



76  
βυβλιν

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ  
ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ

**Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ  
ΤΟΥ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΤΟΥ  
ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ**

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΙΩΣΗΦ Θ. ΓΑΒΡΙΗΛΙΔΗΣ  
ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΣ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΟΣ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2008



« Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος)».



**Ημερομηνία αίτησης του κ. Γαβριηλίδη Ιωσήφ: 23-12-2003**

**Ημερομηνία ορισμού Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: 532<sup>α</sup>/4-5-2004**

**Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:**

Επιβλέπων

Ξενάκης Θεόδωρος Καθηγητής Ορθοπαιδικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μέλη

Γεωργούλης Αναστάσιος Αναπληρωτής Καθηγητής Ορθοπαιδικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μητσιώνης Γρηγόριος Επίκουρος Καθηγητής Ορθοπαιδικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

**Ημερομηνία ορισμού θέματος: 27-5-2004**

*«Η σημασία της ανατομικής τοποθέτησης του μηριαίου καναλιού στην πλαστική του προσθίου χιαστού συνδέσμου »*

**ΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ : 638<sup>α</sup>/3-6-2008**

<b>Γεωργούλης Αναστάσιος</b>	Καθηγητής Ορθοπαιδικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Ξενάκης Θεόδωρος</b>	Καθηγητής Ορθοπαιδικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Παπαδόπουλος Γεώργιος</b>	Καθηγητής Αναισθησιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Στέφος Θεόδωρος</b>	Καθηγητής Μαιευτικής –Γυναικολογίας με έμφαση στην Εμβρυομητρική Ιατρική Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Φατούρος Μιχαήλ</b>	Καθηγητής Χειρουργικής και Μεταμοσχεύσεων Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Πατρών
<b>Βεκρής Μάριος</b>	Επίκουρος Καθηγητής Ορθοπαιδικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
<b>Μητσιώνης Γρηγόριος</b>	Επίκουρος Καθηγητής Ορθοπαιδικής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Έγκριση Διδακτορικής Διατριβής με βαθμό «ΑΡΙΣΤΑ» στις 23-6-2008

**ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ**

**Ιωάννης Γουδέβενος**

Καθηγητής Παθολογίας-Καρδιολογίας



**Στους γονείς μου Θεολόγο και Νίκη**

**Στην αδερφή μου Γεωργία**

**Στη γυναίκα μου Αθηνά**



**Με σεβασμό και βαθιά ευγνωμοσύνη  
στους καθηγητές μου**

**Θεόδωρο Ξενάκη**

**Αναστάσιο Γεωργούλη**

**Αλέξανδρο Μπερή**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγγραφή μίας διατριβής είναι κατά βάση ένα μοναχικό έργο. Μέχρι όμως να φτάσουμε στην περάτωση της συγγραφής αυτής της διδακτορικής διατριβής, μεσολάβησαν ατελείωτες ώρες δουλειάς και μελέτης καθώς και πολυάριθμες συζητήσεις με μία ομάδα ανθρώπων, η παρουσία των οποίων έδρασε καταλυτικά στην ολοκλήρωση της προσωπικότητάς μου ως Χειρουργού Ορθοπαιδικού και γενικότερα ως ανθρώπου.

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όλους αυτούς που υπήρξαν δάσκαλοί μου και με καθοδήγησαν όλα τα χρόνια της θητείας μου στην Ορθοπαιδική Κλινική του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων.

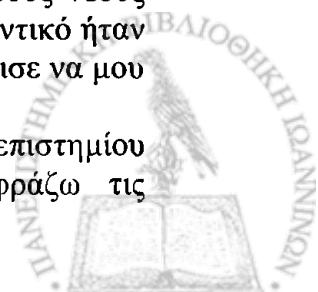
Αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τη βαθιά μου ευγνωμοσύνη και τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στο διευθυντή της Ορθοπαιδικής Κλινικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων και επιβλέποντα Καθηγητή κύριο Θεόδωρο Ξενάκη για την ανάθεση του θέματος της διατριβής. Ήταν ο άνθρωπος που από την πρώτη στιγμή της παρουσίας μου στην Ορθοπαιδική Κλινική με στήριξε και με περιέβαλλε με απόλυτη εμπιστοσύνη, ενώ η καθοδήγηση και οι συμβουλές του ήταν καθοριστικές στην περάτωση αυτής της διατριβής. Μου μετέφερε απλόχερα την εμπειρία και τη βαθιά του γνώση στο χώρο της Ορθοπαιδικής, ενώ το ήθος και η κρίση του αποτέλεσαν παράδειγμα για εμένα κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής μου αλλά και στη συνέχεια. Αισθάνομαι υπερήφανος που υπήρξα μαθητής του, ενώ ιδιαίτερα εκτιμώ το ενδιαφέρον και την παρότρυνσή του για τη μετεκπαίδευσή μου στο Εξωτερικό.

Ολόθερμα ευχαριστώ τον Καθηγητή της Ορθοπαιδικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής κύριο Αναστάσιο Γεωργούλη. Ήταν ο άνθρωπος που με μύησε στο χώρο της αρθροσκοπικής χειρουργικής, μεταφέροντάς μου όλες τις γνώσεις του γύρω από το εξειδικευμένο αυτό αντικείμενο, ενώ ταυτόχρονα διεύρυνε τις θεωρητικές και πρακτικές μου γνώσεις. Ιδιαίτερα εκτιμώ τη συμπαράσταση και τις υποδείξεις του στην εκπόνηση αυτής της μελέτης, ενώ τον ευχαριστώ ιδιαίτερος για την πολύτιμη βοήθειά του στην περαιτέρω μετεκπαίδευσή μου στο αντικείμενο της αρθροσκοπικής χειρουργικής σε εξειδικευμένο κέντρο του εξωτερικού.

Στον Επίκουρο Καθηγητή της Ορθοπαιδικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής Κύριο Γρηγόριο Μητσιώνη οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες. Ήταν ένας καθημερινός συμπαρστάτης και πολύτιμος αρωγός κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής μου, ενώ με τις μοντέρνες αντιλήψεις και πρωτοπόρες του ιδέες συνέβαλε αποφασιστικά στην πολύπλευρη εκπαίδευσή μου σε σύγχρονα αντικείμενα της Ορθοπαιδικής. Ιδιαίτερα σημαντικές ήταν οι συμβουλές και υποδείξεις του για την εκπόνηση αυτής της μελέτης.

Πολλές ευχαριστίες στον Καθηγητή της Ορθοπαιδικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κύριο Αλέξανδρο Μπερή. Ήταν σημαντική η προσφορά του στη διεύρυνση των θεωρητικών και πρακτικών μου γνώσεων. Μου μετέφερε την πολύπλευρη εμπειρία και αγάπη του για την Ορθοπαιδική, καθώς και τους νέους ορίζοντες που ανοίγονται σε αυτή την πολυδιάστατη επιστήμη. Πολύ σημαντικό ήταν επίσης το πνεύμα εργατικότητας και αφοσίωσης στον άρρωστο, που φρόντισε να μου μεταφέρει με τον δικό του ξεχωριστό τρόπο.

Στους Επίκουρους Καθηγητές της Ορθοπαιδικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κύριους Αναστάσιο Κορομπίλια και Μάριο Βεκρή εκφράζω τις



ευχαριστίες μου για τη συμπαράσταση και την καθημερινή τους βοήθεια κατά τη διάρκεια της ειδίκευσης μου στην Ορθοπαιδική Κλινική του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Ήταν από τους πρώτους που με μύησαν στα μυστικά της Ορθοπαιδικής, ενώ το πάντα 'ανήσυχο' επιστημονικά τους πνεύμα αποτέλεσε αιτία για διάφορες επιστημονικές μελέτες ποικίλου ενδιαφέροντος.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιμελητή της Ορθοπαιδικής Κλινικής κύριο Μότση Ευστάθιο. Ήταν ο άνθρωπος που ήταν πάντα κοντά μου κατά την εκπόνηση αυτής της μελέτης, ενώ ήταν ιδιαίτερα καθοριστική η συμβολή του στην περάτωση του πειραματικού μέρους της διατριβής. Μου μετέφερε επίσης με ιδιαίτερα διδακτικό τρόπο τις γνώσεις του γύρω από τις αθλητικές κακώσεις και βοήθησε στην ομαλή μου μετάβαση στα 'μονοπάτια' αυτού του ιδιαίτερου χώρου.

Το συνάδελφο κύριο Πάκο Αιμίλιο με τον οποίο περάσαμε πολλές ώρες μελετώντας μαζί, ευχαριστώ θερμά. Η συμβολή του στην ταξινόμηση και επεξεργασία του υλικού αυτής της διατριβής υπήρξε σημαντική.

Δεν θα μπορούσα να μην πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους υπέροχους γονείς μου Θεολόγο και Νίκη και στην αδερφή μου Γεωργία. Είναι οι άνθρωποι που όλα αυτά τα χρόνια με στηρίζουν και έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της προσωπικότητάς μου. Η συμπεριφορά τους αποτελούσε πάντα φωτεινό παράδειγμα για εμένα, ενώ με την εν γένει τους στάση αποτελούν πηγή καθημερινής έμπνευσης για νέους στόχους.

Θα ήταν αδύνατο να οργανώσω και να φτάσω στην περάτωση αυτής της διδακτορικής διατριβής χωρίς τη συμπαράσταση και αφοσίωση της γυναίκας μου Αθηνάς. Είναι ο άνθρωπος που είναι πάντα δίπλα μου όλα αυτά τα χρόνια με μεγάλη υπομονή και δίνοντάς μου πάντα κουράγιο να συνεχίσω. Την ευχαριστώ θερμά και της ζητώ συγγνώμη, αν κάποιες φορές η Ιατρική 'έκλεβε' περισσότερο χρόνο από το λιγοστό δικό μας προσωπικό χρόνο.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή ..... 17

## Γενικό μέρος

**A. Ιστορική αναδρομή και αντιμετώπιση ρήξεων προσθίου χιαστού  
συνδέσμου ..... 22**

1. Ιστορία του προσθίου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ)
2. Αποκατάσταση ΠΧΣ, έσω πλαγίου συνδέσμου και μηνίσκων
3. Αποκατάσταση ΠΧΣ με αυτόλογα μοσχεύματα
4. Μοσχεύματα για αποκατάσταση ΠΧΣ. Πλατεία περιτονία, μηνίσκοι, οπίσθιοι μηριαίοι, επιγονατιδικός τένοντας, τένοντας τετρακεφάλου.
5. Εξωαρθρικές τεχνικές
6. Αλλομοσχεύματα και συνθετικά μοσχεύματα
7. Αρθροσκοπικές τεχνικές και σταθεροποίηση μοσχευμάτων
8. Αποκατάσταση ΠΧΣ με δύο δεσμίδες
9. Μετεγχειρητική αποκατάσταση

**B. Η λειτουργική ανατομική του γόνατος..... 37**

1. Οστά  
Μηριαίο οστών  
Κνήμη  
Επιγονατίδα  
Περώνη
2. Πρόσθιο διαμέρισμα  
Τετρακέφαλος μηριαίος μυς  
Καθεκτικοί σύνδεσμοι  
Υποεπιγονατιδικό λιπώδες σώμα
3. Κεντρικό διαμέρισμα  
Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος (ΠΧΣ)  
Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος (ΟΧΣ)
4. Έσω πλάγιο διαμέρισμα
5. Έξω πλάγιο διαμέρισμα
6. Μηνίσκοι
7. Αγγείωση του γόνατος
8. Νεύρωση του γόνατος
9. Ιδιοδεκτικότητα του γόνατος

**Γ. Εμβιομηχανική γόνατος και ΠΧΣ ..... 51**

**Δ. Διαγνωστική προσέγγιση ρήξεων ΠΧΣ..... 55**

1. Ιστορικό
2. Κλινική εξέταση  
Έλεγχος πρόσθιας αστάθειας
3. Απεικονιστικός έλεγχος  
Ακτινολογικός έλεγχος  
Αξονική τομογραφία  
Μαγνητική τομογραφία
4. Εξέταση υπό γενική αναισθησία
5. Αρθροσκόπηση





<b>Ε. Μέθοδοι αντιμετώπισης ρήξεων ΠΧΣ .....</b>	<b>62</b>
1. Συντηρητική αντιμετώπιση	
2. Χειρουργική αντιμετώπιση	
Αυτομοσχεύματα	
Επιγονατιδικός τένοντας	
Οπίσθιοι μηριαίοι (Hamstrings)	
Τετρακέφαλος τένοντας	
Αλλομοσχεύματα	
Συνθετικά μοσχεύματα	
Άλλα πιθανά μοσχεύματα	
3. Αποκατάσταση με δύο δεσμίδες του ΠΧΣ	

## Ειδικό μέρος

<b>A. Εισαγωγή-Σκοπός της μελέτης .....</b>	<b>72</b>
<b>B. Μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ .....</b>	<b>75</b>
<b>Γ. Τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ .....</b>	<b>79</b>
<b>Δ. Τεχνική διά της έξω αρθροσκοπικής πόρτας .....</b>	<b>80</b>
<b>Ε. Υλικό και μέθοδος .....</b>	<b>81</b>
<b>ΣΤ. Αποτελέσματα .....</b>	<b>87</b>
1. Αρθροσκοπικές μετρήσεις- Κέντρα των μηριαίων τούνελ από τα όρια του μηριαίου αποτυπώματος	
2. Μετρήσεις μετά τη διατομή των γονάτων- Αποστάσεις των δύο μηριαίων τούνελ από το οπίσθιο τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου	
3. Μετρήσεις του κνημιαίου τούνελ	
4. Οριοθέτηση της θέσεως του ανατομικού μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ	
<b>Z. Συζήτηση .....</b>	<b>92</b>
<b>H. Συμπεράσματα .....</b>	<b>98</b>
<b>Θ. Περίληψη .....</b>	<b>99</b>
<b>I. Abstract .....</b>	<b>101</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>103</b>



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος (ΠΧΣ) είναι ο σημαντικότερος από τους τέσσερις συνδέσμους (πρόσθιος χιαστός, οπίσθιος χιαστός, έσω πλάγιος και έξω πλάγιος), που συνδέουν τα οστά της άρθρωσης του γόνατος. Οι σύνδεσμοι είναι ισχυρές 'πυκνές' δομές από συνδετικό ιστό που σταθεροποιούν τις αρθρώσεις, συνδέοντας τα οστά μεταξύ τους.

Ο ΠΧΣ αποτελείται από δύο λειτουργικές δεσμίδες ιστού, την πρόσθια-έσω (AM bundle) και την οπίσθια-έξω (PL bundle). Η παρουσία του ΠΧΣ είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος, αφού ελαχιστοποιεί τις δυνάμεις που διέρχονται διαμέσου αυτής κατά τις καθημερινές δραστηριότητες και ιδιαίτερα κατά την επιτέλεση αθλητικών δραστηριοτήτων. Αποτελεί τον πρωταρχικό παράγοντα αντίστασης στο πρόσθιο υπεξάρθρωμα της κνήμης επί του μηριαίου. Δευτερογενώς αποτελεί τον κύριο παράγοντα αντίστασης στην έσω στροφή και μία ελάχιστη αντίσταση στην έξω στροφή του γόνατος. Αυτή η σταθεροποιητική ιδιότητα ελαχιστοποιείται όσο το γόνατο λαμβάνει μία θέση μεγαλύτερης κάμψης, ενώ ο ΠΧΣ προσφέρει μόνο μικρή αντίσταση σε δυνάμεις ραιβότητας και βλαισότητας (1).

Οι τραυματισμοί του ΠΧΣ είναι ιδιαίτερα συχνοί και καθημερινά αυξάνονται περισσότερο, καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι στρέφονται στο χώρο του αθλητισμού. Η ρήξη του ΠΧΣ έχει αποτελέσει το κυρίαρχο θέμα πολλών εργαστηριακών και κλινικών μελετών, αφού αποτελεί έναν από τους πιο κοινούς τραυματισμούς του γόνατος στη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων. Υπολογίζεται ότι η ετήσια συχνότητα είναι 1 στα 3000 άτομα επί του γενικού πληθυσμού των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, γεγονός το οποίο μεταφράζεται σε περισσότερες από 150.000 νέες ρήξεις ΠΧΣ κάθε χρόνο (2,3). Το μεγαλύτερο ποσοστό είναι άτομα ηλικίας 15-25 χρονών που συμμετέχουν σε απαιτητικές αθλητικές δραστηριότητες, αλλά η ρήξη του ΠΧΣ μπορεί να συμβεί σε όλες τις ηλικίες.

Σε αντίθεση με άλλους τένοντες και συνδέσμους μία ρήξη του ΠΧΣ δεν μπορεί να επουλωθεί με απλή συρραφή και η τάση είναι να δημιουργεί σοβαρή ανικανότητα με επεισόδια υπεξάρθρωματος της κνήμης επί του μηριαίου κατά τη διάρκεια καθημερινών και ιδιαίτερα απαιτητικών αθλητικών δραστηριοτήτων, που απαιτούν στροφικές κινήσεις του γόνατος. Μπορεί να προκαλέσει σοβαρό τραυματισμό σε άλλα μαλακά μόρια μέσα και γύρω από την άρθρωση του γόνατος, ιδιαίτερα στους μηνίσκους και στον αρθρικό χόνδρο και να οδηγήσει σε πρώιμη έναρξη οστεοαρθρίτιδας στο γόνατο (4,5). Για αυτό το λόγο η χειρουργική αντιμετώπιση με αυτομοσχεύματα ή αλλομοσχεύματα συνίσταται από τους Χειρουργούς με στόχο την αναπαραγωγή των φυσιολογικών λειτουργιών του πρωτογενούς ΠΧΣ.

Από τη στιγμή που η αρθροσκοπική χειρουργική έκανε δυναμικά την εμφάνισή της στο χώρο του ΠΧΣ, μία πραγματική επανάσταση δημιουργήθηκε ως προς την αποκατάσταση των ρήξεων αυτού. Η ενδεδειγμένη αντιμετώπιση των ρήξεων ΠΧΣ παραμένει ένα σημαντικό κλινικό πρόβλημα στις μέρες μας, αφού υπάρχουν γύρω στις 3.000 μελέτες δημοσιευμένες τα τελευταία 10 χρόνια που επικεντρώνονται σε διαφορετικές τεχνικές και μεθόδους σταθεροποίησης του μοσχεύματος, σε διάφορα είδη επιπλοκών και άλλων σχετικών θεμάτων και μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτών των δημοσιεύσεων εστιάζει σε κλινικά αποτελέσματα.

Όταν πρόκειται να προχωρήσει κάποιος σε αποκατάσταση μίας ρήξεως ΠΧΣ, ένας σημαντικός αριθμός αποφάσεων πρέπει να ληφθούν για να υπάρξει το επιθυμητό



αποτέλεσμα. Οι περισσότερες επεμβάσεις αποκατάστασης ΠΧΣ γίνονται με μοσχεύματα είτε επιγονατιδικού, είτε οπισθίων μηριαίων (Hamstrings). Τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερο ενδιαφέρον συγκεντρώνει η χρήση των αλλομοσχευμάτων για τα οποία υπάρχουν αναφορές πρώιμα καλών αποτελεσμάτων και ελαχιστοποίησης της νοσηρότητας της δότρια περιοχής σε σύγκριση με τα αυτομοσχεύματα. Πέρα από την επιλογή του μοσχεύματος αντικείμενα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος αποτελούν η σταθεροποίηση των μοσχευμάτων και η αρχική τάση που πρέπει να δοθεί στο μόσχευμα. Μολονότι οι γνώσεις της βιολογίας και της εμβιομηχανικής στην ενσωμάτωση των μοσχευμάτων έχουν βελτιωθεί σημαντικά, η αρχική σταθεροποίηση του μοσχεύματος εξαρτάται άμεσα από τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί. Για να μπορέσει το γόνατο να ανταποκριθεί στις αυξημένες απαιτήσεις με τα εξελιγμένα πρωτόκολλα αποκατάστασης, η αρχική τάση σταθεροποίησης είναι ιδιαίτερα σημαντική.

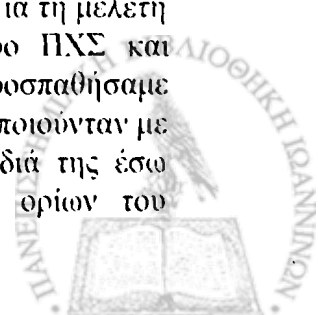
Όλα αυτά όμως δεν θα έχουν κανένα αποτέλεσμα, εάν δεν γίνει σωστή δημιουργία των οστικών καναλιών για την τοποθέτηση του μοσχεύματος. Ιδιαίτερα η τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού ή τούνελ είναι ιδιαίτερα σημαντική για την κινηματική του γόνατος. Υπάρχουν πολλές τεχνικές και μέθοδοι σταθεροποίησης των μοσχευμάτων στη βιβλιογραφία, αλλά ακόμη και σήμερα υπάρχει διαφωνία μεταξύ των χειρουργών για τη σωστή τοποθέτηση των τούνελ και ιδιαίτερα του μηριαίου. Λάθη στην τοποθέτηση των τούνελ και τεχνικά σφάλματα όπως λάθος υπολογισμός στο μήκος του μοσχεύματος πρέπει να αποφεύγονται.

Υπάρχουν ακριβείς περιγραφές στη βιβλιογραφία σχετικά με την τοποθέτηση του κνημιαίου καναλιού, βασιζόμενες σε οδηγία σημεία ορατά κατά τη διάρκεια της αρθροσκόπησης (6,7,8). Κύριος στόχος αυτών των τεχνικών είναι η αποφυγή του impingement του μοσχεύματος στην περιοχή του notch. Εάν ακολουθηθούν αυτές οι οδηγίες, το κνημιαίο τούνελ θα βρίσκεται στην περιοχή του ανατομικού 'αποτυπώματος' του ΠΧΣ.

Ακόμη πιο αντιφατικές είναι οι απόψεις σχετικά με το μηριαίο κανάλι και την περιοχή στην οποία πρέπει να τοποθετηθεί το μόσχευμα. Υπάρχουν χειρουργοί που στοχεύουν στην πιο ισομετρική θέση στο μηριαίο στις 11 η ώρα στο μετωπιαίο επίπεδο (9,10). Άλλοι προσπαθούν να τοποθετήσουν το μόσχευμα στις 10 η ώρα ή και ακόμη χαμηλότερα (11-13). Με τη χρησιμοποίηση της αρθροσκοπικής τεχνικής διά του κνημιαίου τούνελ η ελευθερία του χειρουργού για την ακριβή τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού περιορίζεται σημαντικά. Η χρησιμοποίηση της έσω αρθροσκοπικής πόρτας αντί της τεχνικής διά του κνημιαίου τούνελ με το γόνατο σε κάμψη 120 μοιρών, φαίνεται να καθιστά εφικτή τη δημιουργία ενός μηριαίου καναλιού στην ακριβή ανατομική του θέση με σεβασμό στην κορυφή του notch (14).

Στόχος αυτής της διδακτορικής διατριβής είναι να συγκρίνουμε την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ με την τεχνική διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας με στόχο να πετύχουμε την πιο σωστή ανατομικά τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού σε σχέση με το πρωταρχικό 'αποτύπωμα' του ΠΧΣ. Επίσης να οριοθετήσουμε τα ακριβή ανατομικά όρια του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ, εάν το αρθροσκόπιο βρίσκεται στην έξω και εάν βρίσκεται στην έσω αρθροσκοπική πόρτα.

Η πειραματική αυτή μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Βιολογικής Μηχανικής της Ορθοπαιδικής Κλινικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Για τη μελέτη μας χρησιμοποιήθηκαν 10 πτωματικά γόνατα ενηλίκων με ανέλαφο ΠΧΣ και ελάχιστες χόνδρινες και μηνισκικές βλάβες. Σε όλα αυτά τα γόνατα προσπαθήσαμε να συγκρίνουμε την είσοδο του μηριαίου καναλιού, όταν αυτή πραγματοποιούνταν με την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ και όταν πραγματοποιούνταν διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας. Επίσης κάναμε ακριβή προσδιορισμό των ορίων του



μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ σε όλα τα γόνατα και διά της έξω και διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας.

Για την πραγματοποίηση αυτής της μελέτης χρησιμοποιήθηκε ο αρθροσκοπικός πύργος της Linvatec και το σετ αποκατάστασης ΠΧΣ της Linvatec. Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυτή η μελέτη δίνει απαντήσεις σχετικά με την πολυπλοκότητα του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ και την ανατομικά ακριβέστερη τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού.

Η καλή πάντως γνώση της σύνθετης ανατομίας του ΠΧΣ σε συνδυασμό με την εμπειρία και τη σωστή τεχνική από τον εκάστοτε χειρουργό αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την όσο το δυνατόν καλύτερη ανατομικά αποκατάσταση μίας ρήξεως ΠΧΣ, η οποία θα ανταποκρίνεται ως επί το πλείστον στις ευεργετικές για την άρθρωση του γόνατος ιδιότητες του πρωτογενούς ΠΧΣ.



**ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## Α. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΡΗΞΕΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ (ΠΧΣ)

Η αποκατάσταση της ρήξεως του ΠΧΣ είναι μεταξύ των πιο συχνών επεμβάσεων που πραγματοποιούνται στη χειρουργική του γόνατος στις σημερινές ημέρες. Κάνοντας μία αναδρομή στη χειρουργική ιστορία του ΠΧΣ, είναι πραγματικά εντυπωσιακό να δούμε πόσος καιρός χρειάστηκε για κάποιες διαγνωστικές και επεμβατικές τεχνικές να καταστήσουν υπαρκτή την παρουσία τους. Πολύ καιρό πριν ο ΠΧΣ ήταν μία δομή που ποτέ δεν την είχε 'πλησιάσει' νυστέρι. Από τις αρχές όμως του εικοστού αιώνα υπάρχει κατακόρυφη αύξηση της ενημέρωσης και του ενδιαφέροντος γύρω από τον ΠΧΣ και τις συνοδές του βλάβες. Και έτσι ο μέχρι τότε άγνωστος ΠΧΣ διαδραματίζει πλέον κεντρικό ρόλο στη σύγχρονη βιβλιογραφία.

### 1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ

Οι χιαστοί σύνδεσμοι είναι γνωστοί από τους αρχαίους αιγυπτιακούς χρόνους. Στον περίφημο πάπυρο του Smith (3000 π.Χ.) η ανατομία του ήδη περιγράφεται από έναν Αιγύπτιο. Ο Ιπποκράτης (460-370π.Χ.) ανέφερε το υπεξάρθρημα της άρθρωσης του γόνατος με τη συνοδό παθολογία των συνδέσμων. Αλλά χρωστάμε μεγάλη ευγνωμοσύνη στο Claudius Galen γεννημένο το 129 μ.Χ. στην Πέργαμο, έναν Έλληνα Ιατρό στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, για την πρώτη λεπτομερή περιγραφή του ΠΧΣ. Τον αποκαλούσε 'genu cruciata', όταν περιέγραφε τις στηρικτικές δομές του γόνατος (15). Πέθανε ως ο προσωπικός Ιατρός του Αυτοκράτορα Μάρκου Αυρήλιου το 199 στη Ρώμη.

Το 1782 ο William Hey (16) από το Leeds της Αγγλίας επινόησε τον όρο 'εσωτερική δυσαρμονία του γόνατος'. Ήταν ο πρώτος που κατάφερε να ανατάξει με επιτυχία έναν εξάρθρωμένο έσω μηνίσκο, αλλά δεν ανέφερε τίποτα για τους χιαστούς συνδέσμους.

Οι αδερφοί Weber από το Göttingen της Γερμανίας (17) παρατήρησαν μία αφύσικη προσθιοπίσθια κίνηση της κνήμης μετά από αφαίρεση του ΠΧΣ. Περιέγραψαν επίσης τον ολισθαίνοντα μηχανισμό του γόνατος και το πρότυπο των διαφορετικών δεσμίδων των χιαστών συνδέσμων.

Το 1845 ο Amidie Bonnet (1809-1858) από τη Lyon της Γαλλίας προκάτοχος του Albert Trillat, δημοσίευσε τις πρώτες πτωματικές μελέτες για το μηχανισμό τραυματισμού των συνδέσμων του γόνατος στην 1300 σελίδων έκθεσή του με τίτλο 'θεραπεία των παθήσεων των αρθρώσεων' (18), δεύτερη έκδοση (19). Παρατήρησε ότι η ρήξη του ΠΧΣ συμβαίνει πολύ πιο συχνά στη μηριαία του πρόσφυση (συνοδευόμενη από έναν ήχο κριγμού), και σπάνια στην κνημιαία του πρόσφυση. Σημείωσε επίσης ότι με συνοδό δύναμη βλαισότητας, υπήρχαν ρήξεις του έσω πλαγίου συνδέσμου στη μηριαία του πρόσφυση, του οπισθίου χιαστού συνδέσμου στη μεσότητά του και του ΠΧΣ στη μηριαία του πρόσφυση. Περιέγραψε την ανάπτυξη του αιμάρθρου σαν αποτέλεσμα της ρήξης των συνδέσμων του γόνατος και τόνισε ότι 'οι ρήξεις των συνδέσμων είναι πολύ πιο συχνές από ότι γενικά πίστευαν'.



Εξήγησε επίσης ότι ο πόνος που συνοδεύει τις συνδεσμικές ρήξεις του γόνατος είναι λόγω της πίεσης που ασκείται στα αντίστοιχα νεύρα (18). Ήταν ο πρώτος που περιέγραψε το φαινόμενο του υπεξαρθρήματος της κνήμης επί του μηριαίου ('...des déplacements qui font croire à une luxation incomplete' 15, σελ.357). 'Τα αποτελέσματα των πτωματικών μου εργασιών με οδηγούν στο συμπέρασμα ότι σε αυτές τις περιπτώσεις οι χιαστοί σύνδεσμοι είναι κομμένοι' (19). Από τα δύο της βιβλία φαίνεται ξεκάθαρα ότι ο Bonnet ήξερε για τη ρήξη των χιαστών συνδέσμων πολλά χρόνια πριν το Stark (20). Με τις πειραματικές και κλινικές του μελέτες, ο Bonnet ήταν πολύ μπροστά από την εποχή του. Θα μπορούσαμε να τον αποκαλούμε τον πατέρα της χειρουργικής των συνδέσμων του γόνατος, μολονότι ήταν ένας συντηρητικός χειρουργός (πραγματοποιούσε μόνο κάποιες μικρές επεμβάσεις, όπως απομάκρυνση ξένων σωματιδίων με μικρή αρθροτομή).

Το 1875 ο Έλληνας Γεώργιος Κ. Νούλης (21) (1849-1919) (Εικ.1) που σπούδασε Ιατρική στην Ελλάδα και πήγε στο Παρίσι για έρευνα περιέγραψε την τεχνική του Lachman test για πρώτη φορά. Έγραψε '... σταθεροποίησε το γόνατο με το ένα χέρι, με το άλλο χέρι κράτησε το κατώτερο τμήμα του ποδιού κάτω από το γόνατο με τον αντίχειρα μπροστά και τα δάκτυλα δίπλα. Μετά προσπάθησε να μετακινήσεις την κνήμη μπροστά και πίσω. Όταν μόνο ο ΠΧΣ έχει υποστεί ρήξη, αυτή η προς τα εμπρός κίνηση είναι ορατή σε μικρή κάμψη του γόνατος, ενώ η προς τα πίσω κίνηση παρατηρείται στις 110 μοίρες κάμψη, όταν έχει υποστεί ρήξη ο οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος.' Αυτές οι 110 μοίρες κάμψη μεταφράζονται σε 70 μοίρες σημερινές, αφού εκείνη την εποχή χρησιμοποιούσαν τις 180 μοίρες ως πλήρη έκταση. Αυτές οι 70 μοίρες έχουν επιλεγεί από την International Knee Documentation Committee ως η καλύτερη θέση για το 'οπίσθιο συρτάρι' και παρουσιάστηκαν στη Διεθνή Συνάντηση Γόνατος στο Τορόντο το 1991, χωρίς καμία επίγνωση της δουλειάς του Νούλη. Ο διακεκριμένος αυτός Έλληνας επέστρεψε τελικά στην Ελλάδα και από εκεί πήγε στην Κωνσταντινούπολη όπου έκανε μεγάλη καριέρα, φτάνοντας στην ύψιστη διάκριση της Ακαδημίας. Ήταν επίσης πολύ γνωστός για τη μεγάλη ευγένεια απέναντι στους ασθενείς του.

Το 1876 ο αυστριακός L. Dittel (22) παρουσίασε περισσότερες πειραματικές λεπτομέρειες για το μηχανισμό κάκωσης των συνδέσμων του γόνατος. Όπως η Bonnet (18), παρατήρησε και αυτός ότι η πλειονότητα των ρήξεων του ΠΧΣ συμβαίνουν στη μηριαία έκφυση αυτού.

Το 1879 ο Γάλλος χειρουργός και γυναικολόγος Paul Segond (23) έδωσε την πρώτη λεπτομερή περιγραφή των συμπτωμάτων και των κλινικών σημείων που συνοδεύουν τη ρήξη των χιαστών συνδέσμων. 1. ισχυρός ενδαρθρικός πόνος (λόγω της ευαίσθητης νεύρωσης των συνδέσμων), 2. συχνά συνοδεύεται από ένα χαρακτηριστικό 'λάκτισμα', 3. γρήγορη ανάπτυξη οιδήματος στην άρθρωση (αίμαρθρο), και 4. στην κλινική εξέταση μη φυσιολογική προσθιοπίσθια κίνηση των γονάτων σαν απόδειξη της ρήξης του ΠΧΣ. Ο Segond επίσης περιέγραψε το επονομαζόμενο κάταγμα Segond. 'Αυτή η βλάβη είναι χαρακτηριστική περιστροφής του γόνατος σε έσω στροφή και ελαφριά κάμψη του κατώτερου ποδιού και σχετίζεται με ρήξη του ΠΧΣ. Είναι ορατή ακριβώς επάνω και δίπλα από το φύμα του Gerdy.'





Εικόνα 1 . Ο Γεώργιος Νούλης.



## 2. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΧΣ, ΕΣΩ ΠΛΑΓΙΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΗΝΙΣΚΩΝ

Το 1850 ο Stark παρουσίασε 2 περιπτώσεις ρήξεων ΠΧΣ, τις οποίες θεράπευσε με γύψινο επίδεσμο και προφανή ανάρρωση (20). Είχε ήδη παρατηρήσει τα τυπικά σημάδια ρήξεως ΠΧΣ "...κάτι χτύπησε το δεξί του πόδι με ένα ισχυρό λάκτισμα για όλους στο δωμάτιο και αυτός έπεσε κάτω ... είχε χάσει πλήρως τη δύναμη για να στηριχτεί στο δεξί του πόδι".

Ο Βρετανός χειρουργός W.H.Battle (24) το 1900 παρουσίασε μία αναφορά επιτυχημένης αποκατάστασης ΠΧΣ που πραγματοποιήθηκε 2 χρόνια νωρίτερα, αλλά ο Mayo Robson (25) από το Leeds της Αγγλίας το 1903 ανέφερε ένα follow-up 8 χρόνων σε αποκατάσταση ΠΧΣ και οπισθίου χιαστού συνδέσμου (ΟΧΣ) σε ένα μεταλλωρύχο μετά από πτώση 36 εβδομάδες νωρίτερα. Η εκπληκτική του αναφορά επιβεβαίωνε ότι ο ασθενής εργαζόταν 8 ώρες την ημέρα στο μεταλλωρυχείο και περπατούσε χωρίς να κουτσαίνει. "Οι μετρήσεις δεν έδειξαν πρακτικά καμία διαφορά μεταξύ των αρθρώσεων...

Δεν υπήρχε καμία αφύσικη κινητικότητα. Η έκταση ήταν πλήρης. Η κάμψη ήταν λίγο περιορισμένη ... υπήρχε μικρή αίσθηση κριγμού στην άρθρωση". Είμαστε υποχρεωμένοι να συγκρίνουμε αυτά τα αποτελέσματα από τότε που ο Goetjes το 1913 έκανε επανέλεγχο σε 30 περιστατικά από τα οποία 7 ήταν δικά του και συνέστησε αποκατάσταση των ρήξεων ΠΧΣ στην οξεία φάση. Επίσης συνέστησε εξέταση υπό γενική αναισθησία, όταν η διάγνωση δεν ήταν σαφής.

Αλλά ήδη το 1916, ο Jones (26) παρατήρησε ότι "η συρραφή των συνδέσμων ήταν πλήρως ανώφελη. Ο φυσιολογικός επουλωτικός ιστός ... είναι η μόνη αξιόπιστη έννοια της αποκατάστασης." Η πρόωγη παρατήρηση του Jones επιβεβαιώθηκε 60 χρόνια αργότερα από τους Feagin και Curl (27), όταν δημοσίευσαν τη μεγάλη τους σειρά από μαθητευόμενους του West Point που είχαν υποβληθεί σε αποκατάσταση ΠΧΣ στη διάρκεια των κολλεγιακών τους χρόνων. Συμπέραναν ότι "τα μακροχρόνια follow-up δεν επιβεβαιώνουν την ελπίδα ... ότι η ανατομική επανατοποθέτηση του υπολειπόμενου συνδέσμου θα οδηγήσει σε επούλωση". Αυτά τα νέα δεδομένα, αν και καθόλου ενθαρρυντικά εκείνη την εποχή, οδήγησαν στην άποψη της άμεσης αποκατάστασης του ΠΧΣ με τη βοήθεια μοσχεύματος.

Είναι γνωστό ότι η πρώτη αποκατάσταση μηνίσκου έγινε από το Σκωτσέζο Thomas Annandale το 1885 (28). Τίποτα δεν είναι γνωστό για την επιτυχία αυτής της επέμβασης. Αλλά το 1908 ο Moritz Katzenstein (29) από το Βερολίνο παρουσίασε την πρώτη σειρά επιτυχημένων αποκαταστάσεων μηνίσκων και συνέστησε τη συρραφή στις ρήξεις μηνίσκων λόγω των πολύ καλών αποτελεσμάτων του. Για να επιτύχει το καλύτερο αποτέλεσμα, πρότεινε το διαχωρισμό του έσω πλαγίου συνδέσμου. Το μετεγχειρητικό του αποτέλεσμα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον: εντατικές ασκήσεις τετρακεφάλου τις οποίες ο ασθενής μάθαινε πριν την επέμβαση και άμεση κινητοποίηση χωρίς νάρθηκα.

Ο Ikeuchi πραγματοποίησε την πρώτη αρθροσκοπική αποκατάσταση μηνίσκου στο Τόκιο το 1969 και παρουσίασε τους πρώτους 4 ασθενείς του το 1976. Διαφορετικές αρθροσκοπικές τεχνικές συρραφής μηνίσκου ακολούθησαν το 1980 και αποτελούν διαδικασία ρουτίνας σήμερα. Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα η συρραφή



της ρήξεως του έσω πλαγίου ήταν πιο συχνή από την αποκατάσταση του ΠΧΣ. Αλλά ήδη από το 1936 ο Ελβετός χειρουργός J. Oberholzer, βοηθός του πρωτοπόρου αρθροσκόπου Bircher, ανέφερε ότι η συρραφή της ρήξεως του έσω πλαγίου συνδέσμου δεν είναι απαραίτητη και το αποτέλεσμα είναι μόνο παρατεταμένη ανικανότητα στη δουλειά (30). Παρά τη δημοσίευση αυτή η συρραφή μεμονωμένων ή συνδυαζόμενων ρήξεων έσω πλαγίου παρέμεινε μια κοινή διαδικασία.

### 3. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΧΣ ΜΕ ΑΥΤΟΛΟΓΑ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

Το 1912 ο K.H. Giertz (31) από την Umea της Σουηδίας, δάσκαλος του Ivar Palmer χειρούργησε ένα 13χρονο κορίτσι με ένα πλήρως ασταθές γόνατο επακόλουθο σηπτικής αρθρίτιδας από την ηλικία του ενός έτους. Πρώτα διόρθωσε την εγκατεστημένη παραμόρφωση κάμψης των 45° με μία οστεοτομία. Δύο εβδομάδες αργότερα σταθεροποίησε το γόνατο με ελεύθερο μόσχευμα πλατείας περιτονίας, συρραφέν στην έσω πλευρά στον έσω μηριαίο επικόνδυλο και στο κνημιαίο κύρτωμα και στην έξω πλευρά από τον έξω επικόνδυλο στην κεφαλή της περόνης. Το κορίτσι ήταν πολύ χαρούμενο, γιατί μπορούσε να περπατήσει πάνω από 3 μίλια, χωρίς να κουραστεί. Για όλες τις πρακτικές διαδικασίες το γόνατο ήταν σταθερό.

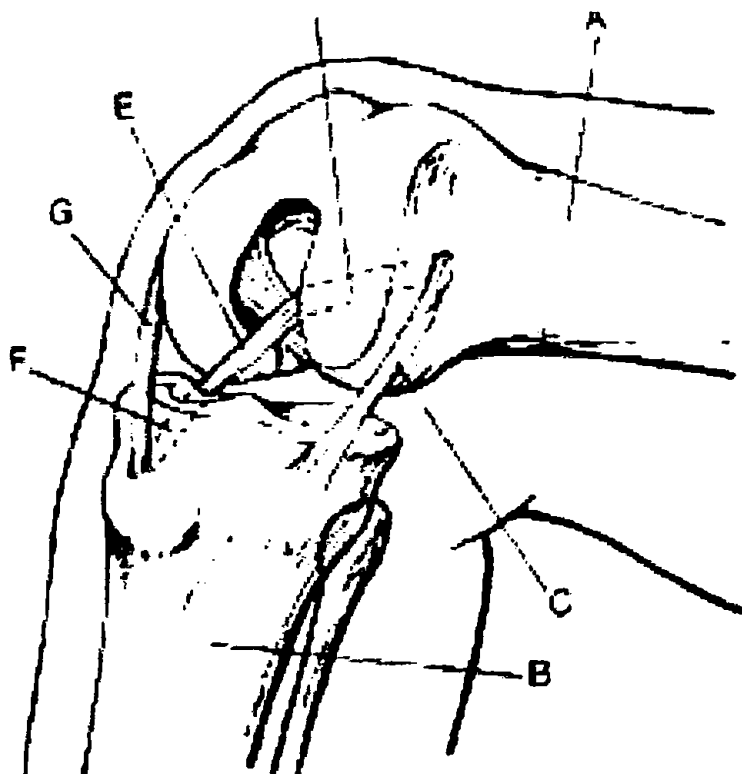
Το 1913 ο V. Nicoletti από το Τορίνο της Ιταλίας (32) έγινε ο πρώτος που πραγματοποίησε πειραματική αποκατάσταση ΠΧΣ με ελεύθερα μοσχεύματα περιτονίας, περιοστέου και τενόντων. Όλες οι περιπτώσεις επουλώθηκαν τέλεια χωρίς φλεγμονή, αλλά και τα σκυλιά περπατούσαν ελεύθερα μετά από 2 εβδομάδες αποτέλεσμα καλής σταθερότητας και κινητικότητας. Τα καλύτερα αποτελέσματα ήταν με το περιόστεο και τα χειρότερα με την περιτονία.

### 4. ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΧΣ. ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΕΡΙΤΟΝΙΑ, ΜΗΝΙΣΚΟΙ, ΟΠΙΣΘΙΟΙ ΜΗΡΙΑΙΟΙ, ΕΠΙΓΟΝΑΤΙΔΙΚΟΣ ΤΕΝΟΝΤΑΣ, ΤΕΝΟΝΤΑΣ ΤΕΤΡΑΚΕΦΑΛΟΥ

Το 1914 3 χρόνια πριν το Hey Groves, ο E. Hesse (33) ανέφερε μία επιτυχημένη χειρουργική επέμβαση από τον Grekow στο St. Petersburg της Ρωσίας. Το 1913 αποκατέστησε και τους δύο χιαστούς συνδέσμους με ελεύθερα μοσχεύματα πλατείας περιτονίας, τα οποία καθήλωσε με οστικά τούνελ στο μηριαίο.

