

Συρραφή Μηνίσκου.

Παράγοντες που επηρεάζουν το μετεγχειρητικό αποτέλεσμα και την επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες

Τρύφων Τότλης^{1,2}, Σταύρος Παπαδόπουλος², Νικόλαος Οτουντζίδης², Γεώργιος Καλίφης¹, Αριστοτέλης Σιδερίδης¹, Κωνσταντίνος Νάτσης^{2,3}

¹Ορθοπαιδικό Κέντρο Thessaloniki Minimal Invasive Surgery, Κλινική Άγιος Λουκάς, Θεσσαλονίκη

²Εργαστήριο Ανατομίας & Χειρουργικής Ανατομίας, Τμήμα Ιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

³Ιατρικό Διαβαλκανικό Κέντρο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία της συρραφής μηνίσκου και την επιστροφή στην άθληση μετά τη συρραφή είναι τα ατομικά χαρακτηριστικά του ασθενή και κυρίως η ηλικία, η χρονιότητα της βλάβης, ο τύπος της ρήξης του μηνίσκου, οι συνοδές κακώσεις, το επίπεδο δραστηριότητας του ασθενή, η χειρουργική τεχνική και το μετεγχειρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης. Οι παράγοντες αυτοί θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων για τη θεραπευτική προσέγγιση ενός ασθενούς με ρήξη μηνίσκου, καθώς έχουν καθοριστικό ρόλο στο αποτέλεσμα της συρραφής. Η συνεκτίμηση των παραμέτρων αυτών συμβάλλει στην καλύτερη επιλογή ασθενών που θα υποβληθούν σε συρραφή μηνίσκου και εφαρμογή της κατάλληλης, εξατομικευμένης μεθόδου για κάθε ασθενή, με τελικό στόχο την περαιτέρω βελτίωση των επιτυχημένων μετεγχειρητικών αποτελεσμάτων και της επιστροφής στην άθληση. Σε κάθε περίπτωση, ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος δε μπορεί να προβλεφθεί είναι η ποιότητα του ιστού του μηνίσκου.

Όροι ευρετηρίου:

ρήξη μηνίσκου
συρραφή μηνίσκου
επιστροφή στην άθληση
προγνωστικοί παράγοντες
διατήρηση μηνίσκου

Factors that may affect the outcome and return to play following meniscal repair

**Trifon Totlis^{1,2}, Stavros Papadopoulos²,
Nikolaos Otountzidis², Georgios Kalifis¹,
Aristotelis Sideridis¹, Konstantinos Natsis^{2,3}**

**¹Thessaloniki Minimal Invasive Surgery Orthopaedic
Center, St. Luke's Hospital, Thessaloniki**

**²Department of Anatomy & Surgical Anatomy, School
of Medicine, Faculty of Health Sciences, Aristotle
University of Thessaloniki**

³Interbalkan Medical Center of Thessaloniki

Abstract

The factors that may affect meniscal repair success and return to play following meniscal repair are mainly related to the patient characteristics (age), the time of injury, the nature of the meniscus tear or concomitant injuries, the activity level of the patient, the operative techniques and the post-operative rehabilitation. Taking into consideration the prognostic factors during decision making may be helpful to the proper patient selection for meniscal repair and application of the appropriate treatment options for each individual. This will maximize success of the repair and percentage of post-operative return to play. In any case, an important but unpredictable factor is the meniscal tissue quality.

Key words:

meniscus tear
meniscus repair
return to play
prognostic factors
meniscus preservation

Εισαγωγή

Η ρήξη μηνίσκου είναι μία από τις συχνότερες κακώσεις γόνατος σε αθλητές. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετά στοιχεία, που υποστηρίζουν ότι η μηνισκεκτομή σε ασθενείς με ρήξη μηνίσκου, συνδέεται μεσοπρόθεσμα με την εμφάνιση εκφυλιστικών αλλοιώσεων στην άρθρωση του γόνατος (Cassidy και Shaffer 1981, DeHaven 1985, Andrish 1996, Ishida et al 2006, Mariani et al 2008). Ιδιαίτερα σε αθλητές υψηλού επιπέδου, έχει αναφερθεί εκφύλιση του αρθρικού χόνδρου, σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά από μηνισκεκτομή (DeHaven et al 1989, De Haven et al 1995). Για αυτόν τον λόγο, η σύγχρονη θεραπευτική προσέγγιση των ρήξεων μηνίσκου εστιάζεται στη διατήρηση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου τμήματος του μηνίσκου. Έτσι, η μερική μηνισκεκτομή και η συρραφή των ρήξεων του μηνίσκου έχουν αντικαταστήσει την ολική μηνισκεκτομή (McGinty et al 1977, Hamberg et al 1983, Thompson et al 1991, Jensen et al 1994, Valen και Molster 1994, Cole et al 1999, Harner et al 2000, Makris et al 2011, Fox et al 2012).

Οι τεχνικές συρραφής των μηνίσκων έχουν σημειώσει αλματώδη πρόοδο από την εποχή που πρωτο-περιγράφηκαν από τον Annandale (Annandale 1885) από ανοιχτές, σε ελάχιστα-ανοιχτές, και στις πλέον διαδεδομένες αρθροσκοπικές επεμβάσεις (McCarty et al 2002, Noyes et al 2012). Βάσει του είδους και της θέσης της ρήξης, ο μηνίσκος μπορεί να επιδιορθωθεί χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες τεχνικές : εξωαρθρική είσοδος των ραμμάτων (outside-in), ενδαρθρική είσοδος των ραμμάτων (inside-out), πλήρως αρθροσκοπική συρραφή (all-inside) (Alvarez-Diaz et al 2014).

Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των ασθενών που υποβάλλονται σε συρραφή ρήξης μηνίσκου ασχολούνται με τον αθλητισμό, είτε σε ερασιτεχνικό, είτε σε επαγγελματικό επίπεδο. Συνεπώς, οι απαιτήσεις αυτής της ομάδας ασθενών δεν περιορίζονται στα επιτυχημένα κλινικά αποτελέσματα, αλλά έχουν ως απώτερο μετεγχειρητικό στόχο την επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες (return to play). Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν τεκμηριωμένα στοιχεία υπέρ της διατήρησης του μηνίσκου, με συρραφή του τμήματος που έχει υποστεί ρήξη, στον αθλητικό πληθυσμό. Τα αποτελέσματα συνολικά είναι ενθαρρυντικά, καθώς η πλειοψηφία των ασθενών επιτυγχάνει την επιστροφή στην άθληση

έπειτα από συρραφή του μηνίσκου (Mintzer et al 1998, Tucciarone et al 2012).

