

Bänder-, Knorpel- und Meniskusrisse

Déchirures des ligaments, des cartilages et des ménisques

Sportverletzungen am Knie – Diagnostik und Therapie

Les traumatismes sportifs du genou – diagnostic et traitement

Richard Glaab, Aarau

- Bei der Abklärung von Knieverletzungen ist nach der klinischen Untersuchung das konventionelle Röntgen in zwei Ebenen der nächste Schritt. Ziel ist die Erfassung von allfälligen ossären Läsionen.
 - Indikationen für ein MRI sind der Hämarthros (akuter Erguss nach einem Trauma), klinische und subjektive Instabilitäten sowie Gelenkblockaden. Ein MRI sollte dann möglichst rasch durchgeführt werden.
 - Lange nicht jede Knieverletzung braucht eine chirurgische Versorgung. Eine konservative Therapie sollte unter weiteren Kontrollen und meist auch physiotherapeutischer Behandlung erfolgen.
 - Das Ziel eines jeden rekonstruktiven Knieeingriffs ist ein stabiles, schmerzfreies Knie.
 - Regelmässige Bewegung und Normalgewicht sind mittelfristig die wichtigsten prognostischen Faktoren, um nach einer Knieverletzung die Entwicklung einer Gonarthrose zu bremsen.
- *Lors de l'évaluation des traumatismes du genou, la radiographie à deux incidences est l'étape suivante après l'examen clinique. L'objectif est de détecter toutes les éventuelles lésions osseuses.*
 - *Les indications pour une IRM sont l'hémarthrose (épanchement aigu après un traumatisme), les instabilités cliniques et subjectives ainsi que les blocages articulaires. Une IRM doit être ensuite pratiquée le plus rapidement possible.*
 - *Les blessures au genou n'ont le plus souvent pas besoin d'une intervention chirurgicale. Un traitement conservateur doit être mis en place avec des contrôles supplémentaires et le plus souvent assorti d'une physiothérapie.*
 - *L'objectif d'une intervention reconstructrice du genou est un genou stable et indolore.*
 - *Un exercice régulier et un poids normal sont les facteurs pronostiques les plus importants à moyen terme, pour ralentir le développement d'une gonarthrose après un traumatisme du genou.*

■ Akute Verletzungen des Kniegelenks gehören zu den häufigsten Krankheitsbildern im sporttraumatologischen Alltag. Nicht immer ist es leicht, initial eine korrekte und vollständige Diagnose zu stellen. Die Patienten sind typischerweise körperlich aktiv und stehen mitten im Berufsleben. Ein möglicher Arbeitsausfall und eine lange Sportpause stossen daher auf wenig Akzeptanz. Ziel sollte daher eine rasche und schlanke Diagnostik sein, um den Patienten einer effektiven Therapie zuzuführen.

In den letzten Jahren haben sich das Verständnis für einige Verletzungen und damit auch die Therapieoptionen verändert. Zusätzlich drängen neue Methoden auf den Markt und einige kritische Literatur wurde publiziert. Ziel dieses Artikels soll es sein, dem Praktiker Hilfestellungen bei der Abklärung von akuten Knieverletzungen zu geben und therapeutische Optionen kritisch zu beurteilen – um die Sicherheit bei der Beurteilung und Einleitung einer Therapie bei akuten Knieverletzungen zu erhöhen.

Anamnese

Wie immer beginnt alles mit der Anamnese. Der Unfallmechanismus gibt wichtige Hinweise auf das Verletzungsmuster. Die meisten vorderen Kreuzbandverletzungen geschehen ohne Gegnerkontakt bei und beinhalten fast immer eine Rotationskomponente. Meist erleben die Patienten eine akute Instabilität und nehmen den Riss auch akustisch wahr. Häufig wer-



Abb. 1: Zurückfallen des Unterschenkels bei Ruptur des hinteren Kreuzbands

Abbildungen: R. Glaab



Abb. 2: Liphämarthros (Spiegelbildung im oberen Recessus) bei Tibiaplateaufraktur

den persistierende Instabilitäten insbesondere beim Gehen treppab beschrieben. Verletzungen des hinteren Kreuzbands wiederum geschehen entweder durch direkte Kraft auf den Schienbeinkopf bei flektiertem Knie oder durch Hyperextension. Isolierte Bandverletzungen bereiten initial oft nur wenig Beschwerden, aber über wenige Stunden entwickelt sich das Leitsymptom eines Hämarthros. Akute persistierende oder wiederkehrende Einschränkungen der Beweglichkeit sind Hinweise auf eine instabile Meniskus- (Korbhakenriss) oder Knorpelverletzung. Allfällige Voroperationen ergänzen die Anamnese und geben wichtige Hinweise.

