πιθανόν να οφείλεται στην απουσία σκελετικής ωρίμανσης των συμμετεχόντων (9.4 με 11.5 έτη), πράγμα το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε ψευδώς θετικά αποτελέσματα (Vera-Assaoka et al., 2019).. Συμπερασματικά, μπορούμε να υποθέσουμε πως η βελτίωση της αλτικής ικανότητας είναι ανεξάρτητη του όγκου της άσκησης και αυτό μπορεί να αποτελέσει σημείο μελλοντικής έρευνας.

### 4.3 Ταχύτητα

Τα αποτελέσματα της ταχύτητας απορρίπτουν τη μηδενική υπόθεση καθώς παρατηρήθηκε μείωση του χρόνου σε όλες τις μετρήσεις. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε βελτίωση 1%, 2%, και 2% για τα 5μ, 10μ, και 20μ αντίστοιχα. Παρόλα αυτά, οι διαφορές των μετρήσεων πριν και μετά δεν ήταν στατιστικά σημαντικές στα 5μ και στα 20μ, επομένως δεν μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός των ασκήσεων NH και CA επιδρούν θετικά στην ταχύτητα αθλητών ποδοσφαίρου. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Amundsen et al (2022) και Siddle et al (2022), που εφάρμοσαν ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης με την άσκηση NH, καθώς και με τους Harøy et al (2017) οι οποίοι εφάρμοσαν το πρόγραμμα FIFA 11+ με τη χρήση των ασκήσεων NH και CA. Συγκεκριμένα, οι Amundsen et al (2022) χρησιμοποίησαν την άσκηση NH για 8 εβδομάδες σε δύο (2) ομάδες. Η μία ομάδα εφάρμοσε υψηλό προπονητικό όγκο (538 επαναλήψεις) και η άλλη ομάδα εφάρμοσε χαμηλό προπονητικό όγκο (144 επαναλήψεις). Εξέτασαν την ταχύτητα στα 10μ, 20μ, 30μ και 40μ και σημείωσαν μη στατιστικά σημαντική αύξηση του χρόνου, μικρότερη του 1%. Οι Siddle et al (2022) χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο 8 εβδομάδων με όγκο ίδιο με αυτόν της παρούσας μελέτης (144 επαναλήψεις) σημείωσαν διαφορές μικρότερες του 1%. Παρομοίως, Οι Harøy et al (2017) χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα FIFA 11+ για 8 εβδομάδες, με εύρος επαναλήψεων 72-360 ανάλογα με το επίπεδο του ασκούμενου, βρήκαν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές μικρότερες του 1%. Αντιθέτως, οι Moran et al (2022) και Abdelkader et al (2022) εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα με την άσκηση NH σε αθλητές ποδοσφαίρου, παρατήρησαν σημαντικές βελτιώσεις. Οι Abdelkader et al (2022) χρησιμοποιώντας την άσκηση για 8 εβδομάδες με διπλάσιο όγκο από αυτόν της παρούσας μελέτης (256 επαναλήψεις), παρατήρησαν βελτίωση της τάξης του 3% στην ομάδα παρέμβασης ( $p=0.077$ ) και μείωση της τάξης του 6% στην ομάδα ελέγχου ( $p=0.033$ ) στα 30μ sprint. Οι Moran et al (2022)



χρησιμοποιώντας ίδιο πρωτόκολλο με τους Abdelkader et al (2022) εξέτασαν την ταχύτητα των αθλητών στα 10μ και στα 40μ και παρατήρησαν βελτιώσεις της τάξης του 7.4% ( $p < 0.001$ ) και 2.5% ( $p < 0.001$ ) αντίστοιχα.

#### 4.4 Αίσθημα Κόπωσης

Για το αίσθημα της κόπωσης στην CA παρατηρήθηκε μέση τιμή 3.9, με εύρος τιμών 0-9 και την υψηλότερη τιμή να σημειώνεται στην 7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> συνεδρία. Οι Dawkins et al (2020) σημείωσαν εύρος μέσων τιμών 3-7, με τις ακραίες τιμές να είναι 0 και 9 και την υψηλότερη τιμή να σημειώνεται στην 9<sup>η</sup> συνεδρία. Οι Polglass, Burrows και Willett (2019) σημείωσαν εύρος μέσων τιμών 2-4, με τις ακραίες τιμές να είναι 1 και 6 και την υψηλότερη τιμή να σημειώνεται στην 9<sup>η</sup> συνεδρία. Οι Ishoi et al (2015) παρατήρησαν κόπωση εύρους μέσων τιμών 3-8, με τις ακραίες τιμές να είναι 1 και 10 και την υψηλότερη τιμή να σημειώνεται στην 5<sup>η</sup> και στην 7<sup>η</sup> συνεδρία λόγω σχετικής αύξησης του όγκου. Για την άσκηση NH η μέση ήταν 3.6, με εύρος 0-8 και την υψηλότερη τιμή να σημειώνεται στην 2<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> συνεδρία. Παρόλα αυτά, δεν βρέθηκε κάποια μελέτη η οποία να αξιολογεί τα επίπεδα κόπωσης μετά από την εφαρμογή πρωτοκόλλου της άσκησης NH.

Οι δύο ασκήσεις στην παρούσα μελέτη φάνηκε να έχουν παρόμοιο βαθμό δυσκολίας για τους αθλητές καθώς δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Παρατηρήσαμε το αίσθημα της κόπωσης να διαμορφώνεται με παρόμοιο τρόπο και στις δύο αναλύσεις. Στην CA μετά την δεύτερη εβδομάδα όπου οι επαναλήψεις αυξήθηκαν από 8 σε 10 παρατηρήθηκε αύξηση του μέσου όρου του αισθήματος κόπωσης από την 4<sup>η</sup> στην 5<sup>η</sup> συνεδρία της τάξης του 0.5. Κλιμάκωση του αισθήματος κόπωσης σημειώθηκε από την 5<sup>η</sup> μέχρι την 7<sup>η</sup> συνεδρία (από 8 σε 12 επαναλήψεις) και έφτασε το μέγιστο της παρέμβασης (4.5). Στην NH παρατηρήθηκε το μέγιστο αίσθημα κόπωσης στην 2<sup>η</sup> συνεδρία (4) το οποίο στην συνέχεια μειώθηκε και έφτασε στο ελάχιστο στην 4<sup>η</sup> συνεδρία (3). Κλιμακώθηκε αγγίζοντας ξανά το μέγιστο στην 7<sup>η</sup> συνεδρία. Παρατηρώντας τα διαγράμματα βλέπουμε μια πιο ήπια αύξηση της κόπωσης που σχετίζεται με την NH μετά την 2<sup>η</sup> εβδομάδα κάτι που ίσως σχετίζεται με την εναλλαγή των σετ από 3 σε 2.