Παράγοντες που επηρεάζουν το μετεγχειρητικό αποτέλεσμα και την επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες μετά από συρραφή μηνίσκου

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία της συρραφής μηνίσκου και την επιστροφή στην άθληση μετά τη συρραφή. Αυτοί οι παράγοντες είναι τα ατομικά χαρακτηριστικά του ασθενή, η χρονιότητα της βλάβης, ο τύπος της ρήξης του μηνίσκου, οι συνοδές κακώσεις, το επίπεδο δραστηριότητας του ασθενή, η χειρουργική τεχνική και το μετεγχειρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης. Οι παράγοντες αυτοί θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων για τη θεραπευτική προσέγγιση ενός ασθενούς με ρήξη μηνίσκου, καθώς έχουν καθοριστικό ρόλο στο αποτέλεσμα της συρραφής. Η συνεκτίμηση των παραμέτρων αυτών συμβάλλει στην καλύτερη επιλογή ασθενών που θα υποβληθούν σε συρραφή μηνίσκου και εφαρμογή της κατάλληλης, εξατομικευμένης μεθόδου για κάθε ασθενή, με τελικό στόχο την περαιτέρω βελτίωση των επιτυχημένων μετεγχειρητικών αποτελεσμάτων και της επιστροφής στην άθληση (Πίνακας 1). Σε κάθε περίπτωση, ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος δε μπορεί να προβλεφθεί είναι η ποιότητα του ιστού του μηνίσκου.

Πίνακας 1		
Παράγοντες που σχετίζονται με θετικό αποτέλεσμα	Ισχυρή ένδειξη	Παρατηρήσεις
Νεαρή ηλικία	-	Η συρραφή προτιμάται για την πρόληψη της οστεοαρθρίτιδας
Χρονικό διάστημα από την κάκωση μικρότερο από 6-8 εβδομάδες	-	Προλαμβάνει εκφύλιση των ρηχθέντων τμημάτων του μηνίσκου και επέκταση της ρήξης / μυϊκή ατροφία και απώλεια ιδιοδεκτικότητας
Επιμήκης ρήξη Ρήξη δίκην λαβής κάδου Αποκόλληση του μηνίσκου από τον αρθρικό θύλακο	X	Σε οριζόντιες και πλήρεις ακτινωτές ρήξεις μπορεί να προτιμηθεί συρραφή σε νεαρούς ασθενείς αλλά συνοδεύεται από συντηρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης και επιμήκυνση του χρόνου επιστροφής στις αθλητικές δραστηριότητες
Μικρές ρήξεις	-	Τα ποσοστά επιτυχίας της συρραφής ελαττώνονται σημαντικά σε ρήξεις μεγαλύτερες από 4 cm
Ρήξη έξω μηνίσκου	-	Η συρραφή προτιμάται επειδή οι αρνητικές συνέπειες της έξω μηνισκεκτομής είναι σημαντικότερες
Ρήξη στην R/R (Red/Red) ζώνη 1 κατά Cooper και R/W Red/White) ζώνη 2 κατά Cooper	X	Σε ρήξεις που εκτείνονται έως την W/W (White/White) ζώνη 3 κατά Cooper, μπορεί να προτιμηθεί συρραφή σε νεαρούς ασθενείς λόγω της αυξημένης ικανότητας για επούλωση
Συνοδή ρήξη ΠΧΣ	-	Η επουλωτική ικανότητα ενισχύεται αλλά η επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες ακολουθεί το χρονοδιάγραμμα της συνδεσμοπλαστικής του ΠΧΣ

Πίνακας 1. - Παράγοντες που σχετίζονται με θετικό αποτέλεσμα της συρραφής μηνίσκου και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων για τη θεραπευτική προσέγγιση ενός αθλητή με ρήξη μηνίσκου (τροποποιημένος από Lennon O., Totlis T. Oper Tech Sports Med 2017; 25: 194-207 μετά από σχετική άδεια).

Χαρακτηριστικά του ασθενή

Το φύλο και ο δείκτης μάζας-σώματος (BMI) του ασθενή δε φαίνεται να επηρεάζουν σημαντικά το αποτέλεσμα της συρραφής του μηνίσκου (Tengrootenhuisen et al 2011, Kamimura και Kimura 2014).

Ηλικία

Έχει βρεθεί ότι ο μηνισκικός ιστός περιέχει περισσότερα κύτταρα και έχει αυξημένη αναγεννητική ικανότητα σε νεαρά άτομα (Clark και Ogden 1983, Mesiha et al 2007). Αν και με βάση το παραπάνω σημαντικό στοιχείο θα περίμενε κανείς πως η συρραφή μηνίσκου θα είχε καλύτερο αποτέλεσμα σε νεότερα άτομα, από τη βιβλιογραφία δεν προκύπτει σαφής απάντηση σε αυτό το ερώτημα. Ο Tenuta και ο Arciero (Tenuta και Arciero 1994) μελετώντας την επούλωση του συρραφέντος μηνίσκου σε σχέση με την ηλικία, δεν παρατήρησαν σημαντική υπεροχή σε νέους ασθενείς όσον αφορά στις μεμονωμένες ρήξεις μηνίσκου. Ωστόσο, υπήρχε σημαντική διαφορά υπέρ των νεότερων ασθενών, στην ομάδα με την ταυτόχρονη συνδεσμοπλαστική ΠΧΣ. Οι Tengrootenhuisen et al. (Tengrootenhuisen et al 2011) παρατήρησαν υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας στους νεότερους ασθενείς. Σε μία έρευνα

