

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΥΪΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΩΝ ΚΑΜΠΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ
ΕΚΤΕΙΝΟΝΤΩΝ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ ΜΕ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ, ΕΠΕΙΤΑ
ΑΠΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΜΥΪΚΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ , ΣΕ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΕΣ
ΑΘΛΗΤΕΣ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ, ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΒΛΗΘΕΙ ΣΕ
ΣΥΝΔΕΣΜΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ.**

του

Ιωάννη Τζέλλιου

Επιβλέπων Καθηγητής

Ιωάννης Γιάκας

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Άσκηση και Υγεία» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην εκπόνηση της διατριβής μου, και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ιωάννη Γιάκα, αλλά και τον κ. Θεμιστοκλή Τσαταλά για τη διαθεσιμότητά τους και τη συνεχή καθοδήγησή τους, και τέλος στη φίλη και συνάδελφο Βασιλική Κίγκα για τη σημαντική βοήθειά της στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

Επίσης, θα ήθελα να αφιερώσω τη διατριβή μου στις κορούλες μου, Σοφία και Ζωή, και στη σύντροφό μου Βέρα για την αγάπη και την ηθική υποστήριξη τους.

Περίληψη

Ο σκοπός της διατριβής ήταν να αξιολογηθούν η καθυστερημένη μυϊκή κόπωση (D.O.M.S.) και η μυϊκή ισχύς των εκτεινόντων και των καμπτήρων του γόνατος έπειτα από πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης σε ισοκινητικό δυναμόμετρο σε ερασιτέχνες αθλητές ποδοσφαίρου που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου (ΠΧΣ). Στη μελέτη συμμετείχαν 20 άρρενες 17 – 30 ετών που είχαν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του ΠΧΣ του ενός γόνατος, με χρονικό διάστημα $28,4 \pm 3,07$ μήνες μετά το χειρουργείο κι είχαν επιστρέψει στην αθλητική τους δραστηριότητα. Η μυϊκή κόπωση προκλήθηκε μετά από πλειομετρική άσκηση των εκτεινόντων και των καμπτήρων των γονάτων σε ισοκινητικό δυναμόμετρο, κατά τη διάρκεια της οποίας έγινε σύγκριση της μυϊκής ισχύος μεταξύ του υγιούς και του χειρουργημένου γόνατος. Οι δείκτες της D.O.M.S. προσδιορίστηκαν με βάση τη μέγιστη ισομετρική ροπή των εκτεινόντων των γονάτων και το Visual Analogue Scale (VAS) Score, έπειτα από ψηλάφηση των βασικών μυϊκών ομάδων των μηρών αμφοτερόπλευρα, μετά από 48 ώρες. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές ασυμμετρίες στους εκτεινόντες και τους καμπτήρες μεταξύ των δύο σκελών κατά τη διάρκεια της πλειομετρικής άσκησης. Επίσης, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά αμφότερων των δεικτών της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης 48 ώρες μετά την πλειομετρική άσκηση, ανάμεσα στο υγιές και στο χειρουργημένο γόνατο. Συμπερασματικά, τόσο οι μυϊκές ασυμμετρίες που διαπιστώθηκαν ανάμεσα στα δύο γόνατα, όσο και η ανάπτυξη μεγαλύτερης καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης στο χειρουργημένο γόνατο, θα μπορούσαν να αποτελέσουν προδιαθεσικούς παράγοντες επαναρήξης του μοσχεύματος του ΠΧΣ.

Λέξεις κλειδιά: Καθυστερημένη μυϊκή κόπωση, μυϊκές ασυμμετρίες, πλειομετρική άσκηση, συνδεσμοπλαστική πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Abstract

The purpose of the present study was to examine thigh muscles strength and to evaluate the delayed – onset muscle soreness (DOMS) after eccentric exercise in male amateur soccer players who underwent anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). 20 male athletes aged 17 – 30 years old who had undergone unilateral ACLR. $28,4 \pm 3,07$ months before and had returned to full sports activity were included. Muscle fatigue was induced with a protocol consisted of plyometric contractions of the knee extensors and flexors, during which thigh muscle strength between the healthy and the injured knee was compared. DOMS indices included maximal isometric contraction of both knee extensors and the Visual Analogue Scale (VAS) Score, after palpation of the main thigh muscles, and assessed 48 hours after the protocol. Statistically significant thigh muscle strength asymmetries between the healthy and the injured knee were noticed during the plyometric exercise. Moreover, both DOMS indices were statistically significant higher in the injured knee 48 hours after the plyometric exercise. In conclusion, thigh muscle strength asymmetry between the health and the injured knee and the higher DOMS in the injured knee after plyometric exercise could represent predisposing factors for ACL graft failure.

Key – words: Delayed – Onset Muscle Soreness, thigh muscle asymmetries, plyometric exercise, anterior cruciate ligament reconstruction.

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract	4
Πίνακες	6
Εικόνες	7
Εισαγωγή	9
Στοιχεία ανατομικής κι εμβιομηχανικής του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου.....	11
1. Ανατομία του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου	11
2. Εμβιομηχανική του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου	13
Ρήξη του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου.	14
1. Επιδημιολογία.....	14
2. Διάγνωση.....	15
3. Αντιμετώπιση.....	19
4. Μετεγχειρητική αποκατάσταση.....	22
Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	26
Μεθοδολογία	28
Δείγμα.....	28
Πειραματική διαδικασία.....	30
Αποτελέσματα	33
Κλινική εξέταση.....	33
Στατιστική ανάλυση.....	33
Δείκτες ασυμμετρίας.....	33
Δείκτες καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης.....	35
Συζήτηση	38
Συμπεράσματα	40
Βιβλιογραφία	41
Παραρτήματα	49

Πίνακες

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (Μέσοι όροι [M.O.]

± τυπικές αποκλίσεις [T.A.].....29

Πίνακας 2. Απόλυτες τιμές σύγκεντρης (CON) ισοκινητικής ροπής δύναμης (Nm) εκτεινόντων (extensors) στο χειρουργημένο (INJ.) και στο υγιές (NonINJ.) γόνατο στις 60° και 180° γωνιακής ταχύτητας. Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).....33

Πίνακας 3. Απόλυτες τιμές σύγκεντρης (CON) ισοκινητικής ροπής δύναμης (Nm) καμπτήρων (flexors) στο χειρουργημένο (INJ.) και στο υγιές (NonINJ.) γόνατο στις 60° και 180° γωνιακής ταχύτητας. Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).....33

Πίνακας 4. Έλεγχος t – test για εξαρτημένα δείγματα των τιμών της σύγκεντρης (CON) ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων (extensors) και των καμπτήρων (flexors) ανάμεσα στο υγιές (NonINJ.) και στο χειρουργημένο (INJ.) γόνατο στις 60° και στις 180° γωνιακής ταχύτητας.....34

Πίνακας 5. Απόλυτες τιμές της μέγιστης ισομετρικής ροπής (ISO) των εκτεινόντων του χειρουργημένου (INJ.) και του υγιούς (NonINJ.) γόνατος την ημέρα του πρωτοκόλλου (PRE) και μετά από 48 ώρες (POST48). Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).....35

Πίνακας 6. Έλεγχος t – test για εξαρτημένα δείγματα για την σύγκριση των τιμών της μέγιστης ισομετρικής ροπής (ISO) των εκτεινόντων του χειρουργημένου (INJ.) και του υγιούς (NonINJ.) γόνατος την ημέρα του πρωτοκόλλου (PRE) και μετά από 48 ώρες (POST48).....35

Πίνακας 7. Απόλυτες τιμές του μυϊκού πόνου (VAS) στο υγιές (NonINJ.) και στο χειρουργημένο (INJ.) σκέλος. Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).....36

Πίνακας 8. Έλεγχος t – test για εξαρτημένα δείγματα για την σύγκριση του μυϊκού πόνου (VAS) πριν και μετά από 48 ώρες, ανάμεσα στο χειρουργημένο (INJ.) και στο υγιές (NonINJ.) γόνατο.....36

Εικόνες

Εικόνα 1. Ο Πρόσθιος (ACL) κι ο Οπίσθιος (PCL) Χιαστός Σύνδεσμος, σε σχέση με τον Έσω (MFC) και τον Έξω (LFC) Μηριαίο Κόνδυλο. [The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction, R. Śmigielski et al., The Bone & Joint Journal, 2016].....	12
Εικόνα 2. Ανατομικό παρασκεύασμα ανθρώπινου γόνατος μετά από αφαίρεση του έσω μηριαίου κονδύλου. Προσανατολισμός και τάση των δεσμών με το γόνατο σε έκταση (Α) και σε κάμψη (Β). [Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with regard to its two bundles, Petersen W., Zantop T., Clin Orthop Relat Res. 2007].....	13
Εικόνα 3. Προσανατολισμός των 2 δεσμών σε animation κι αρθροσκοπικές εικόνες με το γόνατο σε έκταση (πάνω) και σε κάμψη (κάτω) [The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science, Prodromos et al., 2008].....	15
Εικόνα 4. Μηχανισμός κάκωσης του Π.Χ.Σ. [Hewett, TE, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. Am J Sports Med. 2005;33(4):492-501].....	16
Εικόνα 5. Lachman – Noulis Test.....	18
Εικόνα 6. Πρόσθια Συρταροειδής Δοκιμασία (Anterior Drawer Test).....	18
Εικόνα 7. Pivot Shift Test.....	18
Εικόνα 8. Εξέταση της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης με αρθρόμετρο KT – 1000 (MEDmetric, San Diego, CA).....	19
Εικόνα 9. Αποσπαστικό κάταγμα άνω – έξω επιφάνειας της κνήμης ή κάταγμα Segond.....	19
Εικόνα 10. Αποσπαστικό κάταγμα του μεσοκονδύλιου επάρματος.....	19

Εικόνα 11. Φυσιολογική απεικόνιση του Π.Χ.Σ. (λευκά βέλη) στα δεξιά, ασυνέχεια της πορείας του ΠΧΣ (λευκά αστέρια και βέλος) στα αριστερά.....	20
Εικόνα 12. Αυτόλογο μόσχευμα οπίσθιων μηριαίων.....	21
Εικόνα 13. Αυτόλογο μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα.....	22
Εικόνα 14. Αυτόλογο μόσχευμα τένοντα τετρακεφάλου.....	22
Εικόνα 15. Απλές ασκήσεις παθητικής έκτασης και κάμψης του γόνατος.....	23
Εικόνα 16. Τοποθέτηση του ασθενή στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με το γόνατο σε 60° κάμψης για την αξιολόγηση της ισομετρικής ροπής του τετρακεφάλου.....	24
Εικόνα 17. Sport – specific exercises πριν την επιστροφή στην αθλητική δραστηριότητα.....	25
Εικόνα 18. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για το πρωτόκολλο.....	29

Εισαγωγή

Οι μυοσκελετικές διαφορές ανάμεσα στα δύο μέρη του σώματος αποτελούν παράγοντα μείωσης της αθλητικής απόδοσης κι, επίσης, προδιαθεσικό παράγοντα κάποιου αθλητικού τραυματισμού, και για αυτό το λόγο τέτοιες ασυμμετρίες είναι σημαντικό να αξιολογούνται πριν εκπονηθεί κάποιο προπονητικό πρόγραμμα ή κάποιο πρόγραμμα αποκατάστασης μετά από τραυματισμό (Parrington & Ball, 2016). Ασυμμετρίες στην ισχύ των μυϊκών ομάδων που σταθεροποιούν το γόνατο παρατηρούνται συχνά σε αθλητές που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Π.Χ.Σ.) (Kellis et al., 2019).