Το 1917 ο Hey Groves (34) δημοσίευσε το πρώτο περιστατικό αποκατάστασης ΠΧΣ με μόσχευμα λαγονοκνημιαίας ταινίας (Εικ.2). Δύο χρόνια αργότερα ο Hey Groves παρουσίασε μία λεπτομερή εγχειρητική στρατηγική για αποκατάσταση ΠΧΣ και ΟΧΣ (35). Τα σχέδια και η περιγραφή της τεχνικής του αποδεικνύουν ότι ο Hey Groves γνώριζε πολύ καλά την ανάγκη για ανατομική αποκατάσταση. Το μηριαίο τούνελ δημιουργούνταν με τεχνική μέσα-έξω, όπως γίνεται σήμερα με τη βοήθεια της έσω αρθροσκοπικής πόρτας. " Πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο πίσω στο εξωτερικό τμήμα του ποτεχ, έτσι ώστε ο νέος σύνδεσμος να είναι τοποθετημένος όσο το δυνατόν πιο λοξά στο οβελιαίο επίπεδο".





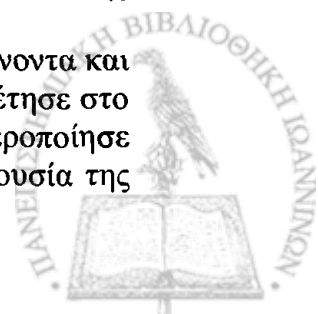
**Εικόνα 2.** Η τεχνική Hey-Groves

Το 1972 οι R.D. Galway και D.L. MacIntosh από το Τορόντο του Καναδά (36) ὀνόμασαν το φαινόμενο του υπεξαρθρήματος που πρώτος παρατήρησε ο Bonnet, *pinot shift* και το χρησιμοποίησαν ως τεστ για την ανεπάρκεια του ΠΧΣ. Χρησιμοποίησαν ένα τμήμα πλατείας περιτονίας προσκολλημένο στην κνήμη, το οποίο πέρασαν κάτω από τον έξω πλάγιο σύνδεσμο και σταθεροποίησαν στο μεσομύιο διάφραγμα. Συνήθως το περνούσαν από δύο τούνελ στο μηρό και την κνήμη δημιουργημένα με την “έξω-μέσα” τεχνική. Αυτή η τεχνική παρέμεινε διάσημη για πολλά χρόνια στη Γαλλία.

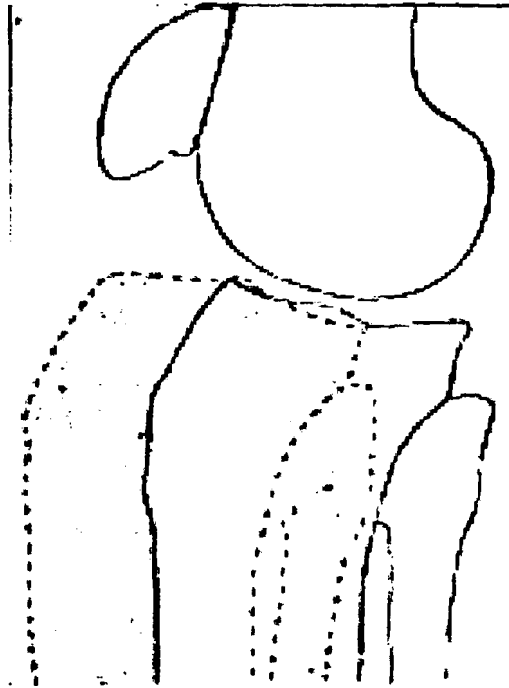
Μία επέμβαση που πραγματοποίησε ο Major zur Verth στο νοσοκομείο του πλοίου “Sierra Ventana” το 1914 αναφέρθηκε το 1917 από το ναυτικό φυσίατρο Holzel (37). Σε αυτή την περίπτωση και οι δύο χιαστοί σύνδεσμοι είχαν υποστεί ρήξη 6 μήνες πριν. “Αντί να χρησιμοποιήσει ελεύθερα μοσχεύματα πλατείας περιτονίας-προφανώς ο zur Verth είχε ήδη χρησιμοποιήσει την τεχνική χωρίς να τη δημοσιεύσει-” αντικατέστησε και τους δύο χιαστούς συνδέσμους με το μηνίσκο που είχε αφαιρέσει αφού είχε υποστεί ρήξη”. Ο Holzel ανέφερε καλό αρχικά αποτέλεσμα, αλλά μετά από 9 εβδομάδες τα μοσχεύματα απέτυχαν λόγω μίας νέας στροφικής κάκωσης.

Το 1917 η γυναίκα βοηθός του Grekow γιατρός G.F. Petrashevskaja στο St Petersburg αντικατέστησε τον ΠΧΣ με έναν έξω μηνίσκο που είχε υποστεί ρήξη. Προφανώς ήταν η πρώτη γυναίκα ορθοπαιδικός χειρουργός στο πεδίο της αποκατάστασης του ΠΧΣ.

Το 1919 ο Hey Groves (35) χρησιμοποίησε ήδη τον ημιτενοντώδη τένοντα και τον ισχνό για να αποκαταστήσει σε ένα γόνατο μία ρήξη ΟΧΣ. Τους τοποθέτησε στο σημείο *over the top* γύρω από το έσω τμήμα της κνήμης και τους σταθεροποίησε μέσα σε ένα μηριαίο τούνελ. Το 1920 ο Hey Groves δημοσίευσε την παρουσία της



πρόσθιας παρεκτόπισης της κνήμης, την οποία μπορούσε να επιφέρει ο ασθενής βάζοντας βάρος στο ένα πόδι με το γόνατο σε ελαφριά κάμψη. Διαπίστωσε ότι η κνήμη μετακινούνταν ελαφρά προς τα εμπρός με ένα μικρό “τίναγμα” σε κάποιες περιπτώσεις, αλλά δεν ανέφερε την προγενέστερη δουλειά από τον Γ. Νούλη. Ο Hey Groves χρησιμοποίησε επίσης την προσθιοπίσθια αστάθεια σε ελαφρά κάμψη σαν κλινικό τεστ σε ασθενείς (Εικ.3).

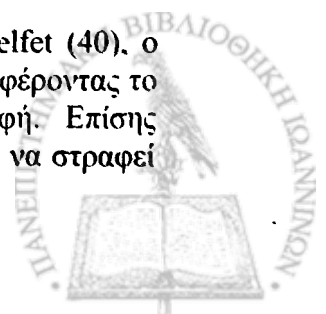


**Εικόνα 3.** Το τεστ του Hey-Groves.

Το 1934 5 χρόνια πριν το Macey (38), ο διάσημος Ιταλός χειρουργός Riccardo Galeazzi (39), Διευθυντής της Ορθοπαιδικής Κλινικής στο Μιλάνο, περιέγραψε μία τεχνική για αποκατάσταση ΠΧΣ με τη χρησιμοποίηση του ημιτενοντώδη τένοντα. Ο τένοντας “απελευθερωνόταν” από τη μυοτενοντώδη του συμβολή και τοποθετούνταν ενδαρθρικά μέσα από ένα οστικό τούνελ 5 mm στην επίφυση της κνήμης και από ένα άλλο στον έξω μηριαίο κόνδυλο, όπου σταθεροποιούνταν στο περίοστεο. Ο Galeazzi χρησιμοποίησε 3 τομές, μία για τη λήψη του ημιτενοντώδη, μία για την αρθροτομή και μία άλλη για τη σταθεροποίηση στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Χρησιμοποίησε νάρθηκα για 4 εβδομάδες και μερική φόρτιση για 6 εβδομάδες. Αναφέρθηκε σε 3 περιστατικά. Ένα που χειρουργήθηκε το 1932 είχε επανέλεγχο 18 μηνών και ήταν ένα γόνατο σταθερό με πλήρη έκταση και μόνο μικρό περιορισμό στην κάμψη.

Το 1939 ο Macey (38) ανέφερε τη χρησιμοποίηση του ημιτενοντώδη τένοντα για την αποκατάσταση του ΠΧΣ. Τον άφηνε προσκολλημένο στην κνημιαία του πρόσφυση και τον τοποθετούσε μέσα από ένα κνημιαίο και ένα μηριαίο τούνελ σε ανατομική θέση.

Η δυναμική σταθεροποίηση παρουσιάσθηκε το 1948 από το Helfet (40), ο οποίος προσπάθησε να αλλάξει το κέντρο περιστροφής του γόνατος μεταφέροντας το κνημιαίο κύρτωμα προς τα έσω, ώστε να αυξηθεί η έξω στροφή. Επίσης επανατοποθέτησε τον ημιτενοντώδη τένοντα, ώστε το μηριαίο να μπορεί να στραφεί



προς τα έσω σε κάμψη περισσότερο από όσο περιέγραψαν ο Slocum και ο Larson αργότερα (41).

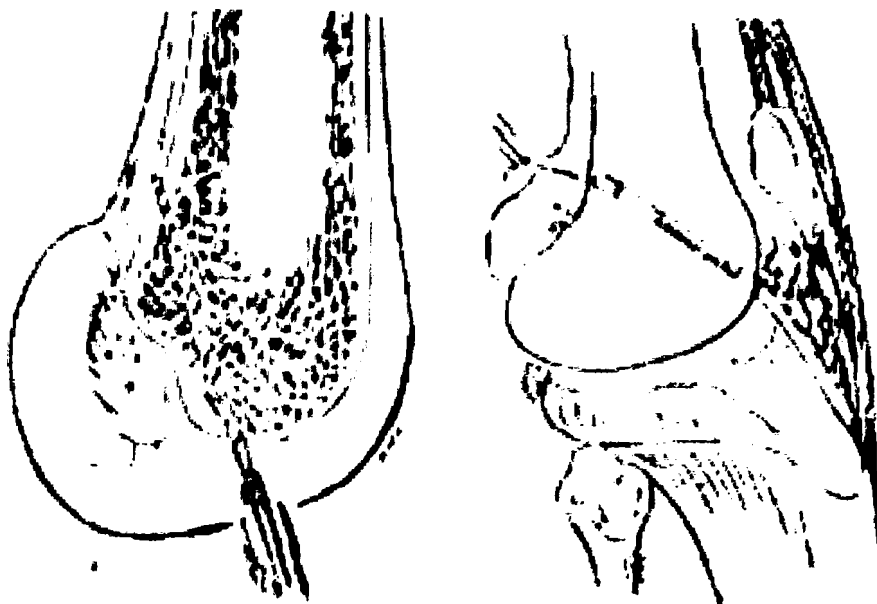
Το 1950 ο Lindemann από τη Χαιδελβέργη (42) χρησιμοποίησε τον ημιτενοντώδη τένοντα ως “δυναμικό σταθεροποιητή” σε γόνατα με ανεπάρκεια ΠΧΣ. Ο ημιτενοντώδης αποκολλούνταν από την κνημιαία του πρόσφυση και περιστρεφόταν ξανά γύρω από το notch και στη συνέχεια μέσα από ένα κνημιαίο κανάλι. Μία παρόμοια διαδικασία αναφέρθηκε 6 χρόνια αργότερα από τον Augustine (43), ο οποίος προφανώς δεν ήταν ενήμερος για τη δημοσίευση του Lindemann. Ο McMaster το 1974 (44) χρησιμοποίησε τον ισχύο τένοντα μόνο. Τον άφηνε προσκολλημένο στην κνημιαία του πρόσφυση, τον περνούσε μέσα από ένα κνημιαίο και ένα μηριαίο τούνελ και τελικά τον σταθεροποιούσε στον έξω μηριαίο κόνδυλο με μία αγγράφα.

Το 1932, 4 χρόνια πριν τον Campbell (45), η χρησιμοποίηση ενός τμήματος επιγονατιδικού τένοντα διατηρώντας την πρόσφυσή του στο κνημιαίο κύρτωμα αναφέρθηκε για πρώτη φορά από το Γερμανό χειρουργό zur Vurth στο Πανελλήνιο Γερμανικό Ορθοπαιδικό Συνέδριο (46). Ο Wittek (47) ανέφερε το 1935 ότι είχε χρησιμοποιήσει την τεχνική του zur Vurth με επιτυχία σε 16 περιστατικά, αλλά τοποθέτησε το μηριαίο τμήμα του μόσχευματος στον οπίσθιο χιαστό σύνδεσμο.

Το 1935, ο Willis Campbell (45) από το Memphis του Tennessee, παρουσίασε τη χρησιμοποίηση ενός μόσχευματος από το έσω ένα τρίτο του επιγονατιδικού τένοντα, τον έσω καθεκτικό σύνδεσμο και ένα τμήμα του τετρακεφάλου τένοντα. Η τεχνική περιελάμβανε 2 τούνελ ένα στην κνήμη και ένα στο μηριαίο και το μόσχευμα σταθεροποιούνταν στο περίοστεο στην έξοδο του μηριαίου τούνελ. Μετεγχειρητικά χρησιμοποιούνταν νάρθηκας για 3 εβδομάδες. Η τεχνική δεν ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένη μέχρι τη δημοσίευση των MacIntosh και Campbell στο περιοδικό *Surgery, Gynecology and Obstetrics*.

Το 1963 ο Kenneth G. Jones από το Little Rock στο Arkansas των ΗΠΑ (48) περιέγραψε μία νέα χειρουργική τεχνική για την αποκατάσταση της ρήξεως του ΠΧΣ. Η τεχνική του θεωρήθηκε απλούστερη από όλες τις προηγούμενες (Εικ.4). Χρησιμοποιούσε το κεντρικό ένα τρίτο του επιγονατιδικού τένοντα ως μόσχευμα με ένα τριγωνικό οστικό τεμάχιο από την επιγονατίδα. Το μόσχευμα παρέμενε προσκολλημένο στο κνημιαίο κύρτωμα και χωρίς τη δημιουργία κνημιαίου τούνελ τοποθετούνταν κάτω από το υποεπιγονατιδικό λιπώδες σώμα. Το μηριαίο τούνελ τοποθετούνταν στο notch πίσω από τα όρια του αρθρικού χόνδρου (προφανώς δίπλα στην είσοδο της κάτω υμενικής πτυχής). Μετεγχειρητικά ακινητοποιούσε το πόδι σε γύψινο επίδεσμο σε 10° κάμψη για 4 εβδομάδες. Τα αποτελέσματά του ήταν εντυπωσιακά. Με ένα μέσο όρο μετεγχειρητικής παρακολούθησης 121 εβδομάδων, “κανένας δεν ανέφερε αστάθεια στο γόνατο” και “στην πλήρη έκταση κατά τη φόρτιση όλα τα γόνατα παρουσίαζαν πλήρη σταθερότητα”. Πολύ ενδιαφέρον ήταν το σχόλιο του Don H. O’ Donoghue (49): “με αυτή την ιδιοφυή μέθοδο δημιουργούσε επίσης πρόσθετο μήκος μετακινώντας τη κνημιαία πρόσφυση του ΠΧΣ μπροστά στο notch. Συνηθίζω να χρησιμοποιώ αυτή την τεχνική σε κάποια πειράματα και ελπίζω ότι αυτή η τεχνική θα χρησιμοποιηθεί πιο εύκολα από τη δικιά μου λόγω της μεγάλης της απλότητας”. Ο O’ Donoghue παρατήρησε ότι το μηριαίο τούνελ ήταν σε λάθος θέση, αλλά αυτή η τεχνική ήταν απλή και προκαλούσε μικρό χειρουργικό τραύμα, πράγμα το οποίο αποτελούσε σημαντική πρόοδο.





**Εικόνα 4.** Η τεχνική του Jones.

Σε πολλές χώρες όπως η Γαλλία η αποκατάσταση του ΠΧΣ με επιγονατιδικό τένοντα αποκαλείται “τεχνική Kenneth-Jones”. Στις γερμανόφωνες χώρες αποκαλείται “Bruckner-Plastik”. Αυτό διότι το 1966 ο Γερμανός χειρουργός Η Bruckner (50) μη γνωρίζοντας τη δημοσίευση του Jones, περιέγραψε μία νέα τεχνική για αποκατάσταση του ΠΧΣ. Χρησιμοποίησε το έσω τμήμα του επιγονατιδικού τένοντα, διατηρώντας την κνημιαία του πρόσφυση και το πέρασε μέσα από ένα κνημιαίο τούνελ. Στο μηριαίο δημιούργησε για πρώτη φορά ένα “τυφλό” τούνελ με μέσα-έξω τεχνική. Ο Franke (51) από το Βερολίνο περιέγραψε το 1976 την τεχνική του και τα αποτελέσματα από 130 επεμβάσεις χρησιμοποιώντας το μέσο ένα τρίτο του επιγονατιδικού τένοντα με οστικά τεμάχια και στα δύο άκρα για πρώτη φορά ως ελεύθερο μόσχευμα.

Οι J. L. Marshall και D. L. MacIntosh το 1979 (52) χρησιμοποίησαν επίσης το μέσο ένα τρίτο του επιγονατιδικού τένοντα, αλλά άφησαν προσκολλημένη την κνημιαία του πρόσφυση και πρόσθεσαν για να αυξήσουν το μήκος ένα τμήμα από τον τένοντα του τετρακεφάλου, το οποίο σταθεροποιήθηκε στη θέση over the top στον έξω μηριαίο κόνδυλο με ράματα ή με μία αγγράφα. Η τελική μορφή του μοσχεύματος καθηλώθηκε στο φύμα του Gerdy.

Το 1984 ο Blauth πρώτος χρησιμοποίησε ελεύθερο μόσχευμα τετρακεφάλου με οστικό τεμάχιο από την επιγονατίδα για να αποκαταστήσει τον ΠΧΣ (53). Ο Staubli έδειξε με εμβιομηχανικές μελέτες τις άριστες ιδιότητες αυτού του μοσχεύματος (54). Ο Fulkerson (55) συνέστησε ότι καλύτερο για χρησιμοποίηση είναι το κεντρικό τμήμα του τετρακεφάλου τένοντα (56).



## 5. ΕΞΩΑΡΘΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Το 1918, 18 χρόνια πριν τον Bosworth (57) ο H. Mati (58) από από τη Βέρνη της Ελβετίας ανέφερε για πρώτη φορά μία επιτυχημένη εξωαρθρική αποκατάσταση ΠΧΣ, χρησιμοποιώντας ελεύθερο μόσχευμα από τμήμα πλατείας περιτονίας, ώστε να μειώσει το υπεξάρθρημα. Προφανώς τα αποτελέσματα δεν ήταν ενθαρρυντικά και δεν υπάρχουν αναφορές για αυτήν ή άλλες παρόμοιες τεχνικές για τα επόμενα 50 χρόνια. Το 1967 ο M. Lemaire από το Παρίσι περιέγραψε μία τεχνική για να ελέγξει το υπεξάρθρημα της κνήμης, χρησιμοποιώντας ένα τμήμα από νάυλον εξωαρθρικά μέσα σε ένα “φάκελο” από πλατεία περιτονία (59)

Το 1968 οι D. Slocum και Robert L. Larson από το Eugene του Oregon στις ΗΠΑ (60) παρατήρησαν ότι οι ασθενείς με αυξανόμενο εύρος έξω στροφής της κνήμης επί του μηριαίου στην κάμψη, είχαν συχνά συμπτώματα αστάθειας στο γόνατο. Θεώρησαν ότι η αυξανόμενη στροφή ήταν η αιτία και ανέφεραν ότι πολλοί από τους ασθενείς τους είχαν ανέπαφο ΠΧΣ. Περιέγραψαν μία τεχνική για να ελέγξουν αυτή την πρόσθια έσω αστάθεια αναδιπλώνοντας τα κατώτερα 2/3 των οπίσθιων μηριαίων και συρράπτοντάς τα στον επιγονατιδικό τένοντα (41). Με αυτή την τεχνική προσπάθησαν να μετατρέψουν τους οπίσθιους μηριαίους από καμπτήρες σε έσω στροφείς και να ελέγξουν την αφύσικη έξω στροφή του έσω κνημιαίου plateau. Τα μακροχρόνια αποτελέσματά τους ήταν φτωχά (61).

Το 1973 ο J. A. Nicholas (62) περιέγραψε τη διαδικασία πέντε σε ένα, η οποία περιελάμβανε ολική έσω μηνισκεκτομή, διεύρυνση έσω πλαγίου συνδέσμου, διεύρυνση οπίσθιου έσω θύλακου, διεύρυνση έσω πλατέος και πλαστική οπισθίων μηριαίων κατά Slocum. Τα αποτελέσματα ήταν φτωχά και η δυσκαμψία της άρθρωσης πολύ συχνή.

Το 1976 η συνεισφορά του John Lachman (1956-1989) από τη Φιλαδέλφεια των ΗΠΑ έγινε γνωστή μέσω ενός από τους μαθητές του τον Joseph S. Torg (63), ο οποίος περιέγραψε το τεστ το 1976 στο ετήσιο Συνέδριο των ΗΠΑ στη Νέα Ορλεάνη και το ονόμασε Lachman τεστ προς τιμήν του δασκάλου του. Οι αρχές αυτού του τεστ είχαν περιγραφεί νωρίτερα από τους Ritchey (64) το 1960 και Trillat το 1948 και πάνω από όλα από το Γ.Νούλη (21) το 1875. Δυστυχώς η συνεισφορά τους στη διάγνωση των ρήξεων του ΠΧΣ δεν αναγνωρίστηκε.

Το 1978 ο Ron Losee από το Ennis της Montana (65) ανέφερε μία επέμβαση με την οποία προσπάθησε να διορθώσει το πρόσθιο υπεξάρθρημα του έξω κνημιαίου plateau (πρόσθια-έξω στροφική αστάθεια). Χρησιμοποίησε ένα τμήμα λαγονοκνημιαίας ταινίας διατηρώντας την κνημιαία του πρόσφυση, το οποίο μετέφερε με ένα οστικό τούνελ στον έξω μηριαίο κόνδυλο, κάτω από τον περνιαίο πλάγιο σύνδεσμο. Στη συνέχεια το καθήλωσε με συρραφή στο φύμα του Gerdy. Επιπρόσθετα ο οπίσθιος-έξω θύλακος μεταφέρθηκε στον περνιαίο πλάγιο σύνδεσμο, ώστε να μπλοκάρει το υπεξάρθρημα.

Ο A. Ellison (66) σχεδίασε μία τεχνική για να περιορίσει την πρόσθια-έξω στροφική αστάθεια, αποσπώντας την κνημιαία πρόσφυση της λαγονοκνημιαίας ταινίας κατά μήκος με ένα συνοδό οστικό τεμάχιο από το φύμα του Gerdy. Στη συνέχεια έστρεψε ξανά αυτό το τμήμα κάτω από τον περνιαίο πλάγιο σύνδεσμο και το καθήλωσε ξανά δίπλα στο έξω όριο του επιγονατιδικού τένοντα. Ανέφερε 83% εξαιρετικά αποτελέσματα μετά από βραχυπρόθεσμο επανέλεγχο.







## 7. ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ

Η πρώτη αρθροσκοπική αποκατάσταση ΠΧΣ πραγματοποιήθηκε από τον D. J. Dandy (80) από το Cambridge της Μ. Βρετανίας, ο οποίος χρησιμοποίησε ένα συνθετικό μόσχευμα από ίνες άνθρακα ενισχυμένο με ένα εξωαρθρικό υποκατάστατο. Υπάρχουν πολλές τεχνικές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, αλλά ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στις προσπάθειες των Clancy (81), Noyes (82), H. Dejour (83) και Rosenberg (84). Ήταν αυτοί που με τις προσπάθειές τους βοήθησαν στη ανάπτυξη αυτών των τεχνικών.

Μέχρι το 1970 η σταθεροποίηση των περισσοτέρων μοσχευμάτων γινόταν με συρραφή στο περιόστεο του μηριαίου. Το 1966 ο Bruckner από το Rostok της Γερμανίας (50) επικεντρώθηκε σε περιστατικά όπου ο ομόπλευρος επιγονατιδικός τένοντας δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για διάφορους λόγους. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούσε ένα ελεύθερο μόσχευμα από τον επιγονατιδικό τένοντα του ετερόπλευρου γονάτου με ένα συνοδό κωνικό οστικό τεμάχιο από το κνημιαίο κύρτωμα για τεχνική press-fit στο κνημιαίο τούνελ. Σύμφωνα με ότι είναι γνωστό αυτό φαίνεται να είναι η πρώτη αποκατάσταση ΠΧΣ, της οποίας οι τεχνικές λεπτομέρειες είναι παρόμοιες με τις σημερινές σύγχρονες αρθροσκοπικές τεχνικές.

Το 1970 ο Jones (85) περιέγραψε μία τροποποίηση της αρχικής του τεχνικής χρησιμοποιώντας το κεντρικό ένα τρίτο του επιγονατιδικού τένοντα. Το οστικό τεμάχιο από την επιγονατίδα τοποθετούνταν μέσα στο μηριαίο τούνελ, το οποίο δημιουργούνταν με τεχνική μέσα-έξω και σταθεροποιούνταν διαδερμικά με τεχνική cross-rip. Ο Jones είπε: “σύμφωνα με την εμπειρία μου η πρόσθετη σταθεροποίηση για την καθήλωση του οστικού τεμαχίου δεν είναι πραγματικά απαραίτητη. Η προστριβή και μόνο του οστικού τεμαχίου μέσα στο τούνελ μπορεί να αποδειχθεί αρκετή για να εμποδίσει την παρεκτόπισή του”. Επίσης αυτή η τεχνική είναι παρόμοια με τις σύγχρονες αρθροσκοπικές press-fit τεχνικές.

Αργότερα η press-fit τεχνική για το οστικό τεμάχιο του επιγονατιδικού μοσχεύματος έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής τουλάχιστον στη Γερμανία τη δεκαετία του 1990 με τη δημοσίευση της τεχνικής του Peter Hertel από το Βερολίνο. Οι σύγχρονες παρεμβαλλόμενες βίδες για την καθήλωση του οστικού τεμαχίου του επιγονατιδικού μοσχεύματος περιγράφηκαν πρώτα από το Lambert το 1983 (86). Ο Kurosaka μετά από πτωματικές μελέτες βελτίωσε αυτή την τεχνική (87). Απέδειξε ότι οι 9mm διαμέτρου σπογγώδεις βίδες παρείχαν πολύ καλύτερη σταθεροποίηση από τα άλλα συστήματα. Μέσα σε λίγα χρόνια αυτές οι βίδες άρχισαν να κατασκευάζονται από απορροφήσιμα υλικά όπως το PGA (πολυγλυκολικό οξύ- ΗΠΑ, 1990) ή το PLA (πολυγαλακτικό οξύ- Γαλλία, 1992).

Η τεχνική του Jones είχε όμως και τα αδύνατα σημεία της. Άφηνε στους ασθενείς κάποια δυσκαμψία και το σημαντικότερο προβλήματα στον εκτατικό μηχανισμό του γόνατος. Για αυτό το λόγο το 1982 ο A. B. Lipscomb (88) από το Nashville των ΗΠΑ άρχισε να χρησιμοποιεί τους οπίσθιους μηριαίους τένοντες (ημιτενοντώδη και ισχνό) για αποκατάσταση του ΠΧΣ. Μία παρόμοια τεχνική είχε προταθεί προγενέστερα, με χρήση μόνο του ημιτενοντώδη τένοντα, από τον K. O. Cho (89).

Το 1988 ο M. J. Friedman (90) πρωτοπορώντας χρησιμοποίησε τετραπλό μόσχευμα οπίσθιων μηριαίων με αρθροσκοπική τεχνική. Τον ακολούθησαν το 1992 οι R. L. Larson, S. M. Howell (91), Tom Rosenberg (92) από τις ΗΠΑ και Leo Pinczewski (93,94) από το Σύδνεϋ. Ο Tom Rosenberg από το Salt Lake των ΗΠΑ εισήγαγε το 1994 τη χρησιμοποίηση του Endobutton (95), το οποίο έγινε μία από τις



πιο δημοφιλείς τεχνικές σταθεροποίησης για αποκατάσταση ΠΧΣ χρησιμοποιώντας μοσχεύματα μαλακών μορίων. Στα επόμενα 10 χρόνια μία μεγάλη ποικιλία από συσκευές σταθεροποίησης αναπτύχθηκε, για να βελτιώσει τη σταθερότητα του μοσχεύματος των οπισθίων μηριαίων.

## 8. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΧΣ ΜΕ 2 ΔΕΣΜΙΔΕΣ

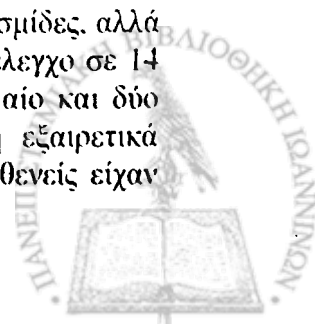
Το 1832 οι αδερφοί Weber από το Gottingen της Γερμανίας (22) περιέγραψαν με λεπτομέρειες το πρότυπο των δύο διαφορετικών δεσμίδων του ΠΧΣ. Το 1938 ο Ivar Palmer (96) δημοσίευσε τη διδακτορική του διατριβή με τίτλο “τραυματισμοί συνδέσμων στην άρθρωση του γόνατος”. Σε αυτή τη λεπτομερή μελέτη από άποψη ανατομίας, εμβιομηχανικής, παθολογίας και θεραπείας ανέλυσε με λεπτομερή τρόπο όλες τις “τάσεις” της εποχής του. Ανέπτυξε έναν πρώτο “οδηγό” για το μηριαίο τούνελ και επεσήμανε ότι η ανατομική αποκατάσταση είναι απαραίτητη για το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ήταν σίγουρα ο πρώτος που αποκατέστησε τις δύο δεσμίδες του ΠΧΣ ξεχωριστά, όταν περιέγραψε την τεχνική του: “δύο τούνελ δημιουργούνται, ένα στην κορυφή της μεσοκονδύλιας εντομής και ένα άλλο αρκετά πιο χαμηλά όσο πιο μακριά είναι εφικτό... το πρόσθιο-έσω τμήμα του συνδέσμου τοποθετείται στην έσω παρυφή της άνω οπής και το οπίσθιο-έξω τμήμα στην κατωφερέστερη οπή”. Ήταν επίσης ο πρώτος που δημοσίευσε μία μικροσκοπική μελέτη της ανάπτυξης του μοσχεύματος του ΠΧΣ μέσα στα οστικά τούνελ. Ο Palmer εισήγαγε την παθοφυσιολογία και εμβιομηχανική των επακόλουθων αλλαγών στην άρθρωση και προέβλεψε αρκετές μελλοντικές θεραπευτικές απόψεις για συνδεσμικές κακώσεις του γόνατος, όπως υποστηρίζει ο Eriksson (97). Ο Ivar Palmer (96) περιέγραψε στη διδακτορική του διατριβή ότι ο ΠΧΣ αποτελείται από δύο δεσμίδες. Για πολλά χρόνια η Ορθοπαιδική Κοινότητα δεν έδωσε την πρέπουσα σημασία στις απόψεις του Ivar Palmer, μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1970 και τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Ο Girgis πρώτος (98) και ο Apoczký αργότερα (99) περιέγραψαν ακόμη πιο λεπτομερώς την ακριβή ανατομία του ΠΧΣ με τις δύο δεσμίδες: την πρόσθια-έσω και την οπίσθια-έξω δεσμίδα.

Το 1982 ο Mott (100) πρώτος περιέγραψε και δημοσίευσε την αποκατάσταση του ΠΧΣ με δύο δεσμίδες. Χρησιμοποιούσε αυτή την τεχνική από το 1978 και την ονόμασε STAR (SemiTendinosus Anatomic Reconstruction). Δημιούργησε δύο τούνελ στο μηριαίο και την κνήμη μέσω αρθροτομής και καθήλωσε τον ημιτενοντώδη μεταξύ αυτών. Δυστυχώς ο Mott δεν δημοσίευσε ποτέ αποτελέσματα της τεχνικής του.

Ο L. Peterson από το Goeteborg γνωστός για την πρωτοποριακή του δουλειά στην αυτόλογη μεταμόσχευση χονδροκυττάρων, δημοσίευσε το 1983 (ως πρώτος Ευρωπαίος χειρουργός) την τεχνική και τα αποτελέσματά του από την αποκατάσταση του ΠΧΣ με δύο δεσμίδες.

Ο Blauth από το Kiel της Γερμανίας χρησιμοποίησε δύο τμήματα από τον τένοντα του τετρακεφάλου για να αποκαταστήσει ξεχωριστά την πρόσθια-έσω και την οπίσθια-έξω δεσμίδα (53).

Το 1987 ο Zagiczny (101) παρουσίασε την τεχνική του με δύο δεσμίδες, αλλά δημοσίευσε και τα αποτελέσματά του με τουλάχιστον δύο χρόνια επανέλεγχου σε 14 ασθενείς. Χρησιμοποίησε μόνο τον ημιτενοντώδη τένοντα με ένα μηριαίο και δύο κνημιαία τούνελ μέσω μίας αρθροτομής. 12 ασθενείς είχαν καλά ή εξαιρετικά αποτελέσματα, ενώ 2 ασθενείς είχαν πτωχά αποτελέσματα. Όλοι οι ασθενείς είχαν αρνητικό ρίνοι shift test στον τελευταίο επανέλεγχου.



Το 1994 ο Rosenberg (95) περιέγραψε για πρώτη φορά μία αρθροσκοπικά υποβοηθούμενη τεχνική για την αποκατάσταση με δύο δεσμίδες του ΠΧΣ. Χρησιμοποίησε τον ημιτενοντώδη τένοντα και καθήλωσε τα δύο τμήματά του με 2 Endobuttons στο μηριαίο. Οι τένοντες καθηλώθηκαν μέσω ενός κνημιαίου και δύο μηριαίων τούνελ. Όλες οι τεχνικές που περιγράφηκαν και δημοσιεύτηκαν μετά το 1994 είναι τροποποιήσεις της τεχνικής του Rosenberg.

## 9. ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

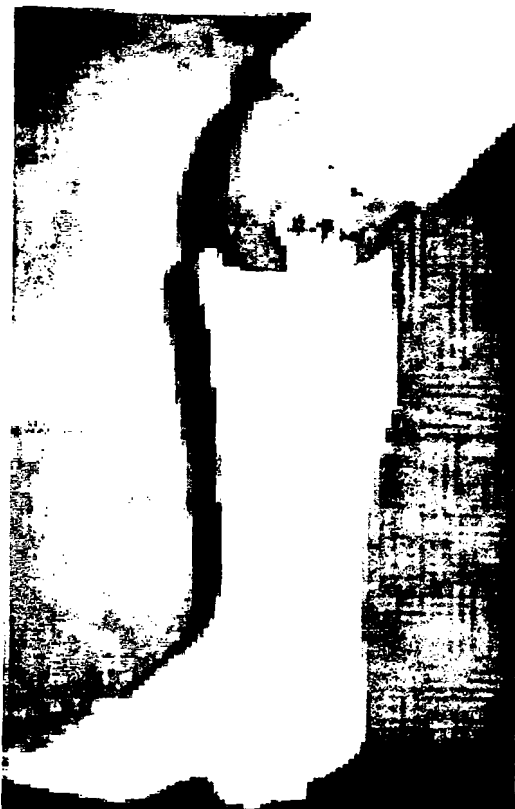
Η ακινητοποίηση του γόνατος μετά από αποκατάσταση του ΠΧΣ ήταν η αντιμετώπιση επιλογής μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980, παρόλο ότι από την εποχή του Bonnet ήταν γνωστό ότι η ακινητοποίηση του γόνατος καταστρέφει τον αρθρικό χόνδρο (18). Για τα ασταθή γόνατα ο Bonnet είχε προτείνει έναν ορθωτήρα με δύο “μεντεσέδες”, τονίζοντας ότι ένας “μεντεσές” δεν ήταν αρκετός για τη σταθερότητα του γόνατος. Επινόησε επίσης διαφορετικά μηχανήματα ενεργητικής κίνησης, τα οποία χρησιμοποίησε για να κινητοποιήσει δύσκαμπτα γόνατα μετά από παρατεταμένη ακινητοποίηση, συνδυαζόμενη μερικές φορές με τενοντοτομή. Από τις πτωματικές του μελέτες ο Bonnet συνειδητοποίησε τους κινδύνους της ακινητοποίησης, η οποία μπορούσε να προκαλέσει “απορρόφηση του αρθρικού χόνδρου” και συνέστησε κινητοποίηση το συντομότερο δυνατό. Η πρώτη του επιλογή για την αρχική θεραπεία των παραμορφωμένων γονάτων ήταν το παγωμένο νερό.

Το 1871 ο A. Menzel (102) ένας νεαρός ειδικευόμενος από τη Χειρουργική κλινική Billroth της Βιέννης δημοσίευσε πειραματικές μελέτες σε αρουραίους με ακινητοποίηση σε γύψο και διαπίστωσε σημαντικές μακροσκοπικές και ελάχιστες μικροσκοπικές αλλαγές στον αρθρικό χόνδρο 11 ημέρες μετά την αρχική ακινητοποίηση.

Ο Ernest Hey Groves από το Bristol της Μ. Βρετανίας όχι μόνο περιέγραψε το 1917 το υπεξάρθρημα του γόνατος σε ανεπάρκεια ΠΧΣ, αλλά συμβούλεψε για μία αρκετά μοντέρνα μετεγχειρητική αποκατάσταση. Μετά από αποκατάσταση του ΠΧΣ χρησιμοποίησε έναν οπίσθιο νάρθηκα σε πλήρη έκταση, καθημερινό μασάζ και ενδυνάμωση του τετρακεφάλου και μετά από έξι εβδομάδες τοποθετούσε έναν γύψινο επίδεσμο με πλευρικούς “μεντεσέδες” στην άρθρωση του γόνατος. Αυτός πρέπει να είναι ο πρώτος μετεγχειρητικός λειτουργικός κηδεμόνας.

Για πρώτη φορά αποδείχθηκε το 1972 από τον Paessler και τους συνεργάτες του (103) σε πτωματικά γόνατα ότι το γόνατο μπορεί να κινητοποιηθεί μετά τη συρραφή χιαστών ή πλαγίων συνδέσμων, χωρίς να διακινδυνεύει το αποτέλεσμα της επέμβασης. Οι συγγραφείς άρχισαν να προστατεύουν μετεγχειρητικά τα γόνατά τους με εύκαμπτους γύψινους επίδεσμους (Εικ.5), επιτρέποντας ένα λειτουργικό εύρος κίνησης από 20° έως 60° και απέδειξαν ότι οι σύνδεσμοι επουλώνονται και τα γόνατα παραμένουν σταθερά με αυτή την αντιμετώπιση. Αλλά χρειάστηκαν πάνω από δέκα χρόνια μέχρι να γίνει αποδεκτή η άποψη της πρόωρης μετεγχειρητικής κινητοποίησης. Σιγά-σιγά εγκαταλείφθηκε η ιδέα της χρησιμοποίησης των κυλινδρικών γύψινων επιδέσμων για 6-12 εβδομάδες. Στις ΗΠΑ η μελέτη των Haggmark και Einar Erikson (104) “κυλινδρικοί γύψινοι επίδεσμοι έναντι λειτουργικών κηδεμόνων” διακινδύνευσε τη χρήση των λειτουργικών κηδεμόνων έναντι των κυλινδρικών γύψινων επιδέσμων.





Εικόνα 5. Ο εύκαμπτος γύψινος επίδεσμος του Paessler.

Ο Salter και οι συνεργάτες του (105) το 1980 συνέστησαν τη συνεχή παθητική κίνηση και σημείωσαν τα προνομιακά αποτελέσματα έναντι των χόνδρινων βλαβών.

Το 1987 ο Shelbourne (106) και οι συνεργάτες του εισήγαγαν τον όρο “επιταχυνόμενη αποκατάσταση” η οποία περιλαμβάνει την άμεση και χωρίς περιορισμό κινητοποίηση με εντατική ενδυνάμωση στην έκταση και των δύο ποδιών. Αυτή η συγκεκριμένη αντίληψη στην αποκατάσταση αποτέλεσε ορόσημο στην αποκατάσταση και επηρέασε παγκοσμίως τη μετεγχειρητική θεραπεία μετά από επέμβαση σε ρήξη ΠΧΣ. Αποτελεί την επικρατούσα αρχή στις σημερινές σύγχρονες μεθόδους αποκατάστασης.



## B. Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Η λεπτομερής γνώση της φυσιολογικής και παθολογικής ανατομικής του γόνατος είναι απολύτως αναγκαία τόσο για τη διαγνωστική προσέγγιση όσο και για την αντιμετώπιση των ρήξεων του ΠΧΣ. Ο Ορθοπαιδικός Χειρουργός πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει, να ερμηνεύει και να συνδυάζει σωστά όλα τα κλινικά και απεικονιστικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος. Η σταθεροποίηση της άρθρωσης του γόνατος επιτυγχάνεται από ειδικούς συνδέσμους, τον αρθρικό θύλακο, τένοντες μυών και το δέρμα. Αυτά τα στοιχεία σταθεροποιούν την άρθρωση και επιτρέπουν ταυτόχρονα ένα σχετικά μεγάλο εύρος κινήσεων. Από την πλευρά του Ορθοπαιδικού Χειρουργού είναι απαραίτητη μία αναλυτική θεώρηση των λειτουργικών και ανατομικών στενά συνδεδεμένων μεταξύ τους στοιχείων.

Η διάρθρωση του γόνατος είναι η μεγαλύτερη άρθρωση του σώματος και η μέση άρθρωση του κάτω άκρου. Είναι μία τροχογίγλιμη άρθρωση που επιτρέπει και μικρού βαθμού στροφή και μεταβάλλει έτσι την απόσταση μεταξύ κορμού-εδάφους. Το γόνατο είναι μία σύνθετη άρθρωση και αποτελείται από την κνημομηριαία διάρθρωση και την αντίστοιχη επιγονατιδομηριαία που περιβάλλονται από κοινό αρθρικό θύλακο. Η περόνη δεν συμμετέχει στη διάρθρωση.

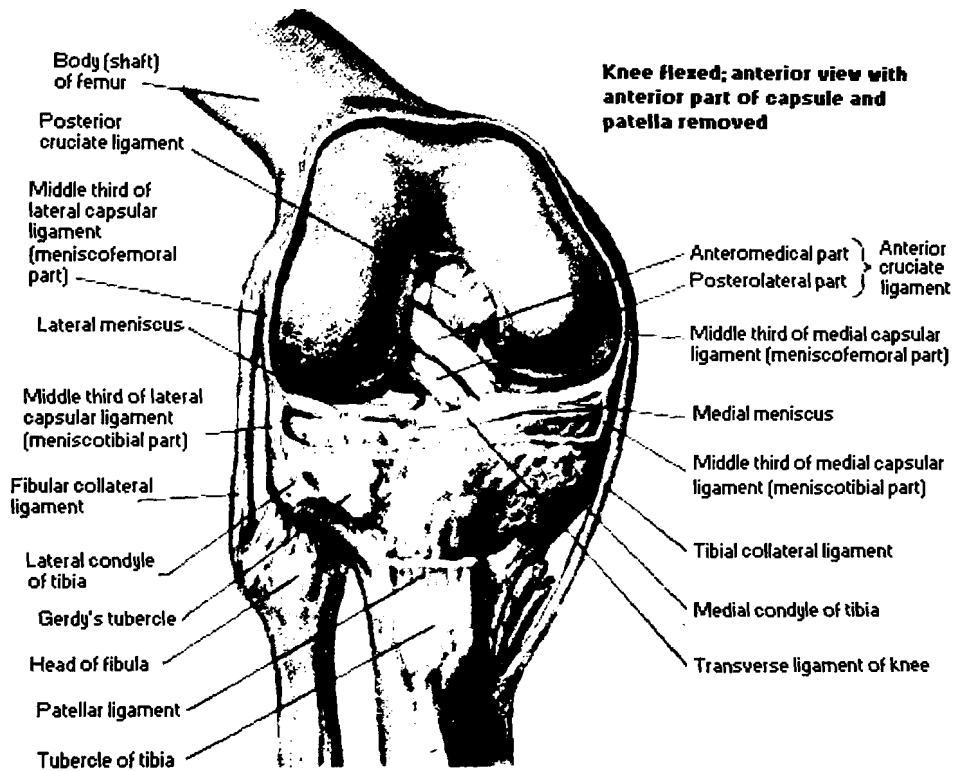
Από μηχανική άποψη το γόνατο είναι συμβιβασμός ανάμεσα σε δύο αμοιβαία αποκλειόμενες απαιτήσεις. Κατά πρώτο λόγο να υπάρχει μεγάλη σταθερότητα στην πλήρη έκταση, όταν το γόνατο δέχεται σοβαρές πιέσεις ως αποτέλεσμα του σωματικού βάρους και του μήκους των σχετικών μοχλοβραχιόνων. Και κατά δεύτερο λόγο να υπάρχει εξαιρετική κινητικότητα, όταν έχει επιτευχθεί ένας ορισμένος βαθμός κάμψης. Η κινητικότητα είναι απαραίτητη στο τρέξιμο και τον καλύτερο προσανατολισμό του ποδιού σε σχέση με τις ανωμαλίες του εδάφους.