η οποία συμπεριλάμβανε αποκλειστικά ασθενείς νεότερους των 17 ετών, οι συγγραφείς ανέφεραν 100% επιτυχία της συρραφής (Mintzer et al 1998). Οι Eggli et al. (Eggli et al 1995) παρατήρησαν μεγαλύτερη συχνότητα επαναρρώξης μηνίσκου σε μεγαλύτερους ηλικιακά ασθενείς. Σε αντίθεση με τις παραπάνω αναφορές, σε διάφορες άλλες μελέτες δε βρέθηκε κάποια επίδραση της ηλικίας στην επούλωση, ούτε γενικότερα στο αποτέλεσμα της συρραφής του μηνίσκου (Oliverson και Lintner 2000, Hantes et al 2005, Kalliakmanis et al 2008, Logan et al 2009). Μία πρόσφατη μελέτη, με 10 χρόνια μετεγχειρητικής παρακολούθησης, σύγκρινε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε συρραφή μηνίσκου, χωρίζοντας τους σε νεότερους των 40 ετών και μεγαλύτερους των 40 ετών. Δε βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά στο ποσοστό επιτυχίας και στο γενικότερο αποτέλεσμα της συρραφής του μηνίσκου μεταξύ των δύο ομάδων. Ωστόσο, υπήρχαν σημαντικά υψηλότερες τιμές στην κλίμακα Tegner στις νεότερες ηλικίες, το οποίο μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η κλίμακα Tegner και η ηλικία έχουν εξ ορισμού σημαντική συσχέτιση (Steadman et al 2015). Αυτό το εύρημα επιβεβαιώνει τους Starke et al. οι οποίοι αναφέρουν ότι οι υψηλότερες απαιτήσεις και η πιο έντονη ενασχόληση με αθλητικές δραστηριότητες, μπορεί

να περιορίζουν τα καλύτερα αποτελέσματα, που αναμένονται σε νεότερους ασθενείς εξαιτίας της αυξημένης ενδογενούς αναγεννητικής ικανότητας των νέων. Σε κάθε περίπτωση, σε νεαρούς ασθενείς, η διατήρηση του μηνίσκου θα πρέπει να είναι η προτιμώμενη θεραπεία προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος εμφάνισης οστεοαρθρίτιδας σε βάθος χρόνου. Επίσης, η ηλικία αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης εκφυλιστικού τύπου ρήξης μηνίσκου, στην οποία η συρραφή δεν έχει καλά αποτελέσματα. Επιπλέον, σε ασθενείς μεγαλύτερης ηλικίας με ρήξη μηνίσκου παράγοντες όπως η οστεοαρθρίτιδα και διαταραχές του μηχανικού άξονα του κάτω άκρου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Stärke et al 2009).

Χρονιότητα της ρήξης μηνίσκου

Ο χρόνος που μεσολαβεί από την κάκωση μέχρι τη συρραφή φαίνεται πως επηρεάζει την επούλωση του μηνίσκου. Αρκετές έρευνες έχουν δείξει ότι τα ποσοστά επούλωσης αυξάνονται και τα κλινικά αποτελέσματα είναι καλύτερα όταν η επέμβαση πραγματοποιείται εντός σύντομου χρονικού διαστήματος από τη στιγμή της κάκωσης και συγκεκριμένα σε διάστημα μικρότερο των 6-8 εβδομάδων (Crues et al 1990, Henning et al 1990, Stone et al 1990, Morgan et al 1999, Cannon και Vittori 1992, Tenuta και Arciero 1994, Tengrootenhuysen et al 2011). Παρ'όλα αυτά, υπάρχουν αρκετές πρόσφατες μελέτες (Hantes et al 2005, Kalliakmanis et al 2008, de Ponce León et al 2008, Lozano 2010, Pujol et al 2013, Kamimura και Kimura 2014, Majeed et al 2015), καθώς επίσης και μία συστηματική ανασκόπηση από τους Nepple et al. (Nepple et al 2012) που περιλαμβάνει αποκλειστικά έρευνες με μακροχρόνια μετεγχειρητική παρακολούθηση, οι οποίες αναφέρουν συγκρίσιμα αποτελέσματα τόσο σε χρόνιες όσο και σε οξείες ρήξεις μηνίσκου. Ένας από τους λόγους στους οποίους οφείλονται τα επιτυχημένα αποτελέσματα των χρόνιων ρήξεων μπορεί να είναι οι πιο προσεκτικές ενδείξεις για συρραφή σε αυτές τις περιπτώσεις. Επίσης, η πρόοδος των τεχνικών συρραφής και της χρήσης βιολογικών παραγόντων που υποβοηθούν την επούλωση ίσως παίζουν κάποιο ρόλο. Είναι αξιοσημείωτο ότι η καθυστερημένη συρραφή μπορεί να οδηγήσει σε εκφύλιση των ραγέντων τμημάτων του μηνίσκου καθώς και σε επέκταση της ρήξης, το οποίο είναι πιθανό να καταστήσει είτε τα ραγέντα τμήματα

είτε το ελεύθερο χείλος του μηνίσκου ακατάλληλα για συρραφή (Newman και Bruks 1993). Γι' αυτόν τον λόγο είναι προτιμότερο η συρραφή να πραγματοποιείται εντός σύντομου χρονικού διαστήματος από τη στιγμή της ρήξης. Επιπροσθέτως, στην περίπτωση των αθλητών, που είναι μια ιδιαίτερα απαιτητική ομάδα ασθενών, όταν γίνεται συρραφή του μηνίσκου εντός σύντομου χρονικού διαστήματος από την κάκωση, εκτός από το ότι έχει περισσότερες πιθανότητες να επούλωθεί, παράλληλα αποφεύγονται οι μετατραυματικές επιπτώσεις στο σκέλος που έχει υποστεί κάκωση, όπως η ατροφία των μυών και η απώλεια ιδιοδεκτικότητας, που μπορεί να καθυστερήσουν το χρόνο που απαιτείται μετεγχειρητικά έως την επιστροφή στην άθληση.

Χαρακτηριστικά της ρήξης μηνίσκου

Η ρήξη μηνίσκου έχει ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία ο/η χειρουργός πρέπει να λάβει υπόψη του/της προκειμένου να πάρει την απόφαση για το εάν θα προβεί σε συρραφή ή εκτομή του μηνίσκου (Stärke et al 2009). Αυτά περιλαμβάνουν τον τύπο της ρήξης, το μέγεθός της, την εντόπιση της ρήξης (στον έξω ή έσω μηνίσκο) και τη θέση με βάση τις ζώνες Cooper. Όλα αυτά μπορούν να χαρακτηριστούν ως η «προσωπικότητα της ρήξης» και έχουν προγνωστική αξία όσον αφορά στο αποτέλεσμα της συρραφής του μηνίσκου.

