

ACCEPTED: December 2014

PUBLISHED ONLINE: April 2015

DOI: 10.5960/dzsm.2014.159

Mosser P, Kohn D, Lorbach O. Operative Therapie von Meniskuserkrankungen. Dtsch Z Sportmed. 2015; 66: 98-103.

Operative Therapie von Meniskuserkrankungen

Surgical treatment of meniscus injury

1. UNIVERSITÄT DES SAARLANDES, *Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Homburg/Saar*

Zusammenfassung

- › **Der Grundsatz** in der operativen Therapie der Meniskusläsionen besteht, wenn möglich, im Erhalt des Meniskus, um die mit einem Verlust verbundene Mehrbelastung des Gelenkknorpels möglichst zu vermeiden. Kapselnahe Längsrupturen, radiäre Rupturen bis in die Randleiste sowie Korbhenkelläsionen stellen beim jungen Patienten mit stabilem Kniegelenk und gerader Beinachse die Hauptindikationen dar. Im lateralen Kompartiment und insbesondere bei jüngeren Patienten sollte die Indikation zur Naht aufgrund des höheren Heilungspotentials auch in Grenzfällen großzügig gestellt werden.
- › **Die partielle Resektion des Meniskus** ist indiziert bei komplexen, degenerativen Rupturen in der weiß-weißen und ggf. weiß-roten Zone und wenn es bereits zu einen ausgeprägten strukturellen Schaden der Meniskussubstanz gekommen ist.
- › **Liegt beim jungen Patienten** mit gerader Beinachse und erhaltenem Knorpel ein ausgeprägter Verlust der Meniskussubstanz vor, ist insbesondere bei persistierenden Symptomen im Sinne eines Postmenisektomie-Syndroms und im lateralen Kompartiment die Indikation zum partiellen Meniskusersatz bzw. zur allogenen Meniskustransplantation zu prüfen.

SCHLÜSSELWÖRTER:

Meniskusverletzung, Menisektomie, Meniskusrekonstruktion, Meniskustransplantation

Summary

- › **The principle** in the surgical treatment of meniscal lesions is, if possible, the preservation of the meniscus to avoid early articular cartilage degeneration and subsequent early osteoarthritis. The main indications for meniscal repair are longitudinal tears in the red-red zone, radial ruptures reaching into the rim as well as bucket-handle lesions in the young patient with a stable knee and straight leg axis. In the lateral compartment and particularly in younger patients, the indication for meniscus repair in borderline cases should be interpreted generously due to a higher healing potential.
- › **Partial meniscectomy** is indicated in complex, degenerative ruptures in the white-white and possibly white-red zone and there is already serious structural damage to the meniscus substance.
- › **In young patients** with straight leg axis, preserved cartilage and pronounced loss of the meniscus substance, the indication for partial meniscal replacement or meniscus allograft transplantation must be considered, especially when associated with persistent symptoms in terms of a postmeniscectomy syndrome and in the lateral compartment.

KEY WORDS:

Meniscus injury, meniscectomy, meniscus repair, meniscus transplantation

Einleitung

Die Menisken übernehmen eine wichtige Funktion in Bezug auf die Lastverteilung, Stoßdämpfung, Stabilisierung und Propriozeption im Bereich des Kniegelenks (17,22).

Durch ein akutes Trauma, rezidivierende Mikrotraumata oder altersbedingte Degenerationen können verschiedene Meniskuserkrankungen entstehen.

Meniskusrupturen können sowohl isoliert, als auch in Kombination mit Bandläsionen auftreten. Ein Knie-Verdrehtrauma mit Kombination von axialer Belastung und Rotationsscherkräften ist der typische Unfallmechanismus. 1955 beschrieb O'Donoghue erstmalig den Begriff der „unhappy triad“ (Ruptur des vorderen Kreuzbandes (VKB), des Innenbandes und Innenmeniskusriss) (35). Läsionen des Meniskus bei VKB-Rupturen treten in 47-61% der Fälle vergesellschaftet auf (3, 18).

Die traumatische Läsion ist häufiger bei jüngeren, aktiven Patienten. Dabei wird der Innenmeniskus bevorzugt geschädigt, da er mit dem Innenband

fest verwachsen ist. Degenerative Meniskusschäden treten bevorzugt bei älteren Patienten auf.

Das männliche Geschlecht ist mit einem Verhältnis 2,5:1 bevorzugt (37). Im Kindesalter sind Meniskusverletzungen aufgrund der großen Gewebeelastizität selten. In der Regel handelt es sich dann um traumatische Läsionen (47).