Οι πιο συχνές επιπλοκές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία μετά από συνδεσμοπλαστική του Π.Χ.Σ. είναι το άλγος στην πρόσθια επιφάνεια του γόνατος, η δυσκαμψία του γόνατος και η ατροφία του τετρακεφάλου, οι οποίες μπορεί να συνυπάρχουν ή να προκαλούν η μία την άλλη, δυσχεραίνοντας την ομαλή αποκατάσταση του χειρουργημένου σκέλους (Natri et al., 1996). Στις μέρες μας, τα ισοκινητικά τεστ αποτελούν την εξέταση εκλογής για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος, η εκτίμηση της οποίας είναι σημαντικός παράγοντας για τη διάγνωση μυοσκελετικών και νευρολογικών παθήσεων και για τη μετεγχειρητική παρακολούθηση χειρουργικών επεμβάσεων (Paulus et al., 2021).

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι μία συσκευή, στην οποία μπορεί να μετρηθεί η δύναμη (ροπή) και η ισχύς συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων σε διάφορα εύρη κίνησης και διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες. Λαμβάνοντας πληροφορίες για την ισομετρική, ισοκινητική και ισοτονική (έκκεντρη και σύγκεντρη) δράση συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων, δύναται να ταυτοποιηθούν ασυμμετρίες ανάμεσα στα δύο σκέλη των εξεταζόμενων, οι οποίες αποτελούν προδιαθεσικό παράγοντα τραυματισμών (Parrington & Ball, 2016). Η ασφάλεια της εφαρμογής των ισοκινητικών μετρήσεων είναι τεκμηριωμένη σε αθλητές που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική Π.Χ.Σ., αφού έχει αποδειχθεί ότι δεν προκαλείται χαλάρωση

αυτομοσχεύματος επιγονατιδικού τένοντα στους 6 – 10 μήνες μετεγχειρητικά (Maitland et al., 1993).

Αναφορικά με την επιστροφή των αθλητών που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του Π.Χ.Σ. σε πλήρη δραστηριότητα, έχει τεκμηριωθεί ότι, στα τελευταία στάδια του προγράμματος αποκατάστασης, η διαφορά της μέγιστης ροπής μεταξύ υγιούς και χειρουργημένου γόνατος θα πρέπει να είναι μικρότερη από 10% με την ισοκινητική δυναμομετρία να αποτελεί την πιο αντικειμενική μέθοδο αξιολόγησης αυτής (Yoon & Hwang, 2000). Το 55%, όμως, αυτών των αθλητών επιστρέφει στο άθλημά του μη έχοντας πραγματοποιήσει καλή αποκατάσταση του χειρουργημένου γόνατος (C. L. Ardern, Taylor, Feller, & Webster, 2014).

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες σχετικά με τη μυϊκή κόπωση (muscle fatigue) των ποδοσφαιριστών και τον τρόπο που η τελευταία επηρεάζει την αθλητική τους απόδοση, δεδομένου ότι, στο σύγχρονο ποδόσφαιρο, η περίοδος αποκατάστασης ανάμεσα στους αγώνες και τις απαιτητικές προπονήσεις είναι σχετικά σύντομος (J. R. Silva et al., 2017). Δεν υπάρχουν, ωστόσο, αναφορές στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με την επίδραση της μυϊκής κόπωσης (οξείας και καθυστερημένης) σε ποδοσφαιριστές που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του Π.Χ.Σ.

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας μελέτης ήταν η εξακρίβωση ασυμμετριών των καμπτήρων και των εκτεινόντων του γόνατος ανάμεσα σε χειρουργημένο και υγιές σκέλος και η επιβεβαίωση της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης, μετά από συγκεκριμένο πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης, σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του Π.Χ.Σ. Η ερευνητική υπόθεση που τέθηκε ήταν ότι οι εξεταζόμενοι ποδοσφαιριστές θα παρουσιάζουν σημαντική έκπτωση της μυϊκής ισχύος, αλλά κι ασυμμετρία στη μυϊκή ισχύ καμπτήρων κι εκτεινόντων του γόνατος ανάμεσα σε υγιές και χειρουργημένο

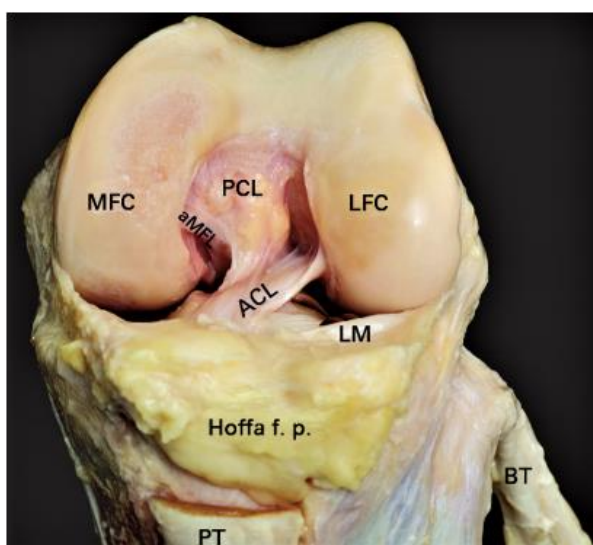
σκέλος, αυξάνοντας, έτσι, το ρίσκο για επανατραυματισμό του ίδιου γόνατος (ρήξη του μοσχεύματος Π.Χ.Σ.) ή του υγιούς.

Στοιχεία ανατομικής κι εμβιομηχανικής του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου.

1. ANATOMIA ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ

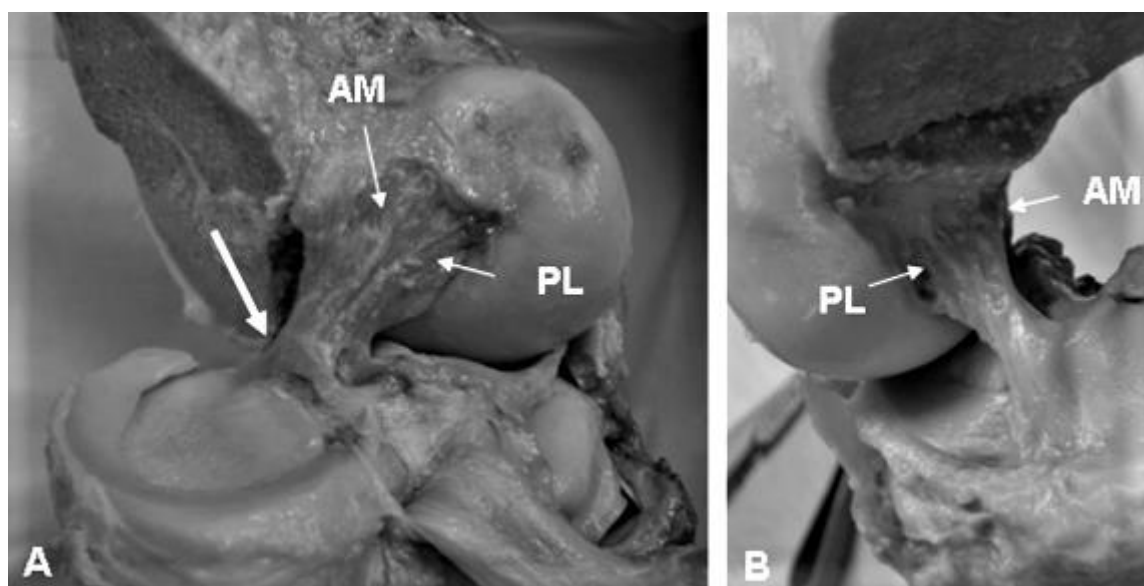
Ο Πρόσθιος Χιαστός Σύνδεσμος (Π.Χ.Σ.) είναι μία ενδαρθρική δομή του γόνατος που αποτελείται από πολλαπλές δεσμίδες πυκνού συνδετικού ιστού, που ενώνει το άπω μηριαίο με την εγγύς κνήμη. Συγκεκριμένα, προσφύεται κεφαλικά σε μία περιοχή στο οπίσθιο τμήμα της έσω πλευράς του έξω μηριαίου κονδύλου κι ακολουθεί λοξή ενδαρθρική πορεία, καταλήγοντας στην πρόσφυσή του στον πρόσθιο μεσογλήνιο βόθρο της κνήμης κατά μήκος του χείλους του έσω γληνιαίου φύματος. Το μήκος του κυμαίνεται από 22 έως 41χιλ. (μέση τιμή, 32χιλ.), ενώ το πλάτος του από 7 έως 12χιλ.

Εικόνα 1. Ο Πρόσθιος (ACL) κι ο Οπίσθιος (PCL) Χιαστός Σύνδεσμος, σε σχέση με τον Έσω (MFC) και τον Έξω (LFC) Μηριαίο Κόνδυλο. [The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction, R. Śmigielski et al., The Bone & Joint Journal, 2016].



Σύμφωνα με ανατομικές μελέτες, ο Π.Χ.Σ. αποτελείται από 2 διαφορετικές λειτουργικές δέσμες, την πρόσθια – έσω (anteromedial, AM) και την οπίσθια – έξω (posterolateral, PL). Τα ονόματα των δεσμών αυτών βασίζονται στον προσανατολισμό τους μέσα στον Π.Χ.Σ. Η πρόσθια – έσω δέσμη εκφύεται από πρόσθιο τμήμα της μηριαίας έκφυσης του ΠΧΣ και καταφύεται στο πρόσθιο έσω τμήμα της κατάφυσής του στην κνήμη, ενώ η οπίσθια – έξω δέσμη εκφύεται από το οπίσθιο τμήμα της μηριαίας έκφυσης του Π.Χ.Σ. και καταφύεται στο οπίσθιο έξω τμήμα της κνημιαίας κατάφυσής του. Ο προσανατολισμός των 2 δεσμών αλλάζει ανάλογα με την κίνηση του γόνατος. Όταν το γόνατο βρίσκεται σε έκταση, οι 2 δέσμες είναι προσανατολισμένες σχεδόν κάθετα, ενώ φέρονται σε οριζόντιο προσανατολισμό καθώς το γόνατο κάμπτεται προς τις 90°. Επίσης, ανάλογα με τη θέση του γόνατος, οι 2 δέσμες έχουν διαφορετική τάση. Όταν το γόνατο βρίσκεται σε έκταση, η οπίσθια – έξω δέσμη είναι σε τάση, ενώ η πρόσθια – έσω είναι σχετικά χαλαρή. Όταν το γόνατο είναι σε κάμψη, η πρόσθια – έσω δέσμη είναι σε τάση, ενώ η οπίσθια έξω είναι χαλαρή.

Εικόνα 2. Ανατομικό παρασκεύασμα ανθρώπινου γόνατος μετά από αφαίρεση του έσω μηριαίου κονδύλου. Προσανατολισμός και τάση των δεσμών με το γόνατο σε έκταση (Α) και σε κάμψη (Β). [Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with regard to its two bundles, Petersen W., Zantop T., Clin Orthop Relat Res. 2007].



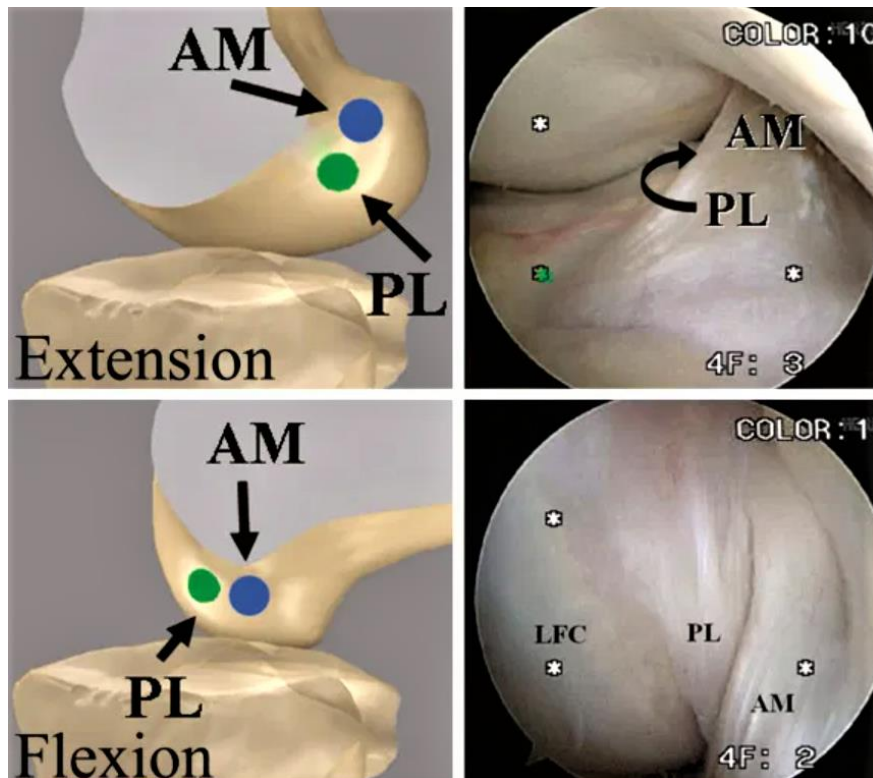
Η αγγείωση του Π.Χ.Σ. προέρχεται από τη μέση αρτηρία του γόνατος, κλάδο της ιγνυακής αρτηρίας, ενώ η νεύρωσή του από τον οπίσθιο αρθρικό κλάδο του οπίσθιου κνημιαίου νεύρου.

2. ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ

Ο Π.Χ.Σ. παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της σταθερότητας του γόνατος. Η κύρια λειτουργία του είναι ο περιορισμός της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηρό. Δεδομένου, όμως ότι η άρθρωση του γόνατος πραγματοποιεί και έσω και έξω στροφή και η ολίσθηση της κνήμης συνοδεύεται πάντα από κνημιαία στροφή, ο Π.Χ.Σ. δρα και ως δευτερεύων σταθεροποιητής των στροφικών κινήσεων του γόνατος, καθώς εμποδίζει την υπέρμετρη έσω στροφή της κνήμης.

Η εξασφάλιση της σταθερότητας του γόνατος επιτυγχάνεται χάρις στη διαφορετική συμπεριφορά των 2 δεσμών του Π.Χ.Σ., ως προς τον προσανατολισμό και την τάση τους, καθώς το εύρος κίνησης του γόνατος αλλάζει. Όταν το γόνατο είναι σε έκταση, ο προσανατολισμός των 2 δεσμών είναι κατακόρυφος, η οπίσθια – έξω δέσμη είναι σε τάση, ενώ η πρόσθια – έσω δέσμη είναι σχετικά χαλαρή. Όταν το γόνατο φέρεται σε κάμψη, οι 2 δέσμες αποκτούν πιο οριζόντιο προσανατολισμό, η πρόσθια – έσω δέσμη είναι σε τάση, ενώ η οπίσθια – έξω αρχίζει να χαλαρώνει. Η πρόσθια – έσω δέσμη αποτελεί τον κύριο σταθεροποιητή έναντι στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης ως προς το μηρό, ενώ η οπίσθια – έξω δέσμη ανθίσταται κυρίως σε στροφικά φορτία, καθώς το γόνατο φέρεται στην έκταση.

Εικόνα 3. Προσανατολισμός των 2 δεσμών σε animation κι αρθροσκοπικές εικόνες με το γόνατο σε έκταση (πάνω) και σε κάμψη (κάτω) [The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science, Prodromos et al., 2008].



Ρήξη του Πρόσθιου Χιαστού Συνδέσμου.

1. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Η ρήξη του Π.Χ.Σ. αποτελεί τη συνηθέστερη συνδεσμική κάκωση του γόνατος. Η επίπτωσή της εκτιμάται σε περίπου 400.000 ρήξεις ετησίως, ενώ πραγματοποιούνται σχεδόν 200.000 συνδεσμοπλαστικές Π.Χ.Σ. στις ΗΠΑ και την Ευρώπη. Τα νούμερα αυτά αναμένεται να μεγαλώσουν, όσο αυξάνεται η ενασχόληση του πληθυσμού με αθλητικές δραστηριότητες, τόσο ερασιτεχνικά όσο κι επαγγελματικά. Έχει αναφερθεί, επίσης, η διαφορετική επίπτωση της κάκωσης ανάμεσα στα δύο φύλα, με τις γυναίκες να υπερέχουν.

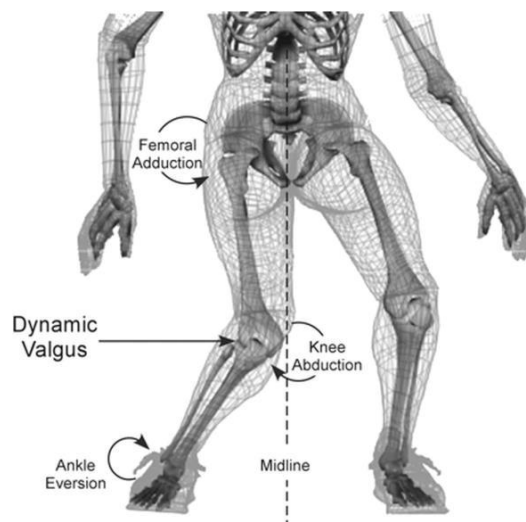
2. ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Η διάγνωση της ρήξης του Π.Χ.Σ. βασίζεται στο ιστορικό, την κλινική εξέταση και τον απεικονιστικό έλεγχο.

Ιστορικό

Το ιστορικό του ασθενή περιλαμβάνει συνήθως τραυματισμό χωρίς επαφή (non-contact) με το γόνατο σε στροφή και το σώμα σε κίνηση αλλαγής κατεύθυνσης ή προσγείωσης ή, από την άλλη, άμεση πλήξη στην έξω επιφάνεια του γόνατος. Αναφέρονται αιφνίδιο άλγος στην άρθρωση του γόνατος, αντιληπτός ήχος ('pop') κατά τον τραυματισμό, αίσθημα αστάθειας (ο ασθενής περιγράφει ότι του «έφυγε το γόνατο») κι αδυναμία συνέχισης του αγωνίσματος.

Εικόνα 4. Μηχανισμός κάκωσης του Π.Χ.Σ. [αναπαραγωγή από: Hewett, TE, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. Am J Sports Med. 2005;33(4):492-501].



Κλινική εξέταση

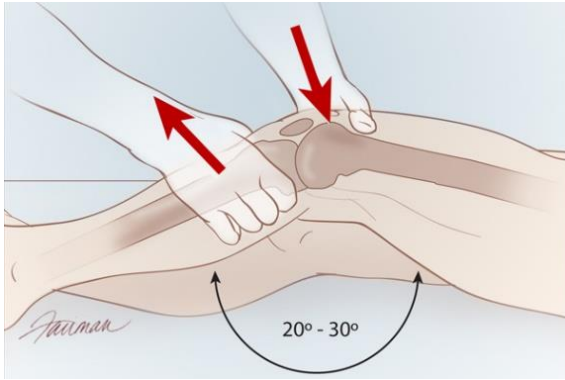
Κατά την κλινική εξέταση μπορούν να διαπιστωθούν:

- Χωλότητα βάδισης (σε πολλές περιπτώσεις αδυναμία βάδισης),
- Οίδημα, λόγω αίμαρθρου, το οποίο αναπτύσσεται τις πρώτες 4 – 12 ώρες (δύναται να διαπιστωθεί με διαγνωστική παρακέντηση του γόνατος),
- Ελάττωση του εύρους κίνησης του γόνατος, είτε λόγω του αίμαρθρου είτε λόγω μηχανικού «κλειδώματος» από συνοδό βλάβη μηνίσκου ή αποσπασθέντος οστεοχόνδρινου τεμαχίου ή παγίδευσης του κολοβώματος του Π.Χ.Σ.

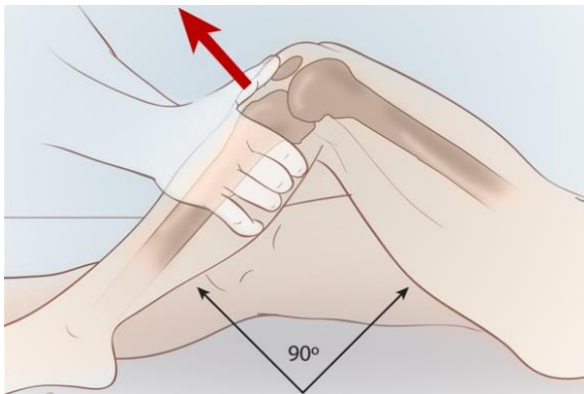
Υπάρχουν ειδικές κλινικές δοκιμασίες που μπορούν να θέσουν υποψία ρήξης του Π.Χ.Σ.:

- **Lachman – Noulis test:** έλεγχος της πρόσθιας αστάθειας του γόνατος. Με το γόνατο σε κάμψη 20° – 30° εφαρμόζεται με το ένα χέρι πρόσθια δύναμη στην εγγύς κνήμη, ενώ το άλλο χέρι σταθεροποιεί το μηρό. Η αδυναμία προσδιορισμού ενός τελικού σημείου ('end point') κατά την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης είναι παθογνωμονικό σημείο ρήξης του Π.Χ.Σ. (Εικόνα 5).
- **Πρόσθια συρταροειδής δοκιμασία:** έλεγχος της πρόσθιας κνημιαίας μετατόπισης. Με το γόνατο σε κάμψη 90° εφαρμόζεται πρόσθια δύναμη στην εγγύς κνήμη. Ο βαθμός της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης εκτιμάται όπως και στο Lachman – Noulis test (Εικόνα 6).
- **Pivot shift:** έλεγχος της στροφικής αστάθειας του γόνατος. Με το γόνατο σε έκταση εφαρμόζεται βλαισή δύναμη κι έσω στροφή στην κνήμη. Καθώς το γόνατο κάμπτεται, παρατηρείται στις 30° κάμψης αναπήδηση της κνήμης σε περίπτωση ρήξης του Π.Χ.Σ. (Εικόνα 7).

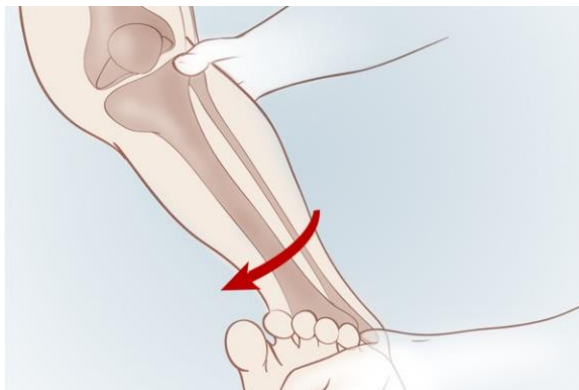
Οι παραπάνω δοκιμασίες εκτελούνται πάντα και στο υγιές γόνατο προς αποφυγή λανθασμένης διάγνωσης λόγω φυσιολογικής χαλαρότητας των αρθρώσεων του ασθενή.



Εικόνα 5. Lachman – Noulis Test.



Εικόνα 6. Πρόσθια Συρταροειδής Δοκιμασία (Anterior Drawer Test).



Εικόνα 7. Pivot Shift Test.

- **Αντικειμενική εξέταση με αρθρόμετρο:** ποσοτικοποίηση της πρόσθιας κνημιαίας μετατόπισης. Το συχνότερα χρησιμοποιούμενο αρθρόμετρο είναι το KT – 1000 (MEDmetric, San Diego, CA) (Εικόνα 8). Καταγράφεται σε χιλιοστά η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης κατά την εφαρμογή δύναμης 134N. Η μετατόπιση >5χιλ. του πάσχοντος γόνατος σε σχέση με το υγιές είναι ενδεικτική πλήρους ρήξης του Π.Χ.Σ., ενώ η μετατόπιση 3 – 5χιλ. υποδεικνύει μερική ρήξη του Π.Χ.Σ. (Εικόνα 8).

Εικόνα 8. Εξέταση της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης με αρθρόμετρο KT – 1000 (MEDmetric, San Diego, CA).



