

## Lernziele:

- Nach der Lektüre dieses Beitrags zur vorderen Kreuzbandruptur ...
- kennen Sie die typische Anamnese und Klinik der vorderen Kreuzbandruptur.
- sind Ihnen die diagnostischen Möglichkeiten, insbesondere der Bildgebung geläufig.
- kennen Sie konservative und operative Therapiemöglichkeiten und deren Differentialindikation.
- sind Ihnen wichtige prognostische Faktoren bekannt.



Christian Sobau, Alexander Zimmerer, Rüdiger Schmidt-Wiethoff

# Vordere Kreuzbandruptur

## Konzepte, Diagnostik und therapeutische Überlegungen

### Zusammenfassung:

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes (VKB) ist eine schwerwiegende und im Verlauf oftmals karrierelimitierende Sportverletzung. Mit einer hohen Inzidenz findet sich die VKB-Ruptur vorrangig in dynamischen, sogenannten „High-risk-pivoting“-Sportarten wie Fußball, Hockey, Ski Alpin. Die Verletzung des vorderen Kreuzbandes verursacht eine gravierende Störung der physiologischen Kinematik des Kniegelenkes und ist in einem hohen Prozentsatz mit chondralen und meniskalen Begleitverletzungen kombiniert. Nach Diagnosestellung durch Anamnese, klinische Untersuchung und radiologischer Diagnostik ist es von entscheidender Bedeutung, gemeinsam mit den Patienten eine individuelle Therapieentscheidung zu finden. Diese richtet sich nach Sport, Beruf und Ausmaß der Instabilität. Konservative Therapiekonzepte beinhalten physikalische und physiotherapeutische Maßnahmen, sowie ggf. den Einsatz stabilisierender Orthesen. Operativ haben sich zur VKB-Rekonstruktion autologe Sehnentransplantate durchgesetzt. Entscheidend für den Erfolg ist die anatomisch korrekte Transplantatpositionierung sowie ein OP-Zeitpunkt außerhalb der inflammatorischen Reaktion. Die Nachbehandlung erfolgt frühfunktionell. Die Rückkehr zum Sport muss individuell betrachtet werden. Bei offenen Wachstumsfugen wird eine OP empfohlen.

### Schlüsselwörter:

VKB-Ruptur, konservative Therapie, Operation, Begleitverletzungen, offene Wachstumsfugen

### Zitierweise:

Sobau C, Zimmerer A, Schmidt-Wiethoff R: Vordere Kreuzbandruptur. Konzepte, Diagnostik und therapeutische Überlegungen.

OUP 2022; 11: 174–181

DOI 10.53180/oup.2022.0174-0181

### Einleitung

Die Verletzung des vorderen Kreuzbandes tritt bei Sportlern in Deutschland mit einer Inzidenz von ca. 60.000 bis 80.000 pro Jahr auf, meist in dynamischen Sportarten mit schnellen Richtungswechseln. Bei diesen prädisponierenden Sportarten, z.B. Fußball,

Ski Alpin, Tennis und Basketball treten neben Abbrems- und Beschleunigungsaktionen zusätzliche Drehbewegungen auf [68, 83]. Der häufigste Mechanismus, der zu einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes führt, ist eine Kombination aus Flexion, Adduktion und Innenrotation im Kniegelenk bei

relativer Fixierung von Fuß und Unterschenkel [52].