Der Scheibenmeniskus stellt eine angeborene Variante des Meniskus dar, bei dem es auch zu degenerativen Einrissen kommen kann.

Diagnose

Anamnese

Der Anamnese kommt bei Kniebeschwerden eine zentrale Bedeutung zu. Neben der Frage nach einem akuten Unfallereignis sollten auch kniebelastende Aktivitäten wie bspw. Arbeiten in der tiefen Hocke oder ausgeübte Sportarten erhoben werden. Angaben zur Entstehung, dem eventuellen Unfallmecha-



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

KORRESPONDENZADRESSE:

PD Dr. med. Olaf Lorbach
Universität des Saarlandes
Klinik für Orthopädie
Kirrberger Straße
66421 Homburg (Saar)

✉: olaf.lorbach@uks.eu

nismus, der Dauer, sowie der aktuellen Symptomatik sind für die weitere Behandlung wegweisend.

Die Schmerzen bei Meniskusläsionen werden typischerweise auf Höhe des Gelenkspaltes lokalisiert angegeben. Zusätzlich können Bewegungseinschränkungen wie ein endgradiger Streck- oder Beugeverlust im Kniegelenk sowie Blockierungen auftreten. Insbesondere bei luxierten Korbhenkelläsionen findet sich häufig ein ausgeprägtes Streckdefizit.

Klinische Untersuchung

Anhand einer standardisierten klinischen Untersuchung, die neben Bewegungsumfang, Bandstabilität der Kreuz- und Kollateralbänder, Beinachse sowie Durchblutung, Motorik und Sensibilität auch klinische Meniskustests beinhaltet, sollten eine Verdachtsdiagnose erhärtet und weitere Schritte indiziert werden. Zu den klassischen Meniskuszeichen gehören neben dem Druckschmerz auf Gelenkspalthöhe u.a. das Steinmann-I- und Steinmann-II-Zeichen, der Apley-Test, der McMurray-Test sowie das Payr-Zeichen. Eine tanzende Patella ist ein Hinweis für einen Kniegelenkserguss. Dieser kann in seltenen Fällen die Folge einer isolierten Einblutung bei einem basisnahen rekonstruierbaren Meniskusriss sein (hämorrhagisches Punktat). Es sollten insbesondere bei einem ausgeprägtem jedoch osteochondrale Läsionen und Bandverletzungen ausgeschlossen werden. Andererseits kann auch ein Reizerguß (seröses Punktat) auch bei einer degenerativen Meniskusläsion auftreten. Eine Punktion des Kniegelenkes sollte bei schmerzhafter Bewegungseinschränkung, vor allem wenn ein ausgeprägtes Streckdefizit vorliegt, unter sterilen Kautelen erwogen werden.

Bildgebung

Ergänzend zur klinischen Untersuchung sollten Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen sowie die Patella Tangentialaufnahme durchgeführt werden, um Frakturen, osteochondrale Läsionen sowie einen ausgeprägten degenerativen Gelenkverschleiß auszuschließen.

Mit einer Treffsicherheit von 82-95% für Meniskusläsionen ist die Magnetresonanztomografie das ergänzende, bildgebende Diagnostikum der Wahl (17).

Klassifikation nach Lokalisation des Schadens

Nach dieser Klassifikation werden Meniskusrisse nach Ort der Rissbildung bezüglich der Zirkumferenz auf Risse im Vorderhorn (vorderes Drittel), der Pars intermedia (mittleres Drittel) und im Hinterhorn (hinteres Drittel) unterteilt. Ebenso können Meniskusrisse nach der Schadenslokalisierung bezüglich des radiären Querschnitts in Risse im inneren, mittleren und peripheren Drittel unterteilt werden. Dadurch ist eine Aussage über die Durchblutung und potentielle Heilungschance eines Meniskusrisses möglich.

Risse im peripheren, basisnahen Drittel befinden sich in der gut vaskularisierten roten Zone, in der eine Heilung erfolgversprechend ist. Risse im zentralen oder auch inneren Drittel befinden sich in der weißen Zone, einem Teil des Meniskus der durch Diffusion ernährt wird und keine eigene Blutversorgung besitzt. Daher ist eine Meniskusheilung hier nicht zu erwarten. Dazwischen befindet sich die sog. rot-weiße Zone, die aufgrund der unklaren Durchblutungssituation nur eine fragliche Heilungstendenz besitzt.