Klinische Untersuchung

Bereits beim Betreten des Sprechzimmers lässt sich das Gangbild des Patienten beurteilen, insbesondere die eingeschränkte Extension ist dabei auffällig. Die Untersuchung sollte immer am unbekleideten Bein und im Seitenvergleich erfolgen. Ein akuter Erguss durch das Leitsymptom Hämarthros ist meist schon gut durch die verstrichenen Gelenkskonturen sichtbar. Eine Verletzung der Kreuzbänder ist akut häufig nicht leicht zu erkennen. Wichtig ist, dass der muskuläre Tonus des Patienten nicht mit der Untersuchung konkurriert. Der Patient ist stabil und entspannt zu lagern

und es empfiehlt sich, ihn abzulenken. Schubladentests und Pivot-Test sind im akuten Zustand schlecht zu prüfen. Für das vordere Kreuzband empfiehlt sich der Lachmann-Test, den man auch aktiv durch Quadricepsanspannung durchführen lassen kann. Bei einer Ruptur des hinteren Kreuzbands zeigt sich – neben typischen prätibialen Prellmarken – bei unterlagertem Oberschenkel ein durch die Schwerkraft bedingtes Zurückfallen des Schienbeinkopfs, das man bei akuten Verletzungen auch im Seitenvergleich finden kann (**Abb. 1**).

Meniskusverletzungen werden im akuten Fall meist durch eine Druckdolenz über den Gelenkspalten apparent und sind somit von Verletzungen der Seitenbänder zu differenzieren, die meist über den ossären Ansätzen schmerzen. Klassische Meniskustests wie Steinmann und Payr sind akut ebenfalls schwierig zu differenzieren. Als Alternative bietet sich, wenn der Patient belasten kann, der Thessaly-Test an: Der Patient steht dabei auf der verletzten Extremität bei leichter Flexion und wird durch den Untersucher rotiert.

Die Seitenbänder sind im Seitenvergleich, in voller Extension und bei 20–30° Flexion zu testen. Erstgradige Verletzungen sind dabei nur schmerzhaft, zweitgradige Verletzungen sind in Flexion vermehrt aufklappbar, drittgradige auch in voller Extension – dabei ist meist der Zentralpfeiler mitbetroffen und das Knie rotationsinstabil. Bandverletzungen können klinisch quantifiziert werden in + (bis 5 mm), ++ (5–10 mm) und +++ (mehr als 10 mm). Nach Patella-luxationen imponieren akut klinisch die Druckdolenz über dem medialen Retinakulum mit Apprehension und die Druckdolenz über dem lateralen Femurkondyl [1].

Weitere Abklärungen

Als Bildgebung ist das konventionelle Röntgen in zwei Ebenen der nächste Schritt. Ziel ist dabei die Erfassung von allfälligen ossären Läsionen. Ein Liphämarthros, der sich als Spiegel in den seitlichen Aufnahmen zeigt, ist ein indirekter Hinweis auf eine wesentliche ossäre Verletzung und sollte mittels CT weiter abgeklärt werden (**Abb. 2**). Ossäre Avulsion des vorderen und hinteren Kreuzbandes und ossäre Kapselausrisse wie die Segond-Fraktur sind ebenfalls wichtige Hinweise (**Abb. 3**).



Abb. 3: **A)** Segond-Fraktur bei Ruptur des vorderen Kreuzbands, **B)** ossärer Ausriss des vorderen Kreuzbands, **C)** ossärer Ausriss des hinteren Kreuzbands

Als Goldstandard zur Abklärung von Kniebinnenläsionen gilt das MRI. Primäre Indikationen sind der Hämarthros (akuter Erguss nach einem Trauma), klinische und subjektive Instabilitäten und Gelenksblockaden. Ein Kontrastmittel ist nicht notwendig. Wir empfehlen, bei klinischem Verdacht diese Untersuchung rasch durchzuführen, da bei entsprechenden klinischen Hinweisen in bis zu 100% ein entsprechendes Korrelat im MRI darzustellen ist. Häufig bestehen zusätzlich Begleitverletzungen, die ein zeitnahes rekonstruktives Vorgehen erfordern [2].