Die vordere Kreuzbandruptur kann isoliert auftreten, ist aber nicht selten mit chondralen, meniskalen und Kollateralband-Begleitverletzungen kombiniert [73]. Häufig liegt ein von O'Donoghue beschriebenes sog. „unhappy

# Anterior cruciate ligament rupture

## Concepts, diagnostic and therapeutic considerations

**Summary:** The ACL rupture is a serious and often career limiting sports injury. With a high incidence the ACL rupture is found significantly in dynamic, so called „high-risk-pivoting“ sports, such as soccer, hockey, American Football and alpine skiing. Anterior cruciate ligament injuries causes a serious disruption of the physiological kinematics of the knee joint and are often combined with concomitant chondral and meniscal injuries. The rupture of the anterior cruciate ligament has a high incidence in Germany and causes a serious disorder to the kinematics of the knee joint. Often it is combined with meniscal, chondral and collateral ligament injuries, but it also can occur isolated. After diagnosis based on anamnesis, clinical examination and radiological diagnostic it is of crucial importance to decide individually which therapy is best for the patient. This depends on sports activity level, work duties and amount of instability of the patient. Conservative treatment includes physical and physiotherapeutic measures, sometimes use of an orthoses. The surgical gold standard for ACL reconstruction is the use of autologous tendons. Correct tunnel placement and surgery after the inflammatory reaction of the body are crucial for success of ACL reconstruction. Rehabilitation should be moderate. Return to sports should be allowed on an individual basis. Patients with ACL lesions and open physes should be operated.

**Keywords:** ACL rupture, conservative treatment, surgery, additional injuries, open physes

**Citation:** Sobau C, Zimmerer A, Schmidt-Wiethoff R: Anterior cruciate ligament rupture. Concepts, diagnostic and therapeutic considerations. OUP 2022; 11: 174–181; DOI 10.53180/oup.2022.0174-0181

triad“ vor mit einer Kombination aus vorderer Kreuzbandruptur, Innenmeniskus- und Innenbandläsion [49]. Im Rahmen der vorderen Kreuzbandverletzung werden in bis zu 80 % osteochondrale Kontusionsverletzungen des lateralen Femurkondylus beobachtet. Dies gilt als pathognomonisches Zeichen für eine funktionell relevante vordere Kreuzbandläsion [33].

Nach Diagnosestellung durch Anamnese, klinische Untersuchung und radiologischer Diagnostik ist es von entscheidender Bedeutung, gemeinsam mit den Patienten eine individuelle Therapieentscheidung zu finden, da die Ruptur des vorderen Kreuzbandes oft eine schwerwiegende und karrierelimitierende Sportverletzung darstellt [68]. Für die meisten Patienten steht aber gerade der Wunsch des Wiedererreichens der Sportfähigkeit im Vordergrund [46]. Anhand des Schädigungsmusters des VKB, der individuellen Patientensituation und den Ansprüchen in Beruf und Sport sollten konservative und operative Therapieoptionen besprochen werden.

Beim konservativen Vorgehen gilt es zu bedenken, dass muskulär und koordinativ geschulte Sportler die Instabilität unter physiotherapeutischen

Therapiemaßnahmen zu Beginn kompensieren können, jedoch im weiteren Verlauf meist nur wenige dieser Patienten sportlich aktiv oder belastbar sind [24]. Grund hierfür sind die mit der Kreuzbandinsuffizienz einhergehenden kinematischen Veränderungen, da das VKB als zentraler Pfeiler des Kniegelenkes dient [4, 47, 77]. Bei Bewegung des Knies erfolgt keine isometrische Anspannung in verschiedenen Gelenkstellungen, sondern die in sich schraubenartig verwobenen Faserbündel des VKB werden im Rahmen des Bewegungszyklus unterschiedlich angespannt. Das intakte VKB stabilisiert dadurch sowohl die anteriore Translation in der Sagittalebene und sorgt zusätzlich für die Rotationssicherung [81]. Zusammen mit dem hinteren Kreuzband (HKB) obliegt dem VKB auch die kinematische Steuerung des Roll-Gleit-Mechanismus des Femur gegenüber der Tibia [48]. Als Folge einer VKB-Ruptur werden die Menisken vermehrt zur Abbremsung der Tibiatranslation und Vermeidung der Rotation eingesetzt. Die daraus resultierende chronische Überbeanspruchung führt zu sekundären degenerativen Begleitschäden und hat eine chronische Instabilität und finally die Arthropathie zur Folge [15, 47].