Klassifikation nach der Rissform

Nach Trillat's Theorie gehen nahezu alle Rissformen des Innenmeniskus auf den häufigsten Riss, den basisnahen Längsriss, am Überhang vom mittleren zum dorsalen Drittel des Innen-

meniskus, zurück (44). Von ihm ausgehend können sie sich zum Lappenriss bei Ruptur des zentralen dorsalen Anteiles weiterentwickeln. Bei Ausweitung der Läsion vom Längsriss im Bereich der zum hinteren Drittel nach ventral kann sich ein sogenannter Korbhenkelriss ausbilden. Dieser kann in das mediale Kompartiment luxieren und dort symptomfrei bleiben oder aber teilweise zu einer ausgeprägten Streckhemmung führen. Rupturiert der „Korbhenkel“, bilden sich ein vorderer und hinterer Lappen, die das Gelenkspiel blockieren oder zu Schnappphänomenen führen können. Des Weiteren kann der Horizontalriss des Meniskushinterhornes beschrieben werden, der in Lappenform ab Ober- oder Unterfläche des Meniskus abscheren kann. Radiärrisse beginnen am inneren Rand des Meniskus und verlaufen bis zu dessen Basis. Bei Komplexrissen handelt es sich meist um kombinierte Verläufe von Lappen-, Längs- und Radiärrissen, häufig auf dem Boden von degenerativen Veränderungen.

Therapie

In Abhängigkeit von der Genese der Meniskuserkrankung, des Patientenalters, der Rissform und -lokalisierung, dem Aktivitätsniveau sowie dem Leidensdruck des Patienten stehen konservative oder operative Therapien zur Auswahl.

Aufgrund der aktuellen Studienlage empfiehlt sich beim Patienten im mittleren Lebensalter mit Knieschmerzen, positiven Meniskustests und degenerativen Meniskussschaden, zunächst ein konservatives Behandlungsregime.

Dies beinhaltet die orale Medikation mit nichtsteroidalen Antiphlogistika, Analgetika und ggf. lokale oder intraartikuläre Injektionen von Lokalanästhetika mit Glukokortikoiden. Begleitend sollten im Rahmen der krankengymnastischen Therapie Übungen zur Mobilisierung, Muskelkräftigung und -dehnung und ggf. Elektro- und Kryotherapie durchgeführt werden.

Nach frustraner konservativer Therapie über 3-6 Monate mit entsprechendem Leidensdruck des Patienten besteht die Indikation zur arthroskopischen partiellen Meniskektomie (22). Darüber hinaus sollten instabile Meniskuslappen oder umgeschlagene Korbhenkelläsionen mit Einklemmungen sofort operativ adressiert werden. >



Abbildung 1

„Outside-in“ im Bereich der Pars intermedia bei einer Innenmeniskus-korbhenkelruptur.

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine Studien über die konservative Behandlung von akuten Meniskusverletzungen bei jungen Patienten (32). Auch diese werden aktuell in der Regel operativ versorgt, um den Meniskus, wenn möglich, zu erhalten.

Die Auswahl des operativen Vorgehens berücksichtigt multiple Faktoren (32) und stellt den orthopädischen Chirurgen insbesondere in Grenzfällen vor eine schwierige Entscheidung.

Bei der operativen Behandlung stehen das Belassen der Läsion, die partielle oder totale Meniskektomie, die Meniskusnaht und ggf. der partielle oder komplette Meniskusersatz zur Verfügung. Ziel der Therapie sollte, wenn möglich der Erhalt des Meniskus sein, um die daraus resultierende Mehrbelastung des Gelenksknorpels zu minimieren.

Meniskusrefixation – Meniskusnaht

Studien belegen, dass Meniskusnähte zu besseren klinischen Langzeitergebnissen führen als die Meniskektomie (49, 36). Die Rekonstruktion des Meniskus mittels Naht hat zudem eine chondroprotektive Wirkung (38). Die totale Meniskektomie begünstigt dagegen zwangsläufig die Arthrosebildung im tibiofemorale Kompartiment (1, 30, 31).

Longitudinale Meniskusrisse in der vaskulären Zone ohne einen größeren degenerativen Schaden sollten rekonstruiert werden. Westermann und die MOON Knee Group fanden bei Patienten mit gleichzeitiger Ruptur des vorderen Kreuzbandes und Meniskusverletzung in 83,6% der Fälle einen Longitudinalriss des Meniskus (46). Korbhellenläsionen und radiäre Rupturen, die bis in die Randleiste reichen, sollten wenn möglich, ebenfalls mit einer Meniskusnaht versorgt werden, da es hier sonst zu einem ausgeprägten Verlust von Meniskussubstanz kommt (2).

Relative Indikationen sind zentrale Läsionen mit einer unklaren Durchblutung (rot-weiße Zone) und Läsionen mit einem sichtbaren degenerativen Schaden der Meniskussubstanz (12, 6).

