

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ ΤΜΗΜΑ
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΟΛΙΚΗ ΡΗΞΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ
ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ»

Εισηγητής:

Βαρσαμίδης Κων/νος

Φοιτητής:

Φουντουκίδης Κων/νος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2006

«Η μόνη αποτυχία που υπάρχει είναι όταν σταματάμε πλέον να προσπαθούμε. Δεν υπάρχει ήττα παρά μόνο μέσα μας, δεν υπάρχει κανένα πραγματικά ανυπέρβλητο εμπόδιο εκτός από την δική μας έμφυτη αδυναμία σκοπού».

Elbert Habart

*ΑΦΙΕΡΩΝΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΜΟΥ
ΜΕ ΣΕΒΑΣΜΟ & ΑΓΑΠΗ*

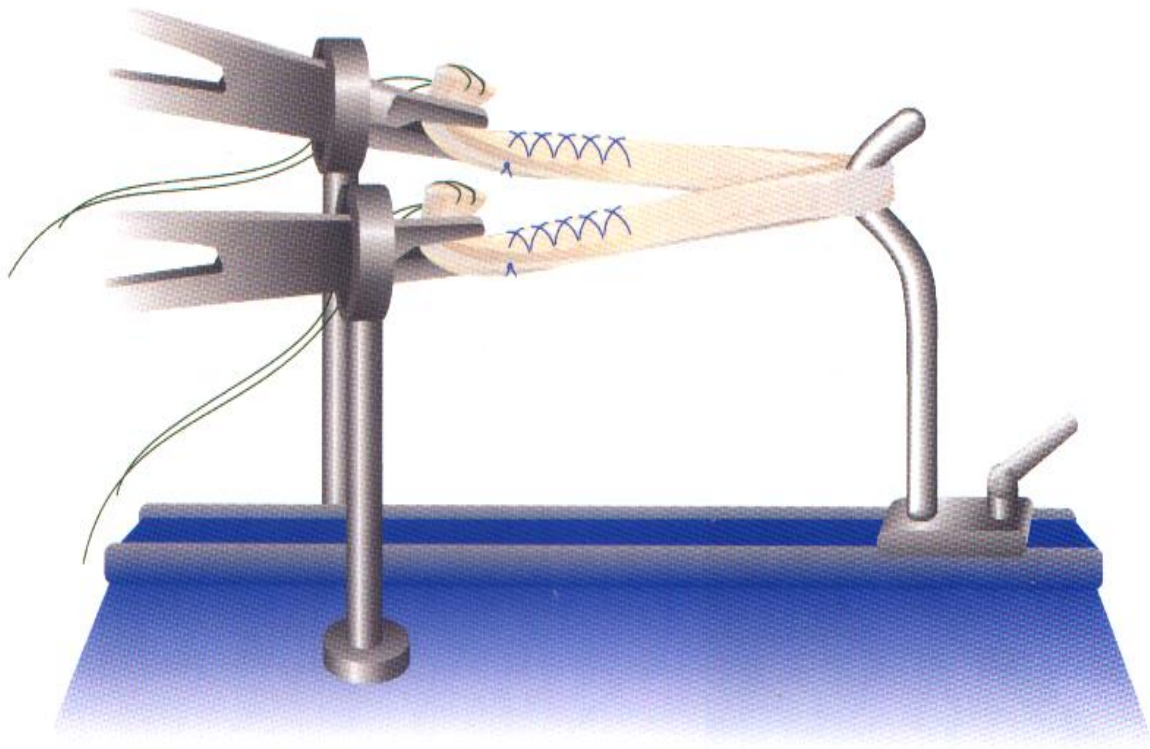
Περιεχόμενα

• ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
• ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
• Διάρθρωση του γόνατος	11
-Στοιχεία Ανατομικής και κινησιολογίας	12
-Οστικό υπόστρωμα	13
-Ο θύλακος	14
-Οι μηνίσκοι	15
-Οι χιαστοί σύνδεσμοι	16
-Πρόσθιος χιαστός	16
-Οπίσθιος χιαστός	18
-Εξωθλακικά στοιχεία του γόνατος	18
-Αγγείωση γόνατος	22
-Νεύρωση γόνατος	22
-Κινήσεις της διάρθρωσης του γόνατος	22
• Εμβιομηχανική του Γόνατος	25
-Εμβιομηχανική Μηροκνημαίας άρθρωσης	25
-Εμβιομηχανική Επιγονατιδομηριαίας Άρθρωσης	27
-Εμβιομηχανική χιαστών συνδέσμων	28
• Πρόσθιος Χιαστός Σύνδεσμος	29
-Μικροσκοπική ανατομική ΠΧΣ	36
-Ανατομία του αυτόχθονος ΠΧΣ	37
• ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ	39

-Ιδιοδεκτική πληροφόρηση και συνδεσμικός τραυματισμός στο γόνατο	39
-Ιδιοδεκτική ανεπάρκεια	41
-Ισορροπία και τραυματισμοί	44
-Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας	45
-Ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος σε ανεπάρκεια ΠΧΣ σε συσχετισμό με τον τραυματισμό των χόνδρων, τη χαλαρότητα και την ηλικία	48
• ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ	
ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ Π.Χ.Σ.	51
-Μηχανισμός τραυματισμού	51
-Δοκιμασία σταθερότητας χιαστών συνδέσμων	52
-Δοκιμασία Νούλης-Lachman	52
-Δοκιμασία Πρόσθιου Συρταροειδούς	52
-Pivot Shift φαινόμενο	54
-Δοκιμασία αναπήδησης (Jeck Test)	55
• ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	57
-Η βιολογία της συνένωσης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου	57
-Λογική βάση χειρουργικής αντιμετώπισης	58
-Ιδεώδες μόσχευμα αντικατάστασης	58
-Αιτίες αποτυχίας	60
-Βιολογία της επούλωσης του μοσχεύματος	61
-Βιολογία της συνένωσης	61
-Οξεία φλεγμονή	61

-Χρόνια φάση_____	62
-Σύγχρονες γνώσεις από in vivo ζωικές μελέτες_____	63
-Αυτομόσχευμα οστού- επιγονατιδικού τένοντα –οστού_____	64
-Αυτομόσχευμα τενόντων των οπίσθιων μηριαίων μυών_____	66
-Ανθρώπινες μελέτες_____	68
• ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ_____	71
• ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ	
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ Π.Χ.Σ._____	71
-Ισοκινητική άσκηση_____	71
-Πλεονεκτήματα της ισοκινητικής άσκησης και αξιολόγησης_____	72
- Μειονεκτήματα της ισοκινητικής άσκησης και αξιολόγησης _____	73
-Παράμετροι ισοκινητικής άσκησης και αξιολόγησης_____	74
-Λόγος αγωνιστών-ανταγωνιστών_____	80
-Ισοκινητικές συγκρίσεις στην φάση αποκατάστασης_____	81
-Πρωτόκολλο ισοκινητικής αξιολόγησης και άσκησης_____	82
-Τιμή της γωνιακής ταχύτητας στην ισοκινητική αξιολόγηση_____	82
-Η επίδραση του πρωτοκόλλου εξάσκησης στις ισοκινητικές παραμέτρους_____	84
-Αριθμός των επαναλήψεων_____	86
• ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΧΣ_____	91
-Στάδιο I- προεγχειρητικό_____	91
-Στάδιο II (0-2 εβδομάδες)- άμεσο μεταεγχειρητικό_____	91
-Κρυοθεραπεία_____	93
-Στηρικτικά μέσα_____	93

-Στάδιο III (2-6 εβδομάδες)	98
-Στόχοι	98
-Μέθοδος	98
-Στάδιο IV (6-12 εβδομάδες)	103
-Στόχοι	103
-Μέθοδος	103
-Στάδιο V (3-6 μήνες)	105
-Στόχοι	105
-Μέθοδος	105
-Στάδιο VI (6 μήνες και άνω)	107
-Στόχος	107
• Πλεονεκτήματα των ασκήσεων κλειστής κινητικής αλυσίδας μετά από επέμβαση ανασχηματισμού των συνδέσμων	110
-Μείωση της πίεσης πάνω στον ΠΧΣ/ΟΧΣ	110
-Βελτίωση της λειτουργικής σταθερότητας και ισορροπίας	111
• Ιδιοδεκτικότητα μετά από επέμβαση των συνδέσμων	112
• ΕΠΙΛΟΓΟΣ	115
• ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ρήξη του ΠΧΣ έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια σε σημείο να έχουμε 250.000 τραυματισμούς το χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Μάλιστα η αύξηση αυτή είναι στο επταπλάσιο όσον αφορά το γυναικείο πληθυσμό σε σχέση με τον ανδρικό στα ομαδικά αθλήματα.

Ποικίλες χειρουργικές μέθοδοι έχουν δοκιμασθεί για τη θεραπεία ασθενών με ρήξη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Π.Χ.Σ.). Πρόσφατα, εισήχθη η ελάχιστα επεμβατική τεχνική στη χειρουργική των μηνίσκων όσο και στην ανακατασκευή των συνδέσμων. Η αρθροσκοπική τεχνική, η χρήση ισχυρών μοσχευμάτων και προγραμμάτων αθλητικής αποκατάστασης με πρώιμη κινητοποίηση και ειδική για το άθλημα εκπαίδευση μπορεί να βελτιώσει το αποτέλεσμα της ανακατασκευής του Π.Χ.Σ. καθώς και να οδηγήσει σε αξιόπιστη και πρώιμη επάνοδο σε άθληση σε ανταγωνιστικούς αθλητές.

Με αφορμή όλων των παραπάνω, ενδιαφέρθηκα να ασχοληθώ με αυτόν τον συχνό τραυματισμό, που αναγκάζει πολλούς αθλητές, να απέχουν από τις αθλητικές δραστηριότητές τους για σημαντικό χρονικό διάστημα.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή μου κο Βαρσαμίδα Κων/νο, Καθηγητή Φυσιολογίας, που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ μ' αυτό το θέμα καθώς και τους φυσικοθεραπευτές του ΓΠΝΑ Αλεξανδρούπολης για την αμέριστη συμπαράστασή τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι πολλές φορές δυνατόν κατά την αθλητική δραστηριότητα να υπάρξουν συνθήκες κατά της οποίες να υπάρξει ρήξη των συνδετικών ινών του ΠΧΣ.

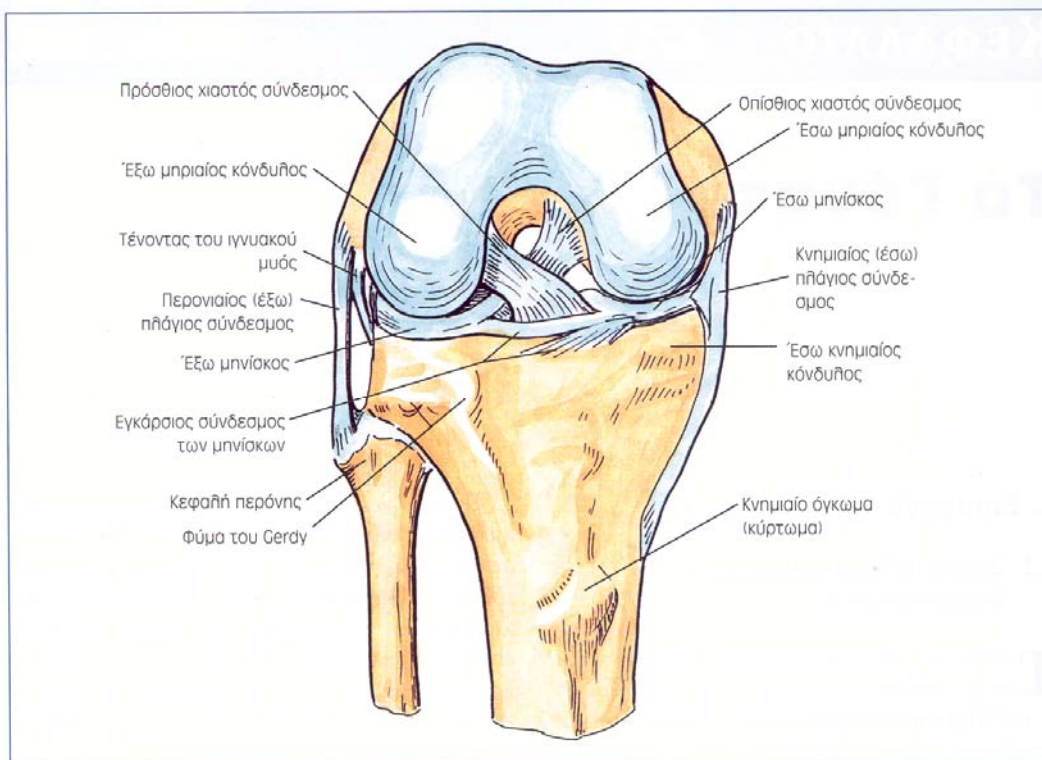
Η σημερινή τάση της αθλητιατρικής είναι η επιλογή της χειρουργικής επέμβασης σε ολική ρήξη ΠΧΣ. Μάλιστα δεν υπάρχει ο προβληματισμός για την επιλογή συντηρητικής ή χειρουργικής επέμβασης, όταν αναφερόμαστε σε αθλητές.

Η επιλογή πολλές φορές της συντηρητικής θεραπείας σε άτομα τα οποία γυμνάζονται, φαίνεται να μην είναι πιο σωστή μια και στις περισσότερες περιπτώσεις μετά από ένα χρονικό διάστημα, γίνεται χειρουργική επέμβαση, μια και η αστάθεια στο γόνατο έχει σαν αποτέλεσμα μια μη λειτουργική άρθρωση.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να ερευνήσει την λειτουργικότητα του γόνατος και την επιστροφή στην άθληση, τέτοιων αθλητών, μετά την αρθροσκοπική ανακατασκευή του ΠΧΣ.

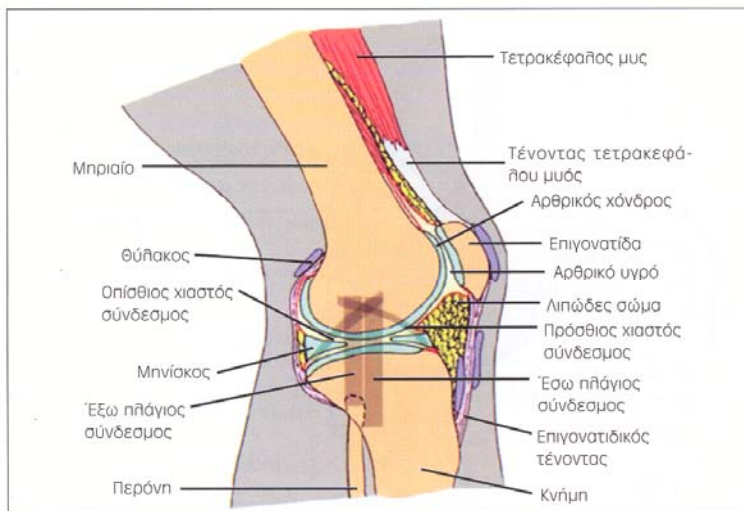
ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Η διάρθρωση του γόνατος είναι η πιο μεγάλη από τις αρθρώσεις του σώματος(εικονα 20.1,20.2). Είναι τροχογιγγλυμη άρθρωση που επιτρέπει μικρού βαθμού στροφή. Είναι σύνθετη άρθρωση και αποτελείται από την κνημομυριαία διάρθρωση και την επιγονατιδομυριαία διάρθρωση που περιβάλλονται από κοινό αρθρικό θύλακο. Η περόνη δεν συμμετέχει στην διάρθρωση (Platzer 1985



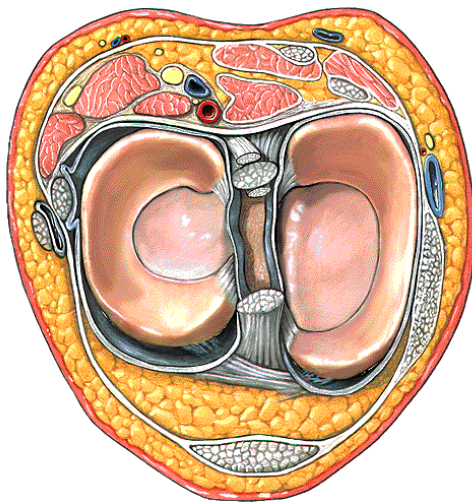
ΕΙΚΟΝΑ 20.1Α Ανατομία γόνατος. Πρόσθια άποψη δεξιού γόνατος σε κάμψη.

Οι αρθρικές επιφάνειες της διάρθρωσης του γόνατος είναι οι μηριαίοι κόνδυλοι και οι κνημιαίες γλάνες. Οι διάφορες ανωμαλίες των αρθρικών επιφανειών, αντισταθμίζονται με τους σχετικά παχείς αρθρικούς χόνδρους και με τους μηνίσκους. Εκτός από την κνήμη και το μηριαίο στην διάρθρωση συμμετέχει και η επιγονατίδα.



ΕΙΚΟΝΑ 20.2 Ανατομία γόνατος profil.

Ο έξω μηριαίος κόνδυλος είναι πλατύτερος μπροστά από ότι πίσω, ενώ ο έσω μηριαίος κόνδυλος έχει σχετικά σταθερότερο πάχος. Κατά το οβελιαίο επίπεδο η καμπυλότητα του κονδύλου αυξάνει από εμπρός προς τα πίσω, δηλαδή η ακτίνα καμπυλότητας γίνεται μικρότερη (Platzer 1985).



Εγκάρσια διατομή της διάρθρωσης του γόνατος.

Στοιχεία Ανατομικής και κινησιολογίας

Το γόνατο, για να εξυπηρετήσει τη λειτουργική του αποστολή, πρέπει να έχει τα κάτωθι:

α) Μεγάλη σταθερότητα σε πλήρη έκταση επειδή βρίσκεται στο μέσον των μεγαλύτερων μοχλοβραχιόνων του σώματος και β) μεγάλη κινητικότητα στην διάρκεια της κάμψης που είναι σημαντική για την καθημερινή δραστηριότητα και τον ορθό προσανατολισμό του ποδιού στις ανωμαλίες του εδάφους. αυτό επιτυγχάνεται με την αρμονική συνεργασία όλων των ανατομικών στοιχείων του, που κατάλληλα διαμορφωμένα διακρίνονται σε στατικούς και δυναμικούς σταθεροποιητές.

Στατικοί θεωρούνται οι αρθρικές επιφάνειες του μηριαίου και της κνήμης, οι μηνίσκοι, οι σύνδεσμοι και ο θύλακας, ενώ δυναμικοί, οι μύες και οι τένοντες (Λαμπίρης 2003).

Οστικό υπόστρωμα

Οι μηριαίοι κόνδυλοι καλύπτονται από αρθρικό χόνδρο μόνο στις επιφάνειες τους, που αρθρώνονται με την κνήμη και την επιγονατίδα και μοιάζουν με τροχαλία.

Οι επιμηκείς τους άξονες δεν είναι παράλληλοι, αλλά αποκλίνουν προς τα πίσω. Η ακτίνα καμπυλότητας τους δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται κατά το μηχανικό πρότυπο του έλικα και κυμαίνεται για μεν τον έσω μηριαίο κόνδυλο από 15-38 χιλιοστά για δε τον έξω από 12-60 χιλιοστά. Επίσης το κέντρο περιστροφής, δεν είναι ένα και σταθερό, αλλά υπάρχει σειρά στιγμιαίων κέντρων περιστροφής. (Λαμπίρης 2003)

Ειδικότερα, ο έξω κόνδυλος, είναι ισχυρότερος και σε προσθιοπίσθιο επίπεδο προέχει περισσότερο προς τα εμπρός από τον έσω. Ο έσω κόνδυλος, στο μετωπιαίο επίπεδο προέχει περισσότερο προς τα κάτω από τον έξω και ψηλαφάται εύκολα κάτω από το δέρμα.

Οι κνημιαίοι κόνδυλοι καλύπτονται από αρθρική επιφάνεια, εκτός από την τραχεία περιοχή του μεσοκονδύλιου επάρματος. Ο έσω κόνδυλος είναι πλατύτερος και η άνω επιφάνεια του, που έχει ωσειδές περίγραμμα,

είναι καλή σε όλες τις διαμέτρους της με ακτίνα καμπυλότητας 80 χιλιοστά. Ο έξω κόνδυλος έχει αρθρική επιφάνεια σχεδόν κυκλική, κοίλη στο μετωπιαίο επίπεδο και κυρτή στο οβελιαίο με ακτίνα καμπυλότητας 70 χιλιοστά. Οι ακτίνες καμπυλότητας των μηριαίων και κνημιαίων κονδύλων δεν είναι ίσες και έτσι οι αρθρικές επιφάνειες δεν είναι παράλληλες. Η παραλληλότητα αποκαθίσταται μόνο με την παρεμβολή των μινίσκων.

Η Επιγονατίδα έχει τριγωνικό σχήμα και είναι το μεγαλύτερο σησαμοειδές οστούν του σώματος. Εμφανίζει δύο επιφάνειες, την πρόσθια και την οπίσθια και δύο πλάγια χείλη. Η πρόσθια επιφάνεια είναι κυρτή, διαπερνάται από τροφοφόρα αγγεία και καλύπτεται από μια διεύρυνση του τετρακεφάλου, που συνεχίζεται προς τα κάτω και αποτελεί τον επιγονατιδικό τένοντα. Η οπίσθια επιφάνεια καλύπτεται από χόνδρο και με μία κάθετη ακρολοφία χωρίζεται σε δύο επιφάνειες, την έσω και την πλατύτερη έξω. Η επιφάνεια επαφής της επιγονατίδας με τους μηριαίους κονδύλους μεταβάλλεται συνεχώς στην διάρκεια της κίνησης του γόνατος. (Λαμπίρης 2003)

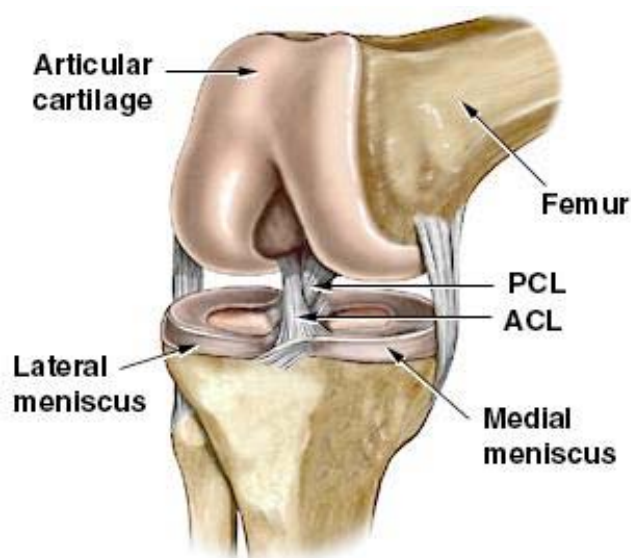
Ο Θύλακος

Είναι μία πολύπλοκη κατασκευή, που κατά περιοχές ενισχύεται από ισχυρές παχύνσεις και τένοντες, συμβάλλει στη σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος και καλύπτεται εσωτερικά από μία μεμβράνη, τον αρθρικό υμένα. Η πρόσφυση του στην κνήμη είναι σχετικά απλή κατά μήκος του χείλους της αρθρικής επιφάνειας. Μία πτυχή του θυλάκου, που αρχίζει από πίσω, περιβάλλει τους χιαστούς έτσι, ώστε, ενώ είναι ενδοαρθρικά στοιχεία, να βρίσκονται εξωθυλακικά και εξωυμενικά. Η πρόσφυση στο μηριαίο είναι περισσότερο πολύπλοκη. Συγκεκριμένα, μπροστά προσφύεται γύρω από την επιγονατιδική επιφάνεια του μηριαίου, ενώ προς τα επάνω σχηματίζεται «εν τω βάθει» προβολή, που

είναι γνωστή ως υπερεπιγονατιδικός θύλακος και καλύπτεται μόνο από αρθρικό υμένα. Ο θύλακος συγκρατείται στη θέση του κατά τη διάρκεια των κινήσεων του γόνατος από ένα μικρό μυ, που προέρχεται από την «εντω βάθει» μοίρα του έσω πλατέος και καλείται υπομηρίδιος (articularis genu muscle).(Λαμπίρης 2003)

Οι Μηνίσκοι

Οι μηνίσκοι, (Σχ. 1) που είναι δύο ημισεληνοειδείς χόνδροι, δεν είναι όμοιοι μεταξύ τους. Έτσι, ο μεν έξω ομοιάζει με "Ο", έχοντας περισσότερο κλειστό σχήμα, ενώ ο έσω ομοιάζει με "C" και είναι περισσότερο ανοικτός. Σε διατομή εμφανίζουν τρεις επιφάνειες, την άνω, που έρχεται σε επαφή με τους μηριαίους κονδύλους, την κάτω, που επικάθεται στους κνημιαίους κονδύλους, και την έξω, που έρχεται σε επαφή με το θύλακο και τους συνδέσμους. Με τα άκρα τους, που λέγονται και κέρατα, προσφύονται στερεά στους κνημιαίους κονδύλους. Τα πρόσθια κέρατα των δύο μηνίσκων συνδέονται μεταξύ τους με μία ινώδη ταινία, που είναι γνωστή ως «εγκάρσιος σύνδεσμος» ή σύνδεσμος του Winslow.(Λαμπίρης 2003)



© 1998 Nucleus Communications, Inc. - Atlanta
www.nucleusinc.com

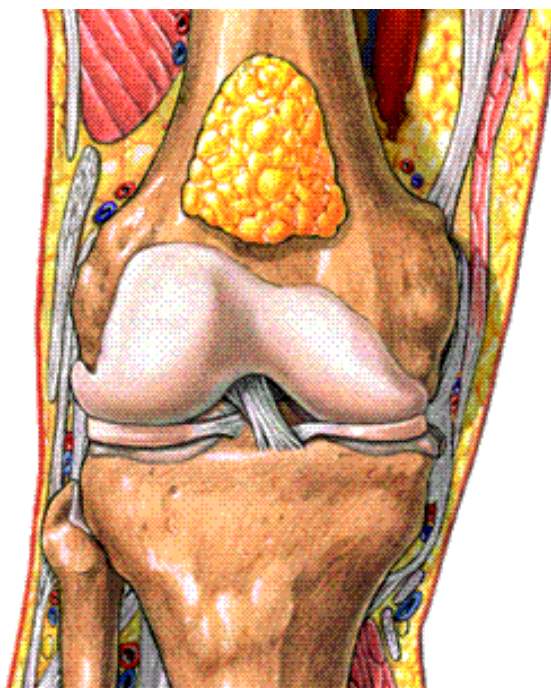
Σχ.1

Οι Χιαστοί Σύνδεσμοι

Οι χιαστοί σύνδεσμοι είναι δύο, βρίσκονται στο κέντρο της άρθρωσης του γόνατος, πληρούν τη μεσοκονδύλια εντομή και αποτελούν τον κεντρικό άξονα του γόνατος.(Λαμπίρης 2003)

α) Ο Πρόσθιος Χιαστός

Ο πρόσθιος χιαστός,(Σχ. 2) κατά τον Girgis (1975), έχει μέσο μήκος περίπου 38,2 χιλιοστά και μέσο πλάτος περίπου 11,1 χιλιοστά, είναι δε μακρύτερος και λεπτότερος από τον οπίσθιο χιαστό.



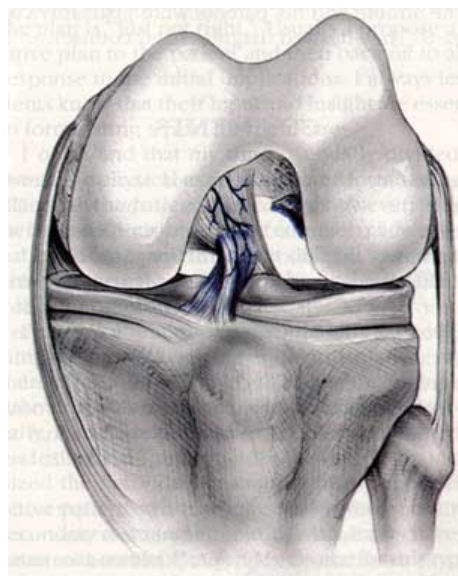
Σχ. 2

Προσφύεται στην κνήμη, μπροστά και έσω της πρόσθιας κνημιαίας άκανθας, μεταξύ της πρόσφυσης του πρόσθιου κέρατος του έσω μηνίσκου εμπρός και του πρόσθιου κέρατος του έξω μηνίσκου πίσω. Φέρεται λοξά προς τα επάνω, έξω και πίσω, ενώ συγχρόνως περιστρέφεται περί τον άξονα του και προσφύεται στο μηριαίο, στην οπίσθια μοίρα της έσω επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου. Η κνημιαία πρόσφυση είναι ισχυρότερη από τη μηριαία και για το λόγο αυτόν ο σύνδεσμος αποσπάται συχνότερα από το μηριαίο. Ο σύνδεσμος αποτελείται από πολυάριθμες

δεσμίδες, που συγκροτούν τρεις μοίρες, την προσθιοεσωτερική, την ενδιάμεση και την οπισθιοεξωτερική, που παίρνουν το όνομα τους από την κνημιαία πρόσφυση τους.

Η προσθιοεσωτερική μοίρα, συγκεκριμένα, είναι τεντωμένη ιδιαίτερα στην κάμψη του γόνατος και συμβάλλει στην προσθιοεσωτερική σταθερότητα αυτού, με αποτέλεσμα η διακοπή της συνέχειας της να δίνει θετικό το πρόσθιο συρταροειδές σε κάμψη 90°. Η ενδιάμεση μοίρα συμβάλλει στην ευθεία, πρόσθια και προσθιοεσωτερική σταθερότητα του γόνατος. Τέλος, η ογκωδέστερη οπισθιοεξωτερική, που τεντώνεται στην έκταση και χαλαρώνει στην κάμψη, προσδίδει οπισθιοεξωτερική σταθερότητα.

Ο πρόσθιος χιαστός αγγειώνεται (Σχ. 3) κυρίως από τη μέση αρτηρία τον γόνατος και σε μικρό ποσοστό από την έξω κάτω αρτηρία του γόνατος



Σχ. 3

Τα αγγεία φτάνουν στο σύνδεσμο μέσω του αρθρικού υμένα και του λιπώδους σώματος, ενώ η συμβολή της τροφοδοσίας μέσω των οστικών προσφύσεων είναι σχεδόν αμελητέα.