Τύπος ρήξης

Οι τύποι των ρήξεων μηνίσκου οι οποίοι κατά κανόνα θεωρούνται κατάλληλοι για συρραφή, περιλαμβάνουν τις επιμήκεις ρήξεις, τις ρήξεις δίκην λαβής κάδου και την αποκόλληση του μηνίσκου από τον αρθρικό θύλακο. Αντιθέτως, σε άλλους τύπους ρήξεων, όπως εκφυλιστικές, ακτινωτές, οριζόντιες και ορισμένες λοξές ρήξεις, η συρραφή μπορεί να είναι προβληματική και η μερική μηνισκεκτομή ίσως είναι η πιο ενδεδειγμένη επιλογή (Turman και Diduch 2008). Στη μελέτη των Rubman et al. (Rubman et al 1998) αξιολογήθηκε το ποσοστό επανεπέμβασης μετά από συρραφή μηνίσκου εξαιτίας συμπτωμάτων στο ίδιο διαμέρισμα του γόνατος, σε σχέση με τον τύπο της ρήξης. Τα ποσοστά επανεπέμβασης ήταν 12% για μεμονωμένες επιμήκεις, 27% για σύνθετες, 27% για ακτινωτές και 29% για οριζόντιες ρήξεις. Οι Tengrootenhuysen et al. (Tengrootenhuysen et al 2011) παρατήρησαν πως οι ρήξεις δίκην λαβής κάδου είχαν μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας, ωστό-

σο, η διαφορά μεταξύ των τύπων ρήξης μηνίσκου δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Όσον αφορά στη συρραφή των οριζόντιων ρήξεων, μία συστηματική ανασκόπηση έδειξε ότι παρουσιάζει συγκρίσιμα ποσοστά επιτυχίας με τους άλλους τύπους ρήξεων μηνίσκου (Kurzweil et al 2014). Οι Pujol et al. (Pujol et al 2015) πραγματοποίησαν μία μελέτη στην οποία συμμετείχαν ασθενείς που υποβλήθηκαν σε ανοικτή συρραφή οριζόντιας ρήξης μηνίσκου. Το ποσοστό επιτυχίας ήταν 79% μετά από μέσο όρο 40 μήνες μετεγχειρητικής παρακολούθησης. Παρότι το ποσοστό επιτυχίας ήταν ικανοποιητικό, φάνηκε πως ασθενείς άνω των 30 ετών υστερούσαν σημαντικά όσον αφορά στα λειτουργικά αποτελέσματα. Είκοσι ασθενείς επέστρεψαν στο προεγχειρητικό επίπεδο των αθλητικών δραστηριοτήτων τους, αλλά η επιστροφή στην άθληση καθυστέρησε αρκετά φτάνοντας τους 10 μήνες κατά μέσο όρο μετά τη συρραφή. Η μέση τιμή της κλίμακας KOOS sports μετεγχειρητικά ήταν 78 ± 25 (Pujol et al 2015). Σε μία άλλη μελέτη, οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε συρραφή εκφυλιστικών οριζόντιων ρήξεων μηνίσκου με χρήση θρόμβων ινικής. Μετεγχειρητικά καταγράφηκε ίδιο σκορ στην κλίμακα Tegner σε σύγκριση με αυτό πριν την κάκωση στο 60% των ασθενών, ενώ πτώση κατά μία μονάδα εμφάνισε το υπόλοιπο 40% των ασθενών (Kamimura και Kimura 2014). Στις δύο αυτές σειρές ασθενών, επετράπη στους ασθενείς να επιστρέψουν σε πλήρη αθλητική δραστηριότητα τουλάχιστον 6 μήνες μετά την επέμβαση (Kamimura και Kimura 2014, Pujol et al 2015).

Μία πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση αναφορικά με τη συρραφή ακτινωτών ρήξεων μηνίσκου, η οποία περιλαμβάνει 6 επιμέρους μελέτες, κατέγραψε ικανοποιητικά βραχυπρόθεσμα κλινικά αποτελέσματα. Η συντριπτική πλειοψηφία των ρήξεων εντοπιζόνταν στον έξω μηνίσκο. Τρεις από αυτές τις μελέτες ανέφεραν ικανοποιητικό μετεγχειρητικό σκορ στην κλίμακα Tegner που κυμαινόταν μεταξύ 5.7-6.7 (Moulton et al 2016). Οι ατελείς ακτινωτές ρήξεις, στις οποίες υπάρχει διατομή των κυκλοτερών ινών κολλαγόνου του μηνίσκου, είναι συνήθως προβληματικές, διότι περιλαμβάνουν κατά κανόνα τα κεντρικά, λιγότερο αγγειοβριθή τμήματα του μηνίσκου (W/W, R/W zone) γεγονός που περιορίζει την πιθανότητα επούλωσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ιδιαίτερα σε μικρού μεγέθους

ρήξεις, η νεαροποίηση των χειλέων της ρήξης είναι συνήθως επαρκής, επειδή διατηρούνται οι δεσμίδες κολλαγόνου που βρίσκονται στην περιφέρεια του μηνίσκου (αυτές διατάσσονται επιμήκως περιμετρικά του περιφερικού χείλους) και συνεπώς η λειτουργικότητα του μηνίσκου διατηρείται (Stärke et al 2009).

Μήκος ρήξης

Η επίδραση του μήκους της ρήξης στο ποσοστό επιτυχίας της συρραφής μηνίσκου είναι αμφιλεγόμενη. Οι Kimura et al. (Kimura et al 1995), δε βρήκαν συσχέτιση μεταξύ του μήκους της ρήξης και του ποσοστού επούλωσης του μηνίσκου. Στη μελέτη των Tenuta et al. (Tenuta και Arciero 1994) οι ρήξεις μηνίσκου μήκους 3 - 4 cm παρουσίαζαν υψηλότερο ποσοστό αποτυχίας σε σχέση με ρήξεις μικρότερου μήκους, ωστόσο, η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Άλλοι συγγραφείς έχουν αναφέρει σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά επούλωσης του μηνίσκου σε ρήξεις με μήκος μεγαλύτερο των 4 cm (50%) συγκριτικά με ρήξεις μικρότερες των 2 cm (90%) (Cannon και Vittori 1992).