Απεικονιστικός έλεγχος

- **Ακτινογραφία γόνατος face και profile** προς αποκλεισμό οστικής βλάβης (συνήθως φυσιολογική). Ωστόσο ακόμα και στην απλή ακτινογραφία μπορεί υπάρχουν κάποια απεικονιστικά χαρακτηριστικά που παραπέμπουν σε ρήξη του Π.Χ.Σ., όπως π.χ. το κάταγμα Segond (Εικόνα 9) ή κάταγμα του μεσοκονδύλιου επάρματος (Εικόνα 10).



Εικόνα 9. Αποσπαστικό κάταγμα άνω – έξω επιφάνειας της κνήμης ή κάταγμα Segond.



Εικόνα 10. Αποσπαστικό κάταγμα του μεσοκονδύλιου επάρματος.

- **Μαγνητική τομογραφία (MRI) γόνατος:** αναδεικνύεται η ασυνέχεια της πορείας του συνδέσμου (Εικόνα 11), καθώς και πιθανές συνοδές κακώσεις, όπως ρήξεις των μηνίσκων, χόνδρινες βλάβες, ρήξη του οπίσθιου χιαστού συνδέσμου, της οπίσθιας έξω γωνίας, των πλάγιων συνδέσμων κτλ.

Εικόνα 11. Φυσιολογική απεικόνιση του Π.Χ.Σ. (λευκά βέλη) στα δεξιά, ασυνέχεια της πορείας του ΠΧΣ (λευκά αστέρια και βέλος) στα αριστερά.



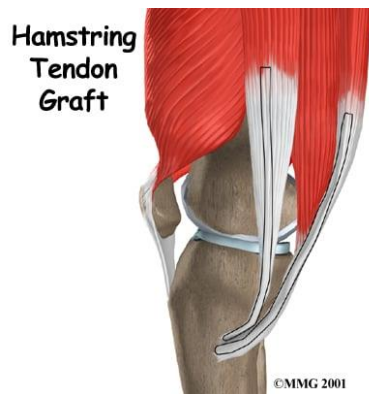
3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Η αντιμετώπιση της ρήξης του Π.Χ.Σ. είναι, πλέον, αμιγώς χειρουργική κι έγκειται στην αρθροσκοπικά υποβοηθούμενη ανακατασκευή του Π.Χ.Σ. με τη χρήση μοσχεύματος (συνδεσμοπλαστική Π.Χ.Σ.). Η ανατομική ανακατασκευή του Π.Χ.Σ. κρίνεται επιβεβλημένη ειδικά σε νέους ενήλικες, αθλητές ή αθλούμενους, καθώς με την αποκατάσταση της σταθερότητας και της λειτουργικότητας της άρθρωσης του γόνατος, προλαμβάνονται περαιτέρω εκφυλιστικές βλάβες σε άλλες δομές, όπως οι μηνίσκοι και ο αρθρικός χόνδρος, με αποτέλεσμα την αποφυγή ανάπτυξης πρώιμης οστεοαρθρίτιδας.

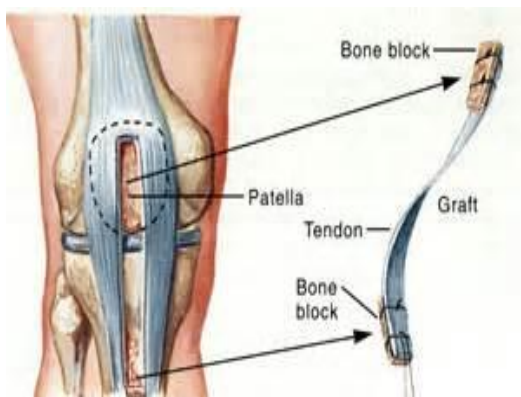
Τα μοσχεύματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

- αυτόλογα μοσχεύματα, όπως οι τένοντες των οπίσθιων μηριαίων (ημιτενοντώδους και ισχνού προσαγωγού) μυών (semitendinosus – gracilis, STG) (Εικόνα 12), ο επιγονατιδικός τένοντας (bone – patellar – tendon – bone, BPTB) (Εικόνα 13) και ο τένοντας του τετρακεφάλου μυός (quadriceps tendon – patellar bone, QTB) (Εικόνα 14),
- αλλομοσχεύματα, τα οποία αφενός μειώνουν το χρόνο της επέμβασης κι αποτρέπεται η παθολογία της δότριας περιοχής, αφετέρου υπάρχει μεγαλύτερη καθυστέρηση στην ενσωμάτωσή τους αυξάνοντας τον κίνδυνο για τραυματισμό και ρήξη του μοσχεύματος, μπορεί να προκαλέσουν ανοσολογική αντίδραση του ασθενή, υπάρχει κίνδυνος μετάδοσης λοιμώξεων (ηπατίτιδα, HIV) κι απώλεια των φυσικών ιδιοτήτων του μοσχεύματος κατά την αποστείρωσή του,
- συνθετικά μοσχεύματα, τα οποία έχουν εγκαταλειφθεί, λόγω της κακής βιοσυμβατότητάς τους, καθώς προκαλούσαν υμενίτιδα στην άρθρωση και είχαν αυξημένο ποσοστό ρήξης.

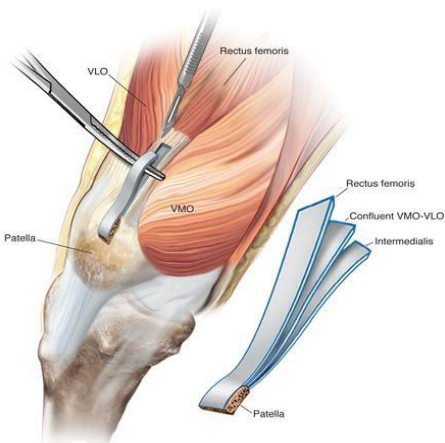
Ως εκ τούτου, οι σύγχρονοι αρθροσκόποι προτιμούν τα αυτόλογα μοσχεύματα, πιο συχνά το μόσχευμα των οπίσθιων μηριαίων και του επιγονατιδικού τένοντα, ενώ τα τελευταία χρόνια κερδίζει έδαφος και το μόσχευμα του τένοντα του τετρακεφάλου.



Εικόνα 12. Αυτόλογο μόσχευμα οπίσθιων μηριαίων.



Εικόνα 13. Αυτόλογο μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα.



Εικόνα 14. Αυτόλογο μόσχευμα τένοντα τετρακεφάλου.

4. ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ο στόχος της χειρουργικής αντιμετώπισης της ρήξης του Π.Χ.Σ. είναι να αποκατασταθεί πλήρως η λειτουργικότητα του γόνατος, όσον αφορά το εύρος κίνησης και τη μυϊκή ισχύ του, ανεξάρτητα την τεχνική που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε χειρουργός. Είναι σημαντική η αποκατάσταση της συμμετρίας, όσον αφορά τις παραπάνω παραμέτρους, του χειρουργημένου με το υγιές γόνατο. Αποτυχία αποκατάστασης της συμμετρίας ανάμεσα στα δύο γόνατα οδηγεί σε έκπτωση της συνολικής λειτουργικότητας του ασθενή στο επίπεδο του «χειρότερου λειτουργικά» γονάτου.

Η μετεγχειρητική αποκατάσταση του ασθενή ξεκινά μέσα στο χειρουργείο με τον έλεγχο της σωστής ανατομικής τοποθέτησης του μοσχεύματος και της πλήρους κίνησης (υπερέκταση και πλήρης κάμψη) του γόνατος. Εν συνεχεία, διακρίνονται 4 βασικές φάσεις μετεγχειρητικής αποκατάστασης,

- Φάση 1^η: πρώιμη αποκατάσταση,
- Φάση 2^η: πρώιμη ενδυνάμωση,
- Φάση 3^η: τελική ενδυνάμωση,
- Φάση 4^η: επιστροφή στην αθλητική δραστηριότητα.

Πρώιμη μετεγχειρητική περίοδος (Φάση 1^η)

Στην πρώιμη φάση της μετεγχειρητικής αποκατάστασης, που περιλαμβάνει την πρώτη εβδομάδα μετά το χειρουργείο (ημέρες 1 – 7), οι στόχοι είναι ο έλεγχος του μετεγχειρητικού άλγους και του οιδήματος, η ενεργοποίηση του τετρακεφάλου και η αποκατάσταση της κινητικότητας της επιγονατίδας, η επιστροφή σε ανεξάρτητη μη – υποβοηθούμενη βάδιση και, κυρίως, η αποκατάσταση της πλήρους έκτασης του γόνατος, ενώ η κάμψη πρέπει να προσεγγίζει τις 90°.

Εικόνα 15. Απλές ασκήσεις παθητικής έκτασης και κάμψης του γόνατος.



Φάση της πρώιμης ενδυνάμωσης (Φάση 2^η)

Σε αυτήν τη φάση (2^η – 4^η εβδομάδες) οι στόχοι είναι η διατήρηση της πλήρους έκτασης και η προοδευτική αύξηση της κάμψης του γόνατος (έως τις 110° – 115°), και η βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και του νευρομυϊκού ελέγχου του γόνατος. Στο τέλος της 4^{ης} εβδομάδας, η μυϊκή ισχύς του τετρακεφάλου του χειρουργημένου σκέλους πρέπει να είναι $\geq 60\%$ εκείνης του αντίστοιχου του υγιούς σκέλους (η αξιολόγηση γίνεται σε ισοκινητικό δυναμόμετρο με το γόνατο σε 60° κάμψης).

Εικόνα 16. Τοποθέτηση του ασθενή στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με το γόνατο σε 60° κάμψης για την αξιολόγηση της ισομετρικής ροπής του τετρακεφάλου.



Φάση της τελικής ενδυνάμωσης (Φάση 3^η)

Σε αυτή τη φάση (4^η – 10^η εβδομάδες) οι στόχοι είναι η αποκατάσταση του πλήρους εύρους κίνησης του γόνατος (0° – 135°) και η περαιτέρω βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας, της ισορροπίας και του νευρομυϊκού ελέγχου της άρθρωσης. Η μυϊκή ισχύς του τετρακεφάλου του χειρουργημένου σκέλους πρέπει να είναι $\geq 75\%$ εκείνης του αντίστοιχου του υγιούς σκέλους, ενώ η μυϊκή ισχύς των οπίσθιων μηριαίων θα πρέπει να είναι ίση αμφοτερόπλευρα (κριτήρια που αξιολογούνται στο ισοκινητικό δυναμόμετρο).

Επιστροφή στην αθλητική δραστηριότητα (Φάση 4^η)

Στην τελική φάση του προγράμματος αποκατάστασης (10^η – 24^η εβδομάδες) ο τελικός στόχος είναι η επιστροφή του ασθενή με ασφάλεια στην αθλητική του δραστηριότητα. Βασικές προϋποθέσεις είναι η πλήρης αποκατάσταση της ισορροπίας και της ιδιοδεκτικότητας του σκέλους, ενώ στα ισοκινητικά τεστ η αναλογία της μυϊκής ισχύος του τετρακεφάλου ανάμεσα στο χειρουργημένο και στο υγιές γόνατο θα πρέπει να είναι $\geq 80\%$, η αντίστοιχη αναλογία της μυϊκής ισχύος των οπίσθιων μηριαίων 100% και η αναλογία της μυϊκής ισχύος των οπίσθιων μηριαίων ως προς τον τετρακέφαλο $\geq 70\%$. Στις 4 τελευταίες εβδομάδες αυτής της φάσης πραγματοποιούνται εξειδικευμένες ασκήσεις ως προς το σπορ (sport – specific exercises).

Εικόνα 17. Sport – specific exercises πριν την επιστροφή στην αθλητική δραστηριότητα.



Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Οξεία και Καθυστερημένη μυϊκή κόπωση

Η οξεία μυϊκή κόπωση είναι ένα φυσιολογικό φαινόμενο που αναφέρεται στην προσωρινή, αλλά αιφνίδια, μείωση της μυϊκής απόδοσης ή στην ανικανότητα διατήρησης της φυσιολογικής μυϊκής συσταλτικότητας μετά από έντονη αθλητική δραστηριότητα. Περιγράφεται από τους αθλητές ως αίσθημα κούρασης, αδυναμίας κι εξουθένωσης, κι εξαρτάται από διάφορους παράγοντες φυσιολογικούς (εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων, συσσώρευση μεταβολικών βιοπροϊόντων όπως το γαλακτικό οξύ, φθορά των μυϊκών ινών κ.ά.), μεταβολικούς (διαθεσιμότητα οξυγόνου, ισορροπία pH) και ψυχολογικούς (ψυχολογικό στρες, έλλειψη κινήτρου κ.ά.) (J Wan et al., 2017).

Η καθυστερημένη μυϊκή κόπωση (Delayed Onset Muscle Soreness, DOMS) ορίζεται ως το φαινόμενο της εμφάνισης άλγους και μυϊκής αδυναμίας 24 ώρες μετά από έντονη εξάσκηση, η ένταση των οποίων αυξάνει μέχρι τις 72 ώρες κι, εν τέλει, υποχωρούν στις επόμενες 5 – 7 ημέρες (Cheung et al., 2003). Η DOMS προκαλείται από μικροτραύμα ή μικρορήξεις των μυϊκών ινών, ιδιαίτερα κατά την έκκεντρη σύσπαση κατά τη διάρκεια της άσκησης, όπου οι μύες επιμηκύνονται υπό τάση (Cleak et al., 1996). Πρόσφατη μελέτη από τους Τσαταλάς και συν. έδειξε ότι η μεγαλύτερη πτώση της μυϊκής ισχύος παρατηρείται μετά από 24 – 48 ώρες μετά από έκκεντρη άσκηση και μπορεί να φτάσει το 30 – 65% σε σχέση με τις τιμές της πριν την άσκηση (Tsatalas et al., 2020). Τα κύρια χαρακτηριστικά της DOMS περιλαμβάνουν, εκτός του διάχυτου μυϊκού άλγους, οίδημα, δυσκαμψία, πτώση της μυϊκής ισχύος και μείωση του εύρους κίνησης (Gulick et al., 1996).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της DOMS είναι:

- **η ένταση και η διάρκεια της άσκησης**, ιδιαίτερα ο συνδυασμός της μέγιστης έντασης και της μέγιστης διάρκειας μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερης έντασης καθυστερημένη μυϊκή κόπωση (Peake et al., 2017),

- **η γωνία της άρθρωσης**, όπου, κατά τη διάρκεια της έκκεντρης σύσπασης, όταν το μήκος των μυϊκών ινών είναι μεγαλύτερο, το μήκος του σαρκομερίου θα παρουσιάσει ανομοιογένεια με αποτέλεσμα την καταστροφή των πιο αδύναμων σαρκομερίων, καθώς και αυτών που βρίσκονται σε διάταση (Nakazawa et al., 1993),

- **η επίδραση της επαναλαμβανόμενης άσκησης (Repeated Bout Effect)**, το φαινόμενο δηλαδή κατά το οποίο ο μυς διαθέτει έναν εγγενή προστατευτικό μηχανισμό που αντιστέκεται στη μυϊκή κόπωση με τη σταδιακή προσαρμογή του στην ίδια την άσκηση (Hylland et al., 2017).

Μεθοδολογία

Δείγμα

Στην παρούσα μελέτη έλαβαν μέρος 20 άνδρες ερασιτέχνες αθλητές, 17 – 30 ετών, που συμμετείχαν στο τοπικό πρωτάθλημα ποδοσφαίρου και είχαν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του Π.Χ.Σ. τουλάχιστον 2 έτη ($28,4 \pm 3,07$ μήνες) πριν τη διεξαγωγή της μελέτης.

Τα κριτήρια εισαγωγής στη μελέτη περιλάμβαναν:

- φύλο άρρεν,
- ηλικία 17 - 30 ετών,
- άθλημα ποδόσφαιρο,
- ιστορικό ρήξης του Π.Χ.Σ. κι αποκατάστασης αυτού με αρθροσκοπικά υποβοηθούμενη συνδεσμοπλαστική Π.Χ.Σ. με αυτομόσχευμα,
- συγκεκριμένο μετεγχειρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης,
- χρόνος από την αποκατάσταση του Π.Χ.Σ. τουλάχιστον 2 έτη,
- επιστροφή την ίδια αθλητική δραστηριότητα.

Τα κριτήρια αποκλεισμού από τη μελέτη ήταν:

- χρήση αλλομοσχεύματος ή συνθετικού μοσχεύματος,
- αναθεώρηση της Συνδεσμοπλαστικής του Π.Χ.Σ.,
- συνοδές μυοπάθειες, ρευματοπάθειες ή νευρολογικές παθήσεις,
- προηγούμενος τραυματισμός στο ίδιο γόνατο,
- μυϊκός ή άλλος τραυματισμός στο αντίθετο σκέλος την τελευταία διετία.

Οι αθλητές που συμμετείχαν στη μελέτη απείχαν, κατόπιν σχετικής οδηγίας, από προπονήσεις με αντιστάσεις και πλειομετρική άσκηση για τουλάχιστον 1 μήνα πριν την έναρξη

και κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, προς αποφυγή του φαινομένου της επαναλαμβανόμενης άσκησης (Repeated Bout Effect) (Khassestarash, Baggaley, Vernillo, Millet, & Edwards, 2022). Επιπλέον, έγινε σύσταση για μη χρήση αναλγητικών φαρμάκων, Μη Στεροειδών Αντιφλεγμονωδών Φαρμάκων (ΜΣΑΦ) ή άλλων μέτρων που θα μπορούσαν να μειώσουν την ένταση και το χρόνο αποκατάστασης της μυϊκής κόπωσης, τουλάχιστον 1 εβδομάδα πριν, αλλά και κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (Nogueira, Felappi, Lima, & Medeiros, 2019).

Το πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης και η αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των καμπτήρων και των εκτεινόντων του γόνατος πραγματοποιήθηκε με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex-Norm (Lumex Corporation, Ronkonkoma, New York) (Εικόνα 18). Τέλος, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να δώσουν την έγγραφη συγκατάθεση τους, ενώ το πρωτόκολλο της μελέτης είχε εγκριθεί από την επιτροπή δεοντολογίας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1) παρουσιάζονται τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στη μελέτη.

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (Μέσοι όροι [Μ.Ο.] $\pm$ τυπικές αποκλίσεις [Τ.Α.]).

	M.O. $\pm$ T.A.
Ηλικία (έτη)	24.8 $\pm$ 4.2
Ύψος (cm)	180 $\pm$ 6.2
Βάρος (kg)	74 $\pm$ 8.2

Εικόνα 18. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για το πρωτόκολλο.



Πειραματική Διαδικασία

Οι συμμετέχοντες ποδοσφαιριστές προσήλθαν στο εργαστήριο 3 φορές. Στην **1^η συνεδρία** (48 ώρες πριν το πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης), καταγράφηκαν το ιατρικό ιστορικό και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών (Πίνακας 1). Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε κλινική εξέταση των γονάτων προς αποκλεισμό μετεγχειρητικής αστάθειας από τον ερευνητή (ορθοπαιδικό χειρουργό με εξειδίκευση στις αθλητικές κακώσεις). Τα κλινικά τεστ που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Lachman - Noulis test και η πρόσθια συρταροειδής δοκιμασία, τα οποία έγιναν τόσο στο χειρουργημένο όσο και στο υγιές σκέλος. Τέλος, εξηγήθηκε η πειραματική διαδικασία και τα οφέλη των συμμετεχόντων από την έρευνα κι έγινε εξοικείωση των αθλητών με το ισοκινητικό δυναμόμετρο.

Κατά τη **2^η συνεδρία** (πραγματοποίηση του πρωτοκόλλου πρόκλησης μυϊκής κόπωσης) έγιναν, κατ' αρχήν, προθέρμανση 10 λεπτών σε δαπεδοεργόμετρο και διατάσεις των βασικών μυϊκών ομάδων του σώματος. Ακολούθησε η διαδικασία του πρωτοκόλλου στο ισοκινητικό

δυναμόμετρο. Η γωνία του ισχίου των εξεταζόμενων σκελών ήταν 100° , ενώ ο κορμός και η λεκάνη των εξεταζόμενων σταθεροποιήθηκαν με ιμάντες προς αποφυγή της κίνησης των ισχίων. Είναι γνωστό ότι η τελευταία επηρεάζει την ενεργοποίηση του τετρακεφάλου (Watanabe, Kouzaki, & Moritani, 2013) και την ενεργοποίηση των μονοαρθρικών μυών, που εκτείνουν το γόνατο, όταν παράγεται ροπή στο ισχίο (Watanabe, Kouzaki, & Moritani, 2016). Έγινε ευθυγράμμιση του άξονα περιστροφής του δυναμόμετρου με αυτόν του γόνατος, ψηλαφώντας τον έξω επικόνδυλο του μηριαίου, με το γόνατο σε κάμψη 90° . Το εύρος κίνησης του γόνατος προσδιορίστηκε στις 10° με 100° , ενώ η ζυγοστάθμιση έγινε στις 45° .

Το πρωτόκολλο περιλάμβανε 5 σετ των 15 επαναλήψεων πλειομετρικής άσκησης μέγιστης έντασης, των καμπτήρων και των εκτεινόντων του γόνατος σε γωνιακή ταχύτητα $60^\circ/\text{s}$ κι $180^\circ/\text{s}$ και στα 2 σκέλη με τυχαία σειρά. Υπήρχε διάλειμμα 10 δευτερολέπτων ανάμεσα στις επαναλήψεις και 2 λεπτών ανάμεσα στα σετ. Οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν, επίσης, μία μέγιστη ισομετρική σύσπαση των εκτεινόντων του γόνατος, διάρκειας 5 δευτερολέπτων. Κατά τη διάρκεια των ασκήσεων, υπήρχε συνεχής παρακίνηση από τον εξεταστή, καθώς και οπτική ανατροφοδότηση στην οθόνη του υπολογιστή (Tsatalas et al., 2020). Οι μέγιστες τιμές των προσπαθειών των συμμετεχόντων, κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου μυϊκής κόπωσης, χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη για την εξακρίβωση ασυμμετριών ανάμεσα στους εκτείνοντες και τους καμπτήρες μεταξύ χειρουργημένου και υγιούς γόνατου.

Κατά την **3^η συνεδρία** (48 ώρες μετά την έναρξη του πρωτοκόλλου) έγινε η αξιολόγηση της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης, δεδομένου ότι τα συμπτώματά της εμφανίζονται 24 - 72 ώρες μετά την άσκηση (Byrne, Twist & Eston, 2004), με την επαναμέτρηση της μέγιστης ισομετρικής ροπής των εκτεινόντων των γονάτων στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Οι τιμές της τελευταίας, στην έναρξη και 48 ώρες μετά το πρωτόκολλο, αποτέλεσαν τον πρώτο δείκτη της αξιολόγησης της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε το Visual Analogue Scale (VAS) Score για την υποκειμενική

αξιολόγηση του μυϊκού πόνου (Begum & Hossain, 2019) που προκλήθηκε από την πλειομετρική άσκηση. Έπειτα από ψηλάφηση από τον ερευνητή της γαστέρας του τετρακεφάλου (έσω κι έξω πλατύς, ορθός μηριαίος) και των οπίσθιων μηριαίων (δικέφαλος μηριαίος, ημιτενοντώδης, ημιμεμβανώδης), ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους να σημειώσουν σε μία κλίμακα από 0 (καθόλου πόνος) έως 10 (μέγιστος πόνος) το μέγεθος του πόνου που αισθάνθηκαν κατά την ψηλάφηση. Οι τιμές του VAS Score αποτέλεσαν το δεύτερο δείκτη της αξιολόγησης της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης.