Η νεύρωση γίνεται από το κνημιαίο νεύρο και εξυπηρετεί κατά τον Kennedy (1974) κυρίως την αγγειοκινητική λειτουργία. Έχει επίσης αποδειχθεί η παρουσία νευρικών ινών, υπεύθυνων για τον πόνο, και η παρουσία υποδοχέων, υπεύθυνων για την ιδιοδεκτική αισθητικότητα.(Λαμπίρης 2003)

β) Ο Οπίσθιος Χιαστός

Ο οπίσθιος χιαστός εμφανίζει δυο μοίρες, την κύρια προσθιοεσωτερική και την οπισθιοεξωτερική, και έχει μήκος περίπου 38 χιλιοστά και εύρος περίπου 13 χιλιοστά (Girgis 1975) ή κατ' άλλους το μήκος του είναι τα 3/5 του μήκους του πρόσθιου χιαστού. Προσφύεται στην κνήμη, πίσω από την οπίσθια μεσοκονδύλια περιοχή. Φέρεται λοξά προς τα επάνω, εμπρός και έσω και προσφύεται στο μηριαίο, στο πίσω τμήμα της έξω επιφάνειας του έσω μηριαίου κονδύλου. Η ρήξη του οπίσθιου χιαστού εκδηλώνεται με αστάθεια σε κάμψη (μέγιστη μεταξύ 20°-40°), θετικό οπίσθιο συρταροειδές σε κάμψη 90° και, μερικές φορές, με αύξηση της εξωτερικής στροφής της κνήμης.(Λαμπίρης 2003)

Εξωθυλακικά Στοιχεία του Γόνατος

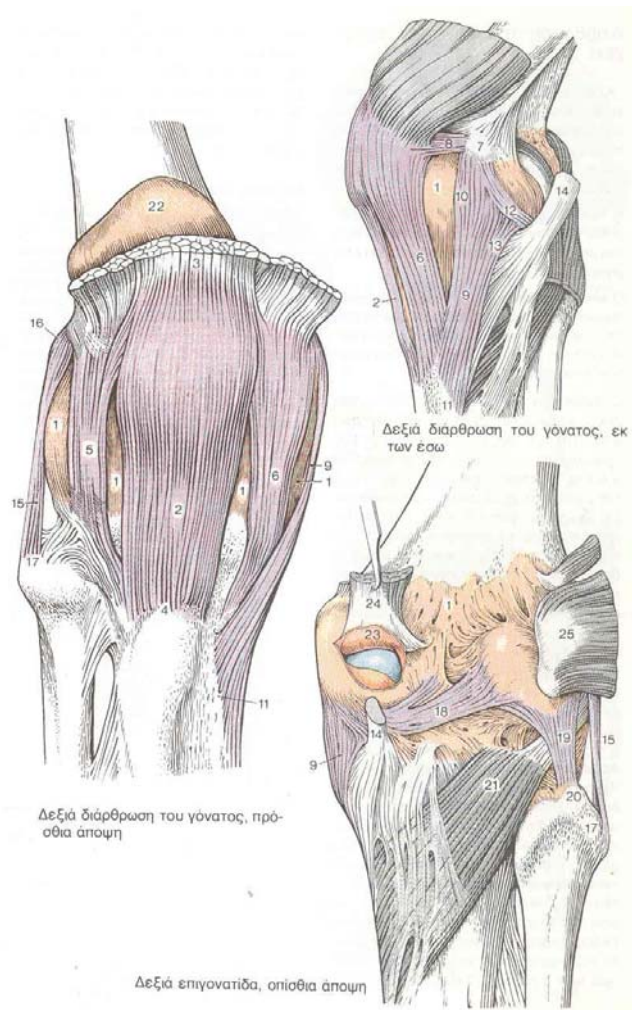
- Ο τένοντας του τετρακέφαλου αποτελείται από τρεις μοίρες, την πρόσθια ή επιπολής (τένοντας του ορθού μηριαίου), τη μέση (κοινός τένοντας έσω και έξω πλατέος) και την οπίσθια (τένοντας του μέσου πλατέος). Ίνες από τον έσω και έξω πλατύ συμβάλλουν στο σχηματισμό του έσω και έξω καθεκτικού συνδέσμου, αντίστοιχα.
- Ο επιγονατιδικός τένοντας αποτελεί την κεντρική μοίρα του κοινού τένοντα του τετρακέφαλου και εκτείνεται από τον κάτω πόλο της επιγονατίδας μέχρι το κνημιαίο κύρτωμα. Είναι πεπλατυσμένος, ισχυρός και έχει μήκος περίπου 8 εκατοστά.

- Ο έσω πλάγιος σύνδεσμος αρχίζει από την έσω επιφάνεια του έσω μηριαίου κονδύλου και καταφύεται κάτω από το χήναιο πόδα, στην έσω επιφάνεια της κνήμης, 8-10 εκατοστά από την αρθρική σχισμή. Έχει μήκος 12 εκατοστά και πλάτος 10 χιλιοστά, χωρίζεται δε από τον έσω θυλακικό σύνδεσμο με την παρεμβολή θυλάκου, που επιτρέπει την ολίσθηση του ενός συνδέσμου επάνω στον άλλο. Λόγω του σχήματος της κατάφυσης στο μηριαίο και στην κνήμη, ίνες του συνδέσμου βρίσκονται σε τάση σε κάθε φάση κάμψης, οι οπίσθιες στην έκταση, οι πρόσθιες στην κάμψη. Η εξωτερική στροφή της κνήμης τείνει το σύνδεσμο, ενώ η εσωτερική τον χαλαρώνει. Τέλος, ο σύνδεσμος σταθεροποιεί το γόνατο έναντι των δυνάμεων, που τείνουν να το βλαιοποιήσουν.

- Ο χήνιος πους είναι όρος, που δίνεται στον κοινό καταφυτικό τένοντα του ραπτικού, ισχνού προσαγωγού και ημιτενοντώδους, καταφύεται στην έσω επιφάνεια της κνήμης και υπερκαλύπτει τον έσω πλάγιο. Είναι κυρίως καμπτήρες του γόνατος και κατά δεύτερο λόγο έσω στροφείς της κνήμης, ενισχύουν δε την έσω επιφάνεια του γόνατος έναντι των δυνάμεων, που τείνουν να το βλαιοποιήσουν.

- Ο ημιμμενώδης μυς είναι μεγάλης σπουδαιότητας, σταθεροποιεί την οπίσθια επιφάνεια και την οπισθιοεσωτερική γωνία του γόνατος με τις πέντε καταφύσεις του. Από αυτές, η πρώτη διαπλέκεται με το θύλακο και αποτελεί το λοξό ιγνυακό σύνδεσμο, ενώ η δεύτερη δίνει τενοντώδη πρόσφυση στον οπίσθιο θύλακο και στο οπίσθιο μέρος του έσω μηνίσκου και λέγεται οπίσθιος έσω λοξός σύνδεσμος.

- Ο γαστροκνήμιος μυς με τις δύο κεφαλές του, την έσω και την έξω, που εκφύονται από τους αντίστοιχους μηριαίους κονδύλους, ενισχύει την οπίσθια επιφάνεια του γόνατος. Από αυτές η έσω κεφαλή είναι τενοντώδης και μακρύτερη.(Λαμπίρης 2003)



1.Αρθρικός θύλακος, 2.Επιγονατιδικός σύνδεσμος, 5.Έξω καθεκτικός, 6.Εσω καθεκτικός σύνδεσμος της επιγονατίδας, 9.Εσω πλαγίος, 15.Έξω πλαγίος σύνδεσμος, 7.Εσω υπερκονδύλιο κυρτωμα, 16.Έξω υπερκονδύλιο κυρτωμα, 18.λοξός ιγνυακός σύνδεσμος, 14.Τένοντας του ημωμενοδή μυ, 19.Τοξοειδής ιγνυακός σύνδεσμος, 21.Ιγνυακός μυς

- Ο τοξοειδής σύνδεσμος αποτελεί ένα σαν Υ σύστημα θυλακικών ινών, του οποίου τα σκέλη ενώνονται με το θύλακο και το μηνίσκο. Ενισχύει σημαντικά την οπίσθια έξω γωνία του γόνατος και έχει ρόλο συνεργατικό με τον οπίσθιο χιαστό.
- Ο ιγνυακός τένοντας εκφύεται από την οπίσθια έξω πλευρά του άνω άκρου της κνήμης. Ενισχύει, την οπίσθια έξω επιφάνεια του γόνατος και βοηθά τον οπίσθιο χιαστό στον έλεγχο της προς τα εμπρός παρεκτόπισης του μηρού. Προσεκβολή του ιγνυακού τένοντα προς την κεφαλή της περόνης αποτελεί τον περονοϊγνυακό (propliteo-fibular

ligament) σύνδεσμο, που διαδραματίζει σπουδαιότατο ρόλο στη σταθεροποίηση της οπίσθιας έξω γωνίας του γόνατος, ελέγχοντας την έξω στροφή της κνήμης.

- Ο έξω πλάγιος σύνδεσμος είναι ισχυρός, ο μοιάζει με κορδόνι και βρίσκεται βαθύτερα από τη λαγονοκνημιαία ταινία. Αρχίζει από τον έξω μηριαίο κόνδυλο και καταφύεται στην κεφαλή της περόνης, όπου καλύπτεται από την κατάφυση του τένοντα του δικέφαλου. Έχει μήκος περίπου έξι εκατοστά και η κεντρική του μοίρα περιβάλλεται από χαλαρό συνδετικό ιστό, για να ολισθαίνει καλύτερα. Βρίσκεται σε τάση στην έκταση και στην έσω στροφή της κνήμης ή σε ακραίες θέσεις εξωτερικής στροφής και ανθίσταται σε δυνάμεις, που τείνουν να ραιβοποιήσουν το γόνατο.

- Η λαγονοκνημιαία ταινία αποτελείται από δύο μοίρες:

α) Την οπίσθια μοίρα ή ίνες Kaplan, που εκτείνεται από την τραχεία γραμμή, όπου συμφύεται με το έξω μεσομύιο διάφραγμα και τον έξω μηριαίο κόνδυλο, μέχρι το φύμα του Gerdy. Σταθεροποιεί παθητικά την έξω επιφάνεια του γόνατος και αντιδρά στην πρόσθια παρεκτόπιση και έσω στροφή της κνήμης.

β) Την πρόσθια ή επιπολής μοίρα, που σταθεροποιεί δυναμικά την έξω επιφάνεια του γόνατος. Κεντρικά συνέχεια με τον τείνοντα την πλατεία περιτονία και το μείζονα γλουτιαίο, καταφύεται δε στο φύμα του Gerdy και την έξω επιφάνεια της επιγονατίδας.

Ο τείνων την πλατεία περιτονία μυς ελέγχει τη λαγονοκνημιαία ταινία στην κάμψη του ισχίου, ενώ ο μείζων γλουτιαίος στην έκταση (Kaplan 1962). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η λαγονοκνημιαία ταινία: 1) Να σταθεροποιεί το γόνατο έναντι δυνάμεων, που τείνουν να το ραιβοποιήσουν, 2) να εκτείνει το γόνατο, όταν βρίσκεται σε κάμψη 0° - 30° και 3) να στρίβει την κνήμη προς τα έξω και να συμπεριφέρεται σαν καμπτήρας, όταν η κάμψη αυξάνει πέραν των 30° - 40° .

- Ο δικέφαλος μηριαίος μυς καταφύεται στην κεφαλή της περόνης και ανταγωνίζεται τη δράση του ημιμυενώδους μυός στη στροφική σταθερότητα. Συμπεριφέρεται σαν ισχυρός καμπτήρας του γόνατος και έξω στροφέας της κνήμης, ενώ με τις ίνες, που δίνει στο τοξοειδές σύμπλεγμα, συμβάλλει στην οπισθιοεξωτερική σταθερότητα.(Λαμπίρης 2003)

Αγγείωση Γόνατος

Η τροφοδοσία του γόνατος με αίμα γίνεται από δύο δίκτυα, ένα επιπολής, που βρίσκεται υποδόρια, και ένα «εν τω βάθει», που βρίσκεται επάνω από το μηριαίο. Στο σχηματισμό τους συμβάλλουν πέντε αρτηρίες, από τις οποίες οι δύο, άνω έσω και άνω έξω, προέρχονται από τη μηριαία αρτηρία, ενώ οι άλλες τρεις, μέση, κάτω έσω και κάτω έξω, από την ιγνυακή αρτηρία.(Λαμπίρης 2003)

Νεύρωση Γόνατος

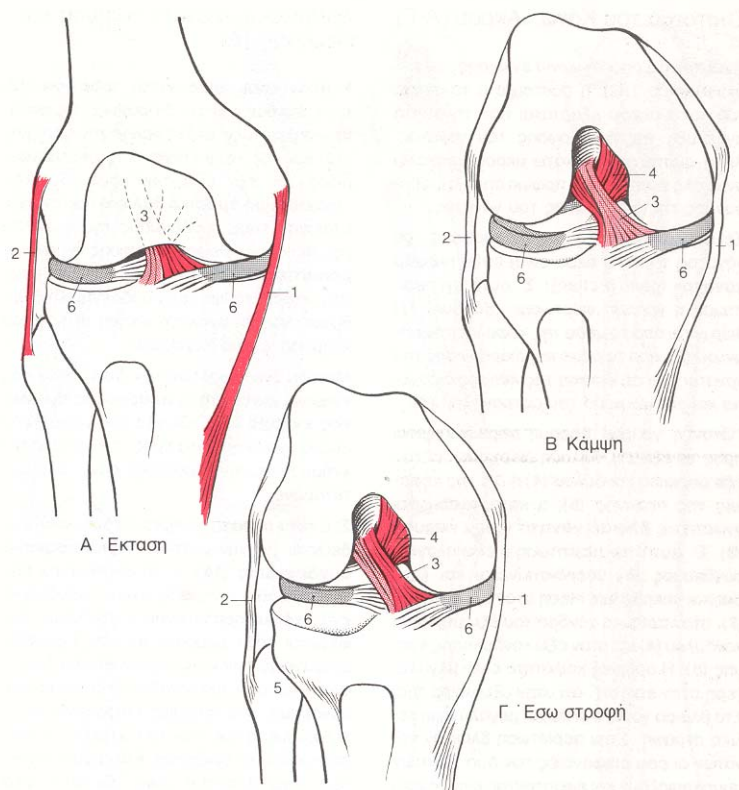
Η νεύρωση της άρθρωσης του γόνατος εξασφαλίζεται από τους αρθρικούς κλάδους του θυροειδούς νεύρου (τελικές απολήξεις), του κνημιαίου νεύρου, του περονιαίου, του σαφηνούς και ακόμη του μηριαίου νεύρου.(Λαμπίρης 2003)

-Κινήσεις της διάρθρωσης του γόνατος

Στην διάρθρωση του γόνατος γίνονται κινήσεις κάμψης –έκτασης και με το γόνατο σε κάμψη γίνονται επίσης στροφικές κινήσεις.

Κατά την έκταση (Α) διατείνονται και οι δύο πλάγιοι σύνδεσμοι (1-2). Οι μηριαίοι κόνδυλοι ολισθαίνουν στην πιο ακραία θέση που επιτρέπει η πλήρης διάταση του έσω πλαγίου συνδέσμου (1). Κατά τις τελευταίες 10° πριν από την πλήρη έκταση, υπάρχει υποχρεωτική τελική στροφή περίπου

5°, οπότε και διατείνονται και οι δύο πλάγιοι σύνδεσμοι. Συγχρόνως υπάρχει ελαφρώς διαχωρισμός των χιαστών συνδέσμων (3,4).



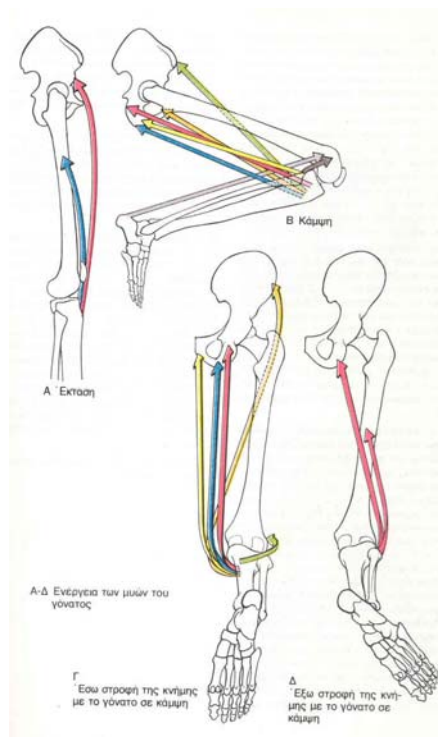
Όταν το πόδι δεν φέρει βάρος, η τελική στροφή γίνεται με έξω στροφή της κνήμης, ενώ όταν το πόδι φέρει το βάρος του σώματος (όπως στην ορθοστασία) η τελική στροφή γίνεται με έσω στροφή του μηρού. Στην υπερέκταση διατείνονται και οι πλάγιοι (1,2) και οι χιαστοί (Α).

Κατά την κάμψη (Β) οι πλάγιοι σύνδεσμοι (1,2) χαλαρώνουν. Είναι δυνατή και στροφή. Το εύρος της έσω στροφής (5) της κνήμης είναι μικρότερο από της έξω στροφής. Κατά την έσω στροφή της κνήμης επί του μηριαίου, οι χιαστοί σύνδεσμοι συστρέφονται ο ένας γύρω από τον άλλο και έτσι περιορίζεται η έσω στροφή. Τα αντίθετα γίνονται στην έξω στροφή. Το όριο της έσω στροφής καθορίζεται από τον έσω πλάγιο σύνδεσμο. Το μέγιστο είναι 45° -60°. Το εύρος στροφής διαπιστώνεται από την κίνηση της κεφαλής της περόνης (5) όταν το πόδι ανυψώνεται από το έδαφος.

Λόγω της λοξής φοράς των χιαστών συνδέσμων, σε κάθε θέση διατείνεται κάποιος χιαστός σύνδεσμος ή τμήμα του. Η κύρια ενέργεια τους φαίνεται μόλις γίνονται ανενεργείς οι πλάγιοι σύνδεσμοι, δηλαδή οι χιαστοί διατηρούν την σταθερότητα της άρθρωσης όταν χαλαρώνουν οι πλάγιοι.(Platzer 1985)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Έκταση	(Α)→	Τετρακέφαλος (ορθός μηριαίος (κόκκινο), έσω κ' έξω πλατύς (γαλάζιο))
Κάμψη	(Β)→	Ημιμενώδη (κόκκινο), ημιτενοντώδη (γαλάζιο), τον ισχνό (πορτοκαλί) του δικεφαλομηριαίου (κίτρινο) τον ραπτικό, τον ιγνυακό (καφέ) και τον γαστροκνήμιο (μωβ)
Εσωστροφή	(Γ)→	Ημιμενώδη (κόκκινο, ημιτενοντώδη (γαλάζιο), ισχνό (κίτρινο), ραπτικό (πορτοκαλί) και του ιγνυακό.
Έξωστροφή	(Δ)→	Δικέφαλος μηριαίος (κόκκινο) Υποβοήθηση ελάχιστα από τον τένοντα της λαγονοκνημιαία ταινεία. Κατά την στροφή με «κλειδωμένο το γόνατο»



Κατά την στροφή, ο μηρός και οι μηνίσκοι κινούνται επί της κνήμης ενώ κατά την κάμψη και την έκταση ο μηρός ολισθαίνει επί των μηνίσκων. (Platzer 1985)

Εμβιομηχανική του Γόνατος

Το γόνατο, που είναι η μεγαλύτερη και ίσως η πολυπλοκότερη άρθρωση του σώματος, αποτελείται από δυο επιμέρους αρθρώσεις, τη μηροκνημιαία και την επιγονατιδομηριαία. Η εμβιομηχανική μελέτη του γόνατος περιλαμβάνει τα εξής:

- 1) Μελέτη της κίνησης του χωρίς αναφορά στη δύναμη και στη μάζα (κινηματική μελέτη) και
- 2) μελέτη της κίνησης του σε σχέση με τις δυνάμεις, που την προκαλούν (κινητική μελέτη). (Λαμπίρης 2003)

Εμβιομηχανική Μηροκνημιαίας Αρθρώσεως

α) **Κινηματική μελέτη:** Το μεγαλύτερο εύρος κίνησης παρατηρείται στο οβελιαίο επίπεδο, όπου ο άξονας περιστροφής διέρχεται διά των μηριαίων κονδύλων. Ως θέση αναφοράς ή θέση πλήρους έκτασης ή κάμψης 0° λαμβάνεται η θέση, όπου ο άξονας της κνήμης βρίσκεται στην ίδια ευθεία με τον άξονα του μηριαίου. Υπερέκταση έχουμε παθητικά (5° - 10°) ή σε παθολογικές καταστάσεις (ανάκυρτο γόνατο). Η κάμψη διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

1) **Ενεργητική**, που φτάνει τις 140° με λυγισμένο ισχίο και τις 120° με το ισχίο σε έκταση και

2) **Παθητική**, που φτάνει τις 160° και επιτρέπει στην πτέρνα να ακουμπήσει στο γλουτό. Φυσιολογικά, περιορισμό της παθητικής κάμψης προκαλούν υπερμεγέθεις μυϊκές μάζες της γαστροκνημίας και της οπίσθιας επιφάνειας του μηρού, ενώ παθολογικά, η ρίκνωση του εκτατικού μηχανισμού και η βράχυνση των σύνδεσμος θυλακικών

στοιχείων του γόνατος.

Στο εγκάρσιο επίπεδο ο άξονας είναι κατακόρυφος και διέρχεται διά του έσω μεσοκονδύλιου επάρματος. Το εύρος κίνησης αυξάνει από την πλήρη έκταση στις 90° κάμψη. Στην πλήρη έκταση δεν είναι δυνατή καμία κίνηση στο επίπεδο αυτό, επειδή «κλειδώνουν» μεταξύ τους οι μηριαίοι με τους κνημιαίους κονδύλους, ιδιαίτερα δε ο έσω μηριαίος κόνδυλος, που είναι και μακρύτερος. Αντίθετα, στις 90° κάμψη του γόνατος η εξωτερική στροφή κυμαίνεται από 0°-45° ενώ η εσωτερική από 0°-30°.

Στο μετωπιαίο επίπεδο ο άξονας είναι προσθιοπίσθιος και παρατηρείται μικρή πλαγιοπλάγια κίνηση, που δεν αντιπροσωπεύει πραγματική κίνηση αλλά ένα απλό «παίξιμο» της άρθρωσης. Το μεγαλύτερο εύρος κινήσεων προσαγωγής- απαγωγής επιτυγχάνεται στις 30° κάμψη και μετράται σε μερικές μοίρες. Η αυτόματη αξονική στροφή (screw home movement) είναι ένας άλλος ακούσιος τρόπος κίνησης. Συμβαίνει στο τέλος της έκτασης, οπότε συνοδεύεται με εξωτερική στροφή της κνήμης, και στην αρχή της κάμψης, οπότε συνοδεύεται με εσωτερική στροφή αυτής. Οφείλεται: 1) Στο διαφορετικό σχήμα των μηριαίων κονδύλων, 2) στο ανόμοιο σχήμα των κνημιαίων αρθρικών επιφανειών και 3) στη διεύθυνση, που έχουν οι πλάγιοι και οι χιαστοί σύνδεσμοι.

Έχει υπολογιστεί ότι για την επιτέλεση ορισμένων καθημερινών φυσιολογικών δραστηριοτήτων το απαραίτητο εύρος κίνησης είναι ως ακολούθως:

1. Για το βάδισμα 0° - 67°.
2. Για το ανέβασμα σκαλοπατιών 0° - 83°.
3. Για το κατέβασμα σκαλοπατιών 0° - 90°.
4. Για το κάθισμα 0° - 93°.
5. Για το δέσιμο παπουτσιού 0° -106°.

β) **Κινητική μελέτη:** Ασχολείται με την ανάλυση των δυνάμεων, που δρουν στην άρθρωση, τόσο σε ισορροπία (στατική ανάλυση) όσο και στην κίνηση (δυναμική ανάλυση). Οι δυνάμεις προέρχονται από τους μυς, το βάρος του σώματος, το συνδετικό ιστό και τα εφαρμοζόμενα φορτία εξωτερικώς. Αποτέλεσμα όλων αυτών των καταπονήσεων, που δέχεται το γόνατο, είναι η ιδιόζουσα διαμόρφωση των δοκιδικών συστημάτων του μηριαίου και της κνήμης, που, όπως έχει διαπιστωθεί, είναι κυρίως τρία, το συμπιεστικό, το ελκτικό και το οριζόντιο. (Λαμπίρης 2003)

Εμβιομηχανική Επιγονατιδομηριαίας Άρθρωσης

α) **Κινηματική μελέτη:** Η επιγονατίδα αποτελεί πολύ σπουδαίο τμήμα του εκτατικού μηχανισμού, που κυλιέται επάνω στο κατώτερο άκρο του μηριαίου σαν καλώδιο σε τροχαλία. Η κίνηση της επιγονατίδας στο μηριαίο, στη διάρκεια της κάμψης, είναι κάθετη παρεκτόπιση προς τα κάτω, με διαδρομή διπλάσια του μήκους της, και συγχρόνως στροφή γύρω από τον εγκάρσιο άξονα της (Karanji 1970).

β) **Κινητική μελέτη:** Η επιγονατίδα εξυπηρετεί δύο σπουδαίες λειτουργίες στο γόνατο: 1) Επιμηκύνει το μοχλοβραχίονα του τετρακέφαλου και έτσι βοηθάει την έκταση του γόνατος και 2) επιτρέπει την καλύτερη κατανομή των φορτίων στο μηρό, με την αύξηση της επιφάνειας επαφής μεταξύ εκτατικού μηχανισμού και μηριαίου. Έτσι, σε ασθενείς με αφαίρεση της επιγονατίδας απαιτείται 30% περισσότερη δύναμη τετρακέφαλου από τη φυσιολογική, για να έρθει το γόνατο σε πλήρη έκταση. Οι δυνάμεις, που δέχεται η επιγονατιδομηριαία άρθρωση στις διάφορες δραστηριότητες, προέρχονται από τη σύσπαση του τετρακέφαλου και το βάρος του σώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η κάμψη, τόσο μεγαλύτερη και η δύναμη του τετρακέφαλου και επομένως και η αντίδραση της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης. Έτσι, στο βάδισμα, που απαιτείται μικρή μόνο κάμψη, η δύναμη του τετρακέφαλου στο μέσον της

φάσης στήριξης είναι 0,5 του βάρους του σώματος, ενώ στο ανέβασμα της σκάλας, που η κάμψη φτάνει τις 90°, η δύναμη είναι 7 φορές μεγαλύτερη (3,5 φορές το βάρος σώματος).(Λαμπίρης 2003)

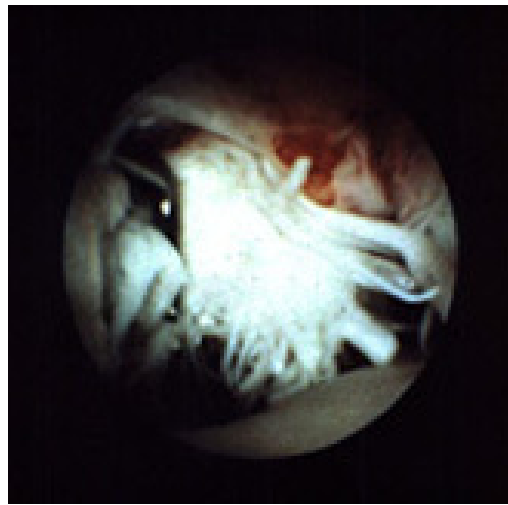
Εμβιομηχανική Χιαστών Συνδέσμων

Είναι γνωστό ότι η **κίνηση** των μηριαίων κονδύλων επάνω στους κνημιαίους είναι ένας συνδυασμός κύλισης και ολίσθησης. Ο ρόλος των δυο χιαστών συνδέσμων για την κίνηση αυτήν είναι πολύ σημαντικός για τους κάτωθι λόγους:

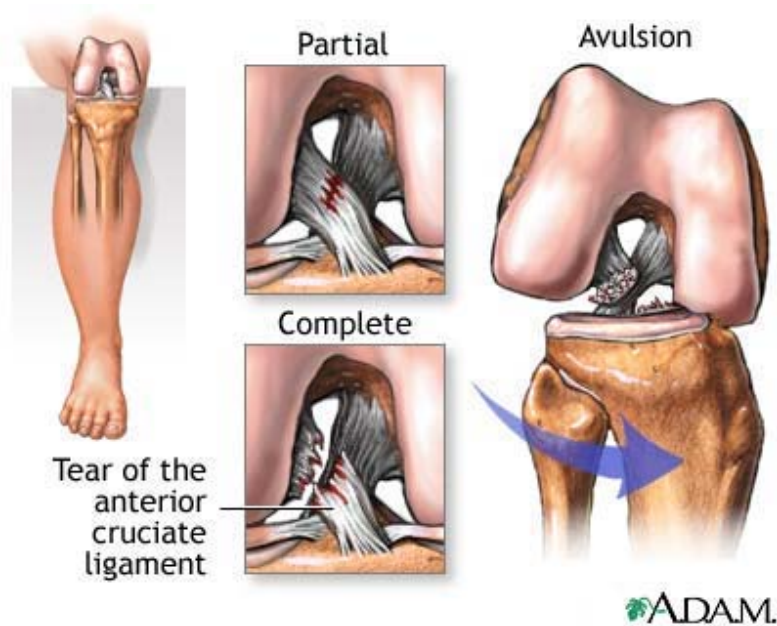
- 1) Ελέγχουν σχεδόν αποκλειστικά τη συνδυασμένη αυτή κίνηση των μηριαίων και κνημιαίων κονδύλων.
- 2) Σταθεροποιούν το γόνατο σε προσθιοπισθια κατεύθυνση και επιτρέπουν στην άρθρωση να λειτουργεί σαν "μεντεσές" (hinge Joint).
- 3) Συμβάλλουν στη στρωφική σταθερότητα και σε συνεργασία με τους πλάγιους συνδέσμους δεν επιτρέπουν καμία στροφή σε πλήρη έκταση. Αν κάποιος παρατηρήσει τους χιαστούς συνδέσμους από επάνω, τότε θα διαπιστώσει ότι σε έξω στροφή της κνήμης οι χιαστοί χαλαρώνουν, με αποτέλεσμα να απομακρύνονται ελαφρά οι αρθρικές επιφάνειες του μηρού και της κνήμης. Στην έσω στροφή όμως «χιάζονται» και οι αρθρικές τους επιφάνειες συμπλησιάζουν. Το αντίθετο ακριβώς συμβαίνει με τους πλάγιους συνδέσμους, που χαλαρώνουν στην έσω στροφή και τείνεται στην έξω.(Λαμπίρης 2003)

ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΧΙΑΣΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ

Η ρήξη του ΠΧΣ (Σχ. 4,5) έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια σε σημείο να έχουμε 250.000 τραυματισμούς το χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Μάλιστα η αύξηση αυτή είναι στο επταπλάσιο όσον αφορά το γυναικείο πληθυσμό σε σχέση με τον ανδρικό τα ομαδικά αθλήματα



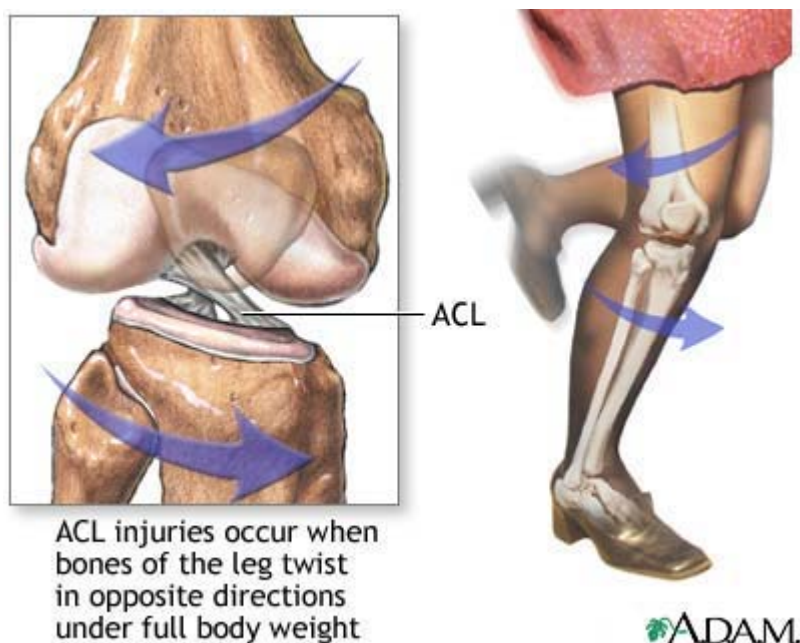
Αρθροσκοπική απεικόνιση σε ολική ρήξη Π.Χ.Σ



Σχ. 4,5

Αυτή η αύξηση πιθανότητα να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες. Τέτοιοι είναι οι ανατομικές παραλλαγές της περιοχής όπως το στενό μεσοκονδύλιο διάστημα το οποίο θεωρητικά είναι δυνατό να αποτελεί επιβαρυντικό παράγοντα για την ρήξη του συνδέσμου. Επίσης οι γυναίκες εμφανίζουν μεγαλύτερη συνδεσμική χαλαρότητα υπό φυσιολογικές συνθήκες γεγονός που μπορεί να μεταφράζεται ως μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης του συγκεκριμένου τραυματισμού. Από την άλλη όσο οι χειρουργικές τεχνικές βελτιώνονται και καθώς γίνεται κατανοητή όλο και περισσότερο η λειτουργία του ανεπαρκούς από ΠΧΣ γόνατος τόσο και η απόφαση για πιο άμεση χειρουργική αντιμετώπιση της βλάβης γίνεται πιο εύκολη.