Primärbehandlung

Bewährt hat sich das PECH-Schema: Pause, Eis (Kühlen), Compression (z.B. Voltarenverband), Hochlagern. Gehstöcke sind hilfreicher als eine Bandage, um die Gehfähigkeit wieder herzustellen. Orthesen sind nur bei höhergradigen Instabilitäten sinnvoll. Eine lange Ruhigstellung ist zu vermeiden. Auch ohne konkrete Diagnose sind physiotherapeutische Massnahmen zur Entstauung, Ergussreduktion und Erhaltung des Bewegungsumfanges sinnvoll. Das erreicht man mit viel Bewegung und wenig Belastung. Sollte ein Belastung nicht möglich sein, ist die Thrombembolieprophylaxe mit einem niedermolekularen Heparin angezeigt. Zur Schmerztherapie werden üblicherweise NSAR verwendet.

Lange nicht jede Knieverletzung braucht eine chirurgische Versorgung. Eine konservative Therapie sollte aber unter weiteren Kontrollen und meist auch physiotherapeutischer Beübung erfolgen.

Verletzungen des vorderen Kreuzbands

Bei akuten Knieverletzungen mit Hämarthros ist in über zwei Drittel das vordere Kreuzband (VKB) mitbetroffen (je nach Kollektiv). Die konservative Behandlung ist bei sogenannten Adaptern und Copern möglich: Ein Teil der erfolgreich konservativ Therapierten vermeidet erfolgreich entsprechende Belastung durch eine Anpassung des Lebensstils (Adapter) und ein geringer Teil kommt auch wieder auf eine gute Funktion mit ähnlichen Belastungen (Coper). Leider gibt es keine sicheren Prädiktoren für eine erfolgreiche konservative Therapie. Gute Indikationen für einen konservativen Therapieversuch sind isolierte Kreuzbandverletzungen bei wenig anspruchsvollen Verletzten.

Schlechtere Karten haben Patienten mit kombinierten Verletzungen und hohem Anspruch, insbesondere Kinder. Gerade rekonstruierbare Meniskusverletzungen sollten früh angegangen werden und brauchen zum Verheilen ein bandstabiles Knie. Rotationsinstabile Knie, d.h. mit höhergradigen Seitenbandinstabilitäten, heilen unter konservativer Therapie ebenfalls häufig nicht ausreichend und sollten innert der ersten 14 Tage operiert werden.

Die wieder propagierten Kreuzbandnähte (Ligamys, Internal Brace) werden aktuell aufgrund der unzureichenden Literatur in der Schweiz von den Versicherern nicht bezahlt. Insbesondere das dynamische Ligamys-System zeigt bisher aber vielversprechende Ergebnisse. Die Operation muss dann so früh wie möglich, sicher innert der ersten 14 Tage durchgeführt

werden. Das Standardverfahren ist aktuell die arthroskopisch gestützte, einbündelige Ersatzplastik in anatomischer Technik mittels Semitendinosussehne [3]. Wir legen hohen Wert darauf, möglichst viel originäres Gewebe zu erhalten, weil dies hilft, die Rupturrate zu senken [4].

Die Nachbehandlung (nach konservativer oder operativer Versorgung) erfolgt an Gehstöcken bis zum sicheren Gangbild. Dafür ist eine gute Kontrolle des Quadriceps nötig und entsprechend zu trainieren. Eine Entlastung oder Schienenbehandlung ist nicht notwendig. Bezüglich Nachbehandlung besteht kein Konsens – empfohlen wird, diese stufenweise durchzuführen bis zur Rückkehr in die sportliche Belastung. Sobald der Bewegungsumfang es zulässt, kann mit einem Ergometertraining/Velo, Crawl- oder Rückenschwimmen angefangen werden. Lauftraining ist möglich, sobald das Knie ergussfrei ist. Das Ausüben von kniebelastenden Sportarten (mit Schlägern, Bällen, Boards und Gegnern) wird frühestens nach sechs Monaten bei reizlosem, stabilem Knie und erfolgreicher Funktionstestung freigegeben. Die meisten Hobbysportler brauchen aber eher neun Monate bis sie physiologisch soweit sind, psychologisch bestehen häufig noch länger Blockaden.