#### 4.5 Περιορισμοί μελέτης

Η παρούσα μελέτη δεν ήταν δίχως περιορισμούς. Το είδος της μελέτης που πραγματοποιήθηκε ανήκει στην κατηγορία των ημι-πειραματικών μελετών με τη χρήση μιας μόνο ομάδας παρέμβασης, γεγονός που δεν επιτρέπει την σύγκριση παρεμβάσεων και επομένως την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων ως προς την υπεροχή μιας ή άλλης

παρέμβασης. Η μικρή διάρκεια της παρέμβασης αποτελεί έναν ακόμη περιορισμό, καθώς δεν είναι εφικτή η εξαγωγή συμπερασμάτων για τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις των δύο ασκήσεων. Επιπροσθέτως, τα χαμηλά ποσοστά επαναμέτρησης της αλτικής ικανότητας και ταχύτητας που σημείωσαν οι αθλητές αποτελούν ένα σημαντικό μειονέκτημα της παρούσας μελέτης καθώς υπάρχει η πιθανότητα να οδηγήσουν σε σφάλμα τύπου 2.

#### **4.6 Πρόταση για το μέλλον**

Οι συγγραφείς της παρούσας μελέτης κρίνουν απαραίτητη την διεξαγωγή μελετών με μεγαλύτερη διάρκεια παρέμβασης ώστε να είναι εφικτή η αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων επιδράσεων των ασκήσεων. Απαραίτητη κρίνεται και η παρουσία μεγαλύτερου αριθμού συμμετεχόντων με σκοπό την πρόληψη περιπτώσεων μειωμένης συμμόρφωσης. Τέλος, χρειάζεται να διεξαχθούν τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες με σκοπό την σύγκριση της επίδρασης των δυο ασκήσεων ως προς την μυϊκή δύναμη, την αλτική ικανότητα και την ταχύτητα αθλητών ποδοσφαίρου

### **5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ισομετρική δύναμη των οπίσθιων μηριαίων και την έκκεντρη δύναμη των προσαγωγών μυών του ισχίου νέων ποδοσφαιριστών. Παρατηρήθηκαν μη στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ταχύτητα, ενώ οι δύο ασκήσεις φάνηκε να μην οδηγούν στην βελτίωση της αλτικής ικανότητας των αθλητών.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abdelkader, M., Hammami, R., Drury, B., Clark, N., Sandercock, G., Shaw, I., Shaw, B.S., Chortane, S.G. and Moran, J. (2022). A randomised controlled trial of 1- versus 2-day per week formats of Nordic hamstring training on explosive athletic tasks in prepubertal soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 40(19), pp.2173–2181. doi:<https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2145737>.
2. Alonso-Calvete, A., Lorenzo-Martínez, M., Padrón-Cabo, A. and Rey, E. (2021). Effects of Copenhagen Adduction Exercise on the Architectural Characteristics of Adductors in U-17 Male Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), p.12956. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph182412956>.
3. Alt, T., Nodler, Y.T., Severin, J., Knicker, A.J. and Strüder, H.K. (2017). Velocity- specific and time-dependent adaptations following a standardized Nordic Hamstring Exercise training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(1), pp.65–76. doi:<https://doi.org/10.1111/sms.12868>.
4. Amundsen, R., Heimland, J.S., Thorarinsdottir, S., Møller, M. and Bahr, R. (2022). Effects of High and Low Training Volume with the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Strength, Jump Height, and Sprint Performance in Female Football Players: A Randomised Trial. *Translational Sports Medicine*, 2022, pp.1–9. doi:<https://doi.org/10.1155/2022/7133928>.
5. Benn, M.L., Pizzari, T., Rath, L., Tucker, K. and Semciw, A.I. (2018). Adductor magnus: An EMG investigation into proximal and distal portions and direction specific action. *Clinical Anatomy*, 31(4), pp.535–543. doi:<https://doi.org/10.1002/ca.23068>.
6. Bogataj, Š., Pajek, M., Hadžić, V., Andrašić, S., Padulo, J. and Trajković, N. (2020). Validity, Reliability, and Usefulness of My Jump 2 App for Measuring Vertical Jump in Primary School Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), p.3708. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17103708>.
7. Bourne, M.N., Duhig, S.J., Timmins, R.G., Williams, M.D., Opar, D.A., Al Najjar, A., Kerr, G.K. and Shield, A.J. (2016). Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), pp.469–477. doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096130>.
8. Brooks, J.H.M., Fuller, C.W., Kemp, S.P.T. and Reddin, D.B. (2006). Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(8), pp.1297–1306. doi:<https://doi.org/10.1177/0363546505286022>.
9. Clark, R., Bryant, A., Culgan, J.-P. and Hartley, B. (2005). The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), pp.67–73.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2005.02.003>.

10. Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, [online] 112(1), pp.155–159. doi:<https://doi.org/10.1037//0033-2909.112.1.155>.

11. Crow, J.F., Pearce, A.J., Veale, J.P., VanderWesthuizen, D., Coburn, P.T. and Pizzari, T. (2010). Hip adductor muscle strength is reduced preceding and during the onset of groin pain in elite junior Australian football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), pp.202–204. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.03.007>.