Κατά κανόνα η ρήξη (Σχ.6) του ΠΧΣ συμβαίνει στα αθλήματα που έχουν να κάνουν με τρέξιμο και συγκεκριμένα κατά την φάση που ο άκρος πόδας είναι σε επαφή με το έδαφος ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται στροφή από την άρθρωση του γόνατος αλλάζοντας φορά διεύθυνσης.



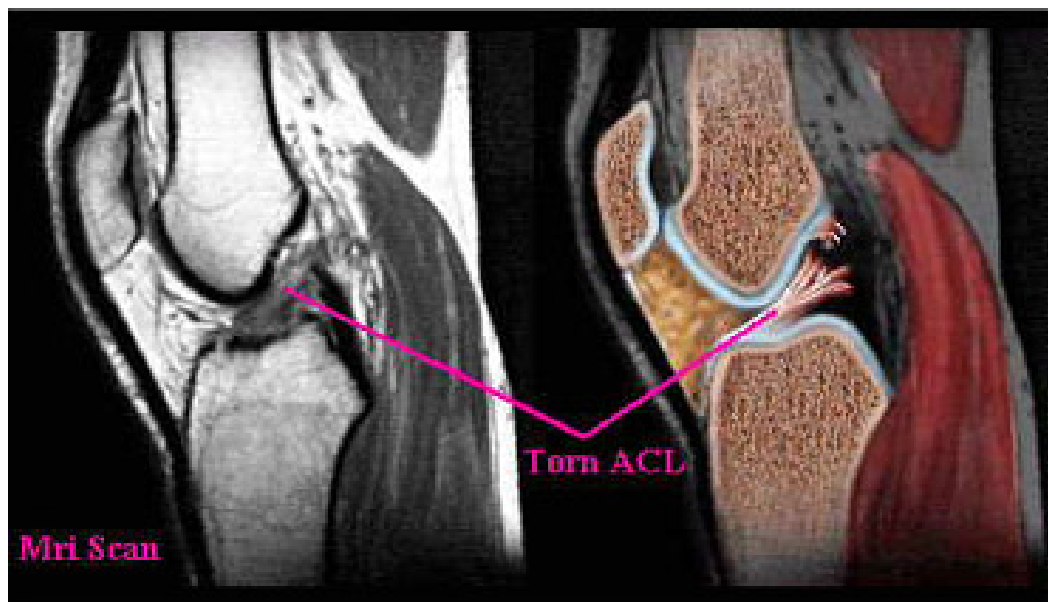
Σχ. 6

Επίσης είναι δυνατόν να έχουμε τραυματισμό του ΠΧΣ κατά την επαφή στην έξω επιφάνεια του γόνατος με σύγχρονη ανάπτυξη δύναμης βλαισότητας και έξω στροφής, ακόμα κατά την υπερέκταση της άρθρωσης ή ακόμα πιο σπάνια από δύναμη ραιβότητας (επαφή στην έσω επιφάνεια της άρθρωσης) και έσω στροφής.

Η κλινική εξέταση της τραυματισμένης άρθρωσης είναι προτιμότερο να πραγματοποιηθεί αμέσως μετά τον τραυματισμό γιατί στην συνέχεια με την παρουσία του οιδήματος είναι δύσκολη έως αδύνατη. Η κλινική εξέταση περιλαμβάνει την δοκιμασία Lachman στις 30° και εφόσον ο ασθενής δεν πονάει και είναι δυνατή και η κάμψη στις 90°, η δοκιμασία του «πρόσθιου συρταροειδούς» προκειμένου να διαπιστωθεί πιθανή ολίσθηση της κνήμης προς τα εμπρός σε σχέση με τους μηριαίους κονδύλους. Η δοκιμασία υπεξαρθρήματος (pivot shift) καθώς και οι παραλλαγές της αποτελεί ισχυρό διαγνωστικό σημείο. Τα ευρήματα θα πρέπει πάντα να αξιολογούνται σε σχέση με το υγιές σκέλος και τούτο διότι μια πιθανή μικρή χαλάρωση να υφίσταται και φυσιολογικά. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην διάγνωση τυχόν συνοδών τραυματισμών των πλαγίων συνδέσμων καθώς και σε ρήξεις μηνίσκων. Η ρήξη μηνίσκων που έχουν να κάνουν στα πλαίσια τραυματισμού του ΠΧΣ και του ΕσΠΣ εμφανίζονται πιο συχνά στο έξω διαμέρισμα από ότι στο έσω. Χαρακτηριστικό είναι επίσης ότι στις 2ου βαθμού ρήξεις του ΕσΠΣ είναι πολύ πιο συχνή και συνοδή βλάβη του μηνίσκου (71%) από ότι στις ρήξεις 3ου βαθμού (51%). Τούτο είναι δυνατόν να ερμηνευθεί από το γεγονός ότι οι ρήξεις 3ου βαθμού οφείλονται κυρίως σε δυνάμεις αποσπάσεως που αναπτύσσονται στην περιοχή και οι ρήξεις 2ου βαθμού σε συμπιεστικές δυνάμεις.(Αθλητιατρική 2004).

Μολονότι οι απλές ακτινογραφίες έχουν περιορισμένη αξία στην διάγνωση της ρήξης του ΠΧΣ, εντούτοις θα πρέπει να εκτελούνται ρουτίνα.

Είναι δυνατόν να μας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για συνοδή παθολογία της περιοχής όπως είναι η απόσπαση της κνημιαίας άκανθας, το κάταγμα τύπου Segond ή ένα ενδαρθρικό κάταγμα. Η μαγνητική τομογραφία (Σχ. 7) αποτελεί την εξέταση εκλογής



Σχ. 7

προκειμένου να επιβεβαιωθούν οι κλινικές πληροφορίες όπως επίσης να προσλάβουμε και περαιτέρω πληροφορίες για τις γειτονικές δομές. Επειδή η μερική ρήξη του ΠΧΣ είναι πολύ δύσκολο να ταυτοποιηθεί με την κλινική εξέταση αλλά και με την μαγνητική τομογραφία η διαγνωστική αρθροσκόπηση παραμένει ακόμα και στις μέρες μας η εξέταση με το μεγαλύτερο ποσοστό ταυτοποίησης της πάθησης.

Μολονότι καμία μελέτη δεν αποδεικνύει ότι η χρόνια ρήξη του ΠΧΣ θα οδηγήσει σε αρθρίτιδα, εντούτοις υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από εργασίες οι οποίες καταδεικνύουν ότι ένα γόνατο με ανεπάρκεια του ΠΧΣ έχει περισσότερες πιθανότητες να υποστεί περαιτέρω βλάβες στους μηνίσκους ή στις αρθρικές επιφάνειες. Ο Finsterbush και οι συνεργάτες του ανακοίνωσαν ότι 33% των ατόμων με ανεπάρκεια ΠΧΣ θα

παρουσιάσει και περαιτέρω ενδοαρθρική βλάβη μέσα στους πρώτους 28 μήνες από την αρχική ρήξη. Ενώ ο Irvine και Glasgow παρουσίασαν ότι το 86% των ατόμων με ανεπάρκεια ΠΧΣ σε ένα γόνατο θα εμφανίσουν κάποιο τραυματισμό στους μηνίσκους μέσα σε περίοδο 3 ετών από την αρχική ρήξη. Άλλες μελέτες παρουσιάζουν ότι η παράμετρος που έχει άμεση σχέση με την ανάπτυξη μετατραυματικής αρθρίτιδας σε ένα γόνατο με ανεπάρκεια ΠΧΣ είναι ο τραυματισμός των μηνίσκων. Γι' αυτό και η αποκατάσταση του ΠΧΣ θεωρητικά προστατεύει από τον μετέπειτα τραυματισμό των μηνίσκων και άρα κατά συνέπεια από την ανάπτυξη μετατραυματικής αρθρίτιδας. Δυστυχώς δεν υπάρχει καμία μελέτη που να αποδεικνύει με επιτυχία ότι η αποκατάσταση της ρήξεως του ΠΧΣ θα προστατέψει τον ασθενή από μια μεταγενέστερη αρθρίτιδα. Παρόλα αυτά είναι κοινά από δεκτό στην ορθοπαιδική οικογένεια ότι στους νέους ασθενείς θα πρέπει να πραγματοποιείται αποκατάσταση της ρήξης του ΠΧΣ προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα τραυματισμού των υπόλοιπων ενδοαρθρικών δομών της άρθρωσης καθώς και να επιτραπεί στον ασθενή η πλήρης επιστροφή στις δραστηριότητες του. Φυσικά ο όρος «νέος ασθενής» είναι σχετικός και ίσως να ήταν πιο σωστό αν διακρίναμε τους ασθενείς ανάλογα με τις δραστηριότητες τους. Γενικά θα πρέπει να υποδεικνύεται στον αθλητή που δεν θα ήθελε να συνεχίσει τις αθλητικές του δραστηριότητες ότι η αποκατάσταση του ΠΧΣ δεν είναι απαραίτητη εφόσον αυτός δεν θα έχει δραστηριότητες που θα έχουν να κάνουν με τρέξιμο, άλματα ή στροφικές κινήσεις. Εντούτοις όμως αν παρουσιάζει επεισόδια αστάθειας κατά την καθημερινή του πράξη τότε το γεγονός αυτό αποτελεί ισχυρό παράγοντα για να προχωρήσει σε αποκατάσταση ανεξάρτητα από το επίπεδο των αθλητικών δραστηριοτήτων του. Επίσης αν το άτομο εμφανίσει την θέληση να παραμείνει πιο ενεργό από το να περπατάει, απλώς να κάνει ποδήλατο ή κολύμβηση η αποκατάσταση του ΠΧΣ ενδείκνυται ακόμα και αν η ηλικία του ατόμου είναι προχωρημένη

(για παράδειγμα 40 με 50 ετών). Χαρακτηριστική είναι η μελέτη του David που αναφέρει ότι οι καλύτεροι δείκτες για αποκατάσταση ΠΧΣ σε μεγαλύτερα άτομα αποτελούν οι κύριες αθλητικές δραστηριότητες που έχουν και οι οποίες θα πρέπει να είναι πάνω από 200 ώρες τον χρόνο και να έχουν να κάνουν με τρέξιμο, άλματα και άλλες σύνθετες κινήσεις, ενώ παράλληλα η άρθρωση να παρουσιάζει σημαντική χαλάρωση σε σχέση με το υγιές σκέλος υπολογισμένη με τη βοήθεια της συσκευής KT-1000.

Αν το αποτέλεσμα της διαφοράς μεταξύ των δύο αρθρώσεων είναι 5 mm τότε θα πρέπει να υποπτευθούμε παθολογία στην περιοχή. Μια διαφορά πάνω από 7 mm θέτει τον αθλητή σε υψηλό κίνδυνο για επεισόδια αστάθειας γεγονός που καθιστά την αποκατάσταση του ΠΧΣ επιβεβλημένη. Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στον Πίνακα 23-Ι.

Πίνακας 23-1. Σχετικός χειρουργικός κίνδυνος			
KT-1000 Διαφορά δύο αρθρώσεων σε mm	Ώρες αθλήσεως ανά έτος		
	<50 hr	50-199 hr	>200 hr
<5	Χαμηλός	Χαμηλός	Μέτριος
5-7	Χαμηλός	Μέτριος	Υψηλός
>7	Μέτριος	Υψηλός	Υψηλός

Στο επίπεδο Ι περιλαμβάνονται αθλήματα όπως η καλαθοσφαίριση, το αμερικάνικο ποδόσφαιρο, το ποδόσφαιρο, που εμπεριέχουν δραστηριότητες όπως άλματα, στροφές και απότομα σταματήματα. Ενώ στο επίπεδο ΙΙ αθλήματα όπως το μπίτζμπολ, αθλήματα ρακέτας, σκι, τα οποία έχουν λιγότερες απαιτήσεις όσον αφορά τα άλματα και τα απότομα σταματήματα.

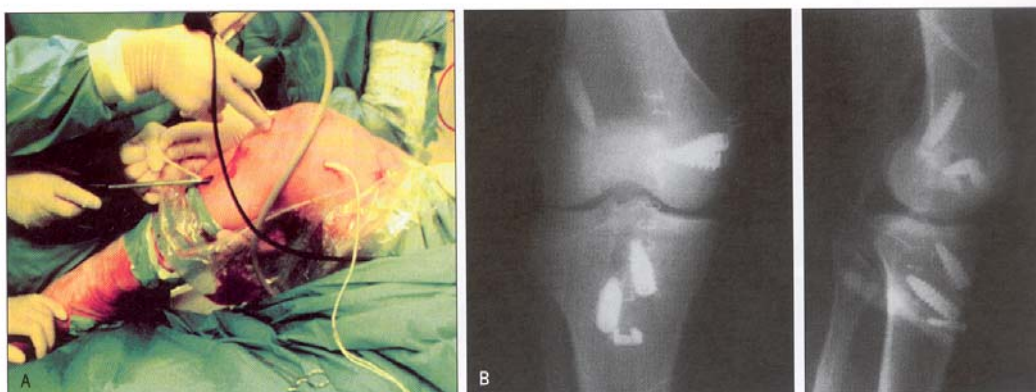
Οι σημερινές τεχνικές αποκατάστασης, έχουν να κάνουν κυρίως με αρθροσκοπικές προσπελάσεις. Σκοπός της εκάστοτε τεχνικής είναι η τοποθέτηση μοσχεύματος προκειμένου να αποτελέσει συνδεσμικό



Σχ. 8

υποκατάστατο ακριβώς με τις ίδιες προσφύσεις στον μηρό και στην κνήμη (Σχ. 8). Η επιλογή του μοσχεύματος θα γίνει μεταξύ του μέσου τριτημορίου (οστό- τένοντας- οστό) του επιγονατιδικού τένοντος, αυτομόσχευμα ή αλλομόσχευμα, αυτομόσχευμα από τένοντες των οπισθίων μηριαίων, αλλομόσχευμα από τένοντα Αχίλλειου και τέλος συνθετικό μόσχευμα. Τα τενόντια αλλομοσχεύματα είναι πολύ χρήσιμα για αναθεωρήσεις ή σε μεγαλύτερους σε ηλικία ασθενείς όταν το τενόντιο υπόστρωμα τους έχει υποστεί κάποιου βαθμού εκφύλιση λόγω ηλικίας. Εάν τελικά αποφασιστεί η χρησιμοποίηση αλλομοσχεύματος, ο ασθενής θα πρέπει να ενημερώνεται για την πιθανή μετάδοση κάποιου λοιμώδους νοσήματος. Τα συνθετικά μοσχεύματα δεν έχουν ακόμα να δείξουν σειρές με καλά αποτελέσματα ενώ σε αρκετές σειρές παρουσιάζουν ποσοστό αποτυχίας κοντά στο 50%, και γι' αυτό δεν συνιστώνται. Στις μέρες μας ίσως η τεχνική εκλογής να αποτελεί η χρησιμοποίηση του μέσου τριτημορίου του τένοντος της επιγονατίδας μετά οστικών άκρων (οστό-

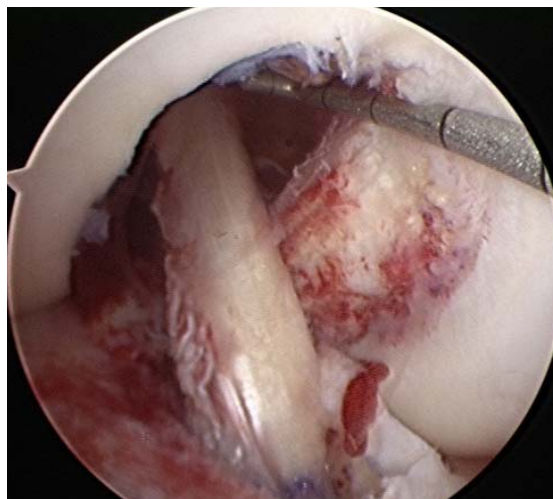
τένοντας- οστά), αυτομόσχευμα. Με την ενδοσκοπική τεχνική της αρθροσκόπησης, εκτός από τις απαραίτητες πόρτες για τα αρθροσκοπικά εργαλεία, πραγματοποιείται και τομή 6 cm περίπου προσθίως προκειμένου να ληφθεί το αυτομόσχευμα του τένοντος με τα οστικά άκρα του. Με την βοήθεια αρθροσκοπικών οδηγών, ο χειρουργός καταφέρνει να δημιουργήσει τα οστικά τούνελ σε κνήμη και μηρό προκειμένου να περάσει και να σταθεροποιηθεί το μόσχευμα (εικόνα 10.11). Με την τεχνική αυτή το μόσχευμα εγκαθίσταται στην θέση του φυσιολογικού ΠΧΣ .(Αθλητιατρική 2004).



ΕΙΚΟΝΑ 10.11 Αρθροσκοπική αποκατάσταση σύνθετης συνδεσμικής βλάβης γόνατος, με συνθετικά μοσχεύματα πρόσθιου και οπίσθιου χιαστού και με ενίσχυση της έξω γωνίας.

Μικροσκοπική ανατομική

Ο Π.Χ.Σ. συντίθεται από πολλαπλές δέσμες ταινιών κολλαγόνου που διαπλέκονται σε ίνες, μεγάλοι αριθμοί των οποίων σχηματίζουν υποδεσμιδατές μονάδες διαμέτρου 100 με 250 Βμμ (Σχ. 9).



Σχ. 9 Αρθροσκοπική απεικόνιση ΠΧΣ

Οι μονάδες αυτές έχουν έναν περιβάλλοντα ενδοτένοντα. Ομάδες από περίπου 20 τέτοιες μονάδες ενώνονται για να σχηματίσουν δεσμίδες που περιβάλλονται από έναν επιτένοντα. Αυτές οι δεσμίδες μπορεί να βρίσκονται στον επιμήκη άξονα του Π.Χ.Σ. ή σπειροειδώς γύρω από τον επιμήκη άξονα του κεντρικού συνδέσμου. Ο Π.Χ.Σ. έχει έναν περιβάλλοντα παρατένοντα με αγγειακά και νευρικά στοιχεία. Η μικροσκοπική εξέταση των θέσεων πρόσφυσης του στα οστά δείχνει πως η μεσοδακτυλίωση των ινών του κολλαγόνου με το οστό έχει μια μεταβατική ζώνη ινώδους υμένα χωρίς εναπόθεση άλατος και στη συνέχεια με εναπόθεση άλατος. Αυτό επιτρέπει μια διαβαθμισμένη αλλαγή σκληρότητας και αποσβένει την πίεση σε οποιοδήποτε σημείο κατά μήκος του συνδέσμου. Αυτή η ζώνη πιστεύεται πως λειτουργεί σαν ένα φράγμα στην ενδοστεϊκής προέλευσης αγγειακή δυσπλασία. (Arnoczky SP, 1983).

Ανατομία του αυτόχθονος Π.Χ.Σ.

Η καταβολή του άκρου είναι ορατή την τέταρτη εβδομάδα της εμβρυονικής ζωής. Στις έξι εβδομάδες, υπάρχει ένα αναγνωρίσιμο κυρτό αρτηριόλιο στη μεσότητα του άκρου ενώ το γόνατο εμφανίζεται σαν μια συγκέντρωση μεσεγγύματος. Το μέσο και κοιλιακό τμήμα αρχικά χωρίζονται από έναν φραγμό μεταξύ των κονδύλων. Στο εσωτερικό αυτού του βλαστήματος, ο Π.Χ.Σ. σχηματίζεται σαν μια συμπύκνωση περίπου στις επτά εβδομάδες. Μέσω μιας διαδικασίας διαπλοκής και ωρίμανσης, ο Π.Χ.Σ. σχηματίζεται και βρίσκεται σε ένα εξωαρθρικό περιβάλλον από την καταβολή του ακόμα. Επιμηκύνεται και μετακινείται προς τα πίσω στο τελικό του τμήμα καθώς αναπτύσσονται οι κάτω μηριαίοι κόνδυλοι. Εκφύεται από μια ευρεία μεσοκονδύλια περιοχή της κνήμης, περνά από πρόσθια σε οπίσθια, και εισέρχεται στο οπίσθιο τμήμα της έσω επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου. Οι διαστάσεις του είναι περίπου

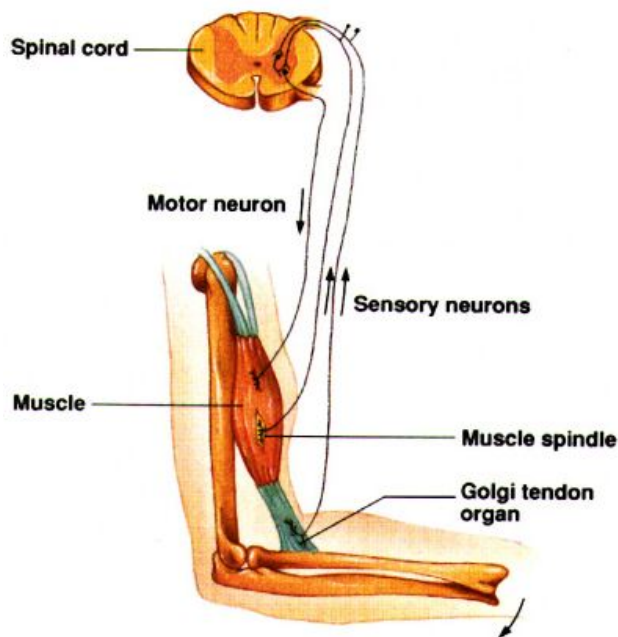
35mm μήκος και 11 mm διάμετρος και αντλεί την αιματική του παροχή από την μέση αρθρική αρτηρία του γόνατος. Μέσω μηχανοϋποδοχέων, ο Π.Χ.Σ. παίζει κάποιο ρόλο στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος.

ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ

Ιδιοδεκτική πληροφόρηση και συνδεσμικός τραυματισμός στο γόνατο

Στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο υπάρχουν ιδιουποδοχείς οι οποίοι παρέχουν την ιδιοδεκτική πληροφόρηση στο άτομα. Συγκεκριμένα, η ιδιοδεκτική πληροφόρηση προστατεύει την άρθρωση από τραυματισμό που μπορεί να προέλθει από κίνηση πέρα του φυσιολογικού εύρους κίνησης της και βοηθά στο καθορισμό της ιδανικής ισορροπίας μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών δυνάμεων που εφαρμόζονται σε αυτή. Όλες οι παραπάνω πληροφορίες που συλλέγονται από τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς βοηθούν να κατανοηθεί ότι οι μαλακοί ιστοί που περιβάλλουν την άρθρωση επιτελούν ένα διπλό ρόλο: α) παρουσιάζουν βιομηχανική υποστήριξη στα οστά που απαρτίζουν την άρθρωση διατηρώντας τα συγκροτημένα σε μια ανατομική σταθερότητα και β) διαμέσου του κεντρομόλου νευρικού δικτύου να παρουσιάζουν πολύτιμη ιδιοδεκτική πληροφόρηση (Tippett & Voight, 1995).

Οι υποδοχείς μιας άρθρωσης ερεθίζονται (σχ.14) ή παραμορφώνονται από βιομηχανικές δυνάμεις που συνοδεύουν φαινόμενα διάτασης, συμπίεσης και αλλαγής της πίεσης στα μαλακά μέρη της άρθρωσης (Tippett & Voight, 1995). Η εκπόλωση του υποδοχέα είναι ανάλογη της έντασης του ερεθίσματος, και το νευρικό σήμα είναι μια επαναλαμβανόμενη εκπόλωση δυναμικών ενέργειας, που η τιμή του σχετίζεται άμεσα με την ένταση του ερεθίσματος (Tippett & Voight, 1995).



Σχήμα 14. Η πορεία της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης

Όπως προαναφέρθηκε στο ΚΝΣ οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες συνδυάζονται με τις κεντρομόλες ώσεις που έρχονται από τα όργανα της όρασης και της ακοής, επιτυγχάνοντας έτσι τον έλεγχο της ισορροπίας. Ο έλεγχος αυτός προκύπτει από την συντονισμένη δράση των μυών (Wilkerson & Nitz, 1994). Για το λόγο αυτό πολλοί ερευνητές έχοντας σαν στόχο την αξιολόγηση πιθανών ελλειμμάτων της ιδιοδεκτικότητας, αξιολογούν την ύπαρξη ή όχι ελλειμμάτων της ισορροπίας (Freeman, 1965; Tropp et al, 1985). Δηλαδή υπάρχει μια έμμεση αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας, μέσω αξιολόγησης της ικανότητας της ισορροπίας.

Είναι γεγονός ότι πολλές από τις αποκρίσεις στην μεταβαλλόμενη εισδοχή αισθητικών ερεθισμάτων γίνονται τελείως αυτόματα. Εάν μέρος της αισθητικής εισδοχής απουσιάζει λόγω βλάβης ή ασθένειας, μπορεί να υπάρξει ελλιπές υπόβαθρο αισθητικής εισδοχής και να μην μπορεί να προχωρήσει κανονικά η κίνηση (Tyldesley & Grieve, 1995). Έτσι λοιπόν εκτός από τον τραυματισμό των συνδεσμικών και των μυϊκών στοιχείων

που θεωρούνται κυρίως υπεύθυνα για την εμφάνιση λειτουργικής αστάθειας, υπάρχουν και παράγοντες που σχετίζονται με το νευρικό σύστημα και φέρουν μέρος της ευθύνης για την αστάθεια που εμφανίζεται μετά από κακώσεις σε διάφορες αρθρώσεις όπως π.χ. η κατάσταση των υποδοχέων που βρίσκονται στην άρθρωση (Freeman, 1965; Tyldesley & Grieve, 1995).

Ιδιοδεκτική Ανεπάρκεια

Έχει προταθεί πως η_ιδιοδεκτική ανεπάρκεια που παρατηρείται μετά από ρήξη Π.Χ.Σ. είναι μεγαλύτερη απ' όσο μπορεί να εξηγηθεί από τη μεμονωμένη απώλεια του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Corrigan και συν. 1992). Ελαττώματα ιδιοδεκτικότητας βρέθηκαν ύστερα από κακώσεις του έσω μηνίσκου (Jerosch και συν. 1996) και, σε μια προηγούμενη μελέτη, παρατηρήσαμε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ιδιοδεκτικότητας και των κακώσεων των χόνδρων και των μηνίσκων σε μια ομάδα 16 ασθενών υπό συνεχή παρακολούθηση από την στιγμή του τραυματισμού και έκτοτε (Friden και συν. 1999).

Τα παρόντα αποτελέσματα, σε μια ομάδα 54 ασθενών, δείχνουν πως η παρουσία μιας μακροσκοπικά-εμφανούς κάκωσης των έσω χόνδρων σχετίζεται με μια ανεπάρκεια της ιδιοδεκτικότητας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η αρθροσκόπηση έγινε μέσα σε λίγες εβδομάδες από την κάκωση. Έτσι, η κάκωση των χόνδρων υποθετικά προκλήθηκε από αυτόν τον τραυματισμό. Είναι δύσκολο να πούμε αν αυτή η ανεπάρκεια στην ιδιοδεκτικότητα ήταν αποτέλεσμα απλώς της αυξημένης ενέργειας στον τραυματισμό, με περισσότερο ευρείες επιδράσεις τελικά, ή αν οφειλόταν σε βλάβη των νευρικών δομών μέσα στο χονδρικό, υποχόνδριο ή οστίτη ιστό. Στα οστά, το μυελό των οστών και το περίοστεο βρέθηκαν η ουσία-P και νευρικές ίνες που αντιδρούν ανοσολογικά με το πεπτιδίο που σχετίζεται με το γονίδιο της

καλσιτονίνης (CGRP) (Bjurholm και συν. 1988), ενώ CGRP-ανοσοαντιδραστικές νευρικές ίνες βρέθηκαν επίσης στο χόνδρο υαλίνης της άρθρωσης του γόνατος σε ποντικό, όπου θεωρήθηκε πως τροποποιούν την τροφική δραστηριότητα (Schwab και Funk 1998). Εκτός του ότι είναι *noisiseptive*, αυτές οι ίνες φαίνεται πως έχουν πολλές επιθυμητές ιδιότητες, όπως η αγγειοδιασταλτική, η διέγερση της αιμοποίησης και της μυελοποίησης, η αναστολή της οστικής απορρόφησης και της προφλεγμονώδους δραστηριότητας (Imai και συν. 1997). Υπάρχουν εικασίες για μια έμμεση επίδραση στους υποδοχείς ιδιοδεκτικότητας, στις επιβεβαιωμένες τους θέσεις, αυτών των *noisiseptive* ινών, αλλά δεν υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν κάτι τέτοιο. Επίσης δεν υπάρχουν στοιχεία για την ύπαρξη μηχανοϋποδοχέων ιδιοδεκτικότητας σ' αυτούς τους ιστούς. Με αυτά τα δεδομένα, η πιθανότητα να είναι η κάκωση των χόνδρων ένα αποτέλεσμα της ανεπάρκειας της ιδιοδεκτικότητας, πρέπει επίσης να συζητηθεί. Ακόμα και αν οι περισσότεροι ασθενείς, όπως σημειώθηκε, εξετάστηκαν αρθροσκοπικά λίγες εβδομάδες μετά την κάκωση, δεν μπορεί να αποκλειστεί το ότι η βεβλαμμένη ιδιοδεκτικότητα προκάλεσε περαιτέρω μικρό ή μεγαλύτερο τραύμα στο γόνατο σύντομα μετά την πρώτη κάκωση, με αποτέλεσμα μια δευτερογενή κάκωση των χόνδρων. Ωστόσο, αυτοί οι ασθενείς εξετάστηκαν λεπτομερώς σε συχνή παρακολούθηση από την αρχή και δεν βρέθηκε κάποιος που να πληροί τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Τα ευρήματά μας δείχνουν πως η μεγαλύτερη χαλαρότητα μετά την κάκωση μπορεί να σχετίζεται με την πτωχότερη ιδιοδεκτικότητα, κάτι που υποστηρίζεται από προηγούμενες έρευνες (Barrack και συν. 1989), αλλά όχι από κάποιες άλλες (MacDonald και συν. 1996, Beynnon και συν. 1999). Πρέπει να σημειωθεί ότι η δοκιμασία Lachman χρησιμοποιήθηκε, που μπορεί να είναι υποκειμενικό για τον εξεταστή και όχι αντικειμενικό. Αντανακλά την άποψη του χειρουργού για τη χαλαρότητα και τα

αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνευθούν αναλόγως, που σημαίνει πως με την ανεπάρκεια της ίδιο δεκτικότητας συσχετίζεται η εκτίμηση του χειρουργού για την αυξημένη χαλαρότητα. Έτσι, τα αποτελέσματα ποικίλουν σε κάποιο βαθμό, αλλά το ίδιο συμβαίνει και με τις μεθόδους μετρήσεως και τους ασθενείς. Στην τελευταία μελέτη, οι ασθενείς είχαν υψηλότερο μέσο όρο ζωής (40 έτη) (Beynnon και συν. 1999), απ' ό,τι στη δική μας μελέτη (28 έτη), το οποίο καθιστά δύσκολη τη σύγκριση, αφού η ηλικία φαίνεται πως σχετίζεται με την ιδιοδεκτικότητα, όσον αφορά στα αποτελέσματα του παρόντος. Επισημαίνεται ακόμη πως δεν υπήρχαν ασθενείς με αστάθεια στη δραστηριότητα (Beynnon και συν. 1999), κάτι που επίσης μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα. Συμπεριλάβαμε ασθενείς με μεγαλύτερο εύρος χαλαρότητας, Lachman 0-3s, το οποίο μπορεί να δείξει μια συσχέτιση που δεν θα ήταν εμφανής με ένα στενότερο εύρος χαλαρότητας. Μια εξήγηση των παρόντων αποτελεσμάτων μπορεί να είναι ότι οι υποδοχείς των συνδέσμων και της αρθρικής κοιλότητας εφάπτονται σε μια χαλαρότερη δομή, το οποίο θα μπορούσε να αυξήσει το όριο εντόπισης μιας αργής κίνησης. Ωστόσο, δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την πιθανότητα πως μια βλάβη στην ιδιοδεκτικότητα προκαλεί αύξηση της χαλαρότητας - ένας διαταραγμένος νευρομυϊκός έλεγχος μπορεί να αυξήσει τη συχνότητα επεισοδίων giving way/αστάθειας με οίδημα στην άρθρωση και ρήξη στην αρθρική κοιλότητα και τους συνδέσμους το οποίο μπορεί να προκαλέσει μια ακόμα μεγαλύτερη αύξηση της χαλαρότητας.