Εντόπιση της ρήξης

Όσον αφορά στην εντόπιση των ρήξεων, έχει αναφερθεί ότι οι ρήξεις που εκτείνονται μεταξύ οπισθίου κέρατος και σώματος του μηνίσκου παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό επούλωσης συγκριτικά με εκείνες που περιορίζονται στο οπίσθιο κέρας. Επιπλέον, ενώ ορισμένοι ερευνητές δεν παρατήρησαν σημαντική διαφορά των αποτελεσμάτων μεταξύ της συρραφής του έσω και του έξω μηνίσκου (Tenuta και Arciero 1994, Majeed et al 2015), στις μελέτες με μακροχρόνια μετεγχειρητική παρακολούθηση καταγράφονται μικρότερα ποσοστά αποτυχίας μετά από συρραφή του έξω μηνίσκου (Nepple et al 2012). Εκτός από τα ευρήματα των παραπάνω μελετών, ένας ακόμα λόγος που ευνοεί τη συρραφή σε περίπτωση ρήξης του έξω μηνίσκου είναι το γεγονός ότι οι συνέπειες της εκτομής αυτού είναι πιο σοβαρές από ότι του έσω μηνίσκου (Stärke et al 2009).

Αγγείωση της ρήξης

Η πλειονότητα των χειρουργών περιορίζεται στη συρραφή των ρήξεων που εντοπίζονται στις

R/R (ζώνη 1 κατά Cooper) και R/W (ζώνη 2 κατά Cooper) ζώνες του μηνίσκου. Σε μία μετα-ανάλυση ερευνών με μακροχρόνια παρακολούθηση των ασθενών, βρέθηκαν παρόμοια ποσοστά αποτυχίας για ρήξεις που εντοπίζονταν στη ζώνη 1 και 2 κατά Cooper, 20,9% και 20,7% αντιστοίχως. Στην ίδια μετα-ανάλυση οι βιβλιογραφικές αναφορές για συρραφή ρήξεων της W/W ζώνης (ζώνη 3 κατά Cooper) ήταν περιορισμένες (Nepple et al 2012). Δύο μελέτες αναφέρουν πως όταν η απόσταση της ρήξης υπερβαίνει τα 4 mm από τη συμβολή του μηνίσκου με τον αρθρικό θυλακο παρατηρούνται μειωμένα ποσοστά επιτυχούς επούλωσης του μηνίσκου (Cannon και Vittori 1992, Tenuta και Arciero 1994). Αυτό δε σημαίνει ότι ρήξεις που επεκτείνονται στην ανάγγεια ζώνη είναι απόλυτη αντένδειξη για συρραφή. Ορισμένοι ασθενείς με τέτοιου είδους ρήξεις έχουν υποβληθεί σε συρραφή μηνίσκου με ικανοποιητικά αποτελέσματα (Turman και Diduch 2008, Kamimura και Kimura 2014). Ιδιαίτερα σε νεαρούς αθλητές, όπου εκτός της αυξημένης ικανότητας για επούλωση η διάσωση του μηνίσκου είναι πολύ σημαντική για την άρθρωση, η πιθανότητα επούλωσης πιθανότατα υπερβαίνει τον κίνδυνο εμφάνισης επιπλοκών (Barber-Westin και Noyes 2014).

Διάφορες τεχνικές εφαρμόζονται για την ενίσχυση της αιμάτωσης στην ανάγγεια W/W ζώνη του μηνίσκου. Αρκετοί συγγραφείς έχουν χρησιμοποιήσει εξωγενείς θρόμβους ινικής προκειμένου να ενισχύσουν τη συρραφή και να υποβοηθήσουν την επούλωση των ρήξεων που εντοπίζονται στην ανάγγεια περιοχή του μηνίσκου (van Trommel et al 1998, Kamimura και Kimura 2014). Παρότι και οι δύο αυτές σειρές περιελάμβαναν μικρό δείγμα ασθενών, η τεχνική αυτή ήταν επιτυχής και μάλιστα συνοδεύτηκε από υψηλά ποσοστά επιστροφής στο επίπεδο αθλητικής δραστηριότητας που είχαν οι ασθενείς πριν την κάκωση ή κοντά σε αυτό (van Trommel et al 1998, Kamimura και Kimura 2014). Μία ακόμη τεχνική που επάγει την αιμάτωση και φαίνεται πως μειώνει σημαντικά τα ποσοστά επαναρρώξης του μηνίσκου, μετά από συρραφή ρήξεων που εντοπίζονται στη W/W ζώνη, είναι οι τρυπανισμοί με λεπτή βελόνη στα ελεύθερα χείλη του μηνίσκου (Zhang και Arnold 1996). Τέλος, άλλες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της συρραφής του μηνίσκου και πιθανώς υποβοηθούν την επούλωση, είναι τα μικροκατάγματα στη

μεσοκονδύλια εντομή και η ενδαρθρική έγχυση PRP (Kamimura και Kimura 2014).

Συνδυασμός με συνδεσμοπλαστική πρόσθιου χιαστού

Πολλές μελέτες αναφέρουν μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχημένης επούλωσης του μηνίσκου όταν αυτή συνδυάζεται με συνδεσμοπλαστική του πρόσθιου χιαστού, συγκριτικά με τη μεμονωμένη συρραφή του μηνίσκου (Tenuta και Arciero 1994, Asik et al 2002, Kocabey et al 2004, Frosch et al 2005, Tucciarone et al 2012, Tengrootenhuysen et al 2011, Majeed et al 2015). Η άποψη αυτή στηρίζεται στο αίμαρθρο το οποίο δημιουργείται κατά τη συνδεσμοπλαστική του πρόσθιου χιαστού και παρέχει στην άρθρωση παράγωγα του αίματος όπως θρόμβους ινικής, καθώς και άλλες ουσίες του ορού που ενισχύουν την επουλωτική ικανότητα των ινοχόνδρινων κυττάρων του μηνίσκου. Παρ' όλ' αυτά, υπάρχουν αρκετοί ερευνητές που δεν κατέγραψαν θετική επίδραση της συνδεσμοπλαστικής του πρόσθιου χιαστού στη συρραφή του μηνίσκου (Rubman et al 1998, Logan et al 2009, Alvarez-Diaz et al 2014).