Besonders bei Kindern sollte die Indikation zur Meniskusnaht möglichst großzügig gestellt werden. Noyes konnte auch bei der Rekonstruktion von Läsionen der avaskulären Zone bei Kindern gute Resultate nachweisen (34).

Begleitende VKB-Rupturen sollten möglichst einzeitig zusammen mit der Meniskusverletzung versorgt werden (26), da die simultane Rekonstruktion des VKB und des Meniskus die Heilungsrate zu verbessern scheint (34).

Technik der Meniskusnaht

„Inside-out“-Technik: Indikation für die „Inside-out“-Technik sind Verletzungen des Hinterhorns oder der Pars intermedia. Unter arthroskopischer Sicht wird eine Nahtführungskanüle auf das Meniskusfragment aufgesetzt und eine lange fadenarmierte und biegsame Nadel durch den Meniskus von „innen“ nach „außen“ durchgeschoben. Es sollte eine dorsomediale Hilfsinzision angelegt werden, die es ermöglicht, durch Einsatz eines Langenbeck-Haken die neurovaskulären Strukturen der Kniekehle vor den durch die Kapsel austretenden Nadeln zu schützen (23).

„Outside-in“-Technik: Die von Warren 1985 beschriebene „Outside-in“-Technik sollte das Risiko von iatrogenen Verletzungen des N. peroneus bei der Naht von Verletzungen des Außenmeniskus reduzieren (45). Diese Technik eignet sich insbesondere für Nähte im Bereich des Vorderhorns und der Pars intermedia sowie für Radiärrisse. Dabei werden zwei Kanülen von außen nach innen so platziert, dass sie den Meniskus an der Basis als auch im zentralen Fragment durchstoßen. Über eine Kanüle wird ein Fang-Faden ins Gelenk vorgeschoben und über eine andere Kanüle der Naht-Faden intraartikulär platziert und mit einer Faszange durch die Schlinge geführt.



Abbildung 2

„All-Inside“ Naht im Bereich des Innenmeniskushinterhorns.

Nach Herausziehen des Fangfadens wird der Naht-Faden direkt auf der Kapsel geknotet (5). Im Bereich des Hinterhorns ist jedoch auch bei dieser Technik eine Hilfsinzision notwendig um die Gefahr einer Gefäß-/Nervenverletzung zu minimieren (Abb. 1).

All-inside Techniken: Intraartikuläre Techniken können die Operationszeit verkürzen, iatrogene Verletzungen durch Zugänge von außen reduzieren und die Versorgung von Verletzungen im Bereich des Hinterhorns erleichtern. Anfängliche Spezialinstrumentarien stellten eine Gefahr für den artikulierenden Knorpel dar und zeigten und in Ausreißversuchen eine geringere Kraft gegenüber der Nahtversorgung (8, 21). Mittlerweile konnte jedoch gezeigt werden, dass sowohl Heilung als auch Komplikationsrate der intraartikulären Techniken bei der Versorgung von isolierten Meniskusschäden vergleichbar mit den anderen Verfahren sind (19) (Abb. 2).

Teilmenskektomie und partielle Meniskusnaht

Bei Horizontalrissen bis in die Basis kann, insbesondere bei Außenmeniskusverletzungen, eine Teilmenskektomie und partielle Meniskusnaht indiziert sein. Im Vergleich zu Innenmeniskusverletzungen haben Außenmeniskusverletzungen ein höheres Heilungspotential (16, 10, 27, 36). Isolierte mediale Teilresektionen werden dagegen besser toleriert (9, 36) und das Arthroserisiko nach lateraler Meniskektomie ist höher als bei der medialen Meniskektomie (11, 43). Daher sollte die partielle Meniskusnaht nach Teilmenskektomie des Außenmeniskus großzügig gestellt werden.

Ergebnisse der Versorgung von Meniskusschäden

Mittel- und langfristige können mit der Meniskusnaht in 73%-94% gute klinische Ergebnisse erreicht werden (14, 20, 24, 29, 40). Um die Ergebnisse nach intraartikulären Meniskusnähten zu beurteilen, führten Ahn et al. second-look Arthroskopien 6 Monate postoperativ durch und konnten in 82,1% der Fälle eine komplette Heilung, in 15,4% eine inkomplette Heilung feststellen (4). Kurosaka et al. konnten bei 90 Patienten (79%) eine Heilung nach Meniskusnaht im Rahmen einer second-look Arthroskopie nachweisen (25). So mussten auch in weiteren Studien bei 9-29% der Patienten nach Meniskusnaht Re-Arthroskopien mit sekundärer Meniskektomie durchgeführt werden (14, 20, 24, 29,

40, 15, 46, 28, 38, 33). Es zeigt sich jedoch eine Diskrepanz zwischen der anatomischen Meniskusheilung und den klinischen Beschwerden der Patienten, da auch eine partielle Heilung des Meniskus häufig symptomlos bleibt.

