



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ
Διευθυντής: Καθηγητής Αναστάσιος Κορομπίλιας

**Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ
ΓΟΝΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ
ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΜΟΣΧΕΥΜΑ ΤΩΝ
ΙΣΧΙΟΚΝΗΜΙΑΙΩΝ**

ΑΝΔΡΕΑΣ ΠΙΣΚΟΠΑΚΗΣ
ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΟΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2025



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ
Διευθυντής: Καθηγητής Αναστάσιος Κορομπίλιας

**Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ
ΓΟΝΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ
ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΜΟΣΧΕΥΜΑ ΤΩΝ
ΙΣΧΙΟΚΝΗΜΙΑΙΩΝ**

ΑΝΔΡΕΑΣ ΠΙΣΚΟΠΑΚΗΣ
ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΟΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2025

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Τμήμα Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος).

Σύμφωνα με το Κριτήριο 14 του εγγράφου UEMS 2016.20 «EACCME Criteria for the Accreditation of Live Educational Events (LEE)», Δηλώνω ότι δεν έχω καμία Σύγκρουσης Συμφερόντων –λόγω οικονομικής ή άλλης σχέσης. Η γνωστοποίηση έγινε στον Πανελλήνιο Ιατρικό Σύλλογο, κατά την υποβολή της αίτησης (Παράρτημα 4).

Ημερομηνία αίτησης του κ. Πισκοπάκη Ανδρέα: 23-09-2014

Ημερομηνία ορισμού Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: Γ.Σ. αριθμ. 775α/17-03-2015

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Επιβλέπων:

Γεωργούλης Αναστάσιος, Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μέλη:

Βεκρής Μάριος, Αναπληρωτής Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Χαντές Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Ημερομηνία ορισμού θέματος: 02-07-2015

«Ο έλεγχος διεγχειρητικής και μετεγχειρητικής σταθερότητας του γόνατος μετά από αποκατάσταση προσθίου χιαστού συνδέσμου με εφαρμογή διαφορετικής τάσης στο μόσχευμα των ισchioκνημιαίων»

Ανασυγκρότηση Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: Γ.Σ. 1019α/12-07-2022

Επιβλέπων:

Βεκρής Μάριος, Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μέλη:

Χαντές Μιχαήλ, Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Τότλης Τρύφωνας, Επίκουρος Καθηγητής Ανατομίας και Χειρουργικής του Τμήματος Ιατρικής του ΑΠΘ

ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: 1159α/28-07-2025

1. Βεκρής Μάριος, Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
2. Χαντές Μιχαήλ, Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
3. Τότλης Τρύφωνας, Επίκουρος Καθηγητής Ανατομίας και Χειρουργικής Ανατομίας του Τμήματος Ιατρικής του Α.Π.Θ.
4. Κορομπιλίας Αναστάσιος, Καθηγητής Ορθοπαιδικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
5. Γελαλής Ιωάννης, Καθηγητής Ορθοπαιδικής με έμφαση στη Χειρουργική Σπονδυλικής Στήλης και Επανορθωτική Χειρουργική Ενηλίκων του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
6. Πάκος Αιμίλιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Ορθοπαιδικής με έμφαση στη Βιολογική Μηχανική του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
7. Γκιάτας Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής Ορθοπαιδικής με έμφαση στη Χειρουργική Άνω Άκρου και την Επανορθωτική Χειρουργική Ενηλίκων του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Έγκριση Διδακτορικής Διατριβής με βαθμό «ΑΡΙΣΤΑ» στις 11-12-2025

Ιωάννινα 22-05-2026

ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Σπυρίδων Κονιτσιώτης

Καθηγητής Νευρολογίας



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε το αποτέλεσμα της χρήσης συσκευής κατά την τάνυση του μοσχεύματος κατά τη συνδεσμοπλαστική του προσθίου χιαστού. Στο γενικό μέρος της διατριβής γίνεται λόγος για την ανατομία του προσθίου χιαστού, τους τραυματισμούς του προσθίου χιαστού και τις μεθόδους αντιμετώπισης αυτών. Το ειδικό μέρος της διατριβής περιλαμβάνει το σκοπό της μελέτης, το υλικό και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, την ανάλυση των αποτελεσμάτων, τη συζήτηση των αποτελεσμάτων και τη συσχέτιση τους με τα βιβλιογραφικά δεδομένα και τα συμπεράσματα. Στο τρίτο μέρος αναγράφεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στην Πανεπιστημιακή Ορθοπαιδική Κλινική της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Τα ευρήματα της μελέτης έχουν δημοσιευθεί κατόπιν κρίσης ως πρωτότυπο άρθρο στο περιοδικό Journal of Clinical Medicine 2023 Jul 11; 12(14): 4623.

Με την ολοκλήρωση της διδακτορικής μου διατριβής, θα ήθελα να αναφερθώ σε όλους εκείνους που στάθηκαν αρωγοί και συμπαραστάτες σε αυτή τη διαδρομή. Το αποτέλεσμα κάθε επιστημονικού έργου είναι συνάρτηση της προσπάθειας πολλών ανθρώπων, που με τον τρόπο τους ο καθένας, συνετέλεσαν στην εξέλιξη και την ολοκλήρωση του επιστημονικού εγχειρήματος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον Καθηγητή - επιβλέποντα της διατριβής Βεκρή Μάριο για την πολύτιμη καθοδήγηση του κατά την διάρκεια εκπόνησης της διατριβής, τον καθηγητή Γεωργούλη Αναστάσιο για την πολύτιμη συμβολή του στην έναρξη της διδακτορικής διατριβής και τον καθηγητή Χαντέ Μιχαήλ και επικ. καθηγητή Τότλη Τρύφων για τις χρήσιμες συμβουλές τους. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Πατέρα μου Πισκοπάκη Νικόλαο για την συνολική καθοδήγηση και σύλληψη της ιδέας της διατριβής.

Ανδρέας Πισκοπάκης

Αθήνα, Δεκέμβριος 2025

Αφιερωμένο στον Δάσκαλο, φίλο και Πατέρα μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	14
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	18
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	20
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΧΙΑΣΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ.....	25
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	25
1.1 ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ.....	26
1.2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ.....	27
1.2.1 Έκφυση.....	27
1.2.2 Κατάφυση.....	27
1.2.3 Διαστάσεις.....	28
1.2.4 Δεσμίδες.....	29
1.3 ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ.....	31
1.3.1 Ζώνες.....	31
1.3.2 Μικροσκοπική δομή	32
1.4 ΑΓΓΕΙΩΣΗ	33
1.5 ΝΕΥΡΩΣΗ	35
1.6 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΡΗΞΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ 38

2.1 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ	39
2.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΑΚΩΣΗΣ	41
2.3 ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	42
2.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	42
2.5 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ	44
2.5 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ	46
2.6 ΠΡΟΛΗΨΗ	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΗΣ ΡΗΞΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ 48

3.1 ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ.....	48
3.1.1 Ενδείξεις.....	49
3.1.2 Αποτελέσματα	49
3.2 ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ	50
3.2.1 Ιστορική αναδρομή.....	51
3.2.2 Ενδείξεις.....	52
3.2.3 Χρόνος συνδεσμοπλαστικής	52
3.2.4 Προσπέλαση	53
3.2.5 Τύποι μοσχευμάτων πρόσθιου χιαστού συνδέσμου	53
3.2.5.1 Αυτομοσχεύματα.....	53
3.2.5.2 Αλλομοσχεύματα	55
3.2.5.3 Συνθετικά Μοσχεύματα	56
3.2.6 Τάνυση (τέντωμα) μοσχεύματος.....	57
3.2.7 Συνδεσμοπλαστική μονής ή διπλής δεσμίδας (single or double bundle)	58
3.2.8 Σταθεροποίηση των μοσχευμάτων.....	59

3.2.9 Μετεγχειρητική επούλωση του μοσχεύματος – Ενσωμάτωση - Συνδεσμοποίηση	60
3.2.10 Μετεγχειρητική απεικόνιση του μοσχεύματος	62
3.2.11 Μετεγχειρητική αποκατάσταση.....	63
3.2.12 Επιπλοκές της συνδεσμοπλαστικής του προσθίου χιαστού.....	64
3.2.13 Αποτελέσματα της συνδεσμοπλαστικής του προσθίου χιαστού	65
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	69
5.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	69
5.2 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	69
5.2.1 Κριτήρια επιλογής	69
5.2.2 Κριτήρια αποκλεισμού.....	70
5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ	70
5.3.1 Καταγραφή δεδομένων	70
5.3.2 Χειρουργική τεχνική	71
5.3.3 Αξιολόγηση κλινικών αποτελεσμάτων και σταθερότητας του γόνατος	78
5.3.3.1 Αξιολόγηση προσθιοπίσθιας σταθερότητας γόνατος	78
5.3.3.2 Αξιολόγηση κλινικών αποτελεσμάτων γόνατος.....	80
5.3.4 Διαδικασία απεικόνισης ενσωμάτωσης των μοσχευμάτων με χρήση μαγνητικής τομογραφίας.....	82
5.3.5 Αξιολόγηση απεικόνισης ενσωμάτωσης των μοσχευμάτων με χρήση μαγνητικής τομογραφίας.....	84
5.3.6 Στατιστική επεξεργασία	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	88

6.1 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ	90
6.1.1 Ηλικία του πληθυσμού μελέτης	93
6.1.2 Φύλο του πληθυσμού μελέτης.....	95
6.1.3 Σωματικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης (Βάρος – Ύψος – Δείκτης Μάζας Σώματος)	96
6.1.4 Χρονικό διάστημα μεταξύ τραυματισμού και χειρουργικής επέμβασης στον πληθυσμό μελέτης	99
6.2 ΚΛΙΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ	100
6.2.1 Προεγχειρητικά κλινικά δεδομένα.....	100
6.2.2 Διεγχειρητικά κλινικά δεδομένα	106
6.2.2.1 Πάχος μοσχευμάτων.....	106
6.2.2.2 Πρόσθια μετατόπιση της κνήμης υπό γενική αναισθησία.....	107
6.2.3 Μετεγχειρητικά κλινικά δεδομένα	109
6.2.3.1 Πρόσθια μετατόπιση της κνήμης.....	109
6.2.3.2 IKDC score	115
6.2.3.3 Lysholm Knee score	118
6.2.3.4 Tegner Activity Score.....	121
6.3 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	130
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	135
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ.....	136
9.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ	136
9.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ.....	138
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	140

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ 163

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. IKDC ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΦΟΡΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΓΟΝΑΤΟΣ 163

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. LYSHOLM KNEE SCORE 165

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3. TEGNER ACTIVITY SCALE..... 166

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ανατομική εικόνα γόνατος κατά τη 10 ^η εμβρυϊκή εβδομάδα. Παρατηρείται η οργάνωση του πρόσθιου χιαστού (ACL) μεταξύ μηριαίου (F) και κνήμης (T) ^[2]	26
Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση της θέσης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, ως προς το μηριαίο οστό και την κνήμη ^[11]	28
Εικόνα 3. Πρόσθια όψη του δεξιού γόνατος. Έχουν αφαιρεθεί ο επιγονατιδικός τένοντας και τα περίξ μαλακά μόρια. Διακρίνονται οι δύο δεσμίδες του πρόσθιου χιαστού: Η πρόσθια-έσω (AM) και η οπίσθια-έξω (PL) ^[2]	29
Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση της κίνησης των δεσμίδων του πρόσθιου χιαστού. Στην έκταση του γόνατος, η πρόσθια-έσω δεσμίδα είναι χαλαρή και η οπίσθια-έξω δεσμίδα είναι διατεταμένη. Στην κάμψη του γόνατος, η πρόσθια-έσω δεσμίδα είναι διατεταμένη και η οπίσθια-έξω δεσμίδα είναι χαλαρή ^[15] . ..	30
Εικόνα 5. Τρεις ιστολογικές ζώνες του πρόσθιου χιαστού: A: Το εγγύς τμήμα το οποίο είναι εξαιρετικά κυτταρικό με στρογγυλά και ωοειδή κύτταρα. B: Το μεσαίο τμήμα με ατρακτοειδείς ινοβλάστες και υψηλή πυκνότητα δεσμίδων κολλαγόνου. C: Το άπω τμήμα με ωοειδείς ινοβλάστες και χαμηλή πυκνότητα δεσμίδων κολλαγόνου ^[17]	31
Εικόνα 6. Σχηματική απεικόνιση αιμάτωσης πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ^[24]	34
Εικόνα 7. Μηχανοϋποδοχείς Ruffini (A) και Vater–Pacini (B). Αυτοί οι μηχανοϋποδοχείς έχουν λειτουργίες ιδιοδεκτικότητας. Οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις (C) απελευθερώνουν νευροπεπτίδια με αγγειοδραστική λειτουργία ^[17]	36
Εικόνα 8. Εικόνα ρήξης πρόσθιου χιαστού ^[37]	38
Εικόνα 9. Απεικόνιση τύπων κακώσεων του πρόσθιου χιαστού ^[53]	43

Εικόνα 10. Δοκιμασία Lachmann	44
Εικόνα 11. Δοκιμασία Pivot Shift.....	45
Εικόνα 12. Πρόσθια συρταροειδής δοκιμασία	45
Εικόνα 13. Απεικόνιση ρήξης προσθίου χιαστού στη μαγνητική τομογραφία. Από το αρχείο του συγγραφέα.	47
Εικόνα 14 Αυτομόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα ^[88]	54
Εικόνα 15. Τετραπλό αυτομόσχευμα ισchioκνημιαίων ^[92]	55
Εικόνα 16. Ανακατασκευή προσθίου χιαστού μονής δεσμίδας (αριστερά) και διπλής δεσμίδας (δεξιά). Τροποποιημένο από Amin et al ^[118]	59
Εικόνα 17. Φάσεις ενσωμάτωσης του μοσχεύματος. Τροποποιημένο από Yao et al ^[125]	62
Εικόνα 18. Αρχική τοποθέτηση ασθενούς σε leg-holder. Θέση τομής για λήψη αυτομοσχευμάτων hamstrings.	71
Εικόνα 19. Τετραπλό μόσχευμα οπίσθιων μηριαίων.....	72
Εικόνα 20. Διαμόρφωση μηριαίου tunnel.	73
Εικόνα 21. Διαμόρφωση κνημιαίου tunnel.	74
Εικόνα 22. Εισαγωγή αυτομοσχεύματος από το κνημιαίο tunnel στο άνοιγμα του μηριαίου tunnel.	75
Εικόνα 23. Διεγχειρητικός έλεγχος της σταθερότητας του μοσχεύματος	75
Εικόνα 24. Χειροκίνητη εφαρμογή τάσης στο μόσχευμα.....	76
Εικόνα 25. Εφαρμογή τάσης στο μόσχευμα με το σύστημα tensioner	77
Εικόνα 26. Καταγραφή της προσθιοπίσθιας μετατόπισης της κνήμης με χρήση του αρθρόμετρου KT-1000. Τροποποιημένο από Dung et al ^[139]	79

Εικόνα 27. Οι τρεις εξετασθείσες περιοχές του μοσχεύματος: α) Η ενδοαρθρική περιοχή (έκφυση) β) Η ενδοοστική περιοχή εντός της κνημιαίας σήραγγας (μεσότητα) και γ) Η ενδοοστική περιοχή εντός της κνημιαίας σήραγγας που βρίσκεται σε επαφή και με την απορροφήσιμη βίδα (κατάφυση). Τροποποιημένο από Αμπατζής ^[170]. 85

Εικόνα 28. Ενδοαρθρική θέση. Εικόνες που ελήφθησαν πριν από την ενδοφλέβια χορήγηση γαδολινίου (I) αποκαλύπτουν την παρουσία ενός ιστού σχήματος δακτυλίου, υψηλής έντασης σήματος στην εξωτερική επιφάνεια του μοσχεύματος, που ενισχύεται έντονα μετά τη χορήγηση γαδολινίου (II). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί εντυπωσιακά μετά την ψηφιακή αφαίρεση των δύο εικόνων (III). 127

Εικόνα 29. Θέση ενδοοστικής κνημιαίας σήραγγας. Ομοίως, η παρουσία ενός περιφερικού ιστού, υπεραγγειακού χαρακτήρα, μπορεί να αποδειχθεί γύρω από το μόσχευμα στη θέση της ενδοοστικής κνημιαίας σήραγγας (I), που ενισχύεται έντονα μετά τη χορήγηση γαδολινίου (II). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί εντυπωσιακά μετά την ψηφιακή αφαίρεση των δύο εικόνων (III). 127

Εικόνα 30. Θέση ενδοοστικής βίδας. Το χείλος του περιφερικού υπεραγγειακού ιστού ανιχνεύεται στην επιφάνεια επαφής του ιστού του μοσχεύματος και του σπογγώδους οστού, μειώνοντας την επιφάνεια μεταξύ του μοσχεύματος και του υλικού στερέωσης (I) που ενισχύεται έντονα μετά τη χορήγηση γαδολινίου (II). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί εντυπωσιακά μετά την ψηφιακή αφαίρεση των δύο εικόνων (III). 128

Εικόνα 31. Μαγνητική τομογραφία στους 6 μήνες μετεγχειρητικά. Οβελιαία αλληλουχία προσανατολισμού πυκνότητας πρωτονίων (I). Το μόσχευμα εμφανίστηκε ετερογενές, με διάχυτα αυξημένη ένταση σήματος κυρίως στην ενδοαρθρική του θέση. Αντίστοιχες λοξές αξονικές προβολές, μετά τη χορήγηση γαδολινίου, στο μεσαίο τμήμα των τριών θέσεων μοσχεύματος που εξετάστηκαν (IIa, IIb, IIc), αποκάλυψαν ότι οι ετερογένειες έντασης σήματος οφείλονται στην παρουσία ενός ιστού υψηλής έντασης σήματος, που αγκαλιάζει το μόσχευμα κυκλοτερώς. 128

Εικόνα 32. Μαγνητική τομογραφία στους 12 μήνες μετεγχειρητικά. Παρόμοια ευρήματα με τις αντίστοιχες εικόνες των 6 μηνών. 129

Εικόνα 33. Μαγνητική τομογραφία στους 24 μήνες μετεγχειρητικά. Παρατηρείται σταδιακή υποχώρηση του ιστού υψηλού σήματος. Ο αποκατεστημένος πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος μοιάζει περισσότερο με τον φυσικό πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο. 129

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Προδιαθεσικοί παράγοντες τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού	42
Πίνακας 2. Ταξινόμηση κακώσεων του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου	43
Πίνακας 3. Πρωτόκολλα μαγνητικής τομογραφίας που χρησιμοποιήθηκαν. STIR:short tau inversion recovery; T1W: T1 weighted; TSE:turbo spin echo; T2W: T2 weighted; PDW: proton density weighted; 3D/FFE: 3-dimensional fast field echo; Fat-Sat: fat saturation; TR: repetition time; TE: echo time; Gd: gadolinium.	83
Πίνακας 4. Έλεγχος κανονικότητας των ποσοτικών μεταβλητών του δείγματος. Τιμές p μικρότερες του 0,05 συνιστούν μη κανονική κατανομή. SD (standard deviation): Σταθερή απόκλιση	90
Πίνακας 5. Δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης.....	93
Πίνακας 6. Προεγχειρητικά κλινικά δεδομένα του πληθυσμού μελέτης	100
Πίνακας 7. Πάχος οστικών τούνελ κνήμης και μηριαίου, στον πληθυσμό μελέτης	106
Πίνακας 8. Καταγραφή της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης (απόλυτη τιμή) σε mm πριν και μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά. ΓΑ: Γενική αναισθησία.....	109
Πίνακας 9. Καταγραφή της μέσης διαφοράς της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηριαίο (συγκριτικά με το ετερόπλευρο γόνατο) σε mm πριν και μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά. ΓΑ: Γενική αναισθησία.....	112

Πίνακας 10. Καταγραφή του μέσου IKDC score προεγχειρητικά και 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά.	115
Πίνακας 11. Καταγραφή του μέσου Lysholm Knee score προεγχειρητικά και 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά.	118
Πίνακας 12. Καταγραφή του μέσου Tegner Activity score προεγχειρητικά και 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά.	121
Πίνακας 13. Τιμές δείκτη ενίσχυσης (EI) που υπολογίστηκαν κατά μήκος των τριών διαφορετικών σημείων (ενδοαρθρικά, άνω όριο κνημιαίου tunnel, κάτω όριο κνημιαίου tunnel) και των δύο ομάδων, στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο.	124

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Επίπτωση της ρήξης προσθίου χιαστού σε άνδρες και γυναίκες, στην Αυστραλία, στα έτη 2000 – 2015. Τροποποιημένο από Zbrojkiewicz et al [44]	40
Διάγραμμα 2. Διάγραμμα σχηματισμού πληθυσμού μελέτης	91
Διάγραμμα 3. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά πληθυσμού μελέτης	92
Διάγραμμα 4. Διάγραμμα σύγκρισης μέσων ηλικιών μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B	94
Διάγραμμα 5. Διάγραμμα σύγκρισης αναλογίας φύλου μεταξύ ασθενών ομάδας A και ασθενών ομάδας B	95
Διάγραμμα 6. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου βάρους μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B.	96
Διάγραμμα 7. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου ύψους μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B	97
Διάγραμμα 8. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου BMI μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B.....	98
Διάγραμμα 9. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου χρονικού διαστήματος μεταξύ τραυματισμού και χειρουργικής επέμβασης μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B	99
Διάγραμμα 10. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας A και μέσης προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας B	101
Διάγραμμα 11. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης διαφοράς της προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας A και μέσης	

διαφοράς της προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας B	102
Διάγραμμα 12. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου προεγχειρητικού IKDC score μεταξύ ασθενών της ομάδας A και μέσου προεγχειρητικού IKDC score ασθενών της ομάδας B.	103
Διάγραμμα 13. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου προεγχειρητικού Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και μέσου προεγχειρητικού Lysholm Knee score των ασθενών της ομάδας B.	104
Διάγραμμα 14. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου προεγχειρητικού Tegner Activity Scale score μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και μέσου προεγχειρητικού Tegner Activity Scale score των ασθενών της ομάδας B.	105
Διάγραμμα 15. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και μέσης διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας B.	107
Διάγραμμα 16. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης διαφοράς της διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας A και μέσης διαφοράς της διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας B	108
Διάγραμμα 17. Μεταβολή της μέσης πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης (mm) του χειρουργημένου γόνατος συγκριτικά με το φυσιολογικό γόνατο, όπως μετρήθηκε από το KT-1000, προεγχειρητικά, άμεσα μετεγχειρητικά και στους 3 και 6 μήνες μετεγχειρητικά. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά.....	110
Διάγραμμα 18. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και μέσης πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας B, στους 3 και 6 μήνες μετά το χειρουργείο.	111
Διάγραμμα 19. Μεταβολή της διαφοράς της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης (mm) του χειρουργημένου γόνατος συγκριτικά με το φυσιολογικό γόνατο, όπως	

μετρήθηκε από το KT-1000, προεγχειρητικά, άμεσα μετεγχειρητικά και στους 3 και 6 μήνες μετεγχειρητικά. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά..... 113

Διάγραμμα 20. Διάγραμμα σύγκρισης της μέσης διαφοράς της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 3 και 6 μήνες μετά το χειρουργείο. 114

Διάγραμμα 21. Μεταβολή του IKDC score, προεγχειρητικά, και στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δύο ομάδων. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά 116

Διάγραμμα 22. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου IKDC score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 6 μήνες μετά το χειρουργείο. 116

Διάγραμμα 23. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου IKDC score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 12 και τους 24 μήνες μετά το χειρουργείο..... 117

Διάγραμμα 24. Μεταβολή του Lysholm score, προεγχειρητικά, και στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δύο ομάδων. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά 119

Διάγραμμα 25. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 6 μήνες μετά το χειρουργείο..... 119

Διάγραμμα 26. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 12 και τους 24 μήνες μετά το χειρουργείο..... 120

Διάγραμμα 27. Μεταβολή του Tegner score, προεγχειρητικά, και στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά 122

Διάγραμμα 28. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και των ασθενών της ομάδας B, στους 6 μήνες μετά το χειρουργείο.....	122
Διάγραμμα 29. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Tegner Activity score μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και των ασθενών της ομάδας B, στους 12 και τους 24 μήνες μετά το χειρουργείο.....	123
Διάγραμμα 30. Μεταβολή του δείκτη ενίσχυσης (EI) στην ενδοαρθρική περιοχή, στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων. MTX: Μετεγχειρητικά.....	125
Διάγραμμα 31. Μεταβολή του δείκτη ενίσχυσης (EI) στην ενδοοστική περιοχή του κνημιαίου tunnel, στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων. MTX: Μετεγχειρητικά.....	126
Διάγραμμα 32. Μεταβολή του δείκτη ενίσχυσης (EI) στην περιοχή της απορροφήσιμης βίδας, στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων. MTX: Μετεγχειρητικά.....	126

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΧΙΑΣΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος αποτελεί βασική δομή της άρθρωσης του γόνατος, με κύριες ιδιότητες την αντίσταση στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης και στις στροφικές δυνάμεις. Είναι μια από τις πιο συχνά τραυματισμένες δομές κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων. Μετά από ρήξη, ο πρόσθιος χιαστός δεν επουλώνεται και η χειρουργική αποκατάσταση είναι η θεραπεία εκλογής. Η χειρουργική θεραπεία στοχεύει στην αποκατάσταση της κινηματικής και της σταθερότητας του τραυματισμένου γόνατος, καθώς και την πρόληψη μελλοντικών εκφυλιστικών αλλαγών. Ως εκ τούτου, η επαρκής κατανόηση της πολύπλοκης ανατομίας, λειτουργίας και εμβιομηχανικής του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι πολύ σημαντική για τη βελτιστοποίηση των τεχνικών χειρουργικής ανακατασκευής ^[1].

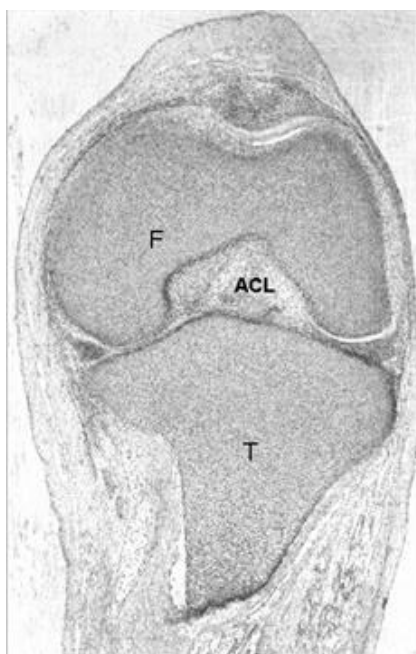
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Μια από τις πρώτες ανατομικές περιγραφές του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου έχει βρεθεί γραμμένη σε έναν αιγυπτιακό πάπυρο που χρονολογείται από το 3000 π.Χ. Ωστόσο, ο σύνδεσμος περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Γαληνό το 170 μ.Χ. και αναφέρθηκε με το όνομα «*ligamenta genu cruciate*» ^[2]. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου περίπου 1600 ετών, η σημασία του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου φαίνεται να μην έχει εκτιμηθεί επαρκώς ^[3]. Από την εποχή του Γαληνού, έχουν περάσει πολλοί αιώνες χωρίς περαιτέρω εξελίξεις ή εις βάθος ανατομικές ή εμβιομηχανικές μελέτες στις δομές του γόνατος. Μάλιστα, μόλις τον 19ο αιώνα ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος άρχισε να προκαλεί σημαντικό ενδιαφέρον στον τομέα της

χειρουργικής του γόνατος και να γίνεται αντικείμενο σημαντικών ερευνών για τη δομή του, τους πιθανούς τραυματισμούς του και την αντιμετώπισή τους ^[4].

1.1 ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος εμφανίζεται ως μεσεγγυματική συμπύκνωση την 6^η εβδομάδα κύησης. Περιβάλλεται από μια πτυχή αρθρικού αρθρικού υμένα δίκην μεσεντερίου που προέρχεται από τον οπίσθιο αρθρικό θύλακο. Έτσι, ενώ ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος εντοπίζεται ενδοαρθρικά, παραμένει εκτός του αρθρικού υμένα σε όλη την πορεία του. Την 9^η εμβρυϊκή εβδομάδα, ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος αποτελείται από πολυάριθμους ανώριμους ινοβλάστες με ατρακτοειδή πυρήνες. Αυτοί οι ινοβλάστες παράγουν την εξωκυττάρια ουσία του χιαστού (εικόνα 1) ^[5]



Εικόνα 1. Ανατομική εικόνα γόνατος κατά τη 10^η εμβρυϊκή εβδομάδα. Παρατηρείται η οργάνωση του πρόσθιου χιαστού (ACL) μεταξύ μηριαίου (F) και κνήμης (T) ^[2].

Η εμβρυογένεση του πρόσθιου χιαστού έχει σχεδόν ολοκληρωθεί την 20^η εβδομάδα ^[6]. Σε εμβρυϊκή ηλικία άνω των 24 εβδομάδων οι δύο κύριες δεσμίδες είναι ήδη ανιχνεύσιμες, αλλά φαίνονται πιο παράλληλες σε σύγκριση με τον χιαστό των ενηλίκων ^[7].

1.2 ANATOMIA

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος είναι μια ταινιοειδής δομή που μοιάζει με ταινία από πυκνούς συνδετικούς ιστούς.

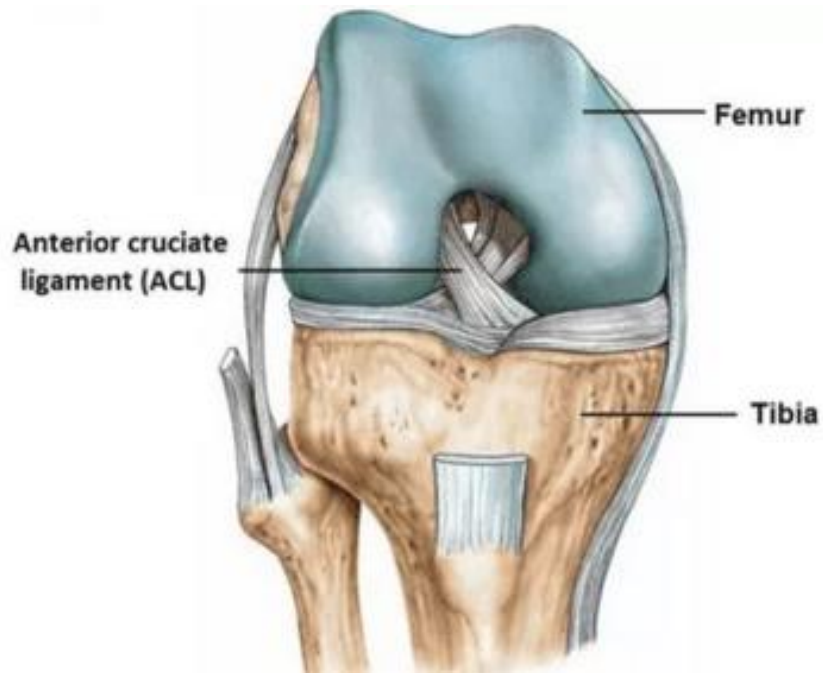
1.2.1 Έκφυση

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος εκφύεται από το οπίσθιο τμήμα της έσω επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου (εικόνα 2). Φέρεται επί τα εκτός της μέσης γραμμής και καταλαμβάνει το ανώτερο 66% της έσω επιφάνειας της μεσοκονδύλιας εντομής. Η επιφάνειας της μηριαίας έκφυσης μπορεί να ποικίλλει από 11 έως 24 mm. Από τη μηριαία έκφυση του, ο πρόσθιος χιαστός φέρεται προς τα εμπρός, έσω και περιφερικά προς την κνήμη ^[8-9].

1.2.2 Κατάφυση

Οι ίνες του πρόσθιου χιαστού διασπείρονται καθώς πλησιάζουν την κατάφυση του στην κνήμη. Καταφύεται ανάμεσα στις κνημιαίες άκανθες, σε μια πλατιά περιοχή εύρους περίπου 11 mm (εγκάρσια) και 17 mm (προσθιοπίσθια). Η περιοχή της κατάφυσης έχει συνήθως τριγωνικό σχήμα, αλλά σε κάποιες περιπτώσεις είναι ωοειδές. Κάποιες από τις ίνες του πρόσθιου χιαστού

καταλήγουν προς τα εμπρός κάτω από τον μεσομηνισκικό σύνδεσμο, το πρόσθιο και το οπίσθιο κέρας του έξω μηνίσκου. Η κνημιαία κατάφυση είναι κάπως ευρύτερη και ισχυρότερη από τη μηριαία έκφυση [8, 10].



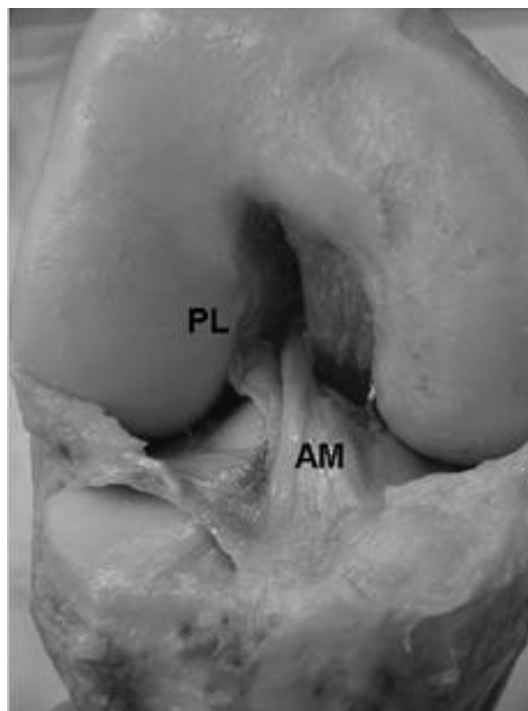
Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση της θέσης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, ως προς το μηριαίο οστό και την κνήμη [11].

1.2.3 Διαστάσεις

Το μέσο μήκος του πρόσθιου χιαστού είναι 32 mm και το πλάτος του κυμαίνεται από 7 έως 12 mm. Βίαια επιμήκυνση του συνδέσμου πάνω από 2 mm μπορεί να επιφέρει ρήξη. Το πάχος του χιαστού είναι μικρότερο στη μεσότητα του συνδέσμου. Το σχήμα της διατομής του πρόσθιου χιαστού είναι «ακανόνιστο» και αλλάζει ανάλογα με τη γωνία κάμψης, αλλά είναι γενικά μεγαλύτερο στην πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση. Η περιοχή της διατομής αυξάνεται από το μηριαίο οστό προς την κνήμη [12].

1.2.4 Δεσμίδες

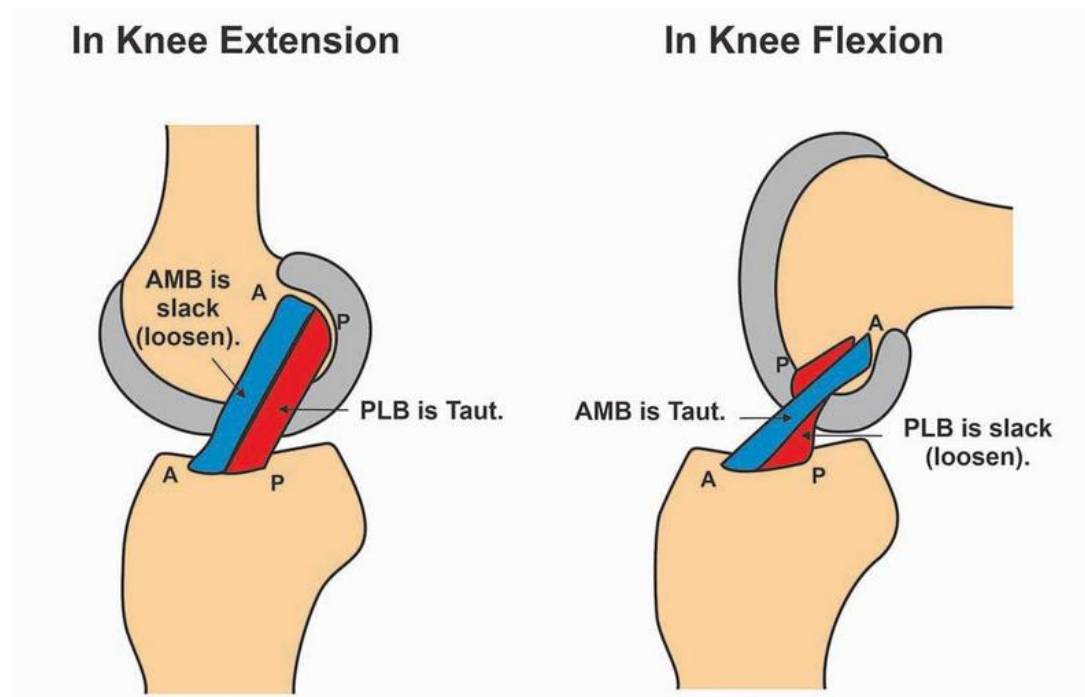
Λειτουργικά, ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος διαιρείται σε δυο δεσμίδες, την προσθιο-έσω δεσμίδα και την οπίσθια-έξω δεσμίδα ^[10]. Οι ίνες της πρόσθιας-έσω δεσμίδας εκφύονται από την πιο πρόσθια και εγγύς επιφάνεια της μηριαίας έκφυσης και καταλήγουν στην πρόσθια επιφάνεια της κνημιαίας κατάφυσης. Αντίθετα, οι ίνες της οπίσθιας-έξω δεσμίδας προέρχονται από την οπίσθια-άπω επιφάνεια της μηριαίας έκφυσης και καταλήγουν στην οπίσθια-έξω επιφάνεια της κνημιαίας κατάφυσης (εικόνα 3). Η οπίσθια-έξω δεσμίδα αποτελείται από μεγαλύτερο αριθμό ινών σε σχέση με την πρόσθια-έσω δεσμίδα ^[12].



Εικόνα 3. Πρόσθια όψη του δεξιού γόνατος. Έχουν αφαιρεθεί ο επιγονατιδικός τένοντας και τα περίξ μαλακά μόρια. Διακρίνονται οι δύο δεσμίδες του πρόσθιου χιαστού: Η πρόσθια-έσω (AM) και η οπίσθια-έξω (PL) ^[2].

Με το γόνατο σε έκταση οι δεσμίδες του πρόσθιου χιαστού φέρονται παράλληλα στο οβελιαίο επίπεδο. Κατά τη διάρκεια της κάμψης, υπάρχει μια ελαφρά έξω στροφή του συνδέσμου στο σύνολό του γύρω από τον επιμήκη άξονά του και η πρόσθια-έσω δεσμίδα αρχίζει να στρέφεται γύρω από τον υπόλοιπο σύνδεσμο. Αυτή η σχετική κίνηση της μιας δεσμίδας πάνω στην άλλη οφείλεται στον προσανατολισμό της έκφυσης και της κατάφυσης του πρόσθιου χιαστού [8, 10].

Οι δύο δεσμίδες μεταβάλλουν ανισομερώς το μήκος τους κατά την παθητική κάμψη του γόνατος. Η πρόσθια-έσω δεσμίδα επιμηκύνεται και διατείνεται σε κάμψη, ενώ η οπίσθια-έξω δεσμίδα βραχύνεται και χαλαρώνει (εικόνα 4). Στην πλήρη έκταση, οι οπίσθιες ίνες χαλαρώνουν και έτσι αφήνουν την πρόσθια-έσω δεσμίδα να περιορίζει την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης. Η έσω στροφή του γόνατος αυξάνει το μήκος του πρόσθιου χιαστού λίγο περισσότερο από ότι η έξω στροφή, κυρίως σε κάμψη 30° [13-14].



Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση της κίνησης των δεσμίδων του πρόσθιου χιαστού. Στην έκταση του γόνατος, η πρόσθια-έσω δεσμίδα είναι χαλαρή και η οπίσθια-έξω δεσμίδα είναι διατεταμένη. Στην κάμψη του γόνατος, η πρόσθια-έσω δεσμίδα είναι διατεταμένη και η οπίσθια-έξω δεσμίδα είναι χαλαρή [15].

1.3 ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ

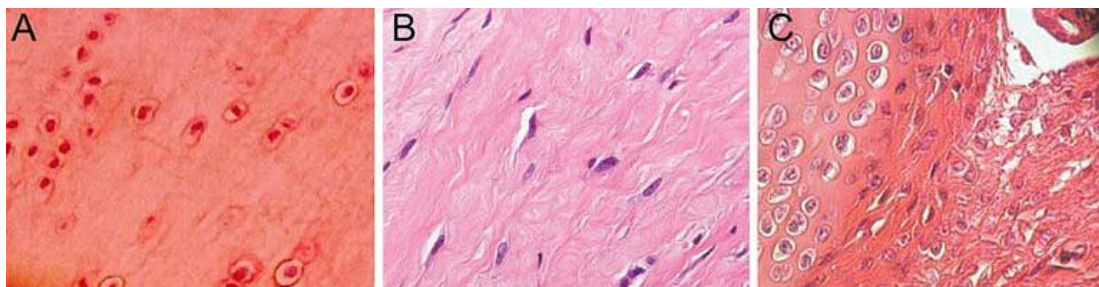
1.3.1 Ζώνες

Μικροσκοπικά, μπορούμε να διακρίνουμε τρεις ζώνες εντός του πρόσθιου χιαστού (εικόνα 5) ^[16]:

1. Το εγγύς τμήμα, το οποίο είναι πλούσιο σε στρογγυλά και ωοειδή κύτταρα, που περιέχει μερικούς ατρακτοειδείς ινοβλάστες, κολλαγόνο τύπου II και γλυκοπρωτεΐνες όπως φιμπρονεκτίνη και λαμνίνη.

2. Το μεσαίο τμήμα, που περιέχει ατρακτοειδείς ινοβλάστες, πυκνό δίκτυο ινών κολλαγόνου, μια ειδική ζώνη χόνδρου και ινοχόνδρου, ελαστικές ίνες και ίνες οξυταλάνης. Οι ίνες οξυταλάνης αντέχουν μέτριες πολυκατευθυντικές τάσεις, ενώ οι ελαστικές ίνες απορροφούν την επαναλαμβανόμενη μέγιστη πίεση.

3. Το περιφερικό τμήμα, που είναι το πιο συμπαγές, είναι πλούσιο σε χονδροβλάστες και ωοειδείς ινοβλάστες, και με χαμηλή πυκνότητα δεσμίδων κολλαγόνου. Οι ινοβλάστες έχουν επίσης πολλαπλές μικρές κυτταρικές προσεκβολές (μικρολάχνες).



Εικόνα 5. Τρεις ιστολογικές ζώνες του πρόσθιου χιαστού: **A:** Το εγγύς τμήμα το οποίο είναι εξαιρετικά κυτταρικό με στρογγυλά και ωοειδή κύτταρα. **B:** Το μεσαίο τμήμα με ατρακτοειδείς ινοβλάστες και υψηλή πυκνότητα δεσμίδων κολλαγόνου. **C:** Το άπω τμήμα με ωοειδείς ινοβλάστες και χαμηλή πυκνότητα δεσμίδων κολλαγόνου ^[17].

1.3.2 Μικροσκοπική δομή

Η μικροσκοπική δομή του προσθίου χιαστού είναι παρόμοια με τα άλλα είδη συνδετικού ιστού. Αποτελείται από πολλαπλά ινίδια, η βασική μονάδα των οποίων είναι το κολλαγόνο, με μήκος από 250 μm έως αρκετά χιλιοστά, περιβαλλόμενα από έναν συνδετικό ιστό γνωστό ως παρατενόντιο έλυτρο. Έχουν περιγραφεί δύο τύποι ινιδίων: Ο πρώτος τύπος έχει μεταβλητή διάμετρο και ακανόνιστο περίγραμμα. Αντιπροσωπεύουν το 50,3% του συνόλου των ινιδίων του πρόσθιου χιαστού και εκκρίνονται από τους ινοβλάστες. Αυτά τα μεγάλα ανομοιογενή ινίδια είναι εξειδικευμένα για να αντέχουν σε υψηλές τάσεις εφελκυσμού. Ο δεύτερος τύπος ινιδίων έχει ομοιόμορφη διάμετρο με λεία όρια και μέγιστη διάμετρο στα 45 nm. Αποτελούν το 43,7% του συνόλου του προσθίου χιαστού και εκκρίνονται από τους ινο-χονδροβλάστες. Αυτά τα μικρά ομοιογενή ινίδια διατηρούν την τρισδιάστατη δομή του συνδέσμου ^[16, 18].