Ασθενείς με μεμονωμένη συρραφή μηνίσκου, όπως προαναφέρθηκε, συνήθως επιστρέφουν στις αθλητικές δραστηριότητες 4 - 5 μήνες μετά τη συρραφή. Όταν όμως η συρραφή συνδυάζεται με συνδεσμοπλαστική του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ο χρόνος που απαιτείται για επιστροφή στην άθληση είναι μεγαλύτερος. Οι Vanderhave et al. (Vanderhave et al 2011) επέτρεψαν στους ασθενείς τους να αθληθούν 6 μήνες μετά από συνδυασμένη συρραφή μηνίσκου και συνδεσμοπλαστική πρόσθιου χιαστού, ενώ στους ασθενείς με μεμονωμένη συρραφή μηνίσκου στους 4 μήνες. Και στις δύο ομάδες ασθενών η επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες βασίστηκε σε κλινικά και λειτουργικά κριτήρια και όχι μόνο στο χρόνο μετά την επέμβαση (Vanderhave et al 2011). Οι περισσότεροι συγγραφείς επιτρέπουν στους ασθενείς που ταυτόχρονα με τη συρραφή μηνίσκου υποβάλλονται και σε συνδεσμοπλαστική πρόσθιου χιαστού να συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες τουλάχιστον 6 μήνες μετά τη χειρουργική επέμβαση και μόνο εφόσον οι κλινικοί και λειτουργικοί στόχοι έχουν επιτευχθεί (Quinby et al 2006, Billante et al 2008, Kalliakmanis et al 2008). Μια σημαντι-

κή καταγραφή στη μελέτη των Vanderhave et al. (Vanderhave et al 2011) είναι ότι τελικά η ομάδα ασθενών που υπεβλήθη σε μεμονωμένη συρραφή μηνίσκου κατάφεραν να επιστρέψουν στην άθληση σχεδόν 3 μήνες νωρίτερα (5,56 μήνες μετεγχειρητικά κατά μέσο όρο) από την άλλη ομάδα (8,23 μήνες μετεγχειρητικά κατά μέσο όρο). Επιπρόσθετα, το μετεγχειρητικό επίπεδο δραστηριότητας των ασθενών με μεμονωμένη συρραφή μηνίσκου ήταν σημαντικά μεγαλύτερο (Tegner σκορ 8) συγκριτικά με αυτό των ασθενών που έκαναν ταυτόχρονα και συνδεσμοπλαστική προσθίου χιαστού (Tegner σκορ 6,8) (Vanderhave et al 2011). Σε μία ακόμα μελέτη επιβεβαιώνεται ότι οι ασθενείς που η συρραφή συνδυάζεται με συνδεσμοπλαστική προσθίου χιαστού επιστρέφουν πιο αργά στην άθληση, ενώ στη σειρά των Alvarez et al. (Alvarez-Díaz et al 2014) το μετεγχειρητικό επίπεδο ασθενών με βάση την κλίμακα Tegner ήταν παρόμοιο και στις δύο ομάδες ασθενών.

Η τεχνική συρραφής του μηνίσκου

Η τεχνική συρραφής του μηνίσκου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επούλωση του μηνίσκου και κρίνει σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία της συρραφής. Ένα ζήτημα που μπορεί να απασχολήσει τον χειρουργό είναι το κατά πόσον η επιλογή της τεχνικής συρραφής του μηνίσκου θα επηρεάσει το αποτέλεσμα. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι οι κάθετες ραφές προτιμούνται από τις οριζόντιες, επειδή αυξάνουν τη σταθερότητα της συρραφής (Stärke et al 2009) Αρκετές έρευνες πραγματεύονται το θέμα της βέλτιστης τεχνικής συρραφής της ρήξης μηνίσκου. Σε μία συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, δε διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά στα ποσοστά επιτυχίας μεταξύ της «inside-out» (ενδοαρθρική είσοδος ραμμάτων) και της «all-inside» (πλήρως αρθροσκοπική συρραφή) τεχνικής για μεμονωμένες ρήξεις. Επίσης, το μετεγχειρητικό Tegner σκορ βρέθηκε να είναι ίδιο στις δύο αυτές τεχνικές (Grant et al 2012). Οι «all-inside» τεχνικές συνοδεύονται από υψηλότερο ποσοστό επιπλοκών που σχετίζονται με τα υλικά της συρραφής, ενώ η εμφάνιση μετεγχειρητικών νευρολογικών συμπτωμάτων τοπικά ήταν συχνότερη στην «inside-out» τεχνική (Grant et al 2012). Ανοικτή συρραφή μηνίσκου, με αρθροτομή, πλέον πραγματοποιείται σπάνια. Οι σχετικές ενδείξεις για ανοικτή συρραφή περιλαμβάνουν το πολύ στενό έσω διαμέρισμα του

γόνατος ή την ύπαρξη συνοδών παθήσεων που χρήζουν αντιμετώπισης διαμέσου χειρουργικής τομής, όπως για παράδειγμα οι κύστει μηνίσκου. Οι Pujol et al. (Pujol et al 2015) ανέφεραν υψηλά ποσοστά επούλωσης και επιστροφής στην άθληση έπειτα από ανοικτή συρραφή οριζόντιων εκφυλιστικών ρήξεων μηνίσκου σε νεαρούς ασθενείς, με μία μέση περίοδο μετεγχειρητικής παρακολούθησης τα 4 έτη. Εντούτοις, φαίνεται ότι η ανοικτή τεχνική απαιτεί πιο συντηρητικό πρωτόκολλο αποκατάστασης και καθυστερεί την επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες (Pujol et al 2015).