Προηγούμενα, η υποκειμενική λειτουργικότητα είχε σχετιστεί με την ιδιοδεκτική ικανότητα, παρά με την χαλαρότητα της άρθρωσης του γόνατος, σε ασθενείς με ανακατασκευασμένο Π.Χ.Σ. (Barrett 1991, Fremerey και συν. 2000). Η υποκειμενική λειτουργικότητα είναι μια πολύπλοκη αλλά πολύτιμη αξιολόγηση, η οποία περιλαμβάνει καθορισμένα, πιθανώς και μη καθορισμένα, συμπτώματα και ικανότητες.

Η ιδιοδεκτικότητα φαίνεται να είναι ένας παράγοντας σημαντικός, ενώ επηρεάζεται και από πολλές άλλες μεταβλητές που μπορεί να κυριαρχούν. Αυτή η πολυπλοκότητα δυσχεραίνει το σχεδιασμό μοντέλων που εξηγούν κάποια από τις μεταβλητές, και θα έπρεπε να λαμβάνεται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Ισορροπία και τραυματισμοί

Υπάρχουν θεωρίες αρκετά χρόνια πριν οι οποίες υποστηρίζουν ότι η διάταση ή ο τραυματισμός των συνδεσμικών στοιχείων έχει σαν αποτέλεσμα την ανεπαρκή νευρική ανατροφοδότηση σε ένα τραυματισμένο άκρο, με αποτέλεσμα να συνηγορούν στην μειωμένη ιδιοδεκτική πληροφόρηση κατά την προσπάθεια διατήρησης της κατάλληλης ισορροπίας. Έρευνες που υποστηρίζουν την παραπάνω θεωρία έγιναν στην ποδοκνημική άρθρωση (Freeman, 1965; Tropp et al, 1984; Guskiewicz, 1996) και στο γόνατο για τον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο (Barettetal, 1991).

Επίσης οι Wilkenson & Nitz (1994) υποστήριξαν ότι παρόλο που η παρουσία του αρθρικού θύλακα μπορεί να εμπλέκεται με την διαβίβαση των κεντρομόλων ώσεων από την άρθρωση, φαίνεται να έχει μεγαλύτερη επίδραση η μεταβολή των κεντρομόλων νευρικών σημάτων τα οποία διοχετεύονται στο ΚΝΣ. Η μειωμένη διέγερση των αντανακλαστικών των κινητικών νευρών μπορεί να προκαλέσει κάποιο από τα εξής επακόλουθα ή και τα δύο: α) μείωση της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης στο ΚΝΣ και β) αύξηση της ενεργοποίησης των ανασταλτικών νευρώνων μέσα στο νωτιαίο μυελό. Όλοι αυτοί οι παράγοντες οδηγούν στην προοδευτική δυσλειτουργία της άρθρωσης, με αποτέλεσμα να μειονεκτεί σε δυναμική και στατική ισορροπία και συναρμογή (Lephart & Fu 2000).

Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας

Η ισορροπία είναι μια σύνθετη διαδικασία στην οποία εμπλέκονται οι κεντρομόλες νευρικές ώσεις, η μυϊκή συναρμογή και η βιοκινητική των αρθρώσεων. Η διατήρηση του ελέγχου της στάσης (ισορροπίας) πραγματοποιείται με ιδιαίτερη συμμετοχή του κινητικού και αισθητικού συστήματος, ενώ έχει άμεση σχέση και η λειτουργία του ΚΝΣ. Για να υπάρξει ισορροπία είναι απαραίτητη η συμβολή των αισθήσεων: της ακοής και της αίσθησης αφής, συνδυασμός, που στους υγιείς ανθρώπους τους καθιστά ικανούς να ισορροπούν κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Το σωματοαισθητικό σύστημα απαρτίζεται από τους αισθητικούς και τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς οι οποίοι μεταφέρουν τις πληροφορίες σχετικά με τη θέση του σώματος και των μελών του στο ΚΝΣ. Στη συνέχεια ανάλογες πληροφορίες στέλνονται από το Κ.Ν.Σ. με τα "κινητικά" μονοπάτια έτσι ώστε να γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις για την επίτευξη του ελέγχου της ισορροπίας π.χ έναρξη εξειδικευμένων κινήσεων στο ισχίο, γόνατο κ.α. Παρότι ακριβώς ο μηχανισμός αυτός (πληροφορίες του sensor motor system με την ισορροπία) δεν είναι γνωστός, φαίνεται ότι οι "πηγές" πληροφοριών που βρίσκονται σε μύες, αρθρώσεις και στο δέρμα παίζουν σημαντικό ρόλο (Lephart & Fu 2000).

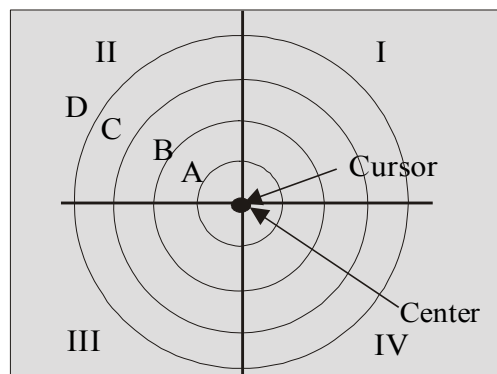
Η πολυπλοκότητα λοιπόν του μηχανισμού μεταφοράς πληροφοριών στο Κ.Ν.Σ. και από το Κ.Ν.Σ., δεν επιτρέπει την άμεση αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας. Έτσι οι περισσότεροι ερευνητές καταλήγουν σε έμμεσους τρόπους αξιολόγησης της ιδιοδεκτικής ικανότητας, αξιολογώντας την ικανότητα της ισορροπίας και την λειτουργικότητα των αρθρώσεων σε διαφορετικές συνθήκες (Freeman 1965; Hoffinan & Payne 1995; Lephart & Fu 2000; Rozzi et al 2000).

Πριν αναφερθούν τα τεστ που χρησιμοποιούνται για τις αξιολογήσεις αυτές θα πρέπει να διευκρινιστεί ο λόγος για τον οποίον γίνεται η κάθε αξιολόγηση. Υπάρχει πληθώρα ερευνών που έχουν πραγματοποιήσει αξιολογήσεις της ιδιοδεκτικότητας και οι οποίες βέβαια είχαν διαφορετικό σκοπό και στόχο πραγματοποίησης. Για παράδειγμα, υπάρχει διαφοροποίηση στον τρόπο που γίνεται η αξιολόγηση ενός άκρου όταν αυτό είναι τραυματισμένο. Και αυτό γιατί υπάρχουν αξιολογήσεις που είναι έγκυρες και αξιόπιστες για άτομα με τραυματισμό και μπορούν να καταγράψουν διαφοροποιήσεις μεταξύ του τραυματισμένου και του υγιούς άκρου. Ωστόσο οι ίδιες αξιολογήσεις εάν πραγματοποιηθούν σε υγιή άτομα δεν μπορούν να καταγράψουν μια πιθανή μικρή διαφοροποίηση μεταξύ των δύο άκρων. Επίσης η συγκεκριμένη δέσμη των τεστ για τραυματισμένα άτομα θα πρέπει να συνοδεύεται και από αξιόπιστα και έγκυρα ερωτηματολόγια που θα έχουν σχέση με τον συγκεκριμένο τραυματισμό. Πληροφορίες που δεν είναι απαραίτητες όταν η αξιολόγηση γίνεται σε υγιή άτομα.

Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί ότι για να επιτευχθεί μεγάλη αξιοπιστία κατά την αξιολόγηση της ισορροπίας, τόσο σε σταθερές όσο και σε δυναμικές συνθήκες μέτρησης, θα πρέπει να ελέγχονται οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη διατήρηση της ισορροπίας, όπως η αυτοσυγκέντρωση του ατόμου, η ψυχολογική του κατάσταση, ο θόρυβος κ.λ.π. (Mattacola et al, 1995). Για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει να υπάρχει σαφής διαφοροποίηση των τεστ ανάλογα με τον σκοπό τους.

Τα τεστ αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν σε τρεις δέσμες. Η πρώτη που θα αναφέρεται σε αξιολογήσεις που γίνονται σε ειδικά ηλεκτρονικά μηχανήματα με

ελεγχόμενες ηλεκτρονικά πλατφόρμες ισορροπίας και με δυνατότητα άμεσης καταγραφής τόσο των συνθηκών εκτέλεσης όσο και της επίδοσης του αξιολογούμενου ατόμου. (σχ.1,2)



Σχ. 1 Σύστημα αξιολόγησης και εξάσκησης της ισορροπίας Biodex Stability System

Η δεύτερη δέσμη αποτελείται από λειτουργικά τεστ ισορροπίας που μπορούν να εκτελεστούν σε σανίδες ισορροπίας ή στο έδαφος, τόσο με το ένα άκρο στήριξης όσο και με τα δύο.

Σχ.2



Τέλος, η τρίτη δέσμη αποτελείται από τεστ που αξιολογούν την ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει την γωνιακή θέση που βρίσκεται το άκρο του, καθώς και την ικανότητα κατάλληλης τοποθέτησης του άκρου σε ζητούμενη συγκεκριμένη γωνιακή θέση.

Η ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος σε ανεπάρκεια πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε συσχετισμό με τον τραυματισμό των χόνδρων, τη χαλαρότητα και την ηλικία

Οι ασθενείς με ανεπάρκεια πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Π.Χ.Σ.) βρέθηκε ότι έχουν ανωμαλίες ιδιοδεκτικότητας, χωρίς ωστόσο να έχει καθοριστεί η αιτία αυτής της ανωμαλίας ή να υπάρχει επαρκής μελέτη της σχέσης μεταξύ της ιδιοδεκτικότητας και της υποκειμενικής λειτουργικότητας, της χαλαρότητας, του επιπέδου δραστηριότητας και της ηλικίας.

Για το λόγο αυτό, αναλύθηκε η ιδιοδεκτικότητα, η οποία ορίζεται ως το όριο αναγνώρισης μιας παθητικής κίνησης σε σχέση με το επίπεδο δραστηριότητας, τη χαλαρότητα, τις κακώσεις των μηνίσκων, τις κακώσεις των παράπλευρων συνδέσμων, τις κακώσεις των χόνδρων, την ηλικία και την υποκειμενική λειτουργικότητα σε 54 ασθενείς με ρήξη Π.Χ.Σ. στο παρελθόν. Χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές αναλύσεις με συσχέτιση κατά ζεύγη, ακολουθούμενες από ένα μοντέλο γραμμικής κατά βήμα αναδρομής.

Βρεθηκε πως η ελαττωμένη ιδιοδεκτικότητα σχετιζόταν με τις κακώσεις των πλευρικών χόνδρων, την αυξημένη χαλαρότητα και τη μεγαλύτερη ηλικία, ενώ το αυξημένο επίπεδο δραστηριότητας προ της κακώσεως συσχετίστηκε με καλύτερη μετατραυματική ιδιοδεκτικότητα. Τα αποτελέσματα επίσης δείχνουν μια σχέση μεταξύ της ιδιοδεκτικότητας και την υποκειμενικής λειτουργικότητας του γόνατος.

Η ανατομική ταξινόμηση της κάκωσης μπορεί να είναι αναγκαίο να ληφθεί υπόψη κατά τη συζήτηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας σε ασθενείς με κάκωση Π.Χ.Σ., η χαλαρότητα

σχετίζεται με την ιδιοδεκτικότητα και η ιδιοδεκτικότητα μπορεί να ελαττωθεί με την πάροδο της ηλικίας.

Μηχανοϋποδοχείς έχουν βρεθεί στην αρθρική κοιλότητα (Grigg και Hoffman 1982, 1984, Halata και συν. 1985), τους μηνίσκους (Zimmy και συν. 1988, Ασημακόπουλος και συν. 1992), τους χιαστούς συνδέσμους (Schultz και συν. 1984, Schutte και συν. 1987, Sjolander και συν. 1989), τους παράπλευρους συνδέσμους (Sojka και συν. 1991) και στο υποεπιγονατιδικό σωματικό λίπος (Krenn και συν. 1990). Αυτοί οι υποδοχείς, οι μυϊκοί άξονες και οι υποδοχείς των τενόντων και του δέρματος σχηματίζουν ένα πολύπλοκο σύστημα για την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος με σπονδυλικές και φλοιικές προεκτάσεις (Johanson και συν. 1991).

Κλινικά, οι περισσότερες μελέτες σε ασθενείς με ανεπαρκή Π.Χ.Σ. δείχνουν μια μείωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας μετρούμενης ως το όριο αναγνώρισης της παθητικής κίνησης, της ενεργητικής ή παθητικής αναπαραγωγής μιας παθητικής αλλαγής γωνίας (Barrack και συν. 1989, Corrigan και συν. 1992, Friden και συν. 1996, Jerosch και Prymka 1996, Beynnon και συν. 1999, Pap και συν. 1999, Fischer-Rasmussen και Jensen 2000, Fremerey και συν. 2000). Η ιδιοδεκτικότητα βρέθηκε επίσης πως σχετίζεται με την υποκειμενική λειτουργικότητα του γόνατος σε ασθενείς με ανεπάρκεια Π.Χ.Σ. (Friden και συν. 1999) και ασθενείς με ανακατασκευασμένο Π.Χ.Σ. (Berrett 1991).

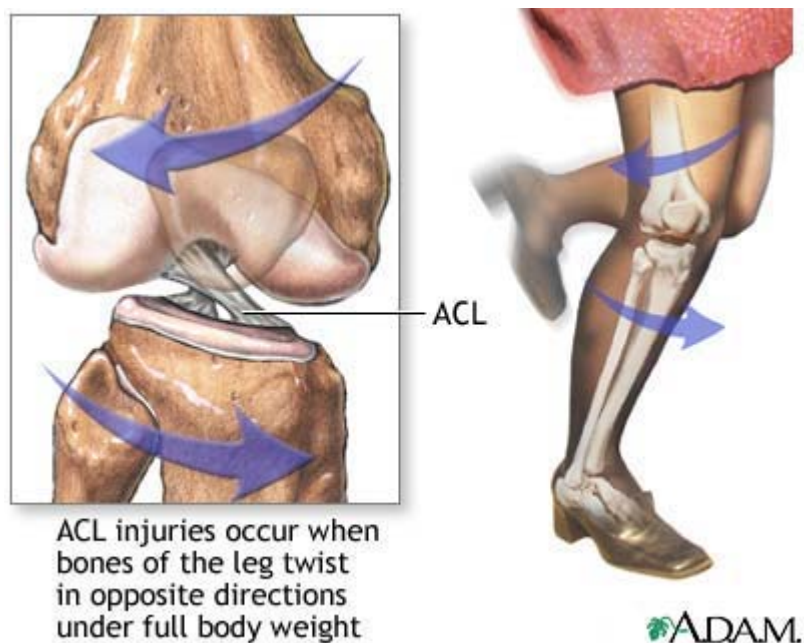
Εφόσον μια κάκωση του γόνατος, που περιλαμβάνει και ρήξη του Π.Χ.Σ., σε πολλές περιπτώσεις επίσης βλάπτει και τους παράπλευρους συνδέσμους και τους μηνίσκους, καθώς και τους χόνδρους της μηριαίας και κνημιαίας επιφάνειας, είναι δύσκολος ο καθορισμός της αιτίας απώλειας της ιδιοδεκτικότητας. Οι διάφοροι μηχανισμοί τραυματισμού μπορεί να επηρεάσουν τους ασθενείς με ποικίλους τρόπους όσον αφορά την ιδιοδεκτικότητα, οι οποίοι μπορούν να τροποποιήσουν το αποτέλεσμα της κάκωσης. Μια αλλαγή στον μηχανισμό κίνησης ή μια μυϊκή ατροφία

μετά τον τραυματισμό μπορεί να συμβάλλουν στις ανωμαλίες ιδιοδεκτικότητας και να ελαττώσουν το επίπεδο δραστηριότητας. Έχει ακόμη περιγραφεί μια σχετιζόμενη με την ηλικία παρακμή της ιδιοδεκτικότητας (Skinner και συν. 1984), η οποία επίσης μπορεί να επηρεάσει την κατάσταση ιδιοδεκτικότητας την περίοδο του τραυματισμού και ίσως και την ικανότητα αναπλήρωσης της απώλειας της ιδιοδεκτικότητας κατά την αποκατάσταση. Επιπρόσθετα, δεν μπορεί να αποκλεισθεί το γεγονός ότι συγγενείς ανωμαλίες στην ιδιοδεκτικότητα μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να προηγούνται της κάκωσης.

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ Π.Χ.Σ

Μηχανισμός τραυματισμού

Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι συνήθως αποτέλεσμα τραυματισμού χωρίς επαφή. Αυτός μπορεί να είναι μια κίνηση κάμψης- βλαισότητας-έξω στροφής, μια κάμψης- ραιβότητας- έσω στροφικής φόρτωσης, έξω στροφή υπό πίεση ή υπερέκταση. Άλλοι σπανιότεροι μηχανισμοί έχουν περιγραφεί (Σχ.10).



Σχ. 10

Χαρακτηριστικά ο ασθενής αισθάνεται ένα «κρακ» με συνοδό έντονο πόνο μέσα στην άρθρωση και αμέσως αδυνατεί να συνεχίσει, ενώ νιώθει ότι το γόνατο του είναι ασταθές. Ακολούθως έχουμε την εμφάνιση έντονου αίμαρθρου μέσα στις πρώτες ώρες. Η ταυτοποίηση της ύπαρξης αίμαρθρου, ύστερα από αναρρόφηση, αποτελεί χρήσιμο διαγνωστικό σημείο, αλλά δίχως να είναι παθογνωμονικό και τούτο διότι είναι δυνατόν να έχουμε την εμφάνιση σε μια σειρά από ενδοαρθρικές βλάβες όπως είναι

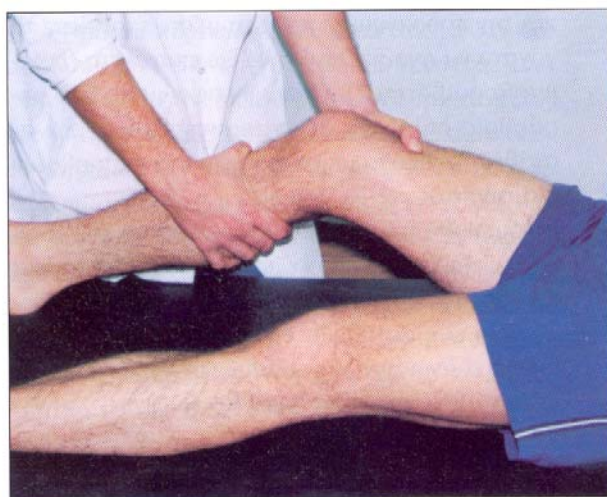
η ύπαρξη οστεοχόνδρινου κατάγματος, το εξάρθρημα της επιγονατίδας, η περιφερική ρήξη μηνίσκου ή ένα ενδαρθρικό κάταγμα.(Αθλητιατρική 2004)

Η απουσία άμεσης παροχέτευσης μπορεί να σχετίζεται με σοβαρή ρήξη της κάψας. (Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, 1994).

Δοκιμασίες Σταθερότητας Χιαστών Συνδέσμων

1) Δοκιμασία Νούλης - Lachman (Εικόνα 20.3)

Η δοκιμασία γίνεται με το γόνατο σε κάμψη 10° - 15° και συνίσταται σε υπερβολική προς τα εμπρός μετακίνηση της κνήμης σε σχέση με το μηρό. Έτσι, εξαλείφεται η φυσιολογική κοίλανση του επιγονατιδικού τένοντα, που μπορεί ακόμη να μετατραπεί σε κυρτότητα. Αποτελεί μία από τις περισσότερο αξιόπιστες και ευαίσθητες δοκιμασίες για τη διάγνωση της ανεπάρκειας του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Π.Χ.Σ.).(Λαμπίρης 2003)



EIKONA 20.3 Δοκιμασία Νούλης - Lachman.

2) Δοκιμασία Πρόσθιου Συρταροειδούς (Εικόνα 20.4):

Η δοκιμασία γίνεται σε τρεις θέσεις (Slocum and Larson 1968). Το γόνατο κάμπτεται στις 60° - 90° και το πόδι «ακουμπά» στο εξεταστικό

τραπέζι. Αρχικά, για το πρόσθιο συρταροειδές η δοκιμασία γίνεται με το πόδι σε ουδέτερη θέση, οπότε ελέγχεται η προσθιοεσωτερική μοίρα του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου με τράβηγμα της κνήμης προς τα εμπρός. Ακολούθως, η δοκιμασία γίνεται με το πόδι σε 15° εξωτερική στροφή. Στη θέση αυτή ελέγχονται, εκτός από τον πρόσθιο χιαστό, και τα έσω συνδεσμοθυλακικά στοιχεία, που βρίσκονται σε τάση υπό τις συνθήκες αυτές και η χαλαρότητα τους βαθμολογείται ανάλογα. Τέλος, η δοκιμασία γίνεται με το πόδι σε 30° εσωτερική στροφή. Στη θέση αυτή, εκτός από τον πρόσθιο και τον οπίσθιο χιαστό, τείνονται και η λαγονοκνημιαία ταινία με τα έξω συνδεσμοθυλακικά στοιχεία, τα οποία αξιολογούνται ανάλογα.



ΕΙΚΟΝΑ 20.4 Δοκιμασία πρόσθιου συρταροειδούς.

Η αξιολόγηση περιλαμβάνει συγκριτική εξέταση και του άλλου γόνατος και εξαρτάται από την εμπειρία του εξεταστή ιατρού να εκτιμάει τους διάφορους βαθμούς χαλαρότητας. Διάφορα ανατομικά χαρακτηριστικά, όπως η οστική μορφολογία και το σχήμα των μηνίσκων, μπορεί να επηρεάσουν τη δοκιμασία αυτήν.

Η δοκιμασία Lachman, σε πρόσφατες ρήξεις του Π.Χ.Σ., είναι θετική χωρίς αναισθησία στο 80% των περιπτώσεων, ενώ με αναισθησία η θετικότητα φτάνει στο 96%. Αντίθετα, το πρόσθιο συρταροειδές χωρίς

αναισθησία είναι θετικό μόνο στο 40% των περιπτώσεων, ενώ με αναισθησία φτάνει στο 93%. Σε περίπτωση χρόνιας ανεπάρκειας και οι δύο δοκιμασίες έχουν περίπου την ίδια ευαισθησία (90%).(Λαμπίρης 2003)

3) Pivot Shift Φαινόμενο

Το φαινόμενο αυτό προτάθηκε από τους MacIntosh και Calway (1972), για να περιγράψει το σύμπτωμα, το οποίο αναφέρουν οι ασθενείς με τη φράση «μου φεύγει το γόνατο» (Giving way)(Εικόνα 20.5). Το φαινόμενο αυτό



ΕΙΚΟΝΑ 20.5 Δοκιμασία Pivot Shift.

συμβαίνει στο έξω διαμέρισμα, λόγω του κυρτού σχήματος του έξω κνημιαίου κονδύλου στο οβελιαίο επίπεδο. Είναι γνωστό ότι ο πρόσθιος χιαστός εμποδίζει την προς τα εμπρός παρεκτόπιση της κνήμης. Σε περίπτωση χαλάρωσης ή απουσίας του όμως, όταν το γόνατο είναι σε έκταση, ο έξω κνημιαίος κόνδυλος μετακινείται προς τα εμπρός και ο έξω μηριαίος κόνδυλος ολισθαίνει προς τα πίσω. Έτσι, με τη δράση του τετρακέφαλου μυός και της λαγονοκνημιαίας ταινίας, που έλκουν την κνήμη προς τα εμπρός, δημιουργείται το πρόσθιο έξω υπεξάρθρημα του γόνατος. Αντίθετα, όταν το γόνατο κάμπτεται, η λαγονοκνημιαία ταινία κινείται προς τα πίσω και φέρεται πίσω από το στιγμιαίο άξονα

περιστροφής του γόνατος. Τότε δρα σαν καμπτήρας, έλκει την κνήμη προς τα πίσω και ανατάσσει το υπεξάρθρημα. Αυτό δεν συμβαίνει, όταν η λαγονοκνημιαία ταινία έχει σπάσει και το γόνατο βρίσκεται μόνιμα σε υπεξάρθρημα. Κλινικά, το φαινόμενο αναπαράγεται με διάφορες δοκιμασίες, από τις οποίες η περισσότερο δημοφιλής είναι εκείνη που προτάθηκε από τους Calway και Macintosh (1972). Κατά τη δοκιμασία αυτήν ο εξεταστής ιατρός σηκώνει με το ένα χέρι το πόδι του ασθενούς, με το γόνατο σε έκταση. Ακολουθώς, και ενώ εφαρμόζει στο γόνατο μικρή αξονική φόρτιση σε θέση βλαισιότητας, με το άλλο χέρι σπρώχνει την έξω επιφάνεια της γαστροκνημίας και, ενώ διατηρεί συνεχώς τη βλαισιότητα, κάμπτεται το γόνατο. Αν ο πρόσθιος χιαστός έχει διαρραγεί, ο ασθενής αναφέρει ότι τα επώδυνα ενοχλήματα αναπαράγονται και το «γόνατο του φεύγει», ενώ ο εξεταστής ιατρός διαπιστώνει το υπεξάρθρημα του έξω κνημιαίου κονδύλου.(Λαμπίρης 2003)

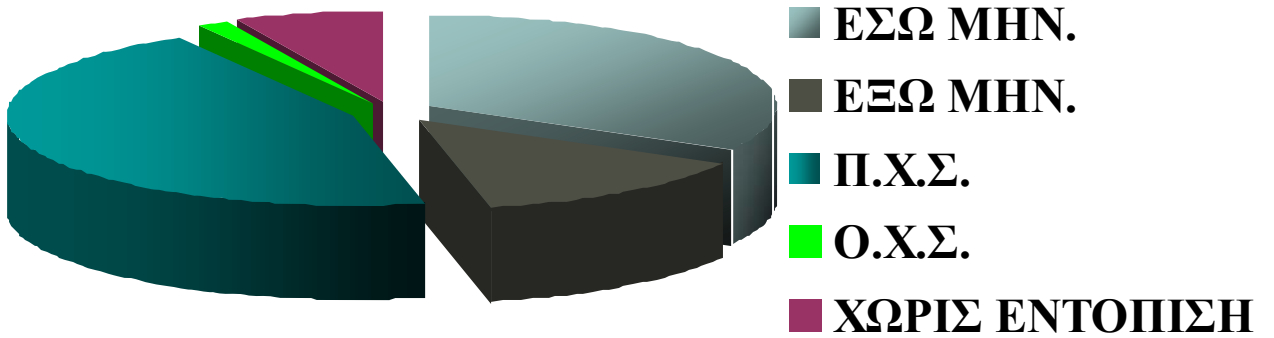
4) Δοκιμασία Αναπήδησης (Jeck Test)

Είναι ίδια με τη δοκιμασία των Calway και Macintosh, με μόνη διαφορά ότι αρχίζει με το γόνατο σε κάμψη. Η κνήμη είναι σε φάση ανάταξης. Η κνήμη φέρεται σε θέση βλαισιότητας και έσω στροφής και σιγά-σιγά εκτείνεται (Εικόνα 20.6). Μόλις πλησιάζουμε τις 20° κάμψη, παρατηρείται μία απότομη αναπήδηση της άρθρωσης. Ο έξω κνημιαίος κόνδυλος φέρεται σε υπεξάρθρημα και ο ασθενής αναγνωρίζει ότι το πρόβλημα του αναπαράγεται (Hughston 1976).(Λαμπίρης 2003)



ΕΙΚΟΝΑ 20.6 Jeck test.

