

Alfred Hochrein<sup>1</sup>, Philipp Niemeyer<sup>1</sup>,

# Bandrekonstruktion und Meniskusrekonstruktion am Kniegelenk

Was gibt es Neues?

*Ligament and meniscus reconstruction*

What is new?

**Zusammenfassung:** Trotz zunehmend effizienter Präventionsprogramme sind Band- und Meniskusverletzungen des Kniegelenks weiterhin häufig. Periphere Verletzungen können z.T. erfolgreich konservativ behandelt werden. Schädigungen des zentralen Pfeilers (vorderes/hinteres Kreuzband) und der Menisci hinterlassen jedoch oft relevante Instabilitäten, die mit einer erhöhten Morbidität einhergehen. Daher steht deren Rekonstruktion seit jeher im Fokus chirurgischen Interesses. Entsprechende operative Strategien haben sich zunehmend weiterentwickelt. Einige Konzepte (z.B. synthetischer Kreuzbandersatz) wurden praktisch komplett aufgegeben. Andere Techniken gerieten als primäre extraanatomische Stabilisierungsmöglichkeit bei Kreuzbandinsuffizienz zunächst in den Hintergrund, werden aber aktuell als mögliche Begleiteingriffe im Rahmen der Kreuzbandrekonstruktion wieder beliebter (anterolaterales Ligament ALL bzw. anterolateraler Komplex ALC, posterolaterales Eck). Dies ist sicherlich auch der zunehmenden wissenschaftlichen Aufarbeitung postoperativer Rest-Instabilitäten und Re-Rupturen nach Bandrekonstruktionen zuzuschreiben. In diesem Kontext sind auch die leicht zu übersehenden Meniskus-Rampenläsionen zu sehen. Der Bänderhalt nach Ruptur insbesondere des vorderen Kreuzbandes (VKB) erfreut sich aktuell, nachdem er aufgrund schlechter klinischer Ergebnisse weitgehend verlassen worden war, erneuter Beliebtheit. Ausführliche Analysen zum intraartikulären Heilungsverhalten und dynamische Augmentationssysteme sind dafür maßgeblich verantwortlich. Einige aktuelle Konzepte sollen hier exemplarisch dargestellt werden.

*Schlüsselwörter:* Knie, Meniskus, Bandrekonstruktion, anterolaterales Ligament, Kreuzband

## Zitierweise

Hochrein A, Niemeyer P: Bandrekonstruktion und Meniskusrekonstruktion am Kniegelenk – Was gibt es Neues?  
OUP 2017; 1: 026–030 DOI 10.3238/oup.2016.0026–0030

**Summary:** Even though efficient prevention programs have been developed, ligament and meniscus injuries of the knee are still common. Some peripheral injuries can be treated conservatively. Damage to the central structures (anterior/posterior cruciate ligaments) and menisci often results in relevant instability, causing increased morbidity. Thus, their reconstruction has always been of special surgical interest. Respective surgical strategies evolved consecutively. Some concepts (e.g. synthetic cruciate ligament reconstruction) were close to completely abandoned. Other techniques, having lost interest as primary extra-anatomical stabilization methods for cruciate insufficiency, are currently experiencing a revival as concomitant procedures to cruciate ligament reconstruction (anterolateral ligament or anterolateral complex, posterolateral corner). This is certainly due to increasing scientific analysis of recurring instability and re-ruptures following ligament reconstruction. Easily overlooked meniscus ramp lesions can also be seen in this context. Ligament preservation, especially of the anterior cruciate ligament (ACL), is currently becoming more popular again after having been abandoned due to dissatisfying clinical results. Comprehensive analysis of intra-articular healing and dynamic augmentation devices are of great importance here. Some current concepts are to be discussed in the present paper.