Αποτελέσματα

Κλινική Εξέταση

Οι συμμετέχοντες δεν παρουσίασαν σημειολογία μετεγχειρητικής αστάθειας, χαλάρωσης ή/και ρήξης του μοσχεύματος του ΠΧΣ τόσο κατά τη διενέργεια του Lachman – Noulis test όσο και κατά την Πρόσθια Συρταροειδή Δοκιμασία.

Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των μεταβλητών της παρούσας μελέτης έγινε με τη χρήση του στατιστικού λογισμικού IBM SPSS Statistics 22.0. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας των αποτελεσμάτων ορίστηκε το $p < 0.05$. Ο έλεγχος της ομαλότητας της κατανομής των μεταβλητών έγινε με το στατιστικό τεστ Kolmogorov – Smirnov, το οποίο επέδειξε κανονική κατανομή σε όλες τις παραμέτρους ($p > 0.05$). Οι επιμέρους συγκρίσεις των τιμών των μεταβλητών πριν και μετά το πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης έγιναν με έλεγχο t – test για εξαρτημένα δείγματα σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

Δείκτες ασυμμετρίας

Στους πίνακες 2 και 3 παρουσιάζονται οι απόλυτες τιμές της σύγκεντρης ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων και των καμπτήρων στο χειρουργημένο και στο υγιές γόνατο σε γωνιακές ταχύτητες 60° και 180° κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου πρόκλησης μυϊκής κόπωσης. Παρατηρείται σημαντική διαφορά στη μυϊκή ισχύ των εκτεινόντων και των καμπτήρων μεταξύ του υγιούς και του χειρουργημένου γόνατος.

Επιπλέον, στον πίνακα 4 παρουσιάζεται ο έλεγχος t – test για εξαρτημένα δείγματα της ισοκινητικής ροπής δύναμης των εκτεινόντων και των καμπτήρων ανάμεσα στο υγιές και στο χειρουργημένο γόνατο σε γωνιακές ταχύτητες 60° και 180° . Παρατηρείται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή της σύγκεντρης ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων

ανάμεσα στο χειρουργημένο και στο υγιές γόνατο τόσο στις 60° ($t_{19} = -6.108$, $p < 0.05$) όσο και στις 180° γωνιακής ταχύτητας ($t_{19} = -11.274$, $p < 0.05$). Επίσης, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή της σύγκεντρης ισοκινητικής ροπής των καμπτήρων ανάμεσα στο χειρουργημένο και στο υγιές γόνατο τόσο στις 60° ($t_{19} = -4.277$, $p < 0.05$) όσο και στις 180° γωνιακής ταχύτητας ($t_{19} = -13.495$, $p < 0.05$).

Πίνακας 2. Απόλυτες τιμές σύγκεντρης (CON) ισοκινητικής ροπής δύναμης (Nm) εκτεινόντων (extensors) στο χειρουργημένο (INJ.) και στο υγιές (NonINJ.) γόνατο στις 60° και 180° γωνιακής ταχύτητας. Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).

	Min.	Max.	Mean	S.D.
INJ_CON 60° Extensors (Nm)	152	311	208.50	36.584
NonINJ_CON 60° Extensors (Nm)	188	308	242.45	30.308
INJ_CON 180° Extensors (Nm)	93	192	136.95	26.540
NonINJ_CON 180° Extensors (Nm)	127	209	170.15	22.321

Πίνακας 3. Απόλυτες τιμές σύγκεντρης (CON) ισοκινητικής ροπής δύναμης (Nm) καμπτήρων (flexors) στο χειρουργημένο (INJ.) και στο υγιές (NonINJ.) γόνατο στις 60° και 180° γωνιακής ταχύτητας. Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).

	Min.	Max.	Mean	S.D.
INJ_CON 60° Flexors (Nm)	90	175	123.25	25.959
NonINJ_CON 60° Flexors (Nm)	112	178	147.45	21.281
INJ_CON 180° Flexors (Nm)	62	119	92.40	16.070
NonINJ_CON 180° Flexors (Nm)	86	148	118.65	17.215

Πίνακας 4. Έλεγχος t – test για εξαρτημένα δείγματα των τιμών της σύγκεντρης (CON) ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων (extensors) και των καμπτήρων (flexors) ανάμεσα στο υγιές (NonINJ.) και στο χειρουργημένο (INJ.) γόνατο στις 60° και στις 180° γωνιακής ταχύτητας.

	Mean	N	S.D.	t	df	sig
INJ_CON 60° Extensors	208.50	20	36.584	-6.108	19	0.000
NonINJ_CON 60° Extensors	242.45	20	30.308			
INJ_CON 60° Flexors	123.25	20	25.959	-4.277	19	0.000
NonINJ_CON 60° Flexors	147.45	20	21.281			
INJ_CON 180° Extensors	136.95	20	26.540	-11.274	19	0.000
NonINJ_CON 180° Extensors	170.15	20	22.321			
INJ_CON 180° Flexors	92.40	20	16.070	-13.495	19	0.000
NonINJ_CON 180° Flexors	118.65	20	17.215			

Δείκτες Καθυστερημένης Μυϊκής Κόπωσης

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι απόλυτες τιμές της μέγιστης ισομετρικής ροπής των εκτεινόντων του χειρουργημένου και του υγιούς γόνατος την ημέρα του πρωτοκόλλου και μετά από 48 ώρες. Αρχικά, παρατηρείται σημαντική διαφορά της μέγιστης ισομετρικής ροπής των εκτεινόντων ανάμεσα στο χειρουργημένο και στο υγιές γόνατο, τόσο αμέσως μετά όσο και 48 ώρες μετά το πρωτόκολλο μυϊκής κόπωσης. Επίσης, οι τιμές της μέγιστης ισομετρικής ροπής των εκτεινόντων μειώθηκαν και στα δύο σκέλη μετά από 48 ώρες.

Από τη στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων (Πίνακας 6) προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην σύγκριση των τιμών της μέγιστης ισομετρικής ροπής των εκτεινόντων αμέσως μετά και 48 ώρες μετά το πρωτόκολλο μυϊκής κόπωσης, τόσο στο υγιές ($t_{19} = 7.129, p < 0.05$) όσο και στο χειρουργημένο γόνατο ($t_{19} = 3.090, p < 0.05$).

Πίνακας 5. Απόλυτες τιμές της μέγιστης ισομετρικής ροπής (ISO) των εκτεινόντων του χειρουργημένου (INJ.) και του υγιούς (NonINJ.) γόνατος την ημέρα του πρωτοκόλλου (PRE) και μετά από 48 ώρες (POST48). Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).

	Min.	Max.	Mean	S.D.
INJ_ISO_PRE	181	342	243.60	39.783
INJ_ISO_POST48	113	306	226.35	45.191
N.INJ_ISO_PRE	242	401	296.10	39.934
N.INJ_ISO_POST48	186	352	256.75	44.873

Πίνακας 6. Έλεγχος t – test για εξαρτημένα δείγματα για την σύγκριση των τιμών της μέγιστης ισομετρικής ροπής (ISO) των εκτεινόντων του χειρουργημένου (INJ.) και του υγιούς (NonINJ.) γόνατος την ημέρα του πρωτοκόλλου (PRE) και μετά από 48 ώρες (POST48).

	Mean	N	S.D.	t	df	sig
INJ_ISO_PRE	243.60	20	39.783	3.090	19	0.006
INJ_ISO_POST48	226.35	20	45.191			
N.INJ_ISO_PRE	296.10	20	39.934	7.129	19	0.000
N.INJ_ISO_POST48	256.75	20	44.873			

Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται οι απόλυτες τιμές του VAS Score, μετά από ψηλάφηση των βασικών μυϊκών ομάδων του μηρού 48 ώρες μετά το πρωτόκολλο μυϊκής κόπωσης, τόσο στο υγιές όσο και στο χειρουργημένο γόνατο. Παρατηρείται σημαντική αύξηση του μυϊκού πόνου και στα δύο σκέλη, γεγονός που υποδηλώνει την εκδήλωση της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης.

Η στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων (Πίνακας 8) ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή του VAS Score ανάμεσα στο χειρουργημένο γόνατο και στο υγιές ($t_{19} = 7.935$, $p < 0.05$). Δηλαδή, η τιμή του VAS Score στο χειρουργημένο γόνατο είναι στατιστικά υψηλότερη από την τιμή του VAS Score στο υγιές.

Πίνακας 7. Απόλυτες τιμές του μυϊκού πόνου (VAS) στο υγιές (NonINJ.) και στο χειρουργημένο (INJ.) σκέλος. Ελάχιστες τιμές (min.), μέγιστες τιμές (max.), μέσος όρος (mean) και τυπικές αποκλίσεις (S.D.).

	Min.	Max.	Mean	S.D.
VAS INJ.	4	9	7.45	1.504
VAS NonINJ.	3	9	6.15	1.785

Πίνακας 8. Έλεγχος t – test για εξαρτημένα δείγματα για την σύγκριση του μυϊκού πόνου (VAS) πριν και μετά από 48 ώρες, ανάμεσα στο χειρουργημένο (INJ.) και στο υγιές (NonINJ.) γόνατο.

	Mean	N	S.D.	t	df	sig
VAS INJ.	7.45	20	1.504	7.935	19	0.000
VAS NonINJ.	6.15	20	1.785			

Συζήτηση

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθούν η καθυστερημένη μυϊκή κόπωση (D.O.M.S.) και η μυϊκή ισχύς των εκτεινόντων και των καμπτήρων του γόνατος έπειτα από πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης σε ισοκινητικό δυναμόμετρο σε ερασιτέχνες αθλητές ποδοσφαίρου που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του ΠΧΣ. Η ερευνητική υπόθεση που τέθηκε επιβεβαιώθηκε τόσο αναφορικά με τις μυϊκές ασυμμετρίες ανάμεσα σε υγιείς και χειρουργημένο γόνατο, όσο και από τη σημαντική εγκατάσταση καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης (DOMS). Αρχικά, επιβεβαιώθηκαν σημαντικές μυϊκές ασυμμετρίες τόσο στους εκτεινόντες όσο και στους καμπτήρες του χειρουργημένου γόνατος σε σχέση με το υγιές, κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου μυϊκής κόπωσης, και στις 2 γωνιακές ταχύτητες. Συγκεκριμένα, η μέση σύγκεντρη ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων του χειρουργημένου γόνατος κυμάνθηκε στο 80% - 85% σε σχέση με εκείνη του υγιούς, ενώ η αντίστοιχη για τους καμπτήρες του χειρουργημένου γόνατος κυμάνθηκε στο 78% - 83% σε σχέση με τη μέση σύγκεντρη ισοκινητική ροπή των καμπτήρων του υγιούς (Πίνακες 2,3). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, διαφορές στη μυϊκή ισχύ των μυϊκών ομάδων του μηρού <90% ανάμεσα στο χειρουργημένο και στο υγιές γόνατο αποτελούν αρνητικό παράγοντα για ασφαλή επιστροφή στην αθλητική δραστηριότητα, με τη λογική ότι η υπέρχρηση στην οποία θα υπόκεινται οι μύες του χειρουργημένου γόνατος των αθλητών μπορεί να αποτελέσει προδιαθεσικό παράγοντα περαιτέρω τραυματισμού (Oleksy et al, 2023, Thomee' et al., 2011).

Επιπρόσθετα, η DOMS επιβεβαιώθηκε τόσο από την αύξηση του VAS Score στις βασικές μυϊκές ομάδες του μηρού, όσο και από τη μείωση της μέγιστης ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων μετά από το πρωτόκολλο πλειομετρικής άσκησης και στα δύο σκέλη (πίνακες 5,7). Τα συγκεκριμένα δεδομένα συμφωνούν με τα αποτελέσματα άλλων μελετών όπου χρησιμοποιήθηκαν παρόμοια πρωτόκολλα άσκησης για την πρόκληση καθυστερημένης

μυϊκής κόπωσης (Tsatalas et al., 2020). Αμέσως μετά το πρωτόκολλο μυϊκής κόπωσης, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά της μέγιστης ισομετρικής ροπής των εκτεινόντων ανάμεσα στο χειρουργημένο και στο υγιές γόνατο, δεδομένο που επιβεβαιώνεται και στη διεθνή βιβλιογραφία (Brown et al., 2021). Ωστόσο, η μείωση της μέγιστης ισομετρικής ροπής των εκτεινόντων του γόνατος 48 ώρες μετά το πρωτόκολλο μυϊκής κόπωσης ήταν της τάξης του 7% στο χειρουργημένο και 13% στο υγιές σκέλος, γεγονός αξιοσημείωτο, που πιθανότατα οφείλεται στο φόβο επανατραυματισμού του γόνατος λόγω του αυξημένου μυϊκού πόνου.