Το γόνατο επιλύει αυτό το πρόβλημα με πραγματικά ευφυείς σχέσεις από πλευράς μηχανικής, ωστόσο ο μικρός βαθμός εφαρμογής των επιφανειών-απαραίτητος για τη μεγάλη κινητικότητα- καθιστά το γόνατο επιρρεπές σε κακώσεις, αλλά ταυτόχρονα του επιτρέπει την κίνηση με 6 βαθμούς ελευθερίας. Διακρίνεται η κίνηση μετατόπισης με 3 βαθμούς ελευθερίας (πρόσθια-οπίσθια, έσω-έξω, άνω-κάτω) και η στροφική κίνηση με 3 βαθμούς ελευθερίας (κάμψη-έκταση, έσω-έξω στροφή και ραιβότητα-βλαισότητα) (107).

Τα οστικά στοιχεία προσφέρουν μικρή σταθερότητα στην άρθρωση του γόνατος και η σταθεροποίησή της επιτυγχάνεται κατά κύριο λόγο μέσω των μυικών και συνδεσμικών στοιχείων της. Αυτά τα διακρίνουμε σε δυναμικούς και στατικούς σταθεροποιητές. Στους δυναμικούς ή ενεργούς ανήκουν οι μύες με τους τένοντες και στους στατικούς ή παθητικούς ανήκουν οι διάφοροι σύνδεσμοι και οι μηνίσκοι (108) (Εικ 6.).

Έχουν χρησιμοποιηθεί κατά περιόδους διάφορες ταξινομήσεις για τα σταθεροποιητικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος. Στην πιο σύγχρονη βιβλιογραφία διακρίνονται 4 ανατομικά διαμερίσματα ( έσω, έξω, πρόσθιο και κεντρικό) (107) ή ακόμη και πέντε ( έσω, έξω, πρόσθιο, οπίσθιο και κεντρικό) (108). Ο Nicholas παλαιότερα είχε προτείνει την ταξινόμηση με 3 ανατομικά διαμερίσματα (109). Σε αυτό το σύγγραμμα χρησιμοποιείται η πιο σύγχρονη θεώρηση των τεσσάρων ανατομικών διαμερισμάτων, διότι θεωρούμε ότι τα έσω και έξω καλύπτουν επαρκώς το οπίσθιο διαμέρισμα.





Εικόνα 6. Πρόσθια όψη των ανατομικών στοιχείων του γόνατος.

## 1. ΟΣΤΑ

### Μηριαίο οστό

Το περιφερικό άκρο του μηριαίου οστού παρουσιάζει μία ιδιαίτερα σύνθετη αρχιτεκτονική δομή. Αποτελεί περιοχή πρόσφυσης πολλών συνδέσμων και τενόντων και αποτελείται από δύο ασύμμετρους κονδύλους τον έσω και τον έξω μηριαίο κόνδυλο με τα σύστοιχα έσω και έξω υπερκονδύλια κυρτώματα. Οι δύο κόνδυλοι συγκλίνουν προς τα εμπρός και ο μεγαλύτερος έσω κόνδυλος είναι περισσότερο συμμετρικός στο σχήμα του. Ο έσω κόνδυλος έχει ίδιο πλάτος, ενώ ο έξω είναι πλατύτερος μπροστά από ότι πίσω. Η καμπύλωση των δύο κονδύλων κατά το εγκάρσιο επίπεδο και γύρω από τον οβελιαίο άξονα είναι σχετικά μικρή και κανονική. Αντίθετα η καμπύλωση κατά το οβελιαίο επίπεδο γίνεται πιο κυρτή προς τα πίσω δηλαδή η ακτίνα καμπύλωσης γίνεται μικρότερη προς τα πίσω. Επομένως τα κέντρα της καμπύλης βρίσκονται σε μία σπειροειδή γραμμή.

Οι δύο μηριαίοι κόνδυλοι μπροστά συνενώνονται μεταξύ τους με την αρθρική επιφάνεια για την επιγονατίδα, τη μηριαία τροχλία, ενώ πίσω χωρίζονται από τη μεσοκονδύλια εντομή ή μεσοκονδύλιο βόθρο. Από το έξω τοίχωμα της μεσοκονδύλιας εντομής εκφύεται ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, ενώ από το έσω ο οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος. Ο μεσοκονδύλιος βόθρος χωρίζεται από το σώμα του μηριαίου με τη μεσοκονδύλια γραμμή που αποτελεί τη βάση της τριγωνικού σχήματος ιγνυακής επιφάνειας. Στην έξω επιφάνεια του έξω κόνδυλου διακρίνεται μία μικρή αύλακα λίγο κεντρικότερα από το αρθρικό χείλος μέσα στην οποία πορεύεται ο ιγνυακός τένοντας. Στον έσω κόνδυλο και πάνω από το έσω υπερκονδύλιο κύρτωμα βρίσκεται το φύμα του μεγάλου προσαγωγού μυός και ο έσω επικόνδυλος που βρίσκεται περιφερικά και μπροστά από το φύμα. Στον έξω επικόνδυλο προσφύεται ο έξω πλάγιος σύνδεσμος και στον έσω επικόνδυλο ο έσω πλάγιος σύνδεσμος.

### Κνήμη

Το άνω άκρο της κνήμης αποτελείται από τον έσω και τον έξω κνημιαίο κόνδυλο καθένας από τους οποίους εμφανίζει μία άνω αρθρική επιφάνεια την κνημιαία γλήνη και μία περιφέρεια. Οι κνημιαίες γλήνες συντάσσονται με τους μηριαίους κονδύλους, ενώ μεταξύ τους βρίσκεται το μεσογλήνιο ή μεσοκονδύλιο έπαρμα που παρουσιάζει το έσω και το έξω γληνιαίο φύμα. Μπροστά και πίσω από το έπαρμα υπάρχουν ο πρόσθιος και ο οπίσθιος μεσογλήνιος βόθρος. Στην περιφέρεια του έξω κνημιαίου κόνδυλου υπάρχει η περνιαία αρθρική επιφάνεια για τη σύνταξη με την κεφαλή της περόνης. Ο έσω κνημιαίος κόνδυλος είναι μεγαλύτερος από τον έξω, ενώ και οι δύο παρουσιάζουν οπίσθια κλίση σε σχέση με τη διάφυση της κνήμης περίπου 10°.

### Επιγονατίδα

Η επιγονατίδα είναι το μεγαλύτερο σησαμοειδές οστό του ανθρώπινου σώματος. Έχει ασύμμετρο οβάλ σχήμα και η κορυφή της φέρεται προς τα κάτω. Η πρόσθια επιφάνεια είναι τραχεία και η οπίσθια επιφάνεια έχει μία μεγάλη αρθρική επιφάνεια που υποδιαιρείται με μία κάθετη ακρολοφία σε μία μεγαλύτερη και πιο



τραχεία έξω και σε μία μικρότερη έσω αρθρική επιφάνεια, η οποία είναι ελαφρώς κυρτή. Η άρθρωση που σχηματίζεται μεταξύ επιγονατίδας και μηριαίας τροχίλιας αποτελεί το πρόσθιο ή επιγονατιδομηριαίο διαμέρισμα. Έχουν περιγραφεί 6 διαφορετικοί τύποι επιγονατίδας σύμφωνα με τη μορφολογία της. Από αυτούς οι I και II είναι σταθεροί, ενώ οι υπόλοιποι θεωρούνται πιο ασταθείς και είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε εξάρθρωμα (110,111). Η αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας καλύπτεται από παχύ στρώμα υαλοειδούς χόνδρου περίπου 6,5 mm, που αποτελεί και τον παχύτερο υαλοειδή χόνδρο στο ανθρώπινο σώμα (111).

## Περώνη

Η περόνη δεν συμμετέχει στη διάρθρωση του γόνατος. Αποτελείται από δύο άκρα, το άνω και το κάτω, και το σώμα. Το άνω άκρο καλείται κεφαλή της περόνης και εμφανίζει αρθρική επιφάνεια και προς τα άνω, την κορυφή ή στυλοειδή απόφυση της περόνης. Η αρθρική επιφάνεια χρησιμεύει για τη σύνταξη με το οπίσθιο έξω τμήμα της κνημιαίας μετάφυσης, ενώ στη στυλοειδή απόφυση προσφύονται ο έξω πλάγιος σύνδεσμος, ο δικέφαλος μηριαίος, ο τοξοειδής σύνδεσμος, ο σησαμοπερονιαίος σύνδεσμος και ο περονο-ιγνυακός σύνδεσμος.

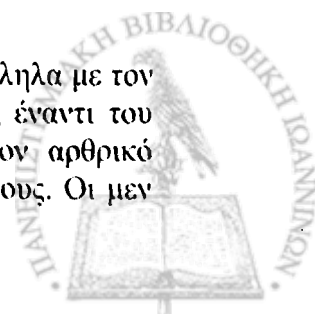
## 2. ΠΡΟΣΘΙΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

### Τετρακέφαλος μηριαίος μυς

Ο τετρακέφαλος μηριαίος μυς αποτελεί τον πιο ισχυρό ενεργό σταθεροποιητή του γόνατος (108). Αποτελείται από τέσσερις μύες (ορθός μηριαίος, έξω πλατύς, μέσος πλατύς και έσω πλατύς) με κοινό καταφυτικό τένοντα στην επιγονατίδα από τους οποίους ο ορθός μηριαίος δρά σε δύο αρθρώσεις. Ο κοινός αυτός καταφυτικός τένοντας συνεχίζεται κάτω από την επιγονατίδα ως επιγονατιδικός σύνδεσμος που καταφύεται στο κνημιαίο κύρτωμα. Μερικές από τις ίνες του έσω πλατέος και του ορθού μηριαίου σχηματίζουν τον έσω καθεκτικό σύνδεσμο της επιγονατίδας, ενώ ίνες του έξω πλατέος και του ορθού μηριαίου σχηματίζουν τον έξω καθεκτικό σύνδεσμο της επιγονατίδας. Οι καθεκτικοί σύνδεσμοι επεκτείνονται γύρω από την επιγονατίδα μέχρι τους κνημιαίους κονδύλους. Οι ίνες του έσω πλατέος εισέρχονται λοξά με γωνία περίπου 55°, ενώ του έξω πλατέος με γωνία περίπου 14° (112,113). Η κύρια λειτουργία του τετρακεφάλου είναι η κάμψη του γόνατος, ενώ ο ορθός μηριαίος κάμπτει επίσης το μηρό κατά την άρθρωση του ισχίου. Η πρωτογενής όμως φυσιολογική λειτουργία του είναι να επιβραδύνει την κάμψη του γόνατος στην όρθια θέση κατά την έναρξη της βάρδισης συσπώμενος με έναν ιδιαίζοντα τρόπο. Ταυτόχρονα αποτελεί έτσι βασικό συναγωνιστή του οπισθίου χιαστού συνδέσμου, συνεισφέροντας στην προσθιοπίσθια σταθεροποίηση του γόνατος (114,115).

### Καθεκτικοί σύνδεσμοι

Μικρές ίνες από τον έσω και τον έξω πλατύ κατευθύνονται παράλληλα με τον επιγονατιδικό σύνδεσμο και καταφύονται στο εγγύς τμήμα της κνήμης έναντι του κνημιαίου κυρτώματος. Αυτές οι μικρές ομάδες συνενώνονται με τον αρθρικό θύλακο, αποτελώντας τους έσω και έξω επιμήκεις καθεκτικούς συνδέσμους. Οι μεν





έσω εκτείνονται μεταξύ επιγονατιδικού και έσω πλαγίου συνδέσμου, οι δε έξω μεταξύ επιγονατιδικού συνδέσμου και λαγονοκνημιαίας ταινίας. Ταυτόχρονα εκτός από τους επιμήκεις καθεκτικούς συνδέσμους υπάρχει και ένα βαθύτερο στρώμα εγκάρσιων ινών, οι οποίες αποτελούν τους έσω και έξω εγκάρσιους καθεκτικούς συνδέσμους.

Από λειτουργική άποψη οι καθεκτικοί σύνδεσμοι συνεισφέρουν σημαντικά στον εκτατικό μηχανισμό του γόνατος. Αποτελούν δυναμικά σταθεροποιητικά στοιχεία του γόνατος (107), αφού δυναμοποιούνται οι μεν έσω καθεκτικοί από τον έσω πλατύ και τους μύες του χηνείου πόδα, οι δε έξω καθεκτικοί από τον έξω πλατύ και τον τείνοντα την πλατεία περιτονία. Οι καθεκτικοί σύνδεσμοι βοηθούν επίσης σημαντικά στη σωστή ευθυγράμμιση του εκτατικού μηχανισμού και στην ομαλή κατανομή των φορτίων που δέχονται η έσω και η έξω αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας.

### **Υποεπιγονατιδικό λιπώδες σώμα**

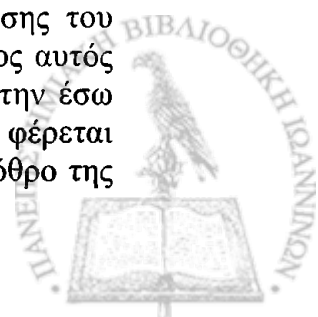
Η οπίσθια επιφάνεια του επιγονατιδικού τένοντα διαχωρίζεται από τον αρθρικό υμένα της άρθρωσης από το υποεπιγονατιδικό λιπώδες σώμα. Το λιπώδες σώμα συμπληρώνει το κενό μεταξύ των μηριαίων κονδύλων και του επιγονατιδικού τένοντα και προσαρμόζει το σχήμα του στο μέγεθος της υποθετικής κοιλότητας, που δημιουργείται ανάλογα με τις κινήσεις. Στο λιπώδες σώμα διευσδύουν πολλά αγγεία, τα οποία προέρχονται από τις αρτηρίες του γόνατος και τα οποία συμβάλλουν στην αιμάτωση του προσθίου χιαστού συνδέσμου. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά την επιτέλεση διαφόρων χειρουργικών επεμβάσεων ώστε να μην τραυματιστεί το λιπώδες σώμα, διότι μπορεί να υπάρξει δημιουργία συμφύσεων.

### **3. ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ**

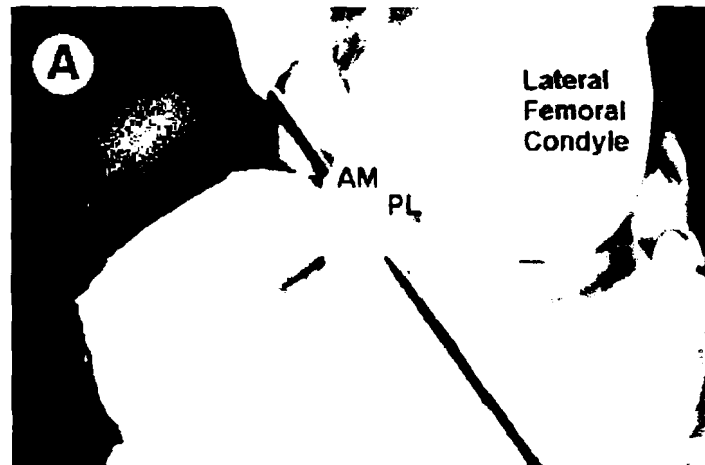
Στο κεντρικό ανατομικό διαμέρισμα ανήκουν ο ΠΧΣ και ο ΟΧΣ. Οι χιαστοί σύνδεσμοι βρίσκονται στο κέντρο της άρθρωσης και εμπεριέχονται κατά μεγάλο μέρος μέσα στη μεσοκονδύλια εντομή. Οι δύο χιαστοί σύνδεσμοι εισέρχονται στην άρθρωση ραχιαία (110) και εφάπτονται μεταξύ τους στα κεντρικά τους τμήματα με τον ΠΧΣ να πορεύεται εξωτερικά του ΟΧΣ. Οι δύο χιαστοί σύνδεσμοι δεν βρίσκονται ελεύθεροι μέσα στην αρθρική κοιλότητα, αλλά επενδύονται από αρθρικό υμένα και έχουν σημαντικές σχέσεις με τον αρθρικό θύλακο. Έτσι οι δύο χιαστοί σύνδεσμοι είναι συγχρόνως και ενδαρθρικοί και εξωμενικοί. Η αιμάτωσή τους γίνεται από κλάδους της μέσης αρτηρίας και των δύο κατώτερων αρτηριών του γόνατος.

### **Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος**

Ο ΠΧΣ συνδέει το μηριαίο με την κνήμη στο κέντρο της άρθρωσης του γόνατος. Από τους τέσσερις κύριους συνδέσμους στην άρθρωση του γόνατος αυτός μαζί με τον έσω πλάγιο τραυματίζονται συχνότερα. Ο ΠΧΣ εκφύεται από την έσω πλευρά του έξω μηριαίου κονδύλου, οπίσθια από την μεσοκονδύλια εντομή, φέρεται προς τα εμπρός, κάτω και έσω και καταφύεται στον πρόσθιο μεσογλήνιο βόθρο της



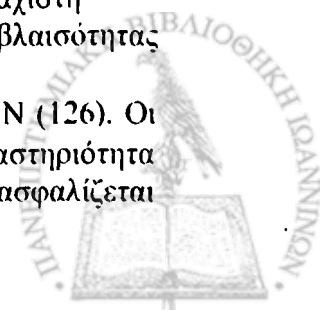
κνήμης κατά μήκος του χείλους του έσω γληνιαίου φύματος. Η κατάφυσή του βρίσκεται μεταξύ της πρόσφυσης του πρόσθιου κέρατος του έσω μηνίσκου προς τα εμπρός και της πρόσφυσης του έξω μηνίσκου προς τα πίσω. Σε όλη αυτή την πορεία οι ίνες του ΠΧΣ κάνουν μία ελαφρά έξω στροφή, η οποία αυξάνεται όσο αυξάνεται η κάμψη του γόνατος και έτσι οι ίνες του ΠΧΣ οδηγούνται σε περιέλιξη ( 116). Το μέσο μήκος του ΠΧΣ είναι 38 mm και το μέσο πλάτος 11mm (98) (Εικ.7).



**Εικόνα 7.** Ο ΠΧΣ με τις δύο δεσμίδες του.

Ο ΠΧΣ προσδίδει στην άρθρωση του γόνατος το 90% της σταθερότητάς της και ελαχιστοποιεί τα φορτία των δυνάμεων που διέρχονται μέσω αυτής. Αποτελεί το βασικό σταθεροποιητή στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με το μηρό (117,118). Σε διάφορες φάσεις της κίνησης του γόνατος ενεργούν διαφορετικές δεσμίδες του ΠΧΣ για να εξασφαλίσουν τη σταθερότητα της άρθρωσης. Διάφορες ανατομικές μελέτες απέτυχαν να ξεχωρίσουν τις διαφορετικές δεσμίδες του ΠΧΣ (108,119). Φαίνεται ότι οι δεσμίδες αυτές αντιπροσωπεύουν περισσότερο λειτουργικές παρά ανατομικές δομές (108). Σε σχέση πάντως με τη λειτουργία του ΠΧΣ διακρίνονται δύο δεσμίδες μία πρόσθια-έσω και μία οπίσθια-έξω. Όλες οι νέες εμβρυικές, πτωματικές και αρθροσκοπικές μελέτες που έχουν γίνει (120,121) επιβεβαιώνουν την ύπαρξη των δύο δεσμίδων από τις οποίες η πρόσθια έσω είναι λίγο μεγαλύτερη. Η πρόσθια-έσω δεσμίδα είναι υπό τάση όταν το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη 90° και η οπίσθια -έξω είναι υπό τάση με το γόνατο σε πλήρη έκταση (122,123). Ο ρόλος του ΠΧΣ δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σοβαρός στη στροφική σταθερότητα του γόνατος και αυτό αποτέλεσε αντικείμενο ιδιαίτερου προβληματισμού στη βιβλιογραφία (124,125). Συμπερασματικά φαίνεται ότι ο ΠΧΣ λειτουργεί ως κύρια δευτερογενής αντίσταση στην έσω στροφή και ως ελάχιστη δευτερογενής αντίσταση στην έξω στροφή και σε δυνάμεις ραιβότητας- βλαισότητας κυρίως σε συνθήκες φόρτισης της άρθρωσης.

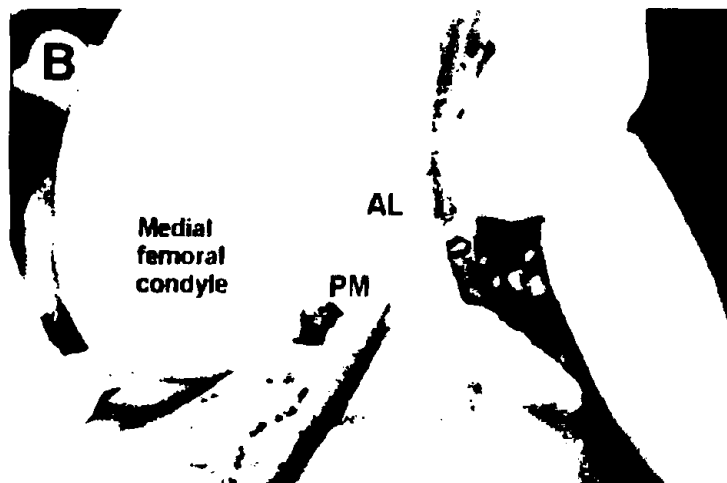
Η μέγιστη τάση που μπορεί να ανεχτεί ο ΠΧΣ είναι  $1725 \pm 270$  N (126). Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται όμως κατά την έντονη αθλητική δραστηριότητα μπορούν να ξεπεράσουν αυτές τις τιμές. Η σταθερότητα ενισχύεται και εξασφαλίζεται



σε συνεργασία με δυναμικούς σταθεροποιητές όπως είναι οι μύες. Σε όλη αυτή την αρμονική συνεργασία τον πιο σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει η ακεραιότητα των αντανакλαστικών τόξων, τα οποία σχετίζονται με την ιδιοδεκτικότητα. Ο ΠΧΣ παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην ιδιοδεκτική λειτουργία, καθώς έχει αποδειχθεί η ύπαρξη ποικιλίας μηχανουποδοχέων και ελεύθερων νευρικών απολήξεων (127,128). Οι κεντρομόλες φυγόκεντρες ίνες που αφορούν τον ΠΧΣ είναι κλάδοι του οπίσθιου κνημιαίου νεύρου.

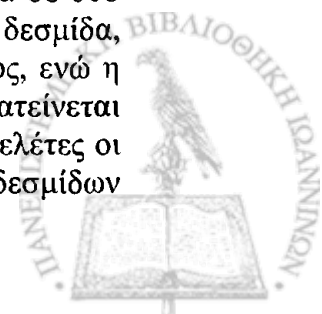
### Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος

Η έκφυση του ΟΧΣ βρίσκεται στο οπίσθιο τμήμα της έξω επιφάνειας του έσω κονδύλου στη μεσοκονδύλια εντομή. Όπως και στον ΠΧΣ η έκφυση του ΟΧΣ έχει τη μορφή ενός κύκλου και η πορεία του είναι προς τα κάτω, πίσω και έξω, ενώ διασταυρώνεται με τον ΠΧΣ με γωνία  $90^\circ$ . Ο ΟΧΣ καταφύεται στον οπίσθιο μεσογλήνιο βόθρο και στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης, υπερκαλύπτοντας έτσι το οπίσθιο χείλος της άνω επιφάνειας της κνήμης. Όταν το γόνατο βρίσκεται σε έκταση, οι ίνες του ΟΧΣ παρουσιάζουν έξω στροφή περίπου  $50^\circ$ . Σε αντίθεση όμως με τον ΠΧΣ κατά την κάμψη του γόνατος οι ίνες του ΟΧΣ έρχονται σε έσω στροφή περίπου  $30^\circ$  (116). Ο ΟΧΣ παρουσιάζει μέσο μήκος 38 mm και μέσο πλάτος 13 mm (98) (Εικ.8). Το μεσαίο τμήμα του είναι στενότερο, ενώ διευρύνεται στα άκρα με μεγαλύτερη διεύρυνση στο άνω τμήμα του.



Εικόνα 8. Ο ΟΧΣ με τις δύο δεσμίδες του.

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει ο ΟΧΣ διαιρείται παραδοσιακά σε δύο δεσμίδες, μία πρόσθια-έξω και μία οπίσθια-έσω (129,130). Η πρόσθια-έξω δεσμίδα, που είναι και η πιο παχιά, βρίσκεται υπό τάση κατά την κάμψη του γόνατος, ενώ η οπίσθια-έξω δεσμίδα που είναι και πιο λεπτή χαλαρώνει στην κάμψη και διατείνεται στην έκταση του γόνατος. Υπάρχουν όμως και πιο πρόσφατες ανατομικές μελέτες οι οποίες αποδεικνύουν την ύπαρξη τεσσάρων διαφορετικών μεταξύ τους δεσμίδων



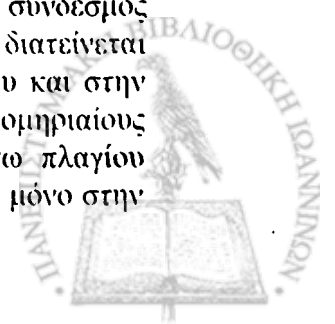
(πρόσθια, κεντρική, οπίσθια επιμήκης και οπίσθια λοξή) (131). Από αυτές τις δεσμίδες η πρόσθια και η κεντρική αποτελούν μαζί την κύρια μάζα του ΟΧΣ, ενώ οι άλλες δύο αποτελούν το υπόλοιπο 15 με 20%. Υπάρχουν επίσης δύο επικουρικοί σύνδεσμοι του ΟΧΣ ο πρόσθιος μηνισκομηριαίος σύνδεσμος του Humphrey και ο οπίσθιος μηνισκομηριαίος σύνδεσμος του Wrisberg. Σύμφωνα με διάφορες ανατομικές μελέτες που έχουν γίνει οι σύνδεσμοι αυτοί συνυπάρχουν στην άρθρωση του γόνατος πολύ σπάνια. Συνήθως λείπει ο πρόσθιος σύνδεσμος του Humphrey, ενώ ο οπίσθιος σύνδεσμος του Wrisberg προσφύεται στο οπίσθιο κέρασ του έξω μηνίσκου και συνήθως προσκολλάται στην οπίσθια επιφάνεια του ΟΧΣ συμπορευόμενος με αυτόν σε μία κοινή πρόσφυση στην έξω επιφάνεια του έσω μηριαίου κονδύλου. Οι δύο αυτοί σύνδεσμοι είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι στο να αναχαιτίζουν την οπίσθια μετατόπιση της κνήμης μετά από ρήξη του ΟΧΣ (132).

Ο ΟΧΣ θεωρείται σημαντικός σταθεροποιητής στην άρθρωση του γόνατος, διότι βρίσκεται δίπλα στον κεντρικό άξονα στροφής του γόνατος και θεωρείται δύο φορές ισχυρότερος από τον ΠΧΣ (123,133). Ο ρόλος του είναι στο να εμποδίζει την οπίσθια μετατόπιση της κνήμης επί του μηριαίου συμμετέχοντας σε ποσοστό περίπου 95% (117). Παρουσιάζει τη μέγιστη τάση του στην πλήρη κάμψη και έχει επίσης ιδιαίτερα υψηλή τάση στην έσω στροφή. Ο κύριος συναγωνιστής του ΟΧΣ είναι ο τετρακέφαλος μηριαίος, ενώ συνεργάζεται επίσης στη λειτουργία του με τον έξω πλάγιο σύνδεσμο και τον ιγνυακό τένοντα για την καλύτερη σταθεροποίηση του γόνατος (134). Ο ΟΧΣ νευρώνεται από το ιγνυακό πλέγμα, το οποίο σχηματίζεται από το οπίσθιο αρθρικό νεύρο, που αποτελεί κλάδο του οπίσθιου κνημιαίου νεύρου (135). Εκτός του ΠΧΣ και ο ΟΧΣ παρουσιάζει μηχανοποδοχείς και ελεύθερες νευρικές απολήξεις, που σχετίζονται με την ιδιοδεκτικότητα (136,137).

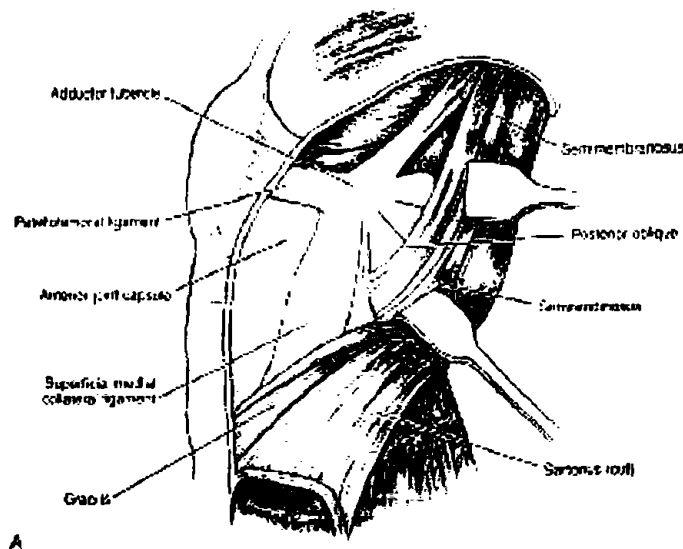
#### 4. ΕΣΩ ΠΛΑΓΙΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

Σύμφωνα με τους Warren και Marshall (138) τα στηρικτικά στοιχεία στην έσω πλευρά του γόνατος, διακρίνονται σε 3 στοιβάδες (Εικ.9). Στην πρώτη στοιβάδα που είναι και η πιο επιφανειακή ανήκουν η εν τω βάθει περιτονία και ο ραπτικός μυς. Στη δεύτερη στοιβάδα βρίσκεται η επιπολής μοίρα του έσω πλαιγίου συνδέσμου. Ο ισχνός και ο ημιτενοντώδης βρίσκονται μεταξύ των δύο αυτών στοιβάδων. Παράλληλες και λοξές συνδεσμικές ίνες αποτελούν την επιπολή μοίρα του έσω πλαιγίου. Οι πρόσθιες παράλληλες ίνες είναι ιδιαίτερα ισχυρές και κατευθυνόμενες περιφερικά καταφύονται στην έσω επιφάνεια της κνήμης 4.6 cm περίπου κάτω από την αρθρική επιφάνεια της κνήμης και ακριβώς πίσω από το σημείο πρόσφυσης του χήνειου πόδα. Οι οπίσθιες λοξές ίνες ξεκινούν την πορεία τους από τον έσω επικόνδυλο και συμφύονται με την τρίτη εν τω βάθει στοιβάδα, για να σχηματίσουν τον οπίσθιο έσω αρθρικό θύλακο. Το πρόσθιο τμήμα της δεύτερης στοιβάδας διαχωρίζεται κάθετα και αποτελείται από τους καθεκτικούς συνδέσμους (138).

Η τρίτη εν τω βάθει στοιβάδα αποτελεί τον αρθρικό θύλακο της άρθρωσης και μπορεί να διαχωριστεί από τη δεύτερη στοιβάδα, εκτός των ορίων της επιγονατίδας, όπου είναι ιδιαίτερα λεπτός. Στη μεσότητά του ο αρθρικός θύλακος παχύνεται και σχηματίζει έτσι την εν τω βάθει μοίρα του έσω πλαιγίου συνδέσμου. Ο σύνδεσμος αυτός αποτελείται από βραχείες ίνες, έχει κατακόρυφη κατεύθυνση και διατείνεται από το μηριαίο στη μεσότητα των περιφερικών ορίων του έσω μηνίσκου και στην κνήμη. Η σύνδεσή του αυτή με τον έσω μηνίσκο τον χωρίζει σε μηνισκομηριαίους και μηνισκοκνημιαίους συνδέσμους (107,138). Οι δύο μοίρες του έσω πλαιγίου διαχωρίζονται μεταξύ τους με ορογόνο θύλακο. Ενωμένες παρουσιάζονται μόνο στην



οπίσθια μοίρα τους στο οπίσθιο κέρας του έσω μηνίσκου και σχηματίζουν έτσι τον οπίσθιο λοξό σύνδεσμο. Ο οπίσθιος λοξός σύνδεσμος αποτελεί βασικό λειτουργικό στοιχείο της οπίσθιας έσω γωνίας και εκφύεται από το φύμα των προσαγωγών, ενώ κατευθύνεται περιφερικά με 3 δεσμίδες (κύρια, έσω και έξω δεσμίδα).



Εικόνα 9. Ανατομικά στοιχεία της έσω πλευράς του γόνατος.

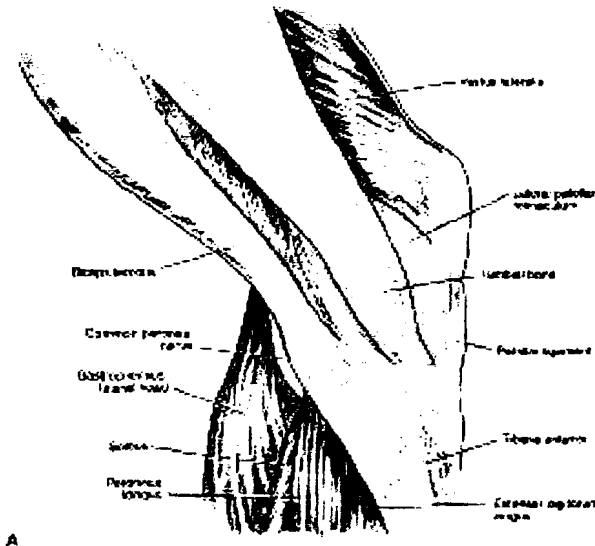
Η οπίσθια έσω γωνία σχηματίζεται από τη συνένωση της μεσαίας με την εν τω βάθει στοιβάδα και ενισχύεται στη λειτουργία της από τις 5 καταφυτικές δεσμίδες του ημιμεμβρανώδη. Η ιδιαίτερα σύνθετη ανατομική κατασκευή του ημιμεμβρανώδη τον καθιστά βασικό δυναμικό σταθεροποιητή της οπίσθιας έσω γωνίας, ενώ δυναμοποιεί επίσης και τα υπόλοιπα συνδεσμικά στοιχεία της περιοχής. Η έσω κεφαλή του γαστροκνήμιου εκφύεται από το οπίσθιο και άνω τμήμα του έσω μηριαίου κονδύλου και κατά ένα τμήμα από τον οπίσθιο αρθρικό θύλακο. Ακριβώς κάτω από τον τένοντα της έκφυσης της ανευρίσκεται πολλές φορές ένας θύλακος. Υπερκαλύπτει τα υπόλοιπα ανατομικά στοιχεία της οπίσθιας έσω γωνίας και συμμετέχει έτσι σε μικρό βαθμό στη σταθεροποίηση της περιοχής.

## 5. ΕΞΩ ΠΛΑΓΙΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

Η ανατομία του έξω διαμερίσματος του γόνατος και κυρίως της οπίσθιας έξω γωνίας αποτελεί θέμα ιδιαίτερης τριβής και αντιπαράθεσης για πολλούς ειδικούς. Η πολυπλοκότητα της περιοχής και οι διάφορες ανατομικές παραλλαγές φαίνεται ότι αποτελούν την αιτία για αυτό. Οι ανατομικές δομές του έξω διαμερίσματος μπορούν επίσης να ταξινομηθούν σε 3 στοιβάδες (139) (Εικ.10). Η πρώτη επιφανειακή



στοιβάδα αποτελείται από την πλατεία περιτονία, τη λαγονοκνημιαία ταινία και το δικέφαλο μηριαίο. Κάτω από τον τένοντα του δικέφαλου μηριαίου περνάει το κοινό περιονιαίο νεύρο. Η λαγονοκνημιαία ταινία αποτελεί πάχυνση της εν τω βάθει περιτονίας και διατρέχει την έξω πλευρά του γόνατος, ενώ η κύρια κατάφυσή της βρίσκεται στο φύμα του Gerdy. Η κατεύθυνσή της είναι από κεντρικά και πίσω προς περιφερικά και μπροστά. Λειτουργικά η λαγονοκνημιαία ταινία σταθεροποιεί το γόνατο έναντι δυνάμεων ραιβότητας, αλλά συγχρόνως προσφέρει και πρόσθια έξω στροφική σταθερότητα.



Εικόνα 10. Ανατομικά στοιχεία της έξω πλευράς του γόνατος.

Ο δικέφαλος μηριαίος μυς αποτελείται από δύο κεφαλές, μία μακρά και μία βραχεία. Αυτές οι δύο ενώνονται σε κοινό τένοντα, ο οποίος αναδιπλώνεται γύρω από την πρόσφυση του έξω πλαγίου συνδέσμου στη στυλοειδή απόφυση της περόνης και χωρίζεται σε 3 στοιβάδες (επιφανειακή, λεπτή μέση και βαθύτερη στοιβάδα) (140). Η κύρια λειτουργία του δικεφάλου είναι ως καμπτήρας του γόνατος, αλλά δρα και ως ασθενής εκτείνοντας του ισχίου και έξω στροφέας της κνήμης. Λειτουργεί επίσης και ως στατικός και δυναμικός σταθεροποιητής της έξω πλευράς του γόνατος, ιδιαίτερα σε κάμψη μεγαλύτερη των 30°.

Η δεύτερη στοιβάδα αποτελείται στο πρόσθιο τμήμα της από τους κύριους καθεκτικούς συνδέσμους προσεκβολές του τένοντα του τετρακεφάλου και συνεχίζει προς τα πίσω με τους δύο επιγονατιδομηριαίους συνδέσμους τον κεντρικό και τον περιφερικό, που ανήκουν στους έξω εγκάρσιους καθεκτικούς συνδέσμους (141). Ο κεντρικός καταλήγει στο έξω μεσομύιο διάφραγμα, ενώ ο περιφερικός καταλήγει είτε στο σησαμοειδές της έξω κεφαλής του γαστροκνημίου, είτε άμεσα στον αρθρικό θύλακο.

Η τρίτη και βαθύτερη στοιβάδα αποτελεί τον έξω θύλακο της άρθρωσης. Πίσω από τη λαγονοκνημιαία ταινία ο αρθρικός θύλακος διαιρείται σε δύο πέταλα.



Το επιφανειακό πέταλο καλύπτει εξωτερικά τον έξω πλάγιο σύνδεσμο και καταλήγει προς τα πίσω, είτε στο σύνδεσμο που ενώνει το σησαμοειδές της έξω κεφαλής του γαστροκνημίου με την κεφαλή της περόνης (σησαμοπερονιαίος σύνδεσμος), είτε στο βραχύ πλάγιο σύνδεσμο (142). Ο σησαμοπερονιαίος σύνδεσμος βρίσκεται παράλληλα με τον έξω πλάγιο σύνδεσμο από το σησαμοειδές μέχρι την κεφαλή της περόνης, όπου και καταφύεται οπισθίως της κατάφυσης του δικέφαλου μηριαίου, στη στυλοειδή της απόφυση (142). Ο σύνδεσμος αυτός υπάρχει, μόνο όταν υπάρχει και το σησαμοειδές οστάριο. Διαφορετικά ανευρίσκεται ο βραχύς πλάγιος σύνδεσμος, που εκτείνεται από την έξω κεφαλή του γαστροκνημίου μέχρι την κεφαλή της περόνης (142). Ο έξω πλάγιος σύνδεσμος καλύπτεται εξωτερικά από το επιφανειακό πέταλο του αρθρικού θύλακου και ξεκινάει από τον έξω επικόνδυλο πορευόμενος προς τα κάτω, για να εισέλθει στην κεφαλή της περόνης διαπλεκόμενος με την κατάφυση του δικεφάλου. Το εν τω βάθει πέταλο του θύλακου προσφύεται στον έξω μηνίσκο και σχηματίζει τους στεφανιαίους συνδέσμους και τον πόρο του ιγνυακού τένοντα, ενώ καταλήγει προς τα πίσω στον τοξοειδή σύνδεσμο. Μεταξύ των δύο αυτών πετάλων του αρθρικού θύλακου διέρχεται η κάτω έξω αρτηρία του γόνατος. Ο τοξοειδής σύνδεσμος έχει σχήμα "Υ", φέρεται πάνω από τον ιγνυακό τένοντα και αποτελείται από δύο σκέλη, ένα έξω και ένα έσω. Το έξω σκέλος ξεκινάει από τη στυλοειδή απόφυση της κεφαλής της περόνης και προσφύεται στον οπίσθιο θύλακο λίγο πάνω από το οπίσθιο κέρασ του έξω μηνίσκου. Το έσω σκέλος κατευθύνεται επίσης από τη στυλοειδή απόφυση της κεφαλής της περόνης προς τα πίσω και έσω και καταλήγει στο λοξό ιγνυακό σύνδεσμο και στον οπίσθιο θύλακο (139).

Στην τρίτη στοιβάδα ανήκουν ο ιγνυακός μυς με τον ομώνυμο τένοντα. Ο ιγνυακός μυς εκφύεται από τον έξω μηριαίο κόνδυλο και καταφύεται με τη γαστέρα του μυός σε μία τριγωνική περιοχή στην ιγνυακή επιφάνεια της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης (143,144). Ο ιγνυακός τένοντας καλύπτεται από την έσω πλευρά από τον αρθρικό υμένα, χωρίς όμως να είναι ενδαρθρικός (143). Ο ιγνυακός μυς με την παρουσία διαφόρων προσεκβολών προσφύεται στην πορεία του στο λοξό ιγνυακό σύνδεσμο, στον οπίσθιο θύλακο, στον έξω μηνίσκο και στην κεφαλή της περόνης (145,146). Η τενοντώδης προσεκβολή που συνδέει τον ιγνυακό τένοντα με την κεφαλή της περόνης αποτελεί τον περονο-ιγνυακό σύνδεσμο. Ο σύνδεσμος αυτός ξεκινάει από τη στυλοειδή απόφυση της περόνης και φέρεται στην πορεία του ιγνυακού τένοντα με τον οποίο και συγχωνεύεται (146,147). Ο ιγνυακός τένοντας συνδέεται επίσης με δύο ινώδεις δεσμίδες, την οπίσθια άνω και την πρόσθια κάτω, με τον έξω μηνίσκο. Οι δύο αυτές δεσμίδες σχηματίζουν και τον πόρο του ιγνυακού τένοντα. Η οπίσθια άνω δεσμίδα αποτελεί την οροφή του πόρου και η πρόσθια κάτω το έδαφός του.

Ο τοξοειδής σύνδεσμος μαζί με τον έξω πλάγιο, τον ιγνυακό μυ και τον οπίσθιο έξω αρθρικό θύλακο αποτελούν το τοξοειδές σύμπλεγμα. Το σύμπλεγμα αυτό προστατεύει και σταθεροποιεί την οπίσθια έξω γωνία του γόνατος απέναντι σε δυνάμεις ραιβότητας, έξω στροφής και οπίσθιας μετατόπισης. Στην ενεργητική σταθεροποίηση της περιοχής συμμετέχει και η έξω κεφαλή του γαστροκνήμιου λόγω της στενής τη σχέσης με το τοξοειδές σύμπλεγμα (148). Η έκφυσή της γίνεται από το οπίσθιο και άνω μέρος του έξω μηριαίου κονδύλου και από τον οπίσθιο αρθρικό θύλακο.



## 6. ΜΗΝΙΣΚΟΙ

Η έλλειψη επαλληλίας μεταξύ των αρθρικών επιφανειών στην άρθρωση του γόνατος διορθώνεται με την παρεμβολή των διάρθριων μηνίσκων ή ημισεληνοειδών χόνδρων μεταξύ μηριαίων και κνημιαίων κονδύλων. Οι μηνίσκοι έχουν σχήμα C και αποτελούνται από πυκνό κολλαγόνο συνδετικό ιστό και χόνδρινα κύτταρα (Εικ.11).