*Keywords:* knee, meniscus, ligament reconstruction, anterolateral ligament, cruciate ligament

## Citation

Hochrein A, Niemeyer P: Ligament and meniscus reconstruction. What is new?  
OUP 2017; 1: 026–030 DOI 10.3238/oup.2016.0026–0030

## Einleitung

Band- und Meniskusverletzungen am Kniegelenk sind weiterhin häufig, auch

nachdem erfolgreiche Präventionsprogramme für den Profi- und Breitensport entwickelt worden sind. Die Behandlungsstrategien haben sich allerdings im

Laufe der Jahre verändert. Die ersten Konzepte operativer Bandrekonstruktionen wurden bereits im 19. Jahrhundert beschrieben. Da nicht-anatomische

<sup>1</sup> OCM – Orthopädische Chirurgie München

Rekonstruktionsverfahren der zentralen Pfeiler [1] nicht den gewünschten Erfolg brachten, wand man sich zunächst wieder peripheren Stabilisierungen zu. Auch diese Techniken waren extra-anatomisch, daher biomechanisch nicht optimal. Unter der Vorstellung, die intakte Anatomie und Biomechanik wiederherzustellen, wuchs das Interesse an der primären Wiederherstellung der Kontinuität der Ligamente im Sinne von Nähten z.B. des vorderen Kreuzbands. Leider zeigten auch diese Nähte nicht die erwarteten Ergebnisse [2]. So arbeitete man zunehmend an anatomischen Rekonstruktionsverfahren, insbesondere der zentralen Pfeiler des Kniegelenks (vorderes und hinteres Kreuzband).

Diese Techniken wurden sukzessive weiterentwickelt, wobei synthetische Bandplastiken weitgehend scheiterten, sodass sich hinzukommende Verfahren am Goldstandard der vorderen und hinteren Kreuzbandplastiken mit autologen Sehnentransplantaten messen müssen.

Die trotz optimierter Rekonstruktionen auftretenden Rest-Instabilitäten, Re-Rupturen [3], unzufriedenen Patienten und Arthroseentwicklungen [4] ließen das Interesse an (möglicherweise übersehenen) Begleitverletzungen und -pathologien wachsen. Hierunter sind vor allem Verletzungen des posterolateralen Kapsel-Band-Apparats in Zusammenhang mit hinteren Kreuzband-Verletzungen [5], des postero-medialen Kapsel-Band-Apparats und der meniskokapsulären Aufhängung insbesondere des Innenmeniskus (sog. Rampenläsionen) [6] sowie des anterolateralen Ligaments bzw. anterolateralen Komplexes (ALL bzw. ALC) in Zusammenhang mit vorderen Kreuzband-Verletzungen [7] zu nennen. Obschon Versorgungswürdigkeit und Versorgungsstrategien hier teilweise heftig diskutiert werden [8, 9, 10], besteht weitgehende Einigkeit darüber, dass höhergradige Meniskuswurzelläsionen und Achsfehlstellungen im Rahmen von Bandrekonstruktionen zu adressieren sind, um die Ergebnisse und Prognose zu sichern.

Da jedoch selbst die beste Band-Plastik keine *restitutio ad integrum* darstellt, wurde parallel weiter an Möglichkeiten der Naht oder Refixation des vorderen Kreuzbands gearbeitet. Unter der Vorstellung, dass intraartikuläre Heilungsprozesse aufgrund des Gelenkmilieus

anders ablaufen als extraartikuläre, kam man zu dem Schluss, das vordere Kreuzband (VKB) brauche eine Leitstruktur und womöglich eine dynamische Protektion, um nach einer Naht heilen zu können. Auf dieser Basis wurden Konzepte zur intraartikulären „Schienung“ (sog. „ligament bracing“) [11] und zur Heilungsunterstützung mittels biologisch augmentierter Scaffolds entwickelt [12].

Im Folgenden werden exemplarisch aktuelle Strategien der Band- und Meniskusrekonstruktion am Kniegelenk vorgestellt. Einige sind momentan Gegenstand intensiver wissenschaftlicher Untersuchung und Diskussion.