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει συγκεκριμένους περιορισμούς. Καταρχήν, το δείγμα των συμμετεχόντων είναι πολύ μικρό για την εξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων. Επιπλέον, οι αθλητές ακολούθησαν παρόμοια, αλλά όχι ίδια μετεγχειρητικά πρωτόκολλα αποκατάστασης, και οι χειρουργικές επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν από διαφορετικούς χειρουργούς με διαφορετικά μοσχεύματα για τη συνδεσμοπλαστική του ΠΧΣ. Τέλος, το πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης προκλήθηκε σε εργαστηριακές συνθήκες και δεν μπορεί να προσομοιάσει εκείνη που προκαλείται κατά τη διάρκεια μίας προπόνησης ή ενός ποδοσφαιρικού αγώνα.

Συμπεράσματα

Οι μυϊκές ασυμμετρίες που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της πλειομετρικής άσκησης τόσο στους εκτείνοντες όσο και στους καμπτήρες του γόνατος ανάμεσα σε υγιείς και χειρουργημένο σκέλος αποτελούν αρνητικό παράγοντα επιστροφής σε πλήρη αθλητική δραστηριότητα. Η επιβεβαίωση της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης (DOMS) 48 ώρες μετά την πλειομετρική άσκηση και, ιδιαίτερα, η στατιστικά σημαντική μεγαλύτερη εκδήλωσή της στο χειρουργημένο σκέλος οδηγούν σε μεγαλύτερη κι ασύμμετρη επιβάρυνση των γονάτων, η οποία σε αγωνιστικές συνθήκες και, ιδιαίτερα σε ερασιτέχνες αθλητές, όπου η αποκατάσταση μετά τις προπονήσεις είναι συνήθως ελλιπής, θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο το μόσχευμα του ΠΧΣ και να αυξήσει κατακόρυφα το ρίσκο επαναρήξης του. Νέες προοπτικές μελέτες θα μπορούσαν να εστιάσουν στην εκδήλωση της καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης έπειτα από άσκηση που ανταποκρίνεται περισσότερο σε αγωνιστικές συνθήκες ποδοσφαίρου (π.χ. σπριντ με απότομη επιβράδυνση κι επιτάχυνση κι αλλαγές κατεύθυνσης, άλματα με φορά κτλ.) ώστε να βγουν πιο εμπεριστατωμένα συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση της εκδήλωσης καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης σε αθλητές που έχουν υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του ΠΧΣ. Τέλος, είναι απαραίτητη η κατάρτιση νέων και πιο εξειδικευμένων μετεγχειρητικών προγραμμάτων αποκατάστασης και η στενή παρακολούθηση του αθλητή που έχει υποβληθεί σε συνδεσμοπλαστική του ΠΧΣ από το χειρουργό, το φυσιοθεραπευτή και το γυμναστή ώστε η επιστροφή στην αθλητική του δραστηριότητα να πληροί τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν και να γίνει με ασφάλεια και στο σωστό χρονικό διάστημα.

Βιβλιογραφία

1. Parrington L., Ball K. (2016). Laterality in Sports. Chapter 18: Biomechanical considerations of laterality in sport. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-801426-4.00013-4>
2. Kellis E., Galanis N., Kofotolis N. (2019). Hamstring-to-Quadriceps ratio in female athletes with a previous hamstring Injury, anterior cruciate ligament reconstruction, and controls. *Sports* 2019, 7, 214; doi:10.3390/sports7100214
3. Natri A, Jarvinen M., Latvala K., Kannus P. (1996). Isokinetic Muscle Performance After Anterior Cruciate Ligament Surgery. Long- Term Results and Outcome Predicting Factors After Primary Surgery and Late-Phase Reconstruction. *Int. J. Sports Med.* Vol. 17, NO. 3, pp. 223-228
4. Paulus J., Pauls J., Radizzi L., Krecke L., Bury T., Le Goff C., Laly A., Schwartz C., Forthomme B., Kaux J.-F., Croisier J.-L. (2021). Knee strength measurement: Can we switch between isokinetic dynamometers? *Isokinetics and Exercise Science* 29, 247–268 247 DOI 10.3233/IES-193193
5. Maitland M., Lowe R., Stewart S., Fung T., Douglas Bell G. (1993). Does Cybex testing increase knee laxity after anterior cruciate ligament reconstructions? *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 21, No. 5
6. Yoon T., Hwang J. (2000). Comparison of eccentric and concentric isokinetic exercise testing after anterior cruciate ligament reconstruction. *Yonsei Med J.*, Vol. 41, No. 5
7. Ardern C. L., Taylor N. F., Feller J. A., & Webster K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1543-1552. doi:10.1136/bjsports-2013-093398

8. J. R. Silva, M. C. Rumpf, M. Hertzog, C. Castagna, A. Farooq, O. Girard, K. Hader (2017). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* DOI 10.1007/s40279-017-0798-8
9. Jing-jing Wan, Zhen Qin, Peng-yuan Wang, Yang Sun and Xia Liu (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine* (2017) 49, e384; doi:10.1038/emm.2017.194
10. Cleak MJ, Eston RG. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *Br J Sports Med* (1992); 26 (4): 267-72 doi: 10.1136/bjsm.26.4.267
11. Tsatalas T., Karampina E., Kalotyhos S., Dolapsaki E., Syrou N., Mina M. A., Giakas, G. (2020). The Effects of Exercise-induced Muscle Damage on Landing Biomechanics Vary Depending on the Type of Landing. In *Inquiries in Sport & Physical Education* (Vol. 18, pp. 157 – 166).
12. Gulick DT, Kimura IF. Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it? *J Sport Rehab* (1996); 5: 234-43 DOI:10.1123/jsr.5.3.234
13. Peake, J., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J Appl Physiol*, 122, 559–570. doi: 10.1152/japplphysiol.00971.2016.
14. Nakazawa, K., Y. , Kawakami, T., Fukunaga, H., Yano, & Miyashita, M. (1993). Differences in activation patterns in elbow flexor muscles during isometric, concentric and eccentric contractions. *Eur. J. Appl. Physiol.* , 66(214 –220). DOI: 10.1007/BF00235096
15. Hyldahl, Chen, T. C., & Nosaka, K. (2017). Mechanisms and Mediators of the Skeletal Muscle Repeated Bout Effect. . *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 45(1), 24–33. doi:10.1249/jes.0000000000000095
16. Khassestarash, A., Baggaley, M., Vernillo, G., Millet, G. Y., & Edwards, W. B. (2022). The repeated bout effect influences lower-extremity biomechanics during a 30-min downhill run. *Eur J Sport Sci*, 1-10. doi:10.1080/17461391.2022.2048083

17. Nogueira, N. M., Felappi, C. J., Lima, C. S., & Medeiros, D. M. (2019). Effects of local cryotherapy for recovery of delayed onset muscle soreness and strength following exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. *Sport Sciences for Health*. DOI:10.1007/s11332-019-00571-z
18. Watanabe, Kouzaki, M., & Moritani, T. (2013). Region-specific myoelectric manifestations of fatigue in human rectus femoris muscle. . *Muscle & Nerve*, 48(2), 226–234. doi:10.1002/mus.23739
19. Watanabe, Kouzaki, M., & Moritani, T. (2016). Effect of aging on regional neuromuscular regulation within human rectus femoris muscle during stair ascent and descent. *Gait & Posture*, 52. doi:10.1016/j.gaitpost.2016.11.011
20. Byrne, C., Twist, C., & Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports Med.* , 34(1), 49-69. doi:10.2165/00007256-200434010-00005
21. Bekir Eray Kılınç, Adnan Kara, Savas Camur, Yunus Oc, Haluk Celik (2015). Isokinetic dynamometer evaluation of the effects of early thigh diameter difference on thigh muscle strength in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2015; 11(2):95-100 <http://dx.doi.org/10.12965/jer.150100>
22. Stefano Della Villa, Lorenzo Boldrini, Margherita Ricci, Furio Danelon, Lynn Snyder-Mackler, Gianni Nanni, Giulio Sergio Roi (2012). Clinical Outcomes and Return-to-Sports Participation of 50 Soccer Players After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Through a Sport-Specific Rehabilitation Protocol. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* 2012 4: 17
23. Marit Baste Undheim, Ciaran Cosgrave, Enda King, Siobhán Strike, Brendan Marshall, Éanna Falvey, Andrew Franklyn-Miller (2015). Isokinetic muscle strength and readiness to return to

- sport following anterior cruciate ligament reconstruction: is there an association? A systematic review and a protocol recommendation. *Br J Sports Med* 2015; 0:1–7.
24. Felipe Machado, Pedro Debieux, Camila Cohen Kaleka, Diego Astur, Maria Stella Peccin & Moisés Cohen (2018). Knee isokinetic performance following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstrings graft. *The Physician and Sports medicine*, DOI: 10.1080/00913847.2018.1418592
 25. S. Zaffagnini, A. Grassi, G.M. Marcheggiani Muccioli, K. Tsapralis, M. Ricci, L. Bragonzoni, S. Della Villa, M. Marcacci (2014). Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in professional soccer players. *Knee* (2014), THEKNEE-01859 <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2014.02.005>
 26. Seide KARASEL, Berrin AKPINAR, Selmin GÜLBAHAR, Meltem BAYDAR, Özlem EL, Halit PINAR, Hasan TATARI, Osman KARAOĞLAN, Elif AKALIN (2010). Clinical and functional outcomes and proprioception after a modified accelerated rehabilitation program following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010; 44(3):220-228 doi:10.3944/AOTT.2010.2293
 27. Suzanne N. de Jong, Danny R. van Caspel, Michiel J. van Haeff, Daniël B.F. Saris (2007). Functional Assessment and Muscle Strength Before and After Reconstruction of Chronic Anterior Cruciate Ligament Lesions. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol 23, No 1 (January), 2007: pp 21-28 doi:10.1016/j.arthro.2006.08.024
 28. Carl G. Mattacola, David H. Perrin, Bruce M. Gansneder, Joe H. Gieck, Ethan N. Saliba; Frank C. McCue (2002). Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Athletic Training* 2002;37(3):262–268
 29. Ted Sueyoshi, ATC, PES, Akihiro Nakahata, PT, Gen Emoto, MD, Tomoki Yuasa, MD (2017). Single-Leg Hop Test Performance and Isokinetic Knee Strength After Anterior Cruciate

Ligament Reconstruction in Athletes. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(11), DOI: 10.1177/2325967117739811

30. Mst. Rabea Begum, Mohammad Anwar Hossain (2019). Validity and Reliability of Visual Analogue Scale (VAS) for Pain Measurement. *Journal of Medical Case Reports and Reviews* 2:11, ISSN (O) 2589-8655| (P) 2589-8647.
31. Karoline Cheung, Patria A. Hume, Linda Maxwell (2003). Delayed Onset Muscle Soreness Treatment Strategies and Performance Factors. *Sports Med* 2003; 33 (2): 145-164 0112-1642/03/0002-0145/\$30.00/0
32. Oleksy Ł., Mika A., Sulowska-Daszyk I., Kielnar R., Dziecioł-Anikiej Z., Zyznawska J., Adamska O., Stolarczyk, A. (2023). The Evaluation of Asymmetry in Isokinetic and Electromyographic Activity (sEMG) of the Knee Flexor and Extensor Muscles in Football Players after ACL Rupture Reconstruction and in the Athletes following Mild Lower-Limb Injuries. *J. Clin. Med.* 2023, 12, 1144. <https://doi.org/10.3390/jcm12031144>.
33. Matthew J. Jordan, Per Aagaard, Walter Herzog (2016). Asymmetry and Thigh Muscle Coactivity in Fatigued Anterior Cruciate Ligament–Reconstructed Elite Skiers. 0195-9131/17/4901-0011/0 MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE Copyright 2016 by the American College of Sports Medicine DOI: 10.1249/MSS.0000000000001076.
34. Kate E. Webster, Darren C. Austin, Julian A. Feller, Ross A. Clark, Jodie A. McClelland (2014). Symmetry of squatting and the effect of fatigue following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* DOI 10.1007/s00167-014-3121-3.
35. Jonathan P. Gumucio, Kristoffer B. Sugg, Elizabeth R Sibilsy Enselman, Alexis C. Konja, Logan R. Eckhardt, Asheesh Bedi, Christopher L. Mendias (2018). ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT TEAR INDUCES A SUSTAINED LOSS OF MUSCLE FIBER FORCE PRODUCTION. *Muscle Nerve* 58: 145–148 DOI 10.1002/mus.26075.