**Εικόνα 11.** Έσω και έξω μηνίσκος μαζί με τα κνημιαία αποτυπώματα ΠΧΣ και ΟΧΣ.

Αιματώνονται από τη μέση αρθρική και τις κάτω αρθρικές αρτηρίες του γόνατος, οι οποίες σχηματίζουν αρτηριακά τόξα κατά το έξω χείλος των μηνίσκων. Υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι η αιμάτωση είναι αυξημένη στην περιοχή του πρόσθιου και του οπισθίου κέρατος (149). Σε εγκάρσια διατομή οι μηνίσκοι είναι πιο πεπλατυσμένοι κατά το έσω χείλος τους. Ο έσω μηνίσκος έχει σχήμα ημικυκλικό και εκτείνεται από τον πρόσθιο μεσογλήνιο βόθρο μέχρι τον οπίσθιο. Το μήκος του είναι περίπου 3,5 cm και παρουσιάζει ασύμμετρο σχήμα με σαφώς μεγαλύτερο εύρος στο οπίσθιο κέρασ από ότι στο πρόσθιο. Το μέσο τριτημόριο του έσω πλαγίου συνάπτεται ισχυρά με τον έσω θύλακο και την εν τω βάθει μοίρα του έσω πλαγίου, ενώ το οπίσθιο τριτημόριο συνδέεται ισχυρά με τον οπίσθιο λοξό σύνδεσμο και τον ημιμεμβρανώδη μυ (150). Έτσι εξηγείται η μειωμένη κινητικότητα του έσω μηνίσκου και επομένως η ευπάθειά του στους τραυματισμούς.

Ο έξω μηνίσκος έχει σχήμα περίπου κυκλικό και καλύπτει ένα αρκετά μεγάλο τμήμα της αρθρικής επιφάνειας σε σχέση με τον έσω μηνίσκο. Το πρόσθιο κέρασ του προσφύεται δίπλα από την κατάφυση του ΠΧΣ με την οποία μερικές φορές παρουσιάζει ινώδεις συνδέσεις. Το περιφερικό του χείλος παρουσιάζει μεμονωμένες συνδέσεις με τα έξω θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία. Δε συνάπτεται με τον αρθρικό θύλακο ή τον έξω πλάγιο σύνδεσμο και για αυτό είναι πιο κινητός από τον έσω μηνίσκο και λιγότερο επιρρεπής σε κακώσεις. Χωρίζεται από τον έξω πλάγιο





σύνδεσμο με τον τένοντα του ιγνυακού μυός με τον οποίο συνδέεται με δύο δεσμίδες, που σχηματίζουν τον πόρο του ιγνυακού. Μπορεί να συνδέεται με την έσω επιφάνεια του έσω μηριαίου κονδύλου με συνδέσμους που έχουν ήδη αναφερθεί τον οπίσθιο μηνισκομηριαίο σύνδεσμο του Weisberg και τον πρόσθιο μηνισκομηριαίο σύνδεσμο του Humphrey. Οι δύο μηνίσκοι συνδέονται μεταξύ τους μπροστά με τον εγκάρσιο σύνδεσμο των μηνίσκων.

Στην κάμψη του γόνατος και οι δύο μηνίσκοι μετακινούνται προς τα πίσω, ενώ στην έκταση επανέρχονται πάλι μπροστά (151). Από λειτουργική άποψη οι δύο μηνίσκοι αποτελούν σημαντικά σταθεροποιητικά στοιχεία στην άρθρωση του γόνατος, αφού δέχονται το 45% του βάρους του σώματος (151). Φροντίζουν επίσης για την ομαλή κατανομή των φορτίων που διέρχονται από τις αρθρικές επιφάνειες μηρού-κνήμης, περιορίζουν τις ακραίες στροφικές κινήσεις και συμβάλλουν σημαντικά στη λίπανση της άρθρωσης.

## 7. ΑΓΓΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Η αγγείωση του γόνατος γίνεται κυρίως από κλάδους της ιγνυακής αρτηρίας. Η ιγνυακή αρτηρία κεντρικά δίνει τις άνω , έσω και έξω αρθρικές αρτηρίες του γόνατος, ενώ περιφερικά δίνει τις κάτω, έσω και έξω αρθρικές αρτηρίες του γόνατος. Όλες αυτές οι αρτηρίες φέρονται στην πρόσθια επιφάνεια του γόνατος και το περιβάλλουν, σχηματίζοντας το αρτηριακό δίκτυο του γόνατος μπροστά από την επιγονατίδα (114). Στο σχηματισμό αυτού του δικτύου συμμετέχουν επίσης η ανώτατη αρτηρία του γόνατος κλάδος της μηριαίας αρτηρίας και η πρόσθια κνημιαία παλίνδρομη αρτηρία κλάδος της πρόσθιας κνημιαίας αρτηρίας. Υπάρχει επίσης και η μέση αρθρική αρτηρία του γόνατος, που εκφύεται από το πρόσθιο τμήμα της ιγνυακής αρτηρίας και διεισδύει μέσω του οπίσθιου λοξού συνδέσμου στην άρθρωση του γόνατος. Η αρτηρία αυτή αιματώνει τον οπίσθιο θύλακο, τα οπίσθια κέρατα των μηνίσκων και τους χιαστούς συνδέσμους. Οι χιαστοί σύνδεσμοι αγγειώνονται επίσης από τελικούς κλάδους των κάτω αρθρικών αρτηριών. Δύο κλάδοι της μέσης αρθρικής αρτηρίας φέρονται έσω και έξω στο περιφερικό χείλος των μηνίσκων και αναστομώνονται στην πρόσθια επιφάνεια με το παραπάνω αρτηριακό δίκτυο. Για την προστασία του αρτηριακού δικτύου του γόνατος συνίσταται η χρήση μίας μέσης τομής, όταν πραγματοποιούνται επεμβάσεις στην περιοχή (114).

## 8. ΝΕΥΡΩΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Διάφορες ομάδες νευρών συμμετέχουν στη νεύρωση του δέρματος στην περιοχή του γόνατος. Η κεντρική και η έσω περιοχή του γόνατος νευρώνονται από τα πρόσθια δερματικά νεύρα του μηρού, που είναι κλάδοι του μηριαίου νεύρου. Περιφερικότερα η νεύρωση της περιοχής γίνεται από τον υποεπιγονατιδικό κλάδο και τον έσω δερματικό κλάδο του σαφηνούς νεύρου. Τα νεύρα αυτά προερχόμενα από την έσω πλευρά διασταυρώνονται με τη μέση γραμμή στην πρόσθια επιφάνεια του γόνατος και κατευθύνονται προς τα έξω. Η έξω πλευρά του γόνατος νευρώνεται από κλάδους του έξω δερματικού της γαστροκνημίας και από κλάδους του έξω μηροδερματικού νεύρου. Σημαντικότεροι θεωρούνται οι κλάδοι της έσω πλευράς και για αυτό το λόγο, όταν πραγματοποιούνται επεμβάσεις, συνίσταται η μέση ή η έξω παραεπιγονατιδική τομή (114). Η άρθρωση του γόνατος νευρώνεται από τους



τελικούς κλάδους του θυροειδούς νεύρου και από κλάδους του κνημιαίου, του περνιαίου και του σαφηνούς νεύτρου.

## 9. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Ο αρθρικός θύλακος και τα συνδεσμικά στοιχεία του γόνατος πέρα από τη σταθεροποιητική τους ιδιότητα, χαρακτηρίζονται και από νευρομυική λειτουργία. Διαθέτουν ειδικούς υποδοχείς, που αποτελούν το αισθητήριο όργανο της άρθρωσης. Η αισθητηριακή πληροφόρηση σχετικά με τη θέση της άρθρωσης μέσω αυτών των υποδοχέων ονομάζεται ιδιοδεκτικότητα, ενώ η πληροφόρηση σχετικά με την κίνηση της άρθρωσης ονομάζεται κιναιθησία (152). Τα σήματα από τους υποδοχείς μεταφέρονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα με τις κεντρομόλους αισθητικές οδούς και αποτελούν στην ουσία έναν οδηγό για τη λειτουργία των σταθεροποιητικών στοιχείων, μέσω των φυγόκεντρων κινητικών οδών.

Οι Freemann και Wyke (153) απέδειξαν με τις έρευνές τους σε πειραματόζωα μία πλούσια νευρική κατανομή κυρίως στα οπίσθια θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία και την ύπαρξη τεσσάρων διαφορετικών υποδοχέων. Τα ίδια αποτελέσματα σε ανθρώπινα γόνατα καταγράφηκαν από τον Biedert (154). Οι ομάδες των υποδοχέων είναι οι παρακάτω: οι τύπου I που λέγονται και σωματία Ruffini σχετίζονται κυρίως με την ιδιοδεκτικότητα, δηλαδή με τη θέση της άρθρωσης στο χώρο. Οι τύπου II που ονομάζονται σωματία Pacini και σχετίζονται κυρίως με την κιναιθησία, δηλαδή με την επιτάχυνση και επιβράδυνση στην κίνηση της άρθρωσης. Οι τύπου III που ονομάζονται σωματία Golgi και σχετίζονται και αυτοί με την ιδιοδεκτικότητα. Υπάρχουν επίσης και οι υποδοχείς τύπου IV που είναι ελεύθερες νευρικές απολήξεις στην άρθρωση του γόνατος και χαρακτηρίζονται από αγγειοκινητικές ιδιότητες και μετάδοση πόνου. Σταθερά σε όλους τους συνδέσμους της άρθρωσης ανευρίσκονται μόνο οι υποδοχείς τύπου III.

Πρώτος ο Schultz το 1984 (155) απέδειξε την ύπαρξη μηχανουποδοχέων στον ΠΧΣ και ακολούθησαν στη συνέχεια και άλλοι ερευνητές. Είναι πλέον ευρύτερα αποδεκτό ότι ο φυσιολογικός ΠΧΣ νευρώνεται από μηχανουποδοχείς με ιδιαίτερα σημαντική λειτουργία. Οι περισσότεροι υποδοχείς φαίνεται ότι βρίσκονται στα σημεία πρόσφυσης του ΠΧΣ (128,156). Η ρήξη του ΠΧΣ οδηγεί εκτός από απώλεια της σταθεροποιητικής του ιδιότητας και σε απώλεια της προστατευτικής δράσης που εξασκεί η ιδιοδεκτικότητα. Ο Iwasa (157) απέδειξε τη βελτίωση της λειτουργίας της ιδιοδεκτικότητας στο γόνατο μετά από αποκατάσταση του ΠΧΣ. Ο Ochi (158) ανίχνευσε σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά με ηλεκτρική και μηχανική διέγερση ύστερα από αποκατάσταση ΠΧΣ με οπίσθιους μηριαίους, συμπεραίνοντας ότι η αισθητική ανανέωση μπορεί να συμβεί μετά από αποκατάσταση ΠΧΣ. Την ύπαρξη υποδοχέων στους μηνίσκους απέδειξε επίσης ο Cerulli (159). Σύμφωνα με τον Friederich (160) οι σύνδεσμοι πρέπει να έχουν συγκεκριμένο μήκος, για να μπορούν να ανταπεξέλθουν στην ιδιοδεκτική τους λειτουργία. Σε περίπτωση χρόνιων τραυματισμών οι σύνδεσμοι μπορεί να χαλαρώσουν και να μην είναι έτσι σε θέση να λειτουργήσουν σωστά οι μηχανουποδοχείς τους.



## Γ. ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΓΟΝΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΧΣ

Η λειτουργία και οι εμβιομηχανικές ιδιότητες του ΠΧΣ μπορούν να γίνουν κατανοητές μόνο σε συνδυασμό με τη συνολική λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος, η οποία περιλαμβάνει 3 ανεξάρτητες μεταξύ τους αρθρώσεις, την επιγονατιδομηριαία και αυτές μεταξύ κνημιαίων plateau (έσω και έξω) και των αντίστοιχων μηριαίων κονδύλων (161). Τα χαρακτηριστικά της κίνησης είναι ιδιαίτερα σύνθετα περιέχοντας 3 βαθμούς μετατόπισης (πρόσθια-οπίσθια, έσω-έξω, εγγύς-άπω) και 3 βαθμούς στροφής (κάμψη-έκταση, έξω στροφή-έσω στροφή, απαγωγή-προσαγωγή).

Για να μελετηθεί η αλληλεπίδραση των χιαστών συνδέσμων με την κνημομηριαία άρθρωση, χρησιμοποιείται συχνά ένα απλό δισδιάστατο μοντέλο με ένα βαθμό ελευθερίας στο οβελιαίο επίπεδο. Το μοντέλο αυτό είναι των "ανεστραμμένων τετραπλών αρθρωτών αλυσίδων" (162,163) (Εικ.12). Αποτελείται από 2 χιαζόμενες ράβδους που παριστάνουν τους χιαστούς συνδέσμους και παραμένουν ισομετρικοί στην παθητική κάμψη και 2 συνδεόμενες ράβδους που αντιπροσωπεύουν τη γραμμή μεταξύ των μηριαίων (Blumensaat γραμμή) και κνημιαίων προσφύσεων των χιαστών συνδέσμων. Η κίνηση της άρθρωσης είναι συνδεδεμένη έτσι με το σχήμα των μηριαίων κονδύλων και του κνημιαίου plateau και με την ακεραιότητα των δύο χιαστών συνδέσμων.



Εικόνα 12. Το μοντέλο των ανεστραμμένων τετραπλών αρθρωτών αλυσίδων σε πλήρη έκταση του γόνατος.



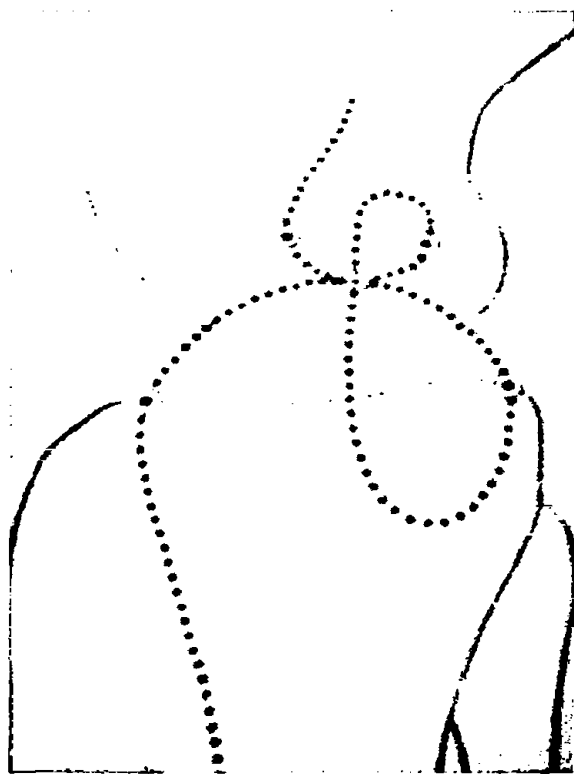
Η “ολισθαίνουσα” διασταύρωση των χιαζόμενων ραβδών αντιπροσωπεύει το στιγμιαίο κέντρο στροφής της άρθρωσης του γόνατος. Έτσι η αλληλεπίδραση μεταξύ των τεσσάρων ραβδών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει την κίνηση των κνημιαίων και μηριαίων κονδύλων, όπως και την οπίσθια μετακίνηση του κνημομηριαίου σημείου επαφής που συμβαίνει με την κάμψη του γόνατος (164,165) (Εικ.13). Επειδή το μοντέλο αυτό απλοποιεί τους βαθμούς ελευθερίας και μειώνει την επιμήκυνση των χιαστών συνδέσμων κατά τη φυσιολογική κίνηση της άρθρωσης, αυτή η προσέγγιση μπορεί να είναι ανεπαρκής για να περιγράψει περισσότερο λεπτομερείς αλληλεπιδράσεις. Περισσότερο σύνθετα και τρισδιάστατα μοντέλα έχουν επίσης περιγραφεί (161,163).



**κόννα 13.** Το εμβιομηχανικό μοντέλο του γόνατος σε κάμψη.



Μαθηματική προέκταση του συγκεκριμένου μοντέλου που περιγράφηκε είναι η καμπύλη του Burmester (165) (Εικ.14), η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις προσφύσεις των συνδέσμων του γόνατος. Οι θέσεις έκφυσης και κατάφυσης των πλαγίων συνδέσμων ακολουθούν τους βασικούς κανόνες εμβιομηχανικής, ενώ όταν δεν ακολουθούνται αυτοί οι κανόνες και οι σύνδεσμοι σταθεροποιούνται σε εξωανατομικές θέσεις, το αποτέλεσμα είναι παθολογική λειτουργία του γόνατος που θα οδηγήσει σε έλλειμμα κινητικότητας και αποτυχία των συνδεσμικών ανακατασκευών (114). Είναι φυσικό επακόλουθο ότι η απώλεια ενός εκ των δύο χιαστών συνδέσμων, που αποτελούν βασικά σταθεροποιητικά στοιχεία αυτού του μηχανικού συστήματος, θα οδηγήσει σε παθολογική κίνηση η οποία θα μεταβάλει την καμπύλη κίνησης της κνήμης σε σχέση με τους μηριαίους κονδύλους. Αντιθέτως μία μεμονωμένη ρήξη ενός πλαγίου συνδέσμου δεν δημιουργεί σοβαρά προβλήματα όσο διατηρούνται ακέραια τα βασικά σταθεροποιητικά στοιχεία (οστά και χιαστοί) του μηχανικού συστήματος.



**Εικόνα 14.** Η καμπύλη του Burmester με τους δύο χιαστούς συνδέσμους. Οι προσφύσεις και των τεσσάρων κυρίων συνδέσμων (χιαστοί και πλάγιοι σύνδεσμοι) του γόνατος βρίσκονται πάνω σε αυτή την καμπύλη.

Ο ΠΧΣ αποτελείται από δύο δεσμίδες (πρόσθια-έσω και οπίσθια-έξω) οι οποίες δεν είναι ισομετρικές κατά την κίνηση της άρθρωσης. Η πρόσθια-έσω δεσμίδα διατηρεί σταθερή τάση σε όλο το εύρος της κίνησης με κάποια αύξηση όταν το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη  $60^\circ$  (166). Η τάση της οπίσθιας-έξω δεσμίδας είναι περισσότερο μεταβλητή. Αυξάνεται στην έκταση του γόνατος και χαλαρώνει στην κάμψη πάνω από τις  $30^\circ$ . Οι δύο λοιπόν δεσμίδες παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά στη σταθεροποίηση της άρθρωσης σε διαφορετικές γωνίες κάμψης. Η πρόσθια-έσω δεσμίδα περιορίζει την προσθιοπίσθια μετατόπιση κατά την κίνηση της άρθρωσης, ενώ η οπίσθια-έξω δεσμίδα περιορίζει την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης και τη στροφή της άρθρωσης του γόνατος (167,168).

Και οι δύο δεσμίδες του ΠΧΣ είναι σημαντικές για τη σταθερότητα της άρθρωσης. Η αποκατάσταση με δύο δεσμίδες του ΠΧΣ αποκαθιστά καλύτερα τις εμβιομηχανικές ιδιότητες του γόνατος σε σχέση με την αποκατάσταση με μία δεσμίδα. Η προσθήκη της οπίσθιας-έξω δεσμίδας δημιουργεί *in situ* δυνάμεις και στις δύο δεσμίδες, οι οποίες “πλησιάζουν” τις *in situ* δυνάμεις του πρωτογενούς ΠΧΣ (169). Εμβιομηχανικές μελέτες έχουν δείξει ότι η αποκατάσταση με μία δεσμίδα του ΠΧΣ αποκαθιστά την προσθιοπίσθια σταθερότητα της κνήμης, αλλά όχι και τη στροφική σταθερότητα (170). Σύμφωνα με άλλες εμβιομηχανικές μελέτες επίσης η αφαίρεση της οπίσθιας-έξω δεσμίδας οδηγεί σε σημαντική αύξηση της στροφής του γόνατος ως απάντηση σε μία συνδυαζόμενη στροφική δύναμη στις  $0^\circ$  και στις  $30^\circ$ , όταν αυτή συγκρίνεται με το φυσιολογικό γόνατο και με γόνατο χωρίς πρόσθια-έσω δεσμίδα (171). Επομένως η αποκατάσταση με μία δεσμίδα δεν είναι δυνατόν να αποκαταστήσει την πρωτογενή σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος και κυρίως τη στροφική σταθερότητα.



## Δ. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΡΗΞΕΩΝ ΤΟΥ ΠΧΣ

Η διαγνωστική προσέγγιση μίας ρήξεως ΠΧΣ από έναν Ορθοπαιδικό δεν έχει σημαντικές διαφορές από τις βασικές αρχές (ιστορικό, κλινική εξέταση, απεικονιστικός έλεγχος, διάγνωση και θεραπεία), που εφαρμόζονται σε ένα συνηθισμένο ιατρικό πρόβλημα. Το σημαντικό είναι ότι στις αθλητικές κακώσεις το ιστορικό πρέπει να είναι αρκετά ακριβές και ο ασθενής είναι συνήθως ενήμερος λεπτομερειών και περιστάσεων. Αυτό είναι μία λεπτομέρεια που δεν συναντάται συχνά στους άλλους τομείς του τραύματος. Στην προσπάθεια “εξαγωγής” ενός λεπτομερούς ιστορικού ο Ορθοπαιδικός θα πρέπει να βγάλει συμπεράσματα από το ιστορικό προηγούμενων τραυματισμών ή δυσλειτουργιών, το μηχανισμό τραυματισμού, το οίδημα (άμεσο ή καθυστερημένο), τον πόνο και τη δυνατότητα του ασθενούς να εξακολουθήσει να συμμετέχει σε αθλητικές δραστηριότητες.

### 1. ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η λήψη ενός σύντομου ιστορικού σχετικά με το μηχανισμό κακώσεως αποτελεί πολύτιμο διαγνωστικό “εργαλείο”. Η ρήξη του ΠΧΣ μπορεί να συμβεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Ο πιο κοινός μηχανισμός είναι η ξαφνική στροφική κίνηση με σταθεροποιημένη την κνήμη στο έδαφος κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων. Επίσης οι ρήξεις που συμβαίνουν στο σκι με ξαφνική επιβράδυνση και αλλαγή κατεύθυνσης χωρίς επαφή με άλλο αθλητή και οι ρήξεις από απότομη σύσπαση του τετρακεφάλου, που ωθεί την κνήμη μπροστά επί του μηριαίου προκαλώντας ρήξη του ΠΧΣ. Η ρήξη του ΠΧΣ μπορεί ακόμη να συμβεί κατά τη διάρκεια εργατικών ή τροχαίων ατυχημάτων. Τη στιγμή του τραυματισμού ο ασθενής πολλές φορές αισθάνεται ή και ακούει ακόμη έναν χαρακτηριστικό ήχο “λακτίσματος” και νιώθει τη ρήξη του ΠΧΣ. Ο πόνος τη στιγμή του τραυματισμού παρουσιάζει ποικιλία στην έντασή του, αλλά μπορεί να είναι ιδιαίτερα έντονος. Ο ασθενής τυπικά αδυνατεί να συνεχίσει την αθλητική του δραστηριότητα και έχει την αίσθηση ότι κάποιος σημαντικός τραυματισμός του συνέβη. Άμεσο οίδημα δημιουργείται στο γόνατο τις πρώτες ώρες μετά τον τραυματισμό, αλλά η έκτασή του περιορίζεται με την παγοθεραπεία και την τοποθέτηση νάρθηκα. Εάν υπάρχει συνοδός βλάβη του θυλάκου, το οίδημα είναι μικρότερο γιατί το αρθρικό υγρό αποθηκεύεται στις θυλακοσυνδεσμικές δομές. Σε περίπτωση απουσίας προγενέστερου τραυματισμού στο γόνατο στο 67%- 77% των ασθενών η παρουσία οξέος τραυματικού αιμάρθρου υποδεικνύει ρήξη ΠΧΣ (172,173), μολονότι η κλινική εξέταση σε αυτές τις περιπτώσεις αποτυγχάνει πολλές φορές να αναδείξει την αστάθεια. Ο ασθενής προσέρχεται για εξέταση με πόνο στην άρθρωση, περιορισμό της κίνησης και εικόνα ψευδομπλοκαρίσματος. Ο Ορθοπαιδικός δεν πρέπει ποτέ να αμελεί την ενημέρωση σχετικά με προηγούμενες κακώσεις στο γόνατο, γιατί τα συμπεράσματά του μπορεί να είναι διαφορετικά.

### 2. ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Η κλινική εξέταση μίας ρήξεως ΠΧΣ απαιτεί εμπειρία και ιδιαίτερη προσοχή από τη μεριά του Ορθοπαιδικού. Είναι όμως απαραίτητη για τη σωστή διάγνωση και



δεν πρέπει ποτέ να παραμελείται. Τα βήματα τα οποία πρέπει να ακολουθούνται σε μία λεπτομερή κλινική εξέταση είναι επισκόπηση, ψηλάφηση, έλεγχος κινητικότητας και σταθερότητας της άρθρωσης. Ο τυπικός ακτινολογικός έλεγχος πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα για αποκάλυψη πιθανής οστικής συμμετοχής. Το υγιές σκέλος πρέπει πάντοτε να εξετάζεται, αφού αποτελεί το σημείο αναφοράς για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Το καλύτερο είναι η εξέταση να αρχίζει με τον ασθενή στη θέση, όπου αισθάνεται το μικρότερο πόνο. Μία μεμονωμένη κλινική εξέταση σπάνια δίνει αποτέλεσμα. Η επανεξέταση είναι απαραίτητη και μεγαλύτερης διαγνωστικής ακρίβειας.

Κατά την επισκόπηση η ηλικία του ασθενούς, το σωματικό λίπος και η μυική του μάζα αντανακλούν το προηγούμενο επίπεδο δραστηριοτήτων του. Μελετούνται προσεκτικά τυχόν οιδήματα, ουλές, εκχυμώσεις και η κατάσταση του δέρματος η οποία μπορεί να δώσει πληροφορίες για τη δύναμη, τη φορά και το μηχανισμό τραυματισμού. Τυχόν παθολογικές θέσεις του σκέλους και ατροφίες πρέπει να καταγράφονται.

Κατά την ψηλάφηση αναζητούνται ευαίσθητες περιοχές στην έκφυση και κατάφυση του ΠΧΣ, κατά μήκος της πορείας του και στο μεσάρθριο διάστημα. Μία ήπια κάμψη του γόνατος, όπου είναι εφικτή χωρίς πόνο, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη γιατί διαχωρίζει μερικά από τα ανατομικά στοιχεία και βοηθάει στην οριοθέτηση των ακριβών σημείων του τραυματισμού. Ελέγχεται επίσης η παρουσία υγρού μέσα στην άρθρωση και ακολούθως ελέγχεται το εύρος κίνησης της άρθρωσης ενεργητικά και παθητικά. Είναι σημαντική η άμεση εξέταση του γόνατος μετά τον τραυματισμό γιατί διαφορετικά το οίδημα και ο μυικός σπασμός στην άρθρωση “ αποκρύπτουν” σημαντικά στοιχεία.

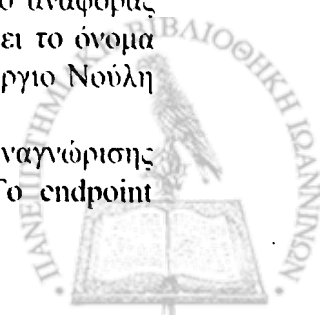
Αφού αξιολογηθούν όλες οι πληροφορίες που θα προκύψουν, πρέπει στη συνέχεια με ιδιαίτερη προσοχή και ήπιες κινήσεις να γίνει η εκτίμηση της σταθερότητας του γόνατος, ώστε να μην υπάρχει επιπλέον πόνος που θα δώσει πιθανότατα ψευδή στοιχεία. Η αστάθεια του γόνατος εκφράζεται με το σύμβολο “+”. “+” σημαίνει 3-5 mm αστάθεια σε σύγκριση με το υγιές σκέλος, “++” σημαίνει 6-10 mm και “+++” πάνω από 10 mm (174).

Η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης μπορεί να μετρηθεί και μη τη χρήση διαφόρων οργάνων. Από αυτά έχει καθιερωθεί η χρήση του KT-1000 του οποίου η ακρίβεια αναφέρεται σύμφωνα με μελέτες να πλησιάζει το 90%-95% (175,176).

### Έλεγχος πρόσθιας αστάθειας

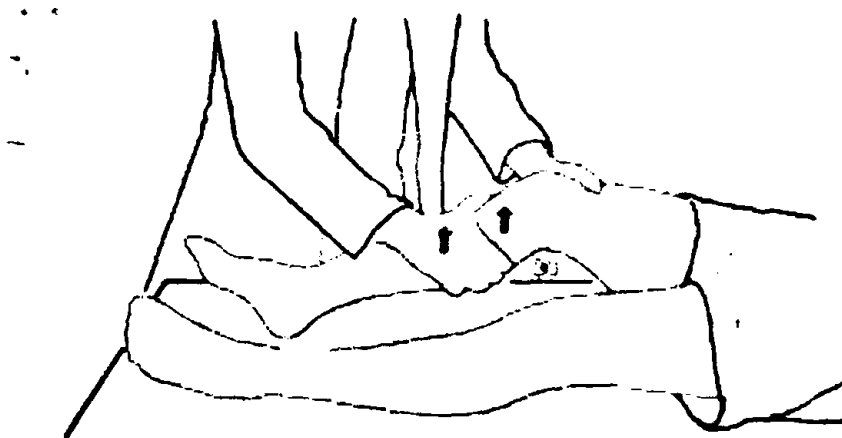
Η ακεραιότητα του ΠΧΣ ελέγχεται με τη δοκιμασία του Lachman (63) (Εικ.15). Το τεστ αυτό ελέγχει την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με το μηρό σε ελαφριά κάμψη του γόνατος (περίπου 20°). Όταν το γόνατο βρίσκεται σε θέση κοντά στην έκταση η ρήξη του ΠΧΣ οδηγεί σε αυξημένη πρόσθια μετατόπιση, ενώ όσο αυξάνεται η κάμψη του γόνατος οι μηνίσκοι, ο οπίσθιος θύλακος και οι πλάγιοι σύνδεσμοι ως δευτερογενείς σταθεροποιητές εμποδίζουν αυτή τη μετατόπιση (174). Το Lachman τεστ έχει αναφερθεί ότι αποτελεί την πιο χρήσιμη κλινική εξέταση για οξείες και χρόνιες ρήξεις ΠΧΣ με την ευαισθησία και την ειδικότητά του να κυμαίνονται σύμφωνα με μελέτες μεταξύ 85% και 98% (119,177). Αξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι αυτή η τόσο σημαντική κλινική δοκιμασία που φέρει το όνομα του Lachman διεθνώς περιγράφηκε για πρώτη φορά από το έλληνα Γεώργιο Νούλη το 1875 στο Παρίσι (21).

Ιδιαίτερα σημαντική για το χειρουργό θεωρείται η ικανότητα αναγνώρισης του τελικού σημείου (endpoint), το οποίο είναι σκληρό ή μαλακό. Το endpoint





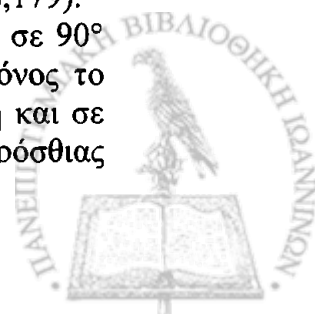
θεωρείται σκληρό, όταν ο ΠΧΣ διακόπτει απότομα την πρόσθια κίνηση της κνήμης επί του μηριαίου, παίζοντας το ρόλο ενός “στοπ”. Αντιθέτως θεωρείται μαλακό, όταν δεν υπάρχει ΠΧΣ και αντιστάσεις είναι οι περισσότερο ελαστικοί δευτερογενείς σταθεροποιητές. Σύμφωνα με τον Strobel (108) ένα σκληρό τελικό σημείο είναι σημαντικότερο από την απόσταση που διανύει η κνήμη μέχρι να φτάσει σε αυτό.



**Εικόνα 15.** Η δοκιμασία Lachman.

Σε ρήξη του ΠΧΣ και σε θέση έκτασης η κνήμη υπεξαρθρώνεται προς τα εμπρός με αποτέλεσμα ο έξω κνημιαίος κόνδυλος λόγω της χαλαρότερης συνδεσμικής του εξάρτησης να μετακινείται πιο πολύ προς τα εμπρός. Κατά την κάμψη του γόνατος υπερέχει η παθολογική κίνηση κύλισης του μηριαίου. Από τις 30° κάμψη και μετά ο ισχυρός τείνων την πλατεία περιτονία από εκτείνων γίνεται καμπτήρας και με μία απότομη κίνηση ανατάσσει ουσιαστικά την κνήμη προς τα πίσω (178). Αυτό αποτελεί το κλινικό φαινόμενο του στροφικού υπεξαρθρήματος (pivot shift), της ανάταξης δηλαδή του υπεξαρθρήματος της κνήμης, την οποία ο ασθενής αντλαμβάνεται με μία περίεργη αίσθηση. Το pivot shift βοηθάει τον Ορθοπαιδικό να καθορίσει την αφύσικη μετατόπιση και στροφή του έσω και του έξω διαμερίσματος του γόνατος. Ελέγχεται συνήθως σε ύπτια θέση. Ο Ορθοπαιδικός ακινητοποιεί τον έξω μηριαίο κόνδυλο σε έκταση και με το άλλο χέρι εφαρμόζει δύναμη βλαισότητας, έσω στροφής και σταδιακή κάμψη. Στις 30° περίπου ανατάσσεται η προς τα εμπρός εξαρθρωμένη κνήμη, ενώ απαραίτητη προϋπόθεση για την ορθότητα του σημείου είναι η ακεραιότητα του τείνοντα την πλατεία περιτονία (177). Σύμφωνα με το λειτουργικό σκορ IKDC το pivot shift χαρακτηρίζεται ως αρνητικό, ομαλό που μπορεί να είναι είτε φυσιολογικό είτε παθολογικό, pivot shift που είναι πάντα παθολογικό ή με μεγάλο υπεξάρθρημα. Το pivot shift είναι θετικό στην πλειονότητα των οξέων ρήξεων του ΠΧΣ και πρακτικά σε όλες τις χρόνιες ρήξεις. Αποτελεί το δεύτερο παθολογικό σημείο στις ρήξεις του ΠΧΣ (178,179).

Δευτερεύουσα σημασία έχει δοθεί στο πρόσθιο συρταροειδές σημείο σε 90° κάμψη για τη διάγνωση της πρόσθιας αστάθειας (108). Πάντως, όταν ο πόνος το επιτρέπει, το πρόσθιο συρταροειδές σημείο σε 90° κάμψη σε ουδέτερη θέση και σε έσω-έξω στροφή της κνήμης θα πρέπει πάντοτε να ελέγχεται. Ο έλεγχος της πρόσθιας



μετατόπισης της κνήμης με το συγκεκριμένο τεστ μπορεί να αποκαλύψει στροφικές αστάθειες και κυρίως οπίσθια αστάθεια (180,181).

### 3. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

#### Ακτινολογικός έλεγχος

Ένας τυπικός ακτινολογικός έλεγχος σε μία ρήξη του ΠΧΣ πρέπει να προηγείται της κλινικής εξέτασης και περιλαμβάνει ακτινογραφίες προσθιοπίσθια (Εικ.16) και πλάγια και μία αξονική (κατ'εφαπτομένη) της επιγονατίδας. Ιδανική λήψη για την αξονική της επιγονατίδας είναι η κατά Merchant (182,183) (Εικ.17). Αυτή η προβολή προσφέρει άριστη εκτίμηση της επιγονατιδομηριαίας και είναι ιδανική για την εκτίμηση των αρθρικών επιφανειών της επιγονατιδομηριαίας και των μορφολογικών χαρακτηριστικών τους. Μία επιπλέον ακτινογραφία του μεσοκονδυλίου (tunnel view) κατά Frik (184) μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρουσία αποσπαστικών καταγμάτων στην περιοχή της μεσοκονδύλιας εντομής. Συνήθως πρόκειται για αποσπαστικά κατάγματα της πρόσθιας ή της οπίσθιας κνημιαίας άκανθας, τα οποία αντιστοιχούν σε οστική κλόσπαση ΠΧΣ ή ΟΧΣ.

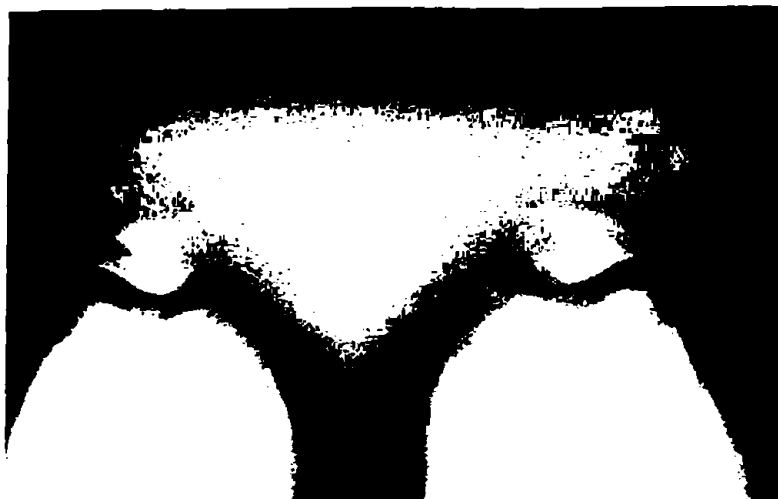
Σε περίπτωση χρόνιων ασταθειών η λήψη ακτινογραφίας κατά Rosenberg (185) δίνει χρήσιμες πληροφορίες για την κατάσταση του αρθρικού χόνδρου υπό συνθήκες φόρτισης. Μείωση του μεσαρθρίου διαστήματος πάνω από 2mm είναι δείγμα εκτεταμένης βλάβης του αρθρικού χόνδρου. Σε χρόνια περιστατικά ωστόσο είναι απαραίτητο να γίνεται εκτίμηση του άξονα του σκέλους με τη χρήση αξονικής ακτινογραφίας του σκέλους.

Ο δυναμικός ακτινολογικός έλεγχος μπορεί να αποκαλύψει το βαθμό της αστάθειας με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια, όμως λόγω του συνοδού άλγους η χρήση του περιορίζεται στις οξείες κακώσεις (186). Στις χρόνιες όμως περιπτώσεις μπορεί να βοηθήσει σε σημαντικό βαθμό.



κόνα 16. Φυσιολογική προσθιοπίσθια ακτινογραφία του γόνατος με 7° αισσότητα του μηροκνημιαίου άξονα.





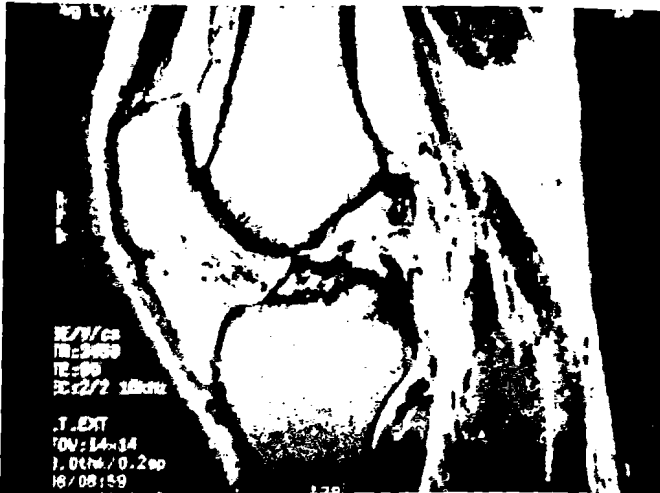
**Εικόνα 17.** Ακτινογραφία επιγονατιδομηριαίας κατά Merchant.

### **Αξονική τομογραφία**

Σε περίπτωση που η ρήξη του ΠΧΣ συνοδεύεται από οστική συμμετοχή, η αξονική τομογραφία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη. Πολλή σημαντική είναι η συμμετοχή της σε πολύπλοκα κατάγματα μηριαίων και κνημιαίων κονδύλων (108).

### **Μαγνητική τομογραφία**

Η χρησιμότητα της μαγνητικής τομογραφίας (MRI) στην εκτίμηση των ρήξεων του ΠΧΣ έχει αμφισβητηθεί λόγω του υψηλού της κόστους και της αξιοπιστίας της καλής κλινικής εξέτασης. Το ιστορικό και μία λεπτομερής κλινική εξέταση είναι σίγουρα το πρώτο βήμα στην εκτίμηση μίας κάκωσης στην άρθρωση του γόνατος. Παρόλα αυτά η χρήση της MRI βοηθάει στην καλύτερη εκτίμηση όχι μόνο των ρήξεων του ΠΧΣ (Εικ.18), αλλά και της κατάστασης των μηνίσκων (Εικ.19) και του χόνδρου (187). Υπάρχουν αναφορές στη βιβλιογραφία (188,189) που υποστηρίζουν ότι χωρίς τις απαραίτητες κλινικές πληροφορίες, η αρθροσκόπηση δεν αναγνωρίζει πολλές φορές τις ρήξεις του οπισθίου κέρατος του έσω μηνίσκου. Η MRI είναι μία εξέταση με μεγάλη ειδικότητα και ευαισθησία, αλλά απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και ιδιαίτερη προσοχή στη διάγνωση. Στην περίπτωση των ρήξεων του ΠΧΣ η MRI είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στον ακριβή προσδιορισμό του σημείου της ρήξεως. Σίγουρα όμως δεν πρέπει να αποτελεί εξέταση ρουτίνας, αλλά ένα πολύτιμο “εργαλείο” στα χέρια του Ορθοπαιδικού σε περιπτώσεις που η κλινική εξέταση είναι ιδιαίτερα σύνθετη.



ικώνα 18. MRI με ρήξη ΠΧΣ στη μηριαία του πρόσφυση.



ικώνα 19. MRI με ρήξη οπισθίου κέρατος έσω μηνίσκου.

## ΕΞΕΤΑΣΗ ΥΠΟ ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ

Η εξέταση του γόνατος υπό γενική αναισθησία δεν πρέπει ποτέ να αλείπεται, αφού αποτελεί σημαντικό τμήμα της προεγχειρητικής διάγνωσης. Πρέπει πάντοτε να γίνεται χωρίς τη χρήση ισχαιμού περιδέσεως και τα αποτελέσματα συγκρίνονται με την υγιή πλευρά. Η χρησιμοποίηση του ακτινοσκοπικού ανήματος παρέχει τη δυνατότητα εκτίμησης του μεγέθους και της κατεύθυνσης αστάθειας (187,190).

## ΛΥΘΡΟΣΚΟΠΗΣΗ

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει τα γόνατα με οξύ τραυματικό αίμαρθρο περισσότερες περιπτώσεις παρουσιάζουν ρήξη ΠΧΣ (191,172). Επειδή η ιρία των προεγχειρητικών κλινικών τεστ και κυρίως του Lachman έχει αυξηθεί



σημαντικά, η αρθροσκόπηση δεν είναι απαραίτητη σε όλους τους ασθενείς με μετατραυματικό αίμαρθρο του γόνατος (192,193). Σε περιπτώσεις που ο Ορθοπαιδικός υποψιάζεται ένα ψευδώς αρνητικό Lachman, η διαγνωστική αρθροσκόπηση ή η μαγνητική τομογραφία (194) είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για τη διάγνωση της ρήξεως του ΠΧΣ. Όταν όμως υπάρχει μία πλήρης ρήξη ΠΧΣ και το Lachman τεστ χωρίς αναισθησία είναι θετικό, δεν είναι αναγκαία η διαγνωστική αρθροσκόπηση. Αυτή ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου ο Ορθοπαιδικός πρόκειται να προβεί σε αποκατάσταση ρήξεως ΠΧΣ (Εικ.20) για τη συνοδό διάγνωση απόκρυφων ρήξεων μηνίσκων και οστεοχόνδρινων καταγμάτων. Είναι έτσι σε θέση ο Ορθοπαιδικός να προβεί σε έναν λεπτομερή προεγχειρητικό σχεδιασμό για τη σωστή αντιμετώπιση της ρήξεως του ΠΧΣ και των συνοδών κακώσεων του γόνατος. Σε καμία περίπτωση όμως δεν μπορεί η αρθροσκόπηση να αντικαταστήσει την κλινική εξέταση. Αποτελεί απλά μία νέα διάσταση στη χειρουργική του γόνατος, η οποία προσθέτει κύρος και αξιοπιστία στη διάγνωση των κακώσεων αυτής της σύνθετης άρθρωσης.