### Vorderes Kreuzband

Das vordere Kreuzband (VKB) nimmt einen großen Stellenwert in Bezug auf die Stabilität des Kniegelenks ein und ist daher seit jeher im Fokus orthopädisch-chirurgischen Interesses. In Abhängigkeit vom Beugegrad stabilisiert es das Kniegelenk gegen Rotationsbewegungen, Translationsbewegungen und Valgusstress. Analog dazu sind die Verletzungsmechanismen. Die VKB-Insuffizienz geht mit einer nicht unerheblichen Morbidität einher: Betroffene Patienten beklagen meist Einschränkungen der Sportfähigkeit und im Alltag, die Instabilität kann zu Meniskus- und Knorpelläsionen führen, die im Verlauf in eine Gonarthrose münden können.

Spontanheilungen unter konservativer Therapie mit suffizienter Stabilität sind sehr selten. Daher wird bereits lange an Rekonstruktionstechniken gearbeitet. Nachdem die ersten „anatomischen“ und extra-anatomischen Rekonstruktionstechniken nicht die gewünschten Erfolge brachten, wurde nach Alternativen gesucht. Versuche, das vordere Kreuzband durch primäre Naht zu rekonstruieren, waren ernüchternd [2]. Ebenso verhielt es sich mit synthetischen Implantaten [13]. Unter Berufung auf die bereits seit dem 19. Jahrhundert bekannte Zwei-Bündel Struktur des VKB wurde zunehmend die anatomische Doppelbündel- (DB) Rekonstruktion propagiert. Diese zeigte zwar sehr gute klinische Ergebnisse [14], fand jedoch aufgrund der komplexeren OP- und Revisionstechnik begrenzte Akzeptanz [15]. Hinzu kam, dass in bio-

mechanischen Studien kein eindeutiger Vorteil gegenüber anatomisch platzierten Einzelbündel- (SB) Rekonstruktionen nachgewiesen werden konnte [16]. Parallel wurde die autologe Patellasehne zunehmend von autologen Hamstring-Sehnen (Semitendinosus-/Gracilissehne) als Primärtransplantat abgelöst, da sie bei ähnlichen biomechanischen Eigenschaften eine geringere Transplantat-Entnahme-Morbidität zeigten. Diese fällt zwar bei Allografts komplett weg, aufgrund der sehr eingeschränkten Verfügbarkeit, des Infektionsrisikos und teils zweifelhaften klinischen Ergebnissen ist deren Stellenwert in Europa aber eher gering.

Durch optimierte OP-Verfahren werden aktuell mit anatomischen SB-VKB-Rekonstruktionen gute klinische Ergebnisse mit hoher Patientenzufriedenheit erzielt. Die Therapie wird hierbei zunehmend individualisiert, sodass auch autologe Patellasehnen- und Quadricepssehnenanteile wieder häufiger als primäre Transplantate verwendet werden [17]. Limitierende Faktoren sämtlicher moderner Rekonstruktionstechniken sind jedoch weiterhin die Ruptur-Raten (bis zu 28 % in bestimmten Populationen) [18, 19, 20]. Unter der Vorstellung verbesserten Stellungsempfindens wird daher aktuell der weitgehende Erhalt von noch vorhandenen Bandstrukturen im Sinne von VKB-Augmentationsplastiken propagiert [21, 22]. Im Sinne des kompletten Erhalts des nativen VKB gibt es auch wieder verschiedene Konzepte für primäre Nähte. Es konnte festgestellt werden, dass biologische Faktoren einer spontanen Heilung im Gelenkmilieu im Wege stehen. Daraus schloss man, dass primäre VKB-Nähte einer Leitstruktur bzw. Protektion bedürfen. Mit einem biologisch augmentierten Kollagen-Schwamm Scaffold in Zusammenhang mit einer VKB-Naht im Schweinemodell konnten hervorragende Ergebnisse in Bezug auf Bandstruktur und Knorpelerhalt erzielt werden [12]. Erste Ergebnisse beim Menschen sind vielversprechend. Weniger auf die biologischen Aspekte des Gelenkmilieus als auf die Biomechanik konzentriert sich das Konzept der dynamischen intraligamentären Stabilisierung (DIS). Auszugsnähte des VKB werden hier mit dynamischen Systemen (Ligamys) „geschient“. Kurz- und mittelfristige Ergebnisse sind positiv [11,