12. Dawkins, J., Ishøi, L., Willott, J.O., Andersen, L.L. and Thorborg, K. (2021). Effects of a low-dose Copenhagen adduction exercise intervention on adduction strength in sub-elite male footballers: A randomised controlled trial. *Translational Sports Medicine*, 4(4), pp.447–457. doi:<https://doi.org/10.1002/tsm2.238>.

13. Ditroilo, M., De Vito, G. and Delahunt, E. (2013). Kinematic and electromyographic analysis of the Nordic Hamstring Exercise. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(5), pp.1111–1118. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.05.008>.

14. Ekstrand, J., Hägglund, M. and Walden, M. (2009). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), pp.553–558. doi:<https://doi.org/10.1136/bjism.2009.060582>.

15. Ekstrand, J., Hägglund, M. and Waldén, M. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), pp.1226–1232.

16. Engebretsen, A.H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L. and Bahr, R. (2010). Intrinsic Risk Factors for Groin Injuries among Male Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(10), pp.2051–2057. doi:<https://doi.org/10.1177/0363546510375544>.

17. Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G. and Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), pp.175–191. doi:<https://doi.org/10.3758/bf03193146>.

18. França, C., Gouveia, É., Caldeira, R., Marques, A., Martins, J., Lopes, H., Henriques, R. and Ihle, A. (2022). Speed and Agility Predictors among Adolescent Male Football Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [online] 19(5), p.2856. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph19052856>.

19. Hägglund, M., Waldén, M. and Ekstrand, J. (2009). Injuries among male and female elite football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(6), pp.819–827. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00861.x>.

20. Harøy, J., Clarsen, B., Wiger, E.G., Øyen, M.G., Serner, A., Thorborg, K., Hölmich, P., Andersen, T.E. and Bahr, R. (2018). The Adductor Strengthening Programme prevents groin problems

among male football players: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 53(3), pp.150–157. doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098937>.

21. Harøy, J., Thorborg, K., Serner, A., Bjørkheim, A., Rolstad, L.E., Hölmich, P., Bahr, R. and Andersen, T.E. (2017). Including the Copenhagen Adduction Exercise in the FIFA 11+ Provides Missing Eccentric Hip Adduction Strength Effect in Male Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(13), pp.3052–3059. doi:<https://doi.org/10.1177/0363546517720194>.

22. Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A. and Marcora, S.M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), pp.1042–1047. doi:<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000128199.23901.2f>.

23. Ishøi, L., Hölmich, P., Aagaard, P., Thorborg, K., Bandholm, T. and Serner, A. (2017). Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 36(14), pp.1663–1672. doi:<https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1409609>.

24. Ishøi, L., Hölmich, P. and Thorborg, K. (2019). Measures Of Hip Muscle Strength and Rate of Force Development Using a Fixated Handheld Dynamometer: Intra-Tester Intra-Day Reliability of a Clinical Set-Up. *International Journal of Sports Physical Therapy*, [online] 14(5), pp.715–723. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6769277/>.

25. Ishøi, L., Sørensen, C.N., Kaae, N.M., Jørgensen, L.B., Hölmich, P. and Serner, A. (2015). Large eccentric strength increase using the Copenhagen Adduction exercise in football: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(11), pp.1334–1342. doi:<https://doi.org/10.1111/sms.12585>.

26. Ishøi, L. and Thorborg, K. (2021). Copenhagen adduction exercise can increase eccentric strength and mitigate the risk of groin problems: but how much is enough! *British Journal of Sports Medicine*, p.bjsports-2020-103564. doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103564>.

27. Jensen, J., Hölmich, P., Bandholm, T., Zebis, M.K., Andersen, L.L. and Thorborg, K. (2012). Eccentric strengthening effect of hip-adductor training with elastic bands in soccer players: a randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 48(4), pp.332–338. doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091095>.

28. Kato, T., Taniguchi, K., Akima, H., Watanabe, K., Ikeda, Y. and Katayose, M. (2019). Effect of hip angle on neuromuscular activation of the adductor longus and adductor magnus muscles during isometric hip flexion and extension. *European Journal of Applied Physiology*, 119(7), pp.1611–1617. doi:<https://doi.org/10.1007/s00421-019-04150-5>.

29. Kohavi, B., Beato, M., Laver, L., Freitas, T.T., Chung, L.H. and Dello Iacono, A. (2018).

Effectiveness of Field-Based Resistance Training Protocols on Hip Muscle Strength Among Young Elite Football Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, Publish Ahead of Print. doi:<https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000649>.

30. Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Pojskic, H., Hammami, R., Spasic, M., Uljevic, O., Versic, S. and Sekulic, D. (2020). Agility Testing in Youth Football (Soccer) Players; Evaluating Reliability, Validity, and Correlates of Newly Developed Testing Protocols. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), p.294. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17010294>.

31. Kunz, M. (2007). 265 million playing football. *FIFA magazine*. Jul.

32. Liu, H., Garrett, W.E., Moorman, C.T. and Yu, B. (2012). Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *Journal of Sport and Health Science*, [online] 1(2), pp.92–101. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.07.003>.

33. Marchiori, C.L., Medeiros, D.M., Severo-Silveira, L., dos Santos Oliveira, G., Medeiros, T.M., de Araujo Ribeiro-Alvares, J.B. and Baroni, B.M. (2021). Muscular adaptations to training programs using the Nordic hamstring exercise or the stiff-leg deadlift in rugby players. *Sport Sciences for Health*, 18(2), pp.415–423. doi:<https://doi.org/10.1007/s11332-021-00820-0>.

34. McCall, A., Nedelec, M., Carling, C., Le Gall, F., Berthoin, S. and Dupont, G. (2015). Reliability and sensitivity of a simple isometric posterior lower limb muscle test in professional football players. *Journal of Sports Sciences*, 33(12), pp.1298–1304. doi:<https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1022579>.

35. Mjøl̄snes, R., Arnason, A., Østhaagen, T., Raastad, T. and Bahr, R. (2004). A 10-week Randomized Trial Comparing Eccentric vs. Concentric Hamstring Strength Training in Well-Trained Soccer Players. [online] *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15387805/>.