Trotzdem führt nicht jede unbehandelte Kreuzbandruptur zur Arthrose, denn der Langzeitverlauf hängt in erster Linie vom Zustand der Menisken und des Knorpels ab.

Vor diesem Hintergrund diskutiert die vorliegende Übersichtsarbeit Konzepte, Diagnostik und therapeutische Überlegungen der vorderen Kreuzbandruptur.

### Anamnese und Diagnostik

Die Diagnostik setzt sich vor allem aus Anamnese, klinischer Untersuchung und Magnetresonanztomografie (MRT) zum Erkennen von Begleitverletzungen zusammen. In der Anamnese wird nach Unfallhergang, Zeitpunkt und bereits erfolgten Maßnahmen gefragt. Ein Valgus-Innenrotationstrauma bei geringer Knieflexion und tibialer Außenrotationsstellung sind typisch für VKB-Verletzungen [52]. Symptome der akuten Kreuzbandverletzung sind Schmerzen und Bewegungs-/Funktionseinschränkung, ein initial entstehender blutiger Kniegelenkserguss sowie ggf. ein Instabilitätsgefühl [39]. Die klinische Untersuchung beinhaltet neben Inspektion und allgemeiner Knieuntersuchung die Durchführung klassi-



Abb. 1 6: ARCUS Kliniken

**Abbildung 1** Kernspintomografischer Befund einer frischen intraligamentären vorderen Kreuzbandruptur mit begleitendem Kniegelenkserguss

scherscher Stabilitätstests. Der „Lachman-Test“ bei 20° 30° gebeugtem Kniegelenk besitzt eine hohe Treffsicherheit auch im akuten Stadium [18]. Neben

der quantitativen Beurteilung der Tibiatranslation ist der Anschlagcharakter wegweisend – ein intaktes VKB hat einen festen Anschlag. Bei intaktem medialen Seitenband ist die Auslösbarkeit des „Pivot-shift-Test“ von zentraler Bedeutung für die Diagnostik der vorderen Kreuzbandruptur; der positive Ausfall gilt als pathognomonisch für die Ruptur [29]. Im Alltag entspricht dies einem unwillkürlichen Wegknicken, dem sog. „giving way“-Phänomen [47]. Auch die Verwendung von Kniearthrometern hat sich etabliert [18, 51]. Eine Kernspintomografie zur Darstellung der VKB-Ruptur ist sinnvoll, um die Ruptur selbst zu klassifizieren. Darüber hinaus werden versorgungspflichtige Begleitverletzungen dargestellt, wodurch die Dringlichkeit der OP-Indikation und auch der OP-Zeitpunkt maßgeblich beeinflusst wird (Abb. 1) [6, 13]. Die Sensitivität der VKB-Läsion

im MRT liegt zwischen 92 und 100 %, die Spezifität zwischen 85 und 100 % [54, 65].