36. Gulcan Harput, Burak Ulusoy, Taha Ibrahim Yildiz, Serdar Demirci, Leyla Eraslan, Egemen Turhan, Volga Bayrakci Tunay (2018). Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5040-1>.
37. Zsolt Knoll, Rita M. Kiss, Laszlo' Kocsis (2004). Gait adaptation in ACL deficient patients before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 14 (2004) 287–294 doi:10.1016/j.jelekin.2003.12.005.
38. Raymond Che Tin Li, Nicola Maffulli, Yuen Cheung Hsu, Kai Ming Chan (1996). Isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings and functional ability of anterior cruciate deficient knees in recreational athletes. *BrJ Sports Med* 1996;30:161-164.
39. Geoffrey D. Abrams, Joshua D. Harris, Anil K. Gupta, Frank M. McCormick, Charles A. Bush-Joseph, Nikhil N. Verma, Brian J. Cole, Bernard R. Bach Jr. (2014). Functional Performance Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. A Systematic Review. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(1), 2325967113518305 DOI: 10.1177/2325967113518305.
40. Marc Dauty, Pierre Menu, Alban Fouasson-Chailloux, Sophie Ferréol, Charles Dubois (2016). Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 2016;6 (1):116-123 doi: 10.11138/mltj/2016.6.1.116.
41. João Victor Novaretti, Carlos Eduardo Franciozi, Andrea Forgas, Sheila Jean McNeill Ingham, Rene Jorge Abdalla (2018). Quadriceps Strength Deficit at 6 Months After ACL Reconstruction Does Not Predict Return to Preinjury Sports Level. *SPORTS HEALTH* vol. 10, no. 3 DOI: 10.1177/1941738118759911.
42. Rodrigo Antunes de Vasconcelos, Débora Bevilaqua-Grossi, Antonio Carlos Shimano, Cleber Jansen Paccola, Tânia Fátima Salvini, Christiane Lanatovits Prado, Wilson A. Mello Junior

- (2009). RELIABILITY AND VALIDITY OF A MODIFIED ISOMETRIC DYNAMOMETER IN THE ASSESSMENT OF MUSCULAR PERFORMANCE IN INDIVIDUALS WITH ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION. *Rev Bras Ortop.* 2015 Nov 16;44(3):214-24. doi: 10.1016/S2255-4971(15)30071-9. eCollection 2009 Jan.
43. Anne Benjaminse, Kate E. Webster, Alexander Kimp, Michelle Meijer, Alli Gokeler (2019). Revised Approach to the Role of Fatigue in Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention: A Systematic Review with Meta-Analyses. *Sports Medicine* <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01052-6>.
44. Conlan Brown, Lee Marinko, Michael P. LaValley, Deepak Kumar (2021). Quadriceps Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Compared With Uninjured Matched Controls. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(4), 2325967121991534 DOI: 10.1177/2325967121991534.
45. Roland Thomee', Yonatan Kaplan, Joanna Kvist, Grethe Myklebust, May Arna Risberg, Daniel Theisen, Elias Tsepis, Suzanne Werner, Barbara Wondrasch, Erik Witvrouw (2011). Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2011) 19:1798–1805 DOI 10.1007/s00167-011-1669-8.
46. Stephanie Di Stasi, Gregory D. Myer, Timothy E. Hewett (2013). Neuromuscular Training to Target Deficits Associated With Second Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013 November ; 43(11): 777–11. doi:10.2519/jospt.2013.4693.
47. Wolf Petersen, Thore Zantop (2006). Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with Regard to Its Two Bundles. *CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH* Number 454, pp. 35–47 DOI: 10.1097/BLO.0b013e31802b4a59.

48. Wolf Petersen, Pouria Taheri, Phillip Forkel, Thore Zantop (2014). Return to play following ACL reconstruction: a systematic review about strength deficits. *Arch Orthop Trauma Surg* (2014) 134:1417–1428 DOI 10.1007/s00402-014-1992-x.
49. Mohammad A. Yabroudi, James J. Irrgang (2013). Rehabilitation and Return to Play After Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clin Sports Med* 32 (2013) 165–175 <http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2012.08.016>.
50. Kevin E. Wilk, Christopher A. Arrigo (2017). Rehabilitation Principles of the Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knee Twelve Steps for Successful Progression and Return to Play. *Clin Sports Med* 36 (2017) 189–232 <http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2016.08.012>.
51. Marlon Francys Vidmar, Bruno Manfredini Baroni, Alexandre Fróes Michelin, Márcio Mezzomo, Ricardo Lugokenski, Gilnei Lopes Pimentel, Marcelo Faria Silva (2019). Isokinetic eccentric training is more effective than constant load eccentric training on the quadriceps rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther.* 2019, <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.003>.
52. Wouter Welling, Anne Benjaminse, Koen Lemmink, Bart Dingenen, Alli Gokeler (2019). Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within 7 months after ACL reconstruction in amateur male soccer players. *Physical Therapy in Sport* 40 (2019) 10e18 <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.08.004>.
53. Janina Kaarre, Zachary J. Herman, Nicholas P. Drain, Raghav Ramraj, Clair N. Smith, Ehab M. Nazzal, Jonathan D. Hughes, Bryson P. Lesniak, James J. Irrgang, Volker Musahl, Andrew L. Sprague (2024). Strength symmetry after autograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of ISAKOS* 9 (2024) 3–8 <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2023.09.010>.

Παραρτήματα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Έγκριση Επιτροπής Δεοντολογίας ΤΕΦΑΑ ΠΘ



Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Τρίκαλα: 6/2/2019
Αριθμ. Πρωτ.1455

Βεβαίωση έγκρισης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο: Αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κομπτήρων και των εκτεινόντων του γόνατος με ισοκινητικό δυναμόμετρο σε αθλητές ποδοσφαιρού, οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε Συνδεσμοπλαστική Προσθίου Χιαστού Συνδέσμου.

Επιστημονικώς υπεύθυνος/επιβλέπων: Ιωάννης Γιόκας
Ιδιότητα: Καθηγητής Εμβιομηχανικής
Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα: Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Αφαίρεση προσωπικών δεδομένων
(Υπηρεσία Βιβλιοθήκης &
Πληροφόρησης Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας)

Κύριος ερευνητής/φοιτητής: Ιωάννης Τζέλλιος
Πρόγραμμα Σπουδών: ΠΜΣ «Άσκηση και Υγεία»
Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα: Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι: Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τηλ. επικοινωνίας: [Redacted]

Email επικοινωνίας: [Redacted]

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. 1-3/8-2-2019 συνεδρίασή της εγκρίνει τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της
Εσωτερικής Επιτροπής
Δεοντολογίας – ΤΕΦΑΑ

Τσιόκανος Αθανάσιος
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II: Έντυπο συναίνεσης στη μελέτη



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: Αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των καμπτήρων και των εκτεινόντων του γόνατος με ισοκινητικό δυναμόμετρο, έπειτα από πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης, σε ερασιτέχνες αθλητές ποδοσφαίρου, οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε Συνδεσμοπλαστική Προσθίου Χιαστού Συνδέσμου.

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Ιωάννης Γιάκας, Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ, ΠΘ,

Ερευνητές: Ιωάννης Γιάκας, Ιωάννης Τζέλλιος

1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η αξιολόγηση της ροπής δύναμης των καμπτήρων και των εκτεινόντων του γόνατος με ισοκινητικό δυναμόμετρο, έπειτα από πρωτόκολλο πρόκλησης μυϊκής κόπωσης, σε ερασιτέχνες αθλητές ποδοσφαίρου, οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε Συνδεσμοπλαστική Προσθίου Χιαστού Συνδέσμου.

2. Διαδικασία

Οι συμμετέχοντες θα αξιολογηθούν 1 φορά στο εργαστήριο εμβιομηχανικής του ΤΕΦΑΑ για περίπου μία ώρα. Κατά την επίσκεψη, αρχικά θα συμπληρώσουν ερωτηματολόγια για την υποκειμενική αξιολόγηση του χειρουργημένου γόνατος (IKDC - 2000 SF, Tegner Activity Level Scale, Lysholm Knee Scoring Scale) και θα ακολουθήσει κλινική αξιολόγηση από ορθοπαιδικό, εξειδικευμένο σε αθλητικές κακώσεις, καθώς κι αξιολόγηση της στροφικής σταθερότητας του γόνατος με Tibial Rotator Device. Θα ακολουθήσει γενική προθέρμανση (3' χαλαρό τρέξιμο σε διάδρομο και 3' διατατικές ασκήσεις των συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων) και στη συνέχεια οι συμμετέχοντες θα τοποθετηθούν στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex - Norm για ειδική προθέρμανση (5 υπομέγιστες επαναλήψεις της κάθε άσκησης σε κάθε γωνιακή ταχύτητα) για την καλύτερη προετοιμασία των μυϊκών ομάδων προς εξέταση, αλλά και την καλύτερη κατανόηση των ασκήσεων. Τέλος, θα εκτελέσουν 5 επαναλήψεις σε κάθε άσκηση, με διάλλειμα 2 λεπτών ανάμεσά τους.

3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Οι συμμετέχοντες θα νιώσουν τη φυσιολογική κόπωση που προκαλεί η άσκηση. Δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος τραυματισμού κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών. Παρ' όλα αυτά υπάρχει πρόβλεψη πρώτων βοηθειών και εκπαιδευμένο προσωπικό για κάθε ενδεχόμενο.

4. Προσδοκώμενες ωφέλειες

Με την συμμετοχή σας θα λάβετε τις κατάλληλες πληροφορίες για τη λειτουργική κατάσταση του χειρουργημένου γόνατός σας και, πιο συγκεκριμένα, αν αυτό είναι σε τέτοιο επίπεδο, από

μυϊκής άποψης, ώστε να υποστηρίξει την ασφαλή επιστροφή στο σπορ με το μικρότερο δυνατό ρίσκο για υποτροπή του τραυματισμού ή την εκδήλωση άλλων τραυματισμών. Επίσης, τα αποτελέσματα της έρευνας θα μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη αξιολόγηση τόσο των προγραμμάτων αποθεραπείας μετά από το συγκεκριμένο τραυματισμό, όσο και των προπονητικών προγραμμάτων με απώτερο στόχο τη βελτίωση της εκγύμνασης των αθλητών και την πρόληψη τραυματισμών.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σας δε θα φαίνεται πουθενά.

6. Πληροφορίες

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της εργασίας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση ζητήστε μας να σας δώσουμε διευκρινίσεις.

7. Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σας στην εργασία είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε.

8. Δήλωση συναίνεσης

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω. Συναινώ να συμμετάσχω στην ερευνητική εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή παρατηρητή

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή γονέα ή κηδεμόνα