**Εικόνα 20.** Αρθροσκοπική εικόνα με ρήξη ΠΧΣ στη μηριαία του πρόσφυση.

## Ε. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΡΗΞΕΩΝ ΠΧΣ

Οι θεραπευτικές επιλογές μετά από μία ρήξη ΠΧΣ εξατομικεύονται για κάθε ασθενή σύμφωνα με την ηλικία, το επίπεδο δραστηριότητας και την παρουσία ή απουσία άλλων συνοδών τραυματισμών σε δομικά στοιχεία της άρθρωσης. Γενικά, η χειρουργική αντιμετώπιση συνίσταται σε νεαρούς ασθενείς, που είναι ιδιαίτερα δραστήριοι και στους ασθενείς όπου η ρήξη του ΠΧΣ συνοδεύεται από τραυματισμούς σε άλλα δομικά στοιχεία της άρθρωσης. Η συντηρητική αντιμετώπιση συνίσταται σε ηλικιωμένους ασθενείς με καθιστική ζωή.

Ο κύριος λόγος για τη χειρουργική αντιμετώπιση είναι να αποκατασταθεί η σταθερότητα της άρθρωσης, έτσι ώστε να μην υπάρχουν επεισόδια υπεξαρθρήματος της κνήμης επί του μηριαίου, τα οποία είναι ιδιαίτερα επίπονα κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων. Ο άλλος λόγος και πιθανόν ο σημαντικότερος είναι η προστασία του αρθρικού χόνδρου και των μηνίσκων της άρθρωσης. Είναι ζωτικής σημασίας για την άρθρωση του γόνατος η προστασία του αρθρικού χόνδρου και των μηνίσκων.

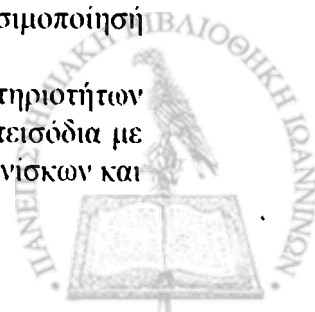
Οι δύο μηνίσκοι έσω και έξω κατά κύριο λόγο απορροφούν τους κραδασμούς μεταξύ των οστών της άρθρωσης και προστατεύουν τον αρθρικό χόνδρο. Με επαναλαμβανόμενα επεισόδια υπεξαρθρήματος οι μηνίσκοι μπορεί να ραγούν ή και να καταστραφούν με αποτέλεσμα να χαθεί η δεδομένη τους ικανότητα για απορρόφηση των κραδασμών. Χωρίς την παρουσία λειτουργικών μηνίσκων, ο αρθρικός χόνδρος είναι εκτεθειμένος σε αυξημένα “πιεστικά φαινόμενα” τα οποία οδηγούν στη δημιουργία αρθρίτιδας. Επιπλέον ο αρθρικός χόνδρος μπορεί απευθείας να τραυματιστεί ή να καταστραφεί από τα συνεχή επεισόδια υπεξαρθρήματος.

### 1. ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Η συντηρητική αντιμετώπιση μεμονωμένων ρήξεων ΠΧΣ έχει πιθανότητες επιτυχίας ή μπορεί να εφαρμοστεί σε ασθενείς: α) με μερική ρήξη και χωρίς συμπτώματα αστάθειας β) με πλήρη ρήξη και χωρίς συμπτώματα αστάθειας κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων χαμηλών απαιτήσεων, οι οποίοι είναι διατεθειμένοι να παραιτηθούν από τα σπορ των υψηλών απαιτήσεων γ) που πραγματοποιούν ελαφριά σωματική εργασία ή κάνουν καθιστική ζωή δ) σε παιδιά όπου οι επιφύσεις είναι ακόμη ανοικτές.

Η συντηρητική αντιμετώπιση συνίσταται σε φυσιοθεραπεία, τροποποίηση δραστηριοτήτων και χρησιμοποίηση ενός λειτουργικού κηδεμόνα. Στόχος της φυσιοθεραπείας είναι η ενδυνάμωση των μυών που περιβάλλουν την άρθρωση του γόνατος, ώστε να αντισταθμιστεί η απουσία του ΠΧΣ. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η ενδυνάμωση των οπισθίων μηριαίων (hamstrings). Η τροποποίηση των δραστηριοτήτων μπορεί να αποβεί πολύ πετυχημένη. Σπορ που δεν περιέχουν στροφικές κινήσεις μπορεί να γίνονται συχνά χωρίς δυσκολίες. Επιπλέον η χρησιμοποίηση ενός λειτουργικού κηδεμόνα πρέπει να εφαρμόζεται. Ενώ ο λειτουργικός κηδεμόνας μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμος σε κάποιους ασθενείς, σε άλλους τα επεισόδια υπεξαρθρήματος μπορεί να συνεχίσουν παρά τη χρησιμοποίησή του.

Παρόλα αυτά κάποιες φορές κατά τη διάρκεια καθημερινών δραστηριοτήτων το γόνατο χωρίς ΠΧΣ μπορεί να υπεξαρθρωθεί, οδηγώντας σε επίπονα επεισόδια με συνοδό οίδημα. Αυτά τα επεισόδια με το συνοδό ρίσκο για καταστροφή μηνίσκων και



αρθρικού χόνδρου οδηγούν την πλειοψηφία των ιδιαίτερα “δραστήριων” ασθενών να επιλέγουν τη χειρουργική αντιμετώπιση των ρήξεων του ΠΧΣ.

## 2. ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Σε περιπτώσεις ρήξεων του ΠΧΣ οι ίνες αυτού υφίστανται μεγάλη “απόσπαση” από το πρωτογενές αποτύπωμα και μη αναστρέψιμη ζημιά. Έτσι η συρραφή της ρήξεως δεν οδηγεί σε καλά αποτελέσματα, αφού δεν μπορεί να αποκαταστήσει την πραγματοποιηθείσα ρήξη. Ο κατεστραμμένος σύνδεσμος πρέπει να απομακρυνθεί και να αντικατασταθεί με έναν καινούριο. Υπάρχει ένας αριθμός χειρουργικών επιλογών για την αποκατάσταση του ΠΧΣ. Ο τύπος της συγκεκριμένης επιλογής που θα προτιμηθεί, ποικίλει από ασθενή σε ασθενή και εξαρτάται από τις ιδιαίτερες προτιμήσεις κάθε χειρουργού, καθώς και από παράγοντες εξατομικευμένους για κάθε ασθενή. Το υλικό που χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση του ΠΧΣ καλείται μόσχευμα και μπορεί να είναι αυτομόσχευμα, αλλομόσχευμα ή και συνθετικό μόσχευμα.

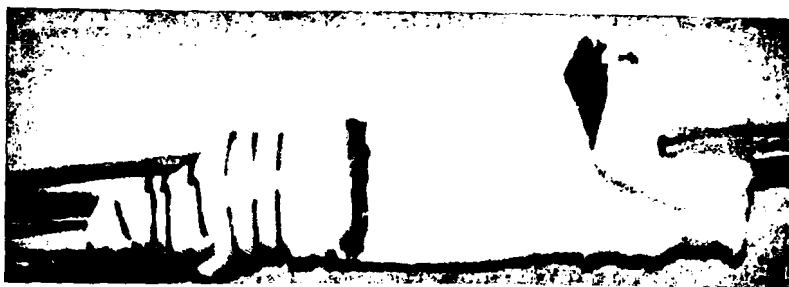
### ΑΥΤΟΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

#### Επιγονατιδικός τένοντας

Το μόσχευμα του επιγονατιδικού τένοντα έχει θεωρηθεί το “gold standard” στην αντιμετώπιση των ρήξεων του ΠΧΣ και αποτελεί το σημείο αναφοράς, αφού με βάση την αποτελεσματικότητα αυτού γίνεται η σύγκριση όλων των άλλων μοσχευμάτων. Το μόσχευμα (BPTB graft) αποτελείται από το κεντρικό ή το έσω 1/3 του επιγονατιδικού τένοντα και συμπεριλαμβάνει δύο οστικά τεμάχια σε κάθε του άκρο, στο εγγύς τμήμα από την επιγονατίδα και στο άπω τμήμα από την κνήμη ή μόνο ένα οστικό τεμάχιο από την επιγονατίδα (BPT graft) (Εικ.21) και το τμήμα περιστέρου από την κνήμη. Επειδή ο επιγονατιδικός τένοντας είναι ιδιαίτερα ισχυρός και άκαμπτος και η σταθεροποίηση οστού με οστό με τη βοήθεια απορροφήσιμων βιδών προσφέρει ισχυρή καθήλωση και γρήγορη ενσωμάτωση του μοσχεύματος, το BPTB μόσχευμα είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μόσχευμα για την αποκατάσταση του ΠΧΣ (195). Συνίσταται συχνά για ασθενείς υψηλών απαιτήσεων και για ασθενείς των οποίων η εργασία δεν απαιτεί ιδιαίτερο γονάτισμα. Τα μειονεκτήματα για τα οποία το μόσχευμα αυτό δέχεται ισχυρή κριτική είναι η αυξημένη νοσηρότητα της δότριας περιοχής, συμπεριλαμβανομένων επιπλοκών όπως πόνος στην επιγονατιδομηριαία (196), πόνος με το γονάτισμα, κάταγμα επιγονατίδας (197), επιγονατιδομηριαίος κριγμός (198), υπαισθησία που προκαλείται από καταστροφή του υποεπιγονατιδικού κλάδου του σαφηνούς νεύρου (199), και πιθανή μείωση της ισχύος του τετρακεφάλου.

Υπάρχουν ασθενείς οι οποίοι δεν θεωρούνται καλοί υποψήφιοι για χρησιμοποίηση του συγκεκριμένου μοσχεύματος. Αυτοί είναι ασθενείς με ιδιαίτερα στενούς επιγονατιδικούς τένοντες. Άλλοι που έχουν ιστορικό τενοντίτιδας επιγονατιδικού, χρόνια επιγονατιδομηριαία πόνο ή αρθρίτιδα επιγονατιδομηριαίας θα έχουν σαφώς λιγότερα προβλήματα μετεγχειρητικά, εάν επιλέξουν ένα διαφορετικό τύπο μοσχεύματος. Και επίσης, όπως έχει ήδη αναφερθεί, εργαζόμενοι που γονατίζουν συχνά πρέπει να αποφύγουν τη χρησιμοποίηση του επιγονατιδικού, λόγω ευαισθησίας και πόνου της δότριας περιοχής.



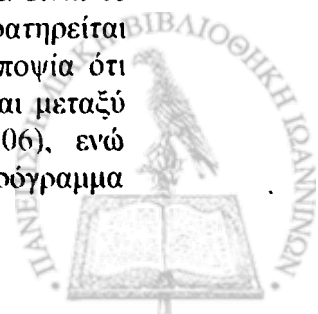


**Εικόνα 21.** BPT μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα.

### **Οπίσθιοι μηριαίοι (Hamstrings)**

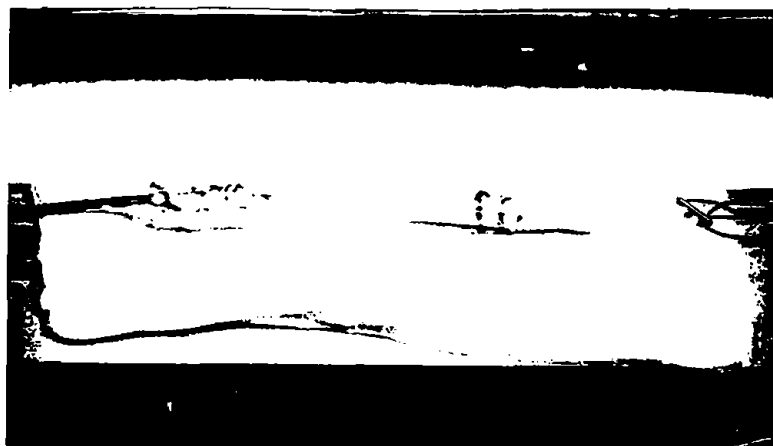
Για την αποφυγή της νοσηρότητας της δότριας περιοχής από τη χρησιμοποίηση του επιγονατιδικού μοσχεύματος έχει αυξηθεί πάρα πολύ η χρησιμοποίηση των οπισθίων μηριαίων (Hamstrings) ως αυτομόσχευμα για την αποκατάσταση του ΠΧΣ. Το μόσχευμα αυτό αποτελείται από τον ημιτενοντώδη και τον ισχνό τένοντα ή μόνο από τον ημιτενοντώδη. Οι δύο τένοντες σχηματίζουν μία “λούπα”, έτσι ώστε να δημιουργηθεί μία τετραπλή δομή και στη συνέχεια συρράπτονται μεταξύ τους για να πάρει το μόσχευμα την τελική του μορφή (Εικ.22). Παρά το γεγονός της ύπαρξης πολλών μελετών (200-202) που δεν βρίσκουν σημαντικές διαφορές στη νοσηρότητα της δότριας περιοχής, επικρατεί ακόμη η αντίληψη της μικρότερης νοσηρότητας στους Hamstrings. Τα πιθανά νευρώματα που δημιουργούνται κατά τη λήψη των οπισθίων μηριαίων από τραυματισμό του υποεπιγονατιδικού κλάδου του σαφηνούς νεύρου (203) είναι έξω από τη φορτιζόμενη περιοχή και προκαλούν λιγότερο πόνο σε σχέση με τα νευρώματα του επιγονατιδικού τένοντα (202). Ένα άλλο ιδιαίτερα ενδιαφέρον γεγονός είναι η αναγέννηση των οπισθίων μηριαίων μετά από τη λήψη τους (204), γεγονός που επιβεβαιώθηκε χειρουργικά και ιστολογικά. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για αθλητές που εκτελούν δραστηριότητες που έχουν σχέση με την ακεραιότητα των Hamstrings.

Το συγκεκριμένο μόσχευμα κριτικάρεται αρνητικά για δύο κυρίως λόγους. Αρχικά είναι η μειωμένη δύναμη και ακαμψία του μοσχεύματος σε σχέση με τον πρωτογενή ΠΧΣ (126), που οδηγούν σε πρώιμη αποτυχία του μοσχεύματος. Με τους οπίσθιους μηριαίους δεν υπάρχουν οστικά τεμάχια για την καθήλωση του μοσχεύματος στα τούνελ και γίνεται σταθεροποίηση μεταξύ μαλακών μορίων και οστού η οποία απαιτεί περισσότερο χρόνο. Για αυτό το λόγο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στα επιθετικά πρωτόκολλα αποκατάστασης. Ένα άλλο πρόβλημα είναι το φαινόμενο της διεύρυνσης των οστικών τούνελ (tunnel widening) που παρατηρείται μερικές φορές μετεγχειρητικά 3 μήνες μετά την επέμβαση. Υπάρχει η υποψία ότι αυτό οφείλεται σε μία μορφή φλεγμονώδους αντίδρασης που δημιουργείται μεταξύ οστών και μαλακών μορίων λόγω διαφυγής αρθρικού υγρού (205,206), ενώ ενισχύεται από την πρόωρη κινητοποίηση και το επιθετικό πρόγραμμα





αποκατάστασης, λόγω της μικροκίνησης μεταξύ μοσχεύματος και οστικών τούνελ (207,208).

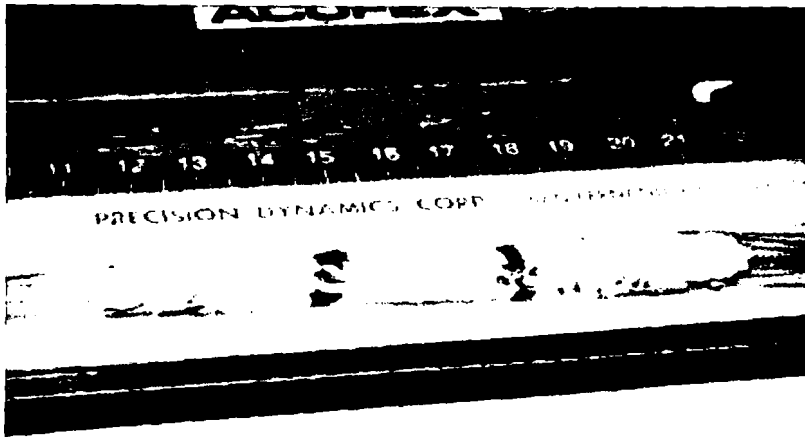


**Εικόνα 22.** 4πλό μόσχευμα οπισθίων μηριαίων (Hamstrings)

Η διαδικασία της λήψης των Hamstrings είναι τεχνικά απαιτητική και απαιτεί χειρουργική εμπειρία. Είναι ιδιαίτερα σημαντική η αρχική τάση που πρέπει να δοθεί στο μόσχευμα πριν τη σταθεροποίηση, και σε κάθε ένα από τα τέσσερα άκρα του μοσχεύματος πρέπει να δοθεί ξεχωριστά αρχική τάση κατά τη σταθεροποίηση στην κνήμη. Σε ασθενείς με πολυσυνδεσμική χαλαρότητα ή πολύ εύκαμπτες αρθρώσεις είναι προτιμότερη η χρησιμοποίηση του επιγονατιδικού μοσχεύματος, όπως και σε αυτούς που έχει προηγηθεί τραυματική ρήξη των οπισθίων μηριαίων.

## Τετρακέφαλος τένοντας

Μία άλλη επιλογή μοσχεύματος ιδιαίτερα αξιόπιστη σε περιπτώσεις revision είναι ο τένοντας του τετρακεφάλου. Το μόσχευμα αυτό περιγράφηκε αρχικά από τους Staubli (209) και Blauth (210) και έγινε ιδιαίτερα δημοφιλές από τον Fulkerson (55). Περιλαμβάνει το μέσο 1/3 του τένοντα του τετρακεφάλου με ένα συνοδό οστικό τεμάχιο από την επιγονατίδα ή και χωρίς συνοδό οστικό τεμάχιο (Εικ.23), δημιουργώντας έτσι ένα μεγαλύτερο και ισχυρότερο μόσχευμα κατάλληλο για ψηλότερους και βαρύτερους ασθενείς. Επειδή το οστικό τεμάχιο προέρχεται από τον άνω πόλο της επιγονατίδας, είναι πιθανή η λήψη αυτού του μοσχεύματος ακόμη και αν έχει χρησιμοποιηθεί μόσχευμα από τον επιγονατιδικό τένοντα ( BPTB). Το συγκεκριμένο μόσχευμα είναι μία πολλή καλή εναλλακτική λύση σε περιπτώσεις revision, ενώ οι ασθενείς με μόσχευμα τετρακεφάλου δεν παρουσιάζουν συχνά συμπτώματα τενοντίτιδας επιγονατιδικού και επιστρέφουν στις αθλητικές δραστηριότητες όντας ικανοί να γονατίζουν χωρίς σοβαρά προβλήματα. Η συμπεριφορά του μοσχεύματος είναι παρόμοια με αυτή του επιγονατιδικού. Υπάρχει έτσι υψηλό ρίσκο για πόνο στην επιγονατιδομηριαία, ενώ το ρίσκο για κάταγμα επιγονατίδας με τη συνοδό λήψη οστικού τεμαχίου είναι χαμηλό. Οι προκλήσεις για σταθεροποίηση του μοσχεύματος είναι παρόμοιες με τα άλλα μοσχεύματα, ενώ οι ασθενείς δεν βρίσκουν συχνά κοσμητικά αποδεκτή τη χειρουργική τομή για τη λήψη του.



Εικόνα 23. Μόσχευμα τετρακεφάλου χωρίς οστικό τεμάχιο.

## ΑΛΛΟΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

Σε μία προσπάθεια να μειωθεί η νοσηρότητα της δότριας περιοχής, τα αλλομοσχεύματα είναι μια επιλογή για την αποκατάσταση του ΠΧΣ που έχουν ερδίσει σημαντικό έδαφος τα τελευταία χρόνια. Πέρα από αυτό τα αλλομοσχεύματα προσφέρουν βραχύτερο χειρουργικό χρόνο, βελτιωμένο αισθητικά αποτέλεσμα και ικανότητα για ταχύτερη αποκατάσταση. Υπάρχουν διάφορων ειδών αλλομοσχεύματα με συχνότερα χρησιμοποιούμενα αυτά του αχιλλείου τένοντα, του



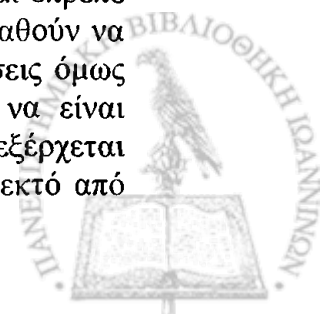
επιγονατιδικού τένοντα και της πλατείας περιτονίας. Υπάρχουν και μελέτες που υποστηρίζουν τη χρήση του προσθίου κνημιαίου (211), επειδή είναι ένας ιδιαίτερα ισχυρός τένοντας κατάλληλος για αποκατάσταση του ΠΧΣ. Το κυριότερο πρόβλημα των αλλομοσχευμάτων είναι η συνοδός μετάδοση ασθενειών (212). Με τις κατάλληλες διαδικασίες αντισηψίας, το σχολαστικό έλεγχο και την αποστείρωση των αλλομοσχευμάτων, το ρίσκο για τη μετάδοση ασθενειών είναι πολύ μικρό. Η μετάδοση του ιού HIV από κατάλληλα ελεγμένα αλλομοσχεύματα είναι 1 στις 1.500.000 (213). Στις ΗΠΑ οι τράπεζες μοσχευμάτων κάνουν σχολαστικό έλεγχο για αγτιγόνο επιφανείας ηπατίτιδας Β, αντίσωμα ηπατίτιδας Β, αντίσωμα ηπατίτιδας C, σύφιλη, αντίσωμα HTLV-1, αντισώματα HIV I και HIV II και αντιγόνο HIV P24 (214), ενώ διατηρούν τα μοσχεύματα αυτά για ένα εξάμηνο πριν επιτραπεί η χρησιμοποίησή τους. Επιπλέον τα μοσχεύματα αυτά μπορούν και να αποστειρωθούν με κυριότερες μεθόδους τη χρήση οξειδίου του αιθυλενίου και γ-ακτινοβολίας. Οι τεχνικές όμως αυτές έχουν ως αποτέλεσμα αλλοιώσεις στα δομικά συστατικά των αλλομοσχευμάτων και δεν συνιστανται. Είναι προτιμότερη η χρησιμοποίηση των φρέσκων κατεψυγμένων (fresh frozen) αλλομοσχευμάτων και έχει επικρατήσει η χρησιμοποίησή τους

Αλλα σημαντικά προβλήματα είναι το αυξημένο κόστος του χειρουργείου, η ανοσολογική απάντηση του δέκτη στο μόσχευμα, η καθυστερημένη ενσωμάτωση σε σχέση με τα αυτομοσχεύματα (215) και η μακροχρόνια διατήρηση της φυσιολογικής αρχιτεκτονικής τους δομής (216,217). Παρά τις αμφιλεγόμενες απόψεις που επικρατούν στη βιβλιογραφία, τα αλλομοσχεύματα συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται αλλά όλοι πρέπει να είναι γνώστες των πιθανών επιπλοκών τους. Παρά το συνοδό τους ρίσκο υπάρχουν ερευνητές που υποστηρίζουν τη χρήση τους ακόμη και σε μεμονωμένες ρήξεις ΠΧΣ (213). Σε κάθε περίπτωση όμως τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των αλλομοσχευμάτων δεν ξεπερνούν το αυξημένο τους κόστος.

## ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

Η τάση της χρησιμοποίησης συνθετικών μοσχευμάτων για αντικατάσταση του ΠΧΣ υπάρχει εδώ και πολλά χρόνια στη βιβλιογραφία. Κάποια στιγμή θα μπορέσει πιθανότατα η τεχνολογία να προσφέρει στους Χειρουργούς ένα συνθετικό μόσχευμα, το οποίο θα μιμείται όλα τα χαρακτηριστικά του πρωτογενούς ΠΧΣ. Δεν θα απαιτείται περίοδος ενσωμάτωσης του μοσχεύματος και ο ασθενής θα επιστρέφει σε αθλητικές δραστηριότητες στο μισό χρονικό διάστημα σε σχέση με τα αυτομοσχεύματα. Πολλά συνθετικά μοσχεύματα όπως το Gore-Tex (218), το Kennedy ligament augmentation device (LAD) (219,220), το Artelon, το Lars, ίνες άνθρακα και διάφοροι άλλοι προσθετικοί σύνδεσμοι (221) έχουν χρησιμοποιηθεί. Κανένα όμως δεν είχε την ποιότητα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για μία επιτυχημένη ανακατασκευή του ΠΧΣ.

Παρά το γεγονός ότι τα μοσχεύματα αυτά επέτρεπαν γρήγορη επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες, παρουσίαζαν μεγάλη ακαμψία και σταδιακά καταστρέφονταν λόγω των επαναλαμβανόμενων κυκλικών κινήσεων του γόνατος και της τριβής τους στις γωνίες των οστικών τούνελ. Η άρθρωση σταδιακά γινόταν οίδηματώδης και τα περισσότερα από τα μοσχεύματα ήταν αποτυχημένα και έπρεπε να αφαιρεθούν. Υπάρχει ακόμη έντονο ενδιαφέρον και οι ερευνητές προσπαθούν να βρουν το "τέλειο" μόσχευμα για την αντικατάσταση του ΠΧΣ. Οι απαιτήσεις όμως από αυτό είναι πολύ αυξημένες. Το συνθετικό αυτό μόσχευμα πρέπει να είναι ιδιαίτερα ισχυρό, να έχει την κατάλληλη ακαμψία και την αντοχή να ανταπεξέρχεται σε αυξημένα φορτία χωρίς να φθείρεται και το σημαντικότερο να είναι ανεκτό από



τον ανθρώπινο οργανισμό χωρίς συστηματικές αντιδράσεις. Όλα αυτά είναι ένας ιδιαίτερα απαιτητικός στόχος.

Πολλά συνθετικά μοσχεύματα χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη και μόνο ο χρόνος θα δείξει αν είναι ικανά να πετύχουν τους στόχους τους. Στις ΗΠΑ αντιθέτως δεν χρησιμοποιούνται τα μοσχεύματα αυτά για αποκατάσταση του ΠΧΣ, γιατί δεν υπάρχει η κατάλληλη έγκριση από το FDA.

## ΑΛΛΑ ΠΙΘΑΝΑ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ

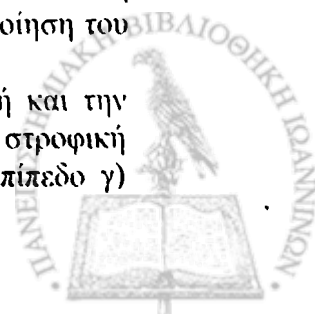
Οι προσπάθειες χρησιμοποίησης μη ανθρώπινων ιστών (ξενομοσχεύματα) για την αποκατάσταση του ΠΧΣ στις δεκαετίες του 80 και του 90 απέβησαν αποτυχημένες, λόγω αδυναμίας ενσωμάτωσης του υλικού στον ανθρώπινο οργανισμό. Μία νέα προσπάθεια δημιουργίας επιγονατιδικού μοσχεύματος από χοίρο αναπτύσσεται, η οποία μπορεί να δώσει απαντήσεις στην ανοσολογική απόρριψη από το ανθρώπινο ανοσολογικό σύστημα. Η Εμβιομηχανική και η Γενετική Μηχανική κάνουν με τη σειρά τους εκτεταμένες προσπάθειες δημιουργίας συνδεσμικών ινών, οι οποίες θα αναπτύσσονται σε ένα κατάλληλο υπόστρωμα από βιοσυμβατό υλικό. Οι συνδεσμικές αυτές ίνες θα μιμούνται τη φυσιολογική αρχιτεκτονική του ΠΧΣ και ένα από τα καταλληλότερα υποστρώματα φαίνεται να είναι το μετάξι. Αυτό μοιάζει να είναι καλά ανεκτό από τον ανθρώπινο οργανισμό, ιδιαίτερα ισχυρό και με την απαραίτητη ακαμψία, αλλά σε κάθε περίπτωση απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

Η γονιδιακή θεραπεία θα είναι αναντίρρητα ένα πολύτιμο εργαλείο στο μέλλον. Η ανάπτυξη συνδεσμικών ινών κολλαγόνου και διαφόρων αγγείων, καθώς και κάποιων παραγόντων που δημιουργούν ουλώδη ιστό θα αποβούν ιδιαίτερα χρήσιμα. Το κατά πόσο υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για να αποβούν όλα αυτά ευεργετικά για την αντιμετώπιση των ρήξεων του ΠΧΣ, είναι κάτι που θα φανεί στο μέλλον.

## 3. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ 2 ΔΕΣΜΙΔΕΣ ΤΟΥ ΠΧΣ

Οι παραδοσιακές τεχνικές αποκατάστασης του ΠΧΣ έχουν επικεντρωθεί στην αποκατάσταση μόνο της μίας δεσμίδας του ΠΧΣ της πρόσθιας-έσω (AM bundle). Οι τεχνικές αυτές έχουν αποδώσει από καλά έως εξαιρετικά αποτελέσματα με πολλούς αθλητές να επιστρέφουν στις αθλητικές δραστηριότητες (222,196). Ταυτόχρονα στη βιβλιογραφία αναφέρεται από πολλούς συγγραφείς εμμένουσα αστάθεια με λειτουργικά τεστ και εκφυλιστικές αλλοιώσεις στους ακτινολογικούς ελέγχους μετά από παραδοσιακή αποκατάσταση του ΠΧΣ (223,170). Σαν αποτέλεσμα σε πολλά κέντρα γίνονται προσπάθειες αποκατάστασης και των δύο δεσμίδων του ΠΧΣ, της οπίσθιας-έξω (PL bundle) δηλαδή μαζί με την AM bundle. Αυτή η τεχνική είναι η λεγόμενη ανατομική αποκατάσταση του ΠΧΣ (double bundle technique). Οι δύο κύριοι στόχοι αυτής της τεχνικής είναι η αποκατάσταση των αρχικών εμβιομηχανικών ιδιοτήτων και ανατομικών παραμέτρων της άρθρωσης. Τα θεωρητικά λοιπόν πλεονεκτήματα της ανατομικής αποκατάστασης του ΠΧΣ είναι η μικρότερη πρόσθια μετατόπιση της κνήμης επί του μηριαίου, η ελαχιστοποίηση του φαινομένου rivot shift και η αυξημένη στροφική σταθερότητα (169,224).

Πριν όμως ασπαστεί η Ορθοπαιδική Κοινότητα αυτή την τεχνική και την εφαρμόσει ευρέως, πρέπει να σιγουρευτεί ότι: α) προσδίδει μεγαλύτερη στροφική σταθερότητα β) βελτιώνει τη λειτουργία της άρθρωσης στο οριζόντιο επίπεδο γ)



προστατεύει καλύτερα τους μηνίσκους δ) καθυστερεί την ανάπτυξη της οστεοαρθρίτιδας και ε) δεν παρουσιάζει περισσότερες επιπλοκές από την παραδοσιακή τεχνική. Απαιτούνται επομένως μακροχρόνια follow-up με προσεκτικές μετρήσεις σε τυχαιοποιημένες προοπτικές μελέτες, για να κριθεί η αποτελεσματικότητα αυτής της τεχνικής. Μόνο τότε θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια και πιστεύοντας ότι θα ανοίξει νέους ορίζοντες στην αποκατάσταση του ΠΧΣ.



**ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

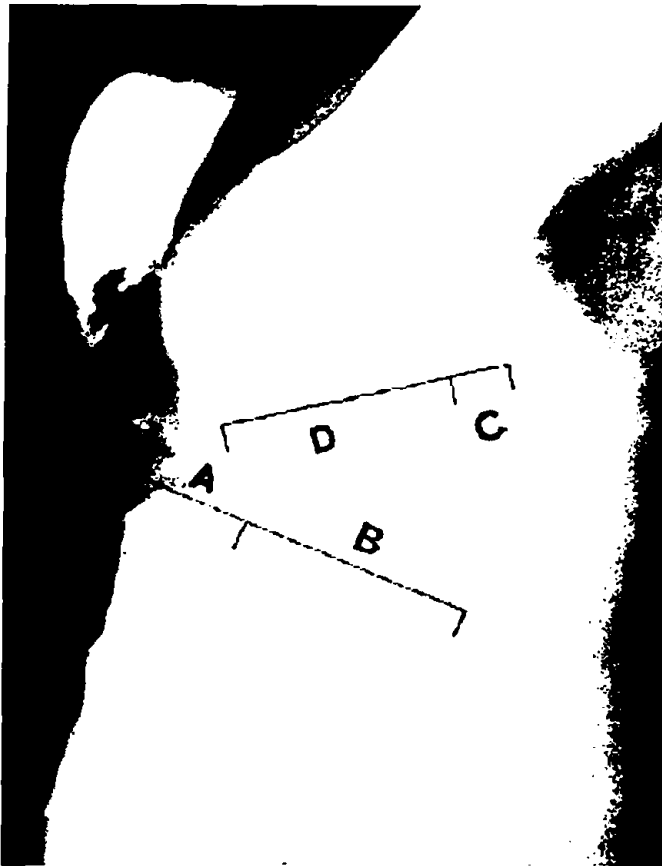
Η αρθροσκοπική αποκατάσταση του ΠΧΣ είναι μία από τις πιο διαδεδομένες ορθοπαιδικές επεμβάσεις και η συχνότητά της αυξάνεται συνεχώς, λόγω του μεγαλύτερου αριθμού ατόμων που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες. Η σωστή τοποθέτηση των οστικών τούνελ είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία της επέμβασης. Οι συνηθισμένες χειρουργικές τεχνικές δεν επαρκούν για να αποκαταστήσουν τη σύνθετη γεωμετρία του πρωτογενούς ΠΧΣ. Κύριος σκοπός του χειρουργού είναι βασικά να αντιγράψει, όσο είναι δυνατόν, τις ιδιότητες του πρωτογενούς ΠΧΣ (225). Ο ΠΧΣ δεν παρουσιάζει πλήρη συμμετρία και μόνο μερικές του ίνες είναι σχεδόν ισομετρικές σε όλο το εύρος κίνησης του γόνατος. Έτσι μία σχεδόν ισομετρική συμπεριφορά του υποκατάστατου του ΠΧΣ είναι αναγκαία με ένα εύρος 2-3 mm επιμήκυνσης του μοσχεύματος κατά την έκταση του γόνατος (226,227).

Εάν το υποκατάστατο του ΠΧΣ δεν τοποθετηθεί ισομετρικά, η απόσταση μεταξύ της μηριαίας και της κνημιαίας πρόσφυσης του μοσχεύματος θα ποικίλει κατά την κίνηση του γόνατος. Αυτό θα οδηγήσει σε βράχυνση του μοσχεύματος σε διάφορους βαθμούς κάμψης του γόνατος και τελικά σε χαλάρωση, οδηγώντας σε αυξημένη αστάθεια της άρθρωσης. Η ισομετρία του μοσχεύματος επηρεάζεται σημαντικά από τη θέση του μηριαίου καναλιού. Πολλοί συγγραφείς έχουν βρεί ότι χρησιμοποιώντας την κλασική μέθοδο αποκατάστασης του ΠΧΣ με μία δεσμίδα, η τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού κοντά στο αποτύπωμα της πρόσθιας έσω δεσμίδας (βαθιά και άνω στο notch με το γόνατο σε κάμψη) είναι ικανή να προσδώσει μία σχεδόν ισομετρική συμπεριφορά στο μόσχευμα (227,228).

Αποδείχθηκε πολύ καλά από τον Noyes (228) ότι η αλλαγή της θέσης του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ είχε πολύ μεγαλύτερη επίδραση από ότι του κνημιαίου αποτυπώματος στις μεταβολές του μήκους του μοσχεύματος. Το κέντρο περιστροφής της άρθρωσης είναι πολύ πιο κοντά στο μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ από ότι στο κνημιαίο και έτσι υπάρχουν πολύ μικρότερα περιθώρια λάθους, όταν δημιουργείται το μηριαίο κανάλι. Κλινικές μελέτες αποδεικνύουν ότι το μηριαίο κανάλι πρέπει να τοποθετείται τουλάχιστον 60% οπίσθιος σε σχέση με το πρόσθιο όριο της γραμμής Blumensaat (229) (Εικ.24). Ακόμη και μικρές παρεκκλίσεις του μηριαίου αποτυπώματος κατά μήκος της γραμμής Blumensaat μπορεί να αποβούν ιδιαίτερα σημαντικές για την κινηματική του γόνατος (228,230) Ένα ανατομικά τοποθετημένο μηριαίο κανάλι το οποίο έχει μικρότερη πιθανότητα impingement του μοσχεύματος επί του μηριαίου στην έκταση του γόνατος, θα οδηγήσει σε ένα μερικά ισομετρικό μόσχευμα το οποίο θα χαλαρώνει κυρίως στην κάμψη του γόνατος. Αυτή η αναπαραγωγή της συμπεριφοράς του φυσιολογικού ΠΧΣ συμβιβάζει τη θεωρητική σκέψη της ισομετρίας με την επιθυμία για αποκατάσταση της φυσιολογικής ανατομίας του ΠΧΣ.

Γίνεται λοιπόν εύκολα κατανοητό πόσο σημαντική είναι η όσο το δυνατόν ανατομικότερη τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού σε μία πλαστική ΠΧΣ. Αυτό προϋποθέτει άριστη γνώση της ανατομίας του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Στόχος αυτής της πειραματικής μελέτης είναι να συγκρίνουμε τις δύο πιο διαδεδομένες τεχνικές αποκατάστασης του ΠΧΣ για το μηριαίο κανάλι, δηλαδή την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ και την τεχνική της έσω αρθροσκοπικής πόρτας. Θα αποδείξουμε έτσι ποια από τις δύο οδηγεί σε ανατομικότερη τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού. Επίσης να καθορίσουμε τα ανατομικά όρια του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ και διά της έξω και διά της

έσω αρθροσκοπικής πόρτας. Κατά τη διάρκεια του χειρουργείου είναι δύσκολο για το χειρουργό, ιδιαίτερα σε χρόνιες περιπτώσεις, να διακρίνει τα υπολείμματα του ΠΧΣ στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Η έξω αρθροσκοπική πόρτα δίνει μία εικόνα του notch στο μετωπιαίο επίπεδο (Εικ.25) και ο χειρουργός είναι σε θέση να τοποθετήσει το μηριαίο αποτύπωμα σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού. Με την έσω αρθροσκοπική πόρτα καθορίζεται το βάθος του notch και οριοθετείται σωστά το μηριαίο αποτύπωμα στο βαθύτερο τμήμα του τοιχώματος του notch (Εικ.26).



Εικόνα 24. Τοποθέτηση του μηριαίου τούνελ σε πλαστική ΠΧΣ οπισθίως σε σχέση με τα όρια της γραμμής Blumensaat (AC: η γραμμή Blumensaat).





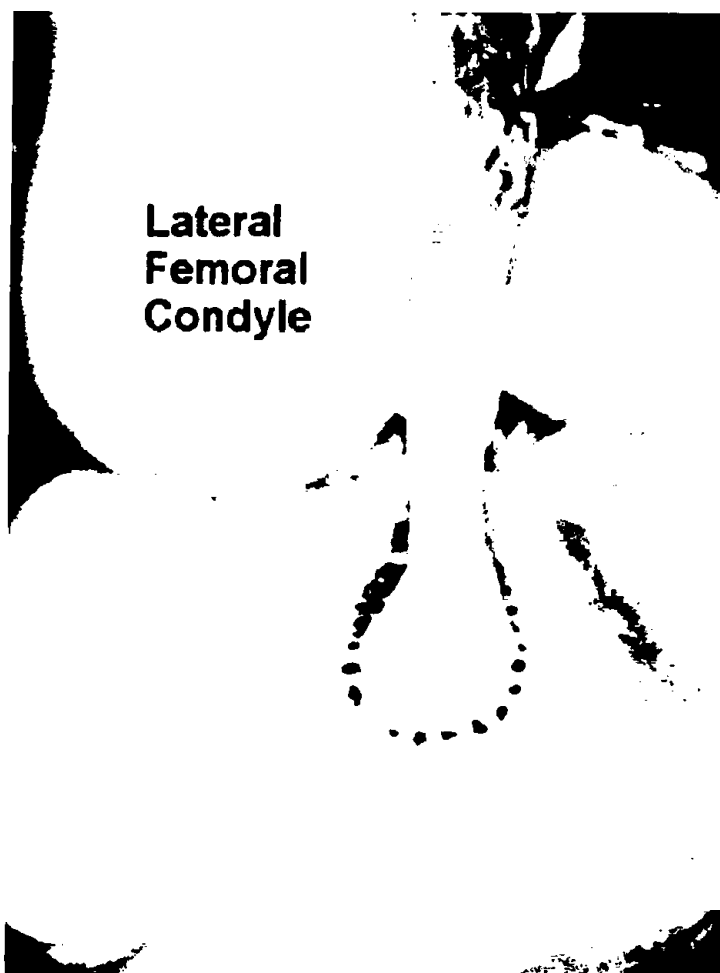
**Εικόνα 25.** Εικόνα του notch από την έξω αρθροσκοπική πόρτα για δεξί γόνατο.



**Εικόνα 26.** Εικόνα του notch από την έσω αρθροσκοπική πόρτα για δεξί γόνατο.

## Β. ΜΗΡΙΑΙΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ ΠΧΣ

Η καλή γνώση της ανατομίας του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ είναι εξαιρετικά σημαντική για το χειρουργό. Είναι απαραίτητο να θυμάται ότι το μηριαίο αποτύπωμα βρίσκεται στον έξω μηριαίο κόνδυλο και όχι στην οροφή του notch. Είναι μικρότερο από το κνημιαίο αποτύπωμα και βρίσκεται στο οπίσθιο τμήμα της έσω επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου. Η μορφή του έχει αναλυθεί σε αρκετές μελέτες (98,99) και περιγράφεται με ημικυκλικό σχήμα διαστάσεων (18X10mm), το οποίο έχει ένα ευρύ πρόσθιο και ένα κυρτό οπίσθιο τμήμα. Χρησιμοποιώντας μία ψηφιακή μέθοδο με τη βοήθεια laser ο Harner (231) ανακάλυψε ότι η πρόσφυσή του είναι ακόμη περισσότερο κυκλική και ανέφερε ότι το μηριαίο και το κνημιαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ είναι 3,5 φορές μεγαλύτερα σε σχέση με τη μεσότητα του ΠΧΣ (Εικ.27). Αυτή η μορφή του μηριαίου αποτυπώματος εξηγεί τη γνωστή περιστροφή των ινών του ΠΧΣ, όταν το γόνατο μετακινείται από την κάμψη στην έκταση (98).



Εικόνα 27. Άποψη του μηριαίου και του κνημιαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ.

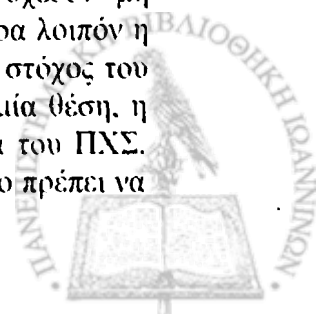


Στην πραγματικότητα κατά την έκταση ο ΠΧΣ εμφανίζεται με επίπεδο σχήμα και η οπίσθια-έξω δεσμίδα του είναι σε τάση. Καθώς αρχίζει η κάμψη, η πρόσθια-έσω δεσμίδα βρίσκεται σε τάση και η οπίσθια-έξω χαλαρώνει. Το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ είναι επίσης πολύ σημαντικό, γιατί αλλάζοντας τη θέση του έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση από ότι αλλάζοντας τη θέση του κνημιαίου αποτυπώματος, στην τάση του μοσχεύματος κατά την κίνηση της άρθρωσης (228,232), όπως και στη διαδικασία ενσωμάτωσης του μοσχεύματος (233). Το μηριαίο αποτύπωμα της πρόσθιας-έσω δεσμίδας είναι σχετικά σε πρόσθια και εγγύ θέση κοντά στη θέση over the top, ενώ το αποτύπωμα της οπίσθιας-έξω δεσμίδας είναι σε περισσότερο οπίσθια και άπω θέση. Λόγω των διαφορών στο σχήμα και το μέγεθος των ανθρώπινων γονάτων παρατηρείται μία ποικιλία στο μέγεθος των δεσμίδων και των μηριαίων αποτυπωμάτων στα φυσιολογικά γόνατα. Παρά τις διαφορές όμως στο σχήμα τα αποτυπώματα και των δύο δεσμίδων είναι συγκρίσιμα και στο μηρό και στην κνήμη.