Eine gleichzeitige VBK-Plastik schützt vor einer nachfolgenden (Teil-)Menisektomie (28). Bei der isolierten Meniskusnaht sind das Lebensalter des Patienten sowie Erfahrung des Operateurs weitere protektive Faktoren (28).

Belassen der Läsion

Inkomplette Läsionen und kleine (<5mm) komplette vertikale Läsionen können belassen werden, wenn die innere Portion des Meniskus unter Zug mit dem Tasthacken stabil ist (12).

Partielle und subtotale Meniskusteilresektion

Indikation für die Menisektomie sind nicht rekonstruierbare Risse (Lappenrisse oder komplexe Risse), Risse in der weiß-weißen (zentralen) Zone sowie Risse, in denen es bereits zu einer fortgeschrittenen Schädigung der Meniskussubstanz gekommen ist. Ziel der Operation ist die Entfernung von mobilen und zerstörten Meniskusfragmenten unter Erhalt des Meniskusringes, da die Unterbrechung der Randleiste biomechanisch mit einer Menisektomie vergleichbar ist. Das Ausmaß der Resektion werden durch die Rissform, die Risslokalisation und die Gewebequalität bestimmt.

Partieller oder kompletter Meniskusersatz

Sollte es beim jungen aktiven Patienten zu einem subtotalen oder totalen Verlust des Meniskus kommen, ist insbesondere im lateralen Kompartiment bei Auftreten eines Postmenisektomie-Syndroms über den Einsatz eines partiellen oder kompletten Meniskusersatzes nachzudenken.

Voraussetzung des partiellen Meniskusersatzes ist hierbei jedoch das Vorhandensein einer stabilen Randleiste, an der das Transplantat fixiert werden kann.

Während die kurzfristigen Ergebnisse erfolgsversprechend aussehen (50, 48), lässt sich jedoch bezüglich der Langzeitergebnisse und insbesondere bezüglich einer möglichen Chondroprotektion aus der Literatur keine eindeutige Empfehlung für den Einsatz von Kollagenmeniskustransplantaten oder Transplantaten aus einem Polyurethangerüst abgeben. (41, 42).

Im Falle eines kompletten Meniskusverlustes besteht die

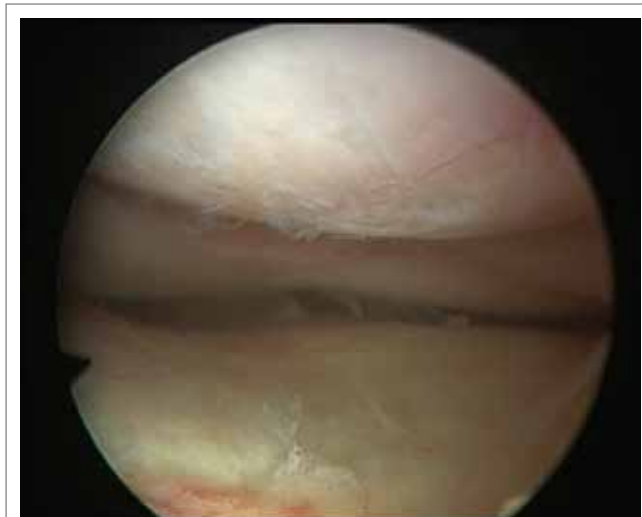


Abbildung 3

Transplantiertes allogenes Außenmeniskus eines Patienten bei symptomatischer Früharthrose nach komplettem traumatischem Meniskusverlust.

Möglichkeit der allogenen Meniskustransplantation. Indikationen für eine Meniskustransplantation sind die symptomatische Früharthrose des lateralen Kompartiments beim jungen Patienten nach Außenmeniskusresektion sowie ggf. der Verlust des Innenmeniskus bei vorderer Knieinstabilität beim jungen, aktiven Patienten, wobei in diesem Fall eine simultane Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes erfolgen sollte (13) (Abb. 3).