Η εξωκυττάρια ουσία του προσθίου χιαστού αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά συστατικά:

1. Κολλαγόνο: Υπάρχουν διάφοροι τύποι κολλαγόνου που εντοπίζονται στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο. Το κολλαγόνο τύπου I είναι το κύριο κολλαγόνο των συνδέσμων και των τενόντων. Στον πρόσθιο χιαστό, τα ινίδια κολλαγόνου τύπου I είναι προσανατολισμένα παράλληλα με τον επιμήκη άξονα του συνδέσμου και υπεύθυνα για την αντοχή σε εφελκυσμό του συνδέσμου. Το κολλαγόνο τύπου II βρίσκεται στην εξωκυττάρια ουσία των χονδροκυττάρων που βρίσκονται σε σειρές μεταξύ των παράλληλων ινιδίων κολλαγόνου τύπου I, σε σημεία που ο σύνδεσμος δέχεται δυνάμεις διάτμησης ^[5]. Το κολλαγόνο τύπου III βρίσκεται στον χαλαρό συνδετικό ιστό που χωρίζει τα ινίδια κολλαγόνου τύπου I. Βρίσκεται παντού εντός του συνδέσμου, αλλά έχει μέγιστη συγκεντρώση κοντά στις θέσεις πρόσφυσης ^[19]. Το μεγαλύτερο μέρος του νεοσυντιθέμενου κολλαγόνου στην πρώιμη φάση της επούλωσης είναι τύπου III ^[20]. Αυξάνεται επίσης μετά από ανακατασκευή με τενόντιο μόσχευμα σε μια διαδικασία αναδιαμόρφωσης που ονομάζεται «συνδεσμοποίηση» ^[21]. Το κολλαγόνο τύπου IV βρίσκεται στη βασική μεμβράνη των αγγείων, κυρίως στο

εγγύς και άπω τμήμα του συνδέσμου και λιγότερο στο μεσαίο τριτημόριο που έχει τη μικρότερη αγγείωση ^[19]. Το κολλαγόνο τύπου VI έχει προσανατολισμό παράλληλο με αυτόν του κολλαγόνου τύπου III. Χρησιμεύει ως στοιχείο ολίσθησης μεταξύ λειτουργικών ινιδιακών μονάδων. Υπάρχει σε υψηλότερη συγκέντρωση κοντά στις περιοχές της έκφυσης και της κατάφυσης του συνδέσμου, όπου ασκούνται και οι μεγαλύτερες δυνάμεις ^[19].

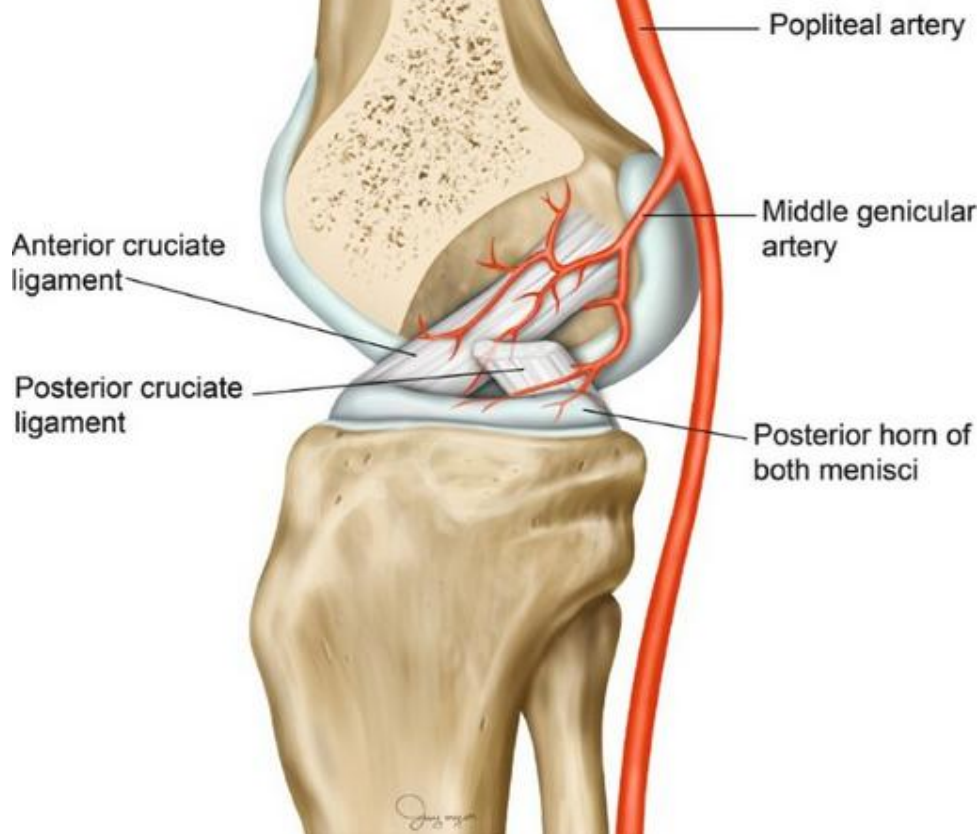
2. Γλυκοζαμινογλυκάνες: Το νερό αποτελεί το 60-80% του συνολικού υγρού βάρους του πρόσθιου χιαστού και σχετίζεται κυρίως με το τμήμα του συνδετικού ιστού που αποτελείται από πρωτεογλυκάνες και γλυκοζαμινογλυκάνες (GAGs). Ο πρόσθιος χιαστός έχει υψηλή αναλογία GAGs, 2 - 4 φορές μεγαλύτερη από των τενόντων, που του προσδίνει χαρακτηριστικά απορρόφησης κραδασμών ^[22].

3. Μη κολλαγονικές πρωτεΐνες: Αυτά περιλαμβάνουν τη λαμίνη, την εντακτίνη, την τενασκίνη και τη φιμπρονεκτίνη. Παίζουν σημαντικό ρόλο στη μορφολογία της εξωκυττάριας ουσίας, στην κυτταρική προσκόλληση και στην κυτταρική μετανάστευση ^[16].

4. Ελαστικά συστατικά: Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει την οξυταλάνη, την ελαουνίνη, ώριμες ελαστικές ίνες και ελαστικές μεμβράνες ^[16].

Συνοπτικά, η πολύπλοκη δομική οργάνωση, ο ποικίλος προσανατολισμός των δεσμών και η πληθώρα ελαστικών στοιχείων του πρόσθιου χιαστού τον κάνουν πολύ διαφορετικό σχετικά με άλλους συνδέσμους και τένοντες. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος είναι μια μοναδική και πολύπλοκη κατασκευή ικανή να αντέχει πολυαξονικές καταπονήσεις και ποικίλες καταπονήσεις εφελκυσμού ^[16]. Αυτή η ειδικότητα και πολυπλοκότητα μπορεί να εξηγήσει τη δυσκολία στην αναπαραγωγή του αρχικού πρόσθιου χιαστού μετά από χειρουργική ανακατασκευή.

1.4 ΑΓΓΕΙΩΣΗ



ομοιογενής. Το εγγύς τμήμα του συνδέσμου αιματώνεται καλύτερα από το άπω τμήμα. Το άνω τμήμα του προσθίου χιαστού τροφοδοτείται από παράπλευρους κλάδους των αρτηριών που κατευθύνονται στην οροφή της μεσοκονδύλιας εντομής και στον έξω μηριαίο κόνδυλο ^[25]. Μικρή αιμάτωση παρέχεται στο περιφερικό τμήμα του προσθίου χιαστού από τους υποεπιγονατιδικούς κλάδους των κάτω αρτηριών του γόνατος. Η αιμάτωση είναι πτωχή σε μια μικρή ζώνη περίπου 5-10 mm κοντά στην κνημιαία κατάφυση ^[5]. Ο συνδυασμός της

κακής αγγείωσης και της παρουσίας ινοχόνδρινου ιστού παίζει ρόλο στο φτωχό δυναμικό επούλωσης του πρόσθιου χιαστού.

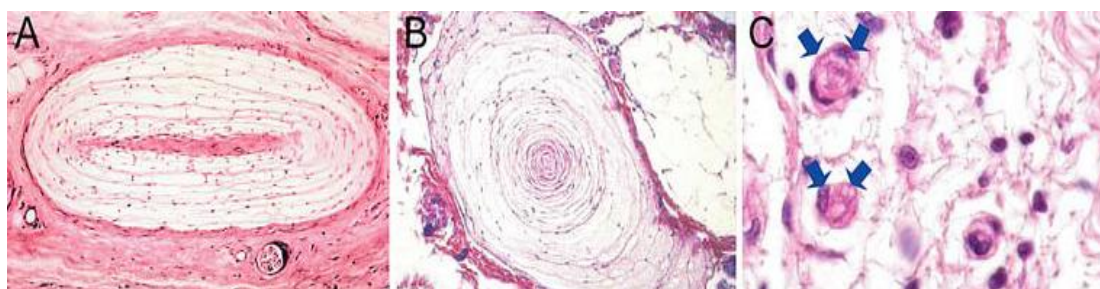
1.5 ΝΕΥΡΩΣΗ

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος δέχεται νευρικές ίνες από τους οπίσθιους αρθρικούς κλάδους του κνημιαίου νεύρου. Αυτές οι ίνες διαπερνούν τον οπίσθιο αρθρικό θύλακο και φέρονται μαζί με τα υμενικά και συνδεσμικά αγγεία περιβάλλοντας τον σύνδεσμο για να φτάσουν μέχρι το πρόσθια τμήμα του υποεπιγονατιδικού λίπους ^[26]. Οι νευρικοί υποδοχείς που έχουν αναφερθεί είναι οι εξής (εικόνα 7) ^[26-29]:

- Υποδοχείς Ruffini: Ευαίσθητοι στη διάταση. Εντοπίζονται στην επιφάνεια του συνδέσμου, κυρίως στο τμήμα της μηριαίας έκφυσης.
- Υποδοχείς Vater–Pacini: Ευαίσθητοι στις ταχείες κινήσεις. Εντοπίζονται στο μηριαίο και κνημιαίο άκρο του πρόσθιου χιαστού.
- Υποδοχείς τάσης: Εντοπίζονται κοντά στην έκφυση και την κατάφυση του πρόσθιου χιαστού καθώς και στην επιφάνειά του, κάτω από τον αρθρικό υμένα.
- Ελεύθερες νευρικές απολήξεις: Λειτουργούν ως αλγοϋποδοχείς, αλλά μπορεί επίσης να εκκρίνουν νευροπεπτίδια με αγγειοδραστική λειτουργία. Έτσι, παίζουν ρόλο στη ρύθμιση της ομοιόστασης του φυσιολογικού ιστού ή στην όψιμη αναδιαμόρφωση των μοσχευμάτων.

Οι προαναφερθέντες μηχανοϋποδοχείς έχουν ιδιοδεκτική λειτουργία και παρέχουν το προσαγωγό τόξο για τη σηματοδότηση των αλλαγών της στάσης του γόνατος ^[28]. Η ενεργοποίηση των προσαγωγών νευρικών ινών στο εγγύς τμήμα του πρόσθιου χιαστού επηρεάζει την κινητική δραστηριότητα των μυών γύρω από το γόνατο, ένα φαινόμενο που ονομάζεται «αντανακλαστικό τόξο πρόσθιου χιαστού». Το αντανακλαστικό αυτό είναι ένα ουσιαστικό μέρος της φυσιολογικής λειτουργίας του γόνατος ^[30]. Αυτό γίνεται ακόμη πιο εμφανές σε

ασθενείς με ρήξη προσθίου χιαστού, όπου η απώλεια ανατροφοδότησης από τους μηχανοϋποδοχείς του προσθίου χιαστού οδηγεί σε αδυναμία του τετρακέφαλου μηριαίου ^[30]. Οι ασθενείς αυτοί χάνουν την ακρίβεια της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης η οποία σχετίζεται άμεσα με τον αριθμό των μηχανοϋποδοχέων. Ως εκ τούτου, η διατήρηση των υπολειμμάτων του προσθίου χιαστού κατά την χειρουργική αποκατάσταση θα μπορούσε να βοηθήσει στη διατήρηση της ιδιοδεκτικότητας μετά την ανακατασκευή ^[31].



Εικόνα 7. Μηχανοϋποδοχείς Ruffini (A) και Vater–Pacini (B). Αυτοί οι μηχανοϋποδοχείς έχουν λειτουργίες ιδιοδεκτικότητας. Οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις (C) απελευθερώνουν νευροπεπτίδια με αγγειοδραστική λειτουργία ^[17].

1.6 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

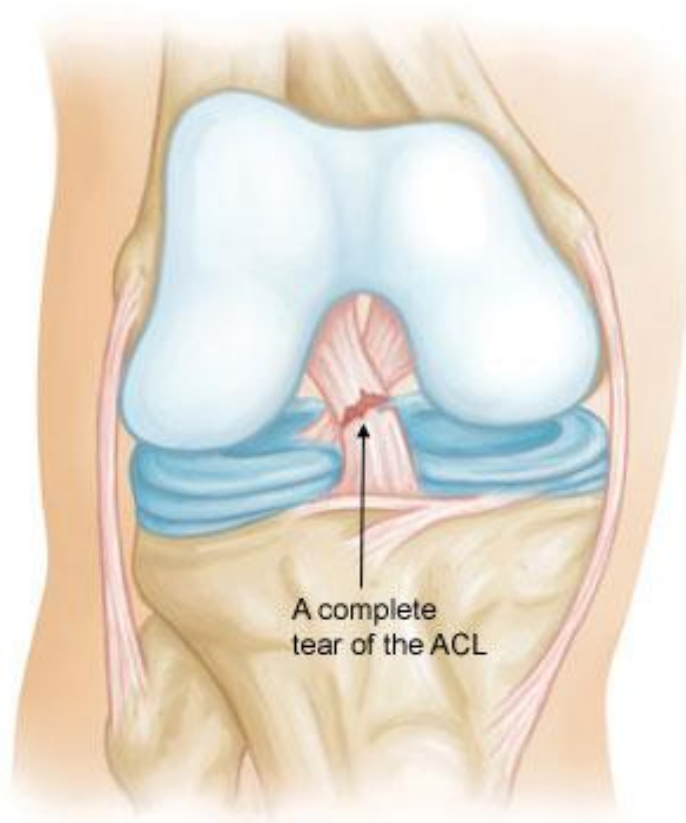
Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος παίζει καθοριστικό ρόλο στη σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος. Είναι ο κύριος περιοριστής της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηριαίο οστό ^[32]. Στα γόνατα με χρόνια ανεπάρκεια προσθίου χιαστού αυτή η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο οστό είναι 4 φορές μεγαλύτερη από ό,τι στα φυσιολογικά γόνατα ^[33]. Ο πρόσθιος χιαστός παρέχει μέση συγκράτηση 82-89% στην εφαρμοζόμενη πρόσθια φόρτιση σε κάμψη 30°, αλλά μειώνεται ελαφρώς σε 74-85% σε κάμψη 90° ^[34]. Έχει αποδειχθεί in vitro ότι η πρόσθια-έσω δεσμίδα του

πρόσθιου χιαστού έχει μια αυξανόμενη *in situ* τάση, ως απόκριση σε μια σταθερή πρόσθια δύναμη έλξης, καθώς το γόνατο κάμπτεται από τις 20° στις 90°. Αντίθετα, η δύναμη στην οπίσθια-έξω δεσμίδα αυξάνεται κατά την έκταση του γόνατος ^[14, 35].

Ο πρόσθιος χιαστός λειτουργεί επίσης ως κύριος δευτερεύων σταθεροποιητής του γόνατος περιορίζοντας την έσω στροφή, ιδιαίτερα όταν η άρθρωση είναι σε σχεδόν πλήρη έκταση. Επιπλέον, ο πρόσθιος χιαστός περιορίζει την έξω στροφή και τις παραμορφώσεις βλαισότητας / ραιβότητας, ιδιαίτερα υπό συνθήκες φόρτισης της άρθρωσης. Η συνολική του αντοχή είναι 2200 N ^[36].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΡΗΞΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ

Οι ρήξεις του προσθίου χιαστού (εικόνα 8) είναι συχνές αθλητικές κακώσεις που οδηγούν σε προσθιοπίσθια και στροφική αστάθεια του γόνατος. Αποτελούν το 50% των τραυματισμών του γόνατος. Η διάγνωση είναι κυρίως κλινική αλλά επιβεβαιώνεται με τη μαγνητική τομογραφία. Η συνήθης θεραπεία περιλαμβάνει ανακατασκευή του προσθίου χιαστού με τη χρήση ποικίλων τεχνικών και επιλογών μοσχεύματος ανάλογα με την ηλικία και τα επίπεδα δραστηριότητας του ασθενούς.



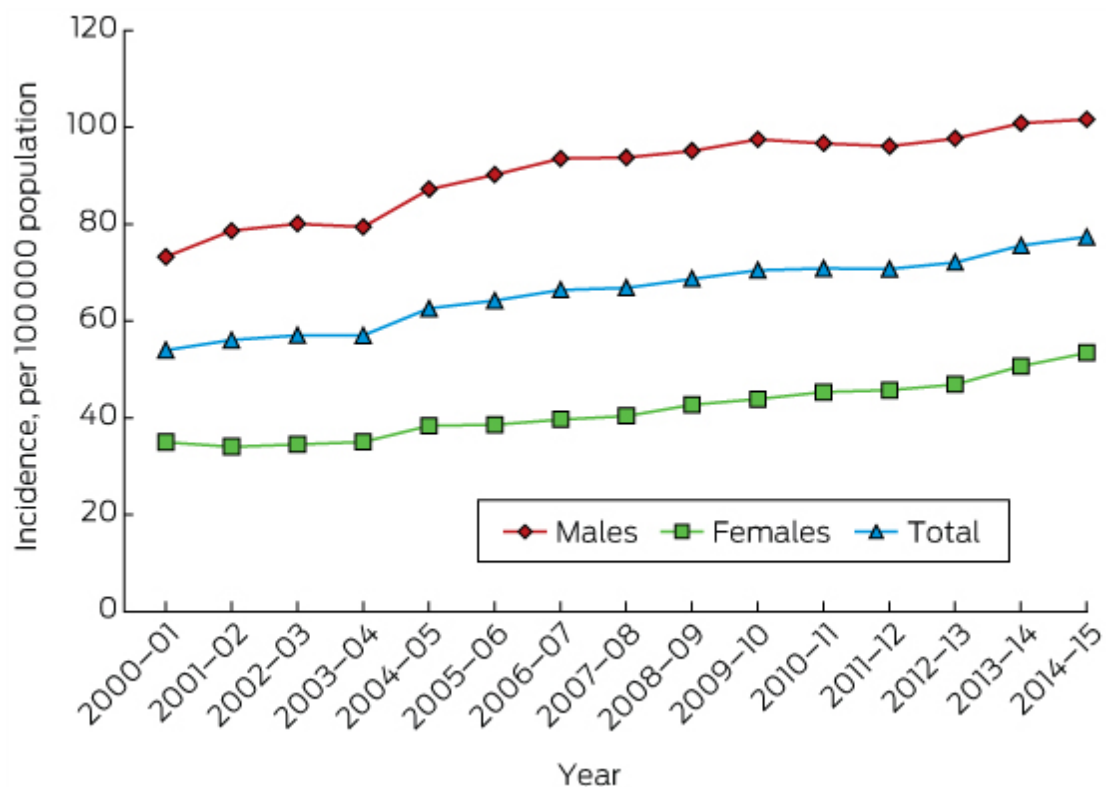
Εικόνα 8. Εικόνα ρήξης προσθίου χιαστού ^[37].

2.1 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Η ρήξη του προσθίου χιαστού συνδέσμου είναι μια από τις συχνότερες κακώσεις σε νεαρά και ασκούμενα άτομα και παρατηρείται κυρίως σε αθλήματα όπου απαιτούνται στροφικές κινήσεις του γόνατος. Στο 50% περίπου των περιπτώσεων, συνδυάζεται με κακώσεις / ρήξεις μηνίσκων, πλαγίων συνδέσμων, αρθρικού χόνδρου και υποχόνδριου οστού. Οι οξείες ρήξεις του προσθίου χιαστού συνοδεύονται από ρήξεις του έξω μηνίσκου σε ποσοστό 54%. Αντίθετα χρόνιες ρήξεις προσθίου χιαστού συνοδεύονται συνήθως από κακώσεις του έσω μηνίσκου. Οι κακώσεις αυτές μπορούν να συμβούν ταυτόχρονα με τη ρήξη του προσθίου χιαστού είτε μεταγενέστερα σε ένα γόνατο με ανεπάρκεια προσθίου χιαστού. Ένα συγκεκριμένο μοτίβο τραυματισμού που ονομάζεται "ατυχής τριάδα" περιλαμβάνει ταυτόχρονο τραυματισμό του προσθίου χιαστού, του έσω πλαγίου συνδέσμου και του έσω μηνίσκου και συμβαίνει όταν ασκείται επί τα εκτός δύναμη στο γόνατο ενώ το πόδι είναι στερεωμένο στο έδαφος ^[38]. Σε αντίθεση με τους περισσότερους τένοντες και συνδέσμους, ο πρόσθιος χιαστός μετά από ρήξη, δεν επουλώνεται στην αρχική ανατομική του θέση.

Παγκοσμίως, πραγματοποιούνται περισσότερες από 400.000 ανακατασκευές προσθίου χιαστού, ετησίως, με την επίπτωση της νόσου να αυξάνεται με την πάροδο των ετών (διάγραμμα 1). Κάθε χρόνο, περίπου 200.000 ασθενείς υφίστανται ρήξη προσθίου χιαστού στις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι γυναίκες υφίστανται ρήξη προσθίου χιαστού 5 φορές συχνότερα από τους άνδρες και σε μικρότερη ηλικία. Οι ρήξεις του προσθίου χιαστού απαντώνται σε περίπου 69 άτομα ανά 100.000 πληθυσμού ετησίως με ποσοστά στους 82 ανά 100.000 στους άνδρες και 59 ανά 100.000 στις γυναίκες. Κατά την κατανομή των ποσοστών με βάση την ηλικία και το φύλο, οι γυναίκες μεταξύ 14 - 18 ετών είχαν τα υψηλότερα ποσοστά τραυματισμών με 227,6 ανά 100.000. Οι άντρες μεταξύ 19 - 24 ετών είχαν τα υψηλότερα ποσοστά τραυματισμών με 241 ανά 100.000 ^[39].

Σε ορισμένα αθλήματα, οι γυναίκες έχουν υψηλότερο κίνδυνο ρήξης προσθίου χιαστού, ενώ σε άλλα αθλήματα, και τα δύο φύλα επηρεάζονται εξίσου ^[40]. Οι γυναίκες αθλήτριες έχουν 2 – 8 φορές περισσότερες πιθανότητες να υποστούν ρήξη προσθίου χιαστού σε αθλήματα που περιλαμβάνουν στροφικές κινήσεις και άλματα σε σύγκριση με τους άνδρες που συμμετέχουν στα ίδια συγκεκριμένα αθλήματα ^[41]. Το υψηλότερο ποσοστό κάκωσης προσθίου χιαστού στις γυναίκες σημειώθηκε στη γυμναστική ^[42]. Οι διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών που προσδιορίζονται ως πιθανές αιτίες είναι η μεγαλύτερη μυϊκή προστασία της άρθρωσης του γόνατος στους άνδρες, οι διαφορές στην ευθυγράμμιση της λεκάνης και των κάτω άκρων και η σχετική χαλαρότητα των συνδέσμων που προκαλείται από διαφορές στην ορμονική δραστηριότητα από τα οιστρογόνα και τη ρελαξίνη ^[43].



Διάγραμμα 1. Επίπτωση της ρήξης προσθίου χιαστού σε άνδρες και γυναίκες, στην Αυστραλία, στα έτη 2000 – 2015. Τροποποιημένο από Zbrojkiewicz et al

[44].

Οι αθλητές γυμνασίου διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο για ρήξη πρόσθιου χιαστού σε σύγκριση με τους μη αθλητές. Μεταξύ των κοριτσιών γυμνασίου στις ΗΠΑ, το άθλημα με τον υψηλότερο κίνδυνο ρήξης πρόσθιου χιαστού είναι το ποδόσφαιρο, ακολουθούμενο από το μπάσκετ και το λακρός. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το γυναικείο μπάσκετ και το ποδόσφαιρο έχουν τις περισσότερες ρήξεις πρόσθιου χιαστού από όλα τα άλλα αθλήματα. Το άθλημα υψηλότερου κινδύνου για αγόρια γυμνασίου είναι το μπάσκετ, ακολουθούμενο από το λακρός και το ποδόσφαιρο. Στο μπάσκετ, οι γυναίκες έχουν 5 - 8 φορές περισσότερες πιθανότητες να υποστούν ρήξη πρόσθιου χιαστού σε σύγκριση με τους άνδρες ^[45].

2.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΑΚΩΣΗΣ

Η κάκωση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι συνήθως το αποτέλεσμα ενός ανέπαφου τραυματισμού, όπου ένας συνδυασμός κινήσεων όπως η προσαγωγή και έσω στροφή του μηριαίου, η κάμψη του γόνατος ή η στροφή της κνήμης με τον άκρο πόδα σε βλαισθή θέση έχουν ως αποτέλεσμα μερική ή πλήρη ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ^[46]. Ο κίνδυνος τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι αυξημένος όταν το πόδι είναι στερεωμένο στο έδαφος, το γόνατο απάγεται και το ισχίο κάμπτεται ^[47]. Υπάρχει υψηλός κίνδυνος τραυματισμού κατά την επιβράδυνση του κάτω άκρου, με τον τετρακέφαλο σε μέγιστη σύσπαση και το γόνατο σε έκταση ^[48]. Ενώ η ρήξη του πρόσθιου χιαστού αποτελεί κυρίως το αποτέλεσμα ανέπαφων τραυματισμών, υπάρχουν περιστατικά κατά τη διάρκεια αθλημάτων επαφής όπως το ποδόσφαιρο που μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ^[49]. Ένας άλλος μηχανισμός κάκωσης είναι η απευθείας πλήξη στην εξωτερική επιφάνεια του γόνατος. Ο υποκείμενος μηχανισμός κάκωσης συχνά περιλαμβάνει ταχεία αλλαγή κατεύθυνσης, προσγείωση μετά από άλμα ή άμεση επαφή με το γόνατο.

2.3 ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Αυτοί μπορούν να χωριστούν σε εγγενείς και εξωγενείς παράγοντες (πίνακας 1) [46, 50-52].

Εγγενείς παράγοντες	Εξωγενείς παράγοντες
• Γυναικείο φύλο • Επαγγελματικός αθλητισμός • Μεταβλητή νευρομυϊκή ενεργοποίηση • Μικρότερη μεσοκονδύλια εντομή • Μεγαλύτερη οπίσθια κλίση κνήμης • Συνυπάρχουσες κακώσεις κάτω άκρων • Ορμονικές μεταβολές (προ-ωορρηκτική φάση)	• Τύπος υποδήματος • Τύπος εδάφους • Καιρικές συνθήκες • Ποδόσφαιρο, μπάσκετ, σκι

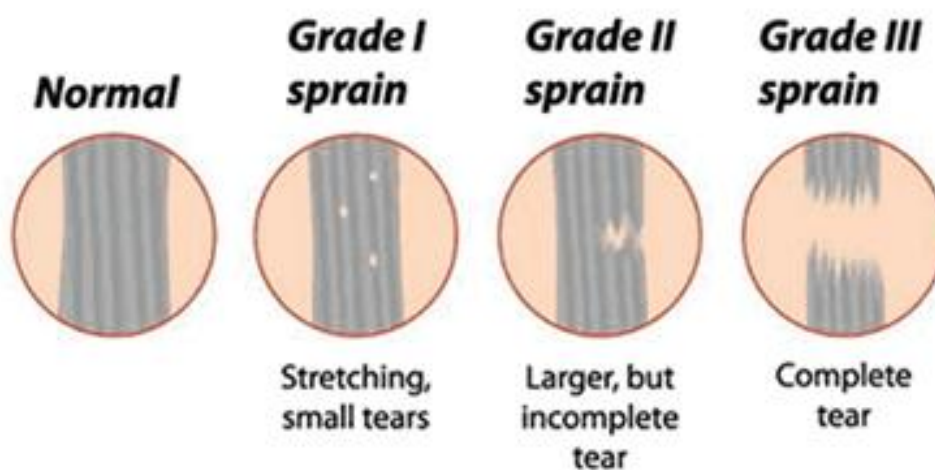
Πίνακας 1. Προδιαθεσικοί παράγοντες τραυματισμού του προσθίου χιαστού

2.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Τα διαστρέμματα 1ου βαθμού συμβαίνουν όταν ο σύνδεσμος διατείνεται ελαφρά αλλά η σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος δεν επηρεάζεται. Τα διαστρέμματα 2ου βαθμού συμβαίνουν όταν ο σύνδεσμος διατείνεται σε σημείο που χαλαρώνει. Αυτό αναφέρεται επίσης ως μερική ρήξη. Τα διαστρέμματα 3ου βαθμού συμβαίνουν όταν ο σύνδεσμος έχει υποστεί πλήρη ρήξη σε δύο κομμάτια και η άρθρωση του γόνατος δεν είναι πλέον σταθερή. Αυτός είναι ο πιο κοινός τύπος κάκωσης του προσθίου χιαστού (πίνακας 2, εικόνα 9).

ΒΑΘΜΟΣ	ΙΝΕΣ	ΠΡΟΣΘΙΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΚΝΗΜΗΣ	ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ	ΑΣΤΑΘΕΙΑ
I	Διάταση χωρίς ρήξη	1 – 5 mm	Μικρή ευαισθησία και οίδημα	ΟΧΙ
II	Μερική ρήξη + Αιμορραγία	5 – 10 mm	Μικρή ευαισθησία, μέτριο οίδημα, μικρή απώλεια λειτουργικότητας	+/- ↑ πρόσθια μετατόπιση (+) end point
III	Πλήρης ρήξη	> 10 mm	Ευαισθησία +/- πόνος, οίδημα, αίμαρthro εντός 1 – 2 ωρών	ΝΑΙ (-) end point (+) Pivot Shift Test

Πίνακας 2. Ταξινόμηση κακώσεων του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου



Εικόνα 9. Απεικόνιση τύπων κακώσεων του πρόσθιου χιαστού ^[53].

2.5 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Πολλοί ασθενείς με οξεία κάκωση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου περιγράφουν την αίσθηση «κρακ» μέσα στην άρθρωση του γόνατος. Ακολουθεί η ταχεία έναρξη του οιδήματος και του πόνου και διαρκεί για λίγες ημέρες ^[54]. Το οίδημα εμφανίζεται γενικά μέσα σε λίγες ώρες. Η άρθρωση και το μειωμένο εύρος κίνησης είναι εμφανή κατά την εξέταση του τραυματισμένου γόνατος. Περαιτέρω αξιολόγηση κατά τη διάρκεια της οξείας φάσης μπορεί να περιοριστεί από τον πόνο και το πρήξιμο. Καθώς το οίδημα υποχωρεί, οι ασθενείς εμφανίζουν αστάθεια της άρθρωσης ^[54]. Η κλινική εξέταση δείχνει συχνά ευαισθησία γύρω από την άρθρωση του γόνατος, μειωμένο εύρος κίνησης του γόνατος και αυξημένη χαλαρότητα της άρθρωσης. Οι κλινικές δοκιμασίες που χρησιμοποιούνται συνήθως για την αξιολόγηση της λειτουργίας και της ακεραιότητας του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου περιλαμβάνουν την πρόσθια συρταροειδή δοκιμασία, τη δοκιμασία pivot shift και τη δοκιμασία Lachman.

Η δοκιμή Lachman είναι η πιο ακριβής με ευαισθησία 85% και ειδικότητα 94%. Ο εξεταστής τοποθετεί το ένα χέρι στον μηρό του ασθενούς και το άλλο στην κνήμη και τραβάει την κνήμη προς τα εμπρός. Αυτές οι δοκιμές προορίζονται να ελέγξουν εάν ο πρόσθιος χιαστός είναι ακέραιος και επομένως είναι σε θέση να περιορίσει την κίνηση της κνήμης προς τα εμπρός (εικόνα 10).



Εικόνα 10. Δοκιμασία Lachmann

Η δοκιμασία pivot shift έχει ειδικότητα 98% αλλά ευαισθησία μόνο 24%. Περιλαμβάνει κάμψη του γόνατος ενώ ο εξεταστής κρατά τον άκρο πόδα του ασθενούς και ελαφρά έσω στροφή της κνήμης (εικόνα 11).



Εικόνα 11. Δοκιμασία Pivot Shift

Η πρόσθια συρταροειδής δοκιμασία έχει 92% ευαισθησία και 91% ειδικότητα σε χρόνιες περιπτώσεις, αλλά όχι στην οξεία φάση ^[55]. Ο εξεταστής κάμπτει τα γόνατα του ασθενούς στις 90°, κάθετα στα πόδια του ασθενούς και τραβά απαλά την κνήμη προς το μέρος του (εικόνα 12) ^[56].



Εικόνα 12. Πρόσθια συρταροειδής δοκιμασία

2.5 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Η μαγνητική τομογραφία είναι συνήθως η ακτινολογική εξέταση εκλογής για την επιβεβαίωση της διάγνωσης. Εκτός από την αποφυγή της ακτινοβολίας, έχει το πλεονέκτημα της αναγνώρισης συνυπαρχουσών κακώσεων μηνίσκων, πλαγίων συνδέσμων και χόνδρινων βλαβών ^[54]. Η έγκαιρη διάγνωση της κάκωσης του πρόσθιου χιαστού συνδέεται με λιγότερες δευτερογενείς κακώσεις και μειωμένο χρόνο αποκατάστασης ^[57].

Ο φυσιολογικός πρόσθιος χιαστός θεωρείται ως μια καλά καθορισμένη μπάντα με χαμηλής έντασης σήμα στην οβελιαία εικόνα μεταξύ μηριαίου και κνήμης, σε T2 ακολουθίες. Μετά από οξεία ρήξη προσθίου χιαστού, η συνέχεια των ινών του συνδέσμου φαίνεται διαταραγμένη και η συνδεσμική ουσία δεν είναι καθορισμένη, με μεικτή ένταση σήματος που αντιπροσωπεύει τοπικό οίδημα και αιμορραγία (εικόνα 13). Πολλές φορές, η πορεία του συνδέσμου απεικονίζεται κυματοειδής.

Η μαγνητική τομογραφία μπορεί να διαγνώσει τραυματισμούς προσθίου χιαστού με ακρίβεια άνω του 95% και ειδικότητα 100%. Σε περισσότερο από το 50% των περιπτώσεων, η μαγνητική τομογραφία αναδεικνύει οστικό οίδημα στο μέσο τριτημόριο του έξω μηριαίου κονδύλου και στο οπίσθιο τριτημόριο του έξω κνημιαίου plateau ^[58].

2.6 ΠΡΟΛΗΨΗ

Περισσότερο από το 70% των ρήξεων του προσθίου χιαστού είναι ανέπαφοι τραυματισμοί που υποδηλώνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό μπορεί να αποφευχθεί.. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση της προπόνησης για την πρόληψη τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε διάφορα αθλήματα έχει σημαντικό ρόλο στη μείωση του αριθμού τέτοιων τραυματισμών

[46, 59]. Τα προγράμματα αυτά μπορούν να μειώσουν το ποσοστό ρήξεων του προσθίου χιαστού συνολικά κατά 50% και περιλαμβάνουν διατάσεις, εκπαίδευση ευκινησίας και δεξιοτήτων, ενδυνάμωση των μυών του γόνατος και του ισχίου, με σκοπό το βελτιωμένο έλεγχο και τη σταθερότητα. Πολύ σημαντική είναι η εκπαίδευση στα άλματα και στην πλειομετρία και η βελτίωση της τεχνικής προσγείωσης με μικρότερη βλαιοποίηση του γόνατος και αυξημένη κάμψη στο γόνατο και το ισχίο [60].



**Εικόνα 13. Απεικόνιση ρήξης προσθίου χιαστού στη μαγνητική τομογραφία.
Από το αρχείο του συγγραφέα.**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΗΣ ΡΗΞΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ

Η θεραπεία των ρήξεων του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι συντηρητική ή χειρουργική (αρθροσκοπικά υποβοηθούμενη συνδεσμοπλαστική). Ο τύπος της θεραπείας εξατομικεύεται και βασίζεται στην ηλικία του ασθενούς, το επίπεδο άθλησης, τις απαιτήσεις του ασθενούς και τις συνυπάρχουσες παθολογίες του γόνατος.

3.1 ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Η συντηρητική θεραπεία περιλαμβάνει τη φυσικοθεραπεία, τη χρήση κηδεμόνων και την τροποποίηση της φυσικής δραστηριότητας. Αρχικά, η θεραπεία είναι συμπτωματική μέχρι και για 3 μήνες. Η συντηρητική θεραπεία περιλαμβάνει προοδευτική αποκατάσταση που στοχεύει στην αποκατάσταση της μυϊκής δύναμης, του δυναμικού ελέγχου του γόνατος και της ψυχολογικής εμπιστοσύνης. Ο σκοπός της φυσικοθεραπείας είναι η αποκατάσταση της φυσιολογικής λειτουργίας του μυϊκού συστήματος και του συστήματος ισορροπίας γύρω από το γόνατο. Με την κατάλληλη εκπαίδευση των μυών γύρω από το γόνατο μέσω της φυσικοθεραπείας, το σώμα μπορεί να «μάθει» να ελέγχει ξανά το γόνατο. Η φυσικοθεραπεία περιλαμβάνει ασκήσεις εύρους κίνησης και σταδιακή ενδυνάμωση τετρακεφάλου, οπίσθιων μηριαίων, προσαγωγών του ισχίου, και μυών του κορμού. Ο εκτιμώμενος χρόνος συντηρητικής θεραπείας είναι 3 - 6 μήνες και εξαρτάται από την έκταση του αρχικού τραυματισμού, την προϋπάρχουσα φυσική κατάσταση και τους στόχους αποκατάστασης και άθλησης.

3.1.1 Ενδείξεις

Οι ασθενείς που ασχολούνται λιγότερο με αθλητικές δραστηριότητες και ιδιαίτερα οι μεσήλικες ή ηλικιωμένοι ασθενείς μπορεί να αντιμετωπιστούν συντηρητικά. Η συντηρητική θεραπεία συνήθως συνίσταται και για σκελετικά ανώριμους αθλητές. Όταν φθάσουν σε σκελετική ωριμότητα θα πρέπει στη συνέχεια να υποβληθούν σε συνδεσμοπλαστική ^[61].

3.1.2 Αποτελέσματα

Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου συχνά προκαλεί αστάθεια της άρθρωσης. Χωρίς θεραπευτική παρέμβαση, η αστάθεια της άρθρωσης μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη της οστεοαρθρίτιδας ^[62]. Η συντηρητική αντιμετώπιση της ρήξης πρόσθιου χιαστού μπορεί μερικές φορές να προκαλέσει χόνδρινη βλάβη, καθώς λόγω του καταστραμμένου χιαστού, η κνήμη και το μηριαίο οστό είναι πιο πιθανό να τρίβονται μεταξύ τους. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η συντηρητική αγωγή σχετίζεται με υψηλό κίνδυνο ανάπτυξης οστεοαρθρίτιδας γόνατος ^[63-64]. Η ηλικία των ασθενών, το επίπεδο αθλητικής δραστηριότητας, το ιστορικό μηνισκεκτομής, η παχυσαρκία και η οστεοαρθρίτιδα του ετερόπλευρου γόνατος αύξησαν τον κίνδυνο πρόωμης έναρξης οστεοαρθρίτιδας μετά από συντηρητική αντιμετώπιση ρήξης πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ^[65]. Μερικοί ασθενείς μπορεί να μην είναι ικανοποιημένοι με το αποτέλεσμα της συντηρητικής αντιμετώπισης και μπορεί να επιλέξουν τη χειρουργική επέμβαση αργότερα.

Μια μετα-ανάλυση περιελάμβανε 615 ασθενείς, με ελάχιστη παρακολούθηση 10 ετών, και έδειξε ότι όσοι έλαβαν συντηρητική θεραπεία για τον τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είχαν σημαντικά υψηλότερο σχετικό κίνδυνο (σχετικός κίνδυνος = 4,98, $P < 0,00001$) να αναπτύξουν

οποιοιδήποτε βαθμού οστεοαρθρίτιδα από εκείνες που αντιμετωπίστηκαν με επανορθωτική χειρουργική (σχετικός κίνδυνος = 3,62, $P < 0,00001$) [66].

3.2 ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ

Οι τεχνικές συνδεσμοπλαστικής με χρήση αυτομοσχευμάτων έχουν δείξει ικανοποιητικά αποτελέσματα στην ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού. Η συνδεσμοπλαστική με αυτομόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα ή ισχιοκνημιαίων είναι σήμερα η πιο κοινή χειρουργική τεχνική για τη διαχείριση των ρήξεων του πρόσθιου χιαστού. Οι τεχνικές εμφύτευσης, η σταθεροποίηση και η τάση του μοσχεύματος μαζί με την μετεγχειρητική αποκατάσταση, έχουν δείξει σημαντική βελτίωση στα αποτελέσματα μετά από ρήξη του πρόσθιου χιαστού [67]. Παρά τα εξαιρετικά κλινικά αποτελέσματα μετά την, εξακολουθούν να υπάρχουν αρκετά αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με τη χειρουργική τεχνική.

Το κύριο όφελος της χειρουργικής αποκατάστασης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι η παροχή σταθερότητας της άρθρωσης που μειώνει την πιθανότητα υποτροπιάζόντων υπεξαρθρημάτων της άρθρωσης, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε νέα κάκωση του μηνίσκου ή/και χόνδρινη βλάβη [68]. Οι αθλητές και οι νεαροί ενεργοί συμπτωματικοί ασθενείς θα έχουν ανώτερα αποτελέσματα με χειρουργική αποκατάσταση συγκριτικά με τη συντηρητική αντιμετώπιση.

Η χειρουργική επέμβαση ανακατασκευής πρόσθιου χιαστού περιλαμβάνει την αντικατάσταση του καταστραμμένου πρόσθιου χιαστού με ένα "μόσχευμα", το οποίο είναι ένας τένοντας που λαμβάνεται από άλλη πηγή. Το μόσχευμα χρησιμεύει ως ικρίωμα πάνω στο οποίο θα αναπτυχθεί νέος συνδεσμικός ιστός. Η επέμβαση γίνεται με αρθροσκόπιο ή μικροσκοπική κάμερα που εισάγεται στο εσωτερικό του γόνατος, με πρόσθετες μικρές τομές γύρω από το γόνατο για την εισαγωγή χειρουργικών εργαλείων. Αυτή η

μέθοδος είναι λιγότερο επεμβατική και έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε λιγότερο μετεγχειρητικό πόνο, μικρότερη διάρκεια νοσηλείας και ταχύτερους χρόνους ανάρρωσης από την «ανοικτή» χειρουργική επέμβαση (στην οποία γίνεται μια μεγάλη τομή κάτω από το μπροστινό μέρος του γόνατος και η άρθρωση ανοίγει και εκτίθενται).

3.2.1 Ιστορική αναδρομή

Η πρωτογενής συρραφή της ρήξης του πρόσθιου χιαστού έχει δείξει μη ικανοποιητικά αποτελέσματα σε περισσότερα από 30 χρόνια παρακολούθησης σχετικά με τα επίπεδα δραστηριότητας και τα διάφορα λειτουργικά scores που αξιολογήθηκαν ^[69]. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με την πτωχή αιματική παροχή στον σύνδεσμο ή με ανασταλτικούς παράγοντες επούλωσης στο αρθρικό υγρό. Τελευταία υπάρχουν μελέτες σε εξέλιξη που μελετούν τα αποτελέσματα της πρωτογενούς συρραφής του πρόσθιου χιαστού με χρήση πρωτεϊνικού σπόγγου, με τις πρώτες ενδείξεις να είναι ενθαρρυντικές ^[70]. Παραδοσιακά όμως, η συρραφή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου θεωρείται ως μια αποτυχημένη επέμβαση.

Η πρώτη προσπάθεια ανακατασκευής (συνδεσμοπλαστικής) του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου πραγματοποιήθηκε από τον Hey Groves το 1915 χρησιμοποιώντας μόσχευμα από πλατεία περιτονία ^[71]. Έκτοτε, η συνδεσμοπλαστική του πρόσθιου χιαστού έχει επιτυχή αποτελέσματα, καθιστώντας την τη μέθοδο εκλογής για τη χειρουργική θεραπεία των ρήξεων του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ^[72]. Διεξάγονται περισσότερες από 100.000 συνδεσμοπλαστικές πρόσθιου χιαστού ετησίως στις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι πιο συνηθισμένες επεμβάσεις που εκτελούνται κατά τη συνδεσμοπλαστική πρόσθιου χιαστού είναι η μερική μηνισκεκτομή και η χονδροπλαστική ^[73].

3.2.2 Ενδείξεις

Η χειρουργική θεραπεία είναι η προτιμώμενη επιλογή για αθλητές, νεαρούς δραστήριους ασθενείς με υψηλές σωματικές απαιτήσεις, ασθενείς με πολλαπλούς συνδεσμικούς τραυματισμούς και μετά από αποτυχία συντηρητικής θεραπείας.