36. Moran, J., Vali, N., Drury, B., Hammami, R., Tallent, J., Chaabene, H. and Ramirez-Campillo, R. (2022). The effect of volume equated 1- versus 2-day formats of Nordic hamstring exercise training on fitness in youth soccer players: A randomised controlled trial. *PLOS ONE*, 17(12), p.e0277437. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277437>.

37. Nielsen, A.B. and Yde, J. (1989). Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(6), pp.803–807. doi:<https://doi.org/10.1177/036354658901700614>.

38. Obey, M.R., Broski, S.M., Spinner, R.J., Collins, M.S. and Krych, A.J. (2016). Anatomy of the Adductor Magnus Origin. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(1), p.232596711562505. doi:<https://doi.org/10.1177/2325967115625055>.

39. O'Connor, D.M. (2004). Groin injuries in professional rugby league players: a prospective

- study. *Journal of Sports Sciences*, 22(7), pp.629–636. doi:<https://doi.org/10.1080/02640410310001655804>.
40. Orchard, J. and Seward, H. (2002). Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997–2000. *British Journal of Sports Medicine*, 36(1), pp.39–44. doi:<https://doi.org/10.1136/bjism.36.1.39>.
41. Polglass, G., Burrows, A. and Willett, M. (2019). Impact of a modified progressive Copenhagen adduction exercise programme on hip adduction strength and postexercise muscle soreness in professional footballers. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), p.e000570. doi:<https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000570>.
42. Porrati-Paladino, G. and Cuesta-Barruso, R. (2021). Effectiveness of Plyometric and Eccentric Exercise for Jumping and Stability in Female Soccer Players—A Single-Blind, Randomized Controlled Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), p.294. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph18010294>.
43. Rhea, M.R., Alvar, B.A., Burkett, L.N. and Ball, S.D. (2003). A Meta- analysis to Determine the Dose Response for Strength Development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(3), pp.456–464. doi:<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000053727.63505.d4>.
44. Ribeiro-Alvares, J.B., Marques, V.B., Vaz, M.A. and Baroni, B.M. (2018). Four Weeks of Nordic Hamstring Exercise Reduce Muscle Injury Risk Factors in Young Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), pp.1254–1262. doi:<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001975>.
45. Ripley, N.J., Cuthbert, M., Comfort, P. and McMahon, J.J. (2023). Effect of additional Nordic hamstring exercise or sprint training on the modifiable risk factors of hamstring strain injuries and performance. *PLOS ONE*, 18(3), p.e0281966. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281966>.
46. Serner, A., Jakobsen, M.D., Andersen, L.L., Hölmich, P., Sundstrup, E. and Thorborg, K. (2013). EMG evaluation of hip adduction exercises for soccer players: implications for exercise selection in prevention and treatment of groin injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 48(14), pp.1108–1114. doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091746>.
47. Seward, H. (2010). 2009 Injury Report Australian Football League.
48. Siddle, J., Weaver, K., Greig, M., Harper, D. and Brogden, C.M. (2022). A low- volume Nordic hamstring curl programme improves change of direction ability, despite no architectural, strength or speed adaptations in elite youth soccer players. *Research in Sports Medicine*, pp.1–12. doi:<https://doi.org/10.1080/15438627.2022.2079984>.
49. Suchomel, T.J., Nimphius, S., Bellon, C.R. and Stone, M.H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 48(4), pp.765–785.

50. Timmins, R.G., Filopoulos, D., Giannakis, J., Nguyen, V., Ruddy, J.D., Hickey, J.T., Maniar, N., Pollard, C.W., Morgan, N., Weakley, J. and Opar, D.A. (2023). The Impact of Eccentric or Isometric Training on Strength, Architecture, and Sprinting across an Australian Football Season. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [online] doi:<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003326>.
51. Toigo, M. and Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 97(6), pp.643–663. doi:<https://doi.org/10.1007/s00421-006-0238-1>.
52. Tyler, T.F., Nicholas, S.J., Campbell, R.J. and McHugh, M.P. (2001). The Association of Hip Strength and Flexibility with the Incidence of Adductor Muscle Strains in Professional Ice Hockey Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(2), pp.124–128. doi:<https://doi.org/10.1177/03635465010290020301>.
53. Vácz, M., Fazekas, G., Pilissy, T., Cselkó, A., Trzaskoma, L., Sebesi, B. and Tihanyi, J. (2022). The effects of eccentric hamstring exercise training in young female handball players. *European Journal of Applied Physiology*, 122(4), pp.955–964. doi:<https://doi.org/10.1007/s00421-022-04888-5>.
54. Van der Horst, N., Smits, D.-W., Petersen, J., Goedhart, E.A. and Backx, F.J.G. (2015). The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6), pp.1316–1323. doi:<https://doi.org/10.1177/0363546515574057>.
55. Van Dyk, N., Behan, F.P. and Whiteley, R. (2019). Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British Journal of Sports Medicine*, [online] 53(21), pp.1362–1370. doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100045>.
56. Vera-Assaoka, T., Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Garcia-Pinillos, F., Moran, J., Gentil, P. and Behm, D. (2019). Effects of Maturation on Physical Fitness Adaptations to Plyometric Drop Jump Training in Male Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, p.1. doi:<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003151>.
57. Werner, J., Hägg, M., Ekstrand, J. and Waldén, M. (2018). Hip and groin time-loss injuries decreased slightly but injury burden remained constant in men's professional football: the 15-year prospective UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 53(9), pp.539–546. doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097796>.
58. Werner, J., Hägg, M., Waldén, M. and Ekstrand, J. (2009). UEFA injury study: a prospective study of hip and groin injuries in professional football over seven consecutive seasons. *British Journal of Sports Medicine*, 43(13), pp.1036–1040. doi:<https://doi.org/10.1136/bjism.2009.066944>.