Voraussetzung für ein gutes klinisches Resultat nach Meniskustransplantation ist ein stabiles Knie ohne Achsabweichung. Achsabweichungen führen zu einer Fehlbelastung des Transplantates und zu einem Transplantatversagen (39). Kontraindikationen für eine Meniskustransplantation sind neben einer Achsabweichung und Knieinstabilität Patienten älter als 50 Jahre, eine fortgeschrittene Chondromalazie und degenerative Veränderungen in dem betroffenen Kompartiment, ein Extensionsdefizit von mehr als 5° im Vergleich zur Gegenseite oder eine Knieflexion von weniger als 125°. Die entzündliche Arthritis oder Synovialitis sowie ein BMI größer als 35 stellen zusätzliche Ausschlusskriterien dar (7). ■

Literatur

- (1) **ABDON P, TURNER MS, PETERSSON H, LINDSTRAND A, STENSTRÖM A, SWANSON AJ.** A long-term follow-up study of total meniscectomy in children. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(257):166-170.
- (2) **ACCADBLE F, CASSARD X, SALES DE GAUZY J, CAHUZAC JP.** Meniscal tears in children and adolescents: results of operative treatment. *J Pediatr Orthop B.* 2007;16(1):56-60. doi:10.1097/BPB.0b013e328010b707
- (3) **AHLDEN M, SAMUELSSON K, SERNET N, FORSSBLAD M, KARLSSON J, KARTUS J.** The Swedish National Anterior Cruciate Ligament Register: A Report on Baseline Variables and Outcomes of Surgery for Almost 18,000 Patients. *Am J Sports Med.* 2012;40(10):2230-2235. doi:10.1177/0363546512457348
- (4) **AHN JH, WANG JH, YOO JC.** Arthroscopic all-inside suture repair of medial meniscus lesion in anterior cruciate ligament-deficient knees: results of second-look arthroscopies in 39 cases. *Arthroscopy.* 2004;20(9):936-945. doi:10.1016/j.arthro.2004.06.038
- (5) **ANGNOSTAKOS K, BACHELIER F, KOHN D.** Meniskuserkrankungen Orthopädie und Unfallchirurgie up2date. 2006; 1(5): 477-490. doi: 10.1055/s-2006-944752.
- (6) **BARBER-WESTIN SD, NOYES FR.** Clinical healing rates of meniscus repairs of tears in the central-third (red-white) zone. *Arthroscopy.* 2014;30(1):134-146. doi:10.1016/j.arthro.2013.10.003.
- (7) **BROPHY RH, MATAVA MJ.** Surgical options for meniscal replacement. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20:265-272. doi:10.5435/JAAOS-20-05-265
- (8) **BRUCKER PU, FAVRE P, PUSKAS GJ, VON CAMPE A, MEYER DC, KOCH PP.** Tensile and shear loading stability of all-inside meniscal repairs: An in vitro biomechanical evaluation. *Am J Sports Med.* 2010;38(9):1838-1844. doi:10.1177/0363546510368131
- (9) **BURKS RT, METCALF MH, METCALF RW.** Fifteen-year follow-up of arthroscopic partial meniscectomy. *Arthroscopy.* 1997;13(6):673-679. doi:10.1016/S0749-8063(97)90000-1
- (10) **CANNON WD JR, VITTORI JM.** The incidence of healing in arthroscopic meniscal repairs in anterior cruciate ligament-reconstructed knees versus stable knees. *Am J Sports Med.* 1992;20(2):176-181. doi:10.1177/036354659202000214
- (11) **CHATAIN F, ADELEINE P, CHAMBAT P, NEYRET P.** Société Française d'Arthroscopie. A comparative study of medial versus lateral arthroscopic partial meniscectomy on stable knees: 10-year minimum follow-up. *Arthroscopy.* 2003;19(8):842-849. doi:10.1016/S0749-8063(03)00735-7
- (12) **DEHAVEN KE.** Decision-making factors in the treatment of meniscus lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(252):49-54.
- (13) **DIENST M, KOHN D.** Die allogene Meniskustransplantation. *Oper Orthop Traumatol.* 2006;18:463-480. doi:10.1007/s00064-006-1189-8
- (14) **EGGLI S, WEGMÜLLER H, KOSINA J, HUCKELL C, JAKOB RP.** Long-term results of arthroscopic meniscal repair. An analysis of isolated tears. *Am J Sports Med.* 1995;23(6):715-720. doi:10.1177/036354659502300614
- (15) **ESPEJO-REINA A, SERRANO-FERNÁNDEZ JM, MARTÍN-CASTILLA B, ESTADES-RUBIO FJ, BRIGGS KK, ESPEJO-BAENA A.** Outcomes after repair of chronic bucket-handle tears of medial meniscus. *Arthroscopy.* 2014;30(4):492-496. doi:10.1016/j.arthro.2013.12.020.
- (16) **FITZGIBBONS RE, SHELBOURNE KD.** „Aggressive“ nontreatment of lateral meniscal tears seen during anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1995;23(2):156-159. doi:10.1177/036354659502300205
- (17) **FOX AJ, WANIVENHAUS F, BURGE AJ, WARREN RF, RODEO SA.** The human meniscus: A review of anatomy, function, injury, and advances in treatment. *Clin Anat.* 2014;... doi:10.1002/ca.22456.