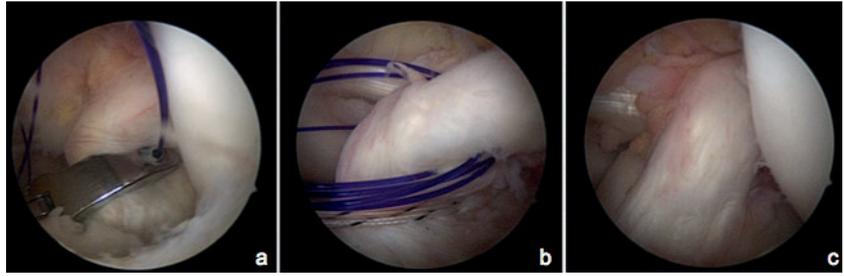


**Abbildung 1** VKB-Augmentation mit autologem Sehnentransplantat bei subtotaler VKB-Ruptur

23, 24]. So besteht zunehmend eine Perspektive für den Erhalt des gerissenen VKB. Limitierend ist jedoch sicherlich, dass die Versorgung relativ akut erfolgen muss (bis ca. 3 Wochen nach Verletzung mit entsprechend erhöhtem Arthrofibrosierisiko) und sich nur bestimmte Rupturformen (Femur-nah, weitgehend erhaltene Stümpfe) für diese Techniken eignen. Langfristige In-vivo-Ergebnisse stehen aus und müssen sich am aktuellen Goldstandard der anatomischen VKB-Rekonstruktion mit autologen Sehnentransplantaten messen (Abb. 1-2).

### Hinteres Kreuzband

Isolierte hintere Kreuzbandrupturen haben gutes Potenzial zur Spontanheilung – allerdings nur, wenn eine adäquate konservative Therapie erfolgt. Diese besteht in einer 6-wöchigen Entlastung unter strecknaher Ruhigstellung in der vorderen Schublade. Im Anschluss sollte mindestens 6 weitere Wochen unter Belastung eine dynamische HKB-Orthese verwendet werden. Nach 3–4 Monaten wird klinisch und mittels gehaltener Röntgenaufnahmen im Seitenvergleich die Stabilität/Instabilität evaluiert. Besondere Aufmerksamkeit sollte hierbei den peripheren Kapselbandstrukturen zukommen, da sie einen nicht unwesentlichen Beitrag zur (Rotations-)Stabilität beitragen [25]. Im Falle einer Indikation zur HKB-Rekonstruktion muss häufig auch das posterolaterale Eck rekonstruiert werden, um postoperative Rest-Instabilitäten zu vermeiden [5, 26]. Die aktuell gängigsten Methoden hierzu sind die Larson-Schlinge und der Popliteus-Bypass. In der Regel ist die Nutzung kontralateraler Hamstring-Sehnen not-



**Abbildung 2** VKB-Naht mittels Ligamys-System. **a)** Fadenarmierung des VKB-Stumpfes, **b)** armierter Stumpf, **c)** OP-Ergebnis nach Fixierung der Auszugsnähte und Einbringen des Systems

wendig (erhöhte Transplantat-Entnahmemorbidität, steriles Abdecken der Gegenseite!). Die Verwendung des Ligamys-Systems ist beim hinteren Kreuzband zwar vielversprechend, aber aktuell noch experimentell.