3.2.3 Χρόνος συνδεσμοπλαστικής

Η χειρουργική επέμβαση, εάν συνιστάται, γενικά δεν εκτελείται μέχρι να υποχωρήσει η αρχική φλεγμονή από τον τραυματισμό. Υπάρχει η συνήθης αντίληψη ότι η πρώιμη αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου εντός των πρώτων 3 εβδομάδων μετά τον τραυματισμό σχετίζεται με κατώτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με την όψιμη αποκατάσταση (εντός 8-12 εβδομάδων) λόγω του αυξημένου κινδύνου αρθροϊνώσης και του μειωμένου εύρους κίνησης ^[74]. Ωστόσο, τα τρέχοντα διαθέσιμα στοιχεία από τυχαιοποιημένες μελέτες δεν δείχνουν καμία διαφορά στο τελικό εύρος κίνησης και στα λειτουργικά scores σε περισσότερο από 1 χρόνο παρακολούθησης ^[74-76]. Κατώτερα αποτελέσματα σε σχέση με τη λειτουργία και τη μυϊκή ισχύ του τετρακέφαλου στην πρώιμη χειρουργική αποκατάσταση αναφέρθηκαν μόνο σε μία από τις παραπάνω τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές στις 12 εβδομάδες μετεγχειρητικά και αυτό δεν διατηρήθηκε σε μετέπειτα παρακολούθηση ^[74]. Άλλες αναφορές, ωστόσο, έδειξαν συσχέτιση μεταξύ της καθυστέρησης στην αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και της ανάπτυξης νέων μηνισκικών κακώσεων και χόνδρινων βλαβών ^[77-79].

Η Αμερικανική Ακαδημία Ορθοπαιδικών Χειρουργών έχει δηλώσει ότι υπάρχουν μέτρια στοιχεία που υποστηρίζουν ότι η ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού πρέπει να γίνει εντός 5 μηνών από τον τραυματισμό, προκειμένου να βελτιωθεί η λειτουργικότητα του γόνατος και να προστατεύεται

το γόνατο από περαιτέρω τραυματισμό. Οι νεαροί αθλητές που υποβάλλονται σε πρώιμη χειρουργική αποκατάσταση είναι πιο πιθανό να επιστρέψουν στο προηγούμενο επίπεδο της αθλητικής τους ικανότητας σε σύγκριση με εκείνους που υποβλήθηκαν σε καθυστερημένη χειρουργική επέμβαση ή συντηρητική θεραπεία. Είναι επίσης λιγότερο πιθανό να εμφανίσουν αστάθεια στο γόνατό τους εάν υποβληθούν σε έγκαιρη επέμβαση ^[80-81].

3.2.4 Προσπέλαση

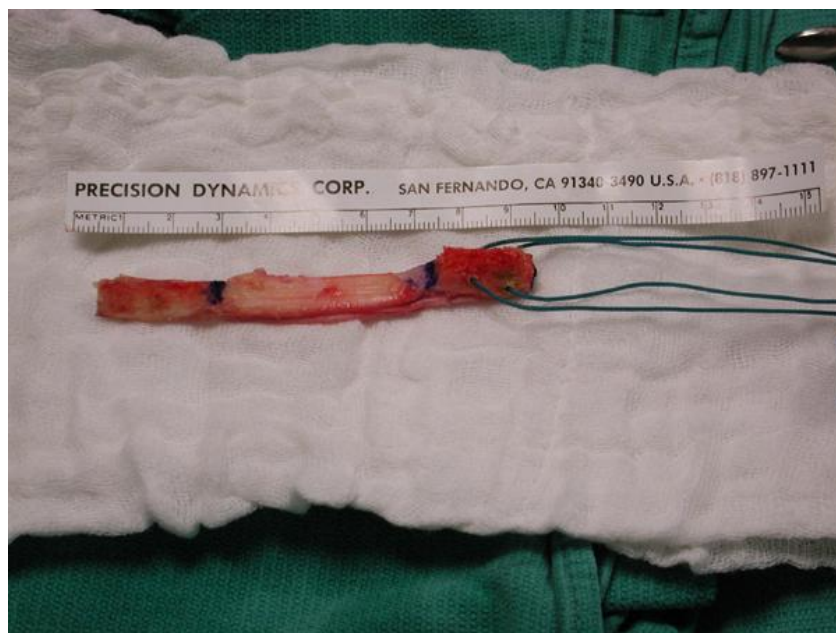
Η αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου μπορεί να γίνει ανοιχτά, ανοικτά με αρθροσκοπική υποβοήθηση ή εξ ολοκλήρου αρθροσκοπική. Με την πρόοδο της αρθροσκοπικής χειρουργικής τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η αρθροσκοπική αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού έχει γίνει η μέθοδος εκλογής. Οποιαδήποτε ανοιχτή αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου γίνεται πλέον σπάνια ^[82].

3.2.5 Τύποι μοσχευμάτων πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

Το ιδανικό μόσχευμα είναι αυτό που επουλώνεται γρήγορα, παρέχει σταθερότητα στο γόνατο και έχει ελάχιστη σχετική νοσηρότητα ^[83]. Υπάρχουν τρεις μεγάλοι τύποι μοσχευμάτων που χρησιμοποιούνται συχνά για την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου: αυτομοσχεύματα, αλλομοσχεύματα και συνθετικά μοσχεύματα ^[84].

3.2.5.1 Αυτομοσχεύματα

Τα αυτομοσχεύματα που χρησιμοποιούνται συνήθως περιλαμβάνουν τους τένοντες των ισχιοκνημιαίων, τον επιγονατιδικό τένοντα και λιγότερο συχνά τον τένοντα του τετρακέφαλο ^[85]. Για πολλά χρόνια το μόσχευμα του επιγονατιδικού τένοντα, το οποίο περιλαμβάνει και τα δυο οστικά άκρα του τένοντα (bone-patellar tendon-bone, BTB) θεωρούνταν το μόσχευμα εκλογής για την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου καθώς παρείχε ταχεία επούλωση μεταξύ των οστικών τεμαχίων και μεγαλύτερη κινηματική σταθερότητα από άλλους τύπους μοσχευμάτων που ήταν διαθέσιμα εκείνη την εποχή (εικόνα 14) ^[83, 86]. Η μέγιστη αντοχή του είναι 2600 N. Ωστόσο, το μόσχευμα αυτό έχει τα δικά του προβλήματα νοσηρότητας της δότριας περιοχής, κίνδυνο κατάγματος επιγονατίδας, μετεγχειρητικό επιγονατιδομηριαίο πόνο και απώλεια ισχύος εκτατικού μηχανισμού ^[87].



Εικόνα 14 Αυτομόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα ^[88].

Πιο πρόσφατα, λόγω της προόδου στην αρθροσκοπική χειρουργική και των σύγχρονων μεθόδων σταθεροποίησης του μοσχεύματος, έχει γίνει μια στροφή προς την αυξημένη χρήση των τενόντων των ισχιοκνημιαίων

(hamstrings) (εικόνα 15). Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των τενόντων των ισχιοκνημιαίων περιλαμβάνουν χαμηλότερα ποσοστά επιπλοκών από τα μοσχεύματα επιγονατιδικού τένοντα και βελτιωμένα αποτελέσματα σε σχέση με την πρόσθια γοναλγία και την απώλεια της ισχύς της έκτασης του γόνατος ^[89-90]. Η μέγιστη αντοχή του είναι 4000 N. Πιθανά μειονεκτήματα περιλαμβάνουν αυξημένο κίνδυνο διεύρυνσης των οστικών σπηράγγων και χαλάρωσης του γόνατος, αδυναμία στη βαθιά κάμψη, πιθανότητα τραυματισμού του σαφηνούς νεύρου κατά τη διάρκεια της συγκομιδής του τένοντα και τη μακρά περίοδο που απαιτείται για την ενσωμάτωση του μοσχεύματος στο οστό ^[91].



Εικόνα 15. Τετραπλό αυτομόσχευμα ισχιοκνημιαίων ^[92].

3.2.5.2 Αλλομοσχεύματα

Τα αλλομοσχεύματα που χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου περιλαμβάνουν τον επιγονατιδικό τένοντα, τους περονιαίους, τους ισχιοκνημιαίους, τον αχίλλειο τένοντα και τον τένοντα του προσθίου κνημιαίου. Τα αλλομοσχεύματα έχουν τα πλεονεκτήματα του μειωμένου χειρουργικού χρόνου και του μετεγχειρητικού πόνου, της πρώιμης μετεγχειρητικής αποκατάστασης, της έλλειψης νοσηρότητας δότριας περιοχής και της δυνατότητας εφαρμογής σε επεμβάσεις αναθεώρησης ή σε πολλαπλές

συνδεσμικές ανακατασκευές ^[85, 93]. Ωστόσο, τα πιθανά μειονεκτήματα που σχετίζονται με τα αλλομοσχεύματα περιλαμβάνουν την καθυστερημένη ενσωμάτωση, τον κίνδυνο λοίμωξης, την ανοσολογική απόκριση του ξενιστή και το αυξημένο κόστος. Υπάρχουν επίσης αντικρουόμενα στοιχεία στη βιβλιογραφία σχετικά με το εάν τα αλλομοσχεύματα παρέχουν συγκρίσιμα ποσοστά σταθερότητας και επιτυχίας με τα αυτομοσχεύματα ^[72, 93].

3.2.5.3 Συνθετικά Μοσχεύματα

Συνθετικά μοσχεύματα κατασκευασμένα από υλικά όπως πολυπροπυλένιο, dacron ή πολυεστέρα μπορούν είτε να χρησιμοποιηθούν είτε μεμονωμένα είτε ενισχυτικά στην ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού. Χρησιμοποιούνται σπάνια στις μέρες μας λόγω των υψηλών ποσοστών επιπλοκών και αποτυχίας ^[85, 94]. Τα συστήματα από συνθετικά υλικά που ενισχύουν την συνδεσμοπλαστική αποτελούνται από μη απορροφήσιμο συνθετικό σύνδεσμο (LARS ligament). Χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο με καλά αποτελέσματα ^[95-96].

Μετά τη χειρουργική ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, το εμφυτευμένο μόσχευμα υφίσταται δύο βιολογικές διεργασίες ^[97-98]:

1. Ενσωμάτωση του μοσχεύματος εντός της οστικής σήραγγας
2. Συνδεσμοποίηση του ενδοαρθρικού τμήματος του μοσχεύματος.

Η διάρκεια και η έκταση αυτών των βιολογικών αντιδράσεων ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του μοσχεύματος που χρησιμοποιείται. Η διαδικασία ενσωμάτωσης του μοσχεύματος διαρκεί 6 εβδομάδες σε ένα μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα και 12 εβδομάδες για μοσχεύματα ισχιοκνημιαίων ^[99].

3.2.6 Τάνυση (τέντωμα) μοσχεύματος

Μια σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει το αποτέλεσμα της ανακατασκευής του πρόσθιου χιαστού είναι η *in vivo* τάση του μοσχεύματος κατά τη στιγμή της σταθεροποίησης ^[100-101]. Η βέλτιστη αρχική τάση του μοσχεύματος κατά την ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού είναι ακόμα θέμα συζήτησης. Αρκετές μελέτες είναι υπέρ μιας χαμηλής αρχικής τάσης μοσχεύματος με στόχο τη μείωση των δυνάμεων που ασκούνται στο μόσχευμα, την αποφυγή δυσκαμψίας του γόνατος και την εξάλειψη της τριβής των αρθρικών επιφανειών ^[102-104]. Από την άλλη πλευρά, η χαμηλή τάση του μοσχεύματος μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη συνολική σταθερότητα, αυξάνοντας την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης και διακυβεύοντας το τελικό κλινικό αποτέλεσμα ^[105].

Επί του παρόντος, η πιο κοινή μέθοδος τάσης μοσχεύματος είναι η χειροκίνητη μέθοδος, όπου εφαρμόζεται μέγιστη έλξη στο μόσχευμα με το χέρι κατά τη σταθεροποίηση του μοσχεύματος στην κνήμη, με εκτιμώμενη τάση 41 – 60 N. Η χειροκίνητη τάνυση είναι η προτιμώμενη μέθοδος στο 80% των Αυστραλών χειρουργών ^[106]. Μια άλλη επιλογή είναι μια συσκευή τάνυσης (tensioner) η οποία εφαρμόζει μια μέση τάση 81,85 N στο μόσχευμα σε κάμψη γόνατος 30° ^[106]. Ενώ η χειροκίνητη τάνυση είναι απλή, συνδέεται με μεγαλύτερη μεταβλητότητα στην ποσότητα τάσης που εφαρμόζεται σε σύγκριση με την τάνυση με τη βοήθεια συσκευής ^[107]. Προηγούμενες κλινικές και πτωματικές μελέτες δεν ανέφεραν μετεγχειρητική διαφορά στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης ή κλινικά αποτελέσματα μεταξύ ασθενών όπου εφαρμόστηκε τάση υποβοηθούμενη από τη συσκευή σε αυτομοσχεύματα οπίσθιου μηριαίου κατά τη στερέωση και την παραδοσιακή χειροκίνητη τάση ^[108-111]. Ωστόσο, η χειροκίνητη τάνυση έχει συσχετιστεί με υψηλότερο ποσοστό αποτυχίας μοσχεύματος σε σύγκριση με την τάνυση με τη βοήθεια συσκευής ^[112].

Η τάση των μοσχευμάτων πρόσθιου χιαστού συνδέσμου πριν από τη σταθεροποίηση του μοσχεύματος συμβάλλει στα επιτυχή χειρουργικά

αποτελέσματα κατά τη χρήση μοσχεύματος ισχιοκνημιαίων ενισχυμένα με πολυεστέρα. Ωστόσο, τα στοιχεία από μια συστηματική ανασκόπηση δεν έδειξαν επαρκή στοιχεία για να υποστηρίξουν το όφελος από άλλους τύπους αυτομοσχευμάτων ή αλλομοσχευμάτων ^[100].

3.2.7 Συνδεσμοπλαστική μονής ή διπλής δεσμίδας (single or double bundle)

Πληθώρα εμβιομηχανικών μελετών τενόντιων μοσχευμάτων επιγονατιδικού συνδέσμου ή ισχιοκνημιαίων έχουν συμπεράνει ότι αυτές οι ανακατασκευές προσθίου χιαστού καταφέρνουν να περιορίσουν την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, αλλά δεν καταφέρνουν να ελέγξουν τη στροφή της κνήμης ^[113-115]. Σε μια *in vivo* μελέτη οι Georgoulis et al έδειξαν ότι η ανακατασκευή μονής δεσμίδας (single bundle) αποκαθιστά την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, ενώ η στροφή παραμένει αυξημένη κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων υψηλής ενέργειας ^[116]. Σε πτωματικές μελέτες, έχει αποδειχθεί ότι οι επεμβάσεις ανακατασκευής προσθίου χιαστού μονής δεσμίδας είναι επιτυχείς στον περιορισμό της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως απάντηση σε πρόσθια κνημιαία φόρτιση, αλλά ανεπαρκείς για τον έλεγχο συνδυασμού έσω στροφής και δυνάμεων βλαισότητας ^[35, 114].

Η ανακατασκευή του προσθίου χιαστού έχει σχετικούς περιορισμούς, καθώς σχεδιάστηκε κυρίως για να αναπαράγει την ανατομία μόνο της πρόσθιας-έσω δεσμίδας, χωρίς να έχει δοθεί η απαραίτητη προσοχή στην οπίσθια-έξω δεσμίδα. Ως εκ τούτου, η ιδέα της χρήσης μοσχευμάτων προσθίου χιαστού συνδέσμου διπλής δέσμης έχει εξελιχθεί καθώς αποκαθιστά θεωρητικά την πρόσθια-έσω και την οπίσθια-έξω δεσμίδα του φυσικού πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (εικόνα 16) ^[117].



Εικόνα 16. Ανακατασκευή προσθίου χιαστού μονής δεσμίδας (αριστερά) και διπλής δεσμίδας (δεξιά). Τροποποιημένο από Amin et al ^[118].

Πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση που περιλάμβανε συνδεσμοπλαστικές διπλής δεσμίδας έδειξε ενθαρρυντικά εμπειρομηχανικά αποτελέσματα, όμως η υποκειμενική αξιολόγηση από τους ασθενείς ήταν παρόμοια με τις συνδεσμοπλαστικές μονής δεσμίδας ^[119].

3.2.8 Σταθεροποίηση των μοσχευμάτων

Οι σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή της μεθόδου σταθεροποίησης των μοσχευμάτων περιλαμβάνουν:

1. Το υλικό του μοσχεύματος που χρησιμοποιείται, δηλαδή οι φυσικές ιδιότητες του μοσχεύματος, είτε πρόκειται για μαλακό ιστό (π.χ. μόσχευμα ισχιοκνημιαίων) είτε για οστό (π.χ. μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα)
2. Η ποιότητα του οστού στη θέση σταθεροποίησης (η κνημιαία θέση έχει μικρότερη οστική πυκνότητα από τη μηριαία θέση)
3. Χαρακτηριστικά της συσκευής σταθεροποίησης ^[99].

Η σταθεροποίηση του οστικού βύσματος (bone plug) στο σημείο της κνήμης μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μεταλλικές ή βιοαπορροφήσιμες βίδες, μεταλλικά ράμματα ή πείρους στερέωσης. Η σταθεροποίηση του μοσχεύματος μαλακών μορίων στην κνήμη επιτυγχάνεται πιο συχνά με βιοαπορροφήσιμες βίδες οι οποίες είναι κατασκευασμένες από διαφορετικά πολυ-άλφα-υδροξυοξέα, επομένως έχουν τα πλεονεκτήματα της συμβατότητας στη μαγνητική τομογραφία, της ευκολίας σε μελλοντική χειρουργική επέμβαση αναθεώρησης και του λιγότερου stress shielding. Ενώ οι μεταλλικές βίδες ενέχουν τον κίνδυνο να προκαλέσουν ρήξη του μοσχεύματος, οι βιοαποικοδομήσιμες βίδες έχουν λιγότερη μηχανική αντοχή και ως εκ τούτου μπορεί η σταθεροποίηση που παρέχουν μπορεί να είναι πιο επισφαλής από τις αντίστοιχες μεταλλικές, είναι πιο ακριβές και μπορεί να οδηγήσουν σε αντίδραση μαλακών μορίων ^[120-121].

Η σταθεροποίηση στο μηριαίο πραγματοποιείται συνήθως χρησιμοποιώντας ένα μεταλλικό κουμπί (endoButton) ^[99].

3.2.9 Μετεγχειρητική επούλωση του μοσχεύματος - Ενσωμάτωση - Συνδεσμοποίηση

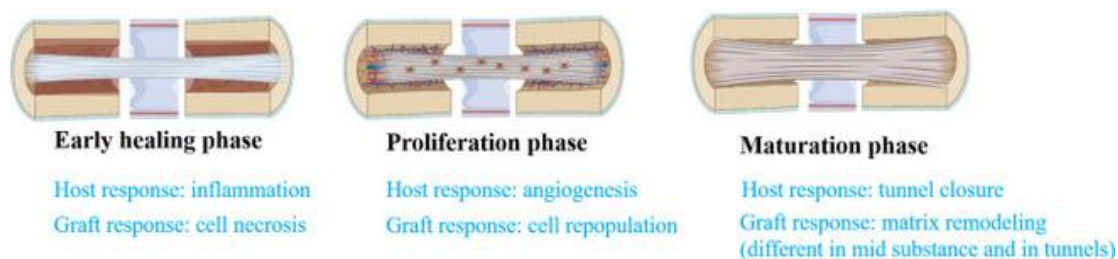
Η επαναγγείωση του μοσχεύματος είναι μια σημαντική πτυχή της διαδικασίας επούλωσης μετά από χειρουργική επέμβαση αποκατάστασης του προσθίου χιαστού συνδέσμου. Περιλαμβάνει τις εξής φάσεις (εικόνα 17) ^[122-124] :

- Αρχική φάση επούλωσης (ημέρες ως εβδομάδες): Μετά από χειρουργική επέμβαση αποκατάστασης προσθίου χιαστού, το σώμα ξεκινά μια φλεγμονώδη απόκριση στο σημείο του μοσχεύματος. Τα αιμοφόρα αγγεία γύρω από το μόσχευμα αρχίζουν να αιμορραγούν και σχηματίζουν θρόμβο, παρέχοντας ένα ικρίωμα για τη μετανάστευση των κυττάρων και την ιστική επισκευή.

- Πρώιμη κυτταρική απόκριση (εβδομάδες ως μήνες): Στα αρχικά στάδια, τα φλεγμονώδη κύτταρα, οι ινοβλάστες και άλλα επανορθωτικά κύτταρα διεισδύουν στη θέση του μοσχεύματος. Αυτή η διήθηση είναι ζωτικής σημασίας για την αφαίρεση του νεκρού ιστού και την έναρξη της διαδικασίας επούλωσης.
- Αγγειογένεση (εβδομάδες ως μήνες): Τα αιμοφόρα αγγεία από τους περιβάλλοντες ιστούς αρχίζουν να αναπτύσσονται στο μόσχευμα, παρέχοντας ένα δίκτυο για την ανταλλαγή θρεπτικών ουσιών και οξυγόνου. Αυτή η διαδικασία είναι απαραίτητη για την επαναγγείωση του μοσχεύματος.
- Σχηματισμός κολλαγόνου και ιστική αναδιαμόρφωση (μήνες ως χρόνια): Οι ινοβλάστες μέσα στο μόσχευμα αρχίζουν να συνθέτουν ίνες κολλαγόνου οι οποίες αντικαθιστούν σταδιακά τον αρχικό θρόμβο, παρέχοντας δύναμη και σταθερότητα στο μόσχευμα.
- Ωρίμανση και ενδυνάμωση (μήνες ως χρόνια): Η ιστική αναδιαμόρφωση ιστού συνεχίζεται. Με την πάροδο του χρόνου, η εξωκυττάρια μήτρα του κολλαγόνου συνεχίζει να ωριμάζει και να αναδιαμορφώνεται. Το μόσχευμα σταδιακά γίνεται πιο οργανωμένο και αποκτά χαρακτηριστικά παρόμοια με τον αρχικό πρόσθιο χιαστό.

Προηγούμενες μελέτες έχουν υπογραμμίσει το ρόλο του σχηματισμού νεοαγγείων ως κύριας οδού θρεπτικών συστατικών για την παροχή των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών στο μόσχευμα, διασφαλίζοντας τη βιωσιμότητά του. Αυτή η διαδικασία επαναγγείωσης φάνηκε ότι εξελίσσεται με κεντρομόλο τρόπο, από την εξωτερική επιφάνεια του μοσχεύματος προς τον εσωτερικό πυρήνα του. Αυτό συμβαίνει μέσω της προοδευτικής ανάπτυξης ενός υπεραγγειακού ινώδους ιστού στην περιφέρεια του μοσχεύματος ^[37].

Επιπλέον, αποδείχθηκε πρόσφατα ότι η επαναγγείωση του μοσχεύματος προχωρά με ανομοιόμορφο μοτίβο στα διακριτά τμήματα κατά μήκος της πορείας του, επηρεαζόμενη μάλλον από τις διαφορές στη σύνθεση του περιβάλλοντος μικροπεριβάλλοντος, όπως αυτό προκύπτει μετά τη διαδικασία αρθροσκοπικής ανακατασκευής ^[37].



Εικόνα 17. Φάσεις ενσωμάτωσης του μοσχεύματος. Τροποποιημένο από Yao et al ^[125].

3.2.10 Μετεγχειρητική απεικόνιση του μοσχεύματος

Η μαγνητική τομογραφία (MRI) χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση της ενσωμάτωσης και της διαδικασίας επούλωσης του μοσχεύματος μετά την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού. Η μαγνητική τομογραφία παρέχει λεπτομερείς εικόνες μαλακών μορίων, επιτρέποντας την αξιολόγηση την ακεραιότητας και την ενσωμάτωσης του μοσχεύματος στους περιβάλλοντες ιστούς.

Στην πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο, το μόσχευμα μπορεί να φαίνεται υποέντονο (σκούρο) στην μαγνητική τομογραφία λόγω παρουσίας προϊόντων αίματος και φλεγμονής. Με την πάροδο του χρόνου, καθώς το μόσχευμα ενσωματώνεται και επουλώνεται, η ένταση του σήματος μπορεί να αλλάξει. Ένα καλά ενσωματωμένο μόσχευμα δείχνει τυπικά μια πιο ομοιογενή εμφάνιση ίσης έντασης με τους περιβάλλοντες ιστούς. Η μαγνητική τομογραφία μπορεί να παρέχει λεπτομερείς εικόνες της μορφολογίας, του πάχους, της συνέχειας και της δομικής ακεραιότητας του μοσχεύματος καθώς και της ανατομικής θέσης του στις οστικές σήραγγες. Στην πορεία του χρόνου, η μαγνητική τομογραφία μπορεί να καταγράψει τη διαδικασία συνδεσμοποίησης του μοσχεύματος καθώς και τις επιφάνειες επαφής του μοσχεύματος με το οστό. Στα πρώτα

στάδια μετά την επέμβαση, η μαγνητική τομογραφία μπορεί να αποκαλύψει σημεία φλεγμονής, όπως οίδημα ή συσσώρευση υγρού γύρω από το μόσχευμα. Καθώς η επούλωση εξελίσσεται, αυτές οι φλεγμονώδεις αλλαγές θα πρέπει να υποχωρήσουν [126-128].

Ωστόσο, η απεικόνιση του μοσχεύματος στη μαγνητική τομογραφία ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τη μεταβαλλόμενη ποσότητα αυτού του υπεραγγειακού ινώδους ιστού στην περιφέρεια του μοσχεύματος και το χρονικό διάστημα μετά την επέμβαση. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι οι συνεχείς αλλαγές στην ένταση του σήματος, μέσα και γύρω από τον μεταμοσχευμένο ιστό, μπορεί να οδηγήσουν σε ετερογενή εμφάνιση ακόμη και σταθερών μοσχευμάτων πρόσθιου χιαστού [126, 128]. Δεδομένου του γεγονότος ότι η μαγνητική τομογραφία με σκιαγραφικό παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αγγειακή κατάσταση ενός ιστού, μπορεί να χρησιμεύσει ως μη επεμβατικό εργαλείο για την αξιολόγηση της προόδου των μεταβολών επαναγγείωσης του μοσχεύματος με την πάροδο του χρόνου.

3.2.11 Μετεγχειρητική αποκατάσταση

Στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν γύψινοι νάρθηκες για την ακινητοποίηση του γόνατος μετά την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου [129]. Αυτό έχει αντικατασταθεί ευρέως από τη χρήση λειτουργικού μηροκνημικού κηδεμόνα με τα πιθανά οφέλη της βελτίωσης της έκτασης του γόνατος, της μείωσης του πόνου και της καταπόνησης του μοσχεύματος, αν και μια συστηματική ανασκόπηση του 2007 δεν έδειξε κανένα πλεονέκτημα της χρήσης κηδεμόνα για την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου [130].

Οι στόχοι της μετεγχειρητικής αποκατάστασης μετά από συνδεσμοπλαστική πρόσθιου χιαστού είναι η ανάκτηση της δύναμης και της κίνησης του γόνατος. Η διαδικασία αποκατάστασης επικεντρώνεται πρώτα στη βραδεία αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης και μετά στην ενίσχυση των

πέριξ μυών για την προστασία του νέου συνδέσμου και τη σταθεροποίηση του γόνατος. Τέλος, ξεκινά η λειτουργική προπόνηση ειδικά για τις δραστηριότητες που απαιτούνται για ορισμένα αθλήματα. Μπορεί να χρειαστούν 6 ή περισσότεροι μήνες για να μπορέσει ένας αθλητής να επιστρέψει στον αθλητισμό μετά την επέμβαση, καθώς είναι ζωτικής σημασίας να ανακτήσει την αίσθηση ισορροπίας και ελέγχου πάνω στο γόνατο προκειμένου να αποφευχθεί ένας δεύτερος τραυματισμός.

3.2.12 Επιπλοκές της συνδεσμοπλαστικής του πρόσθιου χιαστού

Η επέμβαση αποκατάστασης πρόσθιου χιαστού συνδέεται με χαμηλό κίνδυνο πρώιμων μετεγχειρητικών επιπλοκών. Μια μελέτη περίπου 14000 συνδεσμοπλαστικών πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ανέφερε ποσοστό εν τω βάθει φλεβικής θρόμβωσης 0,3%, ποσοστό πνευμονικής εμβολής 0,18%, προβλήματα σχετιζόμενα με τραύματα στο 0,75% και απαίτηση για περαιτέρω αρθροσκοπική έκπλυση σε περίπτωση εν τω βάθει λοίμωξης στο 0,25% των ασθενών . Δεν υπήρξαν ενδονοσοκομειακοί θάνατοι ^[131]. Κάταγμα μηριαίου κονδύλου μέσω της σήραγγας του μοσχεύματος έχει επίσης αναφερθεί ^[132].

Η κύρια μακροπρόθεσμη πιθανή επιπλοκή είναι η αποτυχία του μοσχεύματος, η οποία ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του μοσχεύματος, τη χειρουργική τεχνική και τη δραστηριότητα του ασθενούς. Στην ανακατασκευή μονής δεσμίδας, η εσφαλμένη τοποθέτηση της πρόσθιας μηριαίας σήραγγας είναι μια κοινή παγίδα στη χειρουργική επέμβαση ανακατασκευής πρόσθιου χιαστού και μια κοινή αιτία αναθεώρησης. Η τοποθέτηση της σήραγγας πολύ μπροστά μπορεί να οδηγήσει σε αστάθεια και έλλειμμα κάμψης. Εάν η σήραγγα βρίσκεται μπροστά από το κέντρο περιστροφής, το μόσχευμα τεντώνεται κατά την κάμψη του γόνατος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα έλλειμμα κάμψης και επιμήκυνση του μοσχεύματος, οδηγώντας σε αστάθεια ^[133].

Η εσφαλμένη τοποθέτηση της σήραγγας συμβαίνει όχι μόνο στο οβελιαίο επίπεδο αλλά και στο μετωπιαίο επίπεδο. Η τοποθέτηση της σήραγγας ψηλά στη μεσοκονδύλια εντομή έχει ως αποτέλεσμα διάταση του μοσχεύματος πάνω από τον οπίσθιο χιαστό σύνδεσμο, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε έλλειμμα έκτασης. Αν το μόσχευμα τοποθετηθεί κοντά στο κέντρο περιστροφής, μπορεί να μην μπορεί να αντισταθεί σε στροφικά φορτία λόγω της έλλειψης μοχλοβραχίονα ^[134].

3.2.13 Αποτελέσματα της συνδεσμοπλαστικής του προσθίου χιαστού

Τα πλεονεκτήματα της χειρουργικής θεραπείας περιλαμβάνουν την αποκατάσταση της σταθερότητας της άρθρωσης και την ελαχιστοποίηση του κινδύνου υπεξαρθρήματος, που αποτρέπει περαιτέρω τραυματισμούς στους μηνίσκους και τον αρθρικό χόνδρο και καθυστερεί την πρώιμη έναρξη της οστεοαρθρίτιδας ^[50].

Μια μετα-ανάλυση 5770 αθλητών που υποβλήθηκαν σε αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου έδειξε ότι, στο τελικό follow-up, το 82% των ασθενών επέστρεψαν εν μέρει στην αθλητική συμμετοχή, το 63% επέστρεψε στο επίπεδο πριν από τον τραυματισμό και το 44% επέστρεψε στον αγωνιστικό αθλητισμό. Το 85% των συμμετεχόντων ανέφερε φυσιολογική ή σχεδόν φυσιολογική λειτουργία του γόνατος. Το σχετικά χαμηλό ποσοστό επιστροφής στον ανταγωνιστικό αθλητισμό παρά τα υψηλά ποσοστά επιτυχούς έκβασης όσον αφορά τη λειτουργία του γόνατος πιστεύεται ότι είναι αποτέλεσμα άλλων παραγόντων όπως ο φόβος του εκ νέου τραυματισμού ^[135].

Η πρόγνωση της ρήξης προσθίου χιαστού είναι γενικά καλή, με πολλούς ασθενείς να ανακτούν τη λειτουργία του τραυματισμένου γόνατος μέσα σε μήνες. Στο παρελθόν, η ρήξη του προσθίου χιαστού ήταν ένας τραυματισμός που έληξε την καριέρα σε αθλητές υψηλού επιπέδου. Ωστόσο, τα τελευταία

χρόνια η χειρουργική επέμβαση συνδεσμοπλαστικής προσθίου χιαστού σε συνδυασμό με φυσικοθεραπεία επέτρεψε σε πολλούς αθλητές να επιστρέψουν στο επίπεδο απόδοσης πριν από τον τραυματισμό.[50]

Οι ασθενείς που είχαν συμπτωματική ρήξη μηνίσκου που σχετίζεται με ρήξη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου πέτυχαν σημαντικά ποσοστά επιτυχίας στην αποκατάσταση του μηνίσκου όταν ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος ανακατασκευάστηκε κατά την ίδια επέμβαση ^[136].

Το πλάσμα πλούσιο σε αιμοπετάλια (Platelet-Rich Plasma, PRP) περιέχει αρκετούς αυξητικούς παράγοντες που βοηθούν στην επούλωση των καταγμάτων, τη θεραπεία τενοντοπαθειών και την αποκατάσταση τενόντων. Υπάρχουν κάποιες ακτινολογικές ενδείξεις, ότι η χρήση PRP μπορεί να αυξήσουν την επούλωση σε ανακατασκευές του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου αλλά αυτό το αποτέλεσμα δεν συσχετίστηκε με πρώιμη επιστροφή της λειτουργίας ή βελτίωση των βαθμολογιών πόνου ^[137].

Οι μακροχρόνιες επιπλοκές της ρήξης του προσθίου χιαστού περιλαμβάνουν πρώιμη έναρξη της αρθρίτιδας του γόνατος και/ή επαναρήξη του συνδέσμου. Παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο αρθρίτιδας περιλαμβάνουν τη σοβαρότητα του αρχικού τραυματισμού, τον τραυματισμό άλλων δομών στο γόνατο και το επίπεδο δραστηριότητας μετά τη θεραπεία. Οι νεαρές αθλήτριες έχουν σημαντικό κίνδυνο (περίπου 25%) επαναρήξης προσθίου χιαστού ή ρήξης χιαστού στο άλλο γόνατο μετά την ανάρρωσή του. Επομένως, οι αθλητές θα πρέπει να ελέγχονται για οποιοδήποτε νευρομυϊκό έλλειμμα πριν την επιστροφή τους στην άθληση ^[138].

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η ερευνητική υπόθεση της παρούσας μελέτης είναι ότι η χρήση μιας συσκευής τάνυσης (tensioner) μπορεί να σχετίζεται με μεγαλύτερη μετεγχειρητική σταθερότητα του γόνατος και καλύτερη λειτουργική έκβαση, σε σύγκριση με την εφαρμογή χειροκίνητης τάσης, κατά τη διάρκεια της σταθεροποίησης του μοσχεύματος στην κνήμη, στη συνδεσμοπλαστική προσθίου χιαστού.

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι η σύγκριση του κλινικού αποτελέσματος μεταξύ της εφαρμογής χειροκίνητης τάσης και της χρήσης του ConMed Linvatec SE™ Graft Tensioning System κατά τη στερέωση του μοσχεύματος σε ανατομική ανακατασκευή προσθίου χιαστού μονής δέσμης με τετραπλό μόσχευμα από τένοντα ισχιοκνημιαίων.

Δευτερεύων σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση των μορφολογικών αλλαγών και των μεταβολών στην ένταση του σήματος που λαμβάνουν χώρα στην επιφάνεια των αυτομοσχευμάτων ισχιοκνημιαίων μετά από ανεπίπεκτη ανακατασκευή προσθίου χιαστού, με χρήση μαγνητικής τομογραφίας με σκιαγραφικό και για χρονικό διάστημα 2 ετών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πρόκειται για προοπτική συγκριτική μελέτη που πραγματοποιήθηκε μεταξύ του Σεπτεμβρίου 2015 και του Μαΐου του 2017. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στην Πανεπιστημιακή Ορθοπαιδική Κλινική του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων μετά από έγκριση της από την Επιστημονική Επιτροπή που είναι και Επιτροπή Έρευνας και Ηθικής-Δεοντολογίας. Όλα τα άτομα ενημερώθηκαν πλήρως για το σκοπό της μελέτης και υπέγραψαν το σχετικό έντυπο συγκατάθεσης.

Οι συμμετέχοντες στη μελέτη οι οποίοι υποβλήθηκαν σε ανακατασκευή προσθίου χιαστού, χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Στην ομάδα Α, εφαρμόστηκε μια συνήθης χειροκίνητη τάση και στα δύο μοσχεύματα. Στην Ομάδα Β, εφαρμόστηκε ειδική τάση στα μοσχεύματα, με τη χρήση συσκευής τάνυσης [ConMed Linvatec SE™ (Stress Equalization) Graft Tensioning System]. Εφαρμόστηκαν 60N στον τένοντα του ημιτενοντώδους και 40N στον τένοντα του ισχνού.

5.2 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

5.2.1 Κριτήρια επιλογής

Στην μελέτη εντάχθηκαν ασθενείς σκελετικά ώριμοι, που έπασχαν από ετερόπλευρη ανεπάρκεια προσθίου χιαστού συνδέσμου κατά τη στιγμή της

επέμβασης. Η διάγνωση της ρήξης του προσθίου χιαστού βασίστηκε στο ιστορικό του ασθενούς, την κλινική εξέταση και τη μαγνητική τομογραφία (MRI) του γόνατος. Σε όλες τις περιπτώσεις η ρήξη του προσθίου χιαστού επιβεβαιώθηκε και αρθροσκοπικά.

5.2.2 Κριτήρια αποκλεισμού

Από τη μελέτη αποκλείστηκαν ασθενείς που έπασχαν από τα εξής:

- Κακώσεις μηνίσκων
- Αποσπαστικά κατάγματα
- Πολυσυνδεσμικές κακώσεις
- Χόνδρινες βλάβες
- Οστεοαρθρίτιδα γόνατος
- Προηγούμενη επέμβαση στο γόνατο
- Νευρολογικές παθήσεις

5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ

5.3.1 Καταγραφή δεδομένων

Σε όλους τους ασθενείς καταγράφηκαν γενικά δημογραφικά στοιχεία που αφορούσαν την ηλικία, το ύψος και το βάρος. Ο υπολογισμός του δείκτη μάζας σώματος (Bone Mass Index, BMI) έγινε με τον τύπο: $BMI = kg / m^2$.

Επίσης, σε όλους τους ασθενείς καταγράφηκε το χρονικό διάστημα μεταξύ του τραυματισμού και της επέμβασης και το πλάτος των σηράγγων του μηριαίου και της κνήμης.

5.3.2 Χειρουργική τεχνική

Όλες οι επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο χειρουργό. Οι ασθενείς τοποθετούνταν σε ύπτια θέση και το πάσχον πόδι τοποθετούνταν σε leg holder (εικόνα 18). Όλοι οι ασθενείς χειρουργήθηκαν υπό γενικά αναισθησία.



Εικόνα 18. Αρχική τοποθέτηση ασθενούς σε leg-holder. Θέση τομής για λήψη αυτομοσχευμάτων hamstrings.

Όλες οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε ανακατασκευή προσθίου χιαστού μονής δεσμίδας με τετραπλό αυτομόσχευμα ισchioκνημιαίων. Αρχικά, οι τένοντες του ημιτενοντώδους και του ισχνού συλλέχθηκαν μέσω μιας τομής 4 cm πάνω από τον χήναιο πόδα. Μετρήθηκε το πλάτος του μοσχεύματος.



Εικόνα 19. Τετραπλό μόσχευμα οπίσθιων μηριαίων

Η πρόσθια-έξω αρθροσκοπική πύλη εισόδου τοποθετούνταν 2 – 3 cm υψηλότερα του κνημιαίου κονδύλου ανάμεσα στο έξω-άπω όριο της επιγονατίδας και τον έξω μηριαίο κόνδυλο. Η πρόσθια-έσω πύλη εισόδου που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του μηριαίου tunnel δημιουργούταν 1 cm υψηλότερα του κνημιαίου κονδύλου (πάνω απ το επίπεδο του έσω μηνίσκου) κοντά στο έσω όριο του επιγονατιδικού τένοντα.

Στα πλαίσια της διαγνωστικής αρθροσκόπησης και προκειμένου να αναγνωριστεί η πρόσφυση του προσθίου χιαστού, αρχικά αφαιρούταν η

υποεπιγονατιδική υμενική πτυχή και τμήμα του υποεπιγονατιδικού λιπώδους σώματος. Με το γόνατο σε κάμψη 90° καθαρίζονταν το οπίσθιο τμήμα της έσω επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου από μαλακά μόρια και από τα περισσότερα υπολείμματα του προσθίου χιαστού αφήνοντας κάποιες ίνες μόνο για την αναγνώριση της θέσης πρόσφυσης (εικόνα 20). Το κέντρο της πρόσφυσης του φυσικού προσθίου χιαστού αναγνωριζόταν περίπου στο μέσο της απόστασης από την κορυφή της μεσοκονδύλιας εντομής ως το χαμηλότερο σημείο της έσω επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου στην ένωση με τον αρθρικό χόνδρο. Από την έσω αρθροσκοπική πύλη, και με το γόνατο σε κάμψη 120°, γινόταν εισαγωγή του μηριαίου οδηγού, στο κέντρο της ανατομικής θέσης πρόσφυσης του φυσικού προσθίου χιαστού, και προωθούνταν διαμέσου του έξω μηριαίου κονδύλου έως ότου να εξέλθει από το δέρμα της έσω επιφάνειας του μηρού. Κατόπιν μέσω της βελόνας οδηγού, γινόταν γλυφανισμός μέχρι το επιθυμητό μήκος του αυλού.



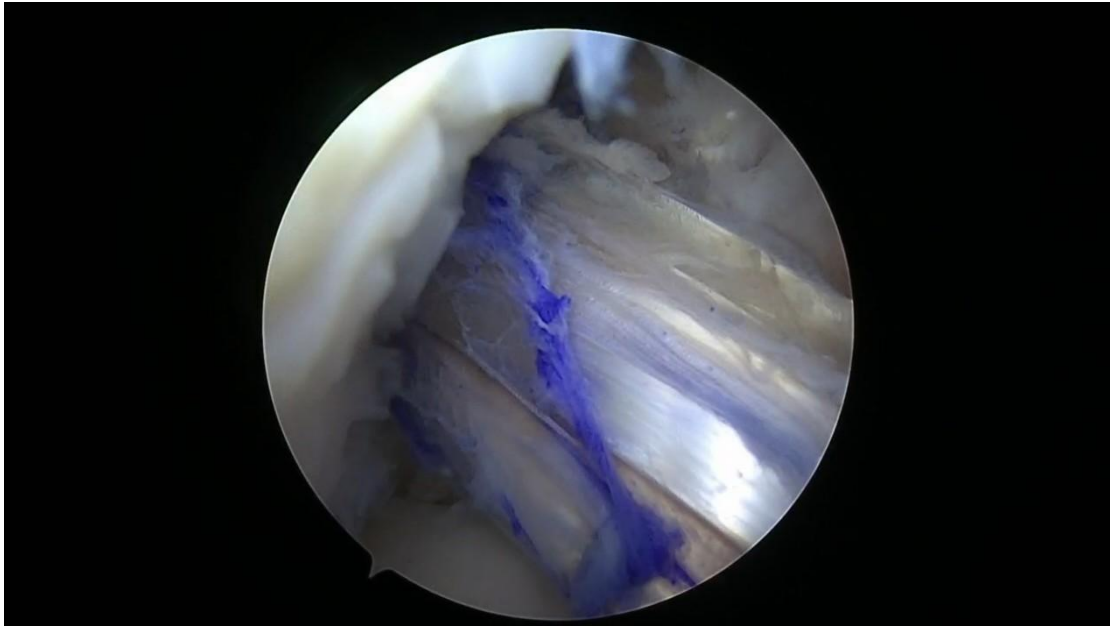
Εικόνα 20. Διαμόρφωση μηριαίου tunnel.

Η κνημιαία σήραγγα δημιουργήθηκε με τη βοήθεια έναν κνημιαίου συρμάτινου οδηγού τοποθετημένο στην ανατομική θέση. Με το γόνατο σε κάμψη 90°, ο οδηγός για το κνημιαίο tunnel εισαγόταν κοντά στο πρόσθιο όριο του έσω πλαγίου συνδέσμου. Ενδαρθρικά, το κέντρο του οστικού αυλού στην κνήμη βρισκόταν έσω της μεσοκονδύλιας περιοχής στην νοητή γραμμή που ενώνει το έσω άκρο του προσθίου κέρατος του έξω μηνίσκου με το έσω μεσογλήνιο φύμα. Χρησιμοποιώντας τον οδηγό για τον οστικό αυλό της κνήμης και οδηγό βελόνα τοποθετημένη σε γωνία 60° με το κνημιαίο plateau, γινόταν τρυπανισμός του οστικού αυλού και στη συνέχεια διεύρυνση με τα επιθυμητά γλύφανα (εικόνα 21).