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ



ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Η βιολογία της συνένωσης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

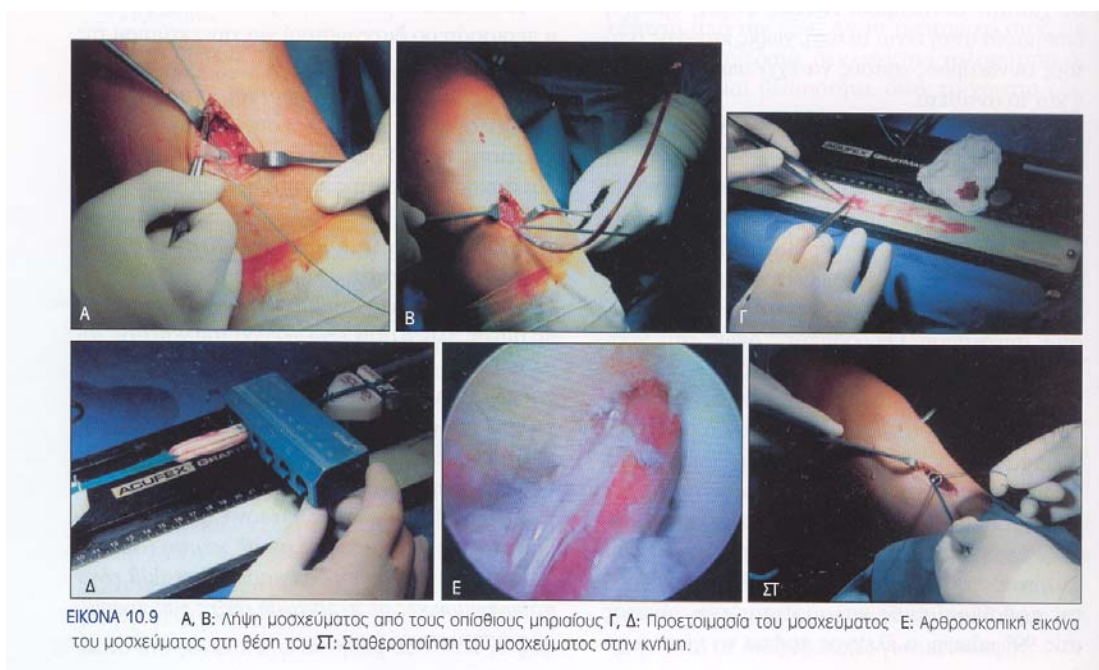
Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος (Π.Χ.Σ.) είναι μια μικρή, ισχυρή δομή, μέσα στον αρθρικό θύλακο αλλά έξω από την αρθρική κοιλότητα, η οποία ενεργεί ελέγχοντας τις περιστροφικές κινήσεις και την πρόσθια μετατόπιση του μηρού πάνω στην σταθερή κνήμη.(Wojtys, EM,1994). Η ρήξη είναι ένα τραυματικό γεγονός, συχνά ως συνέπεια περιστροφής πάνω στο άκρο που στηρίζει το βάρος του σώματος. Η λύση οποιουδήποτε τοπικού θρόμβου από αρθρικές πρωτεάσες και η έλλειψη επαφής μεταξύ των δύο άκρων εμποδίζουν την επιτυχή επούλωση. Η χειρουργική αντικατάσταση με τη χρήση μοσχεύματος, συχνά αυτογενούς του κεντρικού τριτημορίου του επιγονατιδικού τένοντα ή μιας κατασκευής τενόντων των οπίσθιων μηριαίων μυών από τέσσερις ταινίες, συχνά απαιτείται για τη μείωση του αισθήματος αστάθειας και της συχνότητας τραυματισμών των μηνίσκων και των χονδρικών επιφανειών που υποστηρίζουν το βάρος.(Kaplan N 1990, Jomha N 1999, Marder RA 1991). Η ανακατασκευή του Π.Χ.Σ. δεν είναι παγκοσμίως μια επιτυχής διαδικασία, με αναφερόμενα ποσοστά αποτυχίας-χαλαρότητας κατ' έτος ως και 17%. (Tyler TF, Mc Hugh MP, Gleim GW 1999). Υπάρχουν τραυματικοί, ιατρογενείς και μη-τραυματικοί λόγοι για την παρατηρούμενη χαλαρότητα. Η αποτυχία συνένωσης του μοσχεύματος μπορεί να ευθύνεται σε σημαντικό αριθμό τέτοιων περιπτώσεων. Αυτή η μελέτη συζητά τη βιολογία του προσθίου χιαστού συνδέσμου, την κυτταρική βιολογία της ανακατασκευής και συνένωσης μοσχεύματος και τις σύγχρονες στρατηγικές για την ενίσχυση της πρώιμης λειτουργίας του μοσχεύματος.

Λογική βάση χειρουργικής αντιμετώπισης

Ο σκοπός της ανακατασκευής είναι η αποκατάσταση σταθερότητας στο γόνατο, η διατήρηση του εύρους των κινήσεων και επομένως η ελαχιστοποίηση των τραυματισμών στις δύο χόνδρινες επιφάνειες και τους μηνίσκους. Οι βασικές χειρουργικές αρχές υποστηρίζουν πως η οστική κοιλότητα του μηριαίου θα πρέπει να τοποθετηθεί στην ενδέκατη ώρα στο δεξιό γόνατο και στην πρώτη ώρα στο αριστερό γόνατο, πίσω από την μεσοκονδύλια σχισμή.(Noyes FR,1983 Bask 2004, Ishibashi 1997). Μια πρόσθια θέση της μηριαίας οστικής κοιλότητας μπορεί να προκαλέσει απώλεια ελαστικότητας και να οδηγήσει σε πρόωμη αποτυχία του μοσχεύματος. Η οστική κοιλότητα της κνήμης θα πρέπει να βρίσκεται στο οπίσθιο τρίτο του κνημιαίου εντυπώματος του Π.Χ.Σ. σε ευθεία θεώρηση και σε γωνία περίπου 45B°. Η πρόσθια τοποθέτηση της οστικής κοιλότητας της κνήμης μπορεί να εμποδίσει την έκταση και να οδηγήσει εκ νέου σε πρόωμη ρήξη του μοσχεύματος.

Ιδεώδες μόσχευμα αντικατάστασης

Στη σύγχρονη χειρουργική πρακτική, η πλειοψηφία των χειρισμών γίνεται με τη χρήση αυτομοσχεύματος είτε των τενόντων των οπίσθιων



μηριαίων μυών είτε επιγονατιδικού τένοντα. (Aglietti P 1994, Deehan 2000, Noyes FR 2001, Barret GR 2002).

Το ιδανικό μόσχευμα Π.Χ.Σ. θα πρέπει να έχει μια μικροσκοπική δομή και βιομηχανικά χαρακτηριστικά παρόμοια με τον ενδογενή Π.Χ.Σ. Η φυσιολογική θέση εισαγωγής είναι μια υψηλής ειδικότητας ζώνη που μεταβιβάζει την πίεση από τον σκληρό στον μαλακό ιστό. Ο ενδογενής Π.Χ.Σ. προσφύεται στην επιφάνεια του οστού μέσω μιας απευθείας εισόδου, η οποία περιλαμβάνει τέσσερις διακριτές ιστολογικές ζώνες: 1) σύνδεσμος, 2) μη-ασβεστοποιημένος ινώδης υμένας, 3) ασβεστοποιημένος ινώδης υμένας και 4) οστό.(Cooper , Misol, 1970). Υπάρχει ένα οριακό σημείο μεταξύ των ζωνών του ασβεστοποιημένου και μη-ασβεστοποιημένου υμένα, το οποίο αντιπροσωπεύει το όριο εναπόθεσης άλατος. Δεν υπάρχουν σημεία στον άνθρωπο όπου ένας τένοντας να εισέρχεται μέσα σε οστική κοιλότητα, οπότε δεν υπάρχει κάποια ενδογενής τοποθέτηση ανάλογη με του μοσχεύματος τενόντων των οπίσθιων μηριαίων μυών. (Benjamin M. 1986, Frank C. 1985, Kim HJ. 2001).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΥΤΟΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ

- οστεοσυνδεσμικά μοσχεύματα επιγονατιδικού
- τετραπλά συνδεσμικά ημιτενοντώδους-ισχνού
- οστεοσυνδεσμικά τετρακεφάλου

Η επούλωση του τενοντώδους τμήματος του μοσχεύματος είναι απαραίτητη ακόμα και όταν χρησιμοποιούνται μοσχεύματα οστού-τένοντα- οστού, διότι με τις σύγχρονες τεχνικές ενδοσκοπησης και την αυξανόμενη επιθυμία για ανοικτή διόρθωση, το τενοντώδες τμήμα του

μοσχεύματος συνήθως επεκτείνεται μέσα στο ανώτερο τμήμα της οστικής κοιλότητας της κνήμης.

Με βάση τη φυσιολογική δομή του Π.Χ.Σ. και τη γνωστή λειτουργία της θέσης εισόδου, το ιδανικό μόσχευμα Π.Χ.Σ. θα πρέπει να επιτρέπει την πρόωμη αποκατάσταση προστατεύοντας συγχρόνως τα σημεία πρόσδεσης και αποφεύγοντας την ολίσθηση του μοσχεύματος. (Shelbourne KD. 1990,1999). Περαιτέρω συζήτηση της αιτιολόγησης και του κατάλληλου χρόνου της χειρουργικής παρέμβασης διαφεύγει των ορίων αυτής της μελέτης.

Αιτίες αποτυχίας

Η ανακατασκευή του Π.Χ.Σ. συνήθως περιλαμβάνει τη χρήση ενός αυτομοσχεύματος τένοντα/ συνδέσμου το οποίο μεταμοσχεύεται μέσα σε οστικές κοιλότητες, όπως του μηριαίου και της κνήμης. Το σημείο πρόσδεσης συχνά φαίνεται σαν μια ασθενής σύνδεση στην πρόωμη περίοδο επούλωσης, καθιστώντας απαραίτητη μια καθυστέρηση ώσπου να λειτουργήσει. Καθώς το πιο σημαντικό σημείο για ασφαλή επούλωση μπορεί να είναι στο άνοιγμα της οστικής κοιλότητας μέσα στην άρθρωση (ανοιχτή διόρθωση), είναι εμφανές ότι ακόμα και τα μοσχεύματα οστού-τένοντα- οστού χρειάζονται επούλωση και του τένοντα-προς το-οστό και του οστού-προς το-οστό.(Aglietti P. Buzzzi R. Giron F. 1997). Πιστεύεται πως υπάρχουν βιομηχανικές και βιολογικές αιτίες για την αποτυχία λειτουργίας του μοσχεύματος.

Οι βιομηχανικές αιτίες περιλαμβάνουν την ατελή τοποθέτηση στην οστική κοιλότητα, την εφαρμογή ελλιπούς πίεσης, την υπερβολική κίνηση στην οστική διεπαφή του μοσχεύματος και τον περαιτέρω τραυματισμό. Τέτοια αποτυχία μπορεί να είναι εμφανής στην πλευρά της κνήμης, σε συσχετισμό με ραδιολογικά στοιχεία διεύρυνσης της οστικής κοιλότητας, ενδεικτικά μιας σημασμένης οστεοκλαστικής απάντησης. (Fahey M. 1994).

Ωστόσο, αποτυχία έχει επίσης αναφερθεί, αν και σε σημαντική μειοψηφία, όπου δεν υπάρχει προφανής αιτία ούτε από το ιστορικό του ασθενή ούτε από ανάλυση των ραδιογραμμάτων για την τοποθέτηση της οστικής κοιλότητας, ενώ είχε εφαρμοσθεί επαρκής διόρθωση. Αυτή η αποτυχία μπορεί να οφείλεται είτε σε άλλη αποτυχία,(Hefzy MS, 1989, Tanzer M. 1990, Matthews LS. 1989), στην έναρξη της διαδικασίας πρόσδεσης ή σε μια παύση της συγχώνευσης πριν ολοκληρωθεί η επαρκής σύνδεση του μοςχεύματος με την δομή του οστού, με αποτέλεσμα την επίμονη κινητικότητα στο άνοιγμα της οστικής κοιλότητας και μια υποκειμενική αστάθεια. Daniel DM. 1994, Fahey M. 1994, Hefzy MS 1989, Tanzer M. 1990).

Βιολογία της επούλωσης του μοςχεύματος

Βιολογία της συνένωσης

Με βάση την ιστολογική μελέτη, το μοςχευμα πρόσθιου χιαστού φαίνεται να διανύει τέσσερις φάσεις συνένωσης. Στην πρώτη, την οξεία φλεγμονώδη αντίδραση, επισυμβαίνει ισχαιμική νέκρωση. Με την συγκέντρωση των κυττάρων και τη μετάπτωση σε χρόνια φλεγμονή, αναπτύσσεται επαναγγείωση, κυτταρική αναπαραγωγή και τελικά ανακατασκευή του κολλαγόνου.

Οξεία φλεγμονή

Με την λύση του επιδέσμου, το γόνατο γεμίζει άμεσα με αίμα από το τρυπημένο και εκτεθειμένο οστό. Αυτό πυροδοτεί μια οξεία φλεγμονώδη απάντηση με συγκέντρωση μεσεγχυματικών κυττάρων, κυτταρική αναπαραγωγή και σύνθεση θεμέλιας ουσίας. Παρατηρείται συσσώρευση και αποκοκκιοποίηση κυκλοφορούντων αιμοπεταλίων στο εσωτερικό του σχηματιζόμενου θρόμβου ινικής, που έχει ως αποτέλεσμα μια ελεγχόμενη απελευθέρωση κυτοκινών. (Singer AJ, Clark RA 1999).

Συγκεκριμένα, ο παράγοντας TGF- β (TGF- E^2) και ο αιμοπεταλιακός αυξητικός παράγοντας (PDGF), δρουν με ένα συντονισμένο τρόπο για να ρυθμίσουν αυτήν την πρώιμη απάντηση. Ο TGF- E^2_1 τροποποιεί την επούλωση του ιστού, την εναπόθεση θεμέλιας ουσίας και την ανακατασκευή μέσω της χημειοταξίας των ουδετεροφίλων και των μονοκυττάρων στο σημείο του τραύματος. (Leask A., Holmes A., Abraham DJ. 2002). Η έκφραση TGF- E^2_1 από ουδετερόφιλα και ινοβλάστες, στη συνέχεια, διεγείρει τα κύτταρα προς την έκκριση επιπλέον κυτοκινών, που περιλαμβάνουν και τον παράγοντα νέκρωσης όγκων α (TNF- E_{\pm}), την ιντερλευκίνη-1 β (IL- E^2) και τον PDGF, καθώς και χημοκίνες, ως συστατικά ενός προ-φλεγμονώδους αλληλουχίας κυτοκινών. Η συγκέντρωση των ουδετεροφίλων τυπικά φτάνει σε ένα μέγιστο περίπου 24 με 48 ώρες μετά την επέμβαση, ακολουθούμενη από μια αυξημένη παρουσία μονοκυττάρων η οποία είναι αναγκαία για την ωρίμανση του θρόμβου, την προσκόλληση του ιστού στο οστό και τον πρώιμο σχηματισμό κοκκιώδους ιστού. (Goodman RB., Pugin J, 2003).

Χρόνια φάση

Το μονοκύτταρο οδηγεί την αγγειογενετική φάση, παρέχοντας τροφικά συστατικά και οξυγόνο, σε μια διαδικασία που ενισχύεται από την υποξία και την υψηλή τοπική συγκέντρωση μονοξειδίου του αζώτου (NO), τον αγγειακό ενδοθηλιακό αυξητικό παράγοντα (VEGF) και τον αυξητικό παράγοντα των ινοβλαστών 2 (FGF-2). Οι ινοβλάστες διαλύουν την προσωρινή θεμέλια ουσία μέσω μεταλλοπρωτεϊνών (MMPs) και απαντούν στις κυτοκίνες και τους αυξητικούς παράγοντες με πολλαπλασιασμό και σύνθεση νέας εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας (ECM) για να αντικαταστήσουν τον τραυματισμένο ιστό με μια ουλή από συνδετικό ιστό. Η σύνθεση θεμέλιας ουσίας μπορεί να διαρκέσει για αρκετές εβδομάδες. Ο παράγοντας TGF- E^2_1 λειτουργεί συνεργικά σε

αυτήν την διαδικασία ίνωσης συγκεντρώνοντας ινοβλάστες και διεγείροντας την εξ αυτών σύνθεση κολλαγόνων τύπου I, III και V, πρωτεογλυκανών, ινονεκτίνης και άλλων συστατικών της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας. Σε *in vivo* μελέτες έχει επιβεβαιωθεί ότι ο εξωγενής TGF- β αυξάνει την κοκκίωση του ιστού, τον σχηματισμό του κολλαγόνου και την αντοχή του τραύματος σε τάση, όταν εφαρμόζεται τοπικά ή χορηγείται συστηματικά σε ζωικά μοντέλα. Η φάση της ανακατασκευής, όταν το κολλαγόνο έχει συντεθεί, διαλυθεί και επανοργανωθεί καθώς σταθεροποιείται από την διασταυρούμενη σύνδεση των κυττάρων, επίσης ρυθμίζεται από κυτοκίνες. Η διάλυση του ινώδους κολλαγόνου και άλλων πρωτεϊνών της θεμέλιας ουσίας γίνεται από πρωτεάσες του ορού και μεταλλοπρωτεϊνάσες κάτω από τον έλεγχο του δικτύου των κυτοκινών. Οι μεταλλοπρωτεάσες επίσης λειτουργούν ως ρυθμιστικά μόρια καθοδηγώντας ης ενζυμικές αλληλουχίες και μέσω επεξεργασίας των κυτοκινών, της θεμέλιας ουσίας και των μορίων προσκόλλησης ώστε να δημιουργηθούν βιολογικά ενεργή τμήματα.(Chander S. 1996). Οι ιστικοί αναστολείς των μεταλλοπρωτεϊνών (TIMPs) αντισταθμίζουν τις μεταλλοπρωτεϊνάσες και οποιαδήποτε διαταραχή σε αυτήν την ισορροπία μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική ή ανεπαρκή διάλυση της θεμέλιας ουσίας και ακολούθως σε παθολογικό ιστό. Η συντονισμένη ρύθμιση των ενζύμων και των αναστολέων τους εξασφαλίζει στενό έλεγχο της τοπικής πρωτεολυτικής δραστηριότητας. Σε φυσιολογικές συνθήκες, αυτοί οι αναστολείς περιορίζουν την διάλυση του ιστού και διευκολύνουν τη συγκέντρωση της θεμέλιας ουσίας και την επιδιόρθωση. (Brandon 1999, Munz 1999, Gomez 1997, Ornitz 1996).

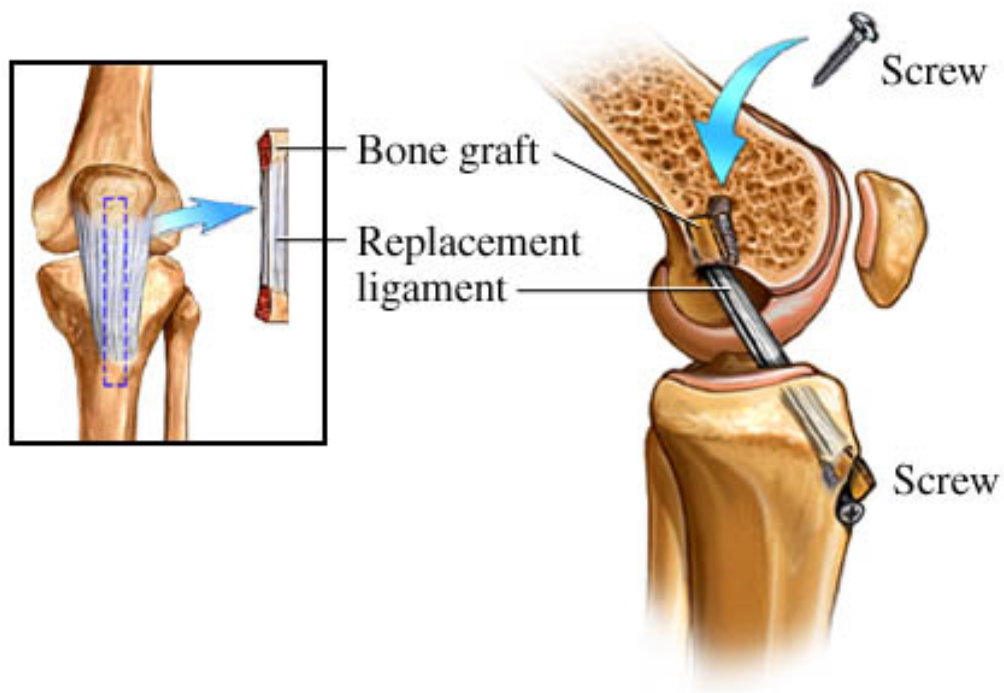
Σύγχρονες γνώσεις από *in vivo* ζωικές μελέτες

Διάφορα ζωικά μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξέταση της βιολογικής απάντησης στην τοποθέτηση του μοσχεύματος και της

αλληλεπίδρασης με το οστό του δέκτη. (Shino 1984, Panni 1997, Park 2001). Αυτά τα πειράματα περιλαμβάνουν τη διαίρεση του Π.Χ.Σ., την ανακατασκευή του με αυτόλογο μόσχευμα και τη θανάτωση του ζώου σε διάφορα στάδια επούλωσης. Η ιστολογική ανάλυση τομών που ελήφθησαν από την διεπαφή του μοσχεύματος επιτρέπει την εξέταση της διαδικασίας συνένωσης σε καθορισμένα σημεία μετά τη χειρουργική επέμβαση. Οι Hunt και συν.(Hunt P. 2004) αξιολόγησαν ένα πρόβειο μοντέλο ανακατασκευής του Π.Χ.Σ. χρησιμοποιώντας ένα flexor τένοντα δακτύλου και ανατομική εφαρμογή του μοσχεύματος. Οι Marinek και συν.(Martinek 2002) μελέτησαν το ρόλο της γονιδιακής μεταφοράς οστικής μορφογενετικής πρωτεΐνης-2 (BMP-2) σε μοντέλο ανακατασκευής συνδέσμου σε κουνέλι διατέμνοντας ημιτενοντώδη αυτομοσχεύματα με αδενοϊό-BMP-2 πριν την εμφύτευση και οι Weiler, Scheffler και Sudkamp (Weiler 2000) εξέτασαν τις βιομηχανικές ιδιότητες της διεπαφής των βιδών σταθεροποίησης σε μοντέλο διόρθωσης του Π.Χ.Σ. σε μοσχάρι.

Αυτομόσχευμα οστού-επιγονατιδικού τένοντα-οστού

Η χρήση ενός μοσχεύματος επιγονατιδικού τένοντα προσφέρει το πλεονέκτημα της απευθείας επαφής οστού προς οστό(Σχ.11). Η διαδικασία επούλωσης σε ενός τέτοιου μοσχεύματος στο εσωτερικό της οστικής κοιλότητας έχει μελετηθεί ιστολογικά σε μοντέλο σκύλου. Πλήρης ενσωμάτωση αναφέρθηκε στις 12 εβδομάδες μετά την επέμβαση. Η φυσική πρόσδεση του τένοντα στο μόσχευμα διατήρησε τις ιδιότητες της άμεσης σύνδεσης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επούλωσης ενώ ίνες που έμοιαζαν με τις ίνες του Sharpey βρέθηκαν στην διεπαφή μεταξύ του επιγονατιδικού τένοντα και της οστικής κοιλότητας. (Rodeo 1993).



Σχ. 11

ΕΠΙΓΟΝΑΤΙΔΙΚΟΣ ΤΕΝΟΝΤΑΣ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ισχυρή Καθήλωση 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Κάταγμα επιγονατίδας ▪ Νοσηρότητα στη δότρια περιοχή ▪ Επιγονατιδομηριαία ευαισθησία ▪ Ατροφία τετρακεφάλου

Η δομή του interface μοσχεύματος-οστού έμοιαζε με αυτήν του φυσιολογικού Π.Χ.Σ. Η ισχυρή, πρώιμη πρόσδεση του οστού προς οστό, μπορεί να αντιγράψει την φυσιολογική ζώνη μετάβασης και επομένως να επιτρέψει την πρώιμη, επιθετική αποκατάσταση. Παρόμοια εργασία σε μοντέλο κουνελιού δείχνει ότι μπορεί να υπάρχει μια ουσιώδης καθυστέρηση πριν από οποιαδήποτε ιστολογική απόδειξη σύνδεσης

μοσχεύματος-οστού. Τα τέσσερα στρώματα της συνένωσης οστού-μοσχεύματος ήταν εμφανή μόνο ύστερα από 38 εβδομάδες από την εμφύτευση σε ένα μοντέλο οστού-επιγονατιδικού τένοντα. (Schiavone Panni,1993).

Αυτομόσχευμα τενόντων των οπίσθιων μηριαίων μυών

Η χρήση του αυτομοσχεύματος τενόντων των οπίσθιων μηριαίων μυών(Σχ. 12) γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής. Οι αναφερόμενες αιτίες περιλαμβάνουν την απουσία πιθανής βλάβης του εκτατικού μηχανισμού, το λιγότερο πόνο στην πρόσθια περιοχή του γόνατος και την μικρότερη επίπτωση σταθερής κάμψης.



Σχ. 12

Στην πλειοψηφία των μελετών αναγνωρίζεται μια μορφή έμμεσης επούλωσης μεταξύ του οστού του δέκτη και του μαλακού ιστού. (Grana 1994). Σε μια μελέτη σε σκύλο, όπου έγινε συρραφή στο οστό του τένοντα του εκτείνοντος το δάκτυλο, σε τέσσερις εβδομάδες ήταν εμφανείς ίνες κολλαγόνου μεταξύ του τένοντα και του τοιχώματος της οστικής κοιλότητας.

ΜΟΣΧΕΥΜΑ ΙΣΧΝΟΥ – ΗΜΙΤΕΝΟΝΤΩΔΟΥΣ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none">▪ Μικρή νοσηρότητα δότριας περιοχής▪ Μικρή μετεγχειρητική ουλή▪ Μικρότερη ατροφία τετρακεφάλου▪ Μικρότερα τούνελ στα οστά	<ul style="list-style-type: none">▪ Προβλήματα στη συγκράτηση▪ Πιο ελαστικό μόσχευμα▪ Αποτυχία στη λήψη ικανού μεγέθους μοσχεύματος

Στις 12 εβδομάδες αναγνωρίστηκαν ίνες του Sharpey και ο ιστός αυτός φάνηκε να έχει φτάσει σε πλήρη ωριμότητα στις 26 εβδομάδες από την εμφύτευση. Πριν τις 12 εβδομάδες, η διενέργεια δοκιμασίας έλξης έδειξε αποτυχία της κατασκευής λόγω αποχωρισμού του μοσχεύματος από το οστό. Εντούτοις, μετά τις 12 εβδομάδες ήταν πιο πιθανή η διάμεση αποτυχία, δείχνοντας έτσι πως η πρόσδεση είχε ολοκληρωθεί μέχρις αυτού του σημείου. (Rodeo 1993).

ΤΕΝΟΝΤΑΣ ΤΕΤΡΑΚΕΦΑΛΟΥ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none">▪ Ισχυρό μόσχευμα▪ Σταθερή συγκράτηση	<ul style="list-style-type: none">▪ Νοσηρότητα στη δότρια περιοχή▪ Ατροφία τετρακεφάλου▪ Κάταγμα επιγονατίδος

Ανθρώπινες μελέτες

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν πολλές εργασίες ανακατασκευής του Π.Χ.Σ. πάνω σε ανθρώπους. Οι Pinczewski και συν.(Pinczewski 1997) πήραν ιστό από την διεπαφή μοσχεύματος-οστού κατά τη διάρκεια της επέμβασης σε δύο ασθενείς όπου απαιτήθηκε επανάληψη λόγω τραυματικής ρήξης της ενδιάμεσης ουσίας μέσα σε 15 εβδομάδες από την αρχική ανακατασκευή. Αυτή η μελέτη, η οποία βασίστηκε στην παρατήρηση της διαδοχής των ινών του κολλαγόνου, συμπέρανε πως η συνένωση μεταξύ του τενοντώδους ιστού και του οστού του δέκτη έγινε μεταξύ των έξι και 15 εβδομάδων μετά την εγχείρηση. Υποστηρίχθηκε πως η στενή επαφή μεταξύ οστού-μοσχεύματος που επιτεύχθηκε με τη χρήση βιδών σταθεροποίησης ήταν ουσιώδης για την συνένωση του μοσχεύματος. Προτείνεται πως η ανατομική εφαρμογή με βίδες σταθεροποίησης μπορεί να προωθήσει την άμεση επούλωση και να βοηθήσει στη συνεργασία τένοντα-οστού. (Weiler 2000). Οι Ishibashi και συν.(Ishibashi 2001) εξέτασαν τις ιστολογικές αλλαγές της οστικής κοιλότητας της κνήμης σε δέκα ασθενείς σε επαναληπτική επέμβαση μετά από την αρχική εμφύτευση επιγονατιδικού τένοντα. Διαίρεσαν αυθαίρετα τους ασθενείς σε περιπτώσεις πρώιμης (λιγότερο του έτους) και όψιμης επανεπέμβασης. Υποστήριξαν πως η συνένωση τένοντα-οστού θα μπορούσε να συνεχιστεί για πολλούς μήνες ύστερα από εμφύτευση με εμφανής διαφορές στην αρχιτεκτονική της διεπαφής. Οι Song και συν.(Song 2004) πρότειναν ότι η αποτυχία προσκόλλησης του μοσχεύματος μαλακού ιστού στο οστό προκάλεσε πρώιμη αποτυχία και συνέκριναν κλινικά ευρήματα με την απουσία προσκόλλησης του μοσχεύματος σε ιστολογική εξέταση. Οι Haus και Refior (Haus 1987) εξέτασαν τις τοπογραφικές σχέσεις του εμφυτευμένου Π.Χ.Σ. με το οστό του δέκτη σε 16 ανθρώπινα μοσχεύματα ΓΤ.Χ.Σ. που ελήφθησαν σε αυτοψίες. Περιέγραψαν ένα υποαρθρικό στρώμα που αποδείχθηκε πως

αποτελούνταν από ένα στενό περιφερικό ινώδες στρώμα, προσκολλημένο σε χαλαρό συνδετικό ιστό που περιείχε μια ποικιλία αιμοφόρων αγγείων, ταινιών κολλαγόνου και νεύρων.

Ένας από τους βιολογικούς στόχους της εγχείρησης ανακατασκευής είναι η επίτευξη σταθερής προσκόλλησης του μοσχεύματος στην οστική κοιλότητα του δέκτη πάνω σε μια περιοχή όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. (Noyes 1983). Η ανοικτή διόρθωση θεωρείται ουσιώδης για την μακροπρόθεσμη λειτουργική σταθερότητα οποιουδήποτε μοσχεύματος. Αυτό μεταφράζεται σε κυτταρικό επίπεδο ως πρόιμη ανάπτυξη του κολλαγόνου από το μαλακό ιστό στο δέκτη δικτυωτό οστό. Σε μοριακό επίπεδο, η ισορροπία μεταξύ επαναρρόφησης και διάλυσης του τοπικού αιμάθρου, η απομάκρυνση των κυτταρικών τεμαχίων από το αρθρικό υγρό, η προαγωγή της υπερτροφίας του κολλαγόνου, και η έκφραση αυξητικών παραγόντων από τους ιστούς δέκτη και μοσχεύματος, είναι αυτά που τελικά καθορίζουν την επιτυχία της συνένωσης του μοσχεύματος. Η επούλωση φαίνεται πως ξεκινά με τον πολλαπλασιασμό του ινοαγγειακού ιστού στην διεπαφή μεταξύ τένοντα-οστού. Υπάρχει ανάπτυξη μονοκυττάρων, μακροφάγων και μυελικών πολυδύναμων προγονικών κυττάρων. Η επούλωση εξελίσσεται μέσω του σχηματισμού νέας θεμέλιας ουσίας στην διεπαφή τένοντα-οστού. Ο πολλαπλασιασμός νέων οστικών δοκίδων κατά μήκος του χείλους της οστικής κοιλότητας είναι πρόιμα εμφανής στις τρεις εβδομάδες. Αυτό το παράδειγμα δεν ισχύει πάντα, καθώς σε κάποιες περιοχές εμφανίζουν υμενώδη interface μεταξύ τένοντα και οστού. Αυτή η ινοχόνδρινη ζώνη μπορεί να παραμείνει και αντιπροσωπεύει μια μορφή άμεσης επούλωσης από ιστό που μπορεί να υπόκειται σε ενδοχονδρικό σχηματισμό οστού. Η κατανομή της πρόσδεσης οστού-μοσχεύματος επίσης ποικίλλει. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κάποια κάμψη του μοσχεύματος κατά την έξοδο του από το άνοιγμα του μηριαίου οστού,

στην παρουσία μιας interference screw, στο χρόνο της βιοψίας (αντιπροσωπευτική ατελούς ωρίμανσης), σε μικροκινητικότητα (μη ακριβής εφαρμογή) ή να είναι αποτέλεσμα εισβολής ή σφύξεων αρθρικού υγρού.