### Meniskus

Während einst von der weitgehenden Funktionslosigkeit der Menisci ausgegangen und teils sogar deren prophylaktische Resektion propagiert wurde, ist deren Stellenwert heute hinreichend bekannt. Ebenso die (Spät-)Folgen aggressiver Meniskus(teil)entfernungen. So geht der Trend bereits seit längerem zu Meniskuserhalt, -refixation und -rekonstruktion. Zusätzlich zu den klassischen Techniken der Inside-out und Outside-in Meniskusnähte ist mittlerweile eine Fülle an Geräten und Implantaten auf dem Markt, die eine All-inside Refixation der Menisci ermöglichen [27, 28]. Für Fälle, bei denen dennoch eine weitreichende Meniskusentfernung unumgänglich ist, sind Meniskus-Implantate aus Polyurethan oder Kollagen verfügbar, die arthroskopisch gestützt in den Rest-Meniskus integriert werden können [29, 30]. Hier stehen allerdings langfristige Ergebnisse und prospektiv randomisierte Analysen aus. Analog zum VKB haben Meniskusallotrafts zur Transplantation in Deutschland einen eher geringen Stellenwert.

Zunehmend im Fokus der Diagnostik und Therapie sind Meniskuswurzelläsionen, da sie in ausgeprägter Form eine funktionelle Meniskektomie darstellen können. Techniken zur Wurzelrefixation mit Auszugsnähten oder Fadenankern sind beschrieben worden [31,

32]. Die Beachtung und Adressierung möglicher Begleitpathologien, insbesondere Achsabweichungen, ist in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung.

Als häufig übersehene Begleitpathologie [33] von VKB-Rupturen gilt den sogenannten Innenmeniskus-Rampen-Läsionen mehr und mehr Aufmerksamkeit. Hierunter versteht man kapselnahe Verletzungen des Innenmeniskushinterhorns, die nur mittels arthroskopischem Blick durch die Notch oder über einen posteromedialen Zugang visualisiert werden können, bisweilen eine schlechte Spontanheilungstendenz zeigen und für eine persistierende Rotationsinstabilität nach VKB-Plastik verantwortlich sein können. Je nach Rupturform und Ausdehnung wird hier eine Naht über ein posteromediales Portal empfohlen [34] (Abb. 3).

### Periphere Instabilitäten

Für Schlagzeilen selbst außerhalb medizinischer Fachzeitschriften sorgte 2013 die „Entdeckung einer neuen Bandstruktur“ am Kniegelenk. Schnell wurde das anterolaterale Ligament (ALL) bzw. das Unterlassen seiner Rekonstruktion als mögliche Ursache für persistierende Rotationsinstabilitäten nach VKB-Rekonstruktionen identifiziert. Dies führte zu einem regelrechten Revival der peripheren Rekonstruktionsverfahren. Die tatsächliche Rolle des ALL in der passiven Rotationsstabilisierung des Kniegelenks ist aufgrund der widersprüchlichen Ergebnisse biomechanischer Studien weiter umstritten. Kollektive, in denen eine VKB-Plastik mit einer anatomischen ALL-Rekonstruktion (auto-



**Abbildung 3** Rampenläsion des Innenmeniskus

loges Sehnenstransplantat) kombiniert wurde, zeigen eine reduzierte Re-Ruptur-Rate im Vergleich zur alleinigen VKB-Rekonstruktion [35, 36]. Demgegenüber wird auch ein Overconstraint bei anatomischer ALL-Rekonstruktion beschrieben [8], welches ein erhöhtes Arthroserisiko mit sich führen könnte. Aufgrund der aktuell relativ kurzen Follow-ups bleibt diese Frage aktuell offen. Ebenso wenig konnte bislang geklärt werden, welche Patienten tatsächlich von einer ALL-Rekonstruktion profitieren und ob eine anatomische Rekonstruktion mit freiem Sehnenstransplantat den extra-anatomischen Verfahren (z.B. Lemaire) überlegen ist.

Im Gegensatz dazu ist die bereits erwähnte Rekonstruktion des posterolateralen Ecks in Zusammenhang mit HKB-Plastiken deutlich weniger umstritten [25, 26]. Ähnlich verhält es sich mit Verletzungen des medialen Kapselbandapparats, die häufig in Kombination mit VKB-Rupturen auftreten. Das posteriore oblique Ligament (POL)

und das lange Innenband zeigen zwar eine gute Spontanheilungstendenz, sollten jedoch in Fällen relevanter verbliebener Instabilität operativ adressiert werden [37, 38].