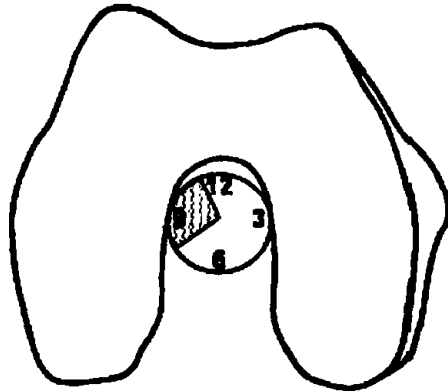
Μία πειραματική μελέτη (234) αναφέρει ότι το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ βρίσκεται πολύ χαμηλά στην περιοχή του notch (Εικ.28). Το κύριο μέρος αυτών των ινών βρίσκεται οπισθίως του ισομετρικού σημείου στο έσω τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου. Η συμπεριφορά αυτών των ινών ορίζεται ως “μη συμμετρική” και είναι ιδιαίτερα σημαντική, γιατί αυξημένη φόρτιση του γόνατος παρουσιάζεται σε γωνίες κάμψης μικρότερες των 60° και για να την αναπαράγει το μόσχευμα πρέπει να τοποθετηθεί στην ανατομική του θέση. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης η εικόνα που έχει ο χειρουργός διαφέρει. Οι ανατομικές σχέσεις ορίζονται με το γόνατο σε θέση έκτασης και το μηριαίο αποτύπωμα περιγράφεται χρησιμοποιώντας τις θέσεις πρόσθια/οπίσθια και εγγύς/άπω (Εικ.29). Αντιθέτως κατά τη διάρκεια της αρθροσκόπησης η θέση του μηριαίου αποτυπώματος ορίζεται κατά μήκος του τοιχώματος του notch με το γόνατο σε κάμψη. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται οι όροι επιφανειακά/βαθιά και άνω/κάτω για να μην υπάρχει σύγχυση (235) (Εικ.29).

Στο παρελθόν το πιο κοινό λάθος στην τοποθέτηση του μηριαίου τούνελ ήταν να τοποθετείται αυτό μπροστά, οδηγώντας σε ένα μόσχευμα χαλαρό στην έκταση και με τάση στην κάμψη. Πολλοί χειρουργοί τοποθετούν το μόσχευμα ψηλά στο πιο οπίσθιο τμήμα του notch σε θέση πρόσθια και άνω σε σχέση με το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ. Αυτή η θέση οδηγεί σε 10mm χαλάρωση από την έκταση στην κάμψη και σε ιδιαίτερα υψηλή τάση του μοσχεύματος κατά την έκταση του γόνατος (236). Μελέτες σχετικά με την ισομετρία του μοσχεύματος συνιστούν ότι η θέση 12, σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού, με 2 mm οπίσθιο τοίχωμα είναι η πιο ισομετρική (237). Στην πραγματικότητα η θέση αυτή οδηγεί σε ένα μη ανατομικό μόσχευμα κάθετα τοποθετημένο (238). Σε αυτή την περίπτωση η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης ελέγχεται μερικώς, αλλά το στροφικό τμήμα της αστάθειας παραμένει μη ελεγχόμενο οδηγώντας σε ένα εμμένον σημείο pivot shift (239). Άλλοι συγγραφείς σύμφωνα με τον Noyes (228) συνιστούν το μηριαίο τούνελ να τοποθετείται στη θέση II για δεξί γόνατο με 1-2 mm οπίσθιο τοίχωμα. Παρόλα αυτά η ισομετρία του μοσχεύματος είναι μία θεωρητική συνθήκη, η οποία δεν έχει ερευνηθεί και αναλυθεί λεπτομερώς (237,240).

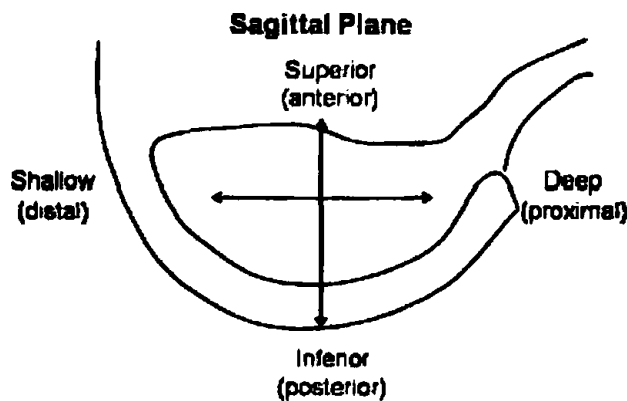
Οι περισσότερες ίνες του ΠΧΣ είναι στην πραγματικότητα σχεδόν μη ισομετρικές και μόνο οι πιο πρόσθιες από αυτές είναι ισομετρικές. Σίγουρα λοιπόν η ανατομική τοποθέτηση του μοσχεύματος πρέπει να προτιμάται και έτσι ο στόχος του μηριαίου τούνελ θα πρέπει να είναι η τοποθέτηση του μοσχεύματος σε μία θέση, η οποία αναπαράγει με τον πιο ακριβή τρόπο την ανατομική συμπεριφορά του ΠΧΣ. Ένα μηριαίο τούνελ μεταξύ 9 και 10 η ώρα στο δεξιό έξω μηριαίο κόνδυλο πρέπει να



δημιουργείται με κάμψη του γόνατος στις  $90^\circ$  (Εικ.30). Η οπίσθια τοποθέτηση του μοσχεύματος και η μετακίνηση του μηριαίου τούνελ περισσότερο "lateral" οδηγούν σε μία ανατομική θέση, αποκαθιστώντας με τον καλύτερο τρόπο την κινηματική του γόνατος (6, 241,242).

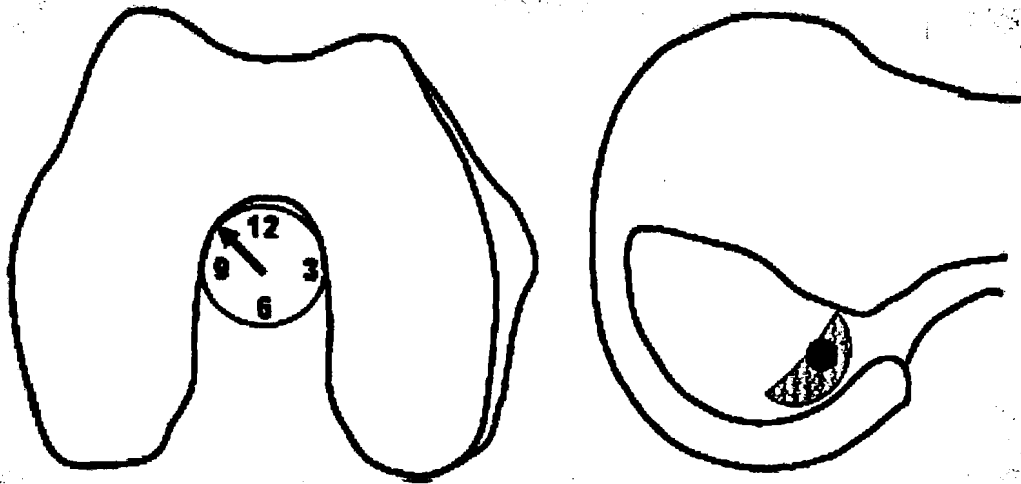


Εικόνα 28. Θέση του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ στο οριζόντιο επίπεδο για δεξί γόνατο σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού.



Εικόνα 29. Αρθροσκοπική περιγραφή του μηριαίου αποτυπώματος, για δεξί γόνατο, στο οβελιαίο επίπεδο με την αντίστοιχη ανατομική περιγραφή σε παρένθεση.



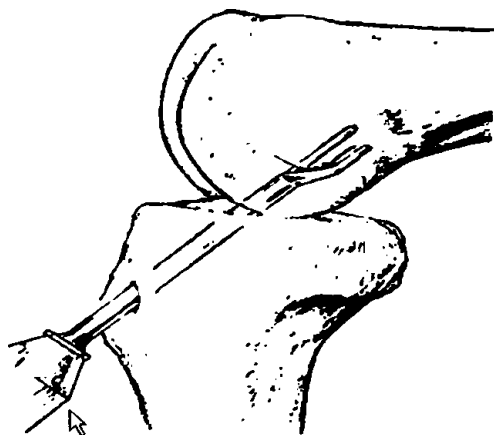


**Εικόνα 30.** Τοποθέτηση του μηριαίου τούνελ στη θέση 10 για δεξί γόνατο στο οριζόντιο και στο οβελιαίο επίπεδο.

## Γ. ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΑ ΤΟΥ ΚΝΗΜΙΑΙΟΥ ΤΟΥΝΕΛ

Η δημιουργία του μηριαίου καναλιού διά του κνημιαίου τούνελ είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη, λόγω της απλής τεχνικής και της ευρείας ορατότητας διεγχειρητικά του χειρουργού. Το μηριαίο κανάλι δημιουργείται “inside-out” διά του κνημιαίου τούνελ με ειδικούς οδηγούς για το μηριαίο και ατραυματικές φρέζες, ενώ το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη 70-80°. Η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα απαιτητική, διότι η τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού περιορίζεται από τη συγκεκριμένη κλίση του κνημιαίου τούνελ (243,244). Υπάρχει μία τάση του “οδηγού” kirschner να βρίσκεται πιο κοντά στην οροφή του notch στην ώρα 11.30 σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού για δεξί γόνατο (Εικ.31). Οι ενδοσκοπικοί οδηγοί (offset) για το μηριαίο που εισάγονται μέσω του κνημιαίου τούνελ έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς. Αυτοί οι οδηγοί είναι ειδικά σχεδιασμένοι και έχουν στην άκρη μία εγκοπή, η οποία τοποθετείται στη θέση over the top καθορίζοντας έτσι τη θέση εισόδου του μηριαίου καναλιού. Με αυτό τον τρόπο το μηριαίο offset επιτρέπει στον οδηγό kirschner να τοποθετηθεί στη σωστή θέση από το οπίσθιο τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου, ελαχιστοποιώντας έτσι το ρίσκο κατάγματος αυτού.

Η χρησιμοποίηση αυτών των οδηγών δεν καθορίζει πλήρως την τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού, διότι πιθανή στροφή αυτών θα οδηγήσει το μηριαίο κανάλι είτε στην οροφή του notch, είτε χαμηλά στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Σε κάθε περίπτωση πάντως η τάση είναι ο οδηγός kirschner να τοποθετείται περισσότερο κοντά στην οροφή του notch, η οποία δεν είναι πάντα ανατομική θέση. Με τη συγκεκριμένη τεχνική πρέπει απαραίτητα να γίνει διεύρυνση του notch (notchplasty) και σωστή τοποθέτηση του κνημιαίου τούνελ στο οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται ο χώρος μεταξύ ΟΧΣ και έξω μηριαίου κονδύλου και αποφεύγεται το impingement του μοσχεύματος επί του ΟΧΣ καθώς και επί της οροφής του notch. Σε διαφορετική περίπτωση το μηριαίο κανάλι θα είναι τοποθετημένο σε μη ανατομική θέση και ο ασθενής θα υποφέρει από έλλειμμα κίνησης ή αστάθεια (244,245).



Εικόνα 31. Δημιουργία μηριαίου καναλιού διά του κνημιαίου τούνελ.



## Δ. ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΑ ΤΗΣ ΕΣΩ ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΠΟΡΤΑΣ

Η τεχνική αυτή είναι περισσότερο απαιτητική από την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ. Η έσω αρθροσκοπική πόρτα τοποθετείται αρκετά χαμηλά περίπου 1 cm πάνω από το κνημιαίο plateau και πολύ κοντά στο έσω όριο του επιγονατιδικού τένοντα. Η ορατότητα του χειρουργού είναι περιορισμένη από την έξω αρθροσκοπική πόρτα και αυτός πρέπει να έχει εμπειρία με το αρθροσκόπιο. Για να ξεπεράσει αυτό το μειονέκτημα ο χειρουργός πρέπει να καθαρίσει όλα τα μαλακά μέρια γύρω από το ποτήρι και από την οπίσθια επιφάνεια του έσω τοιχώματος του έξω μηριαίου κονδύλου. Οριοθετείται έτσι η θέση over the top και ο χειρουργός μπορεί να τοποθετήσει το τούνελ όσο πιο πίσω επιθυμεί. Το μηριαίο κανάλι δημιουργείται με κάμψη του γόνατος στις 120° από τη χαμηλή έσω αρθροσκοπική πόρτα (Εικ.32). Σε πολλές περιπτώσεις η ορατότητα είναι ιδιαίτερα περιορισμένη και απαιτείται η αφαίρεση ενός τμήματος από το υποεπιγονατιδικό λιπώδες σώμα, για να φανεί το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ. Ο “οδηγός” kirschner τοποθετείται στον έξω μηριαίο κόνδυλο και σε αυτή τη θέση πρέπει να είναι παράλληλος με το κνημιαίο plateau. Με αυτόν τον τρόπο και αφού το μηριαίο τούνελ δεν περιορίζεται από την τοποθέτηση του κνημιαίου τούνελ, αποφεύγεται ο κίνδυνος κατάγματος στο οπίσθιο τοίχωμα και δημιουργείται το μηριαίο κανάλι στο επιθυμητό μέγεθος στην ώρα 10 ή 2 σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού.

Σύμφωνα με μία πρόσφατη εργαστηριακή μελέτη (246) ένα σημαντικό μειονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι η σημαντική γωνίωση του τούνελ στο οβελιαίο επίπεδο. Αυτή η τεχνική οδηγεί σε μία οξεία γωνία μεταξύ του άξονα του τούνελ και του άξονα του μοσχεύματος με το γόνατο σε έκταση. Υψηλότερη πίεση μετρήθηκε κατά τη διάρκεια όλου του εύρους κίνησης στην πρόσθια επιφάνεια του μηριαίου καναλιού σε σχέση με την τεχνική του κνημιαίου τούνελ, κατά την οποία παρόμοια πίεση μετρήθηκε μόνο με το γόνατο σε έκταση. Αυτή η υψηλή πίεση μπορεί να οδηγήσει σε διεύρυνση του μηριαίου καναλιού. Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι ότι αν δεν υπάρχει κάμψη του γόνατος στις 120°, υπάρχει αυξημένο ρίσκο για κάταγμα του οπισθίου τοιχώματος του έξω μηριαίου κονδύλου. Εμβιομηχανικές πάντως μελέτες υποστηρίζουν αυτή την τεχνική, διότι φαίνεται ότι το μηριαίο κανάλι πλησιάζει το πρωτογενές αποτύπωμα του ΠΧΣ και βελτιώνει τη στροφική σταθερότητα του γόνατος (241,170).



**Εικόνα 32.** Δημιουργία του μηριαίου καναλιού από την έσω αρθροσκοπική πόρτα με κάμψη του γόνατος στις 120°.



## Ε. ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Για την πραγματοποίηση της πτωματικής αυτής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 10 fresh frozen πτωματικά γόνατα (7 δεξιά και 3 αριστερά) αγνώστου ηλικίας και φύλου. Τα γόνατα αυτά παρουσίαζαν ελάχιστες χόνδρινες και μηνισκικές βλάβες, ενώ δεν είχαν υποστεί οποιαδήποτε χειρουργική επέμβαση. Διατηρούνταν σε αεροστεγείς πλαστικές σακούλες στους  $-20^{\circ}\text{C}$  και παρέμεναν έξω από το ειδικό ψυγείο όλη τη νύχτα σε θερμοκρασία δωματίου, πριν χρησιμοποιηθούν (247). Όλα τα γόνατα περιελάμβαναν 130 mm από τη διάφυση του μηριαίου και 130 mm από τη διάφυση της κνήμης με τα γύρω από την άρθρωση μαλακά μέρη ανέπαφα. Σταθεροποιούνταν με ειδικές βάσεις σε ένα τραπέζι με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η κάμψη τους σε γωνία  $120^{\circ}$ .

Όλα τα γόνατα υπεβλήθησαν σε αρθροσκόπηση από μία “υψηλά” βρισκόμενη έξω αρθροσκοπική πόρτα, ενώ η έσω αρθροσκοπική πόρτα βρισκόταν σε χαμηλότερη αναλογικά θέση δίπλα στο έσω όριο του επιγονατιδικού τένοντα. Η πίεση της αρθροσκοπικής αντλίας τοποθετήθηκε στα 40 mmHg, που ήταν αρκετή για άριστη ορατότητα ενδαρθρικά. Όλα τα γόνατα ελέγχονταν σχολαστικά για τυχόν παρουσία εκφυλιστικών αλλοιώσεων και για ανέπαφο ΠΧΣ (Εικ.33). Η φυσιολογική ανατομική σύσταση του ΠΧΣ φωτογραφίζονταν με την αρθροσκοπική κάμερα και στη συνέχεια ένα τμήμα αυτού αφαιρούνταν με τα ειδικά αρθροσκοπικά ψαλίδια. Ιδιαίτερη προσοχή δίνονταν, έτσι ώστε να διατηρηθεί ένα μηριαίο αποτύπωμα μήκους περίπου 2 mm στην ανατομική πρόσφυση του ΠΧΣ στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Το κνημιαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ αφαιρούνταν ολόκληρο με τη βοήθεια του shaver.

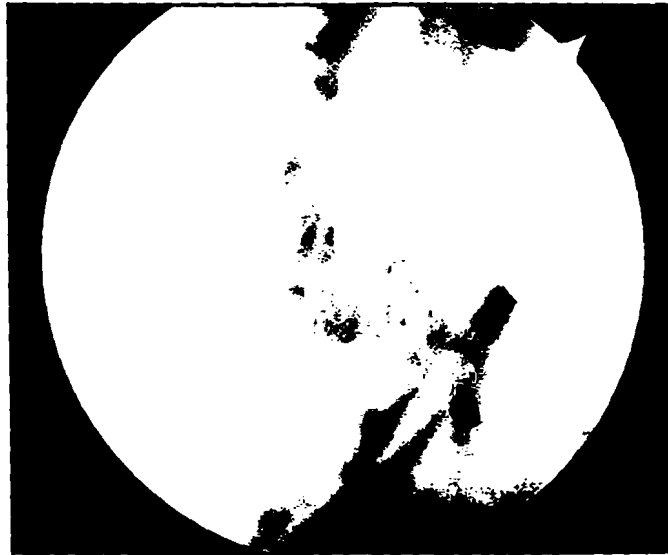


**Εικόνα 33.** Αρθροσκοπική εικόνα ανέπαφου ΠΧΣ στο πτωματικό γόνατο Νο3.

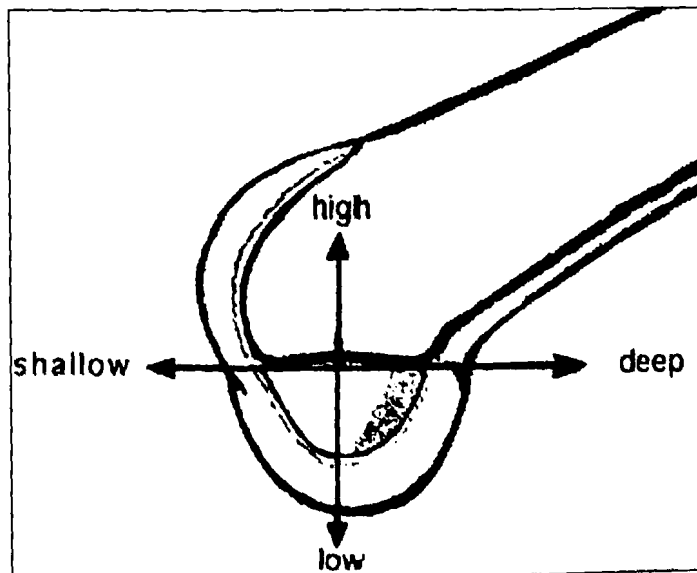




Χρησιμοποιώντας ένα probe συγκεκριμένης διαμέτρου 1.2 mm το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ φωτογραφίζονταν με την αρθροσκοπική κάμερα από την έξω αρθροσκοπική πόρτα. Όλες οι φωτογραφίες λαμβάνονταν με το αρθροσκόπιο των 30° σε κάμψη των γονάτων στις 90°. Στη συνέχεια η διαδικασία επαναλαμβάνονταν από την έσω αρθροσκοπική πόρτα (Εικ.34), έτσι ώστε να οριοθετηθούν τα “οπίσθια” όρια του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Τα ευρήματα περιγράφηκαν σύμφωνα με τον προσανατολισμό του notch κατά Amis (6) (Εικ.35). Σύμφωνα με αυτόν το μηριαίο αποτύπωμα βρίσκεται στην τρισδιάστατη επιφάνεια του notch και επεκτείνεται “βαθιά” και “οπίσθια” στα όρια του οπισθίου φλοιού του έξω μηριαίου κονδύλου.



Εικόνα 34. Μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ από την έσω αρθροσκοπική πόρτα.

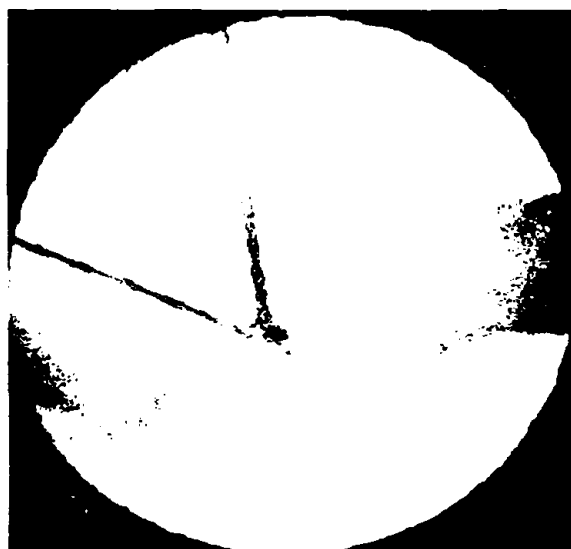


Εικόνα 35. Η περιγραφή του notch κατά Amis.



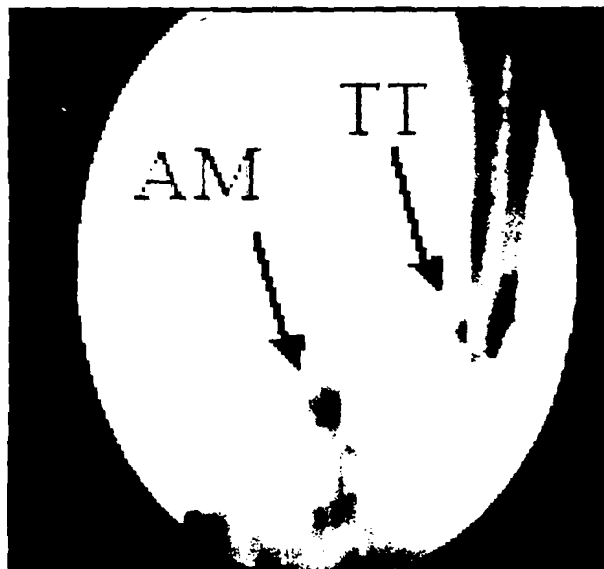
Ακολουθούσε η δημιουργία του κνημιαίου τούνελ με έναν οδηγό της Linvatec προσαρμοσμένο στις 45° και σύμφωνα με την τεχνική του Staubli (8). Ο “οδηγός” kirschner ήταν πάντα ίδιος με διάμετρο 1.1 mm. Εξωαρθρικά το σημείο εισόδου του τούνελ βρισκόταν 1 cm πάνω από την πρόσφυση των οπισθίων μηριαίων στην κνήμη, κάτω από τον έσω πλάγιο σύνδεσμο και περίπου 1.5 cm επί τα εντός του έσω ορίου του κνημιαίου κυρτώματος. Το κνημιαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ παρουσιάζει ευρεία βάση και βρίσκεται μπροστά από το μεσογλήνιο έπαρμα της κνήμης (122). Στο οβελιαίο επίπεδο το περισσότερο προσθίως τμήμα του κνημιαίου αποτυπώματος βρίσκεται κάτω από τον εγκάρσιο σύνδεσμο, ο οποίος συνδέει τα πρόσθια κέρατα του έξω και του έσω μηνίσκου με κάποιες ίνες να προσφύονται στο πρόσθιο κέρασ του έξω μηνίσκου (248). Επί τα εντός το κνημιαίο αποτύπωμα περιορίζεται από τα όρια του αρθρικού χόνδρου του έσω κνημιαίου plateau, ενώ επί τα εκτός βρίσκεται δίπλα στα όρια του αρθρικού χόνδρου του έξω κνημιαίου plateau. Το οπίσθιο τμήμα του κνημιαίου αποτυπώματος προσφύεται στο οπίσθιο τρίτο του μεσογλήνιου επάρματος της κνήμης. Σύμφωνα με τον Girgis (98) η μέση απόσταση μεταξύ του αρθρικού χόνδρου του προσθίου ορίου της κνήμης και της πρόσθιας πρόσφυσης του κνημιαίου αποτυπώματος είναι 15 mm και το μέσο μήκος του κνημιαίου αποτυπώματος 30 mm.

Η “στόχευση” του κνημιαίου καναλιού, κατά Staubli (8), ήταν μία θέση οπισθίως του κέντρου του κνημιαίου αποτυπώματος και παράλληλη με την οροφή του notch σε θέση έκτασης του ποδιού και 44% κατά μήκος της ολικής προσθιοπίσθιας διαμέτρου της κνήμης. Σύμφωνα με τον Staubli (8) ο φυσιολογικός ΠΧΣ έχει κνημιαίο αποτύπωμα που εκτείνεται από το 24.6% μέχρι το 62.1% της ολικής προσθιοπίσθιας διαμέτρου της κνήμης σε θέση έκτασης και είναι παράλληλος με την οροφή του notch σε θέση 2-3 mm οπισθίως. Η θέση του οδηγού kirschner εξακριβώθηκε με μία πλάγια ακτινογραφία σε θέση πλήρους έκτασης (249) (Εικ.36). Αυτή καθορίζει το βάθος του κέντρου του κνημιαίου τούνελ στο οβελιαίο επίπεδο και τη σχέση του με την οροφή του notch. Αφού επιβεβαιώνονταν ακτινολογικά η σωστή θέση του οδηγού, δημιουργούνταν το κνημιαίο τούνελ με φρέζα 8 mm.



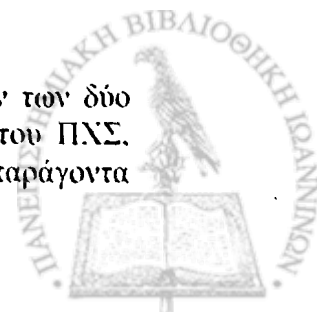
**Εικόνα 36.** Επιβεβαίωση της θέσεως του κνημιαίου τούνελ με μία πλάγια ακτινογραφία.

Στη συνέχεια με έναν “οδηγό” kirschner διαμέτρου 1.1 mm και ένα offset για το μηριαίο 6 mm δημιουργούνται το μηριαίο κανάλι αρχικά μέσω του κνημιαίου τούνελ και στη συνέχεια μέσω της χαμηλά ευρισκόμενης έσω αρθροσκοπικής πόρτας (250). Η τεχνική διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας γίνεται όλο και περισσότερο δημοφιλής και αρκετοί χειρουργοί τη χρησιμοποιούν (250,251,252). Μετά τη δημιουργία του κνημιαίου τούνελ και με κάμψη των γονάτων στις 90° γίνονται προσεκτικός καθαρισμός της οπίσθιας επιφάνειας του έσω τοιχώματος του έξω μηριαίου κονδύλου με τη βοήθεια του shaver και ενός μικρού “ξέστρου”. Τα οπίσθια όρια του notch είναι απαραίτητα να αναγνωρισθούν, έτσι ώστε να επιβεβαιωθεί η θέση over the top. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού όσο πιο πίσω είναι επιθυμητό. Ακολουθούσε κάμψη των γονάτων στις 120° και έλεγχος για καλή ορατότητα. Σε μερικές περιπτώσεις απαιτούνταν υψηλότερη ενδαρθρική πίεση ή αφαίρεση τμήματος από το υποεπιγονατιδικό λιπώδες σώμα για καλύτερη ορατότητα του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ. Το μηριαίο offset τοποθετούνταν ελαφρά προσθίως (ή σε άπω θέση σε 90° κάμψη του γόνατος) από το σημείο πρόσφυσης της πρόσθιας έσω δεσμίδας, περίπου 6mm μπροστά από τον οπίσθιο μηριαίο φλοιό. Αυτή η θέση είναι το κέντρο του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ στις 10 η ώρα για το δεξί και στις 2 η ώρα για το αριστερό γόνατο στο μετωπιαίο επίπεδο σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού (253). Σε αυτή τη θέση και στις 120° κάμψη του γόνατος ο “οδηγός” kirschner για το μηριαίο κανάλι είναι παράλληλος με το κνημιαίο plateau και αποφεύγεται έτσι το κάταγμα του οπισθίου φλοιού του έξω μηριαίου κονδύλου. Η ακριβής θέση του οδηγού σε κάθε μηριαίο κανάλι φωτογραφιζόταν με την αρθροσκοπική κάμερα από την έσω αρθροσκοπική πόρτα (Εικ.37).

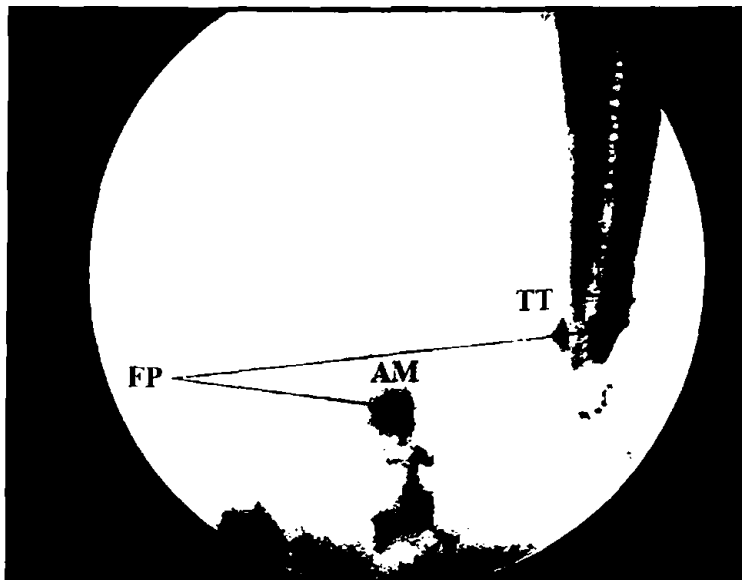


**Εικόνα 37.** Τα δύο μηριαία τούνελ με τις δύο τεχνικές για το γόνατο Νο2.

Γίνονταν αρθροσκοπικές μετρήσεις των αποστάσεων των κέντρων των δύο μηριαίων τούνελ από τα όρια του ανατομικού μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ, μέσα από τις συγκεκριμένες φωτογραφίες μετά από διόρθωση του παράγοντα



μεγέθυνσης και σύμφωνα με μία άλλη ανατομική μελέτη (234) (Εικ.38). Στο τελικό στάδιο του πειράματος τα γόνατα τέμονταν. Οι μύες γύρω από την άρθρωση και ο θύλακος με τους συνδέσμους και την επιγονατίδα απομακρύνονταν, έτσι ώστε να εξετασθεί το κατώτερο τμήμα της άρθρωσης. Μετά την απομάκρυνση του ΟΧΣ τα μηριαία τέμονταν στο οβελιαίο επίπεδο με ένα παλόμενο πριόνι μέσω του υψηλότερου σημείου του πρόσθιου τμήματος του notch. Η μορφή των γονάτων μετά τη διατομή έδωσε μία άριστη εικόνα του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ και των δύο μηριαίων καναλιών (Εικ. 39). Στη συνέχεια μετρήθηκαν με έναν ειδικό χάρακα (παχύμετρο) οι αποστάσεις των κέντρων των δύο μηριαίων τούνελ από το οπίσθιο τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου, από τα όρια δηλαδή μεταξύ οστού και αρθρικής επιφάνειας. (Εικ.40). Οι μετρήσεις αυτές βασίστηκαν στο γεγονός ότι το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ βρίσκεται δίπλα και κάτω από την οροφή του μεσοκονδύλιου βόθρου και δίπλα στην κατώτερη επέκταση του οπίσθιου μηριαίου φλοιού, στη μετάβαση δηλαδή μεταξύ του έξω τοιχώματος του notch και των ορίων του αρθρικού χόνδρου του έξω μηριαίου κονδύλου (6,98). Όλες αυτές οι μετρήσεις τεκμηριώνονταν με μία ψηφιακή κάμερα.



**Εικόνα 38.** Οι αποστάσεις των δύο μηριαίων τούνελ για το γόνατο Νο5.



**Εικόνα 39.** Τα 2 μηριαία τούνελ και το αποτύπωμα του ΠΧΣ μετά την διατομή του γόνατος.  
(BM: γραμμή του Blumensaat, FP: αποτύπωμα ΠΧΣ, AM: anteromedial, TT: transtibial)



**Εικόνα 40.** Μέτρηση της απόστασης του μηριαίου τούνελ με την transtibial τεχνική από το οπίσθιο τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου για το γόνατο Νο7.

## ΣΤ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 1. ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ- ΚΕΝΤΡΑ ΤΩΝ ΜΗΡΙΑΙΩΝ ΤΟΥΝΕΛ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ

Αρχικά μετρήσαμε αρθροσκοπικά τις αποστάσεις των κέντρων των μηριαίων τούνελ από τα όρια του μηριαίου αποτυπώματος. Το κέντρο του μηριαίου αποτυπώματος ήταν δύσκολο να προσδιορισθεί αρθροσκοπικά και για αυτό το λόγο χρησιμοποιήσαμε τα όρια αυτού. Οι μετρήσεις μας ήταν ακριβείς, γιατί έγιναν μετά από μεταφορά των φωτογραφιών με τον "οδηγό" kirschner σε συγκεκριμένο πρόγραμμα του υπολογιστή και διόρθωση του παράγοντα μεγέθυνσης. Η διάμετρος του οδηγού ήταν συγκεκριμένη 1.1 mm. Η μέση αρθροσκοπική απόσταση των μηριαίων τούνελ, διά του κνημιαίου καναλιού, από τα όρια του μηριαίου αποτυπώματος ήταν 6.20 mm με εύρος από 5.80-6.70 mm (Πίνακας 1). Η μέση αρθροσκοπική απόσταση των μηριαίων τούνελ, διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας, από τα όρια του μηριαίου αποτυπώματος ήταν 2.80 mm με εύρος από 2.40-3.10 mm (Πίνακας 1). Παρά το περιορισμένο δείγμα των γονάτων η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική ( $p$  value < 0.001 στο t-test). Αυτές οι αρθροσκοπικές μετρήσεις αποδεικνύουν ότι το μηριαίο τούνελ, διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας, είναι πλησιέστερο στο ανατομικό μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ συγκρινόμενο με το μηριαίο τούνελ, διά του κνημιαίου τούνελ. Έτσι η αποκατάσταση του ΠΧΣ διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας είναι περισσότερο ακριβής σε σχέση με την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ.

**Πίνακας 1**

Γόνατα	Έσω αρθροσκοπική πόρτα- Μηριαίο τούνελ (σε mm)	Κνημιαίο κανάλι- Μηριαίο τούνελ (σε mm)
1ο	2.4 mm	5.8 mm
2ο	2.6 mm	6.0 mm
3ο	2.9 mm	6.2 mm
4ο	3.0 mm	5.9 mm
5ο	3.1 mm	6.1 mm
6ο	2.8 mm	6.4 mm
7ο	2.7 mm	6.7 mm
8ο	2.8 mm	6.3 mm
9ο	2.5 mm	6.6 mm
10ο	2.9 mm	6.2 mm



## 2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΩΝ ΓΟΝΑΤΩΝ-ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΗΡΙΑΙΩΝ ΤΟΥΝΕΛ ΑΠΟ ΤΟ ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΟΙΧΩΜΑ ΤΟΥ ΕΞΩ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΚΟΝΔΥΛΟΥ

Μετά τη διατομή των γονάτων στο οβελιαίο επίπεδο μετρήσαμε με έναν ειδικό χάρακα τις αποστάσεις των κέντρων των δύο μηριαίων τούνελ από τα όρια μεταξύ οστικού τοιχώματος και αρθρικής επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου. Η μέση απόσταση των μηριαίων τούνελ, διά του κνημιαίου τούνελ, από το οπίσθιο τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου ήταν 6.10 mm με εύρος από 5.80-6.40 mm (Πίνακας 2). Η αντίστοιχη μέση απόσταση των μηριαίων τούνελ, διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας, ήταν 5.25 mm με εύρος από 4.90-5.60 mm (Πίνακας 2). Η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική ( $p$  value < 0.001 στο t-test). Τα αποτελέσματα μετά τη διατομή των γονάτων επιβεβαίωσαν τις αρθροσκοπικές μετρήσεις.

**Πίνακας 2**

Γόνατα	Έσω αρθροσκοπική πόρτα-Μηριαίο τούνελ (σε mm)	Κνημιαίο κανάλι-Μηριαίο τούνελ (σε mm)
1ο	5.4 mm	6.1 mm
2ο	4.9 mm	5.8 mm
3ο	5.5 mm	5.9 mm
4ο	5.3 mm	6.2 mm
5ο	5.0 mm	6.3 mm
6ο	5.2 mm	6.0 mm
7ο	5.6 mm	6.4 mm
8ο	5.1 mm	5.9 mm
9ο	5.3 mm	6.3 mm
10ο	5.1 mm	6.1 mm



### 3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΝΗΜΙΑΙΟΥ ΤΟΥΝΕΛ

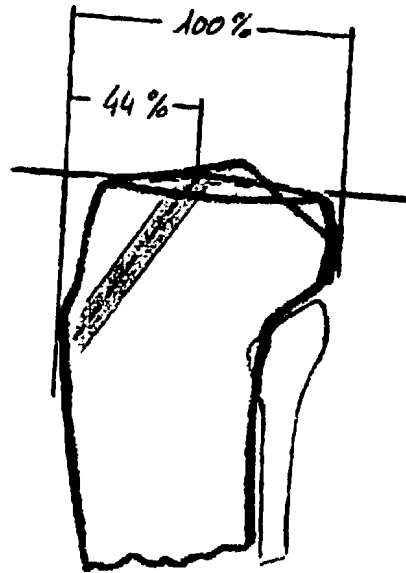
Το κνημιαίο τούνελ δημιουργούνταν πάντοτε με σεβασμό στα ανατομικά στοιχεία της περιοχής και, σύμφωνα με το Staubli (8), υπολογιζόταν σε όλες τις περιπτώσεις η θέση του οδηγού kirschner σε σχέση με την προσθιοπίσθια διάμετρο της κνήμης (Εικ.41). Ο μέσος όρος της θέσης των 10 κνημιαίων τούνελ σε σχέση με την προσθιοπίσθια διάμετρο της κνήμης ήταν 44.53% (Πίνακας 3). Υπολογιζόταν επίσης η κλίση του κνημιαίου τούνελ σε σχέση με το οβελιαίο επίπεδο (Εικ.42) και ο μέσος όρος της κλίσης των 10 τούνελ στο οβελιαίο επίπεδο ήταν 34.6% (Πίνακας 3). Όλα τα κνημιαία τούνελ δημιουργήθηκαν παράλληλα με την οροφή του notch σε πλήρη έκταση των γονάτων. Πετύχαμε έτσι μία όσο το δυνατόν ανατομικότερη δημιουργία των τούνελ τόσο εξωαρθρικά, όσο και ενδαρθρικά.

**Πίνακας 3**

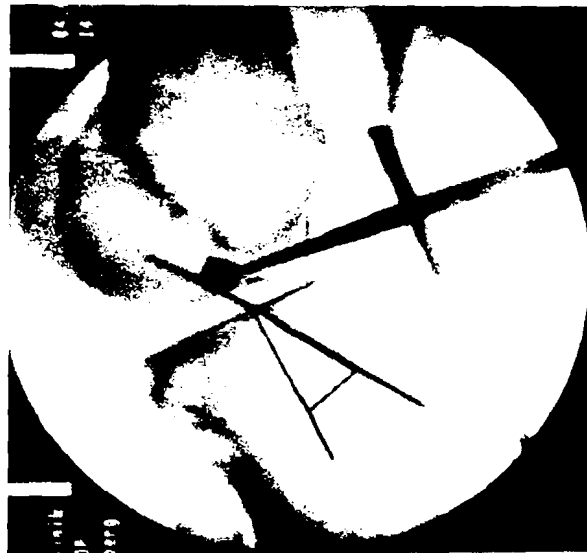
Γόνατα	Θέση του οδηγού σε σχέση με την προσθιοπίσθια διάμετρο της κνήμης	Κλίση στο οβελιαίο επίπεδο
1ο	42.8%	34°
2ο	45.2%	33°
3ο	43.2%	38°
4ο	45.8%	31°
5ο	40.1%	36°
6ο	46.7%	32°
7ο	44.5%	37°
8ο	47.2%	34°
9ο	43.9%	39°
10ο	45.9%	32°







**Εικόνα 41.** Η προσθιοπίσθια διάμετρος του κνημιαίου τούνελ σε σχέση με την προσθιοπίσθια διάμετρο της κνήμης.



**Εικόνα 42.** Η κλίση του κνημιαίου τούνελ στο οβελιαίο επίπεδο.

#### 4. ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΑΝΑΤΟΜΙΚΟΥ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΠΧΣ

Μέσα από την πτωματική αυτή μελέτη έγινε προσπάθεια να περιγραφούν, όσο αναλυτικότερα γίνεται, τα ανατομικά όρια του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ. Ο χειρουργός πρέπει να είναι γνώστης των ορίων αυτών, διότι πολλές φορές η αρθροσκοπική εικόνα δεν είναι ιδιαίτερα κατατοπιστική και η δημιουργία του μηριαίου τούνελ δυσχεραίνεται σημαντικά. Η έξω αρθροσκοπική πόρτα επιτρέπει τον καθορισμό των ορίων του μηριαίου αποτυπώματος σε σχέση με το πόσο “ψηλά ή χαμηλά” εκτείνεται αυτό στον έξω μηριαίο κόνδυλο σύμφωνα με τον Amis (235). Η θέση εισόδου του μηριαίου αποτυπώματος βρέθηκε στην ίδια θέση και στα 10 γόνατα. Σε σχέση με τα οστικά του όρια το μηριαίο αποτύπωμα αρχίζει ψηλά στο notch στην περιοχή μετάβασης μεταξύ οροφής του notch και έσω τοιχώματος του έξω μηριαίου κονδύλου και τα χαμηλότερα όρια αυτού βρίσκονται στα όρια οστού-αρθρικού χόνδρου που συνήθως συμπίπτουν με την έσω παρυφή του έξω μηριαίου κονδύλου. Αυτό σημαίνει ότι για τα 7 δεξιά γόνατα υπήρχε ένα υψηλότερο όριο μεταξύ 11 και 10 η ώρα, ενώ το χαμηλότερο όριο κυμαίνονταν μεταξύ 7.30 και 8 η ώρα. Στα 3 αριστερά γόνατα τα αντίστοιχα όρια ήταν μεταξύ 1 και 2 η ώρα με ένα χαμηλότερο όριο μεταξύ 4.30 και 4 η ώρα.