- (18) **GRANAN LP, INACIO MC, MALETIS GB, FUNAHASHI TT, ENGBRETSSEN L.** Intraoperative findings and procedures in culturally and geographically different patient and surgeon populations: an anterior cruciate ligament reconstruction registry comparison between Norway and the USA. *Acta Orthop.* 2012;83(6):577-582. doi:10.3109/17453674.2012.741451
- (19) **GRANT JA, WILDE J, MILLER BS, BEDI S.** Comparison of inside-out and all-inside techniques for the repair of isolated meniscal tears: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2012;40(2):459-468. doi:10.1177/0363546511411701
- (20) **HAAS AL, SCHEPISIS AA, HORNSTEIN J, EDGAR CM.** Meniscal repair using the FasT-Fix all-inside meniscal repair device. *Arthroscopy.* 2005;21(2):167-175. doi:10.1016/j.arthro.2004.10.012
- (21) **JÄRVELÄ S, SIHVONEN R, SIRKEOJA H, JÄRVELÄ T.** All-inside meniscal repair with bioabsorbable meniscal screws or with bioabsorbable meniscus arrows: A prospective, randomized clinical study with 2-year results. *Am J Sports Med.* 2010;38(11):2211-2217. doi:10.1177/0363546510374592
- (22) **KATZ JN, LOSINA E.** Arthroscopic partial meniscectomy for degenerative tears: where do we stand?, Osteoarthritis and Cartilage (2014). doi: org/10.1016/j.joca.2014.07.016.
- (23) **KOHN D, POHLEMANN T.** Meniskusnaht. Operationsatlas für die orthopädisch-unfallchirurgische Weiterbildung. 2. Auflage. 2014;5(2):107-109.
- (24) **KOTSOVOLOS ES, HANTES ME, MASTROKALOS DS, LORBACH O, PAESSLER HH.** Results of all-inside meniscal repair with the FasT-Fix meniscal repair system. *Arthroscopy.* 2006;22(1):3-9. doi:10.1016/j.arthro.2005.10.017
- (25) **KUROSAKA M, YOSHIYA S, KURODA R, MATSUI N, YAMAMOTO T, TANAKA J.** Repeat tears of repaired menisci after arthroscopic confirmation of healing. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(1):34-37. doi:10.1302/0301-620X.84B1.11254
- (26) **LAIBLE C, STEIN DA, KIRIDL DN.** Meniscal repair. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21:204-213. doi:10.5435/JAAOS-21-04-204
- (27) **LOGAN M, WATTS M, OWEN J, MYERS P.** Meniscal repair in the elite athlete: results of 45 repairs with a minimum 5-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2009;37(6):1131-1134. doi:10.1177/0363546508330138
- (28) **LYMAN S, HIDAKA C, VALDEZ AS, HETSRONI I, PAN TJ, DO H, DUNN WR, MARX RG.** Risk factors for meniscectomy after meniscal repair. *Am J Sports Med.* 2013;41(12):2772-2778. doi:10.1177/0363546513503444
- (29) **MAJEWSKI M, STOLL R, WIDMER H, MÜLLER W, FRIEDERICH NF.** Midterm and long-term results after arthroscopic suture repair of isolated, longitudinal, vertical meniscal tears in stable knees. *Am J Sports Med.* 2006;34(7):1072-1076. doi:10.1177/0363546505284236
- (30) **MANZIONE M, PIZZUTILLO PD, PEOPLES AB, SCHWEIZER PA.** Meniscectomy in children: a long-term follow-up study. *Am J Sports Med.* 1983;11(3):111-115. doi:10.1177/036354658301100301
- (31) **MCNICHOLAS MJ, ROWLEY DI, MCGURTY D, ADALBERTH T, ABDON P, LINDSTRAND A, LOHMANDER LS.** Total meniscectomy in adolescence. A thirty-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(2):217-221. doi:10.1302/0301-620X.82B2.9363
- (32) **MORDECAI SC, AL-HADITHY N, WARE HE, GUPTA CM.** Treatment of meniscal tears: An evidence based approach. *World J Orthod.* 2014;5(3):233-241. doi:10.5312/wjo.v5.i3.233
- (33) **NEPPEL 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.* 2012;94(24):2222-2227. doi:10.2106/JBJS.K.01584.
- (34) **NOYES FR, BARBER-WESTIN SD.** Arthroscopic repair of meniscal tears extending into the avascular zone in patients younger than twenty years of age. *Am J Sports Med.* 2002;30(4):589-600.
- (35) **O'DONOGHUE D.** An analysis of end results of surgical treatment of major injuries to the ligaments of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1955;37:19-22.
- (36) **PAXTON ES, STOCK MV, BROPHY RH.** Meniscal repair versus partial meniscectomy: a systematic review comparing reoperation rates and clinical outcomes. *Arthroscopy.* 2011;27:1275-1288. doi:10.1016/j.arthro.2011.03.088
- (37) **POEHLING GG, RUCH DS, CHALSAN SJ.** The landscape of meniscal injuries. *Clin Sports Med.* 1990;9:539-550.
- (38) **PUJOL N, BOHU Y, BOISRENOULT P, MACDES A, BEAUFILS P.** Clinical outcomes of open meniscal repair of horizontal meniscal tears in young patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(7):1530-1533. doi:10.1007/s00167-012-2099-y
- (39) **RIJK PC.** Meniscal allograft transplantation—part I: Background, results, graft selection and preservation, and surgical considerations. *Arthroscopy.* 2004;20:728-743. doi:10.1016/j.arthro.2004.06.015