59. Woods, C. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38(1), pp.36–41. doi:<https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002352>.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

**Παράρτημα 1** Αναλυτική επεξήγηση της μεθοδολογίας του πρωτοκόλλου παρέμβασης (Προσαρμοσμένο από Toigo & Boutellier, 2006)

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
<i>NH</i>	BΣ	5-7	2-3	1:1	2	4 εβδομάδες	-	0	Τουλάχιστον 24 ώρες	Μέγιστη τιμή 2/10 NRS (Καταγραφή μετά το τέλος του ασκησιολογίου)
<i>CA</i>	BΣ	6-12	2	1:1	2	4 εβδομάδες	3s έκκεντρη 0s ισομετρική 3s σύγκεντρη	0	Τουλάχιστον 24 ώρες	Μέγιστη τιμή 2/10 NRS (Καταγραφή μετά το τέλος του ασκησιολογίου)

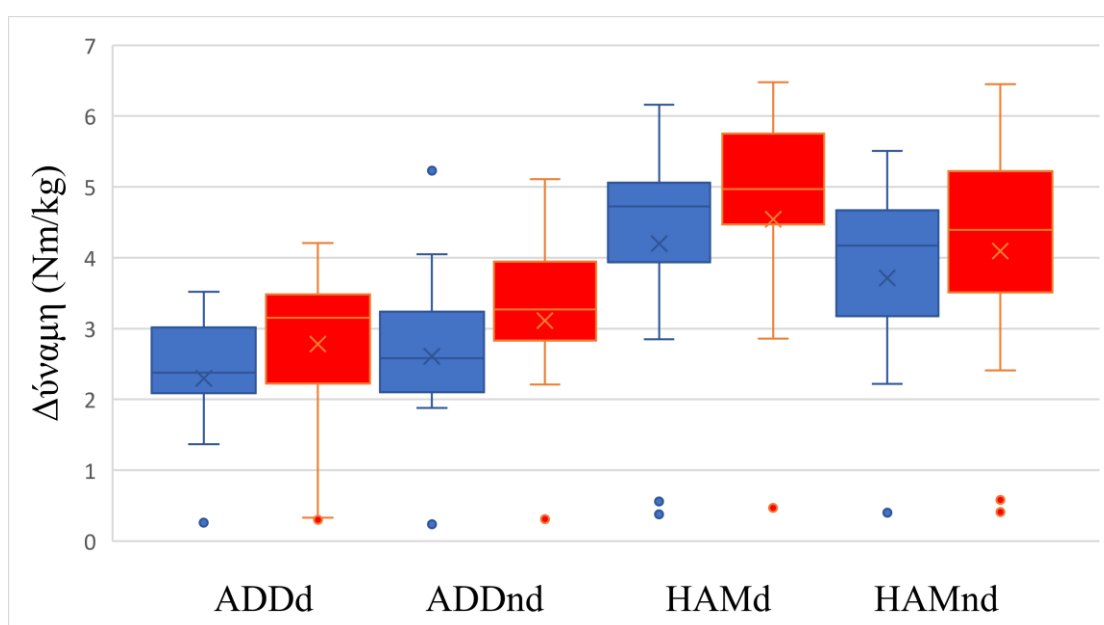
X<sub>1</sub>, φορτίο. X<sub>2</sub>, αριθμός επαναλήψεων. X<sub>3</sub>, αριθμός των σετ. X<sub>4</sub>, διάλειμμα μεταξύ των σετ (λεπτά). X<sub>5</sub>, αριθμός των συνεδριών (ανά βδομάδα), X<sub>6</sub>, διάρκεια της παρέμβασης (εβδομάδες). X<sub>7</sub>, χρονική κατανομή της συστολικής φάσης ανά επανάληψη (δευτερόλεπτα). X<sub>8</sub>, διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων (δευτερόλεπτα). X<sub>9</sub>, χρόνος ξεκούρασης μεταξύ των συνεδριών (ώρες). X<sub>10</sub>, Πόνος κατά την διάρκεια της άσκησης.

**Παράρτημα 2.** Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.

	ITT	PP
Ηλικία (χρόνια)	15.3±0.49	15.3±0.49
Βάρος (κιλά)	59.7±7.14	60.2±7.55
Ύψος (εκατοστά)	152.1±53.3	156.4±48.03

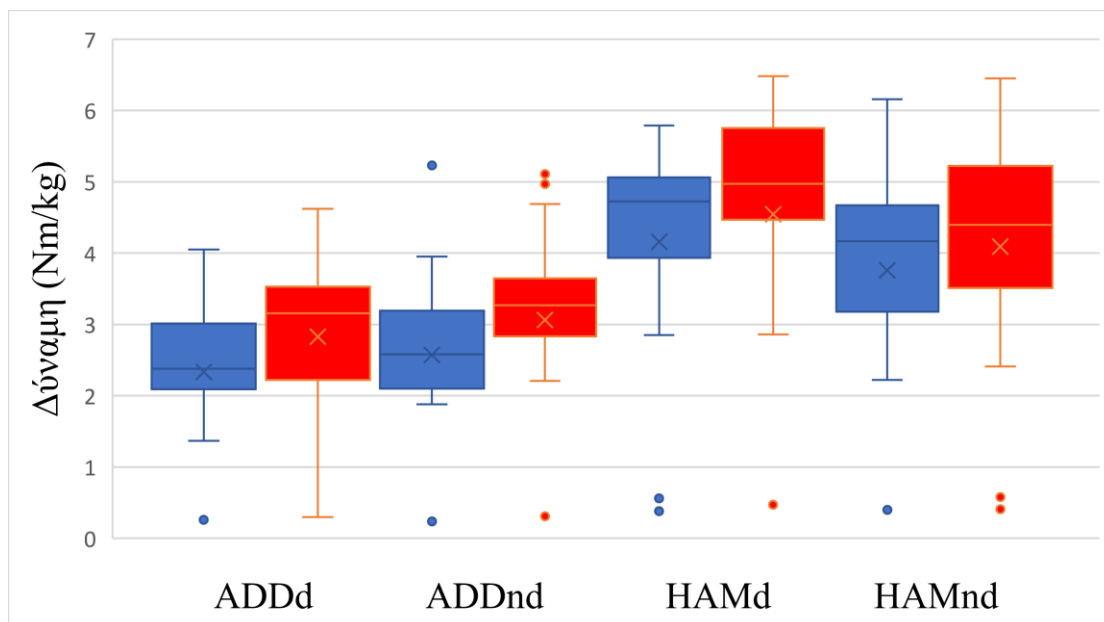
Παρουσιάζονται ως μέση τιμή±τυπική απόκλιση. ITT=intention to treat. PP=per protocol.