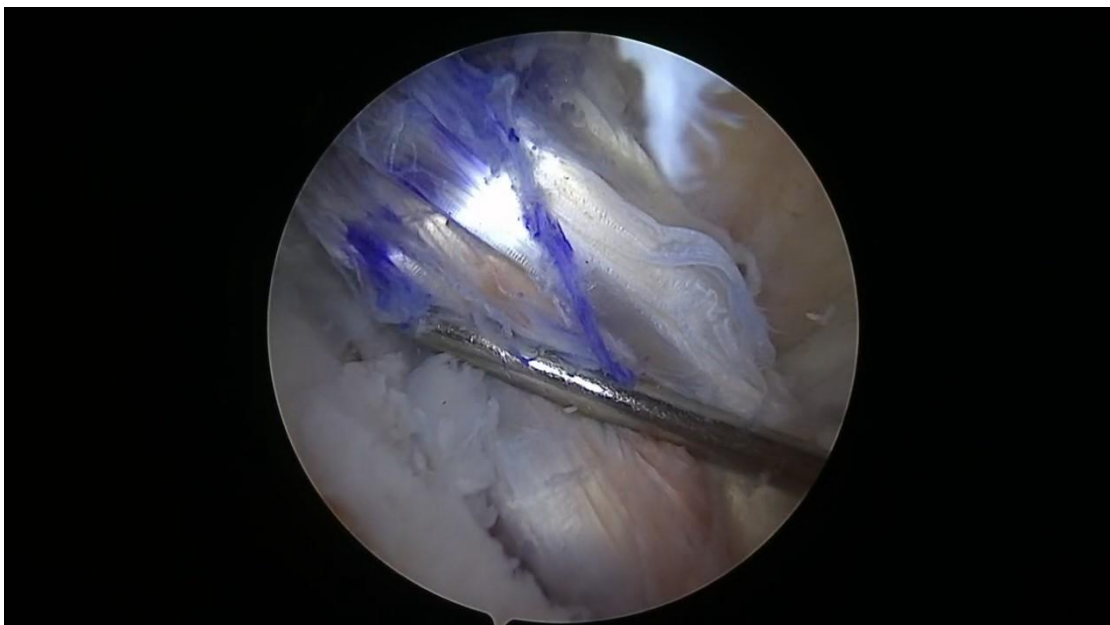


Εικόνα 21. Διαμόρφωση κνημιαίου tunnel.

Με τη βοήθεια οδηγού βελόνας τύπου eyelet K wire και ράμματος, το τετραπλό αυτομόσχευμα των ισχιοκνημιαίων διερχόταν από την κνημιαία σήραγγα στο εξωτερικό άνοιγμα της μηριαίας σήραγγας. Στερεώθηκε στο μηριαίο οστό χρησιμοποιώντας ένα σύστημα Endobutton® (εικόνες 22 – 23).



Εικόνα 22. Εισαγωγή αυτομοσχεύματος από το κνημιαίο tunnel στο άνοιγμα του μηριαίου tunnel.



Εικόνα 23. Διεγχειρητικός έλεγχος της σταθερότητας του μοσχεύματος

Πριν τη σταθεροποίηση του μοσχεύματος στην κνήμη, το μόσχευμα στρέφεται κατά 90° προς τα έξω προσομοιάζοντας την στροφή των ινών του φυσικού πρόσθιου χιαστού, ενώ η κνήμη φερόταν προς τα πίσω ώστε να διορθωθεί το πρόσθιο συρταροειδές σημείο και στρέφεται ελαφρά προς τα έξω. Σε αυτή τη θέση και σε γωνία κάμψης 15° γινόταν η σταθεροποίηση του μοσχεύματος με βίδα.

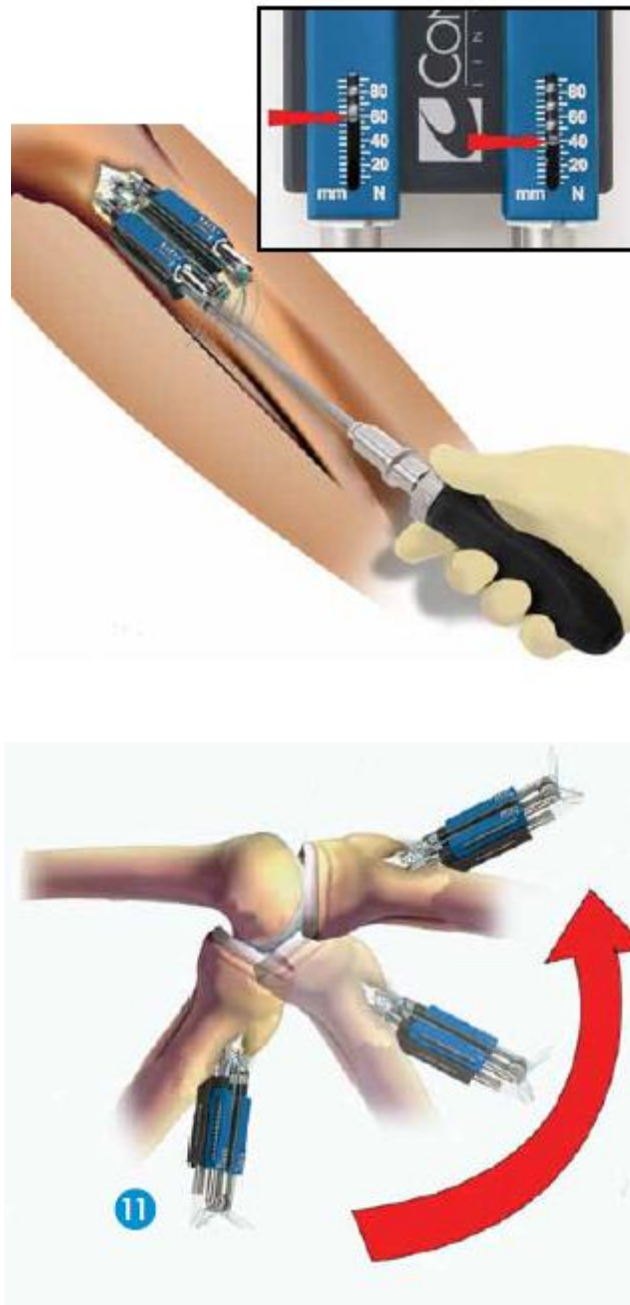
Ελέγχθηκε το εύρος κίνησης του γόνατος. Σε αυτό το στάδιο, το μόσχευμα τεντώθηκε με 20 επαναλαμβανόμενους κύκλους κάμψης - έκτασης.



Εικόνα 24. Χειροκίνητη εφαρμογή τάσης στο μόσχευμα

Στην ομάδα Α, η τάνυση του μοσχεύματος έγινε χειροκίνητα μέσω της ελεύθερης δύναμης έλξης ενός χεριού (εικόνα 24). Με τη χρήση δυναμομέτρου, η χειροκίνητη τάση που εφαρμόστηκε μετρήθηκε σε 5 ασθενείς και η μέση τάση υπολογίστηκε στα 55,3 N.

Στην Ομάδα Β, το μόσχευμα στερεώθηκε με τη χρήση του συστήματος τάνυσης μοσχεύματος ConMed Linvatec SE™, εφαρμόζοντας 60N στον ημιτενοντώδη και 40N στον ισχνό (εικόνα 25).



Εικόνα 25. Εφαρμογή τάσης στο μόσχευμα με το σύστημα tensioner

Τοποθετήθηκε βιοαπορροφήσιμη βίδα τοποθετήθηκε κεντρικά με διαχωρισμό των δεσμίδων του μοσχεύματος και την τοποθέτησή τους σε όλη την επιφάνεια του οστικού τούνελ. Μετεγχειρητικά όλοι οι ασθενείς ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα αποκατάστασης. Δεν επιτρεπόταν τρέξιμο μέχρι τους 4 μήνες μετά την επέμβαση. Η επιστροφή στην πλήρη αθλητική δραστηριότητα επιτρεπόταν γενικά στους 9 μήνες.

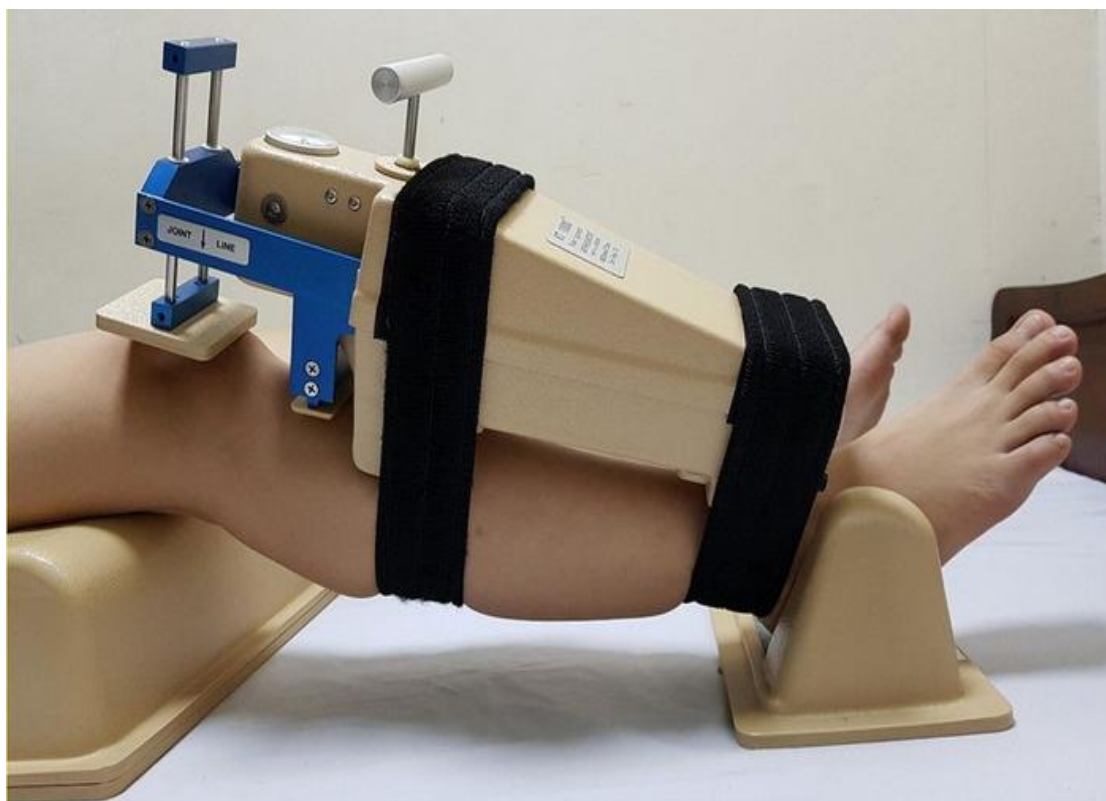
5.3.3 Αξιολόγηση κλινικών αποτελεσμάτων και σταθερότητας του γόνατος

5.3.3.1 Αξιολόγηση προσθιοπίσθιας σταθερότητας γόνατος

Έγινε χρήση του αρθρόμετρου KT-1000 (MEDmetric, San Diego, CA) για τη μέτρηση της πρόσθιας κνημιαίας μετατόπισης στη χειροκίνητη μέγιστη έλξη (εικόνα 26). Καταγράφησαν:

- α) Η απόλυτη τιμή της πρόσθιας κνημιαίας μετατόπισης σε χιλιοστά (mm)
- β) Η διαφορά της πρόσθιας κνημιαίας μετατόπισης μεταξύ του τραυματισμένου και του μη τραυματισμένου γόνατος σε χιλιοστά (mm).

Η χρήση του αρθρόμετρου συνήθως είναι συμπληρωματική των κλινικών δοκιμασιών. Το αρθρόμετρο παρέχει μια αντικειμενική μέτρηση της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης που προσομοιάζει τη δοκιμασία Lachman σε ρήξη του προσθίου χιαστού. Μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην εξέταση ασθενών με οξύ τραυματισμό στους οποίους ο πόνος και ο φόβος μπορεί να δυσχεράνουν την αξιολόγηση. Σε τέτοιους ασθενείς η δοκιμασία Lachman και οι άλλες δοκιμασίες μπορεί να είναι δύσκολο να εκτελεστούν με ακρίβεια.



Εικόνα 26. Καταγραφή της προσθιοπίσθιας μετατόπισης της κνήμης με χρήση του αρθρόμετρου KT-1000. Τροποποιημένο από Dung et al ^[139].

Η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης καταγράφεται σε χιλιοστόμετρα κατά την εφαρμογή δύναμης 134N καθώς και για τη μέγιστη δύναμη του εξεταστή. Η μετατόπιση > 5 mm του υγιούς από το πάσχον γόνατο είναι ενδεικτικές πλήρους ρήξης προσθίου χιαστού. Η διαφορά 3 - 5 mm ανάμεσα στο πάσχον και το υγιές άκρο υποδεικνύει μερική ρήξη προσθίου χιαστού.

Η πρόσθια κνημιαία μετατόπιση μετρήθηκε προεγχειρητικά, διεγχειρητικά με γενική αναισθησία και μετεγχειρητικά στους 0, 3 και 6 μήνες μετά την ανακατασκευή του προσθίου χιαστού.

5.3.3.2 Αξιολόγηση κλινικών αποτελεσμάτων γόνατος

Για την αξιολόγηση των κλινικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα εξής:

- Το International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC)
- Το Lysholm Knee Score (LKSS) και
- Το Tegner Activity Scale (TAS)

Τα κλινικά αποτελέσματα αξιολογήθηκαν προεγχειρητικά, στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο ^[140-141]. Όλοι οι ασθενείς έφτασαν στην τελική παρακολούθηση (2 έτη).

Το International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form, ειδικότερα, καταγράφει τα συμπτώματα και τη λειτουργική κατάσταση (τόσο σε καθημερινές όσο και σε αθλητικές δραστηριότητες) και έχει επικυρωθεί εκτενώς σε ασθενείς με διάφορες παθολογίες του γόνατος και κακώσεις των μηνίσκων ^[142-144]. Έχει διαπιστωθεί ότι το συγκεκριμένο μέσο αξιολόγησης έχει ίσες ή ανώτερες ιδιότητες μέτρησης από άλλα αντίστοιχα μέσα αξιολόγησης της λειτουργίας του γόνατος σε ασθενείς με σύνθετες διαταραχές του γόνατος, χόνδρινες βλάβες, ρήξεις μηνίσκων, ρήξη και συνδεσμοπλαστική προσθίου χιαστού ^[145-148]. Η φόρμα αποτελείται από 10 στοιχεία που αξιολογούν «συμπτώματα», «αθλητικές δραστηριότητες» και «λειτουργία», καλύπτοντας όλους τους τραυματισμούς που σχετίζονται με το γόνατο (Παράρτημα 1). Η συνολική βαθμολογία είναι το άθροισμα των βαθμολογιών των επιμέρους στοιχείων και, στη συνέχεια, η βαθμολογία μετατρέπεται σε μια κλίμακα που κυμαίνεται από το 0 έως το 100. Η συνολική βαθμολογία μπορεί να υπολογιστεί εάν έχει συμπληρωθεί τουλάχιστον το 90% των στοιχείων. Χρησιμοποιήθηκε η επικυρωμένη μετάφραση του IKDC Subjective Knee Form στα ελληνικά ^[149].

Το Lysholm Knee Score και η Tegner Activity Scale είναι δύο δημοφιλή όργανα που μετρούν τα αποτελέσματα σε ασθενείς με παθήσεις του γόνατος [150]. Το Lysholm Knee Score αναπτύχθηκε το 1982 για να προσδιορίσει τη λειτουργική κατάσταση των ασθενών μετά την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Ανανεώθηκε περαιτέρω και βελτιώθηκε ώστε να περιλαμβάνει μόνο υποκειμενικά στοιχεία το 1985 [151]. Το Tegner Activity Scale αναπτύχθηκε ως ένα πρόσθετο εργαλείο που προορίζεται να συμπληρώσει το Lysholm Knee Score και σχεδιάστηκε για την αξιολόγηση του επιπέδου δραστηριότητας με βάση την εργασία και τις αθλητικές δραστηριότητες. Και οι δύο βαθμολογίες έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολυάριθμες δημοσιεύσεις παγκοσμίως και η αξιοπιστία, η εγκυρότητα και η ανταπόκρισή τους έχουν τεκμηριωθεί για διάφορα προβλήματα του γόνατος, συμπεριλαμβανομένων των κακώσεων του πρόσθιου χιαστού και των μηνίσκων [140, 152-153], του συνδρόμου επιγονατιδομηριαίου πόνου [154], του σύνδρομο έσω επιγονατιδικής πτυχής [155], του εξαρθήματος επιγονατίδας [156], των χόνδρινων βλαβών [157], της αρθροπλαστικής γόνατος [158], καθώς και σε άτομα με φυσιολογικά γόνατα [159]. Μέχρι στιγμής, και τα δύο ερωτηματολόγια έχουν μεταφραστεί, επικυρωθεί και προσαρμοστεί πολιτισμικά σε πολλές διαφορετικές γλώσσες και έχουν δείξει όλα καλή αξιοπιστία και εγκυρότητα [160].

Το Lysholm Knee Score περιλαμβάνει ένα ερωτηματολόγιο που αξιολογεί την αντίληψη ενός ατόμου για τη λειτουργία του γόνατος και τα συμπτώματά του. Το ερωτηματολόγιο καλύπτει μια σειρά από δραστηριότητες και συμπτώματα που σχετίζονται με τη λειτουργία του γόνατος, με στόχο να παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της κατάστασης του γόνατος του ασθενούς. Το σύστημα βαθμολόγησης συνήθως περιλαμβάνει ερωτήσεις σχετικά με τον πόνο, την αστάθεια, το οίδημα, το αίσθημα κλειδώματος, τη χωλότητα, την ανάγκη για χρήση βακτηριών, την ικανότητα βάδισης και ανόδου / καθόδου σκάλας και τους περιορισμούς στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Η βαθμολογία αποδίδει διαφορετικούς βαθμούς σε κάθε απάντηση, με υψηλότερη βαθμολογία να υποδηλώνει καλύτερη λειτουργία του γόνατος. Η μέγιστη βαθμολογία είναι 100 βαθμοί [161].

Η βαθμολογία Tegner είναι μια αριθμητική κλίμακα που κυμαίνεται από 0 έως 10. Κάθε επίπεδο της κλίμακας αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο σωματικής δραστηριότητας. Η κλίμακα περιλαμβάνει περιγραφές διαφόρων σωματικών δραστηριοτήτων σε κάθε επίπεδο, επιτρέποντας στα άτομα να επιλέξουν την κατηγορία που αντιπροσωπεύει καλύτερα το επίπεδο δραστηριότητάς τους. Οι χαμηλότερες βαθμολογίες (κοντά στο 0) αντιπροσωπεύουν χαμηλά επίπεδα σωματικής δραστηριότητας, ενώ οι υψηλότερες βαθμολογίες (πλησιέστερα στο 10) δείχνουν υψηλότερα επίπεδα δραστηριότητας. Η κλίμακα περιλαμβάνει παραδείγματα κοινών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με κάθε επίπεδο, όπως περπάτημα, τρέξιμο, ποδηλασία, κολύμπι και συμμετοχή σε συγκεκριμένα αθλήματα ^[162].

Χρησιμοποιήθηκε η επικυρωμένη μετάφραση του Lysholm Knee Score και του Tegner Activity Scale στα ελληνικά (Παραρτήματα 2 και 3) ^[160]. Για τον προσδιορισμό των scores χρησιμοποιήθηκε το Orthotoolkit ^[163].

Σε κάθε κλινική αξιολόγηση των ασθενών, εφαρμόζονταν οι δοκιμασίες Lachmann και Pivot Shift.

5.3.4 Διαδικασία απεικόνισης ενσωμάτωσης των μοσχευμάτων με χρήση μαγνητικής τομογραφίας

Κάθε ασθενής υποβλήθηκε σε μαγνητική τομογραφία του γόνατος στους 6, 12 και 24 μήνες μετά την επέμβαση. Όλες οι εξετάσεις πραγματοποιήθηκαν στην ίδια μονάδα μαγνητικής τομογραφίας 3-T (GE ARCHITECT 3 Tesla). Κάθε γόνατο τοποθετούνταν σε πλήρη έκταση, σε μια ελαφρά έξω στροφή (10–15°) και ακινητοποιούνταν με επιθέματα αφρού, για την αποφυγή artifacts. Πριν από την εξέταση τοποθετούνταν περιφερική φλεβική γραμμή, έτσι ώστε ο ασθενής να παραμείνει εντελώς ακίνητος κατά την εξέταση.

Η εξέταση του γόνατος περιελάμβανε ακολουθίες T1-W1 TSE, T2 TSE με καταστολή λίπους και STIR (Short Tau Inversion Recovery) σε εγκάρσιο και

στεφανιαίο επίπεδο. Μια τομή T1 TSE σε λοξό αξονικό επίπεδο, κάθετο στον επιμήκη άξονα του μοσχεύματος, λαμβανόταν πριν και 1 λεπτό μετά την ενδοφλέβια χορήγηση γαδολινίου (0,1 mmol / kg σωματικού βάρους ασθενούς). Τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα μαγνητικής τομογραφίας απεικονίζονται στον πίνακα 3.

Πρωτόκολλο	Επίπεδο	TR (ms)	TE (ms)	Πάχος / διάκενο (mm)
PDW / TSE / Fat-Sat	Αξονικό	3450	15	4.00 / 0.4
PDW / TSE	Στεφανιαίο	2750	16	3,00 / 0,3
PDW / TSE	Οβελιαίο	2750	16	3,00 / 0,3
STIR	Στεφανιαίο	1780	55	3,00 / 0,3
T2W / TSE	Οβελιαίο	2600	70	3,00 / 0,3
3D FFE sequence / Fat-Sat	Οβελιαίο	32	5,1	2,0
T1W TSE (πριν τη χορήγηση Gd-DTPA)	Λοξό αξονικό	500	17	3,00 / 0,3
T1W TSE (μετά τη χορήγηση Gd-DTPA)	Λοξό αξονικό	500	17	3,00 / 0,3

Πίνακας 3. Πρωτόκολλα μαγνητικής τομογραφίας που χρησιμοποιήθηκαν. STIR:short tau inversion recovery; T1W: T1 weighted; TSE:turbo spin echo; T2W: T2 weighted; PDW: proton density weighted; 3D/FFE: 3-dimensional fast

field echo; Fat-Sat: fat saturation; TR: repetition time; TE: echo time; Gd: gadolinium.

Η επεξεργασία των δεδομένων και η ανάλυση εικόνας διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό ANALYZE 4.0 (Biomedical Imaging Resource, Mayo Clinic, Rochester, MN, USA) ^[164].

5.3.5 Αξιολόγηση απεικόνισης ενσωμάτωσης των μοσχευμάτων με χρήση μαγνητικής τομογραφίας

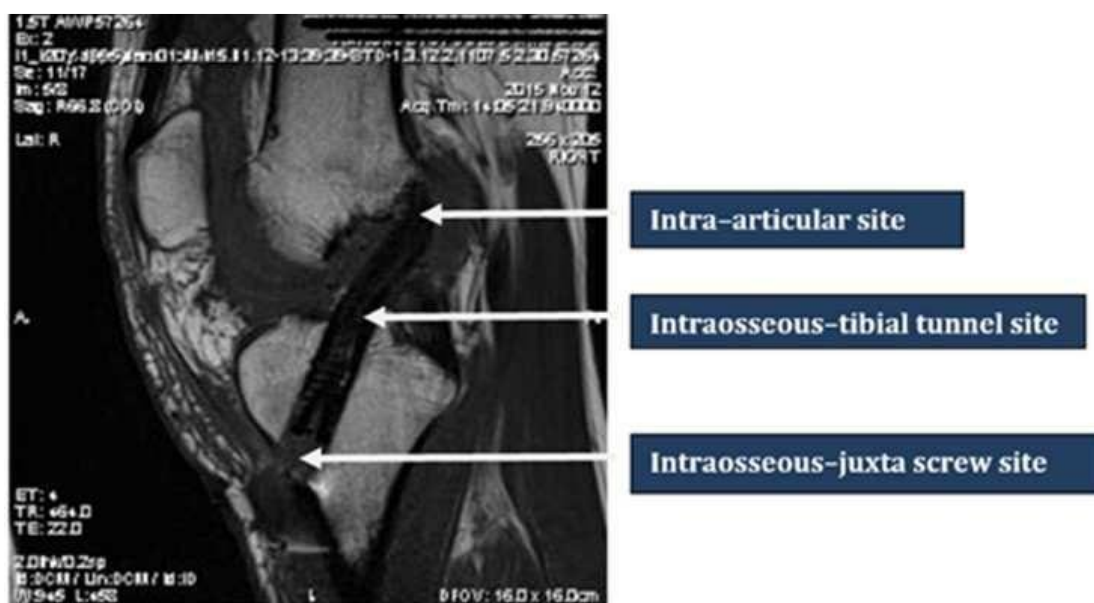
Οι μαγνητικές τομογραφίες εξετάστηκαν διεξοδικά και αξιολογήθηκαν σχετικά με τη μορφολογία του μοσχεύματος, την ένταση του σήματος και τον προσανατολισμό εντός της άρθρωσης του γόνατος προκειμένου να αποκλειστεί η ρήξη του μοσχεύματος. Η παρουσία ακέραιων ινών, καθ' όλη τη διάρκεια της πορείας του μοσχεύματος, αξιολογούμενη καλύτερα σε αλληλουχίες σε T2 οβελιαίες τομές με καταστολή λίπους, ήταν ενδεικτική της ακεραιότητας του μοσχεύματος ^[126, 165]. Αντίθετα, σημεία ρήξης του μοσχεύματος περιελάμβαναν ασυνέχεια των ινών του μοσχεύματος, κυματιστό περίγραμμα, ακάλυπτο οπίσθιο κέρασ του έξω μηνίσκου, πρόσθια κνημιαία μετατόπιση ή οστικό οίδημα στο έξω διαμέρισμα ^[58, 166].

Όσον αφορά τον προσανατολισμό του μοσχεύματος, αξιολογήθηκε η ανατομική τοποθέτηση της σήραγγας της κνήμης και του μηριαίου, προκειμένου να εντοπιστεί η σωστή τάση του μοσχεύματος και η αποφυγή πρόσκρουσης. Η θέση της σήραγγας της κνήμης αξιολογήθηκε σε σχέση με την προβλεπόμενη κλίση της μεσοκονδυλικής οροφής (γραμμή Blumensaat), ενώ η τοποθέτηση της μηριαίας σήραγγας αξιολογήθηκε σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης ο' clock ^[167-168].

Πραγματοποιήθηκε ποσοτική ανάλυση σε λοξές αξονικές αλληλουχίες T1W TSE πριν και μετά τη χορήγηση σκιαγραφικού μέσου. Αυτή η αλληλουχία

επιλέχθηκε λόγω της εγγενούς αντίθεσης μεταξύ του σπογγώδους μυελού των οστών και του ενδοοστικού κλειστού τενοντώδους μοσχεύματος, η οποία ήταν κρίσιμη για την οριοθέτησή τους στο αρχικό χρονικό διάστημα ^[168-169]. Σταδιακά, ωστόσο, διακρίθηκαν δύο περιοχές στην επιφάνεια διατομής του μοσχεύματος: α) ο μεταμοσχευμένος τενοντώδης ιστός, που εντοπίζεται κεντρικά και (β) ένας ιστός υψηλής έντασης σήματος που περιβάλλει το μόσχευμα στην εξωτερική του περιφέρεια.

Για την αξιολόγηση των λαμβανόμενων δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν πλάγιες εικόνες. Οι εικόνες αυτές απεικονίζουν το εμφυτευμένο μόσχευμα καθιστώντας δυνατή τη διάκριση τριών ξεχωριστών περιοχών: (α) την ενδοαρθρική, (β) την ενδοοστική-κοιλιακή σήραγγα, και (γ) την ενδοοστική-ιγνυακή βίδα (εικόνα 27).



Εικόνα 27. Οι τρεις εξετασθείσες περιοχές του μοσχεύματος: α) Η ενδοαρθρική περιοχή (έκφυση) β) Η ενδοοστική περιοχή εντός της κνημιαίας σήραγγας (μεσότητα) και γ) Η ενδοοστική περιοχή εντός της κνημιαίας σήραγγας που βρίσκεται σε επαφή και με την απορροφήσιμη βίδα (κατάφυση).

Τροποποιημένο από Αμπατζής ^[170].

Η περιοχή ενδιαφέροντος (ROI) που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ήταν ένα τετράγωνο με διαστάσεις 8 x 8 mm. Η επιφάνεια διατομής (CSA) που καταλάμβανε κάθε ROI υπολογίστηκε σε mm². Για την αξιολόγηση των αλλαγών της έντασης του σήματος, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ενίσχυσης (Enhancement Index, EI) ως ποσοτική παράμετρος απεικόνισης, ενσωματώνοντας τις αλλαγές που παρατηρήθηκαν πριν και μετά τη χορήγηση σκιαγραφικού και εκφράζοντας το ρυθμό τους με την πάροδο του χρόνου με συστηματικό και συγκρίσιμο τρόπο. Ο δείκτης ενίσχυσης υπολογίστηκε στις 3 προαναφερθείσες περιοχές ενδιαφέροντος (ROI). Ο δείκτης ενίσχυσης ορίζεται από τον τύπο: $EI = \text{SNR μετά τη χορήγηση σκιαγραφικού} / \text{SNR πριν τη χορήγηση σκιαγραφικού}$, όπου SNR: Signal – to – Noise Ratio.

Ο λόγος σήματος προς θόρυβο (Signal-To-Noise Ratio, SNR) υπολογίστηκε διαιρώντας το SI και τον θόρυβο που προέκυψαν από εικόνες πριν και μετά την ενδοφλέβια χορήγηση του σκιαγραφικού. Πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις των EI στις τρεις θέσεις του μοσχεύματος και για κάθε μετεγχειρητικό χρονικό διάστημα.

Το πλεονέκτημα του υπολογισμού του δείκτη ενίσχυσης είναι η άμεση διαθεσιμότητα πληροφοριών σχετικά με την αγγείωση των τριών υπό εξέταση περιοχών μοσχεύματος. Με βάση τους προαναφερθέντες μαθηματικούς τύπους, και ανάλογα με το εάν λαμβάνει χώρα ή όχι πρόσληψη του σκιαγραφικού μέσου, ο λόγος EI αποκτά τιμές μεγαλύτερες της μονάδας, όταν η SNR μετά το σκιαγραφικό είναι μεγαλύτερη από την SNR πριν από το σκιαγραφικό, σημαίνει ικανοποιητική επαναγγείωση. Τιμές $EI \leq 1$, εμφανίζονται όταν η SNR μετά το σκιαγραφικό $\leq$ SNR πριν το σκιαγραφικό, αντιπροσωπεύοντας ανεπαρκή επαναγγείωση.

5.3.6 Στατιστική επεξεργασία

Οι τιμές των μεταβλητών παρουσιάστηκαν χρησιμοποιώντας τον αριθμό των συμμετεχόντων (N), τις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις (standard

deviation, SD). Σε περίπτωση μη κανονικής κατανομής μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η διάμεση τιμή και το ενδοτεταρτημοριακό εύρος (interquartile range, IQR). Στις κατηγορικές μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν οι συχνότητες (n) και τα αντίστοιχα ποσοστά (%).

Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των μετρήσεων έγινε χρησιμοποιώντας το Kolmogorov-Smirnov test.

Οι συγκρίσεις των τιμών των μεταβλητών σε κάθε χρονική στιγμή ανάμεσα στις 2 ομάδες πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το t-test για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test) ή το Mann-Whitney test σε περίπτωση που τα δεδομένα μας δεν ακολουθούν κανονική κατανομή

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS, version 17.00 (SPSS Inc, Chicago, IL). Όλα τα τεστ είναι διπλής κατεύθυνσης (two-sided). Η τιμή p-value <0.05 καθορίστηκε σαν επίπεδο στατιστικά σημαντικής διαφοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά από εφαρμογή του Kolmogorov-Smirnov test, διαπιστώθηκε ότι όλες οι μελετώμενες παράμετροι ακολουθούν κανονική κατανομή, εκτός από το μεσοδιάστημα μεταξύ τραυματισμού και χειρουργικής επέμβασης, την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης στους 0, 3 και 6 μήνες μετά το χειρουργείο, το Lysholm Score στους 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο, το Tegner Activity Scale προεγχειρητικά, στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο και το πάχος των μοσχευμάτων (πίνακας 4).

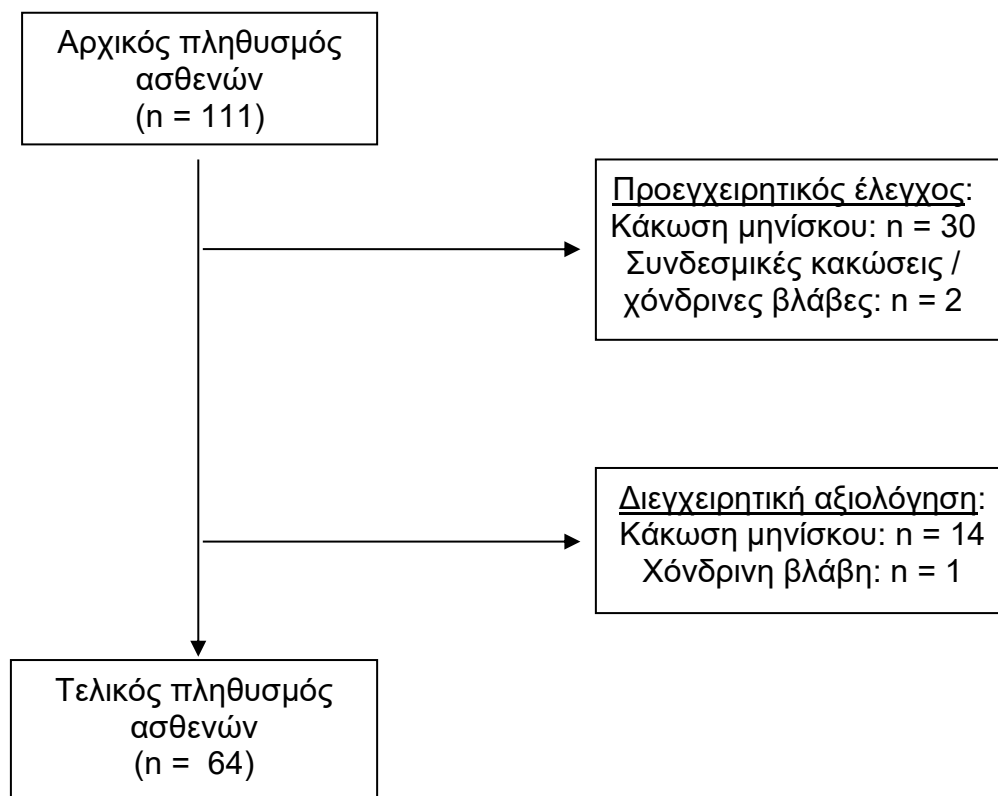
	N	Κανονικές παράμετροι ^{a,b}		Πιο ακραίες διαφορές			p - value
		Μέση Τιμή	SD	Απόλυτες	Θετικές	Αρνητικές	
ΗΛΙΚΙΑ	64	29,29	9,36	0,163	0,163	-0,097	0,216
ΒΑΡΟΣ	64	72,41	6,09	0,096	0,092	-0,096	0,599
ΥΨΟΣ	64	173,11	6,53	0,117	0,091	-0,117	0,346
BMI	64	24,14	1,13	0,105	0,105	-0,085	0,486
ΜΕΣΟΔΙΑΣΤΗΜΑ	64	21,70	128,26	0,470	0,470	-0,433	0,000
KT-1000 ΠΤΧ	64	10,57	2,66	0,118	0,069	-0,118	0,334
KT-1000 ΜΤΑ	64	12,94	2,54	0,109	0,082	-0,109	0,448
KT-1000 ΜΤΧ	64	8,78	2,47	0,157	0,140	-0,157	0,084
KT-1000 3ΜΤΧ	64	8,15	1,83	0,173	0,173	-0,155	0,044
KT-1000 6ΜΤΧ	64	8,19	1,83	0,194	0,166	-0,194	0,017
SIDE-TO-SIDE ΠΤΧ	64	3,72	1,74	0,151	0,151	-0,099	0,109
SIDE-TO-SIDE ΜΤΑ	64	4,35	1,89	0,138	0,138	-0,091	0,174
SIDE-TO-SIDE ΜΤΧ	64	1,94	1,53	0,187	0,187	-0,103	0,023
SIDE-TO-SIDE 3ΜΤΧ	64	1,29	0,99	0,224	0,224	-0,154	0,003
SIDE-TO-SIDE 6ΜΤΧ	64	1,28	1,12	0,271	0,271	-0,135	0,000
IKDC-100 ΠΤΧ	64	49,17	7,64	0,129	0,129	-0,092	0,234
IKDC-100 6ΜΤΧ	64	84,67	4,00	0,139	0,139	-0,111	0,170
IKDC-100 12ΜΤΧ	64	89,84	2,48	0,119	0,084	-0,119	0,327
IKDC-100 24ΜΤΧ	64	91,42	2,83	0,133	0,132	-0,133	0,207
LYSHOLM ΠΤΧ	64	56,56	4,50	0,095	0,095	-0,088	0,615
LYSHOLM 6ΜΤΧ	64	80,38	5,29	0,077	0,077	-0,066	0,842
LYSHOLM 12ΜΤΧ	64	89,80	3,81	0,235	0,235	-0,162	0,002
LYSHOLM 24ΜΤΧ	64	90,00	3,92	0,228	0,228	-0,154	0,003
TEGNER ΠΤΧ	64	5,02	0,75	0,258	0,258	-0,242	0,000
TEGNER 6ΜΤΧ	64	6,42	1,05	0,218	0,218	-0,146	0,004
TEGNER 12ΜΤΧ	64	7,72	1,03	0,217	0,148	-0,217	0,005
TEGNER 24ΜΤΧ	64	8,08	0,96	0,235	0,235	-0,218	0,002
ΜΟΣΧΕΥΜΑ ΚΝΗΜΗΣ	64	7,90	0,64	0,203	0,203	-0,188	0,010
ΜΟΣΧΕΥΜΑ ΜΗΡΟΥ	64	8,13	0,66	0,216	0,216	-0,206	0,005
ΕΙ (6 ΜΗΝΕΣ) (ΕΚΦΥΣΗ)	64	1,55	0,08	0,10	0,10	-0,09	0,512
ΕΙ (6 ΜΗΝΕΣ) (ΜΕΣΟΤΗΤΑ)	64	1,37	0,07	0,16	0,16	-0,12	0,080
ΕΙ (6 ΜΗΝΕΣ) (ΚΑΤΑΦΥΣΗ)	64	1,31	0,07	0,11	0,11	-0,11	0,388

ΕΙ (12 ΜΗΝΕΣ) (ΕΚΦΥΣΗ)	64	1,59	0,09	0,12	0,10	-0,12	0,297
ΕΙ (12 ΜΗΝΕΣ) (ΜΕΣΟΤΗΤΑ)	64	1,46	0,08	0,10	0,09	-0,10	0,495
ΕΙ (12 ΜΗΝΕΣ) (ΚΑΤΑΦΥΣΗ)	64	1,39	0,08	0,08	0,06	-0,08	0,847
ΕΙ (24 ΜΗΝΕΣ) (ΕΚΦΥΣΗ)	64	1,54	0,08	0,09	0,09	-0,07	0,722
ΕΙ (24 ΜΗΝΕΣ) (ΜΕΣΟΤΗΤΑ)	64	1,42	0,08	0,09	0,09	-0,05	0,636
ΕΙ (24 ΜΗΝΕΣ) (ΚΑΤΑΦΥΣΗ)	64	1,36	0,10	0,09	0,09	-0,09	0,696

Πίνακας 4. Έλεγχος κανονικότητας των ποσοτικών μεταβλητών του δείγματος.
Τιμές p μικρότερες του 0,05 συνιστούν μη κανονική κατανομή. SD (standard deviation): Σταθερή απόκλιση

6.1 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το μέγεθος του δείγματος αρχικά περιελάμβανε 111 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε συνδεσμοπλαστική προσθίου χιαστού. Προεγχειρητικά, 30 ασθενείς αποκλείστηκαν λόγω κακώσεων μηνίσκου και 2 ασθενείς αποκλείστηκαν λόγω τραυματισμών παράπλευρων συνδέσμων ή χόνδρινων βλαβών. Μετά από διεγχειρητικό έλεγχο, 14 ακόμη ασθενείς αποκλείστηκαν λόγω τραυματισμών του μηνίσκου και 1 ασθενής αποκλείστηκε λόγω βλάβης του χόνδρου. Τελικά, 64 ασθενείς συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη (διάγραμμα 2).

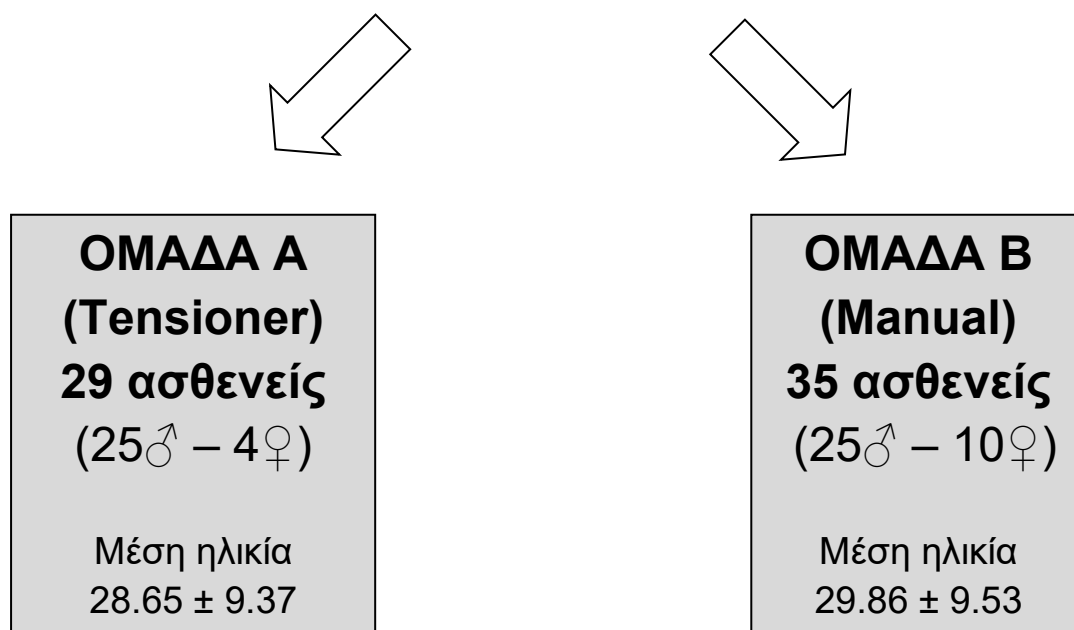


Διάγραμμα 2. Διάγραμμα σχηματισμού πληθυσμού μελέτης

Ο πληθυσμός της μελέτης απεικονίζεται στο διάγραμμα 3. Συνολικά περιλήφθηκαν 64 άτομα (50 άνδρες – 14 γυναίκες), μέσης ηλικίας 29,29 ετών (εύρος 14 – 45 έτη).

Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης συνοψίζονται στον πίνακα. Η ομάδα Α (ομάδα Tensioner) περιλαμβάνει 29 ασθενείς (25 άνδρες, 4 γυναίκες), με μέση ηλικία $28,65 \pm 9,37$ έτη (εύρος 14 – 45 έτη). Η ομάδα Β (ομάδα manual tension) περιλαμβάνει 35 άτομα (25 άνδρες, 10 γυναίκες), με μέση ηλικία $29,86 \pm 9,53$ έτη (εύρος 19 – 44 έτη).

n = 64 άτομα
(50 ♂ – 14 ♀)



Διάγραμμα 3. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά πληθυσμού μελέτης

Το μέσο βάρος ήταν $72,4 \pm 6,1$ kg (εύρος 61 – 88). Το μέσο ύψος ήταν $173,1 \pm 6,5$ cm (εύρος 162 – 185). Το μέσο BMI ήταν $24,14 \pm 1,13$ kg/m² (εύρος 22,37 – 26,07). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά των ασθενών μεταξύ των δύο ομάδων. Ο διάμεσος χρόνος μεταξύ τραυματισμού και επέμβασης ήταν παρόμοιος (1,5 εβδομάδες) μεταξύ των 2 ομάδων.