Το υπόδειγμα της αλλαγής μέσα στον οργανισμό ενός αυτομοσχεύματος τένοντα όταν μεταμοσχεύεται σε άνθρωπο δέκτη έχει κλασικά περιγραφεί ως «συνδεσμοποίηση».(Rougraff 1993, Amiel 1986). Ο όρος αυτός αντανακλά τις μορφολογικές αλλαγές στο εσωτερικό του τένοντα, ο οποίος εμφανίζει αύξηση της ανάπτυξης ινοβλαστών και αλλαγές στο μαγνητικό συντονισμό (MRI) που μπορεί να αντιπροσωπεύουν αφανή shear αντίσταση και αυξημένη αγγείωση. Ιστολογικά, υπάρχει υπερέχουσα ινοβλαστική ανάπτυξη τους δύο πρώτους μήνες, η οποία ακολουθείται από αναδόμηση του μοσχεύματος με επαναγγείωση και νεκρωτικές περιοχές για τους επόμενους δέκα μήνες. Τελικά, παρατηρείται σταθερή ωρίμανση του μοσχεύματος στα επόμενα δύο χρόνια. Το τοποθετημένο μόσχευμα βρέθηκε πως υπόκειται σε μια διαδικασία πλήρους μεταπλασίας σε μια συνδεσμώδη δομή μέσα σε τρία χρόνια από την εμφύτευση. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πως αυτή η βιολογική ακολουθία γεγονότων μπορεί να μην παρουσιάζεται στην διεπαφή μοσχεύματος-οστού και πως οι μελέτες που βασίζονται σε δείγματα από τη συγκεκριμένη άρθρωση μπορεί να μην αντανακλά την πραγματική διαδικασία συνένωσης.

ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Ισοκινητική άσκηση

Το θέμα "ισοκίνηση" αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον James Perrine και η πρώτη τους δημοσίευση έγινε το 1967 από τους Hislop & Perrine (1967) και από τον Thistle και οι συνεργάτες του, (1967). Με τον όρο ισοκινητική άσκηση εννοούμε τη δυναμική μυϊκή ενεργοποίηση, όταν η ταχύτητα της κίνησης της άρθρωσης είναι υπό έλεγχο και παραμένει σταθερή με τη βοήθεια ενός ειδικού εξοπλισμού (Thistle et al, 1967). Η αντίσταση, που εφαρμόζει η ειδική αυτή κατασκευή, είναι ίση με την εφαρμοζόμενη μυϊκή ροπή σ¹ όλο το εύρος κίνησης της άρθρωσης.

Είναι γεγονός ότι η ισοκινητική κίνηση απαιτεί τη χρήση ενός ηλεκτρομηχανικού συστήματος που, όχι μόνο διατηρεί σταθερή την ταχύτητα της κίνησης, αλλά και μπορεί να την προκαθορίσει. Ο Thistle και οι συνεργάτες του (1967), παρουσιάζουν την ισοκινητική κίνηση σαν τη βελτίωση της ελεγχόμενης κίνησης, όπου η ταχύτητα της κίνησης δεν είναι πια μία ανεξάρτητη μεταβλητή, αλλά μπορεί να προκαθορισθεί σύμφωνα με την ειδική λειτουργική δραστηριότητα των εμπλεκόμενων μυϊκών ομάδων.

Σύμφωνα με μαθηματικά δεδομένα υποστηρίζεται, ότι ο σταθερός αυτός ρυθμός της κυκλικής κίνησης της άρθρωσης, δε συνοδεύεται απαραίτητα και από σταθερό ρυθμό βράχυνσης ή επιμήκυνσης της μυϊκής ομάδας, που συμμετέχει (Hinson et al, 1979). Για το λόγο αυτό ο Hinson πιστεύει, ότι ένας σωστός ορισμός της ισοκίνησης, θα πρέπει να αναφέρεται στον τύπο της μυϊκής δράσης, η οποία

συνοδεύεται από ισοταχή κίνηση του μέλους και όχι στη σταθερή ταχύτητα κίνησης, που έχει σαν αποτέλεσμα μια συγκεκριμένη μυϊκή δράση (π.χ. βράχυνση).

Σήμερα τα ισοκινητικά δυναμόμετρα έχουν την ικανότητα να εφαρμόζουν αντίσταση, ώστε να προκαλούν και τα δύο είδη μυϊκής δράσης (σύγκεντρη και έκκεντρη) με ελεγχόμενη ταχύτητα.

Πλεονεκτήματα της ισοκινητικής άσκησης και αξιολόγησης

Η ισοκινητική άσκηση και αξιολόγηση έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλους τρόπους άσκησης και αξιολόγησης. Τα πλεονεκτήματα αυτά αναφέρονται στην:

1. Αποτελεσματικότητα : είναι ο μοναδικός τρόπος για να υπάρξει δυναμική και μέγιστη σύσπαση των μυϊκών ομάδων μιας άρθρωσης, σ' όλο το εύρος κίνησης (Davies, 1992).
2. Ασφάλεια : εφ' όσον γίνεται αναφορά σε προσαρμοζόμενη αντίσταση ανάλογα με την προσπάθεια του ασκούμενου, είναι αδύνατον να εφαρμοστεί στον ασκούμενο μεγαλύτερη αντίσταση σε σχέση με αυτή που μπορεί να δεχθεί.
3. Προσαρμοζόμενη αντίσταση που είναι ανάλογη με :
 - Την αλλαγή θέσης των μοχλών της άρθρωσης
 - Την κόπωση των συμμετεχόντων μυϊκών ομάδων
 - Τον πόνο, που μπορεί να εκδηλωθεί κατά τη διάρκεια της άσκησης
 - Δυνατότητα ενδυνάμωσης των μυϊκών ομάδων με ασκήσεις σε υψηλές γωνιακές ταχύτητες, κατά τη διάρκεια των οποίων εφαρμόζονται χαμηλότερες ενδοαρθρικές πιέσεις (Davies, 1992).
 - Φυσιολογική επίδραση (Physiological overflow). Έχει αποδειχθεί, ότι δυναμώνοντας ισοκινητικά τους μύες μιας άρθρωσης σε

υψηλές γωνιακές ταχύτητες, αυξάνεται η δύναμη τους και στις χαμηλές γωνιακές ταχύτητες, χωρίς όμως να συμβαίνει και το αντίστροφο (Sherman, 1981; Smith, 1981).

- Δυνατότητα ενδυνάμωσης σε μεγάλο φάσμα γωνιακών ταχυτήτων. Εξαιτίας των πολλών και διαφορετικών γωνιακών ταχυτήτων που χαρακτηρίζουν την εκτέλεση ποικίλων αθλημάτων, η προπόνηση στις πολλαπλές αυτές ταχύτητες είναι απαραίτητη (Davis, 1992).

- Αξιοπιστία του μηχανικού εξοπλισμού των ισοκινητικών μηχανημάτων: Υποστηρίζεται από πολλές έρευνες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των ισοκινητικών μηχανημάτων (Barby, 1984; Moffroid, 1969).

- Ύπαρξη αξιόπιστων μετρήσεων (νόρμες), που χρησιμεύουν για αντικειμενικές αξιολογήσεις των μυϊκών ομάδων.

Μειονεκτήματα της ισοκινητικής άσκησης και αξιολόγησης

Τα μειονεκτήματα της ισοκινητικής άσκησης είναι τα εξής:

- Απαιτούν ακριβό εξοπλισμό.
- Μπορούν να τα χειριστούν μόνο εξειδικευμένα άτομα
- Η απόδοση που αξιολογείται αφορά μυϊκές ομάδες που συμμετέχουν σε μια κίνηση και όχι ένα συγκεκριμένο μυ. Έτσι τα αποτελέσματα δε διευκρινίζουν τίποτε σχετικά με την απόδοση κάποιας μοίρας του (Davies, 1992).

- Η εξάσκηση και αξιολόγηση στο ισοκινητικό μηχάνημα είναι χρονοβόρα διαδικασία. Κάθε φορά μπορεί να ασκείται μόνο ένα άτομο και μόνο σε μία άρθρωση.
- Η αξιοπιστία της μεθόδου περιορίζεται σε ορισμένες μόνο κινήσεις του μετωπιαίου επιπέδου κίνησης (Perrine, 1992).

Παράμετροι ισοκινητικής άσκησης και αξιολόγησης

Οι κινήσεις των αρθρώσεων είναι κυκλικές, δηλαδή πραγματοποιούνται γύρω από έναν άξονα περιστροφής. Επομένως το μέλος της άρθρωσης που κινείται, εκτελεί κυκλική κίνηση κινούμενο με κάποια γωνιακή ταχύτητα. Όταν εκτελείται ισοκινητική κίνηση(Σχ. 13,14) η γωνιακή αυτή ταχύτητα είναι σταθερή, μπορεί να προκαθοριστεί, και έχει μεγάλη σχέση με τη λειτουργικότητα της άρθρωσης το σκοπό της αξιολόγησης της και του στόχου του εφαρμοζόμενου προγράμματος αποκατάστασης.



Σχ. 13

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο έχει τη δυνατότητα να καταγράφει τη δύναμη ή τη ροπή που αναπτύσσεται από το κινούμενο μέλος. Το ποια από τις δύο παραμέτρους καταγράφει τελικά, εξαρτάται από το σύστημα καταγραφής του εκάστοτε ισοκινητικού μηχανήματος (Perrine, 1992).



Σχ. 14

Πριν γίνει λεπτομερής αναφορά στην εφαρμογή αυτών των παραμέτρων, είναι χρήσιμο να ορισθούν και να διευκρινισθούν ποσοτικά και γραμμικά για την άρθρωση του γόνατος κατά τη διάρκεια ισοκινητικής έκτασης. Έτσι, η καταγραφόμενη ροπή ή δύναμη μπορεί να εκφραστεί ως μέγιστη ή ως μέση τιμή. Ως μέγιστη τιμή ροπής ή δύναμης αναφέρεται η μεγαλύτερη τιμή, που καταγράφεται κατά τη διάρκεια κίνησης του μέλους σε όλο το ε. κ. της άρθρωσης.

Η μέση τιμή των προαναφερόμενων παραμέτρων μπορεί στη συνέχεια να υπολογισθεί από τις συνεχείς τιμές που καταγράφονται στη διάρκεια όλου του εύρους κίνησης της άρθρωσης που αξιολογείται. Επομένως η μέση ροπή υπολογίζεται

από το μ.ο. των τιμών της ροπής που καταγράφονται στα διαφορετικά σημεία του ε.κ. Επίσης, μια άλλη μέθοδος καθορισμού της μέσης ροπής είναι ο μέσος όρος των μέγιστων ροπών μερικών επαναλήψεων (π.χ. 5 επαναλήψεων) (Perrine 1992). Πιστεύεται, όμως, ότι δεν παρέχει έγκυρη αξιολόγηση της μυϊκής ικανότητας γιατί δεν παρέχει ειδική πληροφόρηση για τη γωνιακή μετατόπιση και τη γωνιακή θέση (Baltzopoulos, 1989).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι όταν χρησιμοποιούνται οι μέσες τιμές για να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών ατόμων, ή μεταξύ των δύο άκρων στο ίδιο άτομο τότε απαραίτητη προϋπόθεση για τη μέτρηση είναι η σωστή σταθεροποίηση και ο καθορισμός συγκεκριμένου ε.κ. της άρθρωσης (Perrine, 1992).

Όταν όμως η αξιολόγηση γίνεται ως προς τη μέγιστη τιμή τότε δεν απαιτείται συγκεκριμένο ε.κ., γιατί η μέγιστη τιμή πραγματοποιείται σε γωνιακή θέση που βρίσκεται στο μέσο περίπου αυτού. Η αναπτυσσόμενη ροπή δηλαδή εξαρτάται από τη γωνιακή θέση που καταγράφηκε (Ostemig et al, 1983; Caiozzo et al, 1981; Thorstensson et al, 1976; Osternig, 1975;). Είναι πολύ βασικό σ' αυτό το σημείο να αναφερθεί, ότι έχει βρεθεί υψηλή συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης και της μέσης ροπής δύναμης (Perrine et al, 1993).

Στη βιβλιογραφία που ασχολείται με θέματα ισοκίνησης, οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για αξιολόγηση της μυϊκής απόδοσης, είναι η μέση και μέγιστη ροπή. Σύμφωνα με τον ορισμό, η μέγιστη ροπή κατά τη διάρκεια ισοκινητικών μετρήσεων είναι η αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης, που εφαρμόζεται σε δυναμικές συνθήκες. Εντούτοις, οι Patton και Duggan (1987) προσδιορίζουν ως

μέγιστη ροπή τη μέση ροπή από 5 μέγιστες επαναλήψεις, ενώ ο Morris και οι συνεργάτες του (1983) χρησιμοποιούν τη μέση τιμή από 3 επαναλήψεις.

Με αυτή την τελευταία άποψη συμφωνεί και ο Perrine (1992), ο οποίος υποστηρίζει ότι ο τελευταίος είναι ο καλύτερος δείκτης για την αξιολόγηση των συμμετεχόντων μυϊκών ομάδων. Αυτή η μέθοδος όμως είναι χρήσιμη, μόνο όταν οι καταγραφόμενες τιμές της ροπής αξιολογούνται σε προκαθορισμένη γωνιακή θέση για κάθε επανάληψη (Baltzopoulos, 1989) κάτι που σημαίνει ότι η καταγραφόμενη ροπή σε συγκεκριμένη γωνιακή θέση δε θα είναι απαραίτητα η μέγιστη ροπή σε αυτή την επανάληψη. Εντούτοις η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερη σημαντική, όταν γίνεται αναφορά σε άτομα που έχουν περιορισμένο ε.κ., οπότε η γωνιακή θέση της μέγιστης ροπής δεν μπορεί να καθορισθεί.

Στα πιο σύγχρονα ισοκινητικά μηχανήματα, ειδικοί ηλεκτρονικοί μικροϋποδοχείς, μπορούν να καταγράφουν την τιμή της ροπής σε κάθε συγκεκριμένο σημείο του εύρους κίνησης (angle specific torque). Παρά το γεγονός ότι η αξιοπιστία των παραμέτρων αυτών αμφισβητείται (Kannus & Yasuda, 1992α), θεωρητικά όμως μπορούν να δώσουν σημαντική πληροφόρηση (τιμή της ροπής) για κάθε σημείο του ε.κ., έτσι ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τη μυϊκή απόδοση σε κάθε γωνιακή θέση.

Τα σύγχρονα ισοκινητικά δυναμόμετρα μπορούν να ποσοτικοποιήσουν (μετά από επαναλαμβανόμενες και αξιόπιστες μετρήσεις) τη δύναμη και τη ροπή της εξεταζόμενης κίνησης και να καταγράψουν το έργο που παράγεται από τη συγκεκριμένη αυτή

μυϊκή ομάδα. Στη συνέχεια, εάν είναι γνωστός και ο χρόνος που χρειάζεται για την παραγωγή του συγκεκριμένου έργου, τότε μπορεί να καθοριστεί και η ισχύς αυτής. Για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα και για τις παραμέτρους αυτές, απαραίτητη προϋπόθεση είναι οι συγκρινόμενες αρθρώσεις να έχουν το ίδιο ε.κ. Έρευνες έχουν δείξει ότι η πρόβλεψη του έργου και της ισχύος από τη μέγιστη ροπή είναι μεγάλη, τόσο σε υγιή όσο και σε τραυματισμένα άτομα (Kannus & Jarvinen, 1989; Kannus, 1988; Morrissey, 1987). Παρόλα αυτά στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία δεν έχουν ερευνηθεί οι νευρομυϊκές απαιτήσεις της ροπής, του έργου και της ισχύος των άνω άκρων.

Από τον ορισμό του έργου, προκύπτει ότι η αξιολόγηση μόνο της μέγιστης ροπής στα προγράμματα αποκατάστασης μιας μυϊκής ομάδας, δεν είναι πιθανόν, αρκετή για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη λειτουργική απόδοση της ομάδας αυτής. Αυτό συμβαίνει διότι η πληροφόρηση αυτή από μόνη της δε δίνει στοιχεία για τη λειτουργία των μυών σε όλο το ε.κ.

Έτσι παράμετροι όπως το έργο ή ισχύς είναι χρήσιμες όχι μόνο σε κλινικές αξιολογήσεις, αλλά και σε εργαστηριακές μελέτες. Στο επόμενο σχεδιάγραμμα (σχήμα 5) είναι εμφανής η διαφοροποίηση στο έργο των δύο ίδιων μυϊκών ομάδων σε δύο διαφορετικά άτομα, οι οποίες όμως έχουν την ίδια τιμή μέγιστης ροπής. Σήμερα, αρκετά ισοκινητικά δυναμόμετρα δίνουν άμεσα την τιμή του έργου και της ισχύος που παράγεται κατά την ισοκινητική προσπάθεια.

Η γωνιακή θέση είναι βασική για τον καθορισμό της μυϊκής λειτουργίας, διότι προσφέρει πληροφορίες σχετικά με τις μηχανικές

ιδιότητες των ενεργοποιούμενων μυών (Baltzopoulos, 1989). Μπορεί επίσης να χρησιμεύσει για τον καθορισμό της ιδανικής γωνιακής θέσης για ανάπτυξη μέγιστης μυϊκής δύναμης, πληροφορία αρκετά σημαντική για το σχεδιασμό προγραμμάτων ανάπτυξης της δύναμης στον αγωνιστικό αθλητισμό και στην αποκατάσταση τραυματισμών.

Μυϊκή αντοχή είναι η ικανότητα του μυός, να πραγματοποιεί επαναλαμβανόμενες μυϊκές συστολές υπερνικώντας μια επιβάρυνση. Ως αντοχή στην ισοκινητική άσκηση ορίζεται η ικανότητα ανάπτυξης δύναμης στη διάρκεια συνεχόμενων ισοκινητικών επαναλήψεων (Perrine, 1992). Στις δυναμικές ισοκινητικές συνθήκες, η αντοχή καθορίζεται με τον υπολογισμό του συντελεστή ή δείκτη κόπωσης.

Οι Kannus (1992) και Perrine (1992) έχουν αμφιβολίες σχετικά με την εγκυρότητα και την αξιοπιστία του δείκτη κόπωσης. Αμφισβητούν, δηλαδή, κατά πόσο ο δείκτης αυτός δίνει πληροφόρηση για την αντοχή των μυϊκών ομάδων καθώς και για αποτελέσματα ενός προγράμματος βελτίωσης της αντοχής.

Σήμερα, με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών, υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης καταγραφής του έργου και της ισχύος για κάθε επανάληψη καθώς και του ολικού έργου (σύνολο των τιμών του έργου όλων των επαναλήψεων). Επειδή όμως το έργο είναι η πιο αντιπροσωπευτική μέτρηση της μυϊκής λειτουργίας, αφού περιλαμβάνει την αναπτυσσόμενη δύναμη σε όλο το ε.κ., διατυπώθηκε η άποψη ότι χρησιμοποιώντας τις τιμές του έργου για

τον καθορισμό του δείκτη κόπωσης, τα αποτελέσματα θα ήταν ίσως πιο αντιπροσωπευτικά.

Οι Burdett (1987) και Kannus (1992) με τους συνεργάτες τους, χρησιμοποίησαν ως πρωτόκολλο για τον καθορισμό του δείκτη κόπωσης, το λόγο του έργου που αναπτύσσεται στις τελευταίες 5 από τις 25 μέγιστες συστολές, προς το αντίστοιχο των 5 πρώτων. Διαπίστωσαν με αυτό τον τρόπο ότι η αξιοπιστία του συντελεστή έργου ήταν χαμηλή. Έτσι και οι δύο ομάδες των ερευνητών συγκλίνουν στην άποψη ότι η αξιοπιστία της παραπάνω μεθόδου διαφέρει από αυτή της μέγιστης ροπής.

Λόγος αγωνιστών/ανταγωνιστών

Η αναλογία αυτή είναι ένας δείκτης της μυϊκής ισορροπίας ή ανισορροπίας των μυϊκών ομάδων που σχετίζονται με την άρθρωση. Ο λόγος οπισθίων μηριαίων /τετρακέφαλου στο γόνατο είναι μία από τις πιο βασικές παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη στην ισοκινητική αξιολόγηση, διότι το γόνατο είναι μία από τις μεγαλύτερες και πιο περίπλοκες αρθρώσεις στο ανθρώπινο σώμα και επομένως η σωστή λειτουργία του είναι πολύ σπουδαία για την πρόληψη τραυματισμών (Davis 1992; Perrine 1992). Οι Cambell & Glein (1982) υποστηρίζουν επίσης , ότι ο λόγος των οπισθίων μηριαίων με τον τετρακέφαλο είναι πιο σπουδαία παράμετρος για τον καθορισμό της μυϊκής λειτουργίας από ότι η μέγιστη ροπή

Ισοκινητικές συγκρίσεις στην φάση αποκατάστασης

Είναι γεγονός ότι κατά την φάση της αποκατάστασης μετά από τραυματισμό μια άρθρωση υποκινείται με αποτέλεσμα την περιορισμένη λειτουργία των μυϊκών ομάδων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να ατροφούν οι μυϊκές ομάδες και να είναι απαραίτητη όχι μόνο η αξιολόγηση της απόδοσης τους αλλά και η εξάσκηση τους. Συγκεκριμένα, όλες οι παραπάνω παράμετροι χρησιμοποιούνται για να αξιολογηθούν οι μυϊκές ομάδες που σχετίζονται με μια άρθρωση. Μία ισοκινητική αξιολόγηση μπορεί να ερμηνευθεί με αρκετούς τρόπους. Αρχικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει τυχόν μυϊκές ανισορροπίες μεταξύ των αγωνιστών και των ανταγωνιστών μυϊκών ομάδων αφού παρέχει ταυτόχρονη πληροφόρηση για την απόδοσή τους στην ίδια κίνηση.

Επιπλέον, η ισοκινητική αξιολόγηση μπορεί να προσφέρει πληροφόρηση για την ύπαρξη τυχόν μυϊκών ελλειμάτων συγκρίνοντας τις μυϊκές ομάδες των δύο άκρων μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα του ενός άκρου χρησιμοποιούνται συνήθως ως σημείο αναφοράς, στις περιπτώσεις που το άλλο άκρο είναι τραυματισμένο και ορίζεται με αυτό τον τρόπο το μυϊκό του έλλειμμα. Επίσης συγκρίνοντας τα δεδομένα του ενός άκρου σε διαφορετικές χρονικές στιγμές μπορεί κανείς να βγάλει σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με τη βελτίωση της μυϊκής απόδοσης μετά από την εφαρμογή ενός προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης ή την αποτελεσματικότητα διαφορετικών προγραμμάτων ενδυνάμωσης (π.χ. εφαρμογή διαφορετικών προγραμμάτων θεραπείας). Βασική

προϋπόθεση για την τελευταία αξιολόγηση είναι οι μετρήσεις να γίνονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες (ζέσταμα, πρωτόκολλα μετρήσεων, ε.κ., μήκος μοχλού, κ.λ.π.).

Πρωτόκολλο ισοκινητικής αξιολόγησης και άσκησης

Για να καθορισθεί ένα πρωτόκολλο ισοκινητικής αξιολόγησης λαμβάνονται υπ' όψη οι παρακάτω παράμετροι:

Τιμή της γωνιακής ταχύτητας στην ισοκινητική αξιολόγηση

Όπως αναφέρθηκε στον ορισμό της ισοκινητικής άσκησης, η γωνιακή ταχύτητα της κίνησης είναι σταθερή. Η επιλογή της γωνιακής ταχύτητας σε ένα πρωτόκολλο αξιολόγησης σχετίζεται με το σκοπό για τον οποίο γίνεται η μέτρηση. Ο βασικός διαχωρισμός των γωνιακών ταχυτήτων είναι: υψηλές, μέτριες και χαμηλές ταχύτητες. Επίσης η επιλογή των γωνιακών ταχυτήτων για κάποια αξιολόγηση σχετίζεται και με την άρθρωση που θα μετρηθεί. Π.χ. η γωνιακή ταχύτητα των 60 deg /sec είναι μία μικρή γωνιακή ταχύτητα για την άρθρωση του γόνατος. Η ίδια ταχύτητα όμως είναι μέτρια για την άνω/κάτω κερκιδωλενική διάρθρωση. Ομοίως η ταχύτητα των 300deg/sec, είναι υψηλή ταχύτητα για την άρθρωση του γόνατος και είναι σχετικά εύκολο να επιτευχθεί ακόμα και από ένα αγύμναστο άτομο. Η ίδια ταχύτητα όμως, για την άρθρωση του αγκώνα είναι αδύνατον να πραγματοποιηθεί.

Αυτό σημαίνει ότι κάθε άρθρωση έχει το δικό της φάσμα ταχυτήτων, το οποίο εξαρτάται από τις μυϊκές ομάδες που συμμετέχουν στην κίνηση, καθώς και τη φυσική κατάσταση του εξεταζόμενου (Davis 1992; Perrine 1992).

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι ταχύτητες που είναι μεγαλύτερες από 60deg/sec θεωρούνται μέτριες και δίνουν πληροφόρηση για την εκρηκτικότητα των μυϊκών ομάδων (ικανότητα ανάπτυξης δύναμης σε συγκεκριμένο χρόνο) (Davis 1992; Perrine 1992). Συγκεκριμένα οι μετρήσεις σε υψηλές ταχύτητες 180-300deg/sec εξετάζουν την εκρηκτικότητα των μυών κάτω από πιο έντονες καταστάσεις. Εντούτοις υπάρχει και η δυνατότητα αξιολόγησης σε πιο λειτουργικές ταχύτητες, όπως είναι γωνιακές ταχύτητες από 300 έως 600deg/sec, αλλά μπορούν να εκτελεστούν μόνο από άτομα με υψηλές αθλητικές επιδόσεις.

Για την άρθρωση του γόνατος, οι ταχύτητες που όλοι σχεδόν οι ερευνητές χρησιμοποιούν στις έρευνες τους, είναι οι 60 και 180 μοίρες ανά δευτερόλεπτο (Perrine, 1992; Davies, 1992), ενώ οι ταχύτητες 120, 240 και 300 μοίρες ανά δευτερόλεπτο έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης αλλά σε μικρότερη συχνότητα.

Οι Perrine (1992) & Griffin (1987) προτείνουν να εξετάζονται πρώτα οι χαμηλές ταχύτητες και μετά οι υψηλές, ενώ ο Wilhite και οι συνεργάτες του (1992) υποστηρίζουν ότι άτομα που δεν έχουν επαφή με τον ισοκινητικό τρόπο αξιολόγησης, θα πρέπει να αξιολογούνται πρώτα στις υψηλές ταχύτητες. Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι, η επιλογή ενός πρωτοκόλλου με γωνιακές ταχύτητες 60, 180 και 300 μοίρες/δευτερόλεπτο καλύπτει ένα ευρύ φάσμα γωνιακών ταχυτήτων, που καλύπτει πλήρως την άρθρωση του γόνατος.

Η επίδραση του πρωτοκόλλου εξάσκησης στις ισοκινητικές παραμέτρους

Η αποτελεσματικότητα διαφορετικών προγραμμάτων ισοκινητικής άσκησης ερευνάται με βάση τη βελτίωση της ισοκινητικής απόδοσης. Η βελτίωση αυτή ερμηνεύεται συνήθως σε τιμές μέγιστης ροπής μια και θεωρείται μία από τις πιο αξιόπιστες παραμέτρους.

Οι Moffroid και Whipple (1970) είναι από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν τη μέγιστη ροπή σαν παράμετρο αξιολόγησης της μυϊκής δύναμης. Στόχος τους ήταν η βελτίωση της δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε δύο ομάδες που εφήρμοσαν διαφορετικό πρωτόκολλο εξάσκησης. Η πρώτη ομάδα πραγματοποίησε άσκηση σε γωνιακή ταχύτητα 36 μοίρες / δευτερόλεπτο και η δεύτερη σε γωνιακή ταχύτητα 108 μοίρες / δευτερόλεπτο. Και οι δύο ομάδες αξιολογήθηκαν σε γωνιακές ταχύτητες 18, 36, 54, 72, 90 και 108 μοίρες / δευτερόλεπτο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα που εξασκήθηκε σε γωνιακή ταχύτητα 36 μοίρες/δευτερόλεπτο βελτίωσε την μέγιστη ροπή και σε υψηλότερη και σε χαμηλότερη γωνιακή ταχύτητα από την γωνιακή ταχύτητα της άσκησης. Η δεύτερη ομάδα όμως παρουσίασε βελτίωση και στις χαμηλότερες γωνιακές ταχύτητες. Οι βελτιώσεις ήταν πιο μεγάλες σ' όλες τις χαμηλότερες γωνιακές ταχύτητες.

Με τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας συμφώνησαν και οι Lesmes (1978) & Costill (1979), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι τα άτομα που ασκήθηκαν στις 180 μοίρες/ δευτερόλεπτο παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε χαμηλότερες γωνιακές

ταχύτητες από τις 180 μοίρες/δευτερόλεπτο, ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές βελτιώσεις στις υψηλότερες γωνιακές ταχύτητες (240-300 μοίρες / δευτερόλεπτο).

Επίσης ο Coyle και οι συνεργάτες του (1981) παρατηρώντας τη βελτίωση της ισοκινητικής δύναμης σε σχέση με τη γωνιακή ταχύτητα εξάσκησης βρήκε ότι μπορεί να υπάρξει βελτίωση και σε χαμηλότερες και σε υψηλότερες γωνιακές ταχύτητες. Πιο ειδικά μία ομάδα ασκήθηκε σε 60 μοίρες/δευτερόλεπτο και η άλλη σε γωνιακή ταχύτητα 300 μοίρες/δευτερόλεπτο. Στο τέλος του προγράμματος αφού αξιολογήθηκαν στις γωνιακές ταχύτητες 60, 180, 300 μοίρες / δευτερόλεπτο βρέθηκε ότι η ομάδα που ασκήθηκε σε γωνιακή ταχύτητα 300 μοίρες / δευτερόλεπτο είχε βελτίωση τουλάχιστον 15% σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες. Η άλλη ομάδα η οποία ασκήθηκε στις 60 μοίρες / δευτερόλεπτο είχε βελτίωση της μέγιστης ροπής σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες εκτός από την γωνιακή ταχύτητα των 300 μοιρών / δευτερόλεπτο.

Σύμφωνα με άλλες μελέτες των Smith και Melton (1981) εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα με μέτριες και γρήγορες γωνιακές ταχύτητες βρήκαν βελτίωση της απόδοσης και σε πιο χαμηλές γωνιακές ταχύτητες. Συγκεκριμένα, εφάρμοσαν πρόγραμμα άσκησης σε 180, 240 και 300μοίρες/δευτερόλεπτο και βρήκαν βελτίωση της μέγιστης ροπής στους εκτείνοντες του γόνατος με ποσοστά 7,3,61% σε γωνιακές ταχύτητες αξιολόγησης 0,60,240 μοίρες/δευτερόλεπτο.

Η βελτίωση που καταγράφηκε ήταν παρόμοια και για τους οπίσθιους μηριαίους. Όσον αφορά στην ομάδα που εξασκήθηκε σε

χαμηλές γωνιακές ταχύτητες (30,60,90 μοίρες / δευτερόλεπτο) η βελτίωση της απόδοσης της δεν ήταν τόσο σημαντική.

Ο Petersen (1989) που εξάσκησε επίσης τους εκτείνοντες του γόνατος σε δύο ομάδες αλλά σε διαφορετική γωνιακή ταχύτητα για κάθε ομάδα (60 & 180 μοίρες / δευτερόλεπτο) βρήκε ότι η άσκηση σε 180 μοίρες/δευτερόλεπτο ήταν πιο αποτελεσματική απ'ότι αυτή σε πιο αργή ταχύτητα. Το μειονέκτημα όμως αυτής της έρευνας είναι ότι χρησιμοποιήθηκε μηχάνημα το οποίο δεν θεωρείται ακριβώς ισοκινητικό.