### Differentialdiagnostische Überlegungen

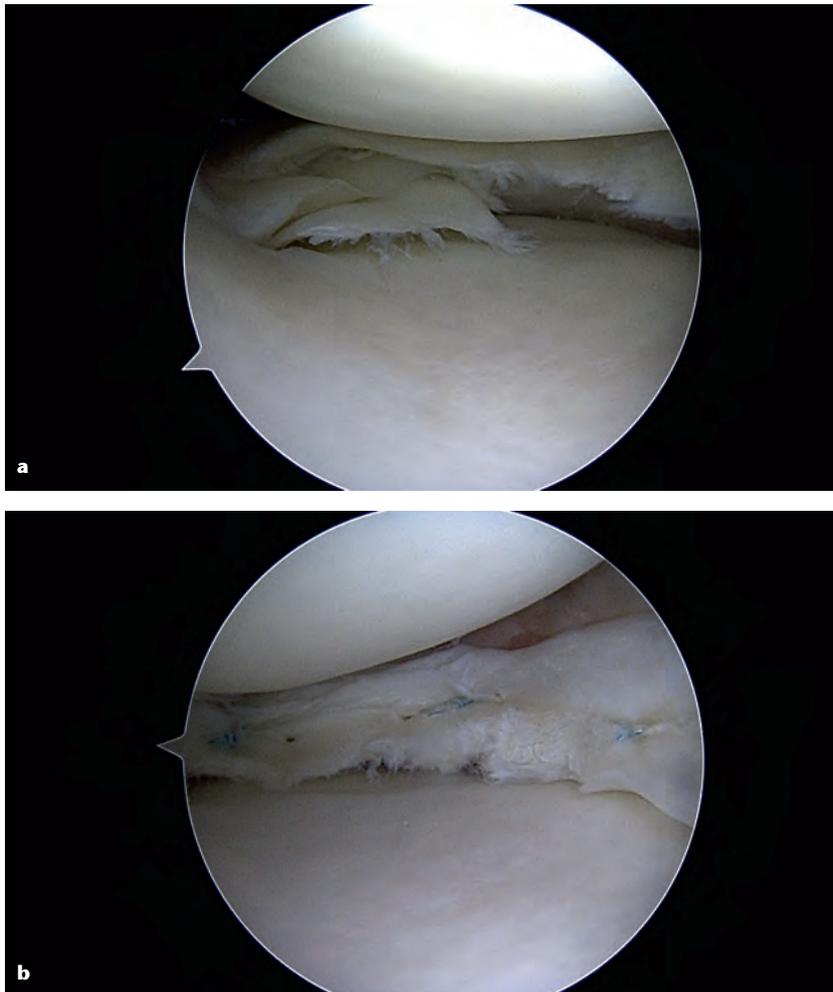
Bei Verletzungen des vorderen Kreuzbandes werden folgende Entitäten unterschieden:

Femorale Ausrissläsionen imponieren kernspintomografisch meist als Partialrupturen. Die Diagnosesicherung erfolgt arthroskopisch, wobei Ausmaß und Morphologie der Verletzung unter visueller Testung exakt evaluiert werden können. Femorale Läsionen mit nur geringer Faserdislokation weisen eine hohe Primärstabilität auf. Der Patient empfindet nach einer initialen Schmerzphase selten eine Instabilität, die Beweglichkeit ist schnell wiederhergestellt und einfache aktive Bewegungsübungen sind vom Patienten nach kurzer Zeit wieder vorführbar. In solchen Fällen kann ein konservatives Vorgehen auch mit sportlich aktiven Menschen besprochen werden. Im Verlauf sollte jedoch eine klinische Kontrolle zur Beurteilung der Rotationsstabilität und eine MRT-Kontrolle erfolgen. Sofern eine objektivierbare Instabilität festgestellt werden kann, sollte ein operatives Vorgehen empfohlen werden [54, 65].

Intraligamentäre Verletzungen des VKB führen fast immer zu einer manifesten Instabilität und Giving way-Episoden. Im MRT imponiert das VKB vollständig zerrissen. Die Operationsindikation richtet sich nach der individuellen Symptomatik, dem Patientenalter, dem sportlichen Anspruch sowie dem Ausmaß der Begleitverletzungen. Eine klare Indikation zur VKB-Plastik ist unter folgenden Voraussetzungen gegeben:

- hohes berufliches Aktivitätsniveau
- hoher sportlicher Leistungsanspruch
- Vorliegen assoziierter Meniskus- und Knorpelschäden (Abb. 2a–b)
- höhergradige zusätzliche Bandinstabilitäten [8, 19, 22, 75] (Abb. 3)