### Zusammenfassung

Für VKB-Rupturen ist die Ersatzplastik mit freien autologen Sehnenstransplantaten weiterhin der Goldstandard. Am häufigsten verwendete Grafts sind die autologe Semitendinosus-/Gracilissehne, Patellasehne und Quadricepssehne. Der Trend geht hier zur individualisierten Therapie mit Transplantatwahl in Abhängigkeit von Ansprüchen und Vorlieben des Patienten. Unabhängig davon sollte jedoch eine Operationstechnik gewählt werden, mit der der Operateur gut vertraut ist. Eine anatomische Platzierung der Bohrkanäle ist schlüsselfähig [39]. Die insgesamt häufig auftretenden Begleitverletzungen peripherer Strukturen [40] erhalten aktuell zunehmende Aufmerksamkeit, sodass der mediale Kapsel-Band-Apparat regelhaft mit rekonstruiert wird. Welche Patienten von einer ALL-Rekonstruktion profitieren, ist jedoch weiterhin umstritten, die Tendenz geht zur entsprechenden Versorgung bei höhergradigem Pivot-Shift. Die VKB-Naht mit dynamischer Augmentation im Sinne eines „ligament bracing“ (z.B. Ligamys) stellt eine hochwertige Alternative zum VKB-Ersatz dar, ist jedoch nur in bestimmten Fällen möglich (frische femorale Ruptur mit gut erhaltenem tibialen VKB-Stumpf). Das hintere Kreuzband kann unter adäquater konservativer Therapie heilen.

Die operative Rekonstruktion mit autologem Sehnenstransplantat (Semitendinosus/Gracilis) ist mittlerweile gut etabliert. Wichtig ist das Adressieren begleitender peripherer Instabilitäten (posterolaterales Eck). Eine Kombination mit Achs-/Slope-Korrekturen kann indiziert sein. Die Verwendung des Ligamys-Systems ist hier noch experimentell.

Es sollte stets soviel Meniskus wie möglich erhalten, Wurzelläsionen ggf. refixiert werden. Die Analyse von Achsabweichungen ist in diesem Zusammenhang sehr wichtig. Kann der Meniskus nicht rekonstruiert werden, sollte die Verwendung von Implantaten (Kollagen, Polyurethan) oder Allografts erwogen werden. Da sogenannte Rampen-Läsionen des Innenmeniskushinterhorns mitunter für bleibende Rotationsinstabilitäten verantwortlich sein können, empfiehlt sich im Rahmen der VKB-Rekonstruktion ein arthroskopischer Blick durch die Notch, im Zweifel sogar über einen posteromedialen Zugang. So kann eine entsprechende Läsion ausgeschlossen bzw. dargestellt und therapiert werden.

Kniegelenkinstabilitäten sind multifaktorielle Verletzungen, die in vielen Fällen einer multifaktoriellen Therapie bedürfen. OUP

**Interessenkonflikt:** Keine angegeben

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Philipp Niemeyer  
OCM – Orthopädische  
Chirurgie München  
Steinerstraße 6  
81369 München  
philipp.niemeyer@ocm-muenchen.de