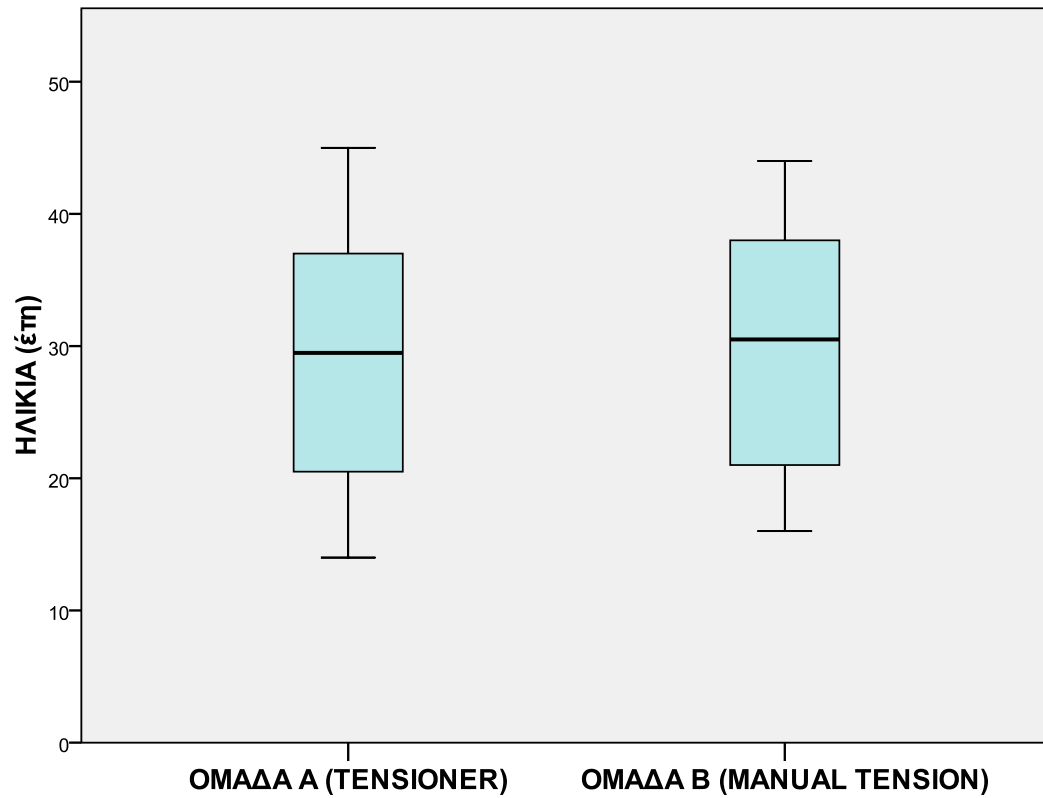
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	N (%)	N (%)	N (%)	
Φύλο				0,226
Ανδρες	25 (86.2)	25 (71.4)	50 (78.1)	
Γυναίκες	4 (13.8)	10 (28.6)	14 (21.9)	

	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	p-value
Ηλικία (έτη)	28,65 (9,37)	29,86 (9,53)	29,29 (9,36)	0,680
Βάρος (kg)	72,40 (7,0)	72,41 (5,3)	72,41 (6,1)	0,991
Ύψος (cm)	173,17 (7,0)	173,06 (6,2)	173,11 (6,5)	0,945
BMI (kg/m²)	24,10 (1,21)	24,16 (1,08)	24,14 (1,13)	0,819
	Διάμεση (IQR)	Διάμεση (IQR)	Διάμεση (IQR)	
Μεσοδιάστημα από τραυματισμό ως επέμβαση (εβδομάδες)	1.5 (3)	1.5 (3)	1.5 (3)	0,795

Πίνακας 5. Δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης

6.1.1 Ηλικία του πληθυσμού μελέτης

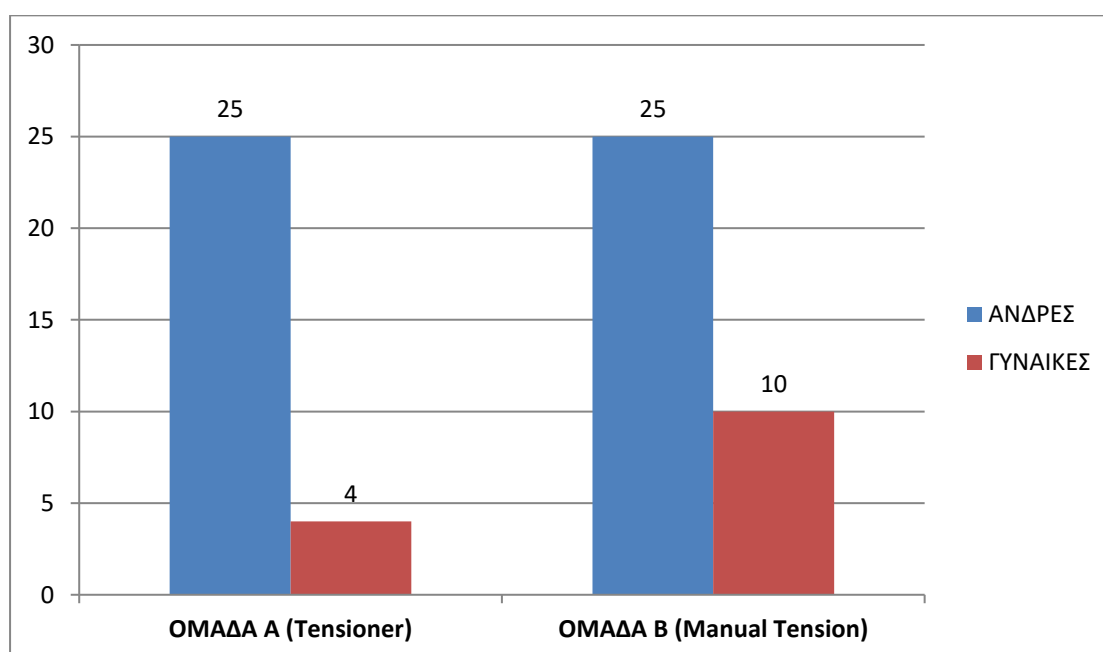
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέσης ηλικίας των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και της μέσης ηλικίας των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($28,65 \pm 9,37$ έτη έναντι $29,86 \pm 9,53$ έτη, $p\text{-value} = 0,68$).



Διάγραμμα 4. Διάγραμμα σύγκρισης μέσω ηλικιών μεταξύ ασθενών της ομάδας Α και ασθενών της ομάδας Β

6.1.2 Φύλο του πληθυσμού μελέτης

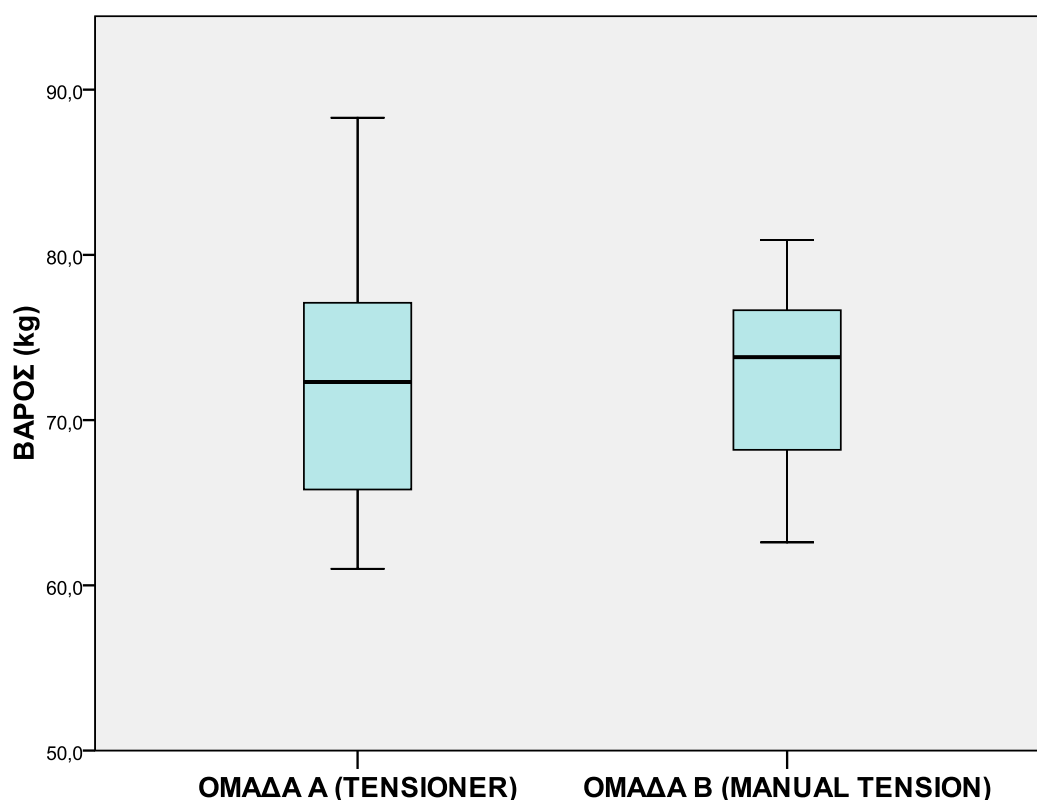
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 5, μετά τη στατιστική εφαρμογή του χ^2 – test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην αναλογία φύλου, μεταξύ των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) (αναλογία άρρενος φύλου: 86% έναντι 71%, $p = 0.226$).



Διάγραμμα 5. Διάγραμμα σύγκρισης αναλογίας φύλου μεταξύ ασθενών ομάδας A και ασθενών ομάδας B

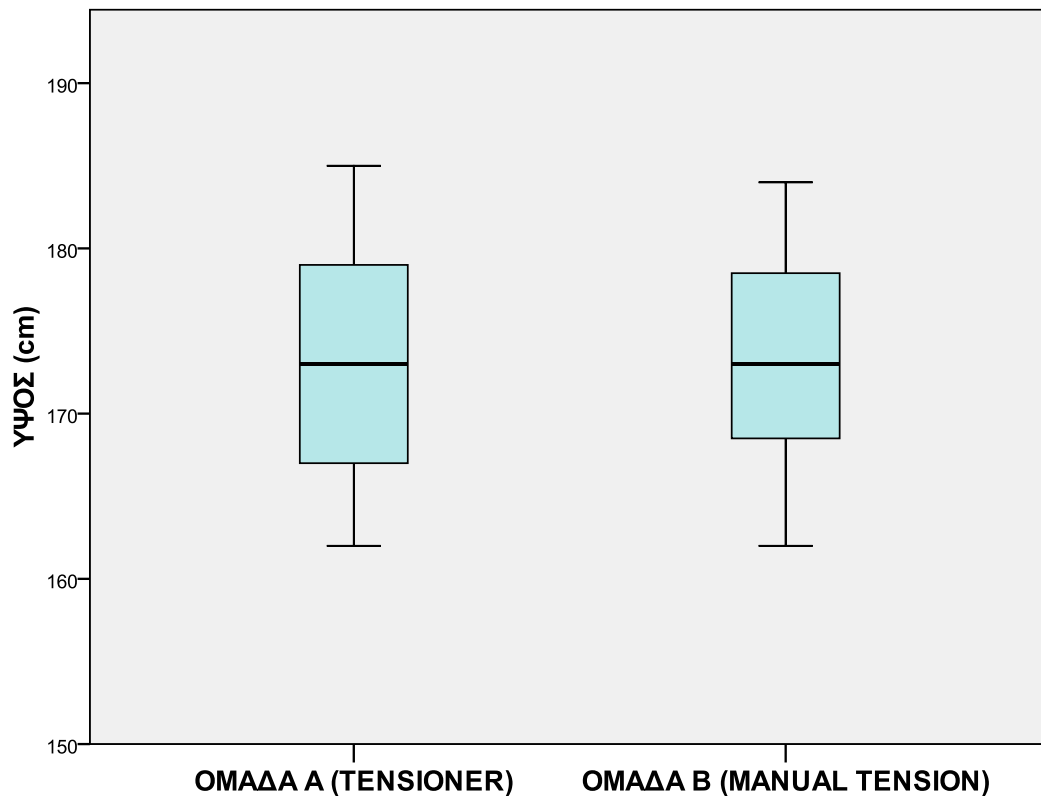
6.1.3 Σωματικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης (Βάρος - Ύψος - Δείκτης Μάζας Σώματος)

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μέσου βάρους των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και του μέσου βάρους των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($72,40 \pm 7,0$ kg έναντι $72,41 \pm 5,3$ kg, p-value = 0,99).



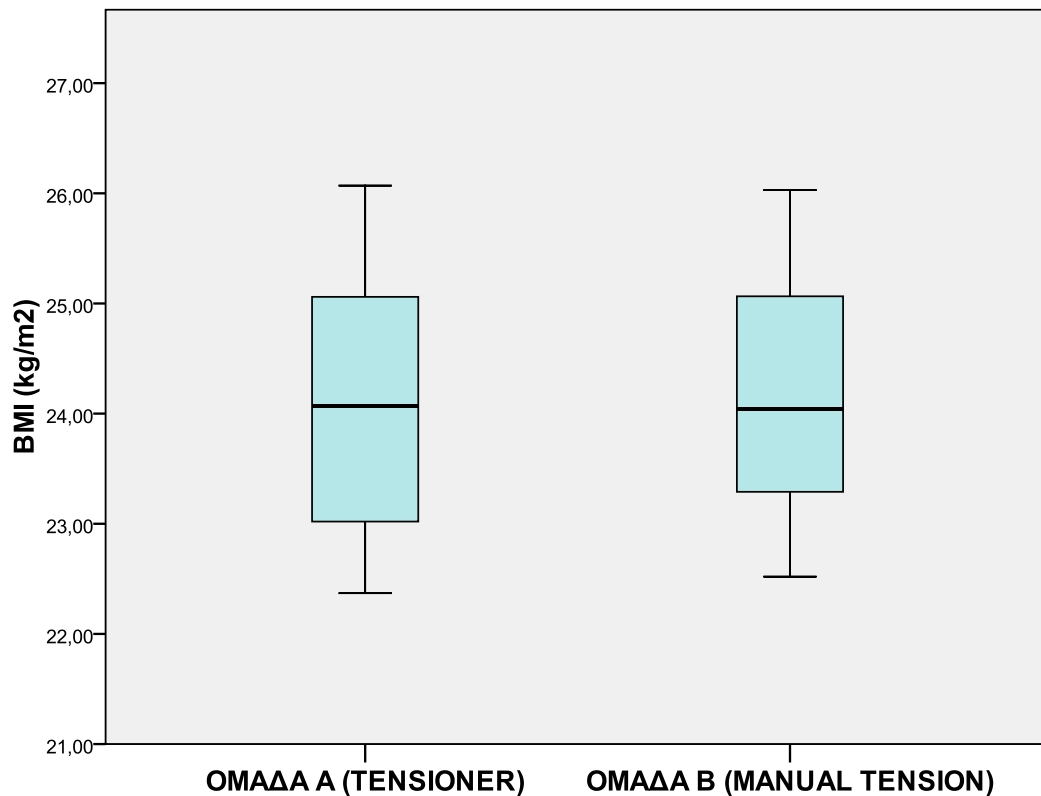
Διάγραμμα 6. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου βάρους μεταξύ ασθενών της ομάδας Α και ασθενών της ομάδας Β.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 7 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μέσου ύψους των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και του μέσου ύψους των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($173,17 \pm 7,0$ cm έναντι $173,06 \pm 6,2$ cm, p-value = 0,945).



Διάγραμμα 7. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου ύψους μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B

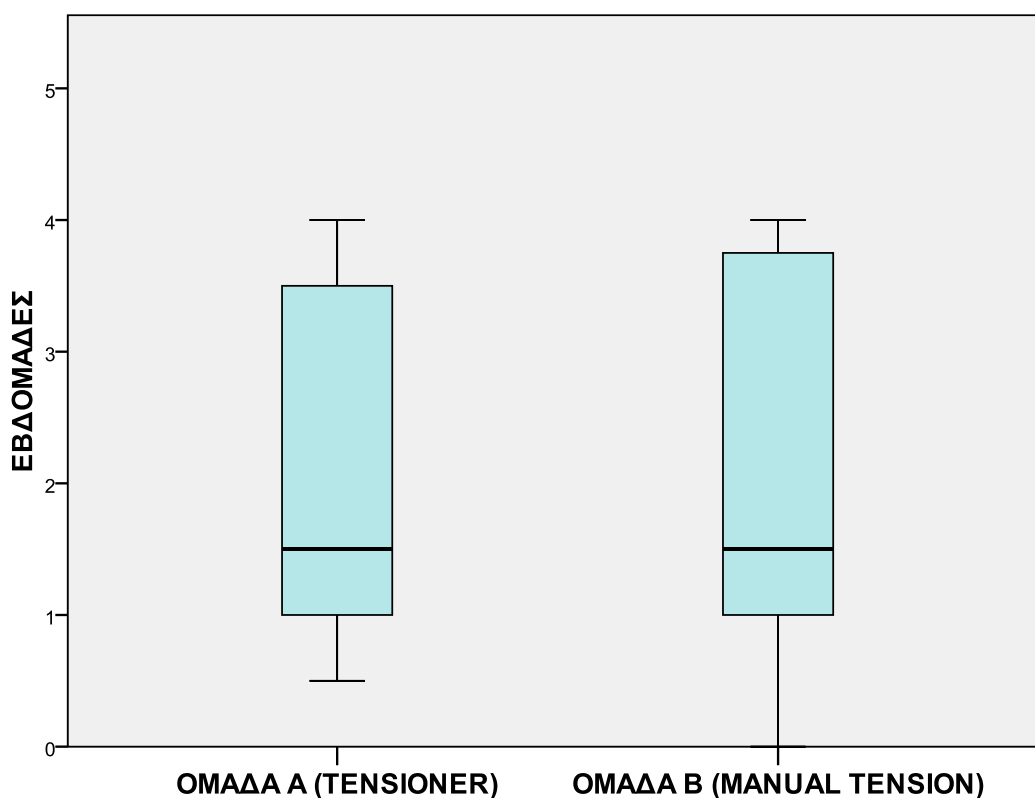
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 8 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μέσου BMI των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και του μέσου BMI των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($24,10 \pm 1,21 \text{ kg/m}^2$ έναντι $24,16 \pm 1,07$ έτη, $p\text{-value} = 0,819$).



Διάγραμμα 8. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου BMI μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B

6.1.4 Χρονικό διάστημα μεταξύ τραυματισμού και χειρουργικής επέμβασης στον πληθυσμό μελέτης

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 9 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Mann-Whitney test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μέσου διαστήματος μεταξύ του τραυματισμού και της χειρουργικής επέμβασης των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($1,91 \pm 1,15$ kg/m² έναντι $2,35 \pm 1,23$ έτη, p-value = 0,795).



Διάγραμμα 9. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου χρονικού διαστήματος μεταξύ τραυματισμού και χειρουργικής επέμβασης μεταξύ ασθενών της ομάδας A και ασθενών της ομάδας B

6.2 ΚΛΙΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

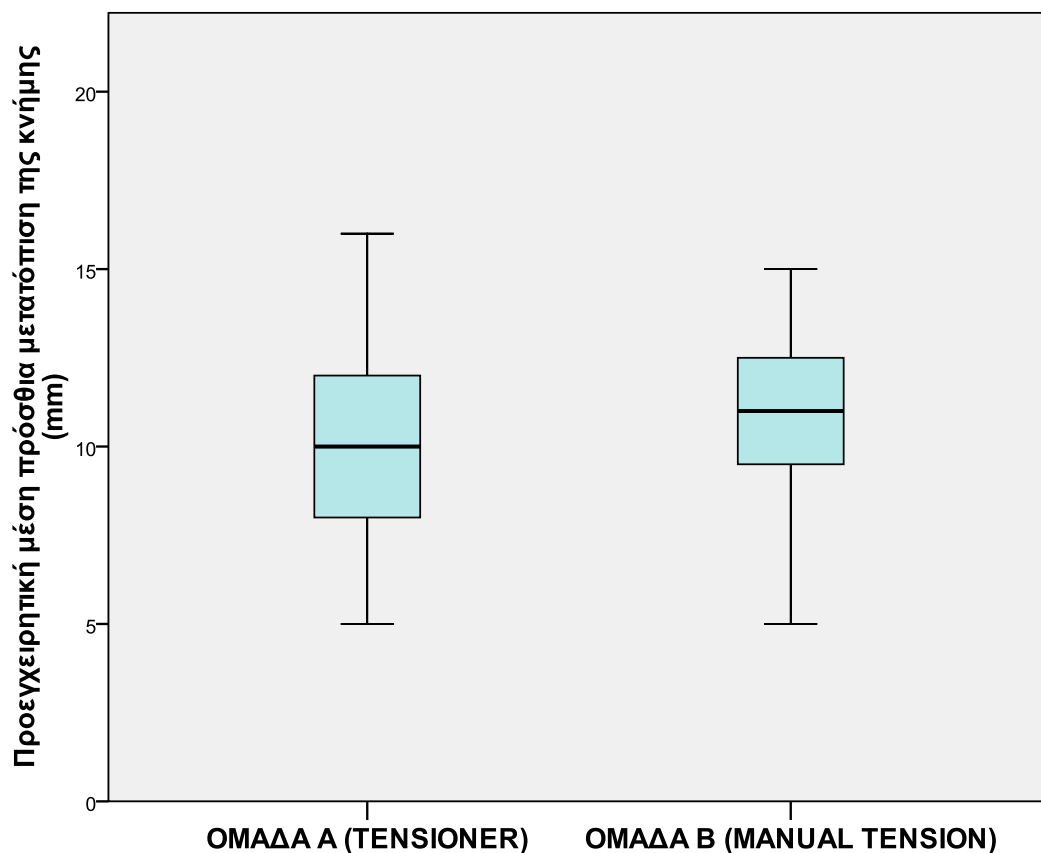
6.2.1 Προεγχειρητικά κλινικά δεδομένα

Η μέση πρόσθια μετατόπιση της κνήμης ήταν $10,57 \pm 2,66$ mm (εύρος 5 – 16). Η μέση διαφορά της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ήταν $3,72 \pm 1,74$ mm (εύρος 1 – 9). Το μέσο IKDC score ήταν $49,17 \pm 7,64$ (εύρος 39 – 64). Το μέσο Lysholm Knee score ήταν $56,56 \pm 4,5$ (εύρος 48 – 64). Η μέση Tegner Activity Scale ήταν $5,02 \pm 0,74$ (εύρος 4 – 7). Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στα βασικά κλινικά δεδομένα μεταξύ των ασθενών των 2 ομάδων (όλοι $p > 0,05$) (πίνακας 6).

	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	p-value
Πρόσθια μετατόπιση κνήμης (mm)	10.24 (2.86)	10.84 (2.48)	10.57 (2.66)	0.378
Διαφορά πρόσθιας μετατόπισης κνήμης (mm)	3,59 (1,55)	3,83 (1,90)	3,72 (1,74)	0,576
IKDC score	49,28 (7,5)	49,09 (7,9)	49,17 (7,6)	0,922
LYNSHOLM Knee Score	55,45 (4,8)	57,49 (4,1)	56,56 (4,5)	0,076
TEGNER Activity Scale	5,07 (0,65)	4,97 (0,82)	5,02 (0,74)	0,598

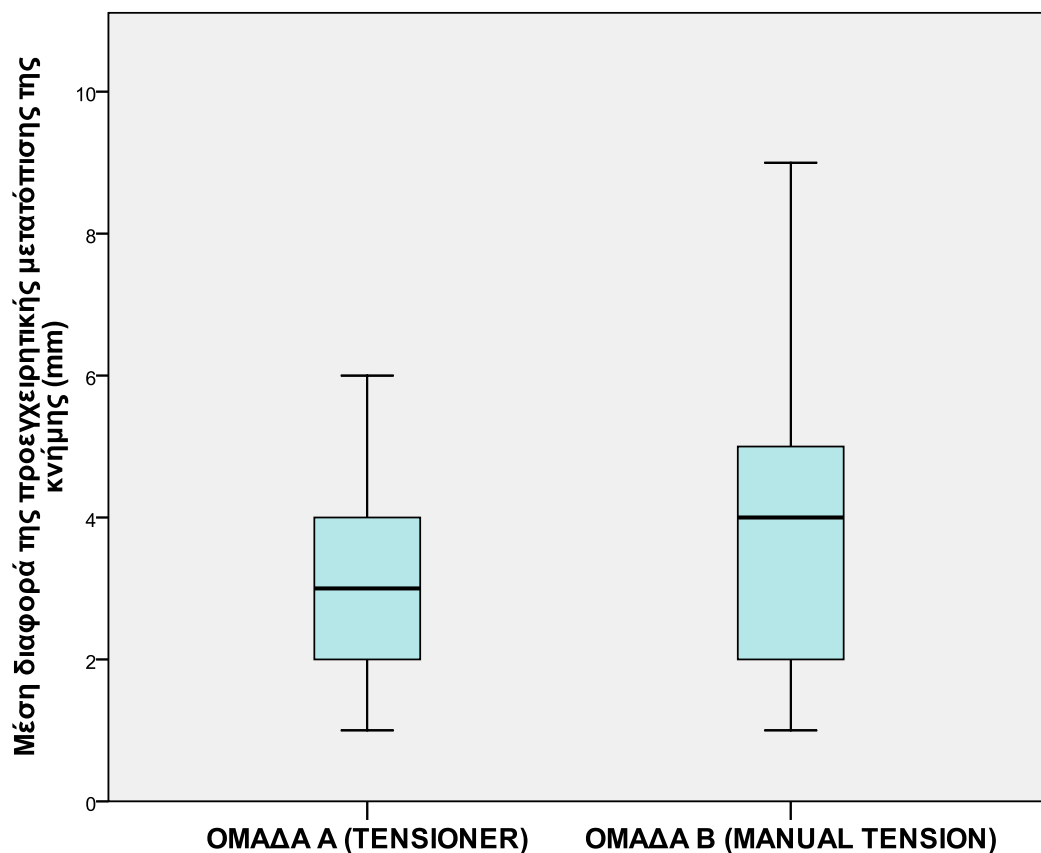
Πίνακας 6. Προεγχειρητικά κλινικά δεδομένα του πληθυσμού μελέτης

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 10 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέσης προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και της αντίστοιχης μέσης τιμής των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($10,24 \pm 2,86$ mm έναντι $10,84 \pm 2,48$ mm, p-value = 0,378).



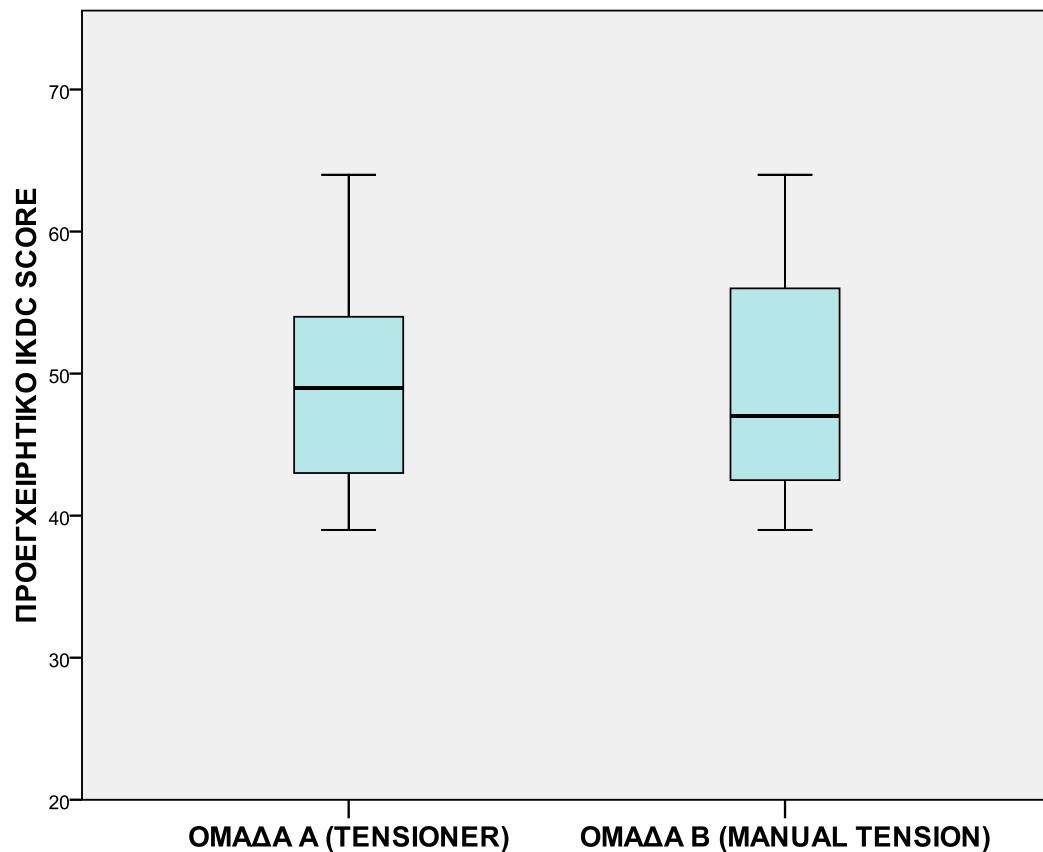
Διάγραμμα 10. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας A και μέσης προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας B

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 11 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέσης διαφοράς της προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και της αντίστοιχης μέσης τιμής των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($3,59 \pm 1,55$ mm έναντι $3,83 \pm 1,90$ mm, p-value = 0,576).



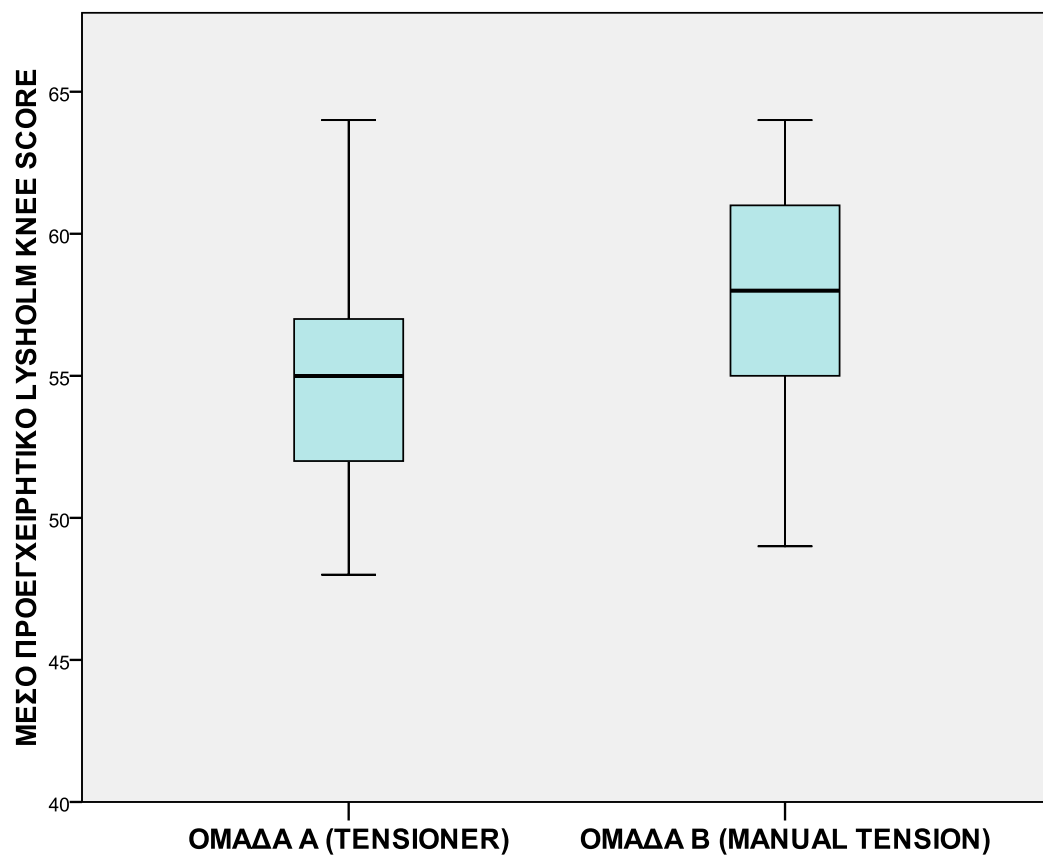
Διάγραμμα 11. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης διαφοράς της προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας Α και μέσης διαφοράς της προεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας Β

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 12 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μέσου προεγχειρητικού IKDC score των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και του μέσου προεγχειρητικού IKDC score των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($49,28 \pm 7,5$ έναντι $49,09 \pm 7,9$, p-value = 0,922).



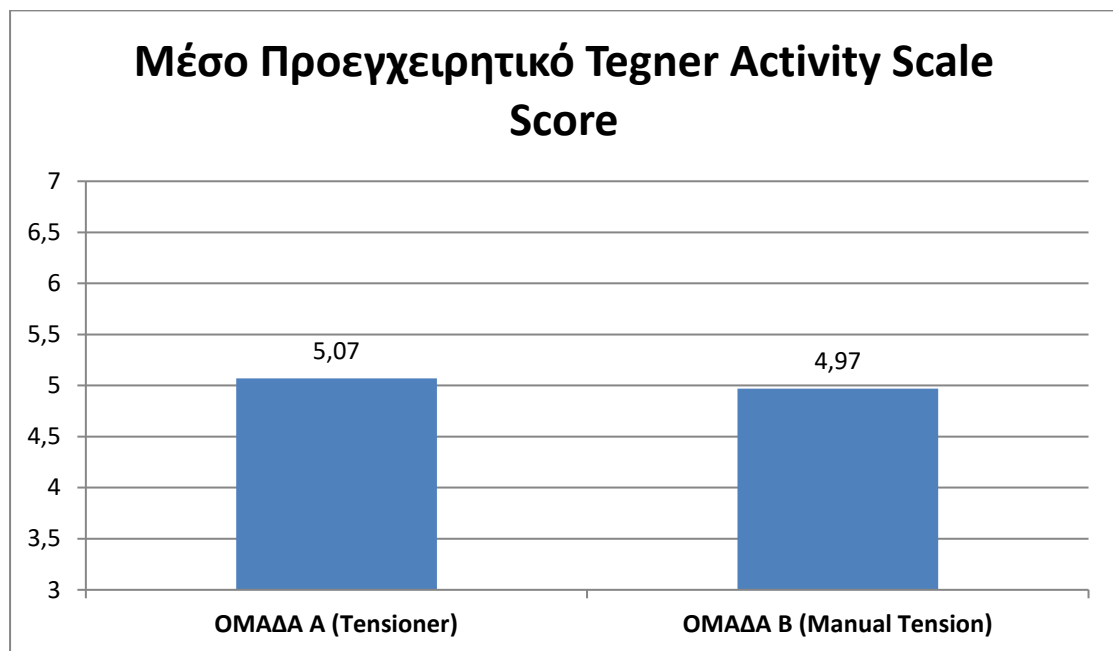
Διάγραμμα 12. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου προεγχειρητικού IKDC score μεταξύ ασθενών της ομάδας A και μέσου προεγχειρητικού IKDC score ασθενών της ομάδας B.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 13 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μέσου προεγχειρητικού Lysholm Knee score των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και του μέσου προεγχειρητικού Lysholm Knee score των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($55,45 \pm 4,8$ έναντι $57,49 \pm 4,1$, p-value = 0,076).



Διάγραμμα 13. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου προεγχειρητικού Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και μέσου προεγχειρητικού Lysholm Knee score των ασθενών της ομάδας B.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 14 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Mann-Whitney test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μέσου προεγχειρητικού Tegner Activity Scale score των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και του μέσου προεγχειρητικού Tegner Activity Scale score των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($5,07 \pm 0,65$ έναντι $4,97 \pm 0,82$, p-value = 0,598).



Διάγραμμα 14. Διάγραμμα σύγκρισης μέσου προεγχειρητικού Tegner Activity Scale score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και μέσου προεγχειρητικού Tegner Activity Scale score των ασθενών της ομάδας Β.

6.2.2 Διεγχειρητικά κλινικά δεδομένα

6.2.2.1 Πάχος μοσχευμάτων

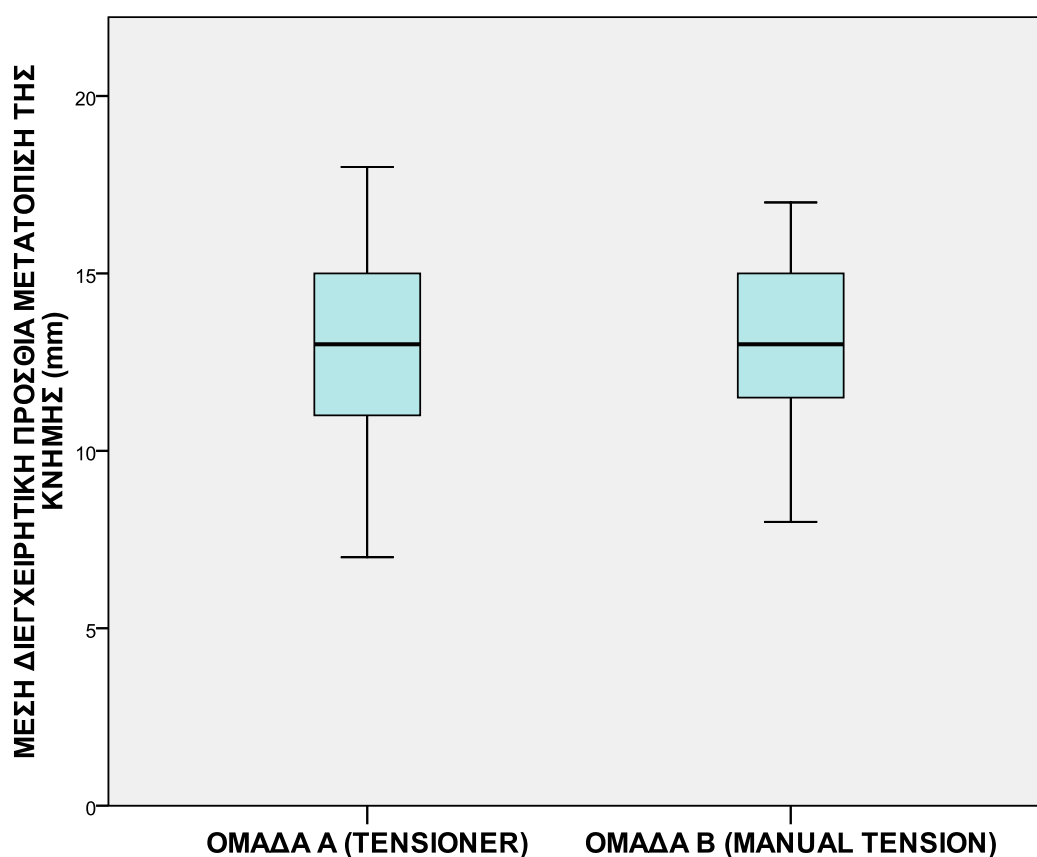
Όπως φαίνεται και στον πίνακα 7, το διάμεσο πλάτος των σηράγγων του μηριαίου και της κνήμης ήταν παρόμοιο μεταξύ των 2 ομάδων.

	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	
ΠΑΧΟΣ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΟΣ ΚΝΗΜΗΣ (mm)	8,02 (0,54)	7,8 (0,71)	7,90 (0,64)	0,172
ΠΑΧΟΣ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΟΣ ΜΗΡΙΑΙΟΥ (mm)	8,22 (0,59)	8,04 (0,70)	8,13 (0,66)	0,450

Πίνακας 7. Πάχος οστικών τούνελ κνήμης και μηριαίου, στον πληθυσμό μελέτης

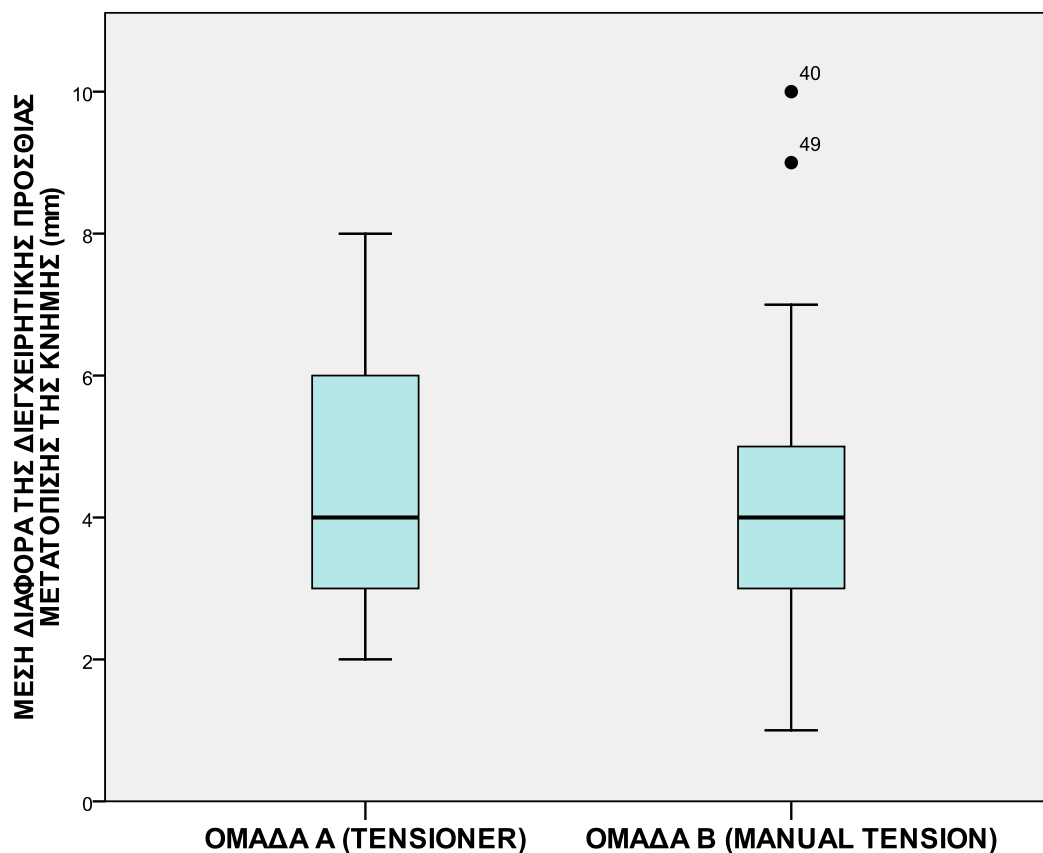
6.2.2.2 Πρόσθια μετατόπιση της κνήμης υπό γενική αναισθησία

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 15 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέσης διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και της αντίστοιχης μέσης τιμής των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($12,93 \pm 2,76$ mm έναντι $12,96 \pm 2,38$ mm, p-value = 0,965).



Διάγραμμα 15. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας A και μέσης διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας B.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 16 και μετά τη στατιστική εφαρμογή του Independent sample t-test, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέσης διαφοράς της διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης των ασθενών της ομάδας A (Tensioner) και της αντίστοιχης μέσης τιμής των ασθενών της ομάδας B (Manual tensioning) ($4,52 \pm 1,79$ mm έναντι $4,21 \pm 1,98$ mm, p-value = 0,523).



Διάγραμμα 16. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης διαφοράς της διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας A και μέσης διαφοράς της διεγχειρητικής πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ ασθενών της ομάδας B

6.2.3 Μετεγχειρητικά κλινικά δεδομένα

Σε τελικό follow-up 2 ετών δεν αναφέρθηκε αποτυχία μοσχεύματος. Το Pivot Shift test ήταν αρνητικό σε όλες τους ασθενείς.