Αριθμός των επαναλήψεων:

Ένα άλλο στοιχείο, που πρέπει να διευκρινισθεί ποσοτικά, είναι ο αριθμός των επαναλήψεων, που απαιτείται ώστε να αναπτυχθεί η μέγιστη ροπή. Ο Sawhill και οι συνεργάτες του (1982) ερεύνησαν τον αριθμό των επαναλήψεων, που απαιτείται για να επιτευχθούν αξιόπιστες μετρήσεις με γωνιακές ταχύτητες, που κυμαίνονταν από 200 έως 400 μοίρες ανά δευτερόλεπτο και κατέληξαν ότι 4 μέγιστες επαναλήψεις απαιτούνται για να υπάρχουν σταθερά ισοκινητικά δεδομένα.

Οι Johnson και Siegel (1978) αναφέρουν ότι 3 υπομέγιστες ακολουθούμενες από 3 μέγιστες επαναλήψεις είναι ο σωστός αριθμός επαναλήψεων για σταθερά ισοκινητικά δεδομένα στην αξιολόγηση της έκτασης του γόνατος. Οι Appen και Duncan (1986) ερεύνησαν επίσης την κίνηση της κάμψης-έκτασης του γόνατος εκτελώντας 5 υπομέγιστες ακολουθούμενες από 3 μέγιστες επαναλήψεις. Το πρωτόκολλο μέτρησης για για την κίνηση της

κάμψης - έκτασης του γόνατος που χρησιμοποιήθηκε από τον Jenkins και τους συνεργάτες του (1984), αποτελείται από 5 μέγιστες επαναλήψεις, ενώ ο Dibrezzo και τους συνεργάτες του (1985), χρησιμοποίησαν μόνο 2 μέγιστες επαναλήψεις.

Ο Baltzopoulos και οι συνεργάτες του (1988), χρησιμοποίησαν 6 επαναλήψεις με συμμετοχή αγωνιστών - ανταγωνιστών για τη μέτρηση της μέγιστης ροπής κατά την κάμψη - έκταση του γόνατος, ενώ οι Baltzopoulos και Bordie (1989), προτείνουν 2 έως 6 μέγιστες επαναλήψεις για τον προσδιορισμό της τιμής της μέγιστης ροπής. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι όταν η ισοκινητική παράμετρος αξιολόγησης είναι η μέση ροπή τότε απαραίτητη προϋπόθεση είναι όλες οι επαναλήψεις να γίνονται πάντα στο ίδιο ε. κ.

Συμπερασματικά λοιπόν με βάση τη βιβλιογραφία για το προσδιορισμό της μέγιστης ροπής προτείνονται 2-6 μέγιστες επαναλήψεις.

Συγκεκριμένο πρωτόκολλο για τον καθορισμό της μυϊκής αντοχής κατά τη διάρκεια ισοκινητικής αξιολόγησης και συγκεκριμένος ορισμός του συντελεστή κόπωσης, δεν υπάρχει. Οι τρόποι με τους οποίους γίνεται η αξιολόγηση της "ισοκινητικής αντοχής" όπως αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία μπορεί να καθοριστεί με δύο βασικούς τρόπους:

1. Από τον αριθμό των επαναλήψεων που απαιτούνται ώστε η μέγιστη ροπή στην τελευταία επανάληψη να έχει μειωθεί στο 50% σε σχέση με την τιμή που καταγράφηκε στην πρώτη επανάληψη.
2. Από το ποσοστό μείωσης της τιμής της μέγιστης ροπής που συμβαίνει μετά από ένα συγκεκριμένο αριθμό επαναλήψεων.

Και στις δύο περιπτώσεις γίνεται καθορισμός ενός συντελεστή κόπωσης, ο οποίος μας δίνει πληροφόρηση για τη μυϊκή αντοχή. Για να μετρήσουν τη μυϊκή αντοχή, οι Thorstensson και Klarsson (1976), χρησιμοποίησαν ως πρωτόκολλο μέτρησης 50 μέγιστες εκτάσεις του γόνατος και όρισαν ως συντελεστή κόπωσης την τιμή του λόγου της μέσης ροπής των 3 τελευταίων προς την μέση ροπή των 3 αρχικών επαναλήψεων.

Ο Patton (1978), ερεύνησε την καμπύλη της κόπωσης, εφαρμόζοντας συνεχείς επαναλήψεις μέχρι την εξάντληση. Σε αυτή την περίπτωση ο συντελεστής κόπωσης εκφράστηκε ως το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε μέχρι την εξάντληση. Από την άλλη μεριά το πρωτόκολλο του Barnes (1981), αποτελούνταν από 10 μέγιστες επαναλήψεις. Υπολογιζόταν η ποσοστιαία αναλογία της μέγιστης ροπής της τελευταίας επανάληψης σε σχέση με τη μέγιστη ροπή και των δέκα επαναλήψεων και το ποσοστό αυτό εξέφραζε το δείκτη κόπωσης.

Οι Duncan και Patton (1987), χρησιμοποιώντας το δείκτη κόπωσης του Thorstensson (1976) και το Wingate-test των 30", δε βρήκαν καμμία συσχέτιση μεταξύ της κόπωσης που μετρήθηκε από τα δύο τεστ. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι στη συγκεκριμένη έρευνα τα ισοκινητικά δεδομένα δεν είχαν διορθωθεί από την επίδραση της βαρύτητας.

Ο Baltzopoulos, και οι συνεργάτες του (1988α) τέλος, καθόρισαν ως συντελεστή κόπωσης την πτώση της μέγιστης ροπής σε σχέση με το χρόνο, χρησιμοποιώντας επαναλαμβανόμενες μετρήσεις 30" (αγωνιστές/ ανταγωνιστές) με διόρθωση της

επίδρασης της βαρύτητας. Μετά την σύγκριση των 2 συντελεστών, βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ($R=0.96$, $p<0,001$).

Έρευνες έχουν δείξει ότι όταν υπάρχει διάλειμμα μεταξύ των σετ τότε γίνεται πιο έγκυρη καταγραφή της ισοκινητικής μυϊκής απόδοσης σε σχέση με μετρήσεις χωρίς διαλείμματα (Stratford et al, 1990). Η Nunn και οι συνεργάτες της (1989) επίσης εφάρμοσαν ένα λεπτό διάλειμμα μεταξύ των σετ στο πρόγραμμα αξιολόγησης που εκτέλεσαν σε εύρος κίνησης της άρθρωσης 105 μοίρες.

Προσπαθώντας να διαπιστώσουν ποιος αριθμός επαναλήψεων είναι αποτελεσματικότερος για κάθε σετ με στόχο τη μυϊκή ενδυνάμωση ο Davis εφάρμοσε ένα πείραμα συγκρίνοντας πρωτόκολλα με επαναλήψεις 6,8,10,12,14 και 16, χωρίς όμως να βρουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η ισοκινητική άσκηση όμως πρέπει να αναφερθεί ότι έγινε στις 30 μοίρες/δευτερόλεπτο (αργή γωνιακή ταχύτητα που σήμερα δεν χρησιμοποιείται λόγω μεγάλων πιέσεων στην άρθρωση του γόνατος) η οποία όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία πιθανά να ενεργοποιεί το μυοτατικό αντανακλαστικό και καθώς είναι αργή και μη φυσιολογική ταχύτητα γι' αυτό πιθανά δεν επιφέρει σημαντικές προπονητικές προσαρμογές (Davis, 1992).

Στη συνέχεια ο Davis (1992,1986) παραγματοποίησε μια έρευνα εφαρμόζοντας υψηλότερες γωνιακές ταχύτητες (60,120,180,240,300 μοίρες / δευτερόλεπτο) και διαφοροποιώντας τον αριθμό των επαναλήψεων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής το σετ των 10 επαναλήψεων αποδείχθηκε αποδοτικότερο. Συχνότητα ισοκινητικής άσκησης

Δεν υπάρχει καμία έρευνα που να πραγματεύεται τη συχνότητα ισοκινητικής άσκησης την εβδομάδα, εκτός από μία έρευνα του Batten C, 1980, (Davis 1992), η οποία αναφέρεται σε τραυματισμένο πληθυσμό. Τα προγράμματα που προτείνονται στη βιβλιογραφία βασίζονται στα ερευνητικά αποτελέσματα της ιστονικής άσκησης (Davis 1992).

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ

Αποκατάσταση μετά από πλαστική του ΠΧΣ χρησιμοποιώντας
μόσχευμα από τένοντα

- Στάδιο 1-προ-εγχειρητικό
- Στάδιο 11(0-2 εβδομάδες)-άμεσο μετα-εγχειρητικό
- Στάδιο III (2-6 εβδομάδες)
- Στάδιο IV (6-12 εβδομάδες)
- Στάδιο V (3-6 μήνες)
- Στάδιο VI (6 μήνες και άνω)

Στάδιο I-προεγχειρητικό

- Η αποκατάσταση θα πρέπει να αρχίζει από τη στιγμή του τραυματισμού έως ότου το γόνατο δεν εμφανίζει ερεθισμό με εύρος κίνησης κοντά στο κανονικό.
- Στόχος είναι η μείωση του πόνου, του οιδήματος και της φλεγμονής,
- Διέγερση με TENS, κρυοθεραπεία και συμπίεση θα βοηθήσουν στη μείωση του πόνου και του οιδήματος.
- Θα πρέπει να πραγματοποιηθούν ασκήσεις με κίνηση και ενδυνάμωση του τετρακέφαλου μυ, των μυών της ιγνυακής χώρας, των απαγωγών και των εκτεινόντων μυών του ισχίου και του γαστροκνημίου μυ.
- Γίνεται ενημέρωση του ασθενή.

Στάδιο 11(0-2 εβδομάδες)-άμεσο μετα-εγχειρητικό

Στόχοι

- Απόκτηση τελικής ίδιας έκτασης με το άλλο κάτω άκρο
- Όσο το δυνατόν πιο γρήγορη μείωση του οιδήματος
- Απόκτηση μυϊκού ελέγχου του κάτω άκρου

- Αύξηση της ευλυγισίας όσο ανέχεται
- Επούλωση τραύματος

Μέθοδος

- Ξεκούραση, ανύψωση και κρυοθεραπεία (Εικ.1, 2)
- Ηλεκτροθεραπεία
- Μερική έως πλήρης μεταφορά βάρους χρησιμοποιώντας στηρίγματα από τους αγκώνες
- Αμέσως μετά τη χειρουργική επέμβαση, ο ασθενής χρησιμοποιεί μηχανήμα παθητικής κίνησης με εύρος κίνησης μεταξύ 0-40°, το οποίο αυξάνεται καθημερινά, έως ότου η γωνία να φτάσει στις 90° πριν ακόμα φύγει από το νοσοκομείο.
- Το οίδημα έχει ανασταλτική επίδραση στον τετρακέφαλο μυ και προκαλεί ακαμψία στη άρθρωση του γόνατος και για αυτό το λόγο θα πρέπει να μειώνεται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Ο πάγος και η συμπίεση μας δίνεται μέσω του Cryocuff.



Σχ. 1

- Συνιστάται στους ασθενείς να ξεκουραστούν με το κάτω άκρο σε ανύψωση και να κάνουν άσκηση κάθε μία με δύο ώρες.

Κρυοθεραπεία

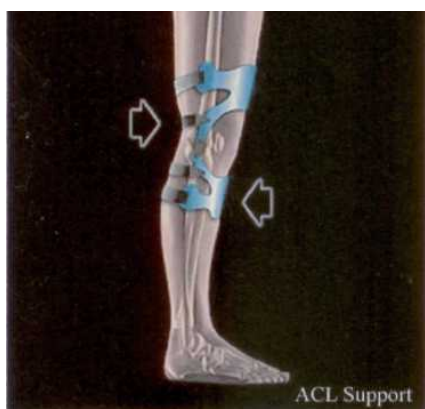
- Μέσα στήριξης χρησιμοποιούνται μόνο τις πρώτες εβδομάδες μετά την εγχείριση. Η μεταφορά του βάρους του ασθενή γίνεται αρχικά πάνω στις πατερίτσες αλλά προοδευτικά με πλήρη μεταφορά του βάρους.
- Η κανονική βάρδιση είναι απαραίτητη, όταν η πλήρης έκταση του γόνατος θα αποτρέψει τους μύες της ιγνυακής χώρας και τον γαστροκνήμιο να βραχυνθούν.



Σχήμα 2. Το cryocast είναι η εφαρμογή του κρύου

Στηρικτικά μέσα

Στην πρώιμη φάση της αποκατάστασης χρησιμοποιούνται τα στηρικτικά μέσα που ο στόχος τους είναι η προστασία του χειρουργημένου γόνατος από εξωτερικές ανάρμωστες κινήσεις. Υπάρχουν πολλών ειδών υλικά και μέσα.



Σχήμα 3.
Στηρικτικά μέσα

Σταθεροποίηση επιγονατίδας. Η σταθεροποίηση της επιγονατίδας ή καλύτερα η ελεγχόμενη κίνηση της γίνεται με στόχο την αποφυγή της ακινησίας ή της λάθος κατεύθυνσης που είναι συνήθως προς τα έξω.

Αρχικά γίνονται οι παρακάτω ασκήσεις:

- Ασκήσεις κάμψης με ήπιες κινήσεις
- Παθητικές διατάσεις ιγνυακής περιοχής όπου συμπεριλαμβάνεται κρέμασμα του γόνατος από πρηνή θέση και κρέμασμα του γόνατος με μη υποστήριξη.
- Ισομετρική/ στατική σύσπαση του τετρακέφαλου μυ στην έκταση βοηθά στη μείωση του οιδήματος. Στόχος είναι να κερδισθεί ο ενεργητικός έλεγχος της υπερέκτασης.

Ολίσθηση στον τοίχο(Σχ. 4)



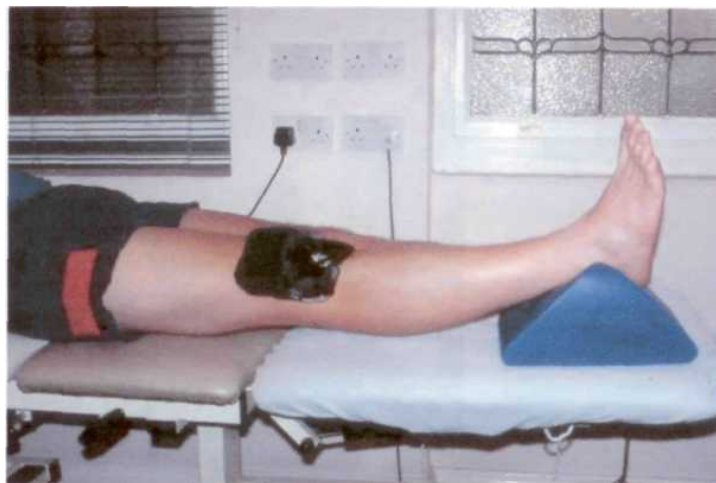
Σχ. 4

Πρηνή ανάκτηση-κρέμασμα γονάτου(Σχ. 5)



Σχ. 5

Παθητική έκταση(Σχ. 6)



Σχ. 6

Διέγερση τετρακέφαλου μυ και διάταση στην υπερέκταση(Σχ. 7)



Σχ. 7

Ισομετρική σύσπαση του τετρακέφαλου, μυών ιγνυακής περιοχής και γαστροκνημίου. Ισομετρική σύσπαση των μυών της ιγνυακής περιοχής.(Σχ. 8)



Σχ.8

Ισομετρικές συσπάσεις μυών οπισθίων μηριαίων σε 30, 60 και 90° κάμψη από καθιστή θέση.(Σχ. 9)



Σχ. 9

- Κάμψη του γόνατος με εύρος εντός των 0-45°. Κατά τη διάρκεια αυτής της άσκησης, διαφορετική κλίση του κορμού μπορεί να έχει διαφορετική επίδραση στις μυϊκές ομάδες. Αν ο κορμός είναι κάθετος ο τετρακέφαλος

μυς επιβαρύνεται περισσότερο, αλλά αν η κλίση είναι πρόσθια 30° οι μύες της ιγνυακής χώρας επιβαρύνονται περισσότερο.(Σχ. 10)



Σχ. 10

- Το Thera-Band είναι χρήσιμο στα αρχικά στάδια για να προσδώσει αντίσταση διαμέσω ασκήσεων έκτασης του ισχίου και του γόνατος. (Σχ. 11)



Σχ. 11

Αμφίπλευρη κάμψη του γόνατος με εύρος εντός των 0-45°

Χρήση Thera-Band αντίσταση σε όλο το μήκος έκτασης του γόνατος

Στάδιο III (2-6 εβδομάδες)

- Στόχοι
- Μέθοδος

Στόχοι

- Το οίδημα πρέπει να κρατηθεί στο ελάχιστο
- Συντήρηση της πλήρης υπερέκτασης
- Ανάκτηση της πλήρης κάμψης
- Προοδευτική ενδυνάμωση
- Κατάργηση στηρικτικών μέσων και επανόρθωση κανονικού βηματισμού
- Άνετη στήριξη στο ένα κάτω άκρο

Μέθοδος

- Ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας σύμφωνα με την πρόοδο του πόνο και του οιδήματος
- Έμφαση στον σωστό βηματισμό
- Ασκήσεις γυμναστικής
- Ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας.
- Αφιερώνεται χρόνος για τη σωστή βάδιση, καθώς επίσης και την σταθερότητα του κορμού και την ευθυγράμμιση του ισχίου.
- Η κρυοθεραπεία χρησιμοποιείται όταν είναι αναγκαία. Συχνά χρησιμοποιείται μετά την άσκηση για να μειωθεί το οίδημα που τυχόν μπορεί να εμφανιστεί.
- Ασκήσεις κάμψης πραγματοποιούνται μέσω ρυθμικών κινήσεων όπως

είναι το ποδήλατο, μηχανήμα step και πιέσεις κάτω άκρων.

- Αρχικά χρησιμοποιείται μικρή αντίσταση για την ανάπτυξη της κινητικότητας.
- Στη συνέχεια η αντίσταση αυξάνεται για να επιτευχθεί η δύναμη.
- Ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας εκτελούνται προοδευτικά αρχικά με τα δύο πόδια και μετέπειτα με το ένα, επικεντρώνοντας στην ευθυγράμμιση το γονάτου σε σχέση με τη λεκάνη, το ισχίο και την ποδοκνημική.

Κάμψη γόνατος στηριζόμενη στο ένα κάτω άκρο

Βήμα προς τα κάτω έκκεντρη σύσπαση τετρακέφαλου μυ(Σχ. 12)



Σχ. 12

Βήμα προς τα πλάγια(Σχ. 13)



Σχ. 13

Ακροστασία στο ένα πόδι(Σχ. 14)



Σχ. 14

- Οποιαδήποτε υπολειμματική αστάθεια της λεκάνης ή αδυναμία εξαιτίας της πλάγιας ολίσθησης ή της περιστροφής της λεκάνης πρέπει να αποκαθίσταται μέσω της ενδυνάμωσης των απαγωγών και των γλουτιαίων μυών (εκτίμηση και απόφαση του γιατρού)
- Ο τετρακέφαλος μυς θα πρέπει να ενδυναμώνετε προοδευτικά με τη χρήση του βάρους του σώματος.
- Αν ο τετρακέφαλος μυς έχει αργή ενδυνάμωση, συνιστάται η χρήση μηχανήματος βιο-ανατροφοδότησης για την ενίσχυση της μυϊκής σύσπασης, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια ασκήσεων όπως το ανέβασμα σκαλιών.
- Οι ασκήσεις ανοιχτής αλυσίδας έκτασης του γόνατος δεν συνίσταται τους πρώτους 3 μήνες εξαιτίας της πίεσης **του ΠΧΣ στις τελευταίες 30° κατά την έκταση.**
- Οι ασκήσεις ανοιχτής αλυσίδας κάμψης του γόνατος δεν πιέζει τον ΠΧΣ καθώς η σύσπαση των μυών της ιγνυακής περιοχής μετακινούν την κνήμη προς τα εμπρός (συνεργοί με τον πχσ).

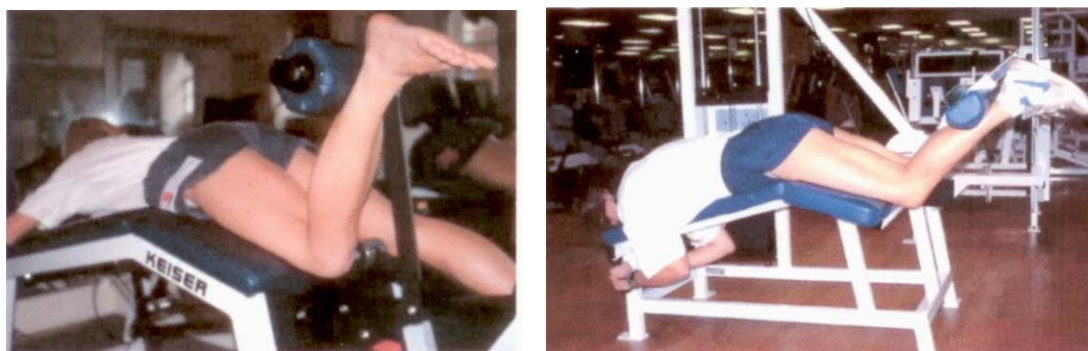
Άσκηση ανοιχτής κινητικής αλυσίδας έκταση του γόνατος

Ασκήσεις ανοιχτής κινητικής αλυσίδας, κάμψη του γόνατος

- Η παθητική διάταση του τετρακέφαλου μυ αναπτύσσεται προσεχτικά την δεύτερη εβδομάδα.
- Ο ασθενής βρίσκεται σε πρηνή κατάκλιση με το γόνατο σε κάμψη. Το άλλο κάτω άκρο προσεχτικά πιέζει για μεγαλύτερη κάμψη μετά συγκρατεί τη διάταση για 30". Επαναλαμβάνεται 3-5 φορές.

Άσκηση ανοιχτής κινητικής αλυσίδας έκταση του γόνατος

Ασκήσεις ανοιχτής κινητικής αλυσίδας, κάμψη του γόνατος(Σχ. 15)



Σχ. 15

Προτεινόμενες ασκήσεις

Διάταση τετρακέφαλου από πρηνή κατάκλιση

Άσκηση ισορροπίας 'αεροπλάνο'

Άσκηση ισορροπίας διαγραφή του νούμερου 8

Άλμα και προσγείωση σε mini τραμπολίνο(Σχ. 16)



Σχ. 16

1,2,3 άσκηση ισορροπίας σε mini τραμπολίνο

Σανίδα ισορροπίας με δύο πόδια(Σχ. 17)



Σχ.17

Σανίδα ισορροπίας με ένα πόδι(Σχ. 18)



Σχ.18

Άσκηση ισορροπίας σε κυλινδρική σανίδα ισορροπίας(Σχ. 19)



Σχ. 19

Άσκηση ισορροπίας σε περιστρεφόμενη σανίδα ισορροπίας

Στάδιο IV (6-12 εβδομάδες)

- Στόχοι
- Μέθοδος

Στόχοι

- Συνεχιζόμενη ενδυνάμωση του μυϊκού συστήματος του ισχίου και του κάτω άκρου
- Αύξηση αυτοπεποίθησης και των επιπέδων φυσικής κατάστασης
- Βελτίωση της ισορροπίας και των δεξιοτήτων συ-σύσπασης
- Προετοιμασία για τρέξιμο

Μέθοδος

- Οι ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας μπορούν προοδευτικά να αποδώσουν μεγαλύτερη επιβάρυνση αλλάζοντας την ταχύτητα και τον χρόνο.

- Μέσω των ασκήσεων που εκτελούνται σε γυμναστήριο βελτιώνεται η αντοχή, η δύναμη και η ισχύς.
- Οι ασθενείς με μόσχευμα στον μέσο ιγνυακό τένοντα (ΜΗΤ) θα πρέπει αρχικά να εκτελεί ασκήσεις ενδυνάμωσης του δικέφαλου μηριαίου

Ισοτονική άσκηση ιγνυακής περιοχής (ανοιχτή κινητική αλυσίδα με βάση)

Βαλλιστική ενδυνάμωση ιγνυακής περιοχής

Μini-τραμπολίνο(Σχ. 20)



Σχ. 20

Περιστρεφόμενη σανίδα ισορροπίας(Σχ. 21)



Σχ. 21

Άλμα σε αναμορφωτή (πλειομετρικό)

Εναλλασσόμενη αναπήδηση σε αναμορφωτή (πλειομετρική)

Άλμα σε αναμορφωτή με το ένα πόδι (πλειομετρική)

Στάδιο V (3-6 μήνες)

- Στόχοι
- Μέθοδος

Στόχοι

- Έλεγχος στη σταθερότητα του γονάτου
- Διατήρηση της κινητικότητας
- Δραστηριότητες με τρέξιμο και περιστροφές
- Βελτίωση της αερόβιας φυσικής κατάστασης
- Εδίκη προπόνηση αθλημάτων

Μέθοδος

- Μεταξύ του 4ου και 6ου μήνα αξιολογείται η σταθερότητα των ασθενών μέσω του KT2000 και η δύναμη, η ισχύς και η αντοχή του τετρακέφαλου και του δικέφαλου μηριαίου μέσω ισοκινητικού τεστ.
- Αν η δύναμη του τετρακέφαλου μυ του εγχειρισμένου κάτω άκρου αντιστοιχεί στο 70% του υγιούς τότε πραγματοποιείται ένα πρόγραμμα τρεξίματος με πολύ προσοχή και προσοδευτικό χαρακτήρα.
- Πραγματοποιείται στενή παρακολούθηση του γόνατος για οίδημα.
- Πραγματοποιούνται ασκήσεις με λάστιχο για αντίσταση.

- Προοδευτικές δεξιότητες με τρέξιμο αλλάζοντας την ταχύτητα και κατεύθυνση.
- Ασκήσεις ευκινησίας, ασκήσεις πλειομετρικές με προοδευτικό χαρακτήρα και ασκήσεις τρίπλας ανάμεσα από κώνους.
- Το πρόγραμμα θα πρέπει να περιλαμβάνει προοδευτικά περισσότερο ανταγωνιστικές δραστηριότητες.
- Όταν ο αθλητής νοιώσει πιο άνετα τότε μπορεί να συμμετάσχει σε ομαδικές ασκήσεις και στη συνέχεια σε πραγματικές καταστάσεις.
- Ο αθλητής θα πρέπει να παρακολουθείται στενά από τον ιατρό, τον προπονητή και τον θεραπευτή.

ΚΤ2000 εκτίμηση της άρθρωσης

Ισοκινητική αξιολόγηση

Αθλητικό σχοινί για αντίσταση

Τρέξιμο προς τα πίσω με αντίσταση από λάστιχο

Πλάγια άλματα με αντίσταση

Τρέξιμο προς τα εμπρός με αντίσταση από λάστιχο

Πλειομετρικό άλμα

Πλειομετρικό άλμα με πλάγια αναπήδηση

Πλειομετρικό άλμα με τα πόδια σε διάσταση

Τρίπλα ανάμεσα από κώνους

Στάδιο VI (6 μήνες και άνω)

- Στόχοι
- Μέθοδος

Στόχος

- Επιστροφή στην πλήρη αθλητική δραστηριότητα

Κριτήρια εξέτασης πριν ο αθλητής επιστρέψει στον ανταγωνιστικό αθλητισμό

- Όχι οίδημα κατά τη διάρκεια ή μετά τη προπόνηση
- Πλήρες εύρος κίνησης
- Κανονική λειτουργία του τετρακέφαλου μυ και των μυών της ιγνυακής περιοχής
- Άριστη ιδιοδεκτικότητα
- Όχι εμφάνιση μεταγενέστερων συμπτωμάτων στο γόνατο μετά από συμμετοχή σε μιμητικές καταστάσεις ενός αγώνα
- 100% εμπιστοσύνη στη σταθερότητα του γόνατος
- Οι αθλητές επιστρέφουν στην αγωνιστική δραστηριότητα σε 4 με 12 μήνες μετά από πλαστική του ΠΧΣ.
- Ο χρόνος εξαρτάται από τον τύπο του αθλήματος, την αυτοπεποίθηση του αθλητή και την γνώμη της ιατρικής ομάδας.
- Η λειτουργική αξιολόγηση μας βοηθάει να προσδιορίσουμε πότε ο αθλητής είναι έτοιμος να επιστρέψει στην ενεργό δράση.
- Η λειτουργική αξιολόγηση περιλαμβάνει τεστ ευκινησίας, το κατακόρυφο άλμα, και το 'Single Legged Hop Test'.
- Ο αθλητής στηριζόμενος στο τραυματισμένο κάτω άκρο εκτελεί

άλματα όσο το δυνατόν πιο μακριά μπορεί και προσγειώνεται σε αυτό.

- Στόχος είναι να προσγειωθεί χωρίς να ανατραπεί η ισορροπία του.
- Στη συνέχεια γίνεται σύγκριση με το υγιές κάτω άκρο.
- Μέσω της ισοκινητικής αξιολόγησης μπορεί να προσδιοριστεί η μυϊκή δύναμη.
- Η δύναμη του δικέφαλου μηριαίου θα πρέπει να ανέρχεται στο 100% και του τετρακέφαλου 90% στο τραυματισμένο κάτω άκρο.
- Τα στηρικτικά μέσα του γόνατος μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αθλήματα όπως το σκι διότι βοηθά τον αθλητή να αποκτήσει αυτοπεποίθηση.

Μέσα στήριξης του γόνατος για τον ΠΧΣ

Στήριξη του γόνατος στο ski

Συντηρητική αντιμετώπιση τραυματισμού στον ΠΧΣ

Στόχοι θεραπείας:

- Μείωση του πόνου και του οιδήματος
- Επανάκτηση του πλήρη εύρους κίνησης και της δύναμης
- Λειτουργική αποκατάσταση
- Επιστροφή στην αθλητική δραστηριότητα

Υπάρχουν δύο περιοχές κλειδιά για την αποκατάσταση:

- Εκτεταμένη προπόνηση ιδιοδεκτικότητας ισορροπίας για τη διέγερση των μηχανοϋποδοχέων που βρίσκονται στους μηνίσκους, την αρθρική

μεμβράνη, στους τένοντες και στους μύες που περιβάλλουν το γόνατο. Αυτή η προπόνηση δοκιμάζει να αντικαταστήσει την απώλεια της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης που προέρχεται κανονικά από τον ΠΧΣ.

- Ειδική προπόνηση δύναμης, ισχύς και αντοχής του δικέφαλου μηριαίου. Ο αθλητής μαθαίνει να έρχεται από πριν σε επικοινωνία με τον δικέφαλο μηριαίο κατά τη διάρκεια πίεσης βάρους και δραστηριότητες περιστροφής, έλκοντας την κνήμη οπίσθια και με αυτόν τον τρόπο μειώνοντας τις πρόσθιες δυνάμεις.

Ο βαθμός της υπολειπόμενης αστάθειας του γόνατος θα προσδιοριστεί όταν χρησιμοποιηθεί υποστηρικτικό μέσο για δραστηριότητες ευκινησίας, ειδικές ασκήσεις και επιστροφή στην άθληση.