Πρόγραμμα μετεγχειρητικής αποκατάστασης

Οι πιο αμφιλεγόμενοι παράγοντες των πρωτόκολλων αποκατάστασης αφορούν στην ακινητοποίηση και στην φόρτιση του χειρουργημένου σκέλους. Τα συντηρητικά πρωτόκολλα απαγορεύουν την κίνηση και τη φόρτιση του σκέλους κατά τη διάρκεια της πρώιμης μετεγχειρητικής περιόδου προς όφελος της επούλωσης του μηνίσκου. Ωστόσο, μία τέτοια προσέγγιση έχει κόστος όσον αφορά στο νευρομυϊκό έλεγχο και στη μυϊκή ισχύ, τα οποία μπορεί να χρειαστούν μήνες για να ανακτηθούν. Έτσι, ακόμα και με την ολοκλήρωση των συντηρητικών πρωτοκόλλων, φαίνεται πως ο αθλητής παραμένει ανέτοιμος για επιστροφή στην άθληση (Kozlowski et al 2012). Κλινικές μελέτες εφάρμοσαν ένα πιο επιθετικό πρόγραμμα αποκατάστασης για ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε συρραφή χωρίς να επηρεαστεί σημαντικά η επούλωση του μηνίσκου (Barber 1994, Mariani et al 1996, Barber και Click 1997). Μία πρόσφατη συστηματική μελέτη επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα αυτά, καθώς καταλήγει πως η ταχεία επανάκτηση του εύρους κίνησης και η έναρξη φόρτισης του σκέλους άμεσα μετεγχειρητικά δεν επηρεάζουν τα κλινικά αποτελέσματα της συρραφής (O'Donnell et al 2016). Συμπερασματικά, τα προγράμματα αποκατάστασης θα πρέπει να είναι εξατομικευμένα λαμβάνοντας υπόψη την «προσωπικότητα» της εκάστοτε ρήξης και την ύπαρξη ή μη συνοδών επεμβάσεων, στοχεύοντας στην ταχύτερη αποκατάσταση και επιστροφή στην άθληση, χωρίς όμως επιπτώσεις στην επούλωση του συρραφέντος μηνίσκου. Μελλοντικές έρευνες είναι απαραίτητες για να αποσαφηνιστεί ο ιδανικός συνδυασμός φόρτισης και εύρους κίνησης σε κάθε τύπο ρήξης (Stärke et al 2009, O'Donnell et al 2016).

Βιβλιογραφία

1. Alvarez-Diaz P, Alentorn-Geli E, Llobet F, et al: Return to play after all-inside meniscal repair in competitive football players: a minimum 5-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24(6):1997-2001, 2014
2. Andrish JT: Meniscal injuries in children and adolescents: Diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg* 4: 231-237, 1996
3. Annandale T: An operation for displaced semilunar cartilage. *Br Med J* 1:779, 1885
4. Asik M, Sen C, Erginsu M: Arthroscopic meniscal repair using T-fix. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 10: 284-288, 2002
5. Barber FA, Click SD: Meniscus repair rehabilitation with concurrent anterior cruciate reconstruction. *Arthroscopy* 13:433-437, 1997
6. Barber FA: Accelerated rehabilitation for meniscus repairs. *Arthroscopy* 10:206-210, 1994
7. Barber-Westin SD, Noyes FR: Clinical healing rates of meniscus repairs of tears in the central-third (red-white) zone. *Arthroscopy* 30(1):134-46, 2014
8. Billante MJ, Diduch DR, Lunardini DJ, et al: Meniscal repair using an all-inside, rapidly absorbing, tensionable device. *Arthroscopy* 24(7):779-85, 2008
9. Cannon WD, Vittori JM: The incidence of healing in arthroscopic meniscal repairs in anterior cruciate ligament-reconstructed knees versus stable knees. *Am J Sports Med* 20(2):176-81, 1992
10. Cassidy RE, Shaffer AJ: Repair of peripheral meniscus tears. A preliminary report. *Am J Sports Med* 9: 209-214, 1981
11. Clark CR, Ogden J: Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potential role in childhood meniscal injury. *A Journal of Bone & Joint Surgery* 65(4):538-547, 1983
12. Cole B, Ernlund L, Fu F: *Orthopaedic Surgery: The Essentials: Soft Tissue Problems of the knee*, New York, Thieme Medical Publishers Inc, 1999, pp 567-574
13. Crues JV, Ryu R, Morgan FW: Meniscal pathology. The expanding role of magnetic resonance imaging. *Clin Orthop* 252:80-87, 1990
14. de Ponce León JC, Sierra Suárez L, Almazán Díaz A, et al: Meniscal repair in patients with chronic lesions. *Acta Ortop Mex* 22:12-18, 2008
15. DeHaven KE, Black KP, Griffiths HJ: Open meniscus repair. Technique and two to nine year results. *Am J Sports Med* 17:788-795, 1989
16. DeHaven KE, Lohrer WA, Lovelock JE: Long-term results of open meniscal repair. *Am J Sports Med* 23:524-530, 1995
17. DeHaven KE: Meniscus repair in the athlete. *Clin Orthop* 198:31-35, 1985
18. Eggli S, Wegmüller H, Kosina J, et al: Long-term results of arthroscopic meniscal repair. An analysis of isolated tears. *Am J Sports Med* 23:715-720, 1995
19. Fox AJS, Bedi A, Rodeo SA: The Basic Science of Human Knee Menisci: Structure, Composition, and Function. *Sports Health* 4(4):340-351, 2012
20. Frosch KH, Fuchs M, Losch A, et al: Repair of meniscal tears with the absorbable Clearfix screw: Results after 1-3 years. *Arch Orthop Trauma Surg* 125:585- 591, 2005
21. Grant JA, Wilde J, Miller BS, et al: Comparison of inside-out and allinside techniques for the repair of isolated meniscal tears: a systematic review. *Am J Sports Med* 40: 459-468, 2012
22. Hamberg P, Gillquist J, Lysholm J: Suture of new and old peripheral meniscus tears. *J Bone Joint Surg* 65A:193-197, 1983
23. Hantes ME, Kotsovolos ES, Mastrokalos DS, et al: Arthroscopic meniscal repair with a absorbable screw: results and surgical technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13:273-279, 2005
24. Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, et al: Biomechanical analysis of a double-bun-