Η έσω αρθροσκοπική πόρτα επιτρέπει τον καθορισμό των ορίων του μηριαίου αποτυπώματος σε σχέση με το πόσο “βαθιά ή επιφανειακά” εκτείνεται αυτό στον έξω μηριαίο κόνδυλο σύμφωνα με τον Amis (235). Το βαθύτερο όριο του μηριαίου αποτυπώματος ακολουθεί τα όρια οστού-αρθρικού χόνδρου κατά μήκος της οπίσθιας καμπυλότητας του έξω μηριαίου κονδύλου. Τα πιο επιφανειακά όρια αυτού είναι εύκολα αναγνωρίσιμα στην οροφή του notch. Μετρήσεις με τη βοήθεια του αρθροσκοπικού probe, που είχε συγκεκριμένη διάμετρο 1.2 mm αποκάλυψαν μία επέκταση του μηριαίου αποτυπώματος από 5-7 mm σε σχέση με την κατεύθυνση “επιφανειακά-βαθιά”. Αυτή η περιγραφή προσδίδει στο μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ μία σφαιρική προς τριγωνική μορφή. Οι παρατηρήσεις αυτές συμπίπτουν με τις αντίστοιχες μίας άλλης πτωματικής μελέτης (232) και αποδεικνύουν τη χαμηλή θέση του μηριαίου αποτυπώματος στην περιοχή του notch.



## Z. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ενδοσκοπική αποκατάσταση του ΠΧΣ είναι μία επέμβαση που έχει σαν στόχο την επαναφορά του ασθενούς στα ίδια επίπεδα δραστηριότητας πριν τον τραυματισμό. Το υπολογιζόμενο ποσοστό αποτυχίας παραμένει περίπου 10% (254). Η ακριβής γνώση της σύνθετης ανατομίας του ΠΧΣ είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχημένη αποκατάσταση του ΠΧΣ και για ένα εξαιρετικό χειρουργικό αποτέλεσμα. Η ανατομική τοποθέτηση του μοσχεύματος του ΠΧΣ είναι αναγκαία, για να επιτευχθεί σταθερότητα στην άρθρωση του γόνατος (255) και για να αποφευχθούν συμπτώματα εκφυλιστικής οστεοαρθρίτιδας σε μακροχρόνια βάση (4,5). Το ανατομικό σημείο εισόδου του ΠΧΣ στο μηριαίο βρίσκεται οπισθίως του ισομετρικού σημείου στο έσω τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου (256). Σύμφωνα με τον Chambat (257) η συμπεριφορά αυτών των ινών έχει χαρακτηριστεί ως “ευνοικά μη ισομετρική”.

Η αποκατάσταση του ΠΧΣ δεν περιορίζει μόνο την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, αλλά επηρεάζει το ίδιο σημαντικά τη στροφική σταθερότητα του γόνατος (223,170). Οι διάφορες τεχνικές αποκατάστασης του ΠΧΣ βελτιώνουν τη στροφική σταθερότητα της κνήμης σε δραστηριότητες χαμηλών απαιτήσεων, αλλά αδυνατούν να σταθεροποιήσουν τη στροφή του γόνατος όταν υψηλότερα φορτία ασκούνται σε αυτό (258). Αυτό το συμπέρασμα ενισχύεται και από άλλες μελέτες (231,240) οι οποίες αποδεικνύουν ότι η αποκατάσταση του ΠΧΣ δεν αποκαθιστά πλήρως τη στροφική σταθερότητα της κνήμης. Συγκεκριμένα σύμφωνα με συγκεκριμένες μελέτες (241,259) η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης αποκαθίσταται, αλλά η στροφική σταθερότητα της κνήμης δεν βελτιώνεται. Μία πιθανή εξήγηση για αυτές τις παρατηρήσεις είναι η τοποθέτηση του μοσχεύματος στο κεντρικό τμήμα της κνήμης και του μηριαίου, οδηγώντας σε αδυναμία επαρκούς αντίστασης στις διάφορες στροφικές δυνάμεις (232). Φαίνεται λοιπόν ότι είναι ιδιαίτερα δύσκολη η αποκατάσταση της σύνθετης ανατομίας του ΠΧΣ. Η αδυναμία αποκατάστασης της σωστής κινηματικής του γόνατος εκτός της μακροχρόνιας εκφυλιστικής οστεοαρθρίτιδας είναι πιθανό να αποφέρει και εκφυλιστικές αλλοιώσεις στον αρθρικό χόνδρο.

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την επιτυχία ή αποτυχία στην αποκατάσταση του ΠΧΣ, συμπεριλαμβανομένων της ακεραιότητας των δευτερογενών σταθεροποιητών, της προεγχειρητικής κατάστασης του αρθρικού χόνδρου και των μηνίσκων, της επιλογής του μοσχεύματος, της χειρουργικής τεχνικής, της μετεγχειρητικής αποκατάστασης και του κινήτρου και των προσδοκιών του ασθενούς. Η αποτυχία μπορεί να οφείλεται σε έναν ή περισσότερους από αυτούς τους παράγοντες και μπορεί να σχετίζεται και με το μόσχευμα και με στοιχεία άσχετα με αυτό.

Σίγουρα όμως είναι αναγκαίο τεχνικά λάθη και σφάλματα στη δημιουργία των οστικών τούνελ κατά την αποκατάσταση του ΠΧΣ να αποφεύγονται. Συγκεκριμένα ένα από τα πιο σοβαρά ζητήματα είναι η δημιουργία του μηριαίου καναλιού στο οποίο θα τοποθετηθεί το μόσχευμα (230,260). Ακόμη και μικρές διαφοροποιήσεις στην τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού έχουν σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά του μοσχεύματος και έτσι είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το χειρουργό να επιλέξει το σωστό σημείο δημιουργίας του μηριαίου καναλιού. Είναι ευρύτερα γνωστό ότι ο ΠΧΣ είναι μία σύνθετη ανατομική δομή, που δεν υπακούει τους κανόνες της ισομετρίας. Ο Noyes (228) περιέγραψε διάφορες θέσεις για καλύτερη ισομετρία του μοσχεύματος και διαπίστωσε ότι καμία από αυτές δεν ήταν πλήρως ισομετρική. Ο

Markolf (261) ερευνήσε τις διάφορες θέσεις του μηριαίου καναλιού στο οβελιαίο και στο μετωπιαίο επίπεδο. Διαπίστωσε ότι σημαντικά μεγαλύτερες δυνάμεις απαιτούνταν για να διατηρηθεί η ισορροπία του μοσχεύματος, όταν αυτό τοποθετούνταν σκόπιμα μπροστά και έξω από την ανατομική του θέση σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης του.

Υπάρχουν αναφορές στη βιβλιογραφία ότι η θέση του μηριαίου καναλιού επηρεάζει την ισομετρικά επιθυμητή συμπεριφορά του μοσχεύματος του ΠΧΣ (230,262). Η τοποθέτηση του μηριαίου τούνελ κοντά στην οροφή του notch και κατά συνέπεια στον άξονα περιστροφής του γόνατος καθιστά ανεπαρκή την αντοχή του μοσχεύματος στις διάφορες στροφικές δυνάμεις. Μία πιθανή λύση σε αυτό το πρόβλημα θα ήταν μία περισσότερο “lateral” θέση του μοσχεύματος στις 10 η ώρα και όχι στις 11 σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού για δεξί γόνατο. Κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης του ΠΧΣ η τοποθέτηση του μηριαίου τούνελ είναι αυτή στην οποία γίνεται πιο συχνά το λάθος με ιδιαίτερα βλαβερές συνέπειες για την κινηματική του γόνατος.

Επειδή η βιολογική υφή του μοσχεύματος μπορεί να “ανεχθεί” μόνο μικρές αλλαγές στο μήκος του πριν ενσωματωθεί πλήρως, ένα λάθος τοποθετημένο οστικό τούνελ θα οδηγήσει είτε σε “μπλοκάρισμα” του γόνατος με επακόλουθο έλλειμμα κίνησης, είτε σε επιμήκυνση του μοσχεύματος με επακόλουθη αστάθεια. Η πρόσθια τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού είναι το πιο συχνό λάθος που γίνεται κατά την αποκατάσταση του ΠΧΣ (263,264). Η αιτία τις περισσότερες φορές είναι η αποτυχία επαρκούς προσδιορισμού του περισσότερο οπισθίως βρισκόμενου τμήματος του notch. Το ιδανικό μηριαίο κανάλι είναι όσο περισσότερο δυνατόν γίνεται οπισθίως του notch, χωρίς να προκληθεί κάταγμα του οπισθίου μηριαίου φλοιού.

Πιο πρόσφατες ανατομικές και εμβιομηχανικές μελέτες έχουν οδηγήσει σε όλο και μεγαλύτερη ακρίβεια στην τοποθέτηση των οστικών τούνελ (241,242,260). Είναι πλέον πασιφανές ότι η λάθος τοποθέτηση του μοσχεύματος αποτελεί μία από τις συχνότερες αιτίες για επεμβάσεις revision (265). Το αποτέλεσμα της αποκατάστασης του ΠΧΣ θα είναι εξαιρετικό, αν τα οστικά τούνελ τοποθετηθούν έτσι ώστε η τάση του μοσχεύματος να αντικαθιστά επάξια την ελαστική συμπεριφορά του ανέπαφου ΠΧΣ. Όταν η τάση του μοσχεύματος είναι υψηλότερη από τον ανέπαφο ΠΧΣ, υπάρχουν συνέπειες όπως σημαντική φθορά αυτού στο μηριαίο τούνελ (266), φτωχή αγγείωση, μυξοειδής εκφύλιση, κατώτερες μηχανικές ιδιότητες (267), οπίσθιο υπεξάρθρημα της κνήμης και περιορισμένη έκταση του γόνατος (268).

Σχετικά με το κνημιαίο τούνελ ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται, για να αποφευχθεί μία πρόσθια θέση αυτού που θα οδηγήσει σε impingement του μοσχεύματος στην οροφή του notch κατά την έκταση του γόνατος (269). Μία τέτοια θέση του κνημιαίου τούνελ θα οδηγήσει σε ένα μόσχευμα με μεγάλη ελαστικότητα και υψηλά συμπιεστικά φορτία. Η θέση αυτή του μοσχεύματος προκαλεί και σημαντικές αλλαγές στη μαγνητική τομογραφία του γόνατος με ένα σήμα ιδιαίτερα αυξημένης έντασης χαρακτηριστικό του impingement (249). Η συγκεκριμένη θέση του κνημιαίου τούνελ οδηγεί σε σταδιακή επιμήκυνση του μοσχεύματος παρά σε δομική του αποτυχία και αυτό οφείλεται στην τάση του χειρουργημένου γόνατος να φτάσει το ίδιο σημείο έκτασης με το υγιές. Αρθροσκοπικές εκτιμήσεις τέτοιων γονάτων έχουν αποδείξει ότι αυτά τα μοσχεύματα υφίστανται ρήξη σε ένα μικρό πρόσθιο τμήμα τους οδηγώντας στο γνωστό “Cyclops syndrome”, ενώ το οπίσθιο τμήμα αυτών παραμένει ανέπαφο (270).

Οι ασθενείς με “μέτριο” impingement του μοσχεύματος παρουσιάζουν μικρότερη έκταση του χειρουργημένου γόνατος σε σχέση με αυτούς με σοβαρό impingement, διότι κάποια από τα μοσχεύματα με “μέτριο” impingement είναι ικανά



να ανθίστανται στην επιμήκυνσή τους (269). Η αυξημένη σταθερότητα αυτών των γονάτων επιβεβαιώνει τη συγκεκριμένη παρατήρηση. Η περισσότερο οπισθίως βρισκόμενη θέση του κνημιαίου τούνελ στα γόνατα αυτά πιθανότατα προστατεύει την ακεραιότητα του μοσχεύματος, γιατί η επαφή μοσχεύματος- οροφής notch παρουσιάζεται στο τέλος της έκτασης των γονάτων, όταν το κνημιαίο τούνελ μετακινείται οπισθίως (271).

Η τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού παίζει πολύ σημαντικότερο ρόλο στην ισομετρική συμπεριφορά του μοσχεύματος (228). Από μία άλλη μελέτη (272) φαίνεται ότι η τοποθέτηση του μηριαίου τούνελ σε πρόσθια θέση μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη τάση του μοσχεύματος κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που απαιτούν κάμψη μεγαλύτερη των  $90^\circ$ . Φαίνεται λοιπόν ότι παρά τις ισομετρικές μετρήσεις κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης του ΠΧΣ, το μόσχευμα μπορεί να εκτεθεί σε υψηλότερα φορτία από τα επιθυμητά κατά τη διάρκεια του παθητικού εύρους κίνησης. Για το λόγο αυτό και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση του μοσχεύματος κατά την πλήρη έκταση του γόνατος και όχι εφησυχασμός στις ισομετρικές μετρήσεις. Το *impingement* του μοσχεύματος επί του οπισθίου χιαστού συνδέσμου αποτελεί μία αιτία εφαρμογής μεγάλης τάσης στο μόσχευμα κατά την κάμψη. Ένας τρόπος για να μειωθεί αυτή η τάση στην κάμψη είναι η περισσότερο λοξή (*lateral*) τοποθέτηση του μοσχεύματος στο notch, έτσι ώστε να μειωθεί η επαφή μεταξύ μοσχεύματος και οπισθίου χιαστού συνδέσμου στην κάμψη (242).

Αυτή η άποψη συμβαδίζει με μία άλλη εμβιομηχανική μελέτη (241) σύμφωνα με την οποία η τοποθέτηση του μοσχεύματος στις 11 η ώρα, σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού για δεξί γόνατο, είχε σημαντικά χαμηλότερες *in situ* δυνάμεις επί του μοσχεύματος από ότι ο ανέπαφος ΠΧΣ στις  $15^\circ$  κάμψη και από ότι αν τοποθετούνταν το μόσχευμα στις 10 η ώρα (στις  $30^\circ$  κάμψη του γόνατος). Αυτές οι πληροφορίες επιβεβαιώνουν το υποθετικό πλεονέκτημα της μετακίνησης του μηριαίου τούνελ μακριά από το κέντρο της άρθρωσης (232). Η τοποθέτηση του μοσχεύματος στις 11 η ώρα δεν μπορούσε να αποκαταστήσει τη στροφική σταθερότητα του γόνατος σε καμία γωνία κάμψης, ενώ η τοποθέτηση στις 10 η ώρα μπορούσε να αποκαταστήσει τη στροφική σταθερότητα της άρθρωσης στο επίπεδο του ανέπαφου γόνατος στις  $15^\circ$  κάμψη του γόνατος. Και οι δύο θέσεις απεδείχθησαν εξίσου ικανές να σταθεροποιήσουν την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης. Όταν όμως στην άρθρωση ασκούσαν συνδυαζόμενες στροφικές δυνάμεις η θέση στις 10 η ώρα ήταν σαφώς καλύτερη για τη στροφική σταθερότητα. Αυτά τα ευρήματα δικαιολογούν την άποψη πολλών χειρουργών για μετακίνηση του μηριαίου τούνελ από την ώρα 11 και 11.30 για δεξί γόνατο στην ώρα 10 και 10.30 (11,273).

Σύμφωνα με μία προηγούμενη ανατομική μελέτη (234) το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ βρίσκεται πολύ χαμηλά στο notch. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται από την παρούσα μελέτη, όπου αποδεικνύεται ότι το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ, για δεξί γόνατο, βρίσκεται μεταξύ 11 και 9-8 η ώρα σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού. Γνωρίζουμε από ανατομικές μελέτες ότι το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ παρουσιάζει οβάλ προς κυκλική μορφή (119,230). Σύμφωνα με τον Harner (231) το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ παρουσιάζει περισσότερο κυκλικό σχήμα, ενώ το κνημιαίο αποτύπωμα περισσότερο οβάλ σχήμα. Το ευρύ μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ κάνει την επιλογή του μηριαίου τούνελ ακόμη δυσκολότερη λόγω του περιορισμένου μεγέθους των διαθέσιμων μοσχευμάτων. Ο ΠΧΣ αποτελεί μία σύνθετη ανατομική δομή, η οποία μπορεί λειτουργικά να διαιρεθεί σε δύο τμήματα, την πρόσθια-έσω δεσμίδα (AM bundle) και την οπίσθια-έξω δεσμίδα (PL bundle) (120). Κάθε ένα από αυτά τα τμήματα έχει συγκεκριμένες προσφύσεις στο μηρό και στην κνήμη και η λεπτομερή τους γνώση είναι απαραίτητη για την ορθή τοποθέτηση

των οστικών τούνελ. Κατά τη διάρκεια της πλαστικής του ΠΧΣ ο χειρουργός βρίσκεται αντιμέτωπος με δύο σημαντικά προβλήματα. Πρώτα από όλα πρέπει να μεταφέρει τη δισδιάστατη εικόνα από το μόνιτορ στην τρισδιάστατη αρθροσκοπική εικόνα και κατά δεύτερο λόγο είναι ιδιαίτερα δύσκολο, κυρίως σε χρόνιες ρήξεις, να βρει υπολείμματα του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ.

Η δημιουργία του μηριαίου καναλιού διά του κνημιαίου τούνελ με τη χρησιμοποίηση των ειδικά κατασκευασμένων οδηγών για το μηριαίο είναι ιδιαίτερα γνωστή σε πολλούς χειρουργούς. Το πρόβλημα είναι ότι τα περισσότερα μηριαία τούνελ τοποθετούνται με αυτή την τεχνική βαθιά και ψηλά στο notch μακριά από το κέντρο του ανατομικού μηριαίου αποτυπώματος (234). Είναι γνωστό ότι ο ΠΧΣ είναι ο βασικός σταθεροποιητικός παράγοντας απέναντι στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης (117). Όσο πιο lateral ή ανατομικά τοποθετηθεί το μόσχευμα, τόσο πιο δραστικά μπορεί να ενεργήσει απέναντι σε δύναμη πρόσθιας μετατόπισης και καλύτερα μπορεί να εξυπηρετήσει το σκοπό του. Επίσης εάν το μόσχευμα τοποθετηθεί ανατομικά και επιτευχθεί ο σωστός προσανατολισμός του, θα αποφευχθεί το impingement του μοσχεύματος στην οροφή του notch και στον ΟΧΣ, αφού ο πρωτογενής ΠΧΣ δεν παρουσιάζει impingement κάτω από φυσιολογικές συνθήκες. Για τους λόγους αυτούς είναι απαραίτητη η ανατομική τοποθέτηση του μοσχεύματος στο μηριαίο κανάλι.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλές μελέτες που αναφέρονται στην ανατομία του πρωτογενούς ΠΧΣ, οι μελέτες αυτές δεν καθορίζουν ένα σημείο εισόδου για το κνημιαίο τούνελ, το οποίο θα τοποθετήσει το μηριαίο και το κνημιαίο τούνελ στη θέση του πρωτογενούς ΠΧΣ. Υπάρχουν αναφορές στη βιβλιογραφία (252,274), οι οποίες επιβεβαιώνουν μία αδυναμία τοποθέτησης του μηριαίου καναλιού στην ανατομική του θέση, χρησιμοποιώντας την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ. Υπάρχουν επίσης αναφορές λανθασμένα τοποθετημένων κνημιαίων και κυρίως μηριαίων τούνελ, χρησιμοποιώντας την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ (229,275).

Η τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ είναι δυνατόν να δημιουργήσει τούνελ στην ανατομική τους θέση, εάν το σημείο εισόδου του κνημιαίου τούνελ βρίσκεται στο πρόσθιο τμήμα και είναι πολύ κοντά στην αρθρική επιφάνεια της κνήμης, οδηγώντας έτσι σε ένα βραχύ κνημιαίο τούνελ (276). Σε κάποιες περιπτώσεις το κνημιαίο τούνελ μπορεί να είναι μικρότερο και από 10mm. Ένα τούνελ τόσο βραχύ μπορεί να είναι λειτουργικό για μοσχεύματα μαλακών μορίων, κυρίως αν η σταθεροποίηση είναι εξωαρθρική. Για ενδαρθρική όμως σταθεροποίηση ή όταν χρησιμοποιείται μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα, ένα τόσο βραχύ κνημιαίο τούνελ μπορεί να αποβεί ανεπαρκές για τη σταθεροποίηση και επούλωση του μοσχεύματος ή μπορεί να οδηγήσει σε δυσαρμονία μήκους τούνελ- μήκους μοσχεύματος (241). Μία προσπάθεια επιμήκυνσης του κνημιαίου τούνελ εκτείνοντας το γόνατο στις 70° κάμψης θα περιορίσει το μήκος του μηριαίου καναλιού και θα αυξήσει την πιθανότητα να οδηγηθεί ο "οδηγός" kirschner έξω από τον οπίσθιο μηριαίο φλοιό. Αυτό θα οδηγήσει σε ένα ιδιαίτερα βραχύ μηριαίο τούνελ, περιορίζοντας τη σταθεροποίηση του μοσχεύματος στο μηρό και ρισκάροντας τις οπισθίως βρισκόμενες ανατομικές δομές.

Χειρουργικές τεχνικές οι οποίες διατηρούν το μήκος του κνημιαίου τούνελ, έχουν περιγράψει ένα κνημιαίο τούνελ με σημείο εισόδου δίπλα στο χήναιο πόδα (277,278). Αυτό θα οδηγήσει σε ένα κάθετα τοποθετημένο μόσχευμα, το οποίο μπορεί να μην παρέχει επαρκή αντίσταση στην πρόσθια μετατόπιση και στροφή της κνήμης (234). Για να αντιμετωπιστούν επαρκώς προβλήματα σχετικά με το impingement του μοσχεύματος, έχει προταθεί η τοποθέτηση του κνημιαίου τούνελ



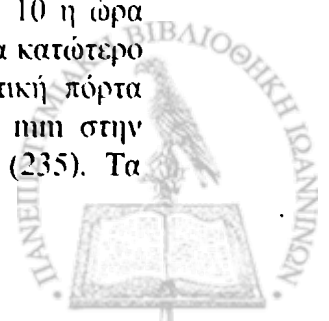
στο οπίσθιο τμήμα του αποτυπώματος του ΠΧΣ (8,279). Είναι λοιπόν πασιφανές ότι υπάρχουν ανατομικοί περιορισμοί στην τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ, ώστε να επιτευχθεί ένα ανατομικά τοποθετημένο μόσχευμα.

Η τεχνική διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος μεταξύ των προτιμήσεων των χειρουργών. Το μηριαίο τούνελ δημιουργείται ανεξάρτητα από τη θέση του κνημιαίου τούνελ από μία “χαμηλή” έσω αρθροσκοπική πόρτα 1 cm έσω των ορίων του επιγονατιδικού τένοντα. Η τεχνική αυτή είναι συμβατή με όλων των ειδών τα μόσχευματα και τις τεχνικές σταθεροποίησης, ενώ επιτρέπει την παράλληλη τοποθέτηση απορροφήσιμης βίδας για σταθεροποίηση μέσω της ίδιας πόρτας από την οποία δημιουργήθηκε το οστικό τούνελ. Είναι όμως μία ιδιαίτερα απαιτητική τεχνική και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και εμπειρία από το χειρουργό, ο οποίος την επιλέγει.

Στόχος της πτωματικής αυτής μελέτης ήταν η σύγκριση του μηριαίου καναλιού, όταν αυτό δημιουργείται διά του κνημιαίου τούνελ και όταν δημιουργείται διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας με γνώμονα πάντα το ανατομικό μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δείχνουν ότι το μηριαίο κανάλι διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας είναι πολύ περισσότερο ακριβές και πλησιέστερο στο ανατομικό μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ συγκρινόμενο με το μηριαίο κανάλι διά του κνημιαίου τούνελ. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από τις αρθροσκοπικές μετρήσεις και από τις μετρήσεις μετά τη διατομή των γονάτων στο οβελιαίο επίπεδο.

Μία άλλη πτωματική μελέτη (234) χρησιμοποιώντας μόνο την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ αποδεικνύει ότι σε κανένα από τα πέντε γόνατα δεν ήταν δυνατή η τοποθέτηση του “οδηγού” kirschner μέσα στα όρια του ανατομικού μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ. Μία παλαιότερη πτωματική μελέτη (256) αποδεικνύει ότι το ιδανικό σημείο στο μηριαίο για την ανατομική αποκατάσταση του ΠΧΣ βαθιά στο ποτεχ μπορεί να επιτευχθεί είτε διά του κνημιαίου τούνελ, είτε διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας. Επίσης μία πρόσφατη παρόμοια μελέτη με την παρούσα αποδεικνύει ότι και οι δύο τεχνικές πετυχαίνουν την επιθυμητή θέση για την είσοδο του μηριαίου καναλιού και ικανοποιητική απόσταση από τον οπίσθιο μηριαίο φλοιό, για να αποφευχθεί πιθανό κάταγμα αυτού (280). Ωστόσο η τεχνική διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας οδήγησε σε στατιστικά σημαντικά μικρότερη απόσταση μεταξύ της εξόδου του “οδηγού” kirschner και του έξω επικονδύλου, παρέχοντας έτσι μεγαλύτερη προστασία απέναντι στον κίνδυνο πρόκλησης κατάγματος του οπισθίου τοιχώματος του μηριαίου τούνελ (280).

Ένας άλλος στόχος αυτής της μελέτης ήταν ο καθορισμός των ορίων του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ. Η καλή γνώση της ανατομίας του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ είναι απαραίτητη για την επιτυχημένη αποκατάσταση του ΠΧΣ. Χρησιμοποιώντας ένα αρθροσκόπιο 30° η εικόνα του ποτεχ αλλάζει σημαντικά ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη “πόρτα” για το αρθροσκόπιο. Η έξω αρθροσκοπική πόρτα επιτρέπει την οριοθέτηση του ποτεχ στο μετωπιαίο επίπεδο (σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού), ενώ η έσω αρθροσκοπική πόρτα επιτρέπει την οριοθέτηση του βάθους του ποτεχ και του μηριαίου αποτυπώματος στο βαθύτερο τμήμα του έξω μηριαίου κονδύλου. Χρησιμοποιώντας την έξω αρθροσκοπική πόρτα διαπιστώθηκε στην παρούσα μελέτη ότι το μηριαίο αποτύπωμα αρχίζει μεταξύ 11 και 10 η ώρα σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού για δεξί γόνατο και εκτείνεται σε ένα κατώτερο όριο μεταξύ 7.30 και 8 η ώρα. Χρησιμοποιώντας την έσω αρθροσκοπική πόρτα διαπιστώθηκε ότι το μηριαίο αποτύπωμα εκτείνεται σε ένα βάθος 5-7 mm στην κατεύθυνση επιφανειακά-βαθιά σύμφωνα με την περιγραφή του Amis (235). Τα



ευρήματα αυτά συμβαδίζουν με τα αντίστοιχα μιας άλλης πτωματικής μελέτης (234) και δίνουν στο μηριαίο αποτύπωμα μία μορφή σφαιρική προς οβάλ.

Η τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού είναι αποφασιστικής σημασίας για την ενσωμάτωση του μοσχεύματος (233) και την επακόλουθη σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος. Για να καταστεί δυνατή η αντιγραφή της αντίθετης συμπεριφοράς των προσθίων και οπισθίων ινών του ΠΧΣ, το μηριαίο κανάλι πρέπει να τοποθετηθεί μερικώς προσθίως και οπισθίως του πιο ισομετρικού σημείου (234). Υπάρχει δηλαδή μία μεταβατική ζώνη μεταξύ του πρόσθιου μηριαίου τούνελ, που οδηγεί σε τάση του μοσχεύματος με την κάμψη του γόνατος και του οπίσθιου μηριαίου τούνελ, που οδηγεί σε χαλάρωση του μοσχεύματος με την κάμψη του γόνατος (6). Αλλαγή της θέσεως του μηριαίου καναλιού για λίγα χιλιοστά κάνει αδύνατη την αντιγραφή της συμπεριφοράς του πρωτογενούς ΠΧΣ. Η τάση των δεσμίδων του ΠΧΣ θα συμπεριφέρεται παρόμοια, είτε αυξανόμενη στην κάμψη με την πρόσθια τοποθέτηση, είτε αυξανόμενη στην έκταση με την οπίσθια τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού (281). Φαίνεται λοιπόν ότι η ισομετρία δεν είναι το βασικό κριτήριο επιλογής στη δημιουργία του μηριαίου τούνελ, αλλά το μόσχευμα πρέπει να τοποθετείται στην ανατομική του θέση (6).

Η οπίσθια τοποθέτηση του μοσχεύματος και το περισσότερο lateral τοποθετημένο μηριαίο κανάλι αποκαθιστούν πολύ ακριβέστερα την κινηματική του γόνατος (6,241,242). Η ανατομική τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού επιτρέπει στην τάση του μοσχεύματος να παραμένει σταθερή και χαμηλή σε όλο το εύρος κίνησης του γόνατος με μία φυσιολογική αύξηση της τάσεως στην τελική έκταση του γόνατος. Η συγκριτική αυτή πτωματική μελέτη ενισχύει τη χρησιμοποίηση της έσω αρθροσκοπικής πόρτας για την ακριβέστερη ανατομικά τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού. Η συγκεκριμένη τεχνική επιτρέπει την τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού ανεξάρτητα από τη θέση του κνημιαίου τούνελ και παρέχει τη δυνατότητα στο χειρουργό για αποκατάσταση του ΠΧΣ είτε με μία είτε με δύο δεσμίδες. Είναι όμως μία πολύ απαιτητική τεχνική και ο χειρουργός πρέπει να είναι ιδιαίτερα έμπειρος για να επιτευχθεί η ενδεδειγμένη ανατομικά τοποθέτηση του μηριαίου καναλιού.





## Η. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη συγκεκριμένη πτωματική μελέτη και τις δύο τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του μηριαίου καναλιού, καθώς και από τη μελέτη του ανατομικού αποτυπώματος του ΠΧΣ προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Ο ΠΧΣ αποτελεί το βασικό σταθεροποιητικό παράγοντα της άρθρωσης του γόνατος και η παρουσία του κρίνεται απαραίτητη για την ομαλή κινηματική της συγκεκριμένης άρθρωσης.
2. Ο ΠΧΣ αποτελεί μία ιδιαίτερα σύνθετη ανατομική δομή, η άριστη γνώση της οποίας είναι απαραίτητη για την πλήρη αποκατάσταση αυτού στις αντίστοιχες επεμβάσεις.
3. Η αρθροσκοπική αποκατάσταση του ΠΧΣ αποτελεί μία ιδιαίτερα απαιτητική τεχνικά διαδικασία.
4. Η σωστή τοποθέτηση των οστικών τούνελ στην κνήμη και το μηριαίο αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για το επιτυχημένο αποτέλεσμα σε επεμβάσεις αποκατάστασης.
5. Το μηριαίο κανάλι είναι αυτό που έχει τη μεγαλύτερη σημασία για την ομαλή συμπεριφορά του μοσχεύματος.
6. Τα περισσότερα λάθη κατά τη δημιουργία των οστικών τούνελ γίνονται στη δημιουργία του μηριαίου καναλιού.
7. Πολλές φορές, και ιδιαίτερα σε χρόνιες ρήξεις, είναι δύσκολο να αναγνωρισθούν τα υπολείμματα του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ.
8. Το μηριαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ παρουσιάζει σφαιρική προς τριγωνική μορφή και βρίσκεται στην οπίσθια επιφάνεια του έσω τοιχώματος του έξω μηριαίου κονδύλου.
9. Τα βαθύτερα όρια του μηριαίου αποτυπώματος ακολουθούν τα όρια οστού- αρθρικού χόνδρου κατά μήκος της οπίσθιας καμπυλότητας του έξω μηριαίου κονδύλου, ενώ τα πιο επιφανειακά του όρια βρίσκονται στην οροφή του notch.
10. Η τεχνική της έσω αρθροσκοπικής πόρτας κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος μεταξύ των προτιμήσεων των χειρουργών.
11. Ένα ανατομικά τοποθετημένο μηριαίο κανάλι στα όρια του πρωτογενούς αποτυπώματος του ΠΧΣ είναι πιθανό να δημιουργηθεί μόνο διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας με κάμψη του γόνατος στις 120°.
12. Η σωστή χρησιμοποίηση της έσω αρθροσκοπικής πόρτας απαιτεί μεγάλη προσοχή και εμπειρία εκ μέρους του χειρουργού, διότι υπάρχει πιθανότητα επικίνδυνων επιπλοκών.



## Θ. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

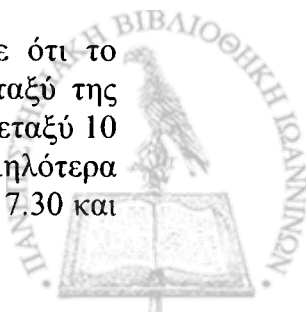
### “Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ (ΠΧΣ)”

**ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ ΔΙΔΑΚΤΩΡ: ΙΩΣΗΦ Θ. ΓΑΒΡΙΗΛΙΔΗΣ**

**Σκοπός:** Η καλή γνώση της σύνθετης ανατομίας του ΠΧΣ είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχημένη αποκατάσταση του ΠΧΣ. Η σωστή ανατομικά τοποθέτηση του μοσχεύματος του ΠΧΣ είναι απαραίτητη, για να επιτευχθεί η απαραίτητη σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος. Ένα από τα πιο σημαντικά σημεία στην αποκατάσταση του ΠΧΣ είναι η δημιουργία του μηριαίου καναλιού, το οποίο επηρεάζει σημαντικά την ισομετρικά επιθυμητή συμπεριφορά του ΠΧΣ. Στόχος αυτής της πτωματικής μελέτης ήταν η οριοθέτηση αρθροσκοπικά των ανατομικών ορίων του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ και η σύγκριση της τεχνικής διά του κνημιαίου τούνελ με την τεχνική της έσω αρθροσκοπικής πόρτας για την καλύτερη τοποθέτηση ανατομικά του μηριαίου καναλιού.

**Υλικό και μέθοδος:** Για την πραγματοποίηση της πτωματικής αυτής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δέκα φρέσκα κατεψυγμένα πτωματικά γόνατα με ανέπαφο ΠΧΣ και ελάχιστες χόνδρινες και μηνισκικές βλαβες. Όλα τα γόνατα περιλάμβαναν 130mm μηριαίου και 130 mm κνήμης με τα θυλακικά στοιχεία ανέπαφα. Τα γόνατα αυτά αρθροσκοπούνταν και ο φυσιολογικός ΠΧΣ αφαιρούνταν με ειδικά αρθροσκοπικά ψαλίδια, αφήνοντας ένα μικρό αποτύπωμα 2mm στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Το κνημιαίο αποτύπωμα του ΠΧΣ αφαιρούνταν ολόκληρο. Προσπαθήσαμε να οριοθετήσουμε τα όρια του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ, παρατηρώντας το και από την έξω και από την έσω αρθροσκοπική πόρτα. Με τη βοήθεια ενός probe συγκεκριμένης διαμέτρου 1.2 mm προσπαθήσαμε να υπολογίσουμε τα όρια στα οποία εκτείνεται το μηριαίο αποτύπωμα στην κατεύθυνση επιφανειακά- βαθιά σύμφωνα με την περιγραφή του notch κατά Amis. Το κνημιαίο τούνελ δημιουργούνταν στη συνέχεια στοχεύοντας αρχικά με τον οδηγό kirschner 1.1 mm σε μία θέση οπισθίως του κέντρου του κνημιαίου αποτυπώματος και παράλληλη με την οροφή του notch σε θέση έκτασης του γόνατος. Η συγκεκριμένη θέση του οδηγού στην κνήμη επιβεβαιώνονταν ακτινολογικά και στη συνέχεια δημιουργούνταν με τη βοήθεια συγκεκριμένης φρέζας το κνημιαίο τούνελ. Το μηριαίο τούνελ δημιουργούνταν στη συνέχεια πρώτα μέσω του κνημιαίου τούνελ και στη συνέχεια μέσω της έσω αρθροσκοπικής πόρτας με κάμψη των γονάτων στις 120°. Χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο οδηγό kirschner διαμέτρου 1.1 mm και μετά από διόρθωση του παράγοντα μεγέθυνσης στις φωτογραφίες διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας, μετρήσαμε για κάθε γόνατο τις αποστάσεις των δύο μηριαίων τούνελ από τα όρια του μηριαίου αποτυπώματος. Τα γόνατα ακολούθως τέμονταν στο οβελιαίο επίπεδο και μετά τη διατομή τους μετρούνταν οι αποστάσεις των δύο μηριαίων τούνελ από το οπίσθιο τοίχωμα του έξω μηριαίου κονδύλου.

**Αποτελέσματα:** Από την έξω αρθροσκοπική πόρτα διαπιστώθηκε ότι το μηριαίο αποτύπωμα αρχίζει ψηλά στο notch στην περιοχή μετάβασης μεταξύ της οροφής του και του έσω τοιχώματος του έξω μηριαίου κονδύλου στην ώρα μεταξύ 10 και 11 για δεξί γόνατο (σύμφωνα με τη μέθοδο του ρολογιού) και τα χαμηλότερα όρια αυτού βρίσκονται στα όρια οστού- αρθρικού χόνδρου στην ώρα μεταξύ 7.30 και



8. Από την έσω αρθροσκοπική πόρτα διαπιστώθηκε ότι το βαθύτερο όριο του μηριαίου αποτυπώματος ακολουθεί τα όρια οστού- αρθρικού χόνδρου κατά μήκος της οπίσθιας καμπυλότητας του έξω μηριαίου κονδύλου, ενώ τα πιο επιφανειακά όρια αυτού είναι εύκολα αναγνωρίσιμα στην οροφή του notch. Τα όρια στα οποία κυμαίνονταν ήταν μεταξύ 5-7 mm. Η μέση αρθροσκοπική απόσταση των κέντρων των δύο μηριαίων καναλιών από τα όρια του μηριαίου αποτυπώματος ήταν 6.20 mm για τα κανάλια διά του κνημιαίου τούνελ και 2.80 mm για τα κανάλια διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας. Η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική. Μετά τη διατομή των γονάτων στο οβελιαίο επίπεδο η μέση απόσταση των κέντρων των δύο μηριαίων καναλιών από τα όρια του αρθρικού χόνδρου στον έξω μηριαίο κόνδυλο ήταν 6.10 mm για τα τούνελ διά του κνημιαίου τούνελ και 5.25 mm για τα τούνελ διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας ( $p < 0.001$ ).

**Συμπεράσματα:** Η παρατήρηση του μηριαίου αποτυπώματος του ΠΧΣ έδειξε ότι αυτό αποτελεί μία ιδιαίτερα σύνθετη ανατομική δομή με σφαιρική προς τριγωνική μορφή. Και οι δύο μετρήσεις που έγιναν έδειξαν ότι η αποκατάσταση του ΠΧΣ διά της έσω αρθροσκοπικής πόρτας είναι πολύ ακριβέστερη ανατομικά σε σχέση με την τεχνική διά του κνημιαίου τούνελ.



## I. ABSTRACT

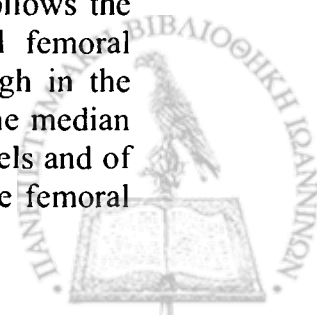
### “THE IMPORTANCE OF ANATOMICAL FEMORAL TUNNEL PLACEMENT IN ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL) RECONSTRUCTION”

**CANDIDATE DOCTOR: IOSIF TH. GAVRIILIDIS**

**Purpose:** Knowledge of the complex anatomy of the anterior cruciate ligament (ACL) is prerequisite for a successful ACL reconstruction. Optimal anatomical reconstruction of ACL is essential for achieving knee stability. In particular, one of the most critical steps is the placement of tunnel in which the ACL graft is secured to the femur, because femoral tunnel placement influences the desirable isometric behaviour of ACL. The aim of this cadaveric study was to describe arthroscopically the femoral ACL attachment site and to compare transtibial versus anteromedial portal with respect to the anatomic femoral positioning of the ACL attachment.

**Material and method:** Ten fresh frozen cadaveric knees with an intact ACL and minor cartilage and meniscal lesions were included in our study. The specimens included 130 mm of femur and 130 mm of tibia, with capsular tissues intact. A standard arthroscopy was performed and the normal ACL was partially cut through with arthroscopic scissors leaving a small footprint of 2 mm at the anatomical insertion area on the lateral femoral condyle. The tibial ACL footprint was wholly removed. We tried to describe the landmarks of the femoral ACL attachment viewing it through the lateral and through the medial arthroscopic portal. With a standard probe of 1.2mm diameter we tried to calculate the landmarks of the ACL attachment site according to the definitions of notch introduced by Amis. The tibial tunnel was then drilled targeting, with the tibial guidewire 1.1 mm, a position posterior to the center of the tibial ACL footprint, parallel to the notch roof in the extended knee position. The exact position of the tibial guidewire was radiographically documented and subsequently the tibial tunnel was drilled over it. The femoral tunnel was drilled firstly through the tibial tunnel and subsequently through the anteromedial portal with flexion of the knees in 120 degrees. Using the specific guide wire with diameter of 1.1mm, and after correction for magnification in the photos through the anteromedial portal, we arthroscopically measured the distances of the two femoral tunnels from the margin of ACL footprint. The femurs were then dissected and we measured the distances of the two tunnels from the posterior part of the lateral femoral condyle.

**Results:** Viewing through the lateral portal, we discovered that the femoral ACL attachment site begins high in the notch at the transition area between notch roof and medial wall of the lateral femoral condyle, between 10 and 11 o' clock for right knee (according to the clockwise method) and ends in the lowest region at the bone-cartilage boundary between 7.30 and 8 o' clock. Viewing through the medial portal, we discovered that the deepest end of the femoral ACL attachment site follows the bone-cartilage boundary all along the posterior curvature of the lateral femoral condyle, while the most shallow corner of it is easily distinguishable high in the notch. The expansion of the femoral ACL attachment site was 5-7 mm. The median arthroscopically measured distance of the centers of transtibial femoral tunnels and of the femoral tunnels through the anteromedial portal from the margin of the femoral



ACL footprint were 6.20 mm and 2.80 mm respectively. The difference was statistically significant . After femoral dissection the median distance of the centers of the transtibial femoral tunnels and the femoral tunnels performed through the anteromedial portal from the border of the articular surface at the lateral femoral condyle was 6.10 mm and 5.25 mm respectively ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** The femoral ACL attachment site represents a singularly complex anatomical structure with a rounded triangular shape. Both measurements showed that ACL reconstruction technique through the anteromedial portal is more accurate compared to the transtibial technique.

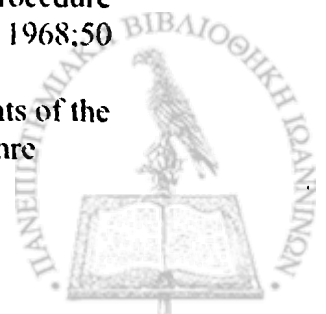


## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

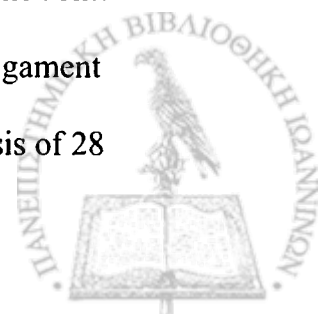
1. Wojtys EM: The ACL Deficient Knee. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1994.
2. Miyasaka KC, Daniel D, Stone ML et al: The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Knee Surgery* 1991;4:3-8.
3. Beaty, JH.; (Ed). Knee and leg: soft tissue trauma Orthopaedic knowledge Update. Vol.6. American Academy of Orthopaedic Surgeons: Rosemont, IL; 1999.p.533.
4. Meunier A, Odensten M, Good L . Long-term results after primary repair or non-surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a randomized study with a 15-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports*. 2007 Jun; 17(3):230-237.
5. Nelson F, Billingham RC, Pidoux I et al: Early post-traumatic osteoarthritis-like changes in human articular cartilage following rupture of the anterior cruciate ligament. *Osteoarthritis Cartilage* 2006 Feb; 14(2):114-9.
6. Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6(1):S2-S12.
7. Mc Guire DA, Hendricks SD, Sanders HM. The relationship between anterior cruciate ligament reconstruction, tibial tunnel location and the anterior aspect of the posterior cruciate ligament insertion. *Arthroscopy* 1997;13(4):465-73  
issn: 0749-8063.
8. Staubli HU, Rauschnig W. Tibial attachment area of the anterior cruciate ligament in the extended knee position. Anatomy and cryosections in vitro complemented by magnetic resonance arthrography in vivo. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;2(3):138-46.
9. Miller MD, Olszewski AD. Cruciate ligament graft intra-articular distances. *Arthroscopy* 1997; 13: 291-295.
10. Howell SM. Principles for placing the tibial tunnel and avoiding roof impingement during reconstruction of a torn anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6:S49-S55.
11. Bernard M, Hertel P, Hornung H et al: Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg* 1997;10: 14-21.
12. Clancy WG Jr. Anatomic endoscopic ACL reconstruction with autogenous patellar tendon graft. *Orthopedics* 1997;20:397:399-400.
13. Fu FH, Schulte KR. Anterior cruciate ligament surgery 1996. State of the art? *Clin Orthop* 325:19-24.
14. Webb JM, Corry IS, Clingeleffer AJ et al: Endoscopic reconstruction for isolated anterior cruciate ligament rupture. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80(2):288-294.
15. Galen C. On the usefulness of parts of the body. May MT (trans). Ithaka, New York: Cornell University Press; 1968.
16. Hey W. On internal derangement of the knee. London: Hansard; 1803.
17. Weber W, Weber E. *Mechanik der menschlichen Werkzeuge*. Gottingen; 1836.
18. Bonnet A. *Traide des maladies des articulations*. Paris : Bailliere ; 1845.
19. Bonnet A. *Traide de therapeutique des maladies articulaires*. Paris : Bailliere ;1853.