Verletzungen des hinteren Kreuzbands

Verletzungen des hinteren Kreuzbands (HKB), welches das stabilste Band im Knie ist, kommen seltener vor und werden leicht übersehen. Häufig ist die Anamnese typisch mit einem Sturz auf das gebeugte Knie oder einer Hyperextension. Der klinische Befund ist meist viel diskreter und auch das MRI kann täuschen. Klinisch sieht man häufig eine Prellmarke über der Tuberositas tibiae oder ein Hämatom in der Kniekehle. Im Seitenvergleich ist sichtbar, dass bei gebeugtem Knie die Tibia etwas nach hinten sackt resp. die a.p.-Translation ist im Seitenvergleich vermehrt, wobei es schwierig sein kann, zwischen vorderer und hinterer Schublade zu unterscheiden. Typische Begleitverletzungen sind Verletzungen der posterolateralen Ecke, nach ihnen ist zu suchen. Beweisend für HKB-Verletzungen sind Funktionsaufnahmen unter Stress im Seitenvergleich (Telos). Die konservative Therapie von frischen (>14 Tage), isolierten HKB-Verletzungen ist wegen des ausgeprägten synovialen Überzugs meist erfolgreich, braucht aber eine sehr gute Compliance und einen erfahrenen Physiotherapeuten. Ziel ist, die posteriore Translation durch die Schwerkraft aufzuheben und Hamstringsaktivitäten zu vermeiden. Dies wird durch spezielle Schienen (PTS Brace, Fa. Medi) oder dynamisch durch spezielle Orthesen (PCL Jack Brace, Fa. Albrecht; Rebound PCL, Fa. Össur) erreicht (**Abb. 4**). Diese sind für drei Monate konsequent zu tragen, meist initial für sechs Wochen statisch. Die physiotherapeutische Beübung erfolgt initial strikt in Bauchlage. Wichtig ist, wie bei jeder Knieverletzung, eine sehr gute Quadricepskontrolle, die von Anfang an zumindest isometrisch trainiert werden sollte. Sobald die volle Kontrolle über den Streckapparat besteht, darf auch zunehmend belastet werden.

Persistierende symptomatische Instabilitäten und auch kombinierte Verletzungen (Meniskus, posterola-

terales Eck) sollten operativ versorgt werden, heute zumeist in Form einer Ersatzplastik mittels autologer Hamstringtransplantate. Die Nachbehandlung erfolgt vorsichtig analog zur konservativen Therapie. Leider sind die Ergebnisse enttäuschender als nach VKB-Ersatzplastiken, da die Transplantate häufig auslockern [5].

Verletzungen der Seitenbänder

Isolierte Seitenbandverletzungen sind selten. Geringgradige Verletzungen können konservativ funktionell therapiert werden. Prinzipiell heilen laterale Seitenbandverletzungen schlechter als mediale und insbesondere Avulsionsverletzungen bieten sich zur operativen Versorgung an. Verletzungen vom Grad II (im Seitenvergleich in 20–30° Flexion vermehrt aufklappbar) sollten mittels MRI abgeklärt werden, können aber meist mit einer Softorthese für sechs Wochen und Physiotherapie austherapiert werden. Bei Grad III-Verletzungen ist eine Operationsindikation zu evaluieren; allenfalls können diese Verletzungen auch in einer Hartraahmenorthese ausbehandelt werden, zumindest mediale Verletzungen ohne Avulsion oder Stener-Läsion (umgeschlagener Stumpf). In der Akutphase sind häufig Refixationen möglich, während Sekundäreingriffe im Allgemeinen eine Rekonstruktion mit einem Sehnentransplantat erforderlich machen. Die Nachbehandlung erfolgt zum Schutz der Transplantate mittels Orthese für sechs Wochen unter Teilbelastung an Gehstöcken.