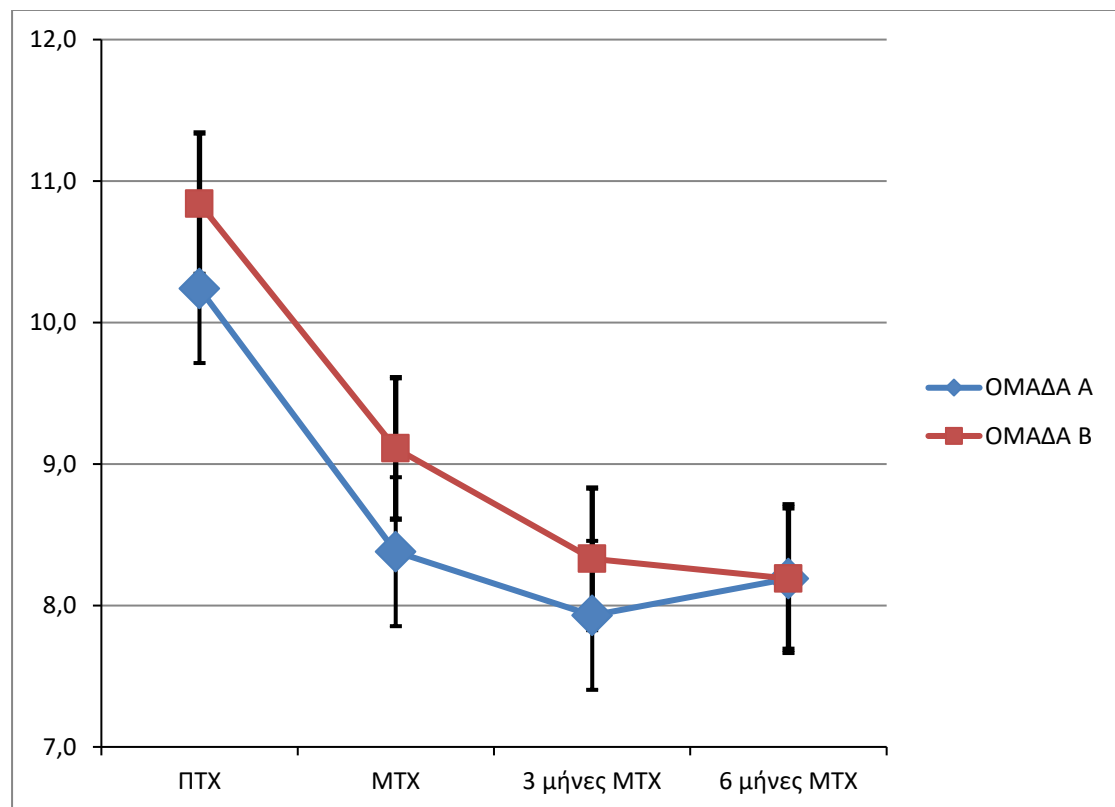
6.2.3.1 Πρόσθια μετατόπιση της κνήμης

Ο πίνακας 8 απεικονίζει τις απόλυτες τιμές της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηριαίο προεγχειρητικά, διεγχειρητικά και μετεγχειρητικά (άμεσα, στους 3 μήνες και στους 6 μήνες). Δεν ανιχνεύεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην πρόσθια μετατόπιση σε κανένα χρονικό σημείο του follow-up, ανάμεσα στις δυο ομάδες.

	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	
ΠΤΧ	10,24 (2,86)	10,84 (2,48)	10,61 (2,66)	0,371
Υπό ΓΑ	12,93 (2,76)	12,96 (2,38)	12,94 (2,54)	0,965
MTX	8,38 (2,58)	9,11 (2,36)	8,86 (2,42)	0,239
MTX 3 μήνες	7,93 (1,87)	8,33 (1,81)	8,18 (1,82)	0,392
MTX 6 μήνες	8,19 (1,83)	8,19 (1,86)	8,19 (1,84)	0,993

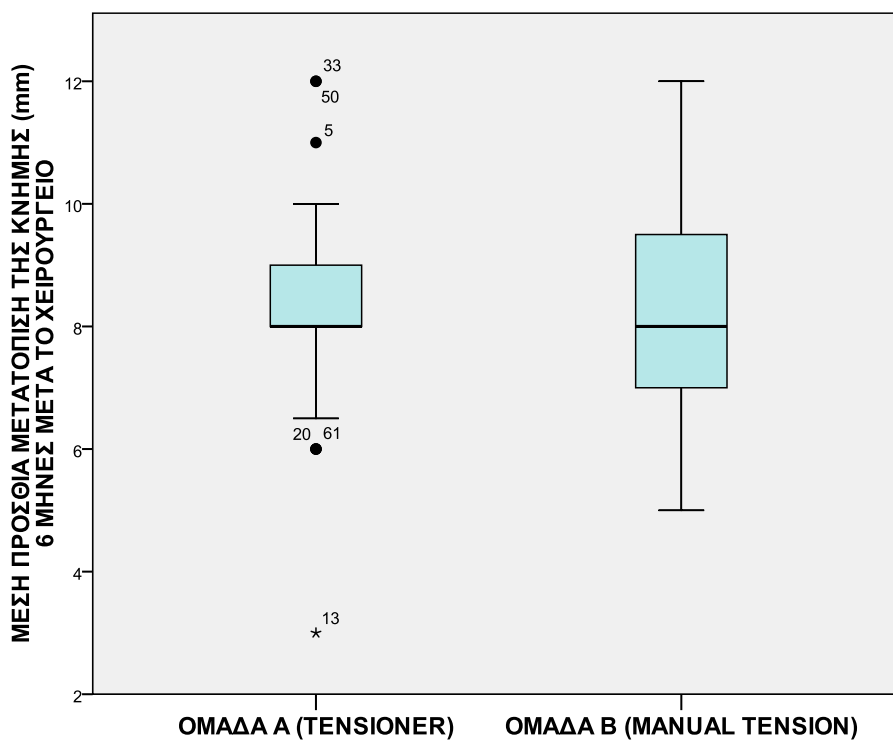
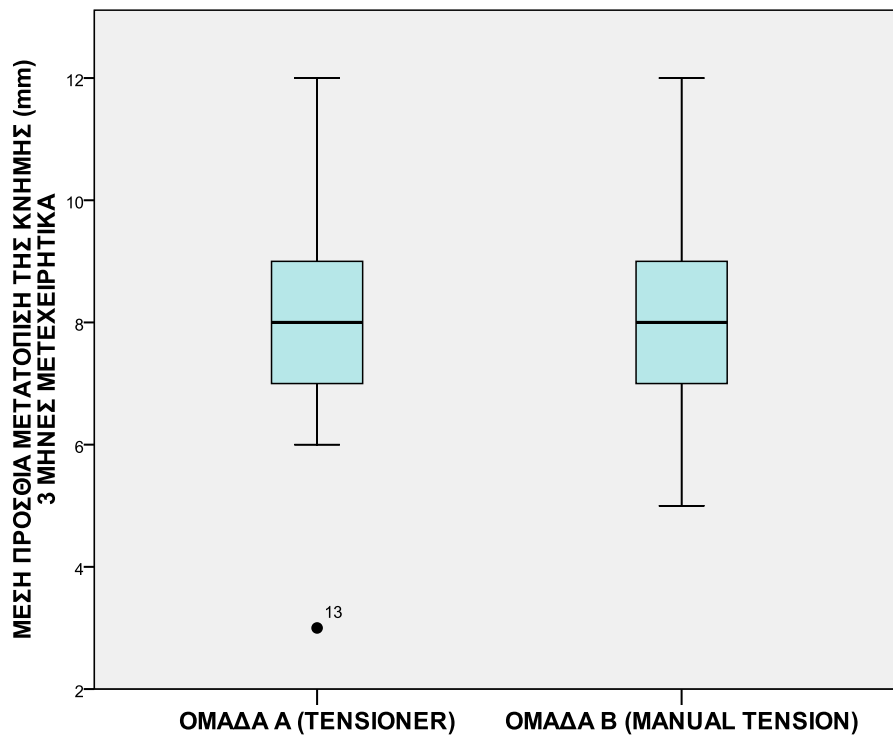
Πίνακας 8. Καταγραφή της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης (απόλυτη τιμή) σε mm πριν και μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. MTX: Μετεγχειρητικά. ΓΑ: Γενική αναισθησία

Το διάγραμμα 17 δείχνει τη μεταβολή της μέσης πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης προεγχειρητικά και στους 0, 3 και 6 μήνες μετά την ανακατασκευή του προσθίου χιαστού.



Διάγραμμα 17. Μεταβολή της μέσης πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης (mm) του χειρουργημένου γόνατος συγκριτικά με το φυσιολογικό γόνατο, όπως μετρήθηκε από το KT-1000, προεγχειρητικά, άμεσα μετεγχειρητικά και στους 3 και 6 μήνες μετεγχειρητικά. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 18, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέση πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και της ομάδας Β, στους 3 και 6 μήνες μετεγχειρητικά.



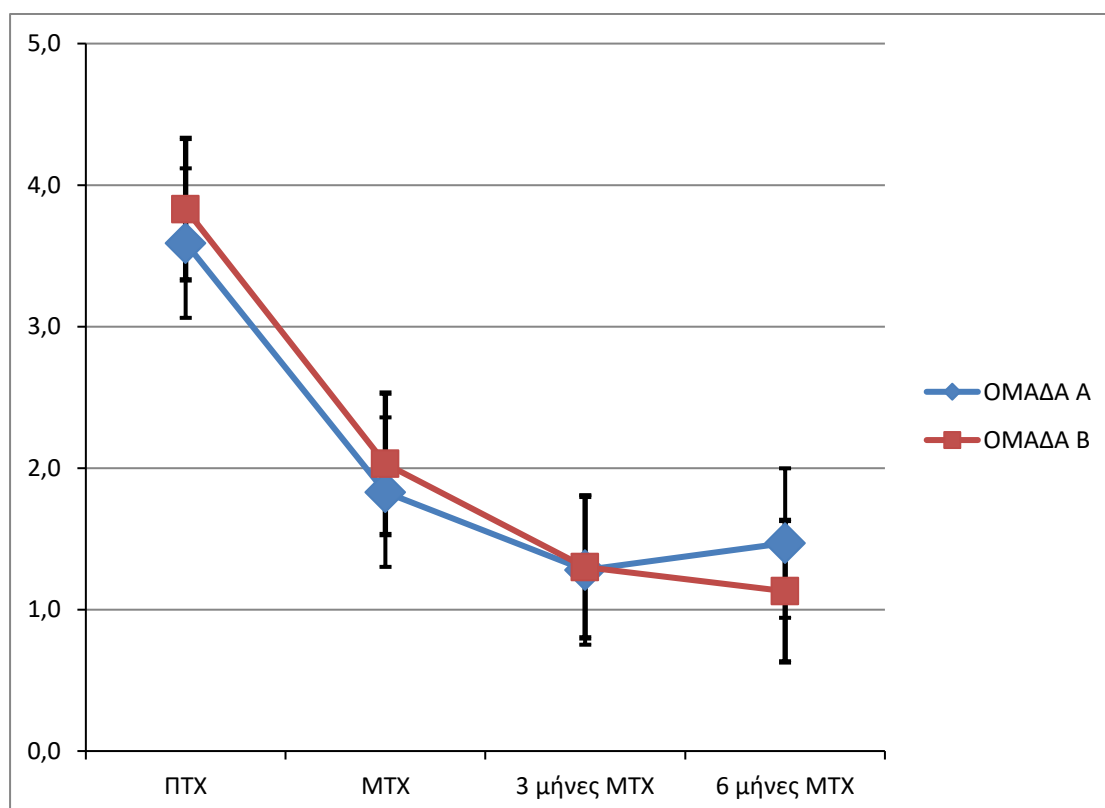
Διάγραμμα 18. Διάγραμμα σύγκρισης μέσης πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και μέσης πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας Β, στους 3 και 6 μήνες μετά το χειρουργείο.

Ο πίνακας 9 απεικονίζει τις μέσες διαφορές της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηριαίο (συγκριτικά με το ετερόπλευρο γόνατο) προεγχειρητικά, διεγχειρητικά και μετεγχειρητικά (άμεσα, στους 3 μήνες και στους 6 μήνες). Δεν ανιχνεύεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην διαφορά της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης σε κανένα χρονικό σημείο του follow-up, ανάμεσα στις δυο ομάδες.

	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	p-value
ΠΤΧ	3,59 (1,55)	3,83 (1,90)	3,72 (1,74)	0,576
Υπό ΓΑ	4.52 (1.79)	4.21 (1.98)	4,35 (1,89)	0.523
MTX	1,83 (1,28)	2,03 (1,72)	1,94 (1,53)	0,896
MTX 3 μήνες	1,28 (0,92)	1,30 (1,06)	1,29 (0,99)	0,983
MTX 6 μήνες	1,47 (1,22)	1,13 (1,01)	1,28 (1,12)	0,323

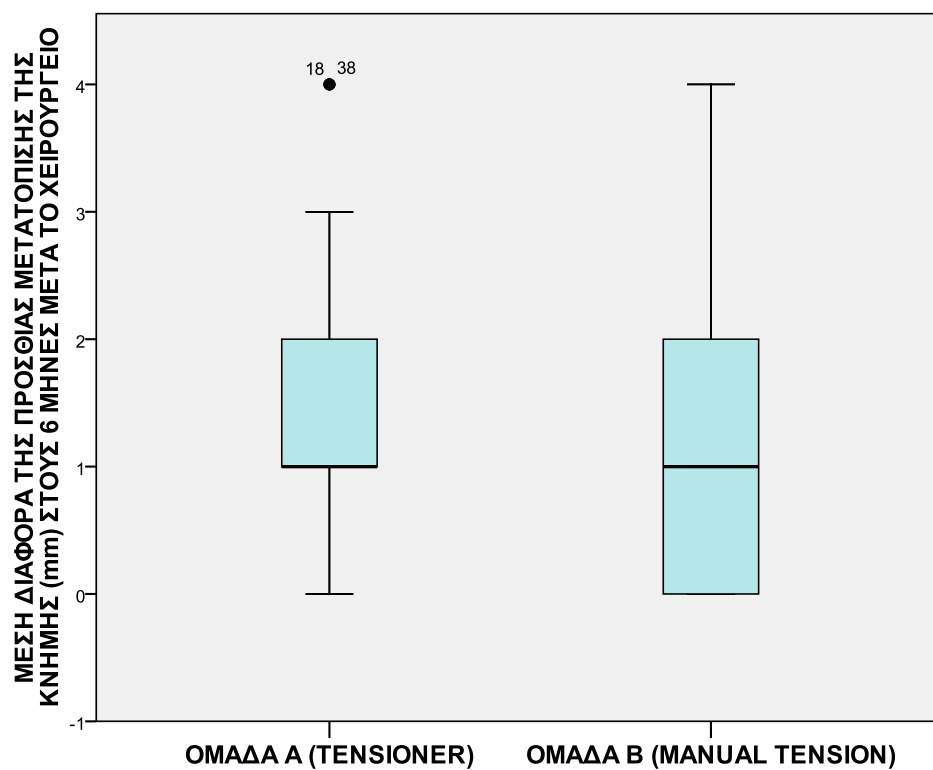
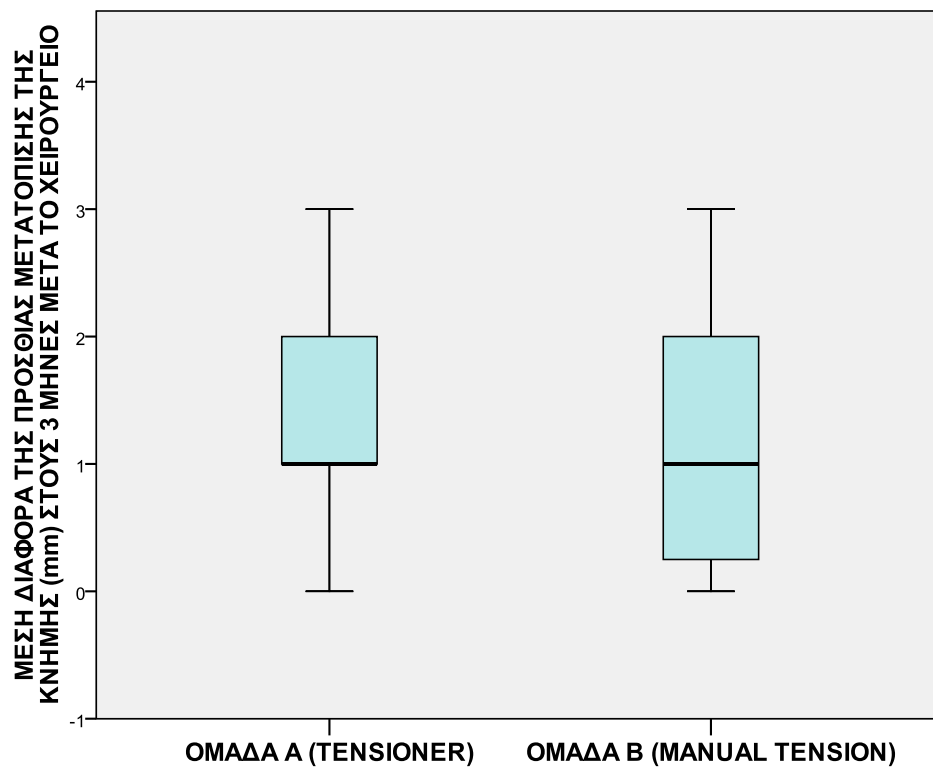
Πίνακας 9. Καταγραφή της μέσης διαφοράς της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηριαίο (συγκριτικά με το ετερόπλευρο γόνατο) σε mm πριν και μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. MTX: Μετεγχειρητικά. ΓΑ: Γενική αναισθησία

Το διάγραμμα 19 δείχνει τη μεταβολή της μέσης διαφοράς της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηριαίο (συγκριτικά με το ετερόπλευρο γόνατο) προεγχειρητικά και στους 0, 3 και 6 μήνες μετά την ανακατασκευή του προσθίου χιαστού.



Διάγραμμα 19. Μεταβολή της διαφοράς της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης (mm) του χειρουργημένου γόνατος συγκριτικά με το φυσιολογικό γόνατο, όπως μετρήθηκε από το KT-1000, προεγχειρητικά, άμεσα μετεγχειρητικά και στους 3 και 6 μήνες μετεγχειρητικά. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 20, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέση διαφορά πρόσθιας μετατόπιση της κνήμης, μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και της ομάδας Β, στους 3 και 6 μήνες μετεγχειρητικά.



Διάγραμμα 20. Διάγραμμα σύγκρισης της μέσης διαφοράς της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 3 και 6 μήνες μετά το χειρουργείο.

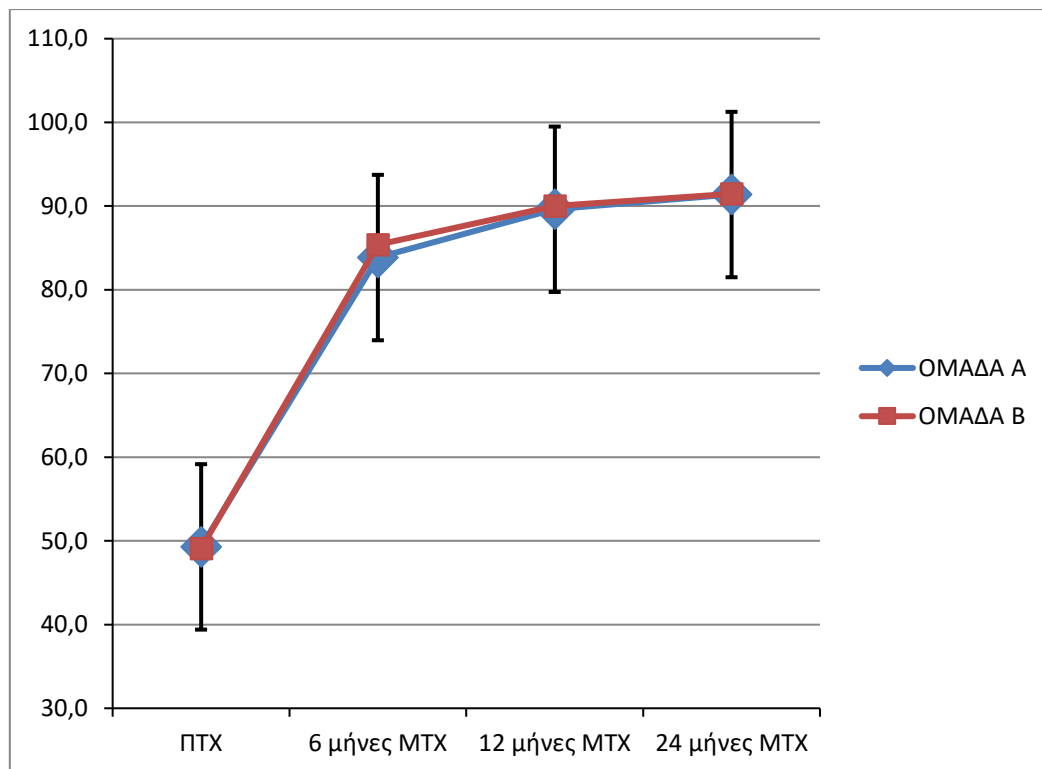
6.2.3.2 IKDC score

Ο πίνακας 10 απεικονίζει τις τιμές του IKDC score προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά (στους 6, 12 και 24 μήνες). Δεν ανιχνεύεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στο IKDC score σε κανένα χρονικό σημείο του follow-up, ανάμεσα στις δυο ομάδες.

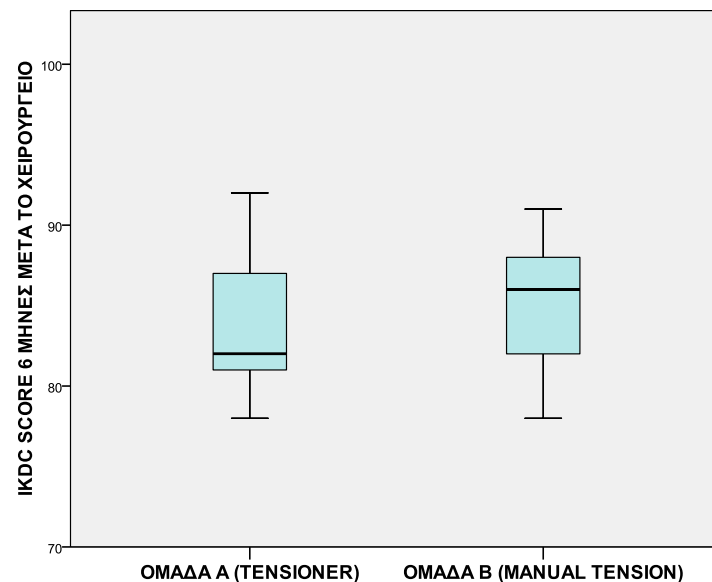
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	
ΠΤΧ	49,28 (7,5)	49,09 (7,9)	49,17 (7,64)	0,922
MTX 6 μήνες	83,85 (4,3)	85,37 (3,6)	84,67 (3,99)	0,132
MTX 12 μήνες	89,62 (2,5)	90,03 (2,5)	89,84 (2,48)	0,517
MTX 24 μήνες	91,38 (3,0)	91,46 (2,7)	91,42 (2,83)	0,915

Πίνακας 10. Καταγραφή του μέσου IKDC score προεγχειρητικά και 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. MTX: Μετεγχειρητικά.

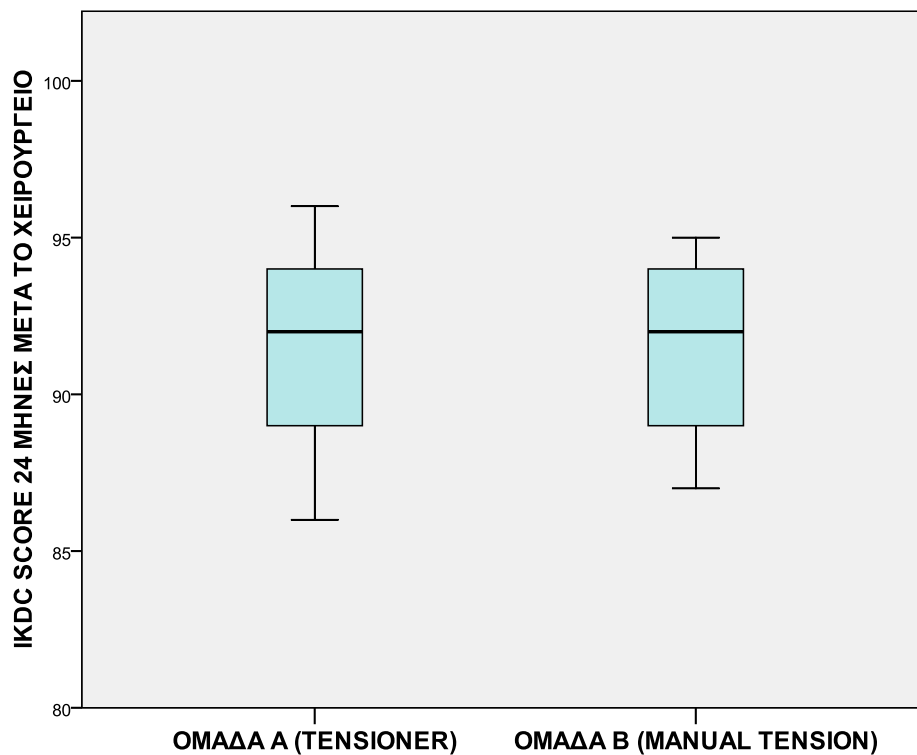
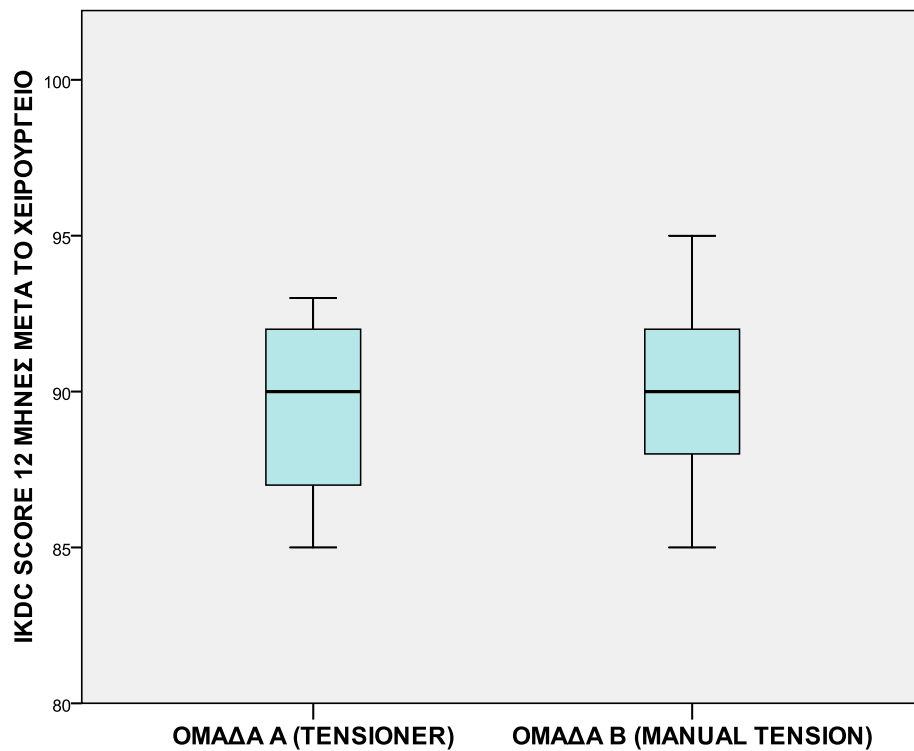
Το διάγραμμα 21 δείχνει τη μεταβολή του IKDC score προεγχειρητικά και στους 6, 12 και 24 μήνες μετά την ανακατασκευή του προσθίου χιαστού. Τα διαγράμματα 22 – 23 απεικονίζουν τη σύγκριση των IKDC scores στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο.



Διάγραμμα 21. Μεταβολή του IKDC score, προεγχειρητικά, και στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δύο ομάδων. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά



Διάγραμμα 22. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου IKDC score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 6 μήνες μετά το χειρουργείο.



Διάγραμμα 23. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου IKDC score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 12 και τους 24 μήνες μετά το χειρουργείο.

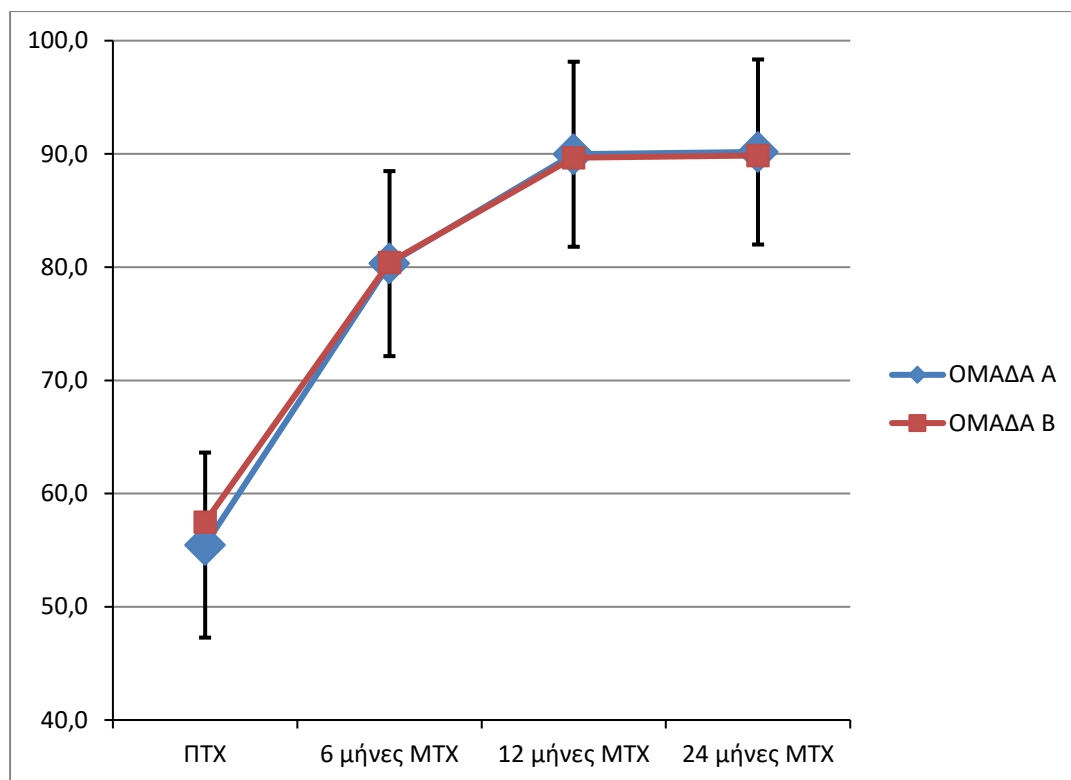
6.2.3.3 Lysholm Knee score

Ο πίνακας 11 απεικονίζει τις τιμές του Lysholm Knee score προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά (στους 6, 12 και 24 μήνες). Δεν ανιχνεύεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στο Lysholm score σε κανένα χρονικό σημείο του follow-up, ανάμεσα στις δυο ομάδες.

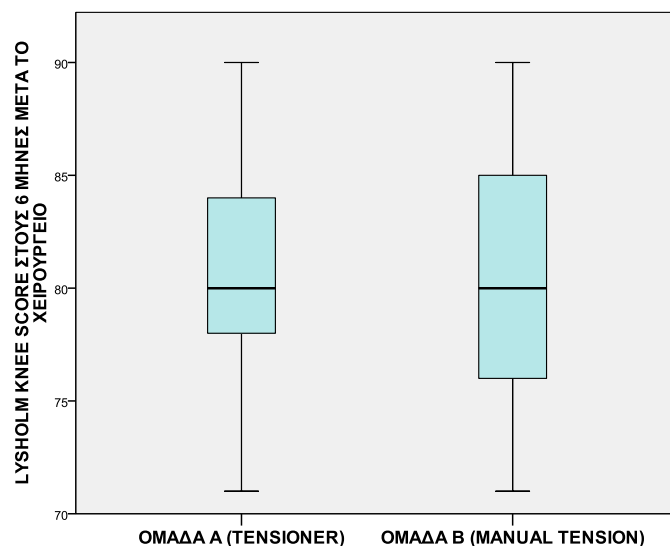
	Ομάδα A	Ομάδα B	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	
ΠΤΧ	55,45 (4,8)	57,49 (4,1)	56,56 (4,5)	0,076
MTX 6 μήνες	80,31 (5,2)	80,43 (5,4)	80,38 (5,3)	0,930
MTX 12 μήνες	89,97 (3,6)	89,66 (4,0)	89,80 (3,8)	0,605
MTX 24 μήνες	90,17 (3,7)	89,86 (4,1)	90,00 (3,9)	0,614

Πίνακας 11. Καταγραφή του μέσου Lysholm Knee score προεγχειρητικά και 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. MTX: Μετεγχειρητικά.

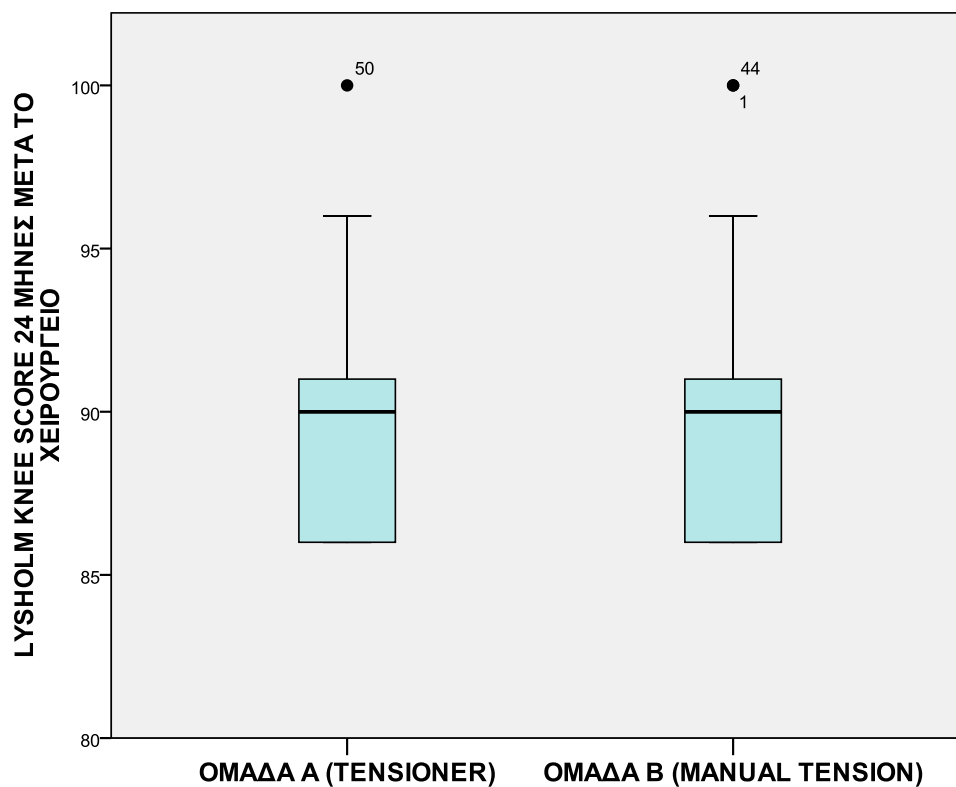
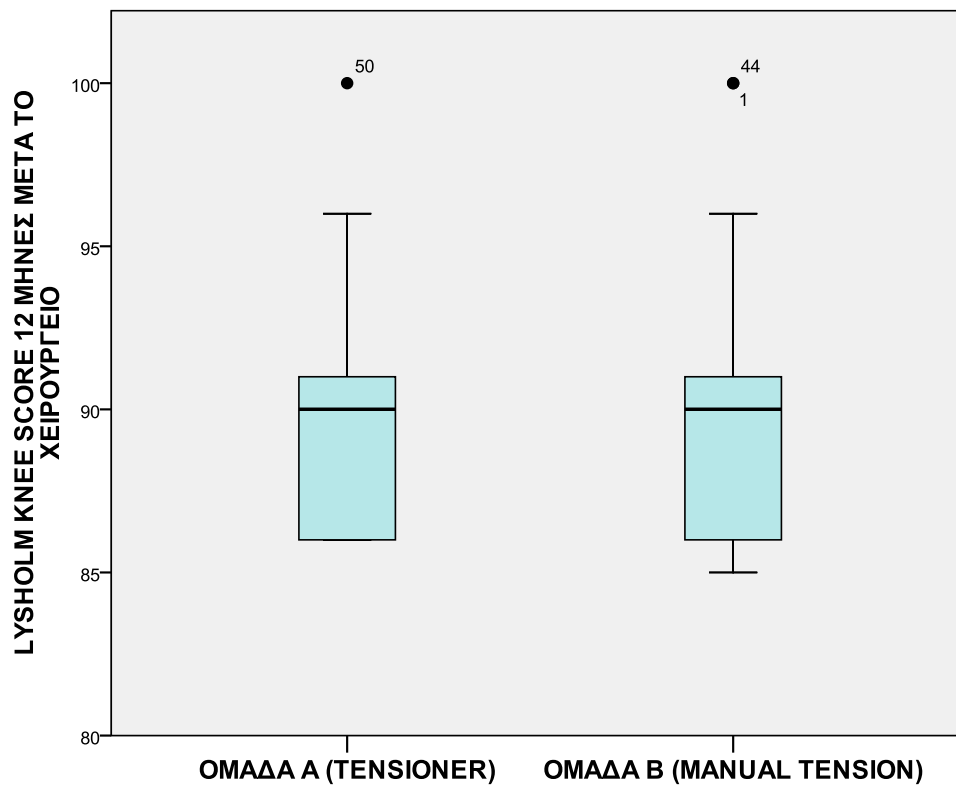
Το διάγραμμα 24 δείχνει τη μεταβολή του Lysholm Knee score προεγχειρητικά και στους 6, 12 και 24 μήνες μετά την ανακατασκευή του προσθίου χιαστού. Τα διαγράμματα 25 – 26 απεικονίζουν τη σύγκριση των Lysholm Knee score στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο.



Διάγραμμα 24. Μεταβολή του Lysholm score, προεγχειρητικά, και στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δύο ομάδων. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. MTX: Μετεγχειρητικά



Διάγραμμα 25. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 6 μήνες μετά το χειρουργείο.



Διάγραμμα 26. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 12 και τους 24 μήνες μετά το χειρουργείο.

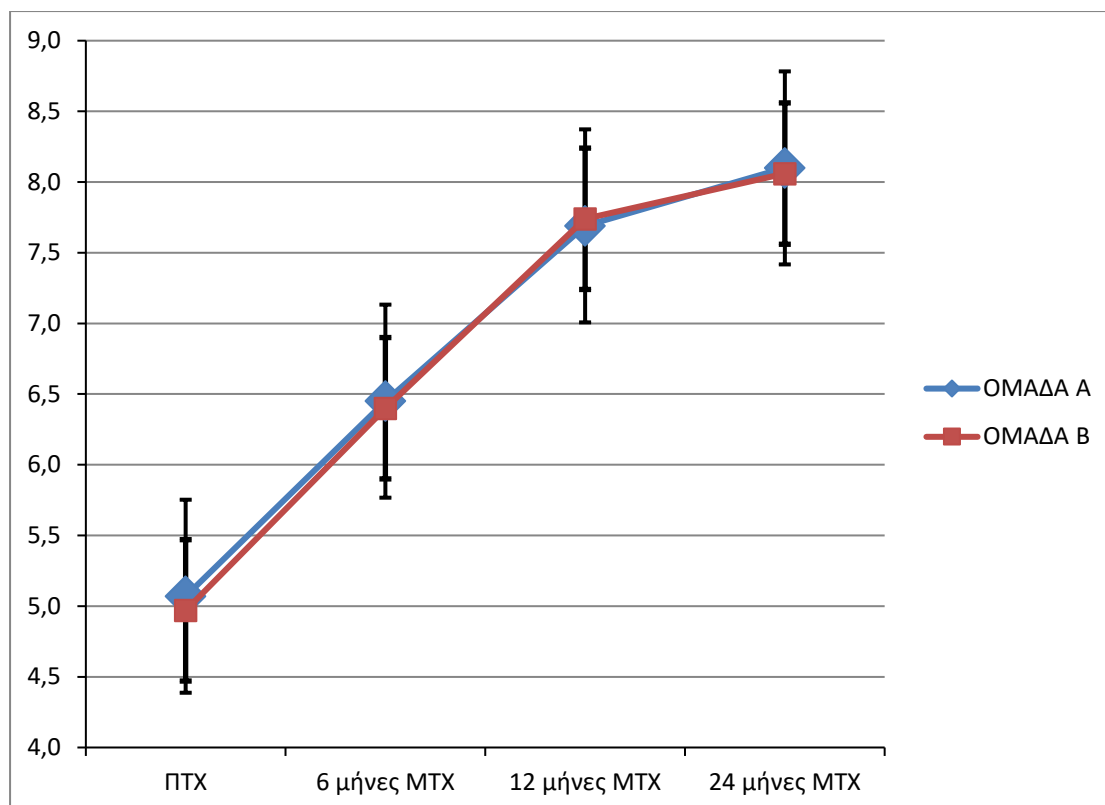
6.2.3.4 Tegner Activity Score

Ο πίνακας 12 απεικονίζει τις τιμές του Tegner Activity score προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά (στους 6, 12 και 24 μήνες). Δεν ανιχνεύεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στο Tegner Activity score σε κανένα χρονικό σημείο του follow-up, ανάμεσα στις δυο ομάδες.

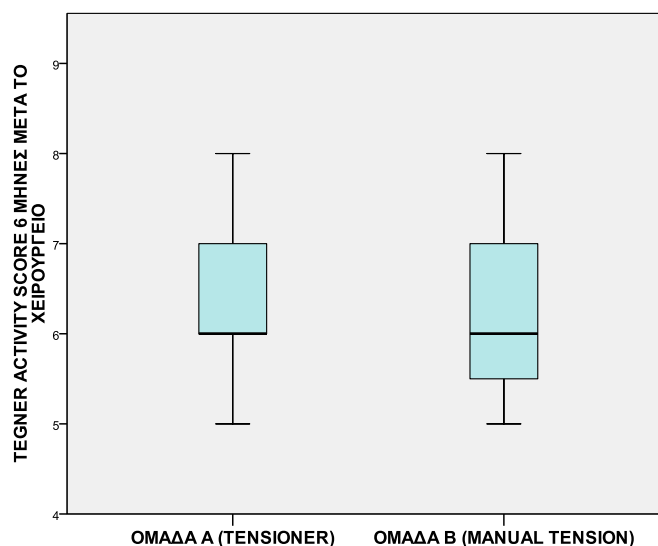
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	
ΠΤΧ	5,07 (0,65)	4,97 (0,82)	5,02 (0,75)	0,514
MTX 6 μήνες	6,45 (1,02)	6,40 (1,09)	6,42 (1,05)	0,856
MTX 12 μήνες	7,69 (1,14)	7,74 (0,95)	7,72 (1,03)	0,938
MTX 24 μήνες	8,10 (1,11)	8,06 (0,84)	8,08 (0,97)	0,813

Πίνακας 12. Καταγραφή του μέσου Tegner Activity score προεγχειρητικά και 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο στους ασθενείς των δύο ομάδων και στο σύνολο των ασθενών. SD: Σταθερή απόκλιση. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. MTX: Μετεγχειρητικά.

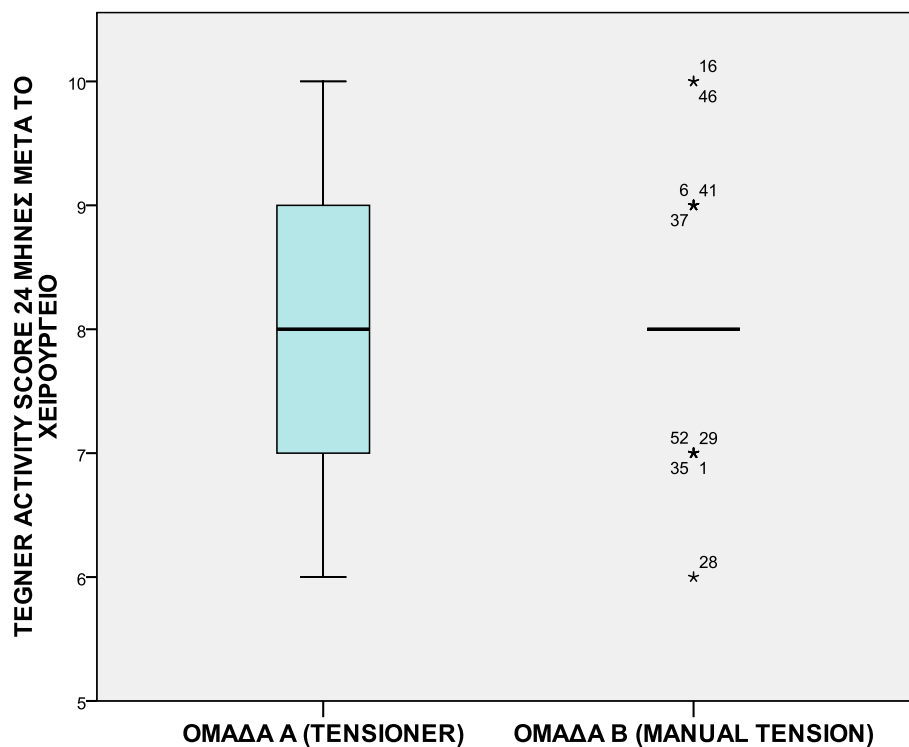
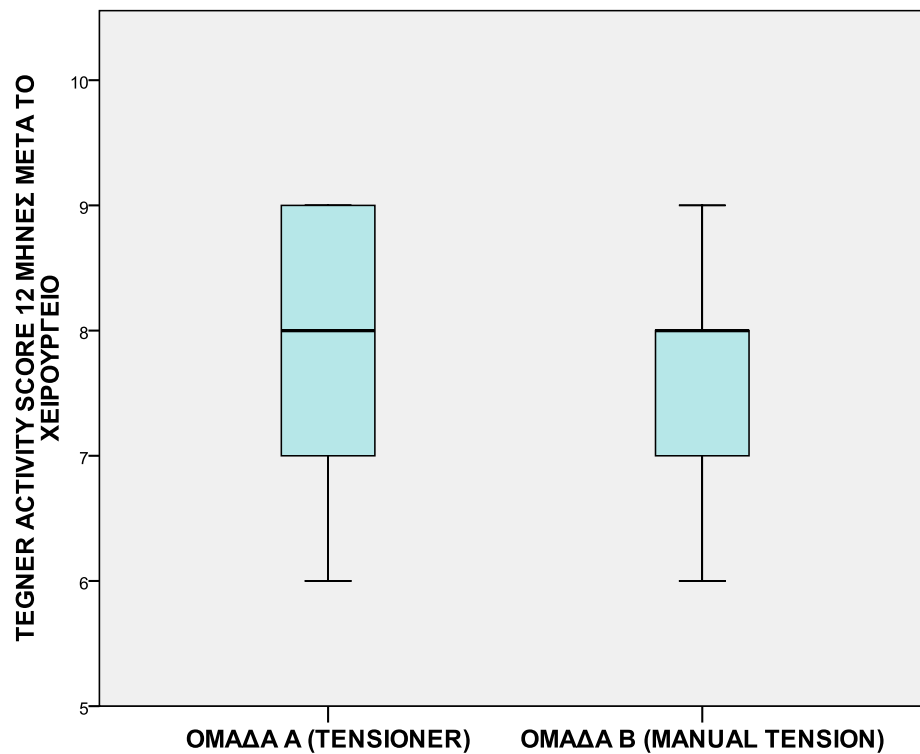
Το διάγραμμα 27 δείχνει τη μεταβολή του Tegner Activity score προεγχειρητικά και στους 6, 12 και 24 μήνες μετά την ανακατασκευή του προσθίου χιαστού. Τα διαγράμματα 28 – 29 απεικονίζουν τη σύγκριση των Tegner Activity Knee score στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο.