20. Stark J. Two cases of ruptured crucial ligaments of the knee joint. *Edinburgh Med Surg* 1850;5:267-271.
21. Noulis G. Entorse du genou. Paris : 1-53 ; 1875.
22. Dittel L. Ueber intraartikuläre Verletzungen am Knie. *Wiener Med Jahrbucher* 1876:319-34.
23. Segond P. Recherches cliniques et experimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. *Prog Med* 1879 ;16:297-9, 320-1, 40-41, 79-81, 400-1, 19-21.
24. Battle WH. A case after open section of the knee-joint for irreducible traumatic dislocation. *Clin Soc London Trans* 1900;33:232.
25. Mayo Robson AW. Ruptured crucial ligaments and their repair by operation. *Ann Surg* 1903;37:716-8.
26. Jones R. Disabilities of the knee joint. *Br Med J* 1916;2:169-73.
27. Feagin JA, Jr, Curl WW. Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5- year follow-up study. *Am J Sports Med* 1976;4(3): 95-100.
28. Annandale T. An operation for displaced semilunar cartilage. *Br Med J* 1885;1462:779.
29. Katzenstein M. Beitrag zur Entstehung und Erkennung der Meniscusverletzungen im Kniegelenk. *Berl Klein Wochenschr* 1908;44: 228-35.
30. Oberholzer J. Zur Therapie der reinen partiellen Seitenbandverletzung am Kniegelenk. *Schweitz Med Wochenschrift* 1936;66:181-3.
31. Giertz K. Über freie Transplantation der fascia lata als Ersatz für Sehnen und Bänder. *Dtsch Z Chir* 1913;125:480-95.
32. Nicoletti V. Plastica e trapianti dei tessuti in sostituzione dei ligamenti Articolari. *Gaz Isp Clin* 1913;34:996.
33. Hesse E. Über den Ersatz der Kreuzbänder des Kniegelenkes durch freie Fascientransplantation. *Verh Drschr Ges Chir* 1914;43:188-9.
34. Hey-Groves EW. Operation for the repair of crucial ligaments. *Lancet* 1917; 2:674-5.
35. Hey-Groves EW. The crucial ligaments of the knee joint; their function, rupture and operative treatment of the same. *Br J Surg* 1920;7:505-15.
36. Galway HR, MacIntosh DL. The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res* 1980(147): 45-50.
37. Holzel. Fall von Zerreißen beider Kreuzbänder des li. Kniegelenkes, geheilt Durch Ersatz aus dem luxierten äußeren Meniskus. *Munch Med Wochenschr* 1917;64:928-30.
38. Macey HB. A new operative procedure for the repair of ruptured cruciate ligaments of the knee joint. *Surg Gynecol Obstet* 1939;69:108-9.
39. Galeazzi R. La ricostituzione dei ligamenti crociati del ginocchio. *Atti e Memorie della Società Lombarda di Chirurgia* 1924 ;XIII :302-17.
40. Helfet AJ. Function of the cruciate ligaments of the knee joint. *Lancet* 1948; 1:665-7.
41. Slocum DB, Larson RL. Pes anserinus transplantation. A surgical procedure for control of rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1968;50 (2):226-42.
42. Lindemann K. Plastic surgery in substitution of the cruciate ligaments of the knee joint by means of pedunculated tendon transplants. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1950;79(2):316-34.

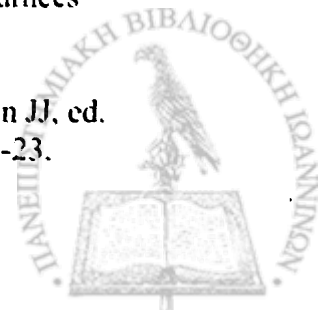


43. Augustine R. The unstable knee. *Am J Surg* 1956;92:380-8.
44. McMaster JH, Weinert CR, Jr., Scranton P, Jr. Diagnosis and management of isolated anterior cruciate ligament tears: a preliminary report on reconstruction with the gracilis tendon. *J Trauma* 1974;14(3):230-5.
45. Campbell WC. Repair of the ligaments of the knee. Report of a new operation for repair of the anterior cruciate ligament. *Surg Gynecol Obstet* 1936;62:964-8.
46. Vurth Z. Aussprache 27. Kongress, 5-7 Sept. 1932, Mannheim. *Verth Dtsch Orthop Ges* 1933:268-70.
47. Wittek A. Kreuzbandersatz aus dem Lig. patellae (nach zur Veth). *Schweiz Med Wochenschau* 1935;65:103-4.
48. Jones GK. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 1963;45-A:925-32.
49. O'Donoghue D. A method for replacement of the anterior cruciate ligament of the knee. *J Bone Joint Surg* 1963;45A:905-24.
50. Bruckner H. Eine neue Methode der Kreuzbandplastik. *Chirurg* 1966;37:413-4.
51. Franke K. Clinical experience in 130 cruciate ligament reconstructions. *Orthop Clin North Am* 1976;7(1):191-3.
52. Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL et al: The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 1979(143):97-106.
53. Blauth W. 2-strip-substitution-plasty of the anterior cruciate ligament with the quadriceps tendon. *Unfallheilkunde* 1984;87(2):45-51.
54. Staubli HU, Schatzmann L, Brunner P et al: Quadriceps tendon and patellar ligament: cryosectional anatomy and structural properties in young adults. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4(2):100-10.
55. Fulkerson J, Langeland R. An alternative cruciate reconstruction graft: the central quadriceps tendon. *Arthroscopy* 1995;11(2):252-4.
56. Fulkerson J, McKeon BP, Donahue BS. The central quadriceps tendon as a versatile graft alternative in ACL reconstruction. *Tech Orthop* 1995;13(4):367-74.
57. Bosworth D, Bosworth B. Use of fascia lata to stabilize the knee in cases of ruptured crucial ligaments. *J Bone Joint Surg* 1936;18-A:178-9.
58. Matti H. Ersatz des gerissenen vorderen Kreuzbandes durch extraarticulare freie Faszientransplantation. *Munch Wochenschr* 1918;65:451-2.
59. Lemaire M. Ruptures anciennes du ligament croise anterior du genou. *J Chir* 1976;93:311-30.
60. Slocum DB, Larson RL. Rotatory instability of the knee. Its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. *J Bone Joint Surg Am* 1968;50(2):211-25.
61. Chick RP, Collins HR, Rubin BD, et al: The pes anserinus transfer. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63(9):1449-52.
62. Nicholas JA. The five-one reconstruction for anteromedial instability of the knee. Indications, technique, and the results in fifty-two patients. *J Bone Joint Surg Am* 1973;55(5):899-922.
63. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med.* 4:84-91, 1976.
64. Ritchey SJ. Ligamentous disruption of the knee. A review with analysis of 28 cases. *Armed Forces Med. J.* 1960,11,167-176.





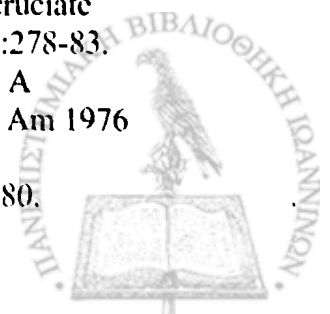
65. Losee RE, Johnson TR, Southwick WO. Anterior subluxation of the lateral tibial plateau. A diagnostic test and operative repair. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60(8):1015-30.
66. Ellison AE. Distal iliotibial-band transfer for anterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(3):330-7.
67. Shino K, Kawasaki T, Hirose H et al : Replacement of the anterior cruciate ligament by an allogeneic tendon graft. An experimental study in the dog. *J Bone Joint Surg Br* 1984;66(5):672-81.
68. Shino K, Kimura T, Hirose H et al : Reconstruction of the anterior cruciate ligament by allogeneic tendon graft. An operation for chronic ligamentous insufficiency. *J Bone Joint Surg Br* 1986;68(5):739-46.
69. Lange F. *Über die Sehnenplastik.* *Verh Dtsch Orthop Ges* 1903;2:10-2.
70. Lange F. *Kunstliche Bänder aus Seide.* *Munch Med Wochenschr* 1907;52:834-6.
71. Herz M. *Die chirurgische Behandlung paralytischer Schlottergelenke-Seitenligamente oder Arthrodesen?* 1906;51:2527-9.
72. Ludloff K. *Der operative Ersatz des vorderen Kreuzbandes am Knie.* *Zentralbl Chir* 1927;54:3162-6.
73. Kennedy JC, Roth JH, Schmidt AA. The ligament augmentation device (LAD) in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Orthop Trans* 1980;4:403.
74. Bircher E. *Über Binnenverletzungen des Kniegelenkes.* *Arch Klink Chir* 1933;177:290-359.
75. Bircher E. *Die Arthroendoskopie.* *Zentralbl Chir* 1921;48:1460-1.
76. Rubin RM, Marshall JL, Wang J. Prevention of knee instability: experimental model for prosthetic anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 113:212-236, 1975.
77. Jenkins DH. The repair of cruciate ligaments with flexible carbon fibre. A longer term study of the induction of new ligaments and of the fate of the implanted carbon. *J Bone Joint Surg Br* 1978;60-B(4):520-3.
78. Denti M, Arosio A, Monteleone M et al: Preliminary assessment of anterior cruciate reconstruction with the Leeds-Keio artificial ligament. *Am J Knee Surg* 1990;3:181-6.
79. Rushton N, Dandy DJ, Naylor CP. The clinical, arthroscopic and histological findings after replacement of the anterior cruciate ligament with carbon-fibre. *J Bone Joint Surg Br* 1983;65(3):308-9.
80. Dandy DJ. *Arthroscopic Surgery of the knee.* In. Edinburgh and London: Churchill Livingstone; 1981:67-8.
81. Clancy WG, Jr., Nelson DA, Reider B et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64(3):352-9.
82. Noyes FR, Matthews DS, Mooar PA. The symptomatic anterior cruciate deficient knee Part II: The result of rehabilitation, activity modification, and counseling on functional disability. *J Bone Joint Surg* 65A: 163-174, 1983.
83. Dejour H, Deschamps G, Walch G. *Resultat du traitement des laxites anterieures chroniques par operation de Kenneth Jones-Lemaire.* *Journées Lyonnaises de chirurgie du genou* 5 : 129-140. 1984.
84. Rosenberg T, Paulos L, Abbot PJ. Arthroscopic cruciate repair and reconstruction: an overview and descriptions of technique. In: Feagin JJ, ed. *The crucial ligaments.* New York: Churchill Livingstone; 1988: 409-23.



85. Jones GK. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament. A follow-up report. *J Bone Joint Surg* 1970;52A:1302-8.
86. Lambert KL. Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res* 1983(172):85-9.
87. Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT. A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1987;15(3):225-9.
88. Lipscomb AB, Johnston RK, Synder RB et al: Evaluation of hamstring strength following use of semitendinosus and gracilis tendons to reconstruct the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 10:340-342, 1982.
89. Cho KO. Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitendinosus tenodesis. *Bone Joint Surg* 57A:608-612, 1975.
90. Friedman MJ. Arthroscopic semitendinosus (gracilis) reconstruction for anterior cruciate ligament deficiency. *Techniques in Orthopaedics* 2:74-80. 1988.
91. Howell SM. Arthroscopically assisted technique for preventing roof impingement of anterior cruciate ligament graft illustrated by the use of an autogenous double-looped semitendinosus and gracilis graft. *Operative techniques in Sports Medicine* 1:58-65, 1993.
92. Rosenberg TD. Technique for endoscopic method of ACL reconstruction. *Technical Bulletin*. Mansfield. MA. Acufex Microsurgical. 1993.
93. Pinczewski L. Two-year results of endoscopic reconstruction of isolated ACL ruptures with quadrupled hamstring tendon autograft and interference screw fixation, AAOS Annual Meeting, San Francisco, CA, 1997.
94. Pinczewski Leo A. , Clingeleffer AJ, Otto DD, et al : Integration of hamstring tendon graft with bone in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 13:641-643, 1997.
95. Rosenberg T. Techniques for ACL reconstruction with Multi-Trac drill guide. Mansfield MA: Accufex Microsurgical Inc 1994.
96. Palmar I. On the injuries to the ligament of the knee joint. A clinical study. *Acta Chir Scand* 1938;81(suppl. 53):2-282.
97. Eriksson E. Ivar Palmer. A great name in the history of cruciate ligament surgery. *Clin Orthop* 1983;172:3-10.
98. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1975(106):216-31.
99. Arnoczky SP. Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament. *Clin Orthop* 1982;172:19-25.
100. Mott W. Semitendinosus anatomic reconstruction for anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop* 1982;172:90-2.
101. Zaricznyi B. Reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee using a doubled tendon graft. *Clin Orthop* 1987;220:162-75.
102. Menzel A. Uber die Erkrankung der Gelenke bei dauernder Ruhe. Eine experimentielle Studie. *Arch Klein Chir* 1871;12:990-1011.
103. Paessler HH, Henkemeyer H, Burri C. Funktionelle Behandlung nach Bandnaht und- plastik am Kniegelenk. *Langenbecks Arch Chir* 1972;suppl. 89:51-3.
104. Haggmark T, Eriksson E. Culinder or mobile cast brace after knee ligament



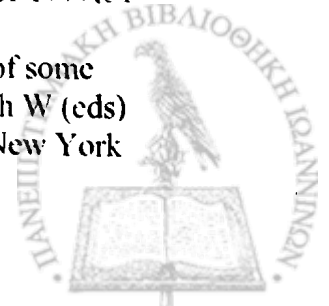
- surgery. A clinical analysis and morphologic and enzymatic studies of changes in the quadriceps muscle. *Am J Sports Med* 1979;7(1):48-56.
105. Salter RB, Simmonds DF, Malcolm BW et al : The biological effect off continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(8):1232-51.
  106. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1990;18(3):292-9.
  107. Staubli HU, Jakob RP (1990) *Kniegelenk und Kreuzbander. Anatomie, Biomechanik, Klinik, Reconstruction, Komplikationen, Rehabilitation.* Springer, Berlin, Heidelberg New York Tokyo.
  108. Strobel M, Stedtfeld HW, Eichhorn HJ (1995). *Diagnostik des Kniegelenkes.* Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo.
  109. Nicholas JA. The five-one reconstruction for anteromedial instability of the knee. Indications, technique, and the results in fifty-two patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1973 Jul;55(5):899-922.
  110. Baumgartl F: *Das Kniegelenk.* Berlin, Springer-Verlag, 1944.
  111. Wiberg G: Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint: With special reference to chondromalacia patellae. *Acta Orthop Scand* 12:319, 1941.
  112. Hubbard JK, Sampson HW, Elledge JR: Prevalence and morphology of the vastus medialis oblique muscle in human cadavers. *Anat Rec* 1997 Sep;249(1):135-42.
  113. Reider B, Marshall JL, Koslin B et al: The anterior aspect of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1981 Mar;63(3):351-6.
  114. Muller W (1982). *Das Knie- Form, Funktionen und ligamentare Wiederherstellungschirurgie.* Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo.
  115. Scharf W, Weinstabl R, Orthner E. Anatomical separation and clinical importance of two different parts of the vastus medialis muscle. *Acta Anat (Basel)* 1985;123(2):108-11.
  116. Van Dijk R . *The behaviour of the cruciate ligaments of the human knee.* (1983) Universitat Nijmegen, Niederlande.
  117. 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.
  118. Kennedy JC, Fowler PJ. Medial and anterior instability of the knee. An anatomical and clinical study using stress machines. *J Bone Joint Surg Am* 1971 Oct;53(7):1257-70.
  119. Odenstein M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 1985 Feb;67(2):257-62.
  120. Chhabra A, Starman JS, Ferretti M et al: Anatomic, radiographic, biomechanical and kinematic evaluation of the anterior cruciate ligament and its two functional bundles. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(Suppl 4):2-10.
  121. Ferretti M, Levicoff EA, Macpherson TA et al : The fatal anterior cruciate ligament: an anatomic and histological study. *Arthroscopy* 2007;23:278-83.
  122. Furman W, Marshall JL, Girgis FG. The anterior cruciate ligament. A functional analysis based on postmortem studies. *J Bone Joint Surg Am* 1976 Mar;58(2):179-85.
  123. Welsh PR. Knee joint structure and function. *Clin Orthop* 147:7, 1980.



124. Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al: The effect of functional knee bracing on the anterior cruciate ligament in the weightbearing and nonweight-bearing knee. *Am J Sports Med* 1997;25:353-9.
125. Fleming BC, Renstrom PA, Beynnon BD, et al: The effect of weightbearing and external loading on anterior cruciate ligament strain. *J Biomech* 2001; 34:163-70.
126. Noyes FR, Butler DL, Grood ES et al: Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am* 1984 Mar;66(3):344-52.
127. Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1989 Jan-Feb;17(1):1-6.
128. Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimmy ML et al: Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1987 Feb;69(2):243-7.
129. Barton M, Torg JS, Das M. Posterior cruciate ligament insufficiency. A review of the literature. *Sports Med* 1:419-430, 1984.
130. Race AA, Amis AA. Mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. *Trans Orthop Res Soc* 17:124, 1992.
131. Makris CA, Georgoulis AD, Papageorgiou CD et al: Posterior cruciate ligament architecture: evaluation under microsurgical dissection. *Arthroscopy* 2000 Sep;16(6):627-32.
132. Cooper DE, Warren RF, Warner JJP. The posterior cruciate ligament and posterolateral structures of the knee: Anatomy, function and patterns of injury. In *Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons*, vol 40. Park Ridge, IL, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1991, pp 249-270.
133. Clancy WG, Shelbourne KD, Zoellner GB et al : Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament. Report of a new procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1983 Mar;65(3):310-22.
134. Gollehon DL, Torzilli PA, Warren RF. The role of the posterolateral and cruciate ligaments in the stability of the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 1987 Feb;69(2):233-42.
135. Markolf KL, Wascher DC, Finerman GA. Direct in vitro measurement of forces in the cruciate ligaments. Part II: The effect of section of the posterolateral structures. *J Bone Joint Surg Am* 1993 Mar;75(3):387-94.
136. Johansson H, Sjlinder P, Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. *Clin Orthop* 1991 Jul;(268):161-78.
137. Katonis PG, Assimakopoulos AP, Agapitos MV et al : Mechanoreceptors in the posterior cruciate ligament. Histologic study on cadaver knees. *Acta Orthop Scand* 1991 Jun;62(3):276-8.
138. Warren LF, Marshall JL. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1979 Jan;61(1):56-62.
139. Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL et al: The structure of the posterolateral aspect of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1982 Apr;64(4): 536-41.
140. Marshall JL, Girgis FG, Zelko RR. The biceps femoral tendon and its functional significance. *J Bone Joint Surg Am* 1972 Oct;54(7):1444-50.
141. Tillmann B, Blauth M, Schleicher A. Zugverspannungen der Patella In: Jager M, Hackenbroch MH, Refior HJ (Hrsg) *Kapselbandlasionen des Kniegelenkes*. Thieme, Stuttgart New York, 1981, S 68-73.



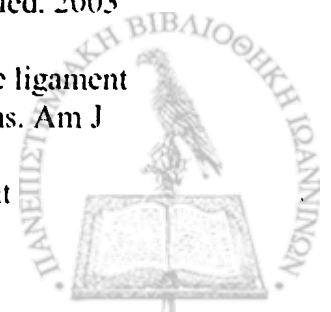
142. Kaplan E.; The fabellofibular and short lateral ligaments of the knee joint, *JBJS* 43:169,1961.
143. Cohn AK, Mains DB. Popliteal hiatus of the lateral meniscus. Anatomy and measurement at dissection of 10 specimens. *Am J Sports Med* 1979 Jul-Aug; 7(4):221-6.
144. Southmayd W, Quigley TB. The forgotten popliteus muscle. Its usefulness in correction of anteromedial rotatory instability of the knee. A preliminary report. *Clin Orthop* 1978 Jan-Feb;(130): 218-22.
145. Last RJ: The popliteus muscle and the lateral meniscus. *J Bone Joint Surg (Br)* 1950;32:93-99.
146. Staubli HU, Birrer S. The popliteus tendon and its fascicles at the popliteal hiatus: gross anatomy and functional arthroscopic evaluation with and without anterior cruciate ligament deficiency. *Arthroscopy* 1990;6(3):209-20.
147. Sudasna S, Harnsiriwattanagit K. The ligamentous structures of the posterolateral aspect of the knee. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst* 1990 Spring;50 (1):35-40.
148. Jakob RP, Hassler H, Staubli HU. Observations on rotatory instability of the lateral compartment of the knee. Experimental studies on the functional anatomy and the pathomechanism of the true and the reversed pivot shift sign. *Acta Orthop Scand Suppl* 1981;191:1-32.
149. Arnoczky SP, Warren RF. The microvascular of the meniscus and its response to injury. An experimental study in the dog. *Am J Sports Med* 1983 May-Jun; 11(3):131-41.
150. Hughston JC, Eilers AF. The role of the posterior oblique ligament in repairs of acute medial(collateral) ligament tears of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1973 Jul;55(5):923-40.
151. Jacobsen K. Gonylaxometry. Stress radiographic measurement of passive stability in the knee joints of normal subjects and patients with ligament injuries. Accuracy and range of application. *Acta Orthop Scand Suppl* 1981; 194:1-263.
152. Mountcastle VS: *Medical Physiology*, 14<sup>th</sup> ed. St. Louis, Mosby, 1980.
153. Freeman MA, Wyke B. The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat* 1967 Jun;101(3):505-32.
154. Biedert RM, Stauffer E, Friederich NF. Occurrence of free nerve endings in the soft tissue of the knee joint. A histological investigation. *Am J Sports Med* 1992 Jul-Aug;20(4):430-3.
155. Schultz RA, Miller DC, Kerr CS et al: Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg Am* 1984 Sep;66(7):1072-6.
156. Zimmy ML, Schutte M, Dabezies E. Mechanoreceptors in the human anterior cruciate ligament. *Anat Rec* 1986 Feb;214(2):204-9.
157. Iwasa J, Ochi M, Adachi N et al : Proprioceptive improvement in knees with anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop* 1984;184:208-11.
158. Ochi M, Iwasa J, Uchio Y et al : The regeneration of sensory neurons in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81-B:902-6.
159. Cerulli G, Ceccarini A, Alberti PF et al (1988). Mechanoreceptors of some anatomical structures of the human knee. In Muller W, Hackenbruch W (eds) *Surgery and arthroscopy of the knee*. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo, pp 50-54.



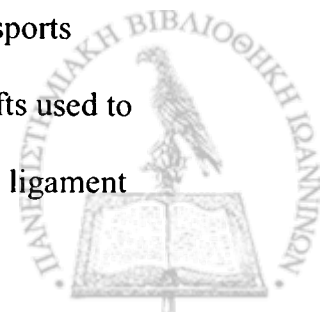
160. Friederich N, Muller W (2003). Anatomical and biomechanical evolution of the peripheral ligamentous disruptions associated with ACL rupture. Presented at 2<sup>nd</sup> European Congress of Sport Traumatology, Monaco.
161. Beynon BD, Johnson RJ. Relevant biomechanics. In: DeLee JC, Drez D, editors. Orthopaedic sports medicine. Philadelphia: WB Saunders; 1994. p. 1113-33.
162. Hefzy MS, Grood ES. Sensitivity of insertion locations on length patterns of anterior cruciate ligament fibers. *J Biomech Eng* 1986;108:73-82.
163. O'Connor J, Shercliff T, Fitzpatrick D, et al: Geometry of the knee. In: Daniel D, editor. *Knee ligaments: structure, function, injury and repair*. New York: Raven Press; 1990. p. 163-99.
164. Mueller W. Kinematics of the cruciate ligaments. In Anonymoustest. test, 1998. p. 217-33.
165. Menschik A (1974). *Mechanik des Kniegelenkes, Teil 3*. Sailer, Wien 64b.
- Tzumbakis M (1990). *Kinematik des Kniegelenks; Untersuchungen an Lebenden und Bänderpräparaten*. Inaugural Dissertation, Universität zu Köln.
166. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL et al: Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004;22:85-9.
167. Sakane M, Fox RJ, Woo SL et al : In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res* 1997;15:285-93.
168. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS et al : Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2006;22: 1000-6.
169. Yagi M, Wong EK, Kanamori A et al: Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2002;30:660-6.
170. Tashman S, Collon D, Anderson K et al: Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:975-83.
171. Zantop T, Herbort M, Raschke MJ et al: The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med* 2007;35: 223-7.
172. Noyes FR, Bassett RW, Grood ES, et al : Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate ligament tears and other injuries. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:687-95.
173. Maffuli N, Binfield PM, King JB, et al: Acute haemarthrosis of the knee in athletes. A prospective study of 106 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75: 945-9.
174. Lobenhoffer P. Knee ligament injuries. Anatomy, biomechanics, diagnosis, indications. *Chirurg*. 1999 Feb;70(2):219-30.
175. Bach BR Jr, Warren RF, Flynn WM et al: Arthrometric evaluation of the knees that have a torn anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72-A:1299-306.
176. Wroble RR, Van Ginkel LA, Grood ES et al: Repeatability of the KT-1000 arthrometer in a normal population. *Am J Sports Med* 1990;18:396-9.
177. Donaldson WF, Warren RF, Wickiewicz T. A comparison of acute anterior cruciate ligament examinations: initial versus examination under anesthesia. *Am J Sports Med* 1985;13:5-10.
178. Jager R, Hasenpflug J (1981). *Über die Mechanik Pivot- shift Zeichens*. In:



- Jager M, Hackenbroch MH, Refior HJ (Hrsg) Kapselbandlasionen des Kniegelenkes. Georg Thieme Verlag. Stuttgart-New York, S 104-108.
179. Lucie RS, Wiedel JD, Messner DG. The acute pivot-shift: clinical correlation. *Am J Sports Med.* 1984 May-Jun;12(3):189-91.
  180. Slocum DB, Larson RL. Rotatory instability of the knee. Its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. *J Bone Joint Surg Am.* 1968 Mar;50(2):211-25.
  181. Feagin JA (1988). Principles of diagnosis and treatment. In: Feagin JA (ed). The crucial ligaments. Diagnosis and treatment of ligamentous injuries about the knee. Churchill Livingstone, New York, pp 3-136.
  182. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, et al: Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am* 56:1391, 1974.
  183. Math KR, Ghelman B, Potter HG. Imaging of the patellofemoral joint. In Scuderi BR: *The Patella.* New York, Springer-Verlag, 1995, pp 83-125.
  184. Frik K (1932). Rontgenuntersuchungen am Kniegelenk. *Fortschr Rontgenstr* 46:155.
  185. Rosenberg TD, Paulos LE, Parker RD et al : The forty-five-degree posteroanterior flexion weight-bearing radiograph of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1988 Dec;70(10):1479-83.
  186. Potter HG. Imaging of the multiple-ligament-injured knee. *Clin Sports Med.* 2000 Jul;19(3):425-41.
  187. Cole BJ, Harner CD. The multiple ligament injured knee. *Clin Sports Med.* 1999 Jan;18(1):241-62.
  188. Reicher MA, Hartzman S, Duckweiler GR et al: Meniscal injuries: Detection using MR imaging. *Radiology* 1986;159:753-757.
  189. Reicher MA, Bassett LW, Gold RH. High resolution magnetic resonance imaging of the knee joint: Pathologic correlations. *AJR Am J Roentgenol* 1985;145:903-909.
  190. Klimkiewicz JJ, Petrie RS, Harner CD. Surgical treatment of combined injury to anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament, and medial structures. *Clin Sports Med.* 2000 Jul;19(3):479-92.
  191. Gillquist J, Hagberg G, Oretorp N. Arthroscopy in acute injuries of the knee joint. *Acta Orthop Scand* 1977;48:190-6.
  192. Simonsen O, Jensen J, Mouritsen P et al : The accuracy of clinical examination of injury of the knee joint. *Injury* 1984;16:96-101.
  193. DeKeizer G. Acute arthroscopy in posttraumatic hemarthrosis of the knee joint. *Neth J Surg* 1983;35:94-6.
  194. Glashow JL, Katz R, Schneider M et al: Double-blind assessment of the value of magnetic resonance imaging in the diagnosis of anterior cruciate and meniscal lesions. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989;71:113-9.
  195. Fineberg MS, Zarins B, Sherman OH et al: Practical considerations in anterior cruciate ligament replacement surgery. *Arthroscopy* 2000;16:715-724.
  196. Freedman, K.B., D'Amato, M.J., Nedeff, D.D. et al (Chicago, IL): Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: a meta-analysis comparing patellar tendon and hamstring autografts. *Am J Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):2-11.
  197. Fu FH, Bennett CH, Ma CB et al: Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction; part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med* 2000;28:124-130.
  198. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB. Anterior cruciate ligament

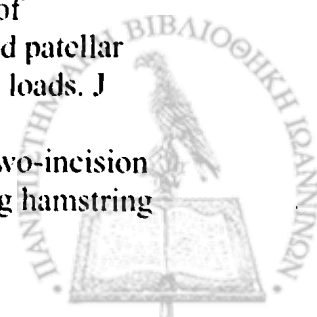


- reconstruction; a prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med* 2001;29:272-279.
199. Jansson KA, Linko E, Sandelin J et al: A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2003;31:12-18.
  200. Aune AK, Holm I, Risberg MA et al: Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2001;29:722-728.
  201. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al: Anterior cruciate ligament replacement. Comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts; a prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84:1503-1513.
  202. Ejerhed L, Kartus J, Sernert N et al: Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction ? A prospective randomized study with a two-year follow-up. *Am J Sports Med* 2003;31:19-25.
  203. Bartlett RJ, Clatworthy MG, Nguyen TNV (2001). Graft selection in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* 83B: 625-634.
  204. Ferretti A, Conteduca F, Morelli F et al: Regeneration of the semitendinosus tendon after its use in anterior cruciate ligament reconstruction-A histological study of three cases. *Am J Sports Med* 2002;30:204-207.
  205. Cameron M, Buchgraber A, Passler H et al: (1997). The natural history of the anterior cruciate ligament deficient knee. Changes in synovial fluid cytokine and keratin sulfate concentration. *Am J Sports Med* 25:751-754.
  206. Fink C, Zapp M, Benedetto K et al (2001). Tibial tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Arthroscopy* 17:138-143.
  207. Hoher J, Moller HD, Fu FH (1998). Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 6:231-240.
  208. Ishibashi Y, Rudy T, Livesay G et al (1997): The effect of anterior cruciate ligament graft fixation site on the knee stability. *Arthroscopy* 13:177-183.
  209. Staubli HU. In: Jakob R, Staubli HU, EDS. *The knee and the cruciate ligaments*. New York: Springer-Verlag, 1992:447.
  210. Blauth W. Die zweizugelige Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes aus der Quadricepssehne. *Unfallheilkunde* 1984;87:45-51.
  211. Caborn DNM, Selby JB. Allograft anterior tibialis tendon with bioabsorbable interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2002;18:102-105.
  212. Centers for Disease Control. Update: Allograft-associated bacterial infections-United States, 2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2002;51:207-210.
  213. Barber AF, McGuire DA, Johnson DH. Point counterpoint: Should allografts be used for routine anterior cruciate ligament reconstruction? *Arthroscopy* 2003;19:421-425.
  214. Tom JA, Rodeo SA. Soft tissue allografts for knee reconstruction in sports medicine. *Clin Orthop* 2002;402:135-156.
  215. Malinin TI, Levitt RL, Bashore C et al : A study of retrieved allografts used to replace anterior cruciate ligaments. *Arthroscopy* 2002;18:163-170.
  216. Kleipool AEB, Ziji JAC, Willems WJ. Arthroscopic anterior cruciate ligament





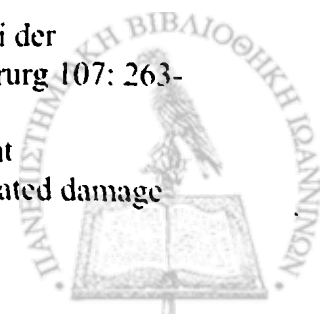
- reconstruction with bone-patellar tendon-bone allograft or autograft: A prospective study with an average follow-up of 4 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6:224-230.
217. Peterson RK, Shelton WR, Bomboy AL. Allograft versus autograft patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction: A 5-year follow-up. *Arthroscopy* 2001;17:9-13.
  218. Bolton WC, Bruchman WC. The Gore-Tex expanded polytetrafluoroethylene prosthetic ligament. *Clin Orthop* 1985;196:202-213.
  219. Kennedy JC, Roth JH, Mendenhall DVM et al: Intraarticular replacement in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med* 1980;(8):1-8.
  220. Roth JH, Kennedy JC, Lockstadt H et al: Polypropylene braid augmented and non augmented intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1985;13:321-336.
  221. Strover AE, Firer P. The use of Carbon fiber implants in anterior cruciate ligament surgery. *Clin Orthop* 1985;196:88-98.
  222. Cooley VJ, Deffnar KT, Rosenberg TD. Quadrupled semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: 5-year results in patients without meniscus loss. *Arthroscopy* 2001;17:795-800.
  223. Ristanis S, Giakas G, Papageorgiou CD et al: The effects of anterior cruciate ligament reconstruction on tibial rotation during pivoting after descending stairs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11:360-365.
  224. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, et al: Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004;20:1015-1025.
  225. O'Brien WR, Friederich NF (1994). Isometric placement of cruciate ligament substitutes. In: Feagin JA (ed) *The crucial ligaments*, 2<sup>nd</sup> edn. Churchill Livingstone, New York, pp 595-604.
  226. Sapega AA, Moyer RA, Schneck C et al: (1990). Testing for isometry during reconstruction of the anterior cruciate ligament: anatomical and biomechanical considerations. *J Bone Joint Surg Am* 72:259-267.
  227. Amis AA, Dawkins GP (1991). Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br* 73(2):260-267.
  228. Hefzy MS, Grood ES, Noyes FR (1989). Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. Part II: the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 17(2):208-216.
  229. Khalfayan EE, Sharkey PF, Alexander AH, et al: (1996). The relationship between tunnel placement and clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 24:335-341.
  230. Zavras TD, Race A, Bull AM (2001): A comparative study of 'isometric' points for anterior cruciate ligament graft attachment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9(1):28-33.
  231. Harner CD, Back GH, Vogrin TM et al (1999): Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy* 15:741-749.
  232. Woo SL, Kanamori A, Zeminski J et al (2002): 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* 84-A(6):907-914.
  233. Howell SM, Deutsch ML (1999). Comparison of endoscopic and two-incision techniques for reconstructing a torn anterior cruciate ligament using hamstring



- tendons. *Arthroscopy* 15(6):594-606.
234. Arnold MP, Kooloos J, van Kampen A (2001). Single-incision technique misses the anatomical femoral anterior cruciate ligament insertion: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9(4):194-199.
  235. Amis AA, Beynon B, Blankevoort L et al (1994) : Proceedings of the ESSKA scientific workshop on reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2(3):124-132.
  236. Acker JH, Drez D (1989). Analysis of isometric placement of grafts in ACL reconstruction procedures. *Am J Knee Surg* 2:65-70.
  237. Cooper DE, Urrea L, Small J (1998). Factors affecting isometry of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction: the effect of guide offset and rotation. *Arthroscopy* 14(2): 164-170.
  238. Cain EL Jr, Clancy WG Jr (2002). Anatomic endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patella tendon autograft. *Orthop Clin North Am* 33(4):717-725.
  239. Getelman MH, Friedman MJ (1999). Revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 7(3):189-198.
  240. Furia JP, Lintner DM, Saiz P et al (1997): Isometry measurements in the knee with the anterior cruciate ligament intact, sectioned, and reconstructed. *Am J Sports Med* 25(3):346-352.
  241. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E et al (2003): Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy* 19(3):297-304.
  242. Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM et al (2004): The effect of oblique femoral tunnel placement on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts. *Arthroscopy* 20(3): 294-299.
  243. Simmons R, Howell SM, Hull ML (2003). Effect of the angle of the femoral and tibial tunnels in the coronal plane and incremental excision of the posterior cruciate ligament on tension of an anterior cruciate ligament graft: an in vitro study. *J Bone Joint Surg Am* 85-A(6):1018-1029.
  244. Howell SM, Gittins ME, Gottlieb JE et al (2001): The relationship between the angle of the tibial tunnel in the coronal plane and loss of flexion and anterior laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 29(5):567-574.
  245. Fujimoto E, Sumen Y, Deie M, et al: Anterior cruciate ligament graft impingement against the posterior cruciate ligament: diagnosis using MRI plus three-dimensional reconstruction software. *Magn Reson Imaging* 2004; 22:1125-1129.
  246. Segawa H, Koga Y, Omori G et al (2003): Influence of the femoral tunnel location and angle on the contact pressure in the femoral tunnel in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 31(3):444-448.
  247. Woo SL-Y, Orlando CA, Camp JF et al : Effects of postmortem storage by freezing on ligament tensile behaviour. *J Biomech* 1986;19: 399-404.
  248. Arnoczky SP, Warren RF (1994). Anatomy of the cruciate ligament. In: Feagin J (ed). *The crucial ligaments*, 2<sup>nd</sup> edn. Churchill Livingstone, New York, pp 269-286.
  249. Howell SM, Clark JA, Farley TE. Serial magnetic resonance study assessing the effects of impingement on the MRI image of the patellar tendon graft. *Arthroscopy* 1992;8:350-8.



250. Paessler HH. New techniques in knee surgery. Darmstadt, 2003. pp 21-37.
251. Hertel P, Behrend H, Cierpinski T et al: ACL reconstruction using bone-patellar tendon-bone press-fit fixation: 10-year clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:248-255.
252. Chhabra A, Kline AJ, Nilles KM et al : Tunnel expansion after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous hamstrings: a comparison of the medial portal and transtibial techniques. *Arthroscopy* 2006;22:1107-1112.
253. C.D. Harner, M.D., Nicholas J. Honkamp, M.D., A.S. Ranawat, M.D.: Anteromedial portal technique for creating the anterior cruciate ligament femoral tunnel. *Arthroscopy* 2008;24:113-115.
254. Williams RJ 3<sup>rd</sup>, Hyman J, Petrigliano F et al: Anterior cruciate ligament reconstruction with a four-strand hamstring tendon autograft. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:225-232.
255. Garofalo R, Moretti b, Kombot C et al: Femoral tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction: rationale of the two incision technique. *J Orthop Surg.* 2007;2:10.
256. Giron F, Buzzi R, Aglietti P. Femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using three techniques. A cadaver study. *Arthroscopy* 1999;24:335-41.
257. Chambat, P.; Selva, O. Societe Francaise d'Arthroscopie (eds). Elsevier, Paris; 1999. Reconstruction du ligament croise anterieure par autogreffe au tendon rotulien, Forage du tunnel femoral de dehors en dedans ; pp. 141-145.
258. Georgoulis AD, Papadonikolakis A, Papageorgiou CD et al (2003): Three-dimensional tibiofemoral kinematics of the anterior cruciate deficient and reconstructed knee during walking. *Am J Sports Med* 31:75-79.
259. Kanamori A, Zeminski J, Rudi TW et al (2002) : The effect of axial tibial torque on the function of the anterior cruciate ligament: a biomechanical study of a simulated pivot shift test. *Arthroscopy* 18:394-398.
260. Musahl V, Plakseychuk A, VanScyoc A et al: Varying femoral tunnels between the anatomical footprint and isometric positions: effect on kinematics of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Am J Sports Med.* 2005 May;33(5):712-8.
261. Markolf KL, Hame S, Hunter DM, et al: Effects of femoral tunnel placement on knee laxity and forces in an anterior cruciate ligament graft. *J Orthop Res.* 2002;20:1016-1024.
262. Giron F, Cuomo P, Aglietti P et al: Femoral attachment of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(5): 497-501.
263. Johnson, D.L., and Fu, F.H: Anterior cruciate ligament reconstruction: why do failures occur? In *Instructional Course Lectures, American Academy of Orthopaedic Surgeons.* Vol. 44, pp. 391-406. Rosemont, Illinois, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1995.
264. Maday, M.G.; Harner, C.D.; and Fu, F.H: Revision ACL surgery: evaluation and treatment. In *The Crucial Ligaments: Diagnosis and Treatment of Ligamentous Injuries About the Knee*, edited by J.A. Feagin, Jr Ed. 2, pp. 711-723. New York, Churchill Livingstone, 1994.
265. Passler HH, Hoher J (2004). Intraoperative Qualitätskontrolle bei der Bohrkanaalplatzierung vom morderen kreuzbandersatz. *Unfallchirurg* 107: 263-272.
266. Graf BK, Henry J, Rothenberg M et al: Anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon. An ex vivo study of wear-related damage



- and failure at the femoral tunnel. *Am J Sports Med.* 1994;22:131-5.
267. Katsuragi R, Yasuda K, Tsujino J et al : The effect of non physiologically high initial tension on the mechanical properties of in situ frozen anterior cruciate ligament in a canine model. *Am J Sports Med.* 2000;28:47-56.
268. Amis AA. Anterior cruciate ligament replacement. Knee stability and the effects of implants. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71:819-24.
269. Howell SM, Taylor MA (1993). Failure of reconstruction of the anterior cruciate ligament due to impingement by the intercondylar roof. *J Bone Joint Surg Am* 75(7):1044-1055.
270. Jackson, D.W., and Schaefer, R.K.: Cyclops syndrome: loss of extension following intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 6:171-178, 1990.
271. Berns, G.S., and Howell, S.M.: Roofplasty requirements in vitro for different tibial hole placements in anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med.*, 21:292-298, 1993.
272. Muneta T, Yamamoto H, Sakai H et al (1993). Relationship between changes in length and force in in vitro reconstructed anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 21(2):299-304.
273. Steadman J, Mair S. Anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone autograft two-incision technique. *Oper Tech Orthop* 1999;9:273-280.
274. Hantes M, Zachos V, Basdekis G et al : Differences in graft orientation using the transtibial and anteromedial portal technique in ACL reconstruction: an MRI prospective study. *J Bone Joint Surg Br.* 2006; 88(suppl I):93.
275. Sommer C, Friederich NF, Muller W. Improperly placed anterior cruciate ligament grafts: correlation between radiological parameters and clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:207-213.
276. Heming JF, Rand J, Steiner ME. Anatomical limitations of transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2007 Oct;35(10):1708-15.
277. Chhabra A, Diduch DR, Blessey PB et al: Recreating an acceptable angle of the tibial tunnel in the coronal plane in anterior cruciate ligament reconstruction using external landmarks. *Arthroscopy* 2004;20:328-330.
278. Morgan CD, Kalman KR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1995;11:275-288.
279. Jackson D, Gasser S. Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1994;10:124-131.
280. Albuquerque RF, Amatuzzi MM, Pacheco AP et al: Positioning of the femoral tunnel for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament: comparative study of 2 techniques. *Clinics* 2007 Oct;62(5):613-8.
281. Wallace MP, Howell SM, Hull NL. In vivo tensile behavior of a four bundle hamstring graft as a replacement for the anterior cruciate ligament. *J Orthop Res* 1997;15:539-545.