Meniskusverletzungen

Die Therapie der Meniskusläsionen stand in den letzten Jahren im Fokus der Kritik [6]. Es besteht aber Einigkeit, dass ein akut verletzter Meniskus erhalten werden sollte, um das Auftreten einer Arthrose zu verzögern. Meniskusverletzungen treten häufig in Kombination mit Kreuzbandverletzungen auf. Die besten Ergebnisse sind beim jungen Patienten mit akut versorgter Meniskusläsion zu erwarten. Die Naht von Meniskusverletzungen erfolgt heute arthroskopisch und häufig mit speziellen Nahtsystemen. Da Menisken aus bradytrophem Gewebe bestehen, ist eine sichere Heilung nicht selbstverständlich. Verschiedene operativ-technische Ansätze (z.B. Mikrofrakturierung) helfen, die biologischen Voraussetzungen zur Heilung etwas zu optimieren. Der Ersatz von Menisken mittels Allograft bzw. der Teilersatz mittels artifiziellen Menisken ist momentan nicht genug erforscht, um breit angewendet zu werden. Ein Meniskusersatz kann aber bei chronischen Beschwerden erfolgreich sein.

Die Nachbehandlung ist abhängig von Rissform, Lokalisation und Nahttechnik. Meist erfolgen eine Teilbelastung und eine gewisse Einschränkung des Bewegungsumfanges. Stresskräfte auf die Naht sollten unbedingt vermieden werden, wir verbieten daher die belastete Flexion (tiefe Hocke) für drei Monate. Die konservative Behandlung – die sich bei degenerativen Schäden als initiale Therapie anbietet – beinhaltet Bewegung (Physiotherapie), Analgesie mittels NSAR und allenfalls Nahrungsergänzung mit Chondroitin und Glucosamin. Wie in Studien gezeigt wurde, ist der konservative Ansatz nicht immer erfolgreich, gerade



Abb. 4: **A)** PTS-Schiene (posterior tibial support), Fa. Medi; **B)** Rebound PCL – dynamische HKB-Schiene, Fa. ÖSSUR

Abbildungen: Firmen

Patienten mit Blockadebeschwerden und nächtlichen Einklemmungen profitieren häufig von einem operativen Vorgehen. Einen positiven Einfluss auf die per definitionem fortschreitende Arthrose kann man davon aber nicht erwarten.

Knorpelverletzungen

Akute Knorpelverletzungen sehen wir am häufigsten nach Patellaluxationen und Kreuzbandrissen. Rein knorpelige Verletzungen sind nur im MRI zu entdecken. Liegen die Verletzungen in der Belastungszone, empfiehlt es sich, den Knorpel zeitnah zu refixieren, da mit knorpelstimulierenden Massnahmen und auch mit Knorpeltransplantationen kein qualitativ gleichwertiges Gewebe entsteht. Die Refixation erfolgt je nach Lokalisation meist über eine kleine Arthrotomie. Die Nachbehandlung ist abhängig von der Lokalisation und besteht meist aus einem stufenweisen Aufbau des Bewegungsumfanges unter Teilbelastung für sechs Wochen [7]. Ergänzend dazu ist eine Supplementierung mit Chondroitin und Glucosamin möglich.

Patellaluxation

Besonders Adoleszente erleiden diese Verletzung bei unkontrollierter Drehbewegung und fast vollständig extendiertem Bein, meist ohne Gegnerkontakt. Oft erfolgt die Reposition spontan, sonst reicht oft das Strecken des Kniegelenkes zur Reposition. Luxationen der Kniescheibe werden durch spezielle anatomische Bedingungen begünstigt. Meist ist das Widerlager zur Patella am lateralen Femurkondyl durch eine Hypoplasie des medialen Kondylus nur wenig ausgeprägt (Trochleadysplasie). Weitere prädisponierende Faktoren sind ein relativer Hochstand der Patella sowie Achsen- oder Rotationsabweichungen. Neuromuskuläre Defizite begünstigen mit einer Instabilität der Beinachsen das Ausweichen in den funktionellen Valgus und damit die Luxationsneigung.

Zur Abklärung erforderlich sind bei der Erstluxation möglichst perfekte Knieaufnahmen seitlich, ap und Patella tangential. Zum Ausschluss einer doch häufigen Knorpelläsion an der medialen Patella-facetten oder dem lateralen Femurkondyl sollte ein MRI durchgeführt werden. Bei losen Knorpelanteilen ist eine Primäroperation zur Knorpelrefixation

indiziert. Eine erstmalige Luxation ohne Knorpel-läsion kann konservativ behandelt werden. Es empfiehlt sich, bis zum Erlangen der Gangsicherheit und einer guten Quadricepskontrolle Gehstöcke zu benutzen. Der Effekt von Bandagen ist nicht erwiesen, wird von den Patienten aber häufig als angenehm empfunden; alternativ bietet sich ein Taping an. Ein physiotherapeutisches Training zur Stabilisierung der Beinachsen und zur Vermeidung des funktionelles Valgus ist häufig ausreichend, rein muskulär ist die Patella allerdings nicht zu stabilisieren. Abhängig von der Ausprägung der anatomischen Begleitumstände und des Anspruchs des Patienten sind Reluxationen leider nicht selten [8].