### Literatur

1. Thompson SK, Calver R, Monk CJ: Anterior cruciate ligament repair for rotatory instability: the Lindemann dynamic muscle-transfer procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 1978; 60: 917–20
2. Feagin JA Jr, Curl WW: Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 1976; 4: 95–100
3. Barber FA, Cowden CH 3rd, Sanders EJ: Revision rates after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allograft or autograft in a population 25 years old and younger. *Arthroscopy.* 2014; 30: 483–91
4. Ajuied A, Wong F, Smith C et al.: Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 2242–52
5. Fanelli GC, Edson CJ: Surgical treatment of combined PCL-ACL medial and lateral side injuries (global laxity): surgical technique and 2- to 18-year results. *J Knee Surg.* 2012; 25: 307–16
6. Chahla J, Dean CS, Moatshe G et al.: Meniscal Ramp Lesions: Anatomy, Incidence, Diagnosis, and Treatment. *Orthop J Sports Med.* 2016; 4: 2325967116657815
7. Musahl V, Rahnama-Azar AA, Costello J et al.: The Influence of Meniscal and Anterolateral Capsular Injury on Knee Laxity in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med.* 2016 Aug 9. pii: 0363546516659649. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 27507843.
8. Schon JM, Moatshe G, Brady AW et al.: Anatomic Anterolateral Ligament Reconstruction of the Knee Leads to Overconstraint at Any Fixation Angle. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 2546–2556
9. Kittl C, El-Daou H, Athwal KK et al.: The Role of the Anterolateral Structures and the ACL in Controlling Laxity