Διάγραμμα 27. Μεταβολή του Tegner score, προεγχειρητικά, και στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων. ΠΤΧ: Προεγχειρητικά. ΜΤΧ: Μετεγχειρητικά



Διάγραμμα 28. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Lysholm Knee score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 6 μήνες μετά το χειρουργείο.



Διάγραμμα 29. Διάγραμμα σύγκρισης του μέσου Tegner Activity score μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, στους 12 και τους 24 μήνες μετά το χειρουργείο.

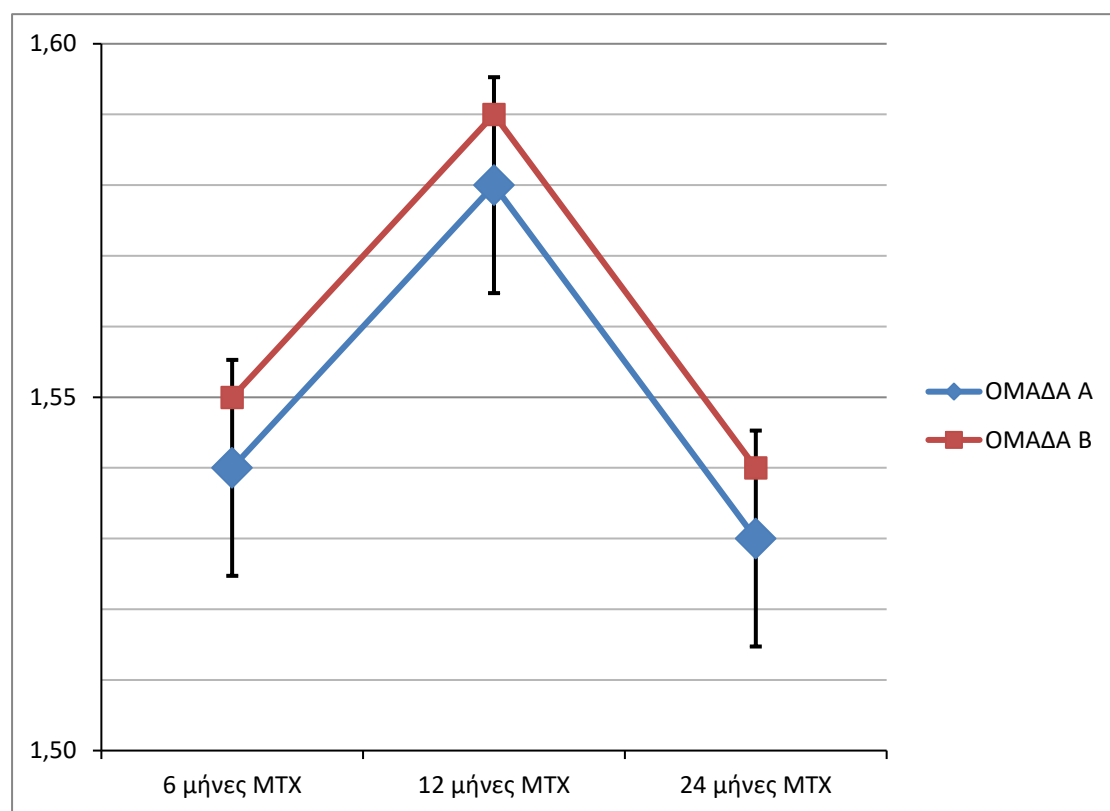
6.3 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σε όλες τις λήψεις των μαγνητικών τομογραφιών, τα μοσχεύματα φάνηκαν ότι ήταν ακέραια. Επίσης, αναγνωρίστηκε η σωστή τοποθέτηση της κνημιαίας και μηριαίας σήραγγας χωρίς ενδείξεις πρόσκρουσης (εικόνες 28 – 33). Στον πίνακα 13, απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη ενίσχυσης (EI) στις 3 θέσεις ενδιαφέροντος, στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο.

EI	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Σύνολο	p-value
	Μέση (SD)	Μέση (SD)	Μέση (SD)	
6 ΜΗΝΕΣ (ΕΝΔΑΡΘΡΙΚΑ)	1,54 (0,07)	1,55 (0,08)	1,55 (0,08)	0,637
6 ΜΗΝΕΣ (ΑΝΩ ΟΡΙΟ)	1,38 (0,07)	1,36 (0,06)	1,37 (0,07)	0,171
6 ΜΗΝΕΣ (ΚΑΤΩ ΟΡΙΟ)	1,30 (0,07)	1,32 (0,06)	1,31 (0,07)	0,313
12 ΜΗΝΕΣ (ΕΝΔΑΡΘΡΙΚΑ)	1,58 (0,08)	1,59 (0,10)	1,59 (0,09)	0,706
12 ΜΗΝΕΣ (ΑΝΩ ΟΡΙΟ)	1,46 (0,09)	1,46 (0,07)	1,46 (0,08)	0,659
12 ΜΗΝΕΣ (ΚΑΤΩ ΟΡΙΟ)	1,40 (0,08)	1,38 (0,07)	1,39 (0,08)	0,261
24 ΜΗΝΕΣ (ΕΝΔΑΡΘΡΙΚΑ)	1,53 (0,07)	1,54 (0,08)	1,54 (0,08)	0,536
24 ΜΗΝΕΣ (ΑΝΩ ΟΡΙΟ)	1,43 (0,08)	1,42 (0,07)	1,42 (0,08)	0,477
24 ΜΗΝΕΣ (ΚΑΤΩ ΟΡΙΟ)	1,36 (0,10)	1,36 (0,10)	1,36 (0,08)	0,870

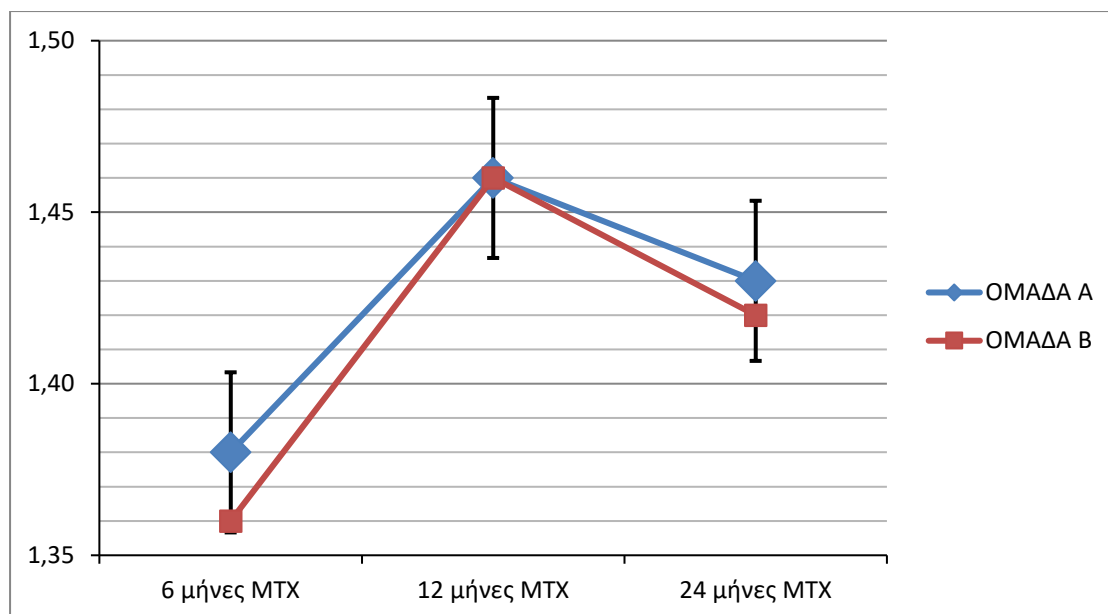
Πίνακας 13. Τιμές δείκτη ενίσχυσης (EI) που υπολογίστηκαν κατά μήκος των τριών διαφορετικών σημείων (ενδαρθρικά, άνω όριο κνημιαίου tunnel, κάτω όριο κνημιαίου tunnel) και των δύο ομάδων, στους 6, 12 και 24 μήνες μετά το χειρουργείο.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 13, όλα τα μοσχεύματα παρουσιάζουν επαρκή αγγείωση και στα 3 σημεία ενδιαφέροντος, στους 6, 12 και 24 μήνες ($EI > 1$). Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στο δείκτη ενίσχυσης (EI) μεταξύ των ασθενών της ομάδας Α και των ασθενών της ομάδας Β, σε καμία περιοχή του μοσχεύματος και σε κανένα χρονικό σημείο μετά τη συνδεσμοπλαστική (διαγράμματα 30 – 32). Συνεπώς, η χρήση του tensioner δεν πλεονεκτεί αναφορικά με την μετεγχειρητική επανααγγείωση του μοσχεύματος, έναντι του manual tensioning.

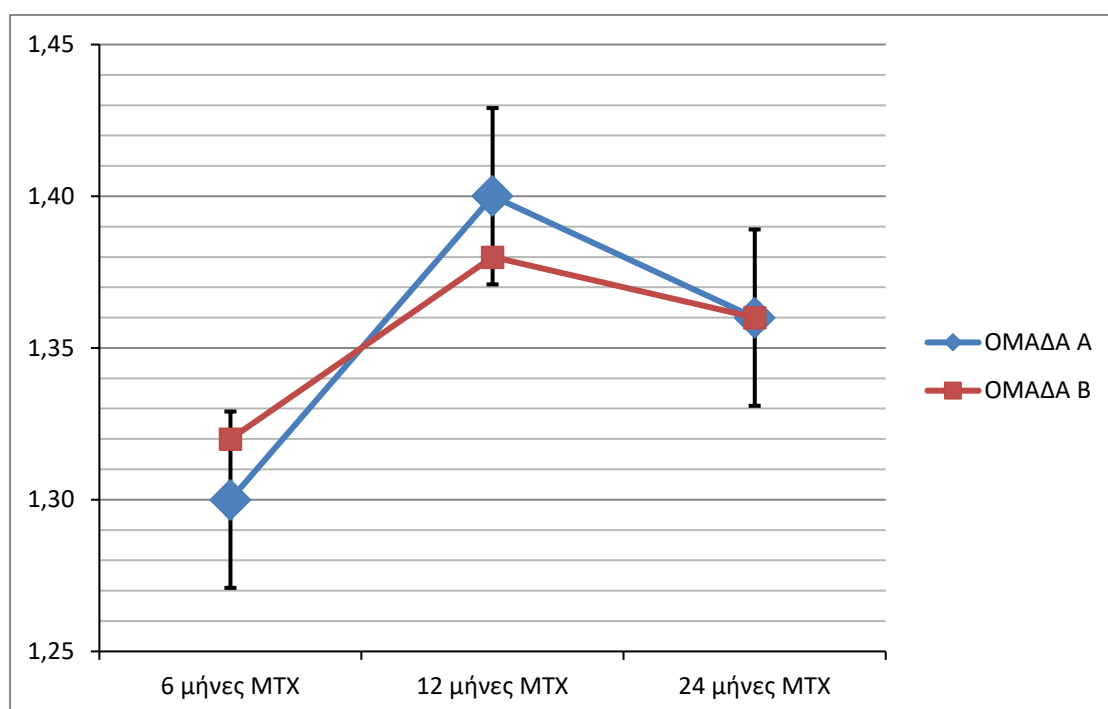


Διάγραμμα 30. Μεταβολή του δείκτη ενίσχυσης (EI) στην ενδοαρθρική περιοχή, στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων.

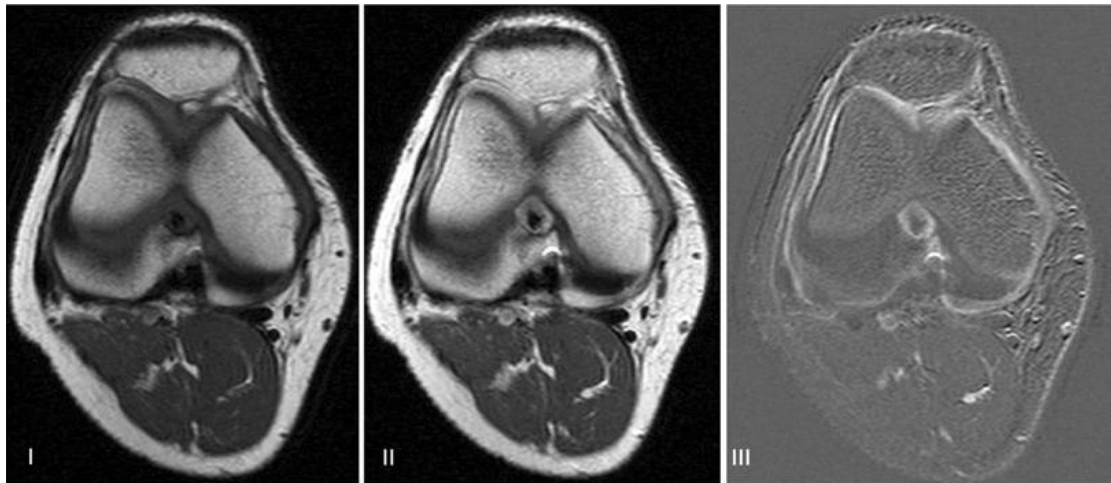
MTX: Μετεγχειρητικά



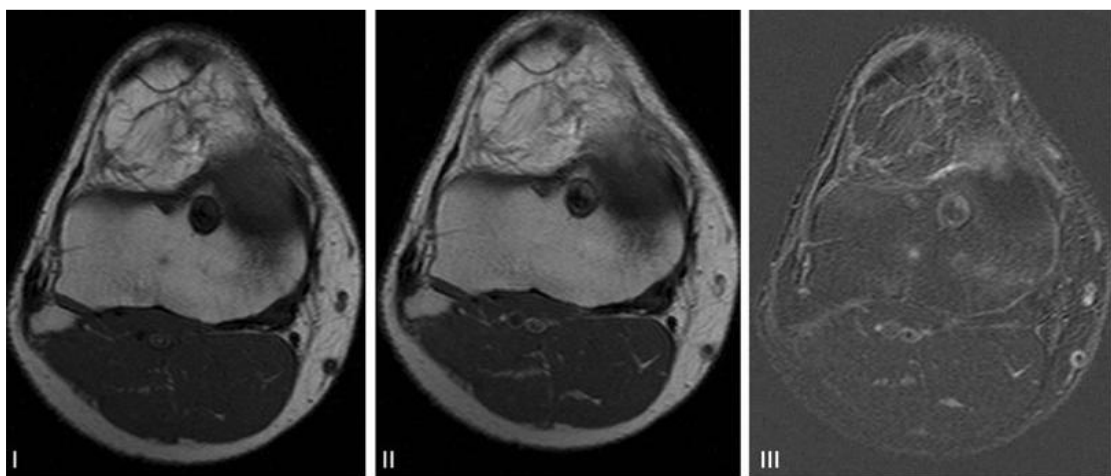
Διάγραμμα 31. Μεταβολή του δείκτη ενίσχυσης (EI) στην ενδοοστική περιοχή του κνημιαίου tunnel, στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων. MTX: Μετεγχειρητικά



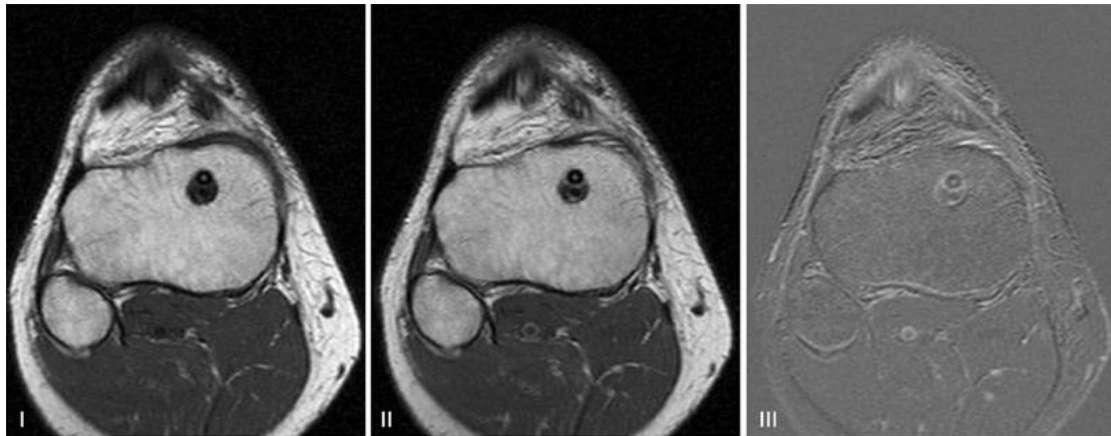
Διάγραμμα 32. Μεταβολή του δείκτη ενίσχυσης (EI) στην περιοχή της απορροφήσιμης βίδας, στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά, στους ασθενείς των δυο ομάδων. MTX: Μετεγχειρητικά



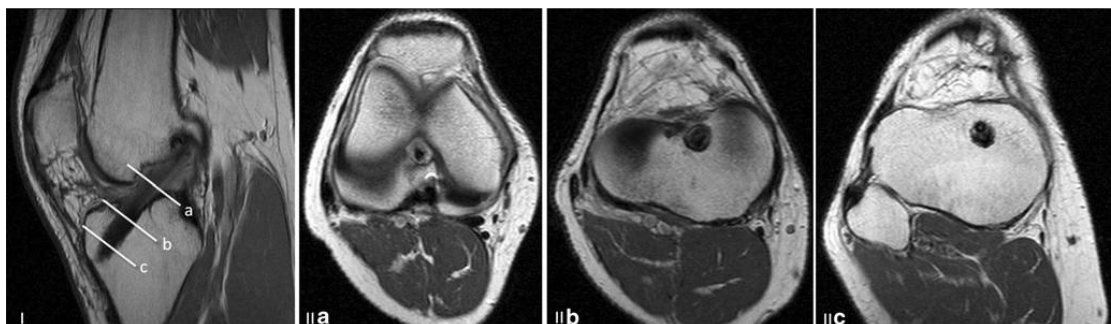
Εικόνα 28. Ενδοαρθρική θέση. Εικόνες που ελήφθησαν πριν από την ενδοφλέβια χορήγηση γαδολινίου (I) αποκαλύπτουν την παρουσία ενός ιστού σχήματος δακτυλίου, υψηλής έντασης σήματος στην εξωτερική επιφάνεια του μόσχευματος, που ενισχύεται έντονα μετά τη χορήγηση γαδολινίου (II). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί εντυπωσιακά μετά την ψηφιακή αφαίρεση των δύο εικόνων (III).



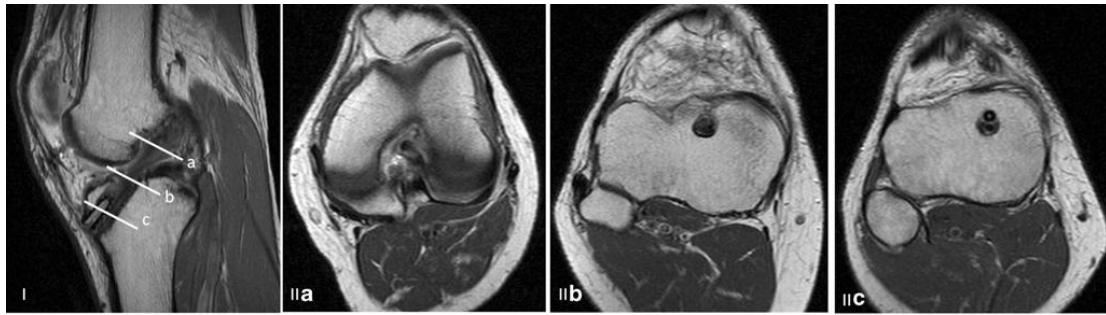
Εικόνα 29. Θέση ενδοοστικής κνημιαίας σήραγγας. Ομοίως, η παρουσία ενός περιφερικού ιστού, υπεραγγειακού χαρακτήρα, μπορεί να αποδειχθεί γύρω από το μόσχευμα στη θέση της ενδοοστικής κνημιαίας σήραγγας (I), που ενισχύεται έντονα μετά τη χορήγηση γαδολινίου (II). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί εντυπωσιακά μετά την ψηφιακή αφαίρεση των δύο εικόνων (III).



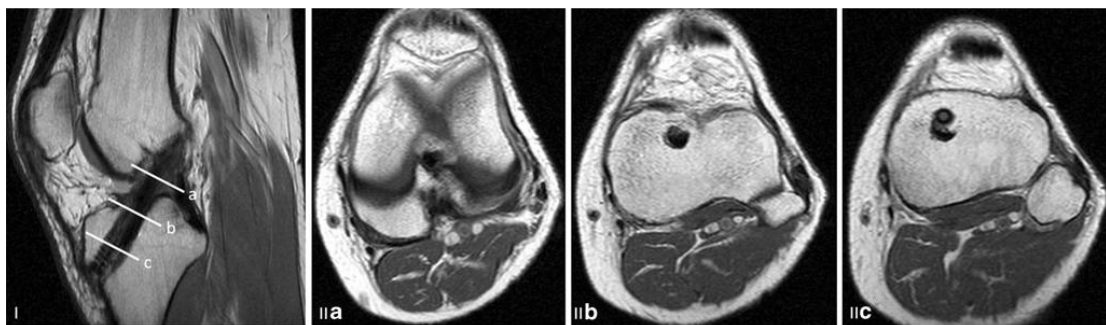
Εικόνα 30. Θέση ενδοοστικής βίδας. Το χείλος του περιφερικού υπεραγγειακού ιστού ανιχνεύεται στην επιφάνεια επαφής του ιστού του μόσχευματος και του σπογγώδους οστού, μειώνοντας την επιφάνεια μεταξύ του μόσχευματος και του υλικού στερέωσης (I) που ενισχύεται έντονα μετά τη χορήγηση γαδολινίου (II). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί εντυπωσιακά μετά την ψηφιακή αφαίρεση των δύο εικόνων (III).



Εικόνα 31. Μαγνητική τομογραφία στους 6 μήνες μετεγχειρητικά. Οβελιαία αλληλουχία προσανατολισμού πυκνότητας πρωτονίων (I). Το μόσχευμα εμφανίστηκε ετερογενές, με διάχυτα αυξημένη ένταση σήματος κυρίως στην ενδοαρθρική του θέση. Αντίστοιχες λοξές αξονικές προβολές, μετά τη χορήγηση γαδολινίου, στο μεσαίο τμήμα των τριών θέσεων μόσχευματος που εξετάστηκαν (IIa, IIb, IIc), αποκάλυψαν ότι οι ετερογένειες έντασης σήματος οφείλονται στην παρουσία ενός ιστού υψηλής έντασης σήματος, που αγκαλιάζει το μόσχευμα κυκλοτερώς.



Εικόνα 32. Μαγνητική τομογραφία στους 12 μήνες μετεγχειρητικά. Παρόμοια ευρήματα με τις αντίστοιχες εικόνες των 6 μηνών.



Εικόνα 33. Μαγνητική τομογραφία στους 24 μήνες μετεγχειρητικά. Παρατηρείται σταδιακή υποχώρηση του ιστού υψηλού σήματος. Ο αποκατεστημένος πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος μοιάζει περισσότερο με τον φυσικό πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη συνέκρινε το κλινικό αποτέλεσμα μεταξύ της εφαρμογής χειροκίνητης τάσης και της χρήσης μιας συσκευής τάνυσης (ConMed Linvatec SE™ Graft Tensioning System) κατά τη σταθεροποίηση μοσχεύματος στη χειρουργική ανακατασκευή προσθίου χιαστού. Το πιο σημαντικό εύρημα της παρούσας μελέτης ήταν ότι η τάνυση του μοσχεύματος χειροκίνητα ή με τη βοήθεια συσκευής δεν οδήγησε σε στατιστικά σημαντικές διαφορές σχετικά με τον μετεγχειρητική προσθιοοπίσθια χαλαρότητα του γόνατος, το IKDC score, το Lysholm Knee Score και το Tegner Activity Scale Score, μετά 2 χρόνια παρακολούθησης. Δεν καταγράφηκε καμία περίπτωση χαλάρωσης μοσχεύματος ή αστάθειας, σε καμία από τις δύο ομάδες.

Τα ευρήματα αυτής της μελέτης συμφωνούν με μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή από τους Grunau et al, οι οποίοι δεν βρήκαν διαφορά στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, το IKDC score και την ποιότητα ζωής μεταξύ της χειροκίνητης τάνυσης των μοσχευμάτων προσθίου χιαστού μονής δεσμίδας και της υποβοηθούμενης από συσκευή τάνυσης, μεταξύ 127 ανακατασκευών προσθίου χιαστού ^[108]. Αντίθετα, μια παρόμοια συγκριτική μελέτη από τους Naik et al, διαπίστωσε ότι το Lysholm Knee Score μετά την συνδεσμοπλαστική προσθίου χιαστού με τετραπλό μόσχευμα ισχιοκνημιαίων είναι υψηλότερο όταν εφαρμόστηκε in-vivo βαθμονομημένη τάση 80 N με τη χρήση δυναμόμετρου κατά την σταθεροποίηση στην κνήμη, σε σύγκριση με την παραδοσιακή χειροκίνητη τάνυση. Ωστόσο, δεν καταγράφηκε διαφορά στην πρόσθια κνημιαία μετατόπιση ^[171]. Σε μια πρόσφατη προοπτική μελέτη, συμπεριλαμβανομένων 33 ανακατασκευών προσθίου χιαστού διπλής δεσμίδας με αυτομόσχευμα ισχιοκνημιαίων, οι Mae et al παρατήρησαν ότι η μετεγχειρητική χαλαρότητα του γόνατος ήταν υψηλότερη στην τεχνική της υποβοηθούμενης τάνυσης σε σύγκριση με τη χειροκίνητη άσκηση τάσης. Καθώς δεν καταγράφηκαν κλινικές βαθμολογίες, η επίδραση στο λειτουργικό αποτέλεσμα ήταν άγνωστο ^[172].

Το κλινικό αποτέλεσμα της αρθροσκοπικά υποβοηθούμενης συνδεσμοπλαστικής προσθίου χιαστού επηρεάζεται από την αρχική τάση του μοσχεύματος, σε έναν ορισμένο βαθμό κάμψης του γόνατος ^[173]. Η ελαττωμένη τάση του μοσχεύματος μπορεί να οδηγήσει σε μετεγχειρητική χαλάρωση της άρθρωσης του γόνατος, με αποτέλεσμα μετατραυματική οστεοαρθρίτιδα ^[174-175]. Η υπερβολική τάση του μοσχεύματος μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την επαναγγείωση του μοσχεύματος που οδηγεί σε μυξοειδή εκφυλισμό του μοσχεύματος και αστοχία ^[176]. Πτωματικές μελέτες έχουν αναφέρει ότι μια αύξηση στην τάση του μοσχεύματος μειώνει τον βαθμό πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης ως προς το μηριαίο ^[102, 177-179]. Από την άλλη πλευρά, σε περίπτωση υπερβολικής τάσης του μοσχεύματος, το μηριαίο μπορεί να μετατοπιστεί εμπρός ως προς την κνήμη με αποτέλεσμα χόνδρινη βλάβη, κάκωση μηνίσκου και ακαμψία της άρθρωσης ^[176]. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τάση του μοσχεύματος περιλαμβάνουν το πλάτος και το μήκος του μοσχεύματος, τον τύπο του μοσχεύματος, την προετοιμασία του μοσχεύματος, τα μεγέθη και τη σωστή τοποθέτηση των οστικών σηράγγων ^[180]. Σε προσπάθεια μείωσης της μεταβλητότητας, τόσο η επέμβαση όσο και η τάνυση του μοσχεύματος και η αξιολόγηση των ασθενών πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο χειρουργό, σε όλες τις περιπτώσεις. Ο τύπος του μοσχεύματος και το πρωτόκολλο μετεγχειρητικής αποκατάστασης ήταν το ίδιο για όλους τους ασθενείς. Δεν καταγράφηκε σημαντική διαφορά στο πλάτος των μοσχευμάτων μεταξύ των 2 ομάδων.

Η ιδανική τάση του μοσχεύματος του προσθίου χιαστού εξακολουθεί να αποτελεί θέμα αντιπαράθεσης. Αντίστοιχα, μια τάση 90 N είχε καλύτερο κλινικό αποτέλεσμα στα μοσχεύματα επιγονατιδικού τένοντα, σε σύγκριση με την τάση 45 N, σε μια τυχαιοποιημένη μελέτη από τους Nicholas et al ^[105]. Εμβιομηχανικές μελέτες που χρησιμοποιούν μοσχεύματα ισchioκνημιαίων, διαπίστωσαν ότι η τάση 80 N συσχετίστηκε με υψηλότερη μετεγχειρητική σταθερότητα στο γόνατο σε σύγκριση με 40 N ή 20 N ^[181]. Οποιαδήποτε περαιτέρω αύξηση της τάσης του μοσχεύματος δεν είχε ευεργετικά αποτελέσματα ^[182]. Μετά τη χειροκίνητη τάνυση του μοσχεύματος, η τάση μεταφέρεται μόνο στο μόσχευμα, οδηγώντας σε ένα τοπικό φαινόμενο ερπυσμού. Επομένως, καθώς το σύμπλεγμα μηριαίου-μοσχεύματος-κνήμης υφίσταται εκ νέου χαλάρωση φορτίου, η τάση μπορεί να μειωθεί μετά την τελική

στερέωση του μοσχεύματος στην κνήμη ^[183]. Στην παρούσα μελέτη εφαρμόσαμε συγκρίσιμες ποσότητες τάσης, είτε χειροκίνητα είτε με τη βοήθεια συσκευής (40 – 60 N). Σε μια πρόσφατη πτωματική μελέτη, μια αρχική εξωαρθρική δύναμη τάνυσης μεγαλύτερη από 80 N συσχετίστηκε με σημαντικά μεγαλύτερη ενδαρθρική φόρτιση του μοσχεύματος ^[184]. Μια άλλη πρόσφατη πτωματική μελέτη από τους Nishizawa et al παρατήρησε ότι η ενδαρθρική τάση στο μόσχευμα είναι σημαντικά υψηλότερη από την τάνυση του μοσχεύματος όπως μετρήθηκε με εξωαρθρική συσκευή ^[185]. Πρόσφατα, η γωνία σταθεροποίησης του μοσχεύματος στην κνήμη (0° ή 30°) αποδείχθηκε ότι δεν έχει σημαντική διαφορά στα κλινικά αποτελέσματα της συνδεσμοπλαστικής του πρόσθιου χιαστού ^[186]. Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να διευκρινιστεί εάν η μετρούμενη τάση σχετίζεται με την ενδαρθρική τάση του μοσχεύματος.

Η τεχνική της χειροκίνητης εφαρμογής τάσης προτιμάται ευρέως στη σταθεροποίηση του μοσχεύματος στην ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού καθώς είναι μια απλή μέθοδος, εύκολη στην εκτέλεση. Μερικοί χειρουργοί προτιμούν να στερεώνουν το μόσχευμα σε ποσοτική τάση χρησιμοποιώντας δυναμόμετρο ^[111, 183]. Μια πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση διαπίστωσε ότι η χειροκίνητη τάνυση και η τάνυση με τη βοήθεια συσκευής χρησιμοποιούνται εξίσου με βάση τη διαθέσιμη βιβλιογραφία. Ωστόσο, υπάρχει μια τάση υπέρ της τάνυσης με τη βοήθεια συσκευής ^[112]. Εντούτοις, η χειροκίνητη τάνυση έχει συσχετιστεί με μεγαλύτερο ποσοστό αστοχίας του μοσχεύματος σε σύγκριση με την τάνυση με τη βοήθεια συσκευής (8,9% έναντι 4,3%) ^[112]. Το εύρημα αυτό δεν επιβεβαιώθηκε στην παρούσα μελέτη, καθώς δεν παρατηρήθηκε περίπτωση αποτυχίας του μοσχεύματος, ίσως λόγω του μικρότερου χρόνου παρακολούθησης. Το κύριο πλεονέκτημα της τάνυσης με τη βοήθεια συσκευής είναι η αναπαραγωγιμότητα της μετρούμενης τάσης στο μόσχευμα. Ωστόσο, η επίδραση στην κλινική έκβαση παραμένει ένα αναπάντητο ερώτημα. Καθώς οι χειροκίνητες τεχνικές παράγουν μεταβλητή τάση 20-80 N στο μόσχευμα, αρκετές μελέτες υποστηρίζουν τη χρήση ενός μετρητή τάσης, για την εφαρμογή μιας σταθερής και βαθμονομημένης τάσης πάνω από το μόσχευμα ^[187].

Η παρούσα μελέτη συμπέρανε ότι η χρήση tensioner κατά τη διάρκεια της συνδεσμοπλαστικής του πρόσθιου χιαστού δεν επηρεάζει τη μετεγχειρητική

επαναγγείωση του μοσχεύματος, όπως αυτή αξιολογήθηκε με σειρά μετεγχειρητικών μαγνητικών τομογραφιών. Σε παρόμοια μελέτη, οι Vogl et al αξιολόγησαν με μετεγχειρητικές μαγνητικές τομογραφίες την επαναγγείωση μοσχεύματος επιγονατιδικού. Διαπίστωσαν ότι η έντονη επαναγγείωση αλλάζει την ασαφή οπτικοποίηση του μοσχεύματος στο διάστημα μεταξύ 3 μηνών και 2 ετών μετά την επέμβαση. Ωστόσο, σε αυτή τη μελέτη, αξιολογήθηκε μόνο η ενδοαρθρική θέση του μοσχεύματος ^[126]. Σε άλλη μελέτη, οι Jansson et al μελέτησε την απεικόνιση σε μαγνητικές τομογραφίες του αυτομοσχεύματος οπίσθιων μηριαίων στην ενδοαρθρική περιοχή και στην περιοχή της κνημιαίας σήραγγας και έδειξε ότι η μεταβλητότητα του σήματος στις οβελιαίες και λοξές στεφανιαίες εικόνες εξαρτάται από τον περισυνδεσμικό υπεραγγειακό ιστό που εκτείνεται κατά μήκος και εντός του μοσχεύματος. Ωστόσο, δεν πραγματοποιήθηκε ποσοτική ανάλυση για να εκτιμηθεί η μεταβαλλόμενη ποσότητα αυτού του ιστού ^[188]. Προκειμένου να αυξηθεί η διαγνωστική αποτελεσματικότητα της μαγνητικής τομογραφίας, οι Murakami et al πρότειναν τη χρήση λοξών αξονικών τομών, κάθετων στον μακρύ άξονα του τενόντιου μοσχεύματος των οπίσθιων μηριαίων. Η παρουσία ιστού υψηλής έντασης βρέθηκε να αγκαλιάζει το μόσχευμα κατά μήκος της πορείας του και αποδόθηκε στη συνολική διαδικασία ωρίμανσης του ^[189].

Στην παρούσα μελέτη, η εκτίμηση της επαναγγείωσης των μοσχευμάτων με μαγνητικές τομογραφίες πραγματοποιήθηκε μέχρι το διάστημα των 24 μηνών μετεγχειρητικά. Μελέτη των Zaffagnini et al ανέλυσε ιστολογικά τις δομικές αλλαγές που συμβαίνουν σε ανθρώπινα μοσχεύματα επιγονατιδικού τένοντα ως και 10 έτη μετά τη συνδεσμοπλαστική. Μεταβολές του μοσχεύματος παρατηρήθηκαν έως και 2 χρόνια μετά την επέμβαση, ενώ δεν ήταν εμφανείς περαιτέρω αλλαγές στη συνέχεια, όταν το μόσχευμα μετατράπηκε αρχιτεκτονικά σε μια δομή που έμοιαζε με τον εγγενή πρόσθιο χιαστό ^[190]. Άλλη ιστολογική μελέτη ανέφερε ότι το μοτίβο των ινών, η κυτταροβρίθεια, η αγγείωση και ο βαθμός μεταπλασίας είχαν μεγάλη ιστολογική ομοιότητα με ένα φυσιολογικό πρόσθιο χιαστό στους 12 μήνες μετά τη συνδεσμοπλαστική ^[191].

Η παρούσα μελέτη έχει ορισμένους περιορισμούς. Πρώτον, η επιλογή των ασθενών δεν ήταν τυχαία. Ωστόσο, τα βασικά δημογραφικά και κλινικά

δεδομένα ήταν παρόμοια μεταξύ των ασθενών των 2 ομάδων. Δεύτερον, η μέση χειροκίνητη τάση που εφαρμόστηκε υπολογίστηκε περίπου στα 55 N. Υποθέτουμε ότι η τάση που εφαρμόστηκε χειροκίνητα ήταν παρόμοια σε όλες τις περιπτώσεις της Ομάδας Α, αλλά δεν επαναλάβαμε τη μέτρηση σε όλους τους ασθενείς. Σύμφωνα με τους Cunningham et al, οι περισσότεροι χειρουργοί εφαρμόζουν «επαρκή» αρχική τάση, που κυμαίνεται από 40 - 90 N, σε ένα μόσχευμα σε πλήρη έκταση ή σε ελαφριά κάμψη ^[192]. Παρά την παρουσία αυτών των περιορισμών, το μέγεθος του δείγματος της μελέτης ήταν επαρκές σε σύγκριση με παρόμοιες μελέτες. Η αξιολόγηση των ασθενών βασίστηκε στη χρήση αρθρόμετρου και κλινικών βαθμολογιών, καθώς επιλέξαμε να βασιστούμε σε αντικειμενικές παρατηρήσεις και όχι σε υποκειμενικά δεδομένα, όπως πόνος, εύρος κίνησης και κλινικά σημεία. Η αξιολόγηση της επαναγγείωσης των μοσχευμάτων με μαγνητικές τομογραφίες βασίστηκε μόνο σε ενδαρθρικές και σε ενδοκνημιαίες θέσεις, και όχι στις ενδομηριαίες περιοχές του μοσχεύματος. Λαμβάνοντας αυτά υπόψη, πιστεύουμε ότι αυτή η μελέτη μπορεί να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες στο κλινικό πεδίο της συνδεσμοπλαστικής του προσθίου χιαστού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στη μετεγχειρητική χαλαρότητα του γόνατος, τα κλινικά αποτελέσματα, την επαναγγείωση του μοσχεύματος, το επίπεδο δραστηριότητας και την ικανοποίηση των ασθενών μεταξύ της εφαρμογής χειροκίνητης τάσης και της χρήσης του συστήματος τάνυσης μοσχεύματος ConMed Linvatec SE™ κατά τη σταθεροποίηση του μοσχεύματος σε ανατομική ανακατασκευή προσθίου χιαστού μονής δεσμίδας με τετραπλό αυτομόσχευμα ισχιοκνημιαίων. Απαιτούνται περαιτέρω κλινικές μελέτες υψηλής ποιότητας για να αποσαφηνιστεί εάν η τάνυση υποβοηθούμενη από τη συσκευή είναι ανώτερη από τη χειροκίνητη τάνυση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ

9.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

Εισαγωγή

Η βέλτιστη αρχική τάση του μοσχεύματος κατά την ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ) είναι ακόμα αμφιλεγόμενο θέμα. Συνήθως, εφαρμόζεται χειροκίνητη τάση στο μόσχευμα κατά τη σταθεροποίηση του μοσχεύματος. Ωστόσο, η χειροκίνητη τάση έχει συσχετιστεί με μεγαλύτερο ποσοστό αστυχίας του μοσχεύματος σε σύγκριση με την υποβοηθούμενη από συσκευή τάνυση. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι η σύγκριση των κλινικών και ακτινολογικών αποτελεσμάτων μεταξύ της εφαρμογής χειροκίνητης τάσης και της χρήσης του ConMed Linvatec SE™ Graft Tensioning System κατά τη σταθεροποίηση του μοσχεύματος στην ανατομική ανακατασκευή πρόσθιου χιαστού μονής δεσμίδας.

Μέθοδοι

Διεξήχθη προοπτική συγκριτική μελέτη μεταξύ Σεπτεμβρίου 2015 και Μαΐου 2017. Εξήντα τέσσερις ασθενείς (μέση ηλικία 29,3 ετών, εύρος 14 – 45) με μεμονωμένη ρήξη πρόσθιου χιαστού, που υποβλήθηκαν σε ανακατασκευή πρόσθιου χιαστού με τετραπλό μόσχευμα ισchioκνημιαίων, χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Στην ομάδα Α (n = 29), εφαρμόστηκε μια συνήθης τάση με το χέρι και στα δύο μοσχεύματα. Στην ομάδα Β (n = 35), εφαρμόστηκε ειδική τάση στα μοσχεύματα, με τη χρήση συσκευής τάνυσης [ConMed Linvatec SE™ (Stress Equalization) Graft Tensioning System]. Εφαρμόστηκαν 60N στον ημιτενοντώδη και 40N στον ισχνό. Αξιολογήθηκαν η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης και τα κλινικά αποτελέσματα με τη χρήση των International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Lysholm

Knee Score and Tegner Activity Scale προεγχειρητικά και στους 3, 6, 12 και 24 μήνες, μετά την συνδεσμοπλαστική του προσθίου χιαστού. Επίσης, μέσω διαδοχικών μαγνητικών τομογραφιών, ελέγχτηκε η επαναγγείωση των μοσχευμάτων στους 6, 12 και 24 μήνες, μετεγχειρητικά.

Αποτελέσματα

Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στα βασικά δημογραφικά και κλινικά δεδομένα μεταξύ των ασθενών των 2 ομάδων ($p > 0,05$). Οι ασθενείς παρακολουθήθηκαν για τουλάχιστον 24 μήνες. Δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης συγκριτικά με το φυσιολογικό γόνατος, στις βαθμολογίες IKDC, Lysholm Knee και Tegner Activity Scale, έως και 24 μήνες μετά την επέμβαση. Η δοκιμή Pivot Shift ήταν αρνητική σε όλες τις περιπτώσεις και δεν αναφέρθηκε αστοχία μοσχεύματος σε παρακολούθηση 2 ετών. Επίσης, δεν διαπιστώθηκε ακτινολογική διαφορά στην επαναγγείωση των μοσχευμάτων, στους 6, 12 και 24 μήνες μετεγχειρητικά ($p > 0,05$).

Συμπεράσματα

Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στη μετεγχειρητική προσθιοπίσθια χαλαρότητα του γόνατος, στα κλινικά αποτελέσματα, στην επαναγγείωση των μοσχευμάτων και στο επίπεδο δραστηριότητας μεταξύ της εφαρμογής χειροκίνητης τάσης και της χρήσης του συστήματος τάνυσης μοσχεύματος ConMed Linvatec SE™ κατά τη στερέωση της κνήμης σε ανατομική ανακατασκευή προσθίου χιαστού μονής δεσμίδας με τετραπλό τενόντιο αυτομόσχευμα ισchioκνημιαίων. Απαιτούνται περαιτέρω κλινικές μελέτες υψηλής ποιότητας για να αποσαφηνιστεί εάν η τάση υποβοηθούμενη από τη συσκευή είναι ανώτερη από τη χειροκίνητη τάση.