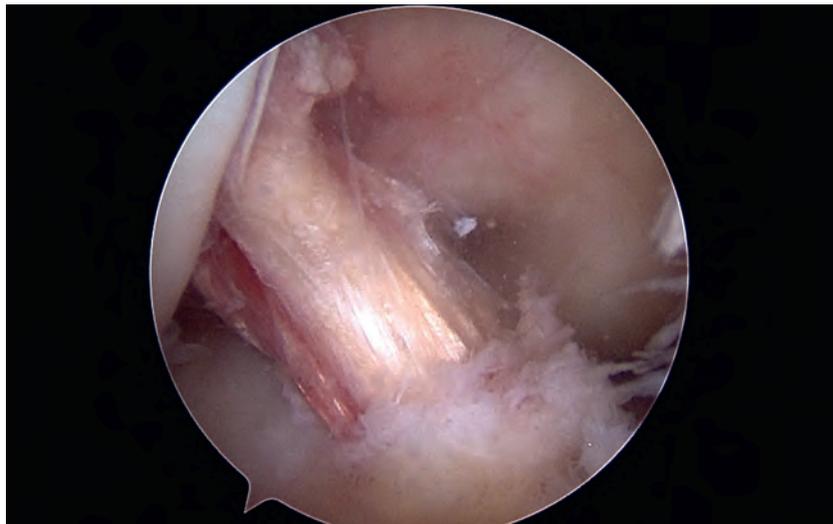
Die distale knöchernen Eminentia-Ausrissfraktur beim jüngeren Menschen stellt eine Sonderform der VKB-Ruptur dar. Klinisch imponiert häufig eine Gelenkblockade. Es sollte zeitnah operiert werden, um das ausgerissene



**Abbildung 2 a** Arthroskopischer Befund einer assoziierten traumatischen Meniskusläsion bei frischer VKB-Ruptur **b** Z.n. Meniskus-Nahtrefixation



**Abbildung 3** MRT-Befund Komplettruptur des medialen Kollateralbandes mit Kontinuitätsunterbrechung des distalen ligamentären Anteils. Zusätzlich Kontusionsödem lateraler Femurkondylus (bone bruise)



**Abbildung 4** Arthroskopischer Befund nach vorderer Kreuzbandrekonstruktion. Ersatzplastik mit Hamstringstransplantat

Fragment zu reponieren und stabil zu refixieren.

Bei Kreuzbandverletzungen im Kindes- und Jugendalter mit offenen Wachstumsfugen sollte wegen des ungünstigen natürlichen Verlaufs mit sekundären Meniskusläsionen und frühzeitigem Auftreten von Arthrosezeichen eine primäre operative Rekonstruktion erfolgen. Als Goldstandard bei offenen Wachstumsfugen hat sich die transepiphysäre Einkanaltechnik mittels autologer Sehnenstransplantate und extrakortikaler Fixation etabliert, da das Risiko von Wachstumsstörungen nur sehr gering ist [2, 59, 64].

### Konservative Therapie

Initial nach der Verletzung ist der Beginn der Therapie mit Eis, Kompression, Hochlagerung und je nach Reizzustand des Knies der Einsatz Nichtsteroidaler Antirheumatika (NSAR) sinnvoll. Nach Abklingen der inflammatorischen Phase ist eine frühe Mobilisierung des Gelenkes zur Vermeidung einer Arthrofibrose wichtiger Bestandteil der konservativen Therapie. Physiotherapie und ggf. Lymphdrainage können begleitend früh begonnen werden, um vorsichtig die Kniefunktion zu verbessern. Neuromuskuläre passive Stimulation über selbst angewandte Geräte als auch intrinsisches Training der aktiven Koordination werden im Verlauf in die Therapie stadiengerecht unter Berücksichtigung der Rehabilitationsphasen miteinbezogen. Eine Or-

thesenbehandlung zur passiven Stabilisierung des Knies und ggf. nicht operationsbedürftiger Kapsel- und Kollateralbandinstabilitäten kann ergänzend eingesetzt werden. Bei konservativem Therapieansatz ist eine regelmäßige ärztliche/therapeutische Kontrolle notwendig, um die Therapiewahl kritisch zu überprüfen und einen möglicherweise notwendigen Therapiewechsel hin zur Operation bei ungünstigem klinischem Verlauf nicht zu verpassen [5].