**Παράρτημα 3.** Ανάλυση PP. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών.



ADDr, προσαγωγή δεξιού ποδιού. ADDl, προσαγωγή αριστερού ποδιού. HAMr, οπίσθιοι μηριαίοι δεξιού ποδιού. HAMl, οπίσθιοι μηριαίοι αριστερού ποδιού. Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. Κουκίδες=ακραίες τιμές συμμετεχόντων. x=μέση τιμή.

**Παράρτημα 4.** Ανάλυση PP. Αποτελέσματα δύναμης προσαγωγών και οπίσθιων μηριαίων μυών.



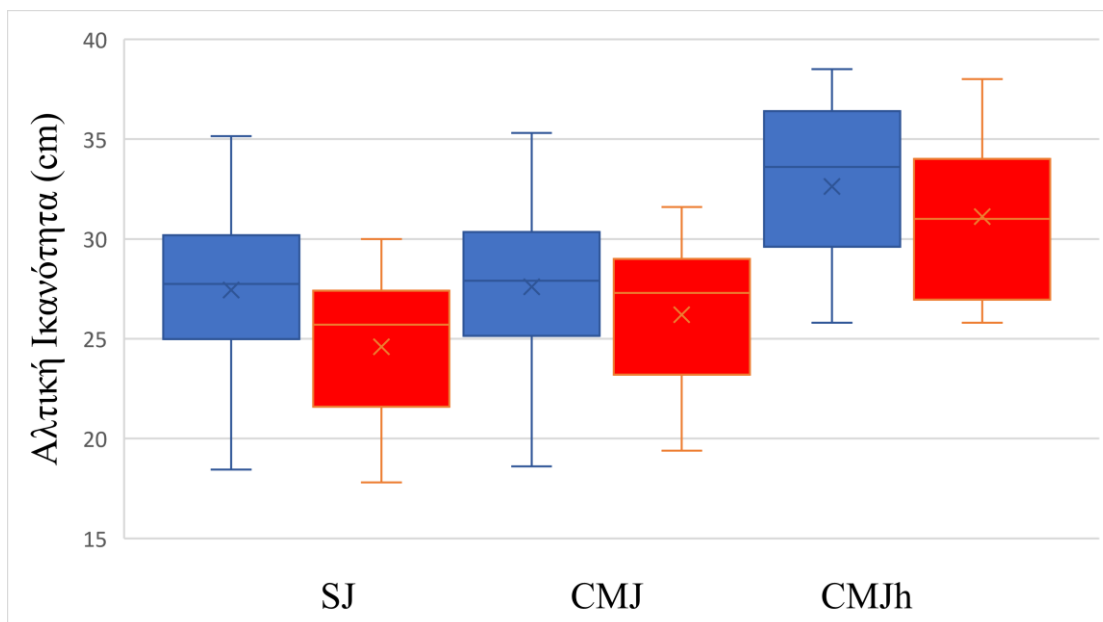
ADDd, προσαγωγοί επικρατούς ποδιού. ADDnd, προσαγωγοί μη επικρατούς ποδιού. HAMd, οπίσθιοι μηριαίοι επικρατούς ποδιού. HAMnd, οπίσθιοι μηριαίοι μη επικρατούς ποδιού. Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. Κουκίδες=ακραίες τιμές συμμετεχόντων. x=μέση τιμή.

**Παράρτημα 5.** Αποτελέσματα αλμάτων στην PP ανάλυση.

	Pre	Post	p-value	%
<b>SJ</b>	26.62±3.68	23.99±3.56	p<0.001	9.87
<b>CMJ</b>	26.78±3.68	25.59±3.56	p<0.007	4.44
<b>CMJh</b>	31.78±3.77	30.06±3.32	p=0.017	5.41

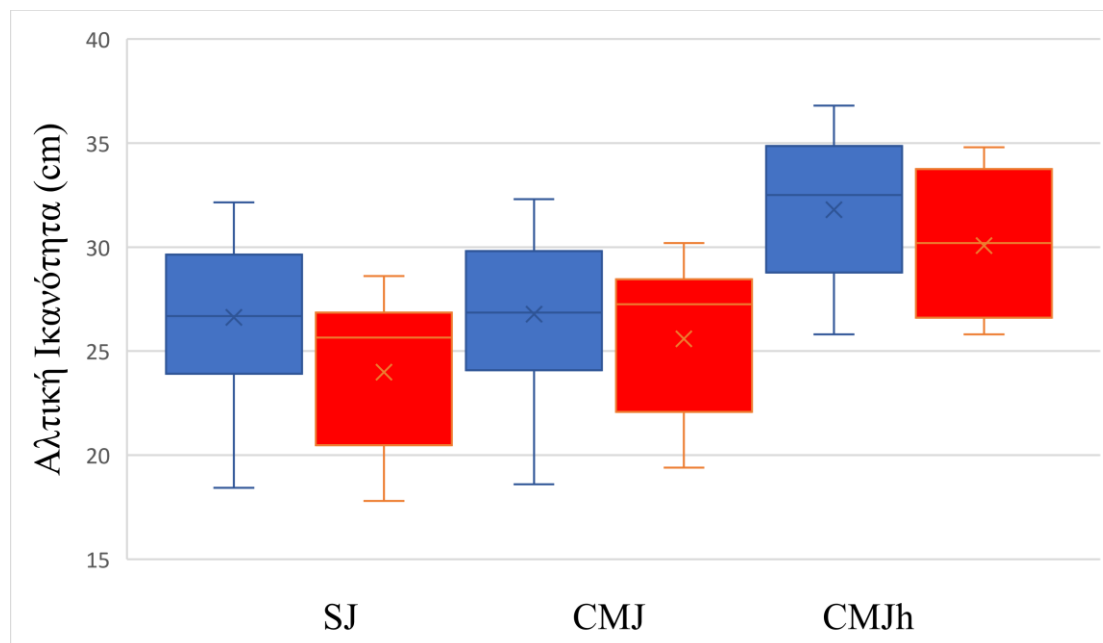
Οι αρχικές τιμές και οι τιμές επαναμέτρησης παρουσιάζονται ως μέση τιμή±τυπική απόκλιση. Pre=αρχική μέτρηση, Post=επαναμέτρηση.