Λέξεις - κλειδιά: «πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος», «ανακατασκευή», «αυτομόσχευμα», «τάση», «τάνυση»

9.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

Introduction

The optimal initial graft tension during anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is still a matter of debate. Manual tension is commonly applied to the graft during tibial fixation. However, it has been associated with a greater graft failure rate in comparison to device-assisted tensioning. The aim of this study is the comparison of the clinical And radiological outcomes between the application of manual tension and the use of ConMed Linvatec SE™ Graft Tensioning System during graft fixation at anatomic single-bundle ACL reconstruction.

Patients & Methods

A prospective comparative study was conducted between September 2015 and May 2017. Sixty four patients (mean age 29.3 years, range 14 – 45) with isolated ACL injury, subjected to ACL reconstruction with a quadruple hamstring tendon graft, were divided into two groups. In Group A (n = 29), a common tension was applied manually to both grafts. In Group B (n = 35), a specific tension was applied to the grafts, with the use of a tensioner device [ConMed Linvatec SE™ (Stress Equalization) Graft Tensioning System]. 60N were applied to the semitendinosus and 40N were applied to the gracilis. Anterior tibial translation and clinical outcome using International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Lysholm Knee Score and Tegner Activity Scale were assessed preoperatively and at 3, 6, 12 and 24 months, following ACL reconstruction. Moreover, through sequential magnetic resonance imaging (MRI), the revascularization of the grafts was checked at 6, 12 and 24 months, postoperatively.

Results

There were no significant differences in the baseline demographic and clinical data among the patients of the 2 groups (all $p > 0.05$). Patients were followed up for minimum 24 months. There were no significant differences in the side-to-side anterior knee laxity, the IKDC, the Lysholm Knee and the Tegner Activity Scale Scores, up to 24 months after operation. Pivot shift test was negative in all cases and no graft failure was reported at 2-years follow-up. Moreover, no radiological difference was found in the revascularization of the grafts, at 6, 12 and 24 months postoperatively (all $p > 0.05$).

Conclusions

No significant difference was found in post-operative anterior knee laxity, clinical outcomes, graft revascularization, activity level and patient satisfactions between the application of manual tension and the use of ConMed Linvatec SE™ Graft Tensioning System during tibial fixation at anatomic single-bundle ACL reconstruction with a quadruple hamstring tendon graft. Further high-quality clinical studies are required to elucidate if device-assisted tension is superior to manual tension.

Key – Words: “anterior cruciate ligament”, “reconstruction”, “autograft”, “tension”, “tensioning”

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Bicer EK, Lustig S, Servien E, Selmi TA, Neyret P. Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 Aug;18(8):1075-84.
2. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with Regard to Its Two Bundles. *Clinical Orthopaedics and Related Research®.* 2007;454:35-47.
3. Snook GA. A short history of the anterior cruciate ligament and the treatment of tears. *Clin Orthop Relat Res.* 1983 Jan-Feb(172):11-3.
4. Sciaretta F. History of anterior cruciate ligament surgery. *J Arthrosc Surg Sport Med.* 2020;1(1):90-7.
5. Petersen W, Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol (Berl).* 1999 Sep;200(3):325-34.
6. Ellison AE, Berg EE. Embryology, anatomy, and function of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am.* 1985 Jan;16(1):3-14.
7. Tena-Arregui J, Barrio-Asensio C, Viejo-Tirado F, Puerta-Fonollá J, Murillo-González J. Arthroscopic study of the knee joint in fetuses. *Arthroscopy.* 2003 Oct;19(8):862-8.
8. Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1983 Jan-Feb(172):19-25.
9. Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg.* 1997 Winter;10(1):14-21; discussion -2.

10. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. Clin Orthop Relat Res. 1975 Jan-Feb(106):216-31.
11. <https://www.idsportsmed.com/acl-anterior-cruciate-ligament-injury/>.
12. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. J Bone Joint Surg Br. 1991 Mar;73(2):260-7.
13. Hollis JM, Takai S, Adams DJ, Horibe S, Woo SL. The effects of knee motion and external loading on the length of the anterior cruciate ligament (ACL): a kinematic study. J Biomech Eng. 1991 May;113(2):208-14.
14. Amis AA. The functions of the fibre bundles of the anterior cruciate ligament in anterior drawer, rotational laxity and the pivot shift. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012 Apr;20(4):613-20.
15. <https://physio-study.com/anterior-cruciate-ligament-anatomy-biomechanics/>.
16. Strocchi R, de Pasquale V, Gubellini P, Facchini A, Marcacci M, Buda R, et al. The human anterior cruciate ligament: histological and ultrastructural observations. J Anat. 1992 Jun;180 (Pt 3)(Pt 3):515-9.
17. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Mar;14(3):204-13.
18. Smith BA, Livesay GA, Woo SL. Biology and biomechanics of the anterior cruciate ligament. Clin Sports Med. 1993 Oct;12(4):637-70.
19. Neurath MF, Stofft E. Structure and function of matrix components in the cruciate ligaments. An immunohistochemical, electron-microscopic, and immunoelectron-microscopic study. Acta Anat (Basel). 1992;145(4):387-94.

20. Woo SL, Hildebrand K, Watanabe N, Fenwick JA, Papageorgiou CD, Wang JH. Tissue engineering of ligament and tendon healing. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Oct(367 Suppl):S312-23.
21. Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL, Akeson WH. The phenomenon of "ligamentization": anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthop Res.* 1986;4(2):162-72.
22. Amiel D, Frank C, Harwood F, Fronck J, Akeson W. Tendons and ligaments: a morphological and biochemical comparison. *J Orthop Res.* 1984;1(3):257-65.
23. Arnoczky SP. Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures. *Orthop Clin North Am.* 1985 Jan;16(1):15-28.
24. Seo S-S, Lee G-H, Seo K-J. Anatomy and Biomechanics. In: Seo S-S, editor. *A Strategic Approach to Knee Arthritis Treatment: From Non-Pharmacologic Management to Surgery.* Singapore: Springer Singapore; 2021. p. 1-33.
25. Scapinelli R. Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat.* 1997;10(3):151-62.
26. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med.* 1982 Nov-Dec;10(6):329-35.
27. Haus J, Halata Z. Innervation of the anterior cruciate ligament. *Int Orthop.* 1990;14(3):293-6.
28. Zimny ML, Schutte M, Dabezies E. Mechanoreceptors in the human anterior cruciate ligament. *Anat Rec.* 1986 Feb;214(2):204-9.
29. Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg Am.* 1984 Sep;66(7):1072-6.

30. Konishi Y, Fukubayashi T, Takeshita D. Possible mechanism of quadriceps femoris weakness in patients with ruptured anterior cruciate ligament. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Sep;34(9):1414-8.
31. Bali K, Dhillon MS, Vasistha RK, Kakkar N, Chana R, Prabhakar S. Efficacy of immunohistological methods in detecting functionally viable mechanoreceptors in the remnant stumps of injured anterior cruciate ligaments and its clinical importance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012 Jan;20(1):75-80.
32. Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1980 Mar;62(2):259-70.
33. Beynnon BD, Fleming BC, Labovitch R, Parsons B. Chronic anterior cruciate ligament deficiency is associated with increased anterior translation of the tibia during the transition from non-weightbearing to weightbearing. *J Orthop Res.* 2002 Mar;20(2):332-7.
34. Woo SL, Hollis JM, Adams DJ, Lyon RM, Takai S. Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med.* 1991 May-Jun;19(3):217-25.
35. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res.* 2004 Jan;22(1):85-9.
36. Barraza LC, Krishnan RG, Low JH, Yeow CH. The biomechanics of ACL injury: progresses toward prophylactic strategies. *Crit Rev Biomed Eng.* 2013;41(4-5):309-21.
37. Ntoulia A, Papadopoulou F, Ristanis S, Argyropoulou M, Georgoulis AD. Revascularization process of the bone--patellar tendon--bone autograft evaluated by contrast-enhanced magnetic resonance imaging 6 and 12 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2011 Jul;39(7):1478-86.

38. Ferretti A, Monaco E, Ponzo A, Dagget M, Guzzini M, Mazza D, et al. The unhappy triad of the knee re-revisited. *Int Orthop*. 2019 Jan;43(1):223-8.
39. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, et al. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med*. 2016 Jun;44(6):1502-7.
40. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy*. 2007 Dec;23(12):1320-5 e6.
41. Faryniarz DA, Bhargava M, Lajam C, Attia ET, Hannafin JA. Quantitation of estrogen receptors and relaxin binding in human anterior cruciate ligament fibroblasts. *In Vitro Cell Dev Biol Anim*. 2006 Jul-Aug;42(7):176-81.
42. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train*. 2007 Apr-Jun;42(2):311-9.
43. Samuelson K, Balk EM, Sevetson EL, Fleming BC. Limited Evidence Suggests a Protective Association Between Oral Contraceptive Pill Use and Anterior Cruciate Ligament Injuries in Females: A Systematic Review. *Sports Health*. 2017 Nov/Dec;9(6):498-510.
44. Zbrojkiewicz D, Vertullo C, Grayson J. Increasing rates of anterior cruciate ligament reconstruction in young Australians, 2000–2015. *Med J Aust*. 2018;208(8):354-8.
45. Gornitzky AL, Lott A, Yellin JL, Fabricant PD, Lawrence JT, Ganley TJ. Sport-Specific Yearly Risk and Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears in High School Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2016 Oct;44(10):2716-23.
46. Brophy RH, Silvers HJ, Mandelbaum BR. Anterior cruciate ligament injuries: etiology and prevention. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2010 Mar;18(1):2-11.

47. Boden BP, Torg JS, Knowles SB, Hewett TE. Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics. *Am J Sports Med.* 2009 Feb;37(2):252-9.
48. Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2008 Jul-Aug;43(4):396-408.
49. Waldén M, Häggglund M, Magnusson H, Ekstrand J. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Jan;19(1):11-9.
50. Moksnes H, Risberg MA. Performance-based functional evaluation of non-operative and operative treatment after anterior cruciate ligament injury. *Scand J Med Sci Sports.* 2009 Jun;19(3):345-55.
51. Balachandar V, Marciniak JL, Wall O, Balachandar C. Effects of the menstrual cycle on lower-limb biomechanics, neuromuscular control, and anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2017 Jan-Mar;7(1):136-46.
52. Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD. Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2007 Apr;35(4):659-68.
53. <https://www.kreedon.com/acl-injury/>.
54. Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician.* 2010 Oct 15;82(8):917-22.
55. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006 May;36(5):267-88.
56. van Eck CF, van den Bekerom MP, Fu FH, Poolman RW, Kerkhoffs GM. Methods to diagnose acute anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis of physical examinations with and without anaesthesia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013 Aug;21(8):1895-903.

57. Ball S, Haddad FS. The impact of an Acute Knee Clinic. *Ann R Coll Surg Engl*. 2010 Nov;92(8):685-8.
58. Collins MS, Unruh KP, Bond JR, Mandrekar JN. Magnetic resonance imaging of surgically confirmed anterior cruciate ligament graft disruption. *Skeletal Radiol*. 2008 Mar;37(3):233-43.
59. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med*. 1999 Nov-Dec;27(6):699-706.
60. Dargo L, Robinson KJ, Games KE. Prevention of Knee and Anterior Cruciate Ligament Injuries Through the Use of Neuromuscular and Proprioceptive Training: An Evidence-Based Review. *J Athl Train*. 2017 Dec;52(12):1171-2.
61. Shelbourne KD, Patel DV, McCarroll JR. Management of anterior cruciate ligament injuries in skeletally immature adolescents. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1996;4(2):68-74.
62. Hoffman DF. Arthritis and exercise. *Prim Care*. 1993 Dec;20(4):895-910.
63. Sommerlath K, Odensten M, Lysholm J. The late course of acute partial anterior cruciate ligament tears. A nine to 15-year follow-up evaluation. *Clin Orthop Relat Res*. 1992 Aug(281):152-8.
64. McDaniel WJ, Jr., Dameron TB, Jr. The untreated anterior cruciate ligament rupture. *Clin Orthop Relat Res*. 1983 Jan-Feb(172):158-63.
65. Segawa H, Omori G, Koga Y. Long-term results of non-operative treatment of anterior cruciate ligament injury. *Knee*. 2001 Mar;8(1):5-11.
66. Ajuied A, Wong F, Smith C, Norris M, Earnshaw P, Back D, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2014 Sep;42(9):2242-52.

67. Georgoulis AD, Ristanis S, Moraiti CO, Paschos N, Zampeli F, Xergia S, et al. ACL injury and reconstruction: Clinical related in vivo biomechanics. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010 Dec;96(8 Suppl):S119-28.
68. Rayan F, Nanjayan SK, Quah C, Ramoutar D, Konan S, Haddad FS. Review of evolution of tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction. *World J Orthop*. 2015 Mar 18;6(2):252-62.
69. Taylor DC, Posner M, Curl WW, Feagin JA. Isolated tears of the anterior cruciate ligament: over 30-year follow-up of patients treated with arthrotomy and primary repair. *Am J Sports Med*. 2009 Jan;37(1):65-71.
70. Murray MM, Fleming BC, Badger GJ, Freiburger C, Henderson R, Barnett S, et al. Bridge-Enhanced Anterior Cruciate Ligament Repair Is Not Inferior to Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction at 2 Years: Results of a Prospective Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med*. 2020 May;48(6):1305-15.
71. Lopez-Vidriero E, Hugh Johnson D. Evolving concepts in tunnel placement. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2009 Dec;17(4):210-6.
72. Carey JL, Dunn WR, Dahm DL, Zeger SL, Spindler KP. A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction with autograft compared with allograft. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Sep;91(9):2242-50.
73. Mall NA, Chalmers PN, Moric M, Tanaka MJ, Cole BJ, Bach BR, Jr., et al. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med*. 2014 Oct;42(10):2363-70.
74. Meighan AA, Keating JF, Will E. Outcome after reconstruction of the anterior cruciate ligament in athletic patients. A comparison of early versus delayed surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 2003 May;85(4):521-4.
75. Bottoni CR, Liddell TR, Trainor TJ, Freccero DM, Lindell KK. Postoperative range of motion following anterior cruciate ligament reconstruction using autograft hamstrings: a prospective, randomized clinical

trial of early versus delayed reconstructions. *Am J Sports Med.* 2008 Apr;36(4):656-62.

76. Frobell RB, Roos EM, Roos HP, Ranstam J, Lohmander LS. A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med.* 2010 Jul 22;363(4):331-42.

77. Chhadia AM, Inacio MC, Maletis GB, Csintalan RP, Davis BR, Funahashi TT. Are meniscus and cartilage injuries related to time to anterior cruciate ligament reconstruction? *Am J Sports Med.* 2011 Sep;39(9):1894-9.

78. Demirağ B, Aydemir F, Daniş M, Ermutlu C. Incidence of meniscal and osteochondral lesions in patients undergoing delayed anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2011;45(5):348-52.

79. Tayton E, Verma R, Higgins B, Gosal H. A correlation of time with meniscal tears in anterior cruciate ligament deficiency: stratifying the risk of surgical delay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 Jan;17(1):30-4.

80. Ramski DE, Kanj WW, Franklin CC, Baldwin KD, Ganley TJ. Anterior cruciate ligament tears in children and adolescents: a meta-analysis of nonoperative versus operative treatment. *Am J Sports Med.* 2014 Nov;42(11):2769-76.

81. Dunn KL, Lam KC, Valovich McLeod TC. Early Operative Versus Delayed or Nonoperative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Pediatric Patients. *J Athl Train.* 2016 May;51(5):425-7.

82. Hui C, Salmon LJ, Kok A, Maeno S, Linklater J, Pinczewski LA. Fifteen-year outcome of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft for "isolated" anterior cruciate ligament tear. *Am J Sports Med.* 2011 Jan;39(1):89-98.

83. Maletis GB, Cameron SL, Tengan JJ, Burchette RJ. A prospective randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of patellar tendon and quadruple-strand semitendinosus/gracilis tendons fixed

with bioabsorbable interference screws. *Am J Sports Med.* 2007 Mar;35(3):384-94.

84. Li S, Su W, Zhao J, Xu Y, Bo Z, Ding X, et al. A meta-analysis of hamstring autografts versus bone-patellar tendon-bone autografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Knee.* 2011 Oct;18(5):287-93.

85. Hospodar SJ, Miller MD. Controversies in ACL reconstruction: bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction remains the gold standard. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2009 Dec;17(4):242-6.

86. Sun K, Zhang J, Wang Y, Xia C, Zhang C, Yu T, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with at least 2.5 years' follow-up comparing hamstring tendon autograft and irradiated allograft. *Arthroscopy.* 2011 Sep;27(9):1195-202.

87. Laxdal G, Sernert N, Ejerhed L, Karlsson J, Kartus JT. A prospective comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction in male patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007 Feb;15(2):115-25.

88. www.orthobullets.com.

89. Mohtadi NG, Chan DS, Dainty KN, Whelan DB. Patellar tendon versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Sep 7;2011(9):CD005960.

90. Prodromos CC, Joyce BT, Shi K, Keller BL. A meta-analysis of stability after anterior cruciate ligament reconstruction as a function of hamstring versus patellar tendon graft and fixation type. *Arthroscopy.* 2005 Oct;21(10):1202.

91. Marrale J, Morrissey MC, Haddad FS. A literature review of autograft and allograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007 Jun;15(6):690-704.

92. <https://www.aoaortho.com/media/files/ACL-HSgraft.jpg>.

93. Krych AJ, Jackson JD, Hoskin TL, Dahm DL. A meta-analysis of patellar tendon autograft versus patellar tendon allograft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2008 Mar;24(3):292-8.
94. Legnani C, Ventura A, Terzaghi C, Borgo E, Albisetti W. Anterior cruciate ligament reconstruction with synthetic grafts. A review of literature. *Int Orthop*. 2010 Apr;34(4):465-71.
95. Parchi PD, Gianluca C, Dolfi L, Baluganti A, Nicola P, Chiellini F, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with LARS™ artificial ligament results at a mean follow-up of eight years. *Int Orthop*. 2013 Aug;37(8):1567-74.
96. Ye JX, Shen GS, Zhou HB, Xu W, Xie ZG, Dong QR, et al. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with the LARS artificial ligament: thirty-six to fifty-two months follow-up study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013 Jun;17(11):1438-46.
97. Vogrin M, Ruppreht M, Dinevski D, Hašpl M, Kuhta M, Jevsek M, et al. Effects of a platelet gel on early graft revascularization after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind, clinical trial. *Eur Surg Res*. 2010;45(2):77-85.
98. Orrego M, Larrain C, Rosales J, Valenzuela L, Matas J, Durruty J, et al. Effects of platelet concentrate and a bone plug on the healing of hamstring tendons in a bone tunnel. *Arthroscopy*. 2008 Dec;24(12):1373-80.
99. Hapa O, Barber FA. ACL fixation devices. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2009 Dec;17(4):217-23.
100. Arneja S, McConkey MO, Mulpuri K, Chin P, Gilbert MK, Regan WD, et al. Graft tensioning in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of randomized controlled trials. *Arthroscopy*. 2009 Feb;25(2):200-7.
101. Brady MF, Bradley MP, Fleming BC, Fadale PD, Hulstyn MJ, Banerjee R. Effects of initial graft tension on the tibiofemoral compressive forces and joint position after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2007 Mar;35(3):395-403.

102. Melby A, 3rd, Noble JS, Askew MJ, Boom AA, Hurst FW. The effects of graft tensioning on the laxity and kinematics of the anterior cruciate ligament reconstructed knee. *Arthroscopy*. 1991;7(3):257-66.
103. Numazaki H, Tohyama H, Nakano H, Kikuchi S, Yasuda K. The effect of initial graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction on the mechanical behaviors of the femur-graft-tibia complex during cyclic loading. *Am J Sports Med*. 2002 Nov-Dec;30(6):800-5.
104. Suggs J, Wang C, Li G. The effect of graft stiffness on knee joint biomechanics after ACL reconstruction--a 3D computational simulation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003 Jan;18(1):35-43.
105. Nicholas SJ, D'Amato MJ, Mullaney MJ, Tyler TF, Kolstad K, McHugh MP. A prospectively randomized double-blind study on the effect of initial graft tension on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2004 Dec;32(8):1881-6.
106. Kirwan GW, Bourke MG, Chipchase L, Dalton PA, Russell TG. Graft tensioning practices in anterior cruciate ligament reconstruction amongst orthopaedic surgeons in Australia: a national survey. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015 Dec;135(12):1733-41.
107. O'Neill BJ, Byrne FJ, Hirpara KM, Brennan WF, McHugh PE, Curtin W. Anterior cruciate ligament graft tensioning. Is the maximal sustained one-handed pull technique reproducible? *BMC Res Notes*. 2011 Jul 20;4:244.
108. Grunau PD, Arneja S, Leith JM. A Randomized Clinical Trial to Assess the Clinical Effectiveness of a Measured Objective Tensioning Device in Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2016 Jun;44(6):1482-6.
109. Sherman SL, Chalmers PN, Yanke AB, Bush-Joseph CA, Verma NN, Cole BJ, et al. Graft tensioning during knee ligament reconstruction: principles and practice. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012 Oct;20(10):633-45.

110. Thompson DM, Hull ML, Howell SM. Does a tensioning device pinned to the tibia improve knee anterior-posterior load-displacement compared to manual tensioning of the graft following anterior cruciate ligament reconstruction? A cadaveric study of two tibial fixation devices. *J Orthop Res.* 2006 Sep;24(9):1832-41.
111. Yoshiya S, Kurosaka M, Ouchi K, Kuroda R, Mizuno K. Graft tension and knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 2002 Jan(394):154-60.
112. Morrison L, Haldane C, de Sa D, Findakli F, Simunovic N, Ayeni OR. Device-assisted tensioning is associated with lower rates of graft failure when compared to manual tensioning in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Dec;26(12):3690-8.
113. Woo SL, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiou C, Fu FH. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon . A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Jun;84(6):907-14.
114. Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH, Woo SL. Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2002 Sep-Oct;30(5):660-6.
115. Zaffagnini S, Martelli S, Acquaroli F. Computer investigation of ACL orientation during passive range of motion. *Comput Biol Med.* 2004 Mar;34(2):153-63.
116. Georgoulis AD, Papadonikolakis A, Papageorgiou CD, Mitsou A, Stergiou N. Three-dimensional tibiofemoral kinematics of the anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knee during walking. *Am J Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):75-9.
117. Schreiber VM, van Eck CF, Fu FH. Anatomic Double-bundle ACL Reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2010 Mar;18(1):27-32.

118. Amin M, Kareemb H, Sadek A, Nady A. MRI evaluation of the knee post double bundle ACL reconstruction: Association of graft findings and comparison with arthroscopy. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2016;47.
119. Longo UG, Buchmann S, Franceschetti E, Maffulli N, Denaro V. A systematic review of single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Br Med Bull*. 2012 Sep;103(1):147-68.
120. Konan S, Haddad FS. The unpredictable material properties of bioabsorbable PLC interference screws and their adverse effects in ACL reconstruction surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Mar;17(3):293-7.
121. Konan S, Haddad FS. A clinical review of bioabsorbable interference screws and their adverse effects in anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Knee*. 2009 Jan;16(1):6-13.
122. Tohyama H, Yoshikawa T, Ju YJ, Yasuda K. Revascularization in the tendon graft following anterior cruciate ligament reconstruction of the knee: its mechanisms and regulation. *Chang Gung Med J*. 2009 Mar-Apr;32(2):133-9.
123. Unterhauser FN, Bail HJ, Höher J, Haas NP, Weiler A. Endoligamentous revascularization of an anterior cruciate ligament graft. *Clin Orthop Relat Res*. 2003 Sep(414):276-88.
124. Moretti L, Bizzoca D, Cassano GD, Caringella N, Delmedico M, Moretti B. Graft Intra-Articular Remodeling and Bone Incorporation in ACL Reconstruction: The State of the Art and Clinical Implications. *J Clin Med*. 2022 Nov 12;11(22).
125. Yao S, Fu BS-C, Yung PS-H. Graft healing after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*. 2021 2021/07/01;25:8-15.
126. Vogl TJ, Schmitt J, Lubrich J, Hochmuth K, Diebold T, Del Tredici K, et al. Reconstructed anterior cruciate ligaments using patellar tendon ligament

grafts: diagnostic value of contrast-enhanced MRI in a 2-year follow-up regimen. *Eur Radiol*. 2001;11(8):1450-6.

127. Rak KM, Gillogly SD, Schaefer RA, Yakes WF, Liljedahl RR. Anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation with MR imaging. *Radiology*. 1991 Feb;178(2):553-6.

128. Saupe N, White LM, Chiavaras MM, Essue J, Weller I, Kunz M, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction grafts: MR imaging features at long-term follow-up--correlation with functional and clinical evaluation. *Radiology*. 2008 Nov;249(2):581-90.

129. Andersson D, Samuelsson K, Karlsson J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to surgical technique and rehabilitation: an assessment of randomized controlled trials. *Arthroscopy*. 2009 Jun;25(6):653-85.

130. Wright RW, Fetzner GB. Bracing after ACL reconstruction: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2007 Feb;455:162-8.

131. Jameson SS, Downen D, James P, Serrano-Pedraza I, Reed MR, Deehan D. Complications following anterior cruciate ligament reconstruction in the English NHS. *Knee*. 2012 Jan;19(1):14-9.

132. Konan S, Haddad FS. Femoral fracture following knee ligament reconstruction surgery due to an unpredictable complication of bioabsorbable screw fixation: a case report and review of literature. *J Orthop Traumatol*. 2010 Mar;11(1):51-5.

133. Bach JM, Hull ML, Patterson HA. Direct measurement of strain in the posterolateral bundle of the anterior cruciate ligament. *J Biomech*. 1997 Mar;30(3):281-3.

134. Strobel MJ, Castillo RJ, Weiler A. Reflex extension loss after anterior cruciate ligament reconstruction due to femoral "high noon" graft placement. *Arthroscopy*. 2001 Apr;17(4):408-11.

135. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med*. 2011 Jun;45(7):596-606.
136. Konan S, Haddad FS. Outcomes of meniscal preservation using all-inside meniscus repair devices. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 May;468(5):1209-13.
137. Alazzawi S, Sukeik M, Ibrahim M, Haddad FS. Management of anterior cruciate ligament injury: pathophysiology and treatment. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2016 Apr;77(4):222-5.
138. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med*. 2010 Oct;38(10):1968-78.
139. Dung TT, Du HG, Long NH, Son LM, Thanh DX, Son DN, et al. Arthroscopic fixation of ACL avulsion fracture in the Saint Paul Hospital: a review of treatment outcomes. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019 Oct;29(7):1485-91.
140. Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR. The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med*. 2009 May;37(5):890-7.
141. Hefti F, Muller W, Jakob RP, Staubli HU. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1993;1(3-4):226-34.
142. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med*. 2001 Sep-Oct;29(5):600-13.

143. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Neyret P, Richmond JC, et al. Responsiveness of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form. *Am J Sports Med.* 2006 Oct;34(10):1567-73.
144. Crawford K, Briggs KK, Rodkey WG, Steadman JR. Reliability, validity, and responsiveness of the IKDC score for meniscus injuries of the knee. *Arthroscopy.* 2007 Aug;23(8):839-44.
145. Agel J, LaPrade RF. Assessment of differences between the modified Cincinnati and International Knee Documentation Committee patient outcome scores: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2009 Nov;37(11):2151-7.
146. Greco NJ, Anderson AF, Mann BJ, Cole BJ, Farr J, Nissen CW, et al. Responsiveness of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form in comparison to the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, modified Cincinnati Knee Rating System, and Short Form 36 in patients with focal articular cartilage defects. *Am J Sports Med.* 2010 May;38(5):891-902.
147. van de Graaf VA, Wolterbeek N, Scholtes VA, Mutsaerts EL, Poolman RW. Reliability and Validity of the IKDC, KOOS, and WOMAC for Patients With Meniscal Injuries. *Am J Sports Med.* 2014 Jun;42(6):1408-16.
148. van Meer BL, Meuffels DE, Vissers MM, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Terwee CB, et al. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score or International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: which questionnaire is most useful to monitor patients with an anterior cruciate ligament rupture in the short term? *Arthroscopy.* 2013 Apr;29(4):701-15.
149. Koumantakis GA, Tsoligkas K, Papoutsidakis A, Ververidis A, Drosos GI. Cross-cultural adaptation and validation of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form in Greek. *J Orthop Traumatol.* 2016 Jun;17(2):123-9.

150. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982 May-Jun;10(3):150-4.
151. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985 Sep(198):43-9.
152. Briggs KK, Kocher MS, Rodkey WG, Steadman JR. Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee score and Tegner activity scale for patients with meniscal injury of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Apr;88(4):698-705.
153. Eshuis R, Lentjes GW, Tegner Y, Wolterbeek N, Veen MR. Dutch Translation and Cross-cultural Adaptation of the Lysholm Score and Tegner Activity Scale for Patients With Anterior Cruciate Ligament Injuries. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016 Nov;46(11):976-83.
154. Cerciello S, Corona K, Morris BJ, Visonà E, Maccauro G, Maffulli N, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the Italian versions of the Kujala, Larsen, Lysholm and Fulkerson scores in patients with patellofemoral disorders. *J Orthop Traumatol.* 2018 Sep 12;19(1):18.
155. Denti M, Monteleone M, Berardi A, Arosio A. Medial patellar synovial plica syndrome: the influence of associated pathology on long-term results. *Chir Organi Mov.* 1994 Jul-Sep;79(3):273-7.
156. Paxton EW, Fithian DC, Stone ML, Silva P. The reliability and validity of knee-specific and general health instruments in assessing acute patellar dislocation outcomes. *Am J Sports Med.* 2003 Jul-Aug;31(4):487-92.
157. Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett WI, Hawkins RJ. Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee scale for various chondral disorders of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Jun;86(6):1139-45.
158. Swanenburg J, Koch PP, Meier N, Wirth B. Function and activity in patients with knee arthroplasty: validity and reliability of a German version of

the Lysholm Score and the Tegner Activity Scale. *Swiss Med Wkly*. 2014;144:w13976.

159. Briggs KK, Steadman JR, Hay CJ, Hines SL. Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees. *Am J Sports Med*. 2009 May;37(5):898-901.

160. Panagopoulos A, Billis E, Floros GR, Stavropoulos T, Kaparounaki E, Moucho M, et al. Cross-Cultural Adaptation of the Greek Versions of the Lysholm Knee Scoring Scale and Tegner Activity Scale. *Cureus*. 2020 Jul 24;12(7):e9372.

161. Ra HJ, Kim HS, Choi JY, Ha JK, Kim JY, Kim JG. Comparison of the ceiling effect in the Lysholm score and the IKDC subjective score for assessing functional outcome after ACL reconstruction. *Knee*. 2014 Oct;21(5):906-10.

162. Barrett GR, Lubert K, Replogle WH, Manley JL. Allograft anterior cruciate ligament reconstruction in the young, active patient: Tegner activity level and failure rate. *Arthroscopy*. 2010 Dec;26(12):1593-601.

163. <https://orthotoolkit.com/>.

164. Robb RA, Hanson DP. A software system for interactive and quantitative visualization of multidimensional biomedical images. *Australas Phys Eng Sci Med*. 1991 Mar;14(1):9-30.

165. White LM, Kramer J, Recht MP. MR imaging evaluation of the postoperative knee: ligaments, menisci, and articular cartilage. *Skeletal Radiol*. 2005 Aug;34(8):431-52.

166. Trattinig S, Rand T, Czerny C, Stocker R, Breitenseher M, Kainberger F, et al. Magnetic resonance imaging of the postoperative knee. *Top Magn Reson Imaging*. 1999 Aug;10(4):221-36.

167. Mehta VM, Rawal A, Petsche TS. The Inter-rater and Intrarater Reliability of the Femoral Tunnel O'Clock Grading System During ACL

Reconstruction (SS-63). *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2011 2011/05/01/;27(5, Supplement):e63-e4.

168. Tuite MJ, De Smet AA. MR of the postoperative knee. *Top Magn Reson Imaging*. 1996 Feb;8(1):2-14.

169. Muramatsu K, Hachiya Y, Izawa H. Serial evaluation of human anterior cruciate ligament grafts by contrast-enhanced magnetic resonance imaging: comparison of allografts and autografts. *Arthroscopy*. 2008 Sep;24(9):1038-44.

170. Αμπατζής Η. Έλεγχος επαναγγείωσης μοσχευμάτων οπίσθιων μηριαίων και τετρακεφάλου μετά την συνδεσμοπλαστική πρόσθιου χιαστού συνδέσμου:

Απεικόνιση με μαγνητική τομογραφία και σύγκριση μεταξύ τους. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών; 2022.

171. Naik AK, Jain VK, Goyal A, Bhavani P, Shakya M, Sinha S. Is in-vivo 80 N tensioned quadrupled hamstring graft better than conventional unmeasured pull for arthroscopic ACL reconstruction. *J Clin Orthop Trauma*. 2020 Oct;11(Suppl 5):S779-S83.

172. Mae T, Toritsuka Y, Nakamura H, Uchida R, Nakagawa S, Shino K. Comparison of anterior knee laxity immediately after anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: Manual tensioning vs tensioning boot techniques. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*. 2022 Apr;28:21-4.

173. Tohyama H, Yasuda K. Significance of graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction. Basic background and clinical outcome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1998;6 Suppl 1:S30-7.

174. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2007 Oct;35(10):1756-69.

175. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2009 Jul;37(7):1434-43.
176. Yoshiya S, Andrish JT, Manley MT, Bauer TW. Graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction. An in vivo study in dogs. *Am J Sports Med.* 1987 Sep-Oct;15(5):464-70.
177. Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Renström PA, Nichols CE, Pope MH, et al. The measurement of elongation of anterior cruciate-ligament grafts in vivo. *J Bone Joint Surg Am.* 1994 Apr;76(4):520-31.
178. Burks RT, Leland R. Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 1988;4(4):260-6.
179. Bylski-Austrow DI, Grood ES, Hefzy MS, Holden JP, Butler DL. Anterior cruciate ligament replacements: a mechanical study of femoral attachment location, flexion angle at tensioning, and initial tension. *J Orthop Res.* 1990 Jul;8(4):522-31.
180. Samitier G, Marcano AI, Alentorn-Geli E, Cugat R, Farmer KW, Moser MW. Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arch Bone Jt Surg.* 2015 Oct;3(4):220-40.
181. Easom JC, Goradia VK, Pearson SE, Wiley WB. Anterior cruciate ligament tensioning: KT-1000 measurements after anterior cruciate ligament reconstruction and tensioning (SS-68). *Arthroscopy.* 2004;20:e32.
182. Kim SG, Kurosawa H, Sakuraba K, Ikeda H, Takazawa S. The effect of initial graft tension on postoperative clinical outcome in anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2006 May;126(4):260-4.
183. Yasuda K, Tsujino J, Tanabe Y, Kaneda K. Effects of initial graft tension on clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. Autogenous doubled hamstring tendons connected in series with polyester tapes. *Am J Sports Med.* 1997 Jan-Feb;25(1):99-106.

184. Kayaalp ME, Collette R, Kruppa P, Flies A, Schaser KD, Wulsten D, et al. A Higher Initial Tensioning Force of an ACL Graft Results in a Higher Graft Force After Screw Fixation Irrespective of the Screw Diameter: A Biomechanical Study. *Am J Sports Med*. 2021 Dec;49(14):3825-32.
185. Nishizawa Y, Hoshino Y, Nagamune K, Araki D, Nagai K, Kurosaka M, et al. Comparison Between Intra- and Extra-articular Tension of the Graft During Fixation in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*. 2017 Jun;33(6):1204-10.
186. Chahal J, Whelan DB, Hoit G, Theodoropoulos J, Ajrawat P, Betsch M, et al. Anterior Cruciate Ligament Patellar Tendon Autograft Fixation at 0° Versus 30° Results in Improved Activity Scores and a Greater Proportion of Patients Achieving the Minimal Clinical Important Difference For Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Pain: A Randomized Controlled Trial. *Arthroscopy*. 2022 Jun;38(6):1969-77.
187. Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1998;6 Suppl 1:S2-12.
188. Jansson KA, Karjalainen PT, Harilainen A, Sandelin J, Soila K, Tallroth K, et al. MRI of anterior cruciate ligament repair with patellar and hamstring tendon autografts. *Skeletal Radiol*. 2001 Jan;30(1):8-14.
189. Murakami Y, Sumen Y, Ochi M, Fujimoto E, Deie M, Ikuta Y. Appearance of anterior cruciate ligament autografts in their tibial bone tunnels on oblique axial MRI. *Magn Reson Imaging*. 1999 Jun;17(5):679-87.
190. Zaffagnini S, De Pasquale V, Marchesini Reggiani L, Russo A, Agati P, Bacchelli B, et al. Neoligamentization process of BTPB used for ACL graft: histological evaluation from 6 months to 10 years. *Knee*. 2007 Mar;14(2):87-93.

191. Falconiero RP, DiStefano VJ, Cook TM. Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans. *Arthroscopy*. 1998 Mar;14(2):197-205.

192. Cunningham R, West JR, Greis PE, Burks RT. A survey of the tension applied to a doubled hamstring tendon graft for reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*. 2002 Nov-Dec;18(9):983-8.

ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ:

8. Ποιο είναι το υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας που μπορείτε να λάβετε μέρος τακτικά;

- ☐ Πολύ έντονες δραστηριότητες όπως άλματα ή στροφικές κινήσεις όπως στο μπάσκετ ή το ποδόσφαιρο
☐ Έντονες δραστηριότητες όπως βαριά σωματική εργασία, σκι ή τένις
☐ Μέτριας έντασης δραστηριότητες όπως μέτρια σωματική εργασία, τρέξιμο ή αργό τρέξιμο
☐ Ελαφρές δραστηριότητες όπως περπάτημα, εργασία στο σπίτι ή τον κήπο
☐ Ανίκανος/-η να εκτελέσει οποιαδήποτε από τις παραπάνω δραστηριότητες λόγω του γόνατος

9. Πως επηρεάζει το γόνατό σας την ικανότητά σας να:

		Καθόλου δύσκολο	Ελάχιστα δύσκολο	Μετρίως δύσκολο	Εξαιρετικά δύσκολο	Αδύνατο
α.	Ανεβαίνετε σκάλες	☐	☐	☐	☐	☐
β.	Κατεβαίνετε σκάλες	☐	☐	☐	☐	☐
γ.	Γονατίζετε στο γόνατό σας	☐	☐	☐	☐	☐
δ.	Κάνετε βαθύ κάθισμα	☐	☐	☐	☐	☐
ε.	Κάθεστε με το γόνατό σας λυγισμένο	☐	☐	☐	☐	☐
στ.	Σηκώνεστε από καρέκλα	☐	☐	☐	☐	☐
ζ.	Τρέχετε στην ευθεία	☐	☐	☐	☐	☐
η.	Κάνετε άλμα και να προσγειώνεστε στο προσβεβλημένο πόδι	☐	☐	☐	☐	☐
θ.	Σταματάτε και να ξεκινάτε απότομα	☐	☐	☐	☐	☐

Λειτουργικότητα:

10. Πως θα βαθμολογούσατε την λειτουργικότητα του γόνατος σας σε κλίμακα από το 0 έως το 10 με το 10 να είναι η φυσιολογική, άριστη λειτουργικότητα και το 0 να είναι η πλήρης ανικανότητα εκτέλεσης οποιωνδήποτε από τις συνήθεις καθημερινές δραστηριότητες σας οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν και αθλητικές δραστηριότητες;

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ ΣΑΣ:

Δεν μπορούν να εκτελεστούν
καθημερινές δραστηριότητες

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Κανένας περιορισμός
σε καθημερινές δραστηριότητες

ΠΑΡΟΥΣΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ ΣΑΣ:

Δεν μπορούν να εκτελεστούν
καθημερινές δραστηριότητες

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Κανένας περιορισμός
σε καθημερινές δραστηριότητες

Παράρτημα 2. Lysholm Knee Score

Κλίμακα Γόνατος του Lysholm

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

Συμπτώματα: (Δ)(Α)

Περπάτημα, Τρέξιμο και Άλμα

Χωλότητα (5 βαθμοί)

Καμία 5 ____
Ήπια ή διακοπτόμενη 3 ____
Σοβαρή και αδιάκοπη 0 ____

Στήριξη (5 βαθμοί)

Πλήρης στήριξη 5 ____
Μπαστούνι ή πατερίτσα 3 ____
Στήριξη βάρους αδύνατη 0 ____

Άνοδος σκάλας (5 βαθμοί)

Κανένα πρόβλημα 5 ____
Ελαφρά δυσκολία 3 ____
Ένα σκαλί τη φορά (σταματώντας σε κάθε σκαλί) 2 ____
Αδύνατη 0 ____

Βαθύ κάθισμα (5 βαθμοί)

Κανένα πρόβλημα 5 ____
Ελαφρά δυσκολία 3 ____
Δεν περνά τις 90° 2 ____
Αδύνατο 0 ____

ΣΥΝΟΛΟ

Αστάθεια (30 βαθμοί)

Ποτέ δεν «μου φεύγει» 30 ____
Σπάνια «μου φεύγει» εκτός από αθλητικές ή άλλες έντονες προσπάθειες 25 ____
Συχνά «μου φεύγει» κατά την διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων ή έντονης προσπάθειας 20 ____
Περιστασιακά σε καθημερινές δραστηριότητες 10 ____
Συχνά σε καθημερινές δραστηριότητες 5 ____
Σε κάθε βήμα 0 ____

Οίδημα (πρήξιμο) (10 βαθμοί)

Κανένα 10 ____
Μαζί με αστάθεια 7 ____
Σε έντονη προσπάθεια 5 ____
Σε συνήθισμένη προσπάθεια 2 ____
Μόνιμο 0 ____

Πόνος (30 βαθμοί)

Καθόλου 30 ____
Διακοπτόμενος και ήπιος κατά την διάρκεια έντονης προσπάθειας 25 ____
Αισθητός όταν «μου φεύγει» 20 ____
Αισθητός κατά την διάρκεια έντονης προσπάθειας 15 ____
Αισθητός κατά την διάρκεια ή μετά από βάρδια πάνω από 2χλμ. 10 ____
Αισθητός κατά την διάρκεια ή μετά από βάρδια λιγότερο από 2χλμ. 5 ____
Αδιάκοπος και σοβαρός 0 ____

Ατροφία του μηρού (10 βαθμοί)

Καμία 10 ____
1-2 εκατοστά 5 ____
>2 εκατοστά 0 ____

ΣΥΝΟΛΟ

Παράρτημα 3. Tegner Activity Scale

ΚΑΙΜΑΚΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ TEGNER (TEGNER SCORE)

10. Αγωνιστικός αθλητισμός
Ποδόσφαιρο, κορυφαίο επίπεδο

5. Εργασία
Βαριά χειρωνακτική (πχ οικοδομική)

9. Αγωνιστικός αθλητισμός
Ποδόσφαιρο, κατώτερες κατηγορίες
Πάλη
Γυμναστική τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα
Χόκεϊ επί πάγου

Αγωνιστικός αθλητισμός
Ποδηλασία
Σκι αντοχής (langlauf)
Τροχάδην σε ανώμαλο έδαφος

8. Αγωνιστικός αθλητισμός
Σκουός ή Μπάντμιτον
Αλτικά αγωνίσματα στίβου
Σκι κατάβασης

4. Εργασία
Μέτριας επιβάρυνσης (οδηγός φορτηγού
βαριά οικιακή εργασία)

7. Αγωνιστικός αθλητισμός
Τένις
Δρομικά αγωνίσματα στίβου
Χάντμπολ
Μπάσκετ
Μoto-κρος

Σπορ αναψυχής
Ποδηλασία
Σκι αντοχής (langlauf)
Τροχάδην σε ομαλό έδαφος τουλάχιστον
δύο φορές την εβδομάδα

Σπορ αναψυχής
Ποδόσφαιρο
Χόκεϊ επί πάγου
Σκουός
Αλτικά αγωνίσματα στίβου
Τρέξιμο ανωμάλου δρόμου

3. Εργασία
Ελαφρά χειρωνακτική (πχ νοσοκόμος)
Αγωνιστικός και ψυχαγωγικός αθλητισμός
Κολύμβηση
Βάδιση σε ανώμαλο έδαφος -δάσος

6. Σπορ αναψυχής
Τένις ή μπάντμιτον
Χάντμπολ
Μπάσκετ
Σκι κατάβασης
Τροχάδην τουλάχιστον 5 φορές την εβδομάδα

2. Εργασία
Πολύ ελαφρά χειρωνακτική
Βάδιση σε ανώμαλο έδαφος δυνατή αλλά
αδύνατη σε δάσος

1. Εργασία
Καθιστική
Βάδιση σε επίπεδο έδαφος

0. Αναρρωτική άδεια από εργασία ή αναπηρική
σύνταξη λόγω προβλημάτων στο γόνατο