### Operative Therapie

#### Transplantatwahl

Der operative Gold-Standard der Versorgung einer vorderen Kreuzbandruptur ist der arthroskopisch assistierte Kreuzbandersatz mittels autologer Sehnenstransplantate. Verwendet werden Patellasehnenstreifen mit anhängenden Knochenblöcken aus Patella und Tibia, Hamstringsehnenstransplantate (Semitendinosus und/oder Gracilissehne) in Mehr-Bündeltechnik und Quadrizepssehnenstransplantate mit/ohne Knochenblock [7, 21, 28, 50]. Gemeinsame Eigenschaften dieser Transplantate ist eine mit dem natürlichen vorderen Kreuzband vergleichbare Zerreißkraft und Elastizität. Unterscheidungsmerkmale hinsichtlich ihrer Verwendung sind die unterschiedlichen Entnahmemorbiditäten und Verankerungsmöglichkeiten (Tab. 1, Abb. 4).

Die Patellarsehne stellt als „Bone-Tendon-Bone-Transplantat“ (BTB) aufgrund der Möglichkeit der primärstabilen Fixation sowie der raschen Einheilung der endständigen Knochenblöcke das bis heute am weitesten verbreitete Transplantatmedium für die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes dar [1, 80]. Nachteile sind Entnahместellenmorbidiät und vermehrt auftretende femoropatellare Schmerzsymptomatik mit im Langzeitverlauf auftretenden patello-femorale Knorpelschäden [26, 71].

Hamstringsehnen zeigen Vorteile in der geringeren Entnahmemorbidiät und Schonung des Extensorenmechanismus. Relevante Störungen der Beugesehnenfunktion durch das Entfernen der Semitendinosus-/Gracilis-Sehne entstehen in der Regel nicht [40]. Nachteil ist die Weichteilfixierung der freien Sehnenenden im Knochen. Diese ist gemäß biomechanischen Testungen anfangs in der Osteointegrationsphase weniger stabil als die Fixation endständiger Knochenblöcke analog der BTB-Plastik [12].

Das Quadrizepssehnenstransplantat wurde früher fast ausschließlich mit endständigem patellarem Knochenblock verwendet und fand vorwiegend in der Revisionschirurgie Anwendung. Obwohl mit dem natürlichen Kreuzband vergleichbaren biomechanischen Transplantateigenschaften war die operationstechnisch anspruchsvolle Transplantatentnah-

Transplantat	Vorteile	Nachteile
<b>Hamstrings</b>	+ wenig Entnahmemorbidity + Volumen modellierbar + Länge modellierbar	– reines Sehnentransplantat mit langer knöcherner Einheilung – Schwächung Beugeapparat
<b>BTB</b>	+ knöchernes Einwachsen + schneller Return to sport	– Entnahmemorbidity – Schwächung Streckapparat – Länge limitiert – vorderer Knieschmerz
<b>Quadrizepssehne ohne Knochen</b>	+ wenig Entnahmemorbidity + Volumen modellierbar	– reines Sehnentransplantat mit langer knöcherner Einheilung – Schwächung Streckapparat – (Länge limitiert)
<b>Quadrizepssehne mit Knochen</b>	+ Knochen für Revision + Volumen modellierbar	– Entnahmemorbidity – Schwächung Streckapparat – (Länge limitiert)
<b>Allograft</b>	+ keine Entnahmemorbidity + Volumen und Länge frei wählbar	– höhere Rerupturrate – verzögertes Einwachsen – Gefahr Immunreaktion

**Tabelle 1** Vor- und Nachteile diverser Transplantate zur VKB-Plastik

me, vor allem des Knochenanteils der Patella, der limitierende