**Παράρτημα 6.** Ανάλυση ITT. Αποτελέσματα αλτικής ικανότητας.



Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. x=μέση τιμή.

**Παράρτημα 7.** Ανάλυση PP. Αποτελέσματα αλτικής ικανότητας.



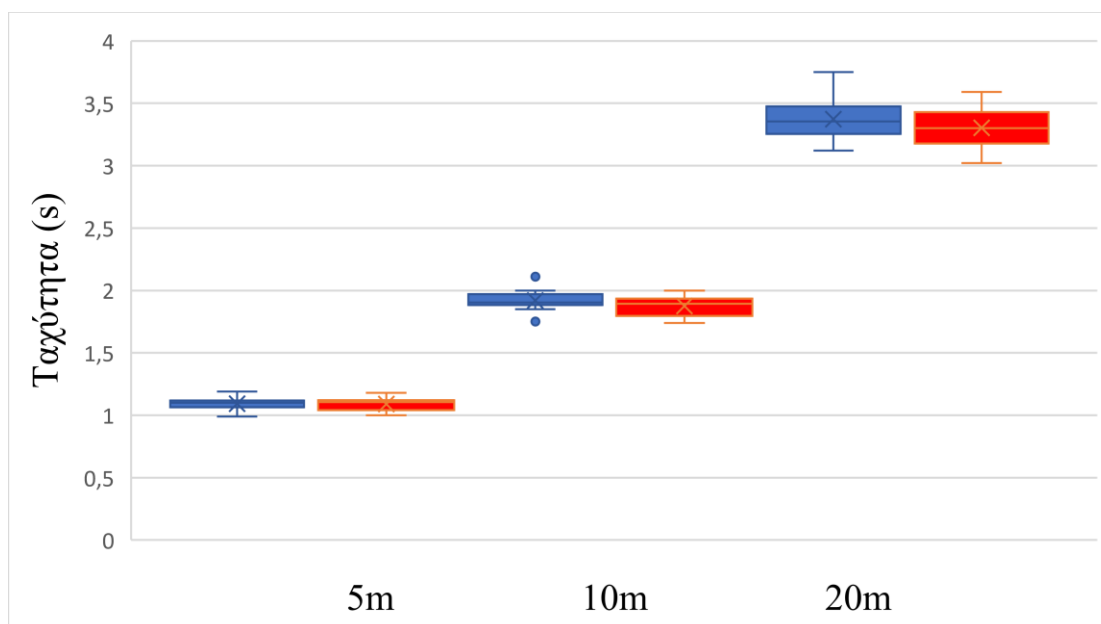
Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. x=μέση τιμή.

**Παράρτημα 8.** Αποτελέσματα ταχύτητας στην PP ανάλυση.

	Pre	Post	p-value	%
5μ	1.09±0.05	1.09±0.04	p=0.946	0.11
10μ	1.91±0.07	1.87±0.07	p=0.026	2.09
20μ	3.37±0.15	3.30±0.15	p=0.042	2.07

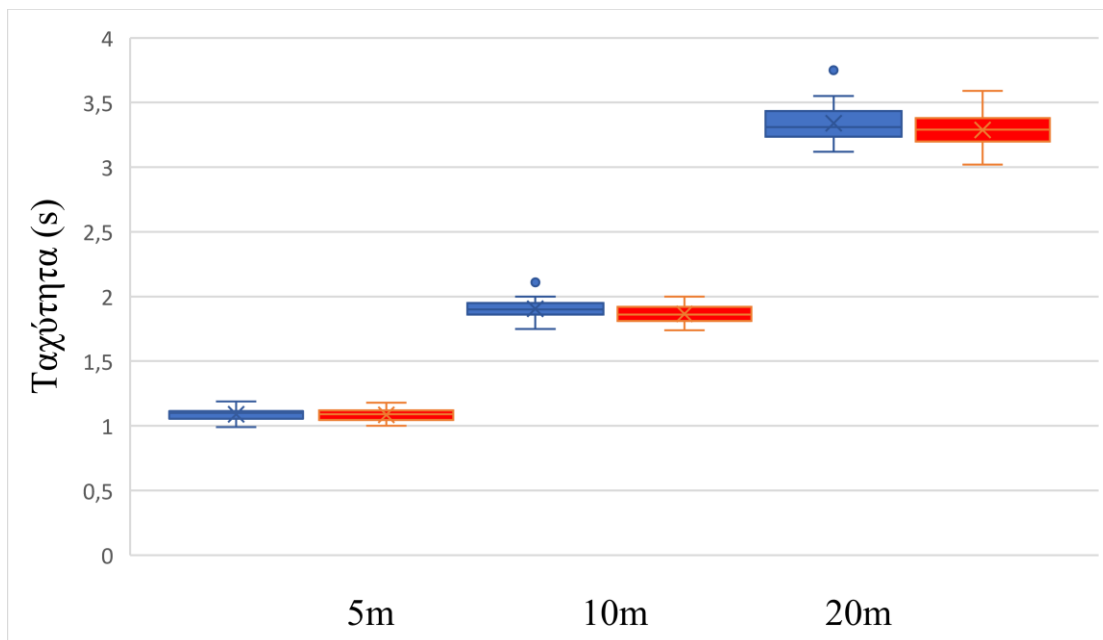
Οι αρχικές τιμές και οι τιμές επαναμέτρησης παρουσιάζονται ως μέση τιμή±τυπική απόκλιση. Pre=αρχική μέτρηση, Post=επαναμέτρηση.