- of the Intact and ACL-Deficient Knee. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 345–54
10. Song GY, Hong L, Zhang H, Zhang J, Li Y, Feng H: Clinical Outcomes of Combined Lateral Extra-articular Tenodesis and Intra-articular Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Addressing High-Grade Pivot-Shift Phenomenon. *Arthroscopy.* 2016; 32: 898–905
  11. Kohl S, Evangelopoulos DS, Schär MO, Bieri K, Müller T, Ahmad SS: Dynamic intraligamentary stabilisation: initial experience with treatment of acute ACL ruptures. *Bone Joint J.* 2016; 98-B: 793–8
  12. Proffen BL, Perrone GS, Roberts G, Murray MM: Bridge-enhanced ACL repair: A review of the science and the pathway through FDA investigational device approval. *Ann Biomed Eng.* 2015; 43: 805–18
  13. Iliadis DP, Bourlos DN, Mastrokalos DS, Chronopoulos E, Babis GC: LARS Artificial Ligament Versus ABC Purely Polyester Ligament for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2016; 4: 2325967116653359.
  14. Mascarenhas R, Cvetanovich GL, Sayegh ET et al.: Does Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Improve Postoperative Knee Stability Compared With Single-Bundle Techniques? A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses. *Arthroscopy.* 2015; 31: 1185–96
  15. Hofbauer M, Murawski CD, Muller B, van Eck CF, Fu FH: Revision surgery after primary double-bundle ACL reconstruction: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.* 2014; 96: e30
  16. Herbort M, Domnick C, Raschke MJ et al.: Comparison of Knee Kinematics After Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction via the Medial Portal Technique With a Central Femoral Tunnel and an Eccentric Femoral Tunnel and After Anatomic Double-Bundle Reconstruction: A Human Cadaveric Study. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 126–32
  17. Rahr-Wagner L, Thillemann TM, Pedersen AB, Lind M. Comparison of hamstring tendon and patellar tendon grafts in anterior cruciate ligament reconstruction in a nationwide population-based cohort study: results from the Danish registry of knee ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 278–84
  18. Morgan MD, Salmon LJ, Waller A, Roe JP, Pinczewski LA: Fifteen-Year Survival of Endoscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Patients Aged 18 Years and Younger. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 384–92
  19. Kamath GV, Murphy T, Creighton RA, Viradia N, Taft TN, Spang JT: Anterior Cruciate Ligament Injury, Return to Play, and Reinjury in the Elite Collegiate Athlete: Analysis of an NCAA Division I Cohort. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 1638–43
  20. Tsoukas D, Fotopoulos V, Basdekis G, Makridis KG: No difference in osteoarthritis after surgical and non-surgical treatment of ACL-injured knees after 10 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24: 2953–9
  21. Tie K, Chen L, Hu D, Wang H: The difference in clinical outcome of single-bundle anterior cruciate ligament reconstructions with and without remnant preservation: A meta-analysis. *Knee.* 2016; 23: 566–74
  22. Takahashi T, Kondo E, Yasuda K et al.: Effects of Remnant Tissue Preservation on the Tendon Graft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Biomechanical and Histological Study. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 1708–16
  23. Büchler L, Regli D, Evangelopoulos DS et al.: Functional recovery following primary ACL repair with dynamic intraligamentary stabilization. *Knee.* 2016; 23: 549–53
  24. Eggli S, Röder C, Perler G, Henle P: Five year results of the first ten ACL patients treated with dynamic intraligamentary stabilisation. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016; 17: 105
  25. Thauinat M, Pioger C, Chatellard R, Conteduca J, Khaleel A, Sonnery-Cottet B: The arcuate ligament revisited: role of the posterolateral structures in providing static stability in the knee joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22: 2121–7
  26. Kim SJ, Lee SK, Kim SH, Kim SH, Jung M: Clinical outcomes for reconstruction of the posterolateral corner and posterior cruciate ligament in injuries with mild grade 2 or less posterior translation: comparison with isolated posterolateral corner reconstruction. *Am J Sports Med.* 2013; 41: 1613–20
  27. Fillingham YA, Riboh JC, Erickson BJ, Bach BR Jr, Yanke AB: Inside-Out Versus All-Inside Repair of Isolated Meniscal Tears: An Updated Systematic Review. *Am J Sports Med.* 2016 Mar 17. pii: 0363546516632504
  28. Moulton SG, Bhatia S, Civitarese DM, Frank RM, Dean CS, LaPrade RF: Surgical Techniques and Outcomes of Repairing Meniscal Radial Tears: A Systematic Review. *Arthroscopy.* 2016; 32: 1919–25
  29. Dhollander A, Verdonk P, Verdonk R: Treatment of Painful, Irreparable Partial Meniscal Defects With a Polyurethane Scaffold: Midterm Clinical Outcomes and Survival Analysis. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 2615–2621
  30. Warth RJ, Rodkey WG: Resorbable collagen scaffolds for the treatment of meniscus defects: a systematic review. *Arthroscopy.* 2015; 31: 927–41
  31. Petersen W, Forkel P, Feucht MJ, Zantop T, Imhoff AB, Brucker PU: Posterior root tear of the medial and lateral meniscus. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014; 134: 237–55
  32. Rosslenbroich SB, Borgmann J, Herbort M, Raschke MJ, Petersen W, Zantop T: Root tear of the meniscus: biomechanical evaluation of an arthroscopic refixation technique. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013; 133: 111–5
  33. Sonnery-Cottet B, Conteduca J, Thauinat M, Gunepin FX, Seil R: Hidden lesions of the posterior horn of the medial meniscus: a systematic arthroscopic exploration of the concealed portion of the knee. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 921–6
  34. Thauinat M, Jan N, Fayard JM et al.: Repair of Meniscal Ramp Lesions Through a Posteromedial Portal During Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Outcome Study With a Minimum 2-Year Follow-up. *Arthroscopy.* 2016; May 13.
  35. Ferretti A, Monaco E, Ponzio A et al.: Combined Intra-articular and Extra-articular Reconstruction in Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee: 25 Years Later. *Arthroscopy.* 2016; 32: 2039–2047
  36. Sonnery-Cottet B, Thauinat M, Freychet B, Pupim BH, Murphy CG, Claes S: Outcome of a Combined Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament Reconstruction Technique With a Minimum 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med.* 2015; 43: 1598–605
  37. Canata GL, Chieffo A, Leoni T: Surgical technique: does mini-invasive medial collateral ligament and posterior oblique ligament repair restore knee stability in combined chronic medial and ACL injuries? *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470: 791–7
  38. Koga H, Muneta T, Yagishita K, Ju YJ, Sekiya I: Surgical management of grade 3 medial knee injuries combined with cruciate ligament injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20: 88–94
  39. Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD et al.: Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2011; 39: 743–52
  40. Majewski M, Susanne H, Klaus S: Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee.* 2006; 13: 184–8, Epub 2006 Apr 17