Ein neueres operativ-rekonstruktives Verfahren ist die weichteilige Rekonstruktion des wichtigsten strecknahen, statischen Stabilisators des medialen patellofemorales Ligaments. Allenfalls ergänzend dazu sind gegebenenfalls knöcherne Massnahmen wie eine Trochleaplastik, Tuberositas-Distalisierung oder Osteotomien nötig. Massnahmen wie das laterale Release (erhöht die Instabilität) oder die Tuberositas-Medialisierung (erhöht den Druck im Patellofemoralgelenk) verlieren an Stellenwert [9].

Prognose

Die meisten Knieverletzungen führen zu einer unterschiedlich ausgeprägten Affektion des Gelenkknorpels und erhöhen damit das Risiko für eine Gonarthrose. Die Entstehung der Arthrose wird durch das initiale Trauma getriggert [10]. Ein rekonstruktiver Eingriff am Knie kann die Anatomie wiederherstellen und damit Sekundärschäden vorbeugen, die den Weg in die Arthrose beschleunigen. Ein stabiles, schmerzfreies Knie ist das Ziel eines jeden rekonstruktiven Knieeingriffs. Eine gute Funktion erhält die Lebensqualität und allenfalls auch die Sportfähigkeit.

Nicht jeder Patient kommt wieder zurück zum Sport. Nach Verletzungen des vorderen Kreuzbands treiben nur gut 80% der Patienten wieder Sport, und nur ca. 50% erreichen denselben Leistungslevel. Die Gründe dafür sind multifaktoriell und hängen ausser von der Qualität der Versorgung und Nachbehandlung auch wesentlich von psychosozialen Faktoren ab [11]. Regelmässige Bewegung und Normalgewicht sind mittelfristig die wichtigsten prognostischen Faktoren, um eine Arthrose zu bremsen.



Dr. med. Richard Glaab

FMH Chirurgie, spez. Allgemeinchirurgie und Traumatologie, Sportmedizin SGSM
 Leitender Arzt Sporttraumatologie
 Klinik für Chirurgie, Abteilung Traumatologie
 Kantonsspital Aarau
 Tellstrasse, 5001 Aarau
 richard.glaab@ksa.ch

Literatur:

1. Zacher J: Klinische Untersuchung des Kniegelenkes; Orthop Unfallchir up2date, 2006.
2. Abbasi D, et al.: MRI findings in adolescent patients with acute traumatic knee hemarthrosis. J Pediatr Orthop 2012; 32(8): 760-764.
3. Petersen W, et al.: Die anatomische Ersatzplastik des vorderen Kreuzbands in Einzelbündeltechnik. Oper Orthop Traumatol 2013; 25(2):185-204.
4. Takazawa Y, et al.: ACL Reconstruction Preserving the ACL Remnant Achieves Good Clinical Outcomes and Can Reduce Subsequent Graft Rupture. Orthopaedic Journal of Sports Medicine 2013; 1(4): 2325967113505076.
5. LaPrade CM, et al.: Emerging Updates on the Posterior Cruciate Ligament: A Review of the Current Literature. Am J Sports Med 2015 [Epub ahead of print].
6. Mordecai SC, et al.: Treatment of meniscal tears: An evidence based approach. World J Orthop 2014; 5(3): 233-241.
7. Kühle J, et al.: Osteochondrale Frakturen am Kniegelenk. Unfallchirurg 2015; 118(7): 621-634.
8. Balcarek P, et al.: Which patellae are likely to redislocate? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2014; 22(10): 2308-2314
9. Schmeling A: Aktuelle Aspekte der patellofemorales Instabilität. SFA Arthroskopie Aktuell 23 (2010).
10. Simon D, et al.: The Relationship between Anterior Cruciate Ligament Injury and Osteoarthritis of the Knee. Adv Orthop 2015; 2015: 928301.
11. Ardern CL, et al.: Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors Br J Sports Med 2014; 48(21): 1543-1552.