**Παράρτημα 9.** Ανάλυση ITT. Αποτελέσματα ταχύτητας.



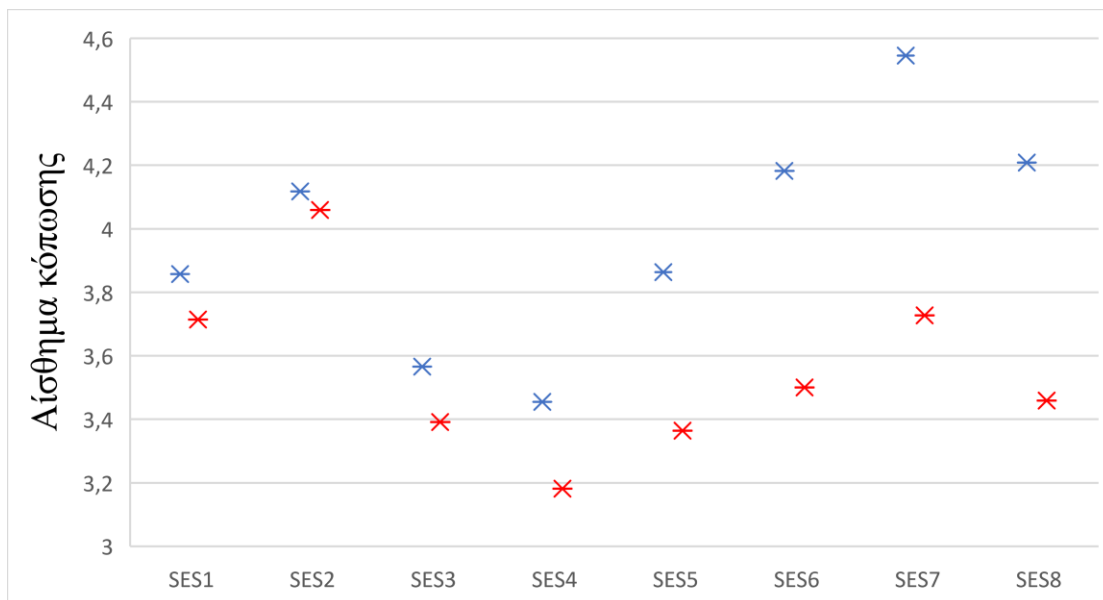
5m, ταχύτητα 5 μέτρων. 10m, ταχύτητα 10 μέτρων. 20m, ταχύτητα 20 μέτρων. Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. Κουκίδες=ακραίες τιμές συμμετεχόντων. x=μέση τιμή.

**Παράρτημα 10.** Ανάλυση PP. Αποτελέσματα ταχύτητας.



5m, ταχύτητα 5 μέτρων. 10m, ταχύτητα 10 μέτρων. 20m, ταχύτητα 20 μέτρων. Μπλε χρώμα=αρχική μέτρηση. Κόκκινο χρώμα=επαναμέτρηση. Κουκίδες=ακραίες τιμές συμμετεχόντων. x=μέση τιμή.

**Παράρτημα 11.** Ανάλυση PP. Αποτελέσματα αισθήματος κόπωσης.



SES1, 1η συνεδρία. SES2, 2η συνεδρία. SES3, 3η συνεδρία. SES4, 4η συνεδρία. SES5, 5η συνεδρία. SES6, 6η συνεδρία. SES7, 7η συνεδρία. SES8, 8η συνεδρία. Μπλε χρώμα=Copenhagen Adduction. Κόκκινο χρώμα=Nordic Hamstrings.



**ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥΠΟΛΗ ΑΛΕΞΟΥΣ ΑΙΓΑΛΕΩ**

**Ταχ. Δ/ση:** Αγ. Σπυρίδωνος, Αιγάλεω ΤΚ 12243

**Τηλέφωνο:** 2105387294

**e-mail:** [ethics@uniwa.gr](mailto:ethics@uniwa.gr)

**Πληροφορίες:** Ευαγγελία Καπουτσή

**Αιγάλεω:** 12/09/2023

**ΘΕΜΑ:** Απάντηση σε αίτησή σας

**ΠΡΟΣ :**κ. Γιόφτσο Γεώργιο

**ΚΟΙΝ:** κ. Δαγλουκιάρη Νικόλαο

κ. Αντύπα Αντώνιο

**Έγκριση της πρότασης**

Σας γνωρίζουμε ότι η Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας (Ε.Η.Δ.Ε.) του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (ΠΑ.Δ.Α.), στην 24<sup>η</sup>/12-09-2023 συνεδρίασή της, μέσω τηλεδιάσκεψης, εξέτασε το περιεχόμενο του ερευνητικού πρωτοκόλλου με τίτλο «**Η επίδραση των ασκήσεων Copenhagen και Nordic hamstrings στην δύναμη και στην αθλητική απόδοση**», με αριθμό πρωτοκόλλου 77055/01-09-2023 και Επιστημονικά Υπεύθυνο τον κ. Γιόφτσο Γεώργιο.

Λαμβάνοντας υπόψη:

1. Το έντυπο υποβολής της αίτησης
2. Το ερευνητικό πρωτόκολλο
3. Το έντυπο συγκατάθεσης των συμμετεχόντων στην έρευνα

Η Επιτροπή έκρινε ότι δεν αντιβαίνει στην κείμενη νομοθεσία και συνάδει με γενικά παραδεγμένους κανόνες ηθικής και δεοντολογίας της έρευνας και ερευνητικής ακεραιότητας ως προς το περιεχόμενο και τον τρόπο διεξαγωγής του ερευνητικού έργου.

Επισημαίνεται ότι σε περίπτωση που προκύψει οποιαδήποτε τροποποίηση στο πρωτόκολλο της μελέτης θα πρέπει να επανυποβληθεί στην ΕΗΔΕ για επικαιροποίηση της έγκρισης.

Η Πρόεδρος

Digitally signed  
by Stamatia  
Gkarani  
Date: 2023.09.12  
15:29:27 +03'00'

Τ. Γκαράνη-Παπαδάτου