- dle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 28(2):144-51, 2000
25. Henning CE, Lynch MA, Yearout KM, et al: Arthroscopic meniscal repair using an exogenous fibrin clot. *Clin Orthop* 252:64-72, 1990
 26. Ishida K, Kuroda R, Sakai H, et al: Rapid chondrolysis after arthroscopic partial lateral meniscectomy in athletes: a case report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:1266-1269, 2006
 27. Jensen NC, Riis J, Robertsen K, et al: Arthroscopic repair of the ruptured meniscus. One to 6.3 years follow up. *Arthroscopy* 10:211-214, 1994
 28. Kalliakmanis A, Zourntos S, Bousgas D, et al: Comparison of arthroscopic meniscal repair results using 3 different meniscal repair devices in anterior cruciate ligament reconstruction patients. *Arthroscopy* 24:810-816, 2008
 29. Kamimura T, Kimura M: Meniscal Repair of Degenerative Horizontal Cleavage Tears Using Fibrin Clots: Clinical and Arthroscopic Outcomes in 10 Cases. *Orthop J Sports Med* 2(11):2325967114555678, 2014
 30. Kimura M, Shirakura K, Hasegawa A, et al: Second look arthroscopy after meniscal repair. Factors affecting the healing rate. *Clin Orthop Relat Res* 314:185- 191, 1995
 31. Kocabey Y, Nyland J, Isbell WM, et al: Patient outcomes following T-Fix meniscal repair and a modifiable, progressive rehabilitation program, a retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg* 124:592-596, 2004
 32. Kozlowski EJ, Barcia AM, Tokish JM: Meniscus repair: the role of accelerated rehabilitation in return to sport. *Sports Med Arthrosc* 20(2):121-6, 2012
 33. Kurzweil PR, Lynch NM, Coleman S, et al: Repair of horizontal meniscus tears: a systematic review. *Arthroscopy* 30(11):1513-9, 2014
 34. Logan M, Watts M, Owen J: Meniscal Repair in the Elite Athlete Results of 45 Repairs With a Minimum 5-Year Follow-up. *Am J Sports Med* 37(6):1131-1134, 2009
 35. Lozano L: Meniscal repair using the fast-fix device in patients with chronic meniscal lesions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18:546-550, 2010
 36. Majeed H, Karuppiiah S, Sigamoney KV, et al: All-inside meniscal repair surgery: factors affecting the outcome. *J Orthop Traumatol* 16(3):245-9, 2015
 37. Makris EA, Hadidi P, Athanasiou KA: The knee meniscus: structure-function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration. *Biomaterials* 32(30):7411-7431, 2011
 38. Mariani PP, Garofalo R, Margheritini F: Chondrolysis after partial lateral meniscectomy in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16:574-580, 2008
 39. Mariani PP, Santori N, Adriani E, et al: Accelerated rehabilitation after arthroscopic meniscal repair: A clinical and magnetic resonance imaging evaluation. *Arthroscopy* 12:680-686, 1996
 40. McCarty EC, Marx RG, DeHaven KE: Meniscus repair. Considerations in treatment and update of clinical results. *Clin Orthop Relat Res* 402:122-134, 2002
 41. McGinty JB, Geuss LF, Marvin RA: Partial or total meniscectomy. A comparative analysis. *J Bone Joint Surg* 59A:763-766, 1977
 42. Mesiha M, Zurakowski D, Soriano J, et al: Pathologic characteristics of the torn human meniscus. *Am J Sports Med* 35:103-112, 2007
 43. Mintzer CM, Richmond JC, Taylor J: Meniscal repair in the young athlete. *Am J Sports Med* 26(5):630-3, 1998
 44. Morgan CD, Wojtys EM, Casscells CD, et al: Arthroscopic meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy. *Am J Sports Med* 19:632-638, 1991
 45. Moulton SG, Bhatia S, Civitarese DM, et al: Surgical Techniques and Outcomes of Re-

- pairing Meniscal Radial Tears: A Systematic Review. *Arthroscopy* 32(9):1919-25, 2016
46. Nepple JJ, Dunn WR, Wright RW: Meniscal repair outcomes at greater than five years: a systematic literature review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am* 94(24):2222-7, 2012
47. Newman AP, Burks RT: Principles and decision making in meniscal surgery. *Arthroscopy* 9:33-51, 1993
48. Noyes FR, Heckmann TP, Barber-Westin SD: Meniscus repair and transplantation: a comprehensive update. *J Orthop Sports Phys Ther* 42:274-290, 2012
49. O'Donnell K, Freedman KB, Tjoumakaris FP: Rehabilitation Protocols After Isolated Meniscal Repair. *Am J Sports Med* 2016
50. Oliverson TJ, Lintner DM: Biofix arrow appearing as a subcutaneous foreign body. *Arthroscopy* 16:652-655, 2000
51. Pujol N, Bohu Y, Boisrenoult P, et al: Clinical outcomes of open meniscal repair of horizontal meniscal tears in young patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21(7):1530-3, 2013
52. Pujol N, Tardy N, Boisrenoult P, et al: Long-term outcomes of all-inside meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23:219-224, 2015
53. Quinby JS, Golish SR, Hart JA, et al: All-inside meniscal repair using a new flexible, tensionable device. *Am J Sports Med* 34(8):1281-6, 2006
54. Rubman MH, Noyes FR, Barber-Westin SD: Arthroscopic repair of meniscal tears that extend into the avascular zone. A review of 198 single and complex tears. *Am J Sports Med* 26(1):87-95, 1998
55. Stärke C, Kopf S, Petersen W, et al: Meniscal repair. *Arthroscopy* 25(9):1033-44, 2009
56. Steadman JR, Matheny LM, Singleton SB, et al: Meniscus suture repair: minimum 10-year outcomes in patients younger than 40 years compared with patients 40 and older. *Am J Sports Med* 43(9):2222-7, 2015
57. Stone RG, Frewin PR, Gonzales S: Long-term assessment of arthroscopic meniscus repair: A two- to six-year follow-up study *Arthroscopy* 6:73-78, 1990
58. Tengroottenhuysen M, Meermans G, Pittoors K, et al: Long-term outcome after meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:236-241, 2011
59. Tenuta JJ, Arciero RA: Arthroscopic Evaluation of Meniscal Repairs Factors That Effect Healing. *Am J Sports Med* 22(6):797-802, 1994
60. Thompson WO, Thaete FL, Fu FH, et al: Tibial meniscal dynamics using three dimensional reconstruction of magnetic resonance images. *Am J Sports Med* 19:214, 1991
61. Tucciarone A, Godente L, Fabbrini R, et al: Meniscal tear repaired with Fast-Fix sutures: clinical results in stable versus ACL-deficient knees. *Arch Orthop Trauma Surg* 132:349-356, 2012
62. Turman KA, Diduch DR: Meniscal repair: indications and techniques. *J Knee Surg* 21(2):154-62, 2008
63. Valen B, Molster A: Meniscal lesions treated with suture. A follow-up study using survival analysis. *Arthroscopy* 10:654-658, 1994
64. van Trommel MF, Simonian PT, Potter HG, et al: Different regional healing rates with the outside-in technique for meniscal repair. *Am J Sports Med* 26:446-452, 1998
65. Vanderhave KL, Moravek JE, Sekiya JK, et al: Meniscus tears in the young athlete: results of arthroscopic repair. *J Pediatr Orthop* 31(5):496-500, 2011
66. Zhang Z, Arnold JA: Trephination and suturing of avascular meniscal tears: a clinical study of the trephination procedure. *Arthroscopy* 12: 726-731, 1996