Ασκήσεις κλειστής & ανοικτής κινηματικής αλυσίδας μετά από επέμβαση ανασχηματισμού των συνδέσμων

- Οι ασκήσεις ανοιχτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας χρησιμοποιούνται για να δούμε κατά πόσο το εγχειρισμένο κάτω άκρο μπορεί να εργαστεί κάτω από αντίσταση.
- Η άσκηση κλειστής κινητικής αλυσίδας πραγματοποιείται όταν το κάτω άκρο είναι σταθερό και οι κεντρικές αρθρώσεις κινούνται ταυτόχρονα πέρα από το σταθερό σημείο.
- Αντίθετα, της ανοιχτής αλυσίδας όταν το κάτω άκρο είναι ελεύθερο να κινηθεί.
- Και οι δύο τύποι ασκήσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ενδυνάμωση του τετρακέφαλου και του δικέφαλου μηριαίου ωστόσο η επίδραση στο γόνατο διαφέρει.

Ισοτονική άσκηση τετρακέφαλου με βάρη (ανοιχτή κινητική αλυσίδα)

Άσκηση ανοιχτής κινητικής αλυσίδας έκταση του γόνατος

Πλεονεκτήματα των ασκήσεων κλειστής κινητικής αλυσίδας μετά από επέμβαση ανασχηματισμού των συνδέσμων

- Μείωση της πίεσης πάνω στον ΠΧΣ/ΟΧΣ
- Βελτίωση της λειτουργικής σταθερότητας και ισορροπίας
- Περισσότερο συγκεκριμένη για την προπόνηση αθλημάτων

Μείωση της πίεσης πάνω στον ΠΧΣ/ΟΧΣ

- Μετά την αποκατάσταση του ΠΧΣ, οι μύες του ισχίου χάνουν την δύναμη τους και ατροφούν σε πολλές μοίρες.
- Ο πόνος και το οίδημα προκαλούν αναστολή των αντανακλαστικών, κυρίως στον τετρακέφαλο μυ.
- Ένας από τους κύριους στόχους της αποκατάστασης είναι η ανάληψη μυϊκής δύναμης χωρίς την πίεση του καινούργιου μοσχεύματος.
- Κατά τη διάρκεια μη υποστηρικτικής έκτασης του γόνατος από την καθιστή θέση άσκηση ανοικτής κινητικής αλυσίδας), το μόσχευμα πιέζεται στις τελευταίες 30 μοίρες έκτασης.
- Αυτό συμβαίνει διότι όταν απομονώνεται η σύσπαση του τετρακέφαλου η κνήμη μεταφέρεται προς τα εμπρός πιέζοντας το μόσχευμα.
- Κατά τη διάρκεια άσκησης κλειστής κινητικής αλυσίδας η σύσπαση του δικέφαλου μηριαίου βοηθά στην εξουδετέρωση της πρόσθιας έλξης του τετρακέφαλου με αποτέλεσμα τη μείωση της πίεσης του μοσχεύματος.
- Αντίθετα, η άσκηση κάμψης ανοικτής αλυσίδας όπως είναι η κάμψη του γόνατος από πρηνή θέση δεν επιφέρει πίεση στον ΠΧΣ εξαιτίας της οπίσθιας μεταφοράς της κνήμης που

παράγεται από την σύσπαση του δικέφαλου μηριαίου.

- Οι ασκήσεις κάμψης ανοιχτής αλυσίδας θα πιέσει το μόσχευμα του ΟΧΣ καθώς ο δικέφαλος μηριαίος έλκει την κνήμη οπίσθια.
- Οι ασκήσεις έκτασης ανοιχτής αλυσίδας δεν θα πιέσει το μόσχευμα καθώς ο τετρακέφαλος μυς έλκει την κνήμη πρόσθια.

Βελτίωση της λειτουργικής σταθερότητας και ισορροπίας

- Στις ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός ισομετρικών, σύγκεντρων και έκκεντρων συσπάσεων των μυών που περιβάλλουν το γόνατο (τετρακέφαλος, δικέφαλος, γαστροκνήμιος).
- Αυτή η συ-σύσπαση των μυών βοηθά στην σταθεροποίηση της άρθρωσης του γόνατος, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια λειτουργικών ασκήσεων όπως είναι το ανέβασμα σκαλοπατιών και κάμψης του γόνατος.
- Οι ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας βελτιώνουν την αντίδραση ισορροπίας, ιδιαίτερα όταν εκτελούνται με το ένα πόδι.
- Η διατήρηση της σωστής ευθυγράμμισης του σώματος ή 'core stability' διευκολύνουν τον μυϊκό έλεγχο του κάτω άκρου.
- π.χ. η ισομετρική σύσπαση των απαγωγών και του γλουτιαίου θα βοηθήσει στην διατήρηση της ουδέτερης θέσης της λεκάνης.
- Αυτή η σταθεροποίηση της λεκάνης θα βοηθήσει στην σταθεροποίηση των διαρθρικών μυών όπως είναι ο ορθός μηριαίος και ο δικέφαλος μηριαίος κάνοντας πιο αποτελεσματική τη συ-σύσπαση των μυών που περιβάλλουν το γόνατο.

Περισσότερο συγκεκριμένη για την προπόνηση αθλημάτων

- Η αθλητική δραστηριότητα περιλαμβάνει την ενσωμάτωση όλων των αρθρώσεων και μυών που περιλαμβάνονται στην δραστηριότητα.
- Η αύξηση της δύναμης είναι ειδική με τον τύπο της σύσπασης που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της προπόνησης.
- Για να βελτιώσουμε την δύναμη και την συ-σύσπαση στην ειδική αθλητική δραστηριότητα η άσκηση θα πρέπει να προσεγγίζει αυτή τη δραστηριότητα.

Ιδιοδεκτικότητα μετά από επέμβαση των συνδέσμων

- Ιδιοδεκτικότητα είναι αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, της πίεσης και της κίνησης.
- Κατά τη διάρκεια των αθλητικών δραστηριοτήτων, η πληροφορία της ιδιοδεκτικότητας παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο, την οργάνωση και τον συγχρονισμό αυτών των δράσεων.
- Στο γόνατο οι αισθητήριες πληροφορίες έρχονται μέσω των μηχανοϋποδοχέων στους χιαστούς συνδέσμους, στους μηνίσκους, infrapatellar fat pad και στον αρθρικό θύλακα.
- Στον οξύ τραυματισμό μαλακών μοριών, βλάβη στην νευρική απόληξη και των μονοπατιών μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα στην αδυναμία μεταφοράς νευρικών ώσεων στην αντανακλαστική δράση.
- Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην αδυναμία ισορροπίας, μείωση συ-σύσπασης και αίσθησης της θέσης της άρθρωσης και τάση της άρθρωσης να φύγει.

- Η κύρια αντανεκλαστική δράση πραγματοποιείται από τους μηχανοϋποδοχείς του ΠΧΣ μέχρι τον δικέφαλο μηριαίο μυ.
- Αυτή η αντανεκλαστική δράση επιτρέπει στον δικέφαλο μηριαίο να δράσει σαν ρυθμιστής της τάσης που ενεργοποιείται κατά τη διάρκεια της επιβάρυνσης του συνδέσμου.
- Όταν η πίεση εφαρμόζεται στον ΠΧΣ, ο δικέφαλος μηριαίος μυς αυτόματα συσπάται, έλκει την κνήμη οπίσθια και βοηθά στην προστασία του ΠΧΣ.
- Ωστόσο με τη ρήξη του ΠΧΣ κύρια αντανεκλαστική δράση χάνεται και εμφανίζονται ελλείμματα στην ιδιοδεκτικότητα.
- Αυτά τα ελλείμματα συνεχίζουν να υπάρχουν μετά τον ανασχηματισμό του ΠΧΣ ιδιαίτερα κοντά στην τελική έκταση.
- Πιστεύεται ότι ένα δεύτερο αντανεκλαστικό παράγεται από τους μηχανοϋποδοχείς στους γύρω μύες και τένοντες και τον αρθρικό θύλακα προκαλώντας δράση του δικέφαλου μηριαίου πάνω στην σταθεροποίηση του γόνατος.
- Βελτιώνοντας τον νευρομυϊκό έλεγχο του γόνατος βοηθάμε να προστατέψουμε το γόνατο από έναν επιπλέον τραυματισμό κατά την επιστροφή του στο άθλημα.
- Οι ιδιοδεκτικές ασκήσεις δεν επηρεάζουν την επούλωση των μορίων και θα πρέπει να πραγματοποιούνται όσο το δυνατόν πιο σύντομα στο πρόγραμμα αποκατάστασης.
- Οι ασκήσεις επιτρέπουν στον αθλητή να κατανοήσει τη θέση της άρθρωσης του.
- Η σωστή βάρδια, συμπεριλαμβανομένου την ευθυγράμμιση και τη θέση του γόνατος και η σωστή μεταφορά του βάρους βοηθούν στην

ιδιοδεκτικότητα.

- Μία εύκολη άσκηση ιδιοδεκτικότητας είναι η στήριξη και ισορροπία στο ένα κάτω άκρο.
- Η άσκηση γίνεται προοδευτικά πιο δύσκολη κινώντας άλλα μέλη του σώματος μεταβάλλοντας το κέντρο βάρους, ισορροπώντας με τα μάτια κλειστά ή χρησιμοποιώντας ασταθείς επιφάνειες όπως είναι οι σανίδες ισορροπίας, το τραμπολίνο και το Pro Ski Fitter.
- Οι σανίδες ισορροπίας χρησιμοποιούνται αρχικά με τα δύο πόδια και μετέπειτα με το ένα (προοδευτικότητα).
- Όταν ο αθλητής μπορεί να εκτελέσει αυτές τις ασκήσεις μπορεί να συμμετέχει σε ασκήσεις αλμάτων και αναπηδήσεων αρχικά σε τραμπολίνο και μετέπειτα στο έδαφος προσθέτοντας περιστροφικές κινήσεις.
- Το skipping μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφορετικούς συνδυασμούς αναπηδήσεων: επιτόπου, πρόσθια, οπίσθια, πλάγια ή με το ένα πόδι.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένα λάστιχο προσδίδοντας αντίσταση στο άλμα και στην αναπήδηση.
- Για την βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας συνίσταται ασκήσεις ευκινησίας και ειδικές ασκήσεις με το άθλημα.
- Η επανάληψη ειδικών κινήσεων και δράσεων βοηθά στην μυϊκή δραστηριότητα κατά το προ-πρόγραμμα το οποίο είναι σημαντικό για τον νευρομυϊκό έλεγχο και την σταθερότητα της άρθρωσης.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το πρόγραμμα επιταχυνόμενης αποκατάστασης με πρώιμη εξάσκηση σε κινήσεις και στήριξη βάρους υπήρξε επιτυχές στην μείωση της σύσπασης της άρθρωσης και της μυϊκής ατροφίας ύστερα από ανακατασκευή Π.Χ.Σ. Ωστόσο, κάποιοι αθλητές-ασθενείς, παρά το ικανοποιητικό εύρος κινήσεων και τη μυϊκή ισχύ, δεν καταφέρνουν να επιστρέψουν στο προ της κάκωσης επίπεδο δραστηριότητας ή επιλέγουν να μη συμμετάσχουν σε αθλήματα. Σε ανακατασκευή Π.Χ.Σ. με σύνηθες πρόγραμμα γρήγορης αποκατάστασης μόνο 50% των αθλητών επέστρεψαν στα προηγούμενα επίπεδα αθλητικής δραστηριότητας στην ομάδα μοσχευμάτων τενόντων ημιτενοντώδους-ισχνού μυών, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην ομάδα των μοσχευμάτων επιγονατιδικού τένοντα ήταν 66%.

Συνοπτικά, αξιολογήθηκε η λειτουργικότητα του γόνατος και η επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες σε 50 ασθενείς αθλητές, σε επανεξέταση ένα χρόνο μετά από αρθροσκοπική ανακατασκευή με τη χρήση μοσχεύματος STG διπλής αγκύλης ενισχυμένου με πλέγμα πολυεστέρα. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την πρώιμη επανένταξη στις αθλητικές δραστηριότητες και οδηγεί σε ικανοποιητικά αποτελέσματα ενώ οδηγεί σε αξιόπιστη καθώς και πρώιμη επιστροφή σε προ της κάκωσης επίπεδα άθλησης για την πλειονότητα των ασθενών-αθλητών υψηλών επιπέδων ανταγωνισμού.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΑΘΛΙΑΤΡΙΚΗ –ΤΟΜΟΣ ΙΙ- Παναγιώτης Ι. Μπαλτόπουλος, Giles S. Scuderi, Peter D. Mc Cann, Peter J. Bruno 2004.
2. Ορθοπαιδική και τραυματιολογία –Η.Ε. Λαμπίρης 2003.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aglietti P, Buzzi R, Giron F, Simeone AJ, Zaccherotti G. Arthroscopic-assisted anterior cruciate ligament reconstruction with the central third patellar tendon: a 5- 8year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:138-44.
2. Aglietti P, Buzzi R, Zaccarotti G, De Biase P. Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1994;22:211-18.
3. Amiel D, Kleiner JB, Akeson WH, et al. The phenomenon of 'ligamentization': anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthop Res* 1986;4:162-72.
4. Appen L, Duncan W, (1986). Strength relationship of the knee musculature: Effects of gravity and sport. *Journal of orthopaedics and sports Physical Therapy*, 7, 232-235
5. Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 1983; 172: 19-25.
6. Assimakopoulos AP, Katonis PG, Agapitos MV, Exarchas EI: The innervation of the human meniscus. *Clin orthop*: 1992;275:232-236
7. Baltzopoulos V., Brodie A. (1989). Isokinetic dynamometry: Applications and limitations *Sports Medicine* 8, 101-116
8. Baltzopoulos V., Estou G., McLaren D. (1988α). A comparison of power

- outputs on the Wingate test and on a test using an isokinetic device.
Ergonomics 31, 1693-1699
9. Barby J., Landies D. (1984). Reliability of CYBEX computer measures.
Physical Therapy 64(5), 737
 10. Barrett D.S., Cobb AT, Bendley (1991). Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J Bone Joint Surg*, 73B:833-837
 11. Barract RL, Skinner HB, Buckley SL: Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1989; 17(1):1-6
 12. Barret DS: Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J Bone Joint Surg (Br)* 1991; 73(5): 833-837.
 13. Barrett GR, Noojin FK, Hartzog CW, Nash CR. Reconstruction of the anterior cruciate ligament in females: a comparison of hamstring versus patellar tendon autograft. *Arthroscopy* 2002;18:46-54.
 14. Bask. Best practice for primary isolated anterior cruciate ligament reconstruction. 7-9.
<http://www.boa.ac.uk/PDF%20files/BASK/ACL%20practice.pdf>
(accessed 5/10/04).
 15. Benjamin M. The history of tendon attachments to bone in man. *J Anatomy* 1986; 149:89-100.
 16. Beynman BD, Ryder SH, Konradsen L, Johnson RJ, Johnson K, Renstrom PA: The effect of anterior cruciate ligament trauma and bracing on knee proprioception. *Am J Sports Med* 1999; 27(2):150-155
 17. Bjurholm A. Kreicbergs A, Brodin E, Schultzberg M: Substance P –and CGRP-immunoreactive nerves in bone. *Peptides* 1988; 9(1): 165-171
 18. Branton MH, Kopp JB. TGF-beta and fibrosis. *Microbes Infect* 1999;1:1349-65.

19. Burdett G., VanSwearingen J. 1987. Reliability of isokinetic muscle endurance tests. *Journal of orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 8: 484-488
20. Caiozzo J., Perrine J., Edgerton R. (1981). Training- induced alterations of the in vivo force- velocity relationship of human muscle. *Journal of Applied Physiology*, 51(3) 750-754
21. Campell E., Glein W. (1982). Rehabilitation of knee flecor and knee extensor muscle strength in patients with meniscectomies, ligaments repairs and choudromalacia *Physical Therapy* 62(1): 10-15
22. Chandler S, Cossins J, Lury J, Wells G. Macrophage metalloelastase degrades matrix and myelin proteins and processes a tumour necrosis factor-alpha fusion protein. *Biochem Biophys Res Commun* 1996;228:421-9.
23. Cooper RR, Misol S. Tendon and ligament insertion: a light electron microscopic study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1970;52-A:l-20.
24. Corrigan JP, Cashman WF, Brady MP: Proprioception in the cruciate deficient knee. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74(2): 247-250
25. Coyle F., Feiring C., Rotikis C., Cote W., Robey B., Wilmore H. (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *Journal of Applied Physical Respiratay Environmental Exercise Physiology*, 51: 1437-1442
26. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, et al. Fate of the ACL-injured patient: a prospective outcome study. *Am J Sports Med* 1994;22:632-44.
27. Davies G. (1992). *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*. S & S Publishers 1707 Jennifer Court, Onalaska, Wiskonsin, USA, 347-374.

28. Deehan DJ, Salmon LJ, Webb VJ, Davies A, Pinczewski LA. Endoscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with an ipsilateral patellar tendon autograft: a prospective longitudinal five-year study. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000, 82- 6:984-91.
29. Dibrezzo R., Gench E., Hinson M., King J. (1985). Peak torque values of the knee extensor and flexor muscles of females. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7: 65-68.
30. Fahey M, Indelicate PA. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. *Am J Sports Med* 1994;22:410-14.
31. Frank C, Amiel D, Woo SL, Akeson W. Normal ligament properties and ligament healing. *Clin Orthop* 1985; 196:15-25.
32. Freeman M. (1965). Instability of the foot after injuries to the lateral of the ankle. In Hoffman & Payne (1995). The effects of Proprioceptive Ankle Disk Training on Healthy Subjects, *JOSPT* 21(2):90-93
33. Fremerey RW, Lobenhoffer P, Zeichen J, Skutek M, Bosch U, Tscheme H: Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament: a prospective, longitudinal study. *J Bone Joint Surg (Br)* 2000; 82(6): 801-806
34. Friden T, Roberts D, Zatterstran R, Lindstrant A, Moritz U: Proprioceptive defects after an anterior cruciate ligament rupture- the relation to associated anatomical lesions and subjective knee function. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999; 7(4): 226-231
35. Gomez DE, Alonso DF, Yoshiji H, Thorgeirsson UP. Tissue inhibitors of metalloproteinases: structures, regulation and biological functions. *Eur J Cell Biol* 1997;74: 111-22.
36. Goodman RB, Pugin J, Lee JS, Matthay MA. Cytokine-mediated

- inflammation in acute lung injury. *Cytokine Growth Factor Rev* 2003;14:523-35.
37. Grana WA, Egle DM, Mahnken R, Goodhart CW. An analysis of autograft fixation after anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model. *Am J Sports Med* 1994;22:344-51.
38. Griffin JW (1987). Differences in elbow flexion torque measured concentrically, eccentrically and isometrically. *Physical Therapy*, 67: 1205-1209.
39. Grigg F, Hoffman AH: Ruffini mechanoreceptors in 150 lateral joint capsule: response correlated with strain energy density. *Somatosens Res* 1984; 2(2):149-162
40. Guskiewicz KM, Perrin DH (1996). Effect of orthotics on postural sway following inversion ankle sprain. *Journal of Orthopaedic and sports Physical Therapy* 23(5):326-331
42. Halata Z, Rettig T, Schultze W: The ultrastructure of sensory nerve endings in the human knee joint capsule. *Anat Embryol* 1985; 172 (3): 265-275
43. Haus J, Refior HJ. A study of the synovial and ligamentous structure of the anterior cruciate ligament. *Int Orthop* 1987; 11:117-24.
44. Hefzy MS, Grood ES, Noyes FR. Factors affecting the region of most isometric femoral attachments: part II: the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1989;17: 208-16.
45. Hinson N., Smith C., Funk S. (1979). Isokinetics: a clarification. *Research quarterly*, 50(1), March, 7, 30-35.
46. Hoffman M, Payne G (1995). The effects of proprioceptive Ankle Disk Training on Healthy Subjects. *Journal of Orthopedic Sports Physical*

therapy, 21(2):90-93

47. Hunt P, Scheffler SU, Unterhauser FN, Weiler A. A model of soft-tissue graft anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. Arch Orthop Trauma Surg 2004;in press.
48. Imai S, Tokunaga Y, Maeda T, Kikkawa M, Hukyda S: Calcitonin generelated peptide, substance P, and tyrosine hydroxylase-immunoreactive innervation of rat bone marrows: an immunohistochemical anal ultrastructural investigation on possible efferent an afferent mechanisms. J Orthop Res 1997; 15(1):133-140
49. Ishibashi Y, Rudy TW, Livesay GA. The effect of anterior cruciate ligament graft fixation site at the tibia on knee stability: evaluation using a robotic testing system. Arthroscopy 1997;13:177-82.
50. Ishibashi Y, Toh S, Okamura Y, Sasaki T, Kusami T. Graft incorporation within the tibial bone tunnel after anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone autograft. Am J Sports Med 2001;29:4730 -9.
51. Jenkins WL., Thackaberry M., Killian C. (1984). Speed-specific isokinetic training. Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy, 6(3): 181-183.
52. Jerosch J, Prymka M: Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears, taking special account of the effect of a knee bandage. Arch Orthop Trauma Surg 1996; 115(3-4): 162-166
53. Jerosch J, Prymka M, Castro WH: Proprioception of knee joints with a lesion of the medial meniscus. Acta Orthop Belg 1996; 62(1):41-45
54. Johansson H, Sjolander P, Sojka P: Receptors in the knee joint ligaments

- and their role in the biomechanics of the joint. *Crit Rev Biomed Eng* 1991; 18(5):341-368
55. Johnson, J., Siegel, D. (1978). Reliability of isokinetic movement of the knee extensors. *Research Quarterly*, 49, 88-90.
56. Jomha NM, Pinczewski LA, Clingeleffer A, Otto DD. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with patellar-tendon autograft and interference screw fixation: the results at seven years. *J Bone Joint Surg [Br]* 1999;81-B:775-9.
57. Kannus P. (1988). Ratio of hamstring to quadriceps femoris muscles' strength in the anterior cruciate ligament insufficient knee. *Physical Therapy*, 68: 961-965.
58. Kannus P., Cook L., Alosa D. (1992). Absolute and relative endurance parameters in isokinetic tests of muscular performance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1: 2-12.
59. Kannus P., Jarvinen M. (1989). Prediction of torque acceleration energy and power of thigh muscles from peak torque. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21: 304-307.
60. Kannus P., Yasuda K. (1992a). Value of isokinetic angle-specific torque measurements in normal and injured knees. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24: 292-297.
61. Kaplan N, Wickiewicz TL, Warren RF. Primary surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures: a long-term follow-up study. *Am J Sports Med* 1990; 18: 354-8.
62. Kim HJ, Hatch J, Abbot A, et al. Identification of the cells that participate in early tendon-to-bone healing. *Orthop Trans* 2001;26:742.

63. Krenn V, Hofmann S, Engel A: First description of mechanoreceptors in the corpus ediposum iftrapattelare of man. *Acta Anat* 1990; 137(2):187-188
64. Leask A, Holmes A, Abraham DJ. Connective tissue growth factor: a new and important player in the pathogenesis of fibrosis. *Curr Rheumatol Rep* 2002;4:136-42.
65. Lephart SM, Fu F (2000). Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability *Human Kinetics*
66. Lesmes R., Costill L., Coyle F., Fink J. (1978). Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training. *Medicine and Science in Sports*, 10, 266-269.
67. Mac Donald PB, Hedden D, Pasin O, Sutherland K: Proprioception in anterior cruciate ligament- deficient and reconstructed knees. *Am J Sports Med* 1996; 24(6): 774-778
68. Marder RA, Raskind JR, Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1991; 19:478-84.
69. Martinek V, Latterman C, Usas A, et al. Enhancement of tendon-bone integration of anterior cruciate ligament grafts with bone morphogenetic protein-2 gene transfer: a histological and biomechanical study. *J Bone Joint Surg [Am]* 2002;84-A:1 123-31.
70. Mattacola CG, Levsak DA, Perrin DH (1995) Intertester reliability of assessing postural sway using the chatteX Balance System. *Journal of Athletic Training* 30(3):237-241
71. Matthews LS, Softer SR. Pitfalls in the use of interference screws for

- anterior cruciate ligament reconstruction: brief report. *Arthroscopy* 1989;5:225-6.
72. Moffroid M., Whipple R., Hotkosh J., Lowman E., Thistle H. (1969). A study of Isokinetic exercise. *Physical Therapy*, 49: 735-746.
73. Moffroid MT., Whipple RH. (1970). Specificity of speed of exercise. *Physical Therapy*, 50(12): 1692-700.
74. Morrissey C. (1987). The relationship between peak torque and work of quadriceps and hamstrings after meniscectomy. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8: 405-408.
75. Munz B, Wiedmann M, Lochmuller H, Werner S. Cloning of novel injury- regulated genes: implications for an important role of the muscle-specific protein skNAC in muscle repair. *J Biol Chem* 1999;7:274:13305-10.
76. Noyes FR, Barber-Westin SD. Revision anterior cruciate surgery with use of bonepatellar tendon-bone autogenous grafts. *J Bone Joint Surg [Am]* 2001 ;83- A:1131-43.
77. Noyes FR, Butler DL, Paulos LE, Grood ES. Intra-articular cruciate reconstruction: I: perspectives on graft strength, vascularization, and immediate motion after replacement. *Clin Orthop* 1983;172:71-7.
78. Ornitz DM, Xu J, Colvin JS, et al. Receptor specificity of the fibroblast growth factor family. *J Biol Chem* 1996;271:15292-7.
79. Osterning R. (1975). Optimal isokinetic loads and velocities producing muscular power in human subjects. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 56(April): 152-155.
80. Osterning R., Hamill J., Sawhill J. (1983). Influence of torque and limb

- speed on power production in isokinetic exercise. American Journal of Physical Medicine, 62(4): 163-171.
81. Panni AS, Milano G, Lucania L, Fabbriciani C. Graft healing after anterior cruciate ligament reconstruction in rabbits. *Clin Orthop* 1997;343:203-12.
82. Park MJ, Lee MC, Seong SC. A comparative study on healing of tendon autograft and tendon-bone autograft using patellar tendon in rabbits. *Int Orthop* 2001 ;25:35-9.
83. Patton W. (1978). Fatigue curves of isokinetic contractions. Archives of Physical and Medicine Rehabilitation, 59(11): 507-509.
84. Perrine, D. (1992). Isokinetic exercise and Assessment. Human Kinetic Publishers.
85. Pinczewski LA, Clingeffer AJ, Otto DD, Bonar SF, Corry IS. Integration of hamstring tendon graft with bone in reconstruction of the anterior cruciate ligament *Arthroscopy* 1997;13:641-3.
86. Rodeo SA, Arnoczky SD, Torzilli PA, Hidaka C, Warren RF. Tendon-healing in a bone tunnel: a biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg [Am]* 1993;75-A: 1795-803.
87. Rougraff B, Shelbourne KD, Gerth PK, Warner J. Arthroscopic and histologic analysis of human patellar tendon autografts used for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1993;21:277-84.
88. Rozzi SL, Vuktanandana P, Pincibero D, Lephart S. (2000). Role of fatigue on proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability. *Human Kinetics*

89. Sawhill J., Bates B., Osternig L., Hamill J. (1982). Variability of isokinetic measures. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 14:177.
90. Schiavone Panni A, Fabbriani C, Delcogliano A, Franzese S. Bone-ligament interaction in patellar tendon reconstruction of the ACL Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1993; 1:4-8.
91. Schultz RA, Miller DC, Ker CS, Micheli K: Mechanoreceptors in human cruciate ligament. A histological study. I Bone Joint Surg (Am) 1984; 66(7):1072-1076
92. Schute MJ, Dabezies EJ, Zimmy ML, Happel LT: Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg (Am) 1987: 69 (2):243-247
93. Schwab W, Funk RH: Innervation pattern of different cartilaginous tissues in the rat. Acta Anat 1998; 163(4): 184-190
94. Shelbourne KD, Davis TJ. Evaluation of knee stability before and after participation in a functional sports agility programme during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1999;27:156-61.
95. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1990;18:292-9.
96. Sherman M., Plyley J., Vogelgesang D. (1981). Isokinetic strength during rehabilitation following arthrotomy: Specific on speed. *Athletic Training* 138-141.
97. Shino K, Kawasaki T, Hirose H, et al. Replacement of the anterior cruciate ligament by an allogenic tendon graft: an experimental study in the dog. *J Bone Joint Surg[Br]* 1984;66-B:672-81.

98. Singer AJ, Clark RA. Cutaneous wound healing. *New Engl J Med* 1999;341:738-46.
99. Sjolander P, Johansson H, Sojka P, Rehnholm A: Sensory nerve endings in the cat cruciate ligaments: a morphological investigation. *Neurosci Lett* 1989;102 (1): 33-38
100. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD: Age-related decline in proprioception. *Clin Orthop* 1984; 184: 208-211
101. Smith J., Quinney A., Wenger A. (1981). Isokinetic versus isotonic variable-resistance training. *American Journal of Sports Medicine*, 9(4): 275-279.
102. Sojka P, Sjolander P, Johansson H, Djupsjobanka M: Influence from stretch-sensitive receptors in the collateral ligaments of the knee joint on the gamma-muscle-spindle systems of flexor and extensor muscles. *Neurosci Res* 1991; 11(1): 55-62
103. Song EK, Rowe SM, Chung JY, Moon ES, Lee KB. Failure of osteointegration of hamstring tendon autograft after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2004;20:424-8.
104. Stratford W., Bruulsema A., Maxwell B., Black T., Harding B. (1990). The effect of inter-trial rest interval on the assessment of isokinetic thigh muscle torque. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11, 362-366.
105. Tanzer M, Lenczner E. The relationship of intercondylar notch size and content to notchplasty requirement in anterior cruciate ligament surgery. *Arthroscopy* 1990;6: 89-93.
106. Thistle H., Hislop H., Moffroid M., Lowman E. (1967). Isokinetic contraction: A new concept of resistive exercise. *Archives of Medicine and Rehabilitation*, 279-282.

107. Thorstensson, A., Grimby, G., Karlsson, J. (1976). Force velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles.
108. Tippet S. (1990). Exercise to improve Proprioception. Coaches Guide to Sport Rehabilitation, Human Kinetics Publishers, Inc. Box 5076, Champaign, IL 61825 5076
109. Tropp. H. Ekstrand J., Gillquist J. (1984). Stabiliometry in Functional instability of the ankle and its value in predicting injury. Med Sci Sports Exercise 16(1):64-66
110. Tyler TF, McHugh MP, Gleim GW, Nicholas SF. Association of KT-1000 measurements with clinical tests of knee stability 1 year following anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther 1999;29:540-5.
111. Voight ML, Harden JA, Blackburn T.A., Tippetts, Canner GC (1996), The effect of muscle fatigue on the relationship of arm dominance to shoulder proprioception journal of orthopaedic Sports Physical Therapy 23 (6): 348-352
112. Weiler A, Scheffler SU, Sudkamp NP. Current aspects of anchoring hamstring tendon transplants in cruciate ligament surgery. Chirurg 2000;71:1034-44.
113. Werner Platzer-μυοσκελετικό σύστημα- τόμος 1-1985
114. Wilhite R, Cohen R, Wilhite C. (1992). Reliability of concentric and eccentric measurements of quadriceps performance using the Kin-Con dynamometer. The effect of testing order for three different speeds. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 15: 175-182.
115. Wilkerson GB, Nitz AJ (1994), Dynamic ankle stability: Mechanical and neuromuscular interrelationship. Journal Sports Rehabilitation 3: 43-57

116. Wojtys EM. Diagnosis. In: Wojtys EM, ed. The ACL deficient knee. Rosemont, Illinois: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1994:19-20.
117. Zimmy ML, Albright DJ, Dabezies E: Mechanoreceptors in the human medial meniscus. *Ata Anat* 1988; 133(1):35-40