- (40) **ROCKBORN P, MESSNER K.** Long-term results of meniscus repair and meniscectomy: a 13-year functional and radiographic follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(1):2-10. doi:10.1007/s001670050002
- (41) **SAMITIER G, ALENTORN-GELI E, TAYLOR DC, RILL B, LOCK T, MOUTZOUROS V, KOLOWICH P.** Meniscal allograft transplantation. Part 1: systematic review of graft biology, graft shrinkage, graft extrusion, graft sizing, and graft fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014. Epub ahead of print. doi:10.1007/s00167-014-3334-5
- (42) **SAMITIER G, ALENTORN-GELI E, TAYLOR DC, RILL B, LOCK T, MOUTZOUROS V, KOLOWICH P.** Meniscal allograft transplantation. Part 2: systematic review of transplant timing, outcomes, return to competition, associated procedures, and prevention of osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014. Epub ahead of print. doi:10.1007/s00167-014-3344-3
- (43) **SHELLER G, SOBAU C, BÜLOW JU.** Arthroscopic partial lateral meniscectomy in an otherwise normal knee: Clinical, functional, and radiographic results of a long-term follow-up study. *Arthroscopy.* 2001;17(9):946-952. doi:10.1053/jars.2001.28952
- (44) **TRILLAT A.** Lesions traumatiques du menisque interne du genou. Classement anatomique et diagnostique clinique. *Rev Chir Orthop Repar Appar Mot.* 1962;48:551.
- (45) **WARREN RF.** Arthroscopic meniscus repair. *Arthroscopy.* 1985;1(3):170-172. doi:10.1016/S0749-8063(85)80005-0
- (46) **WESTERMANN RW, WRIGHT RW, SPINDLER KP, HUSTON LJ; MOON KNEE GROUP.** Wolf BR; MOON Knee Group. Meniscal Repair With Concurrent Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Operative Success and Patient Outcomes at 6-Year Follow-up. *Am J Sports Med.* 2014;42(9):2184-2192. doi:10.1177/0363546514536022.
- (47) **WIRTH CJ, PETERS G.** Die Meniskusläsion. *Orthopade.* 1997;26:191-208. doi:10.1007/PL00003374
- (48) **VERDONK R, VERDONK P, HUYSSSE W, FORSYTH R, HEINRICHS EL.** Tissue ingrowth after implantation of a novel, biodegradable polyurethane scaffold for treatment of partial meniscal lesions. *Am J Sports Med.* 2011;39:774-782. doi:10.1177/0363546511398040
- (49) **XU C, ZHAO J.** A meta-analysis comparing meniscal repair with meniscectomy in the treatment of meniscal tears: the more meniscus, the better outcome? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;•••. doi:10.1007/s00167-013-2528-6.
- (50) **ZAFFAGNINI S, MARCHEGGIANI MUCCIOLI GM, LOPOMO N, BRUNI D, GIORDANO G, RAVAZZOLO G, MOLINARI M, MARCACCI M.** Prospective long-term outcomes of the medial collagen meniscus implant versus partial medial meniscectomy: a minimum 10-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 2011;39:977-985. doi:10.1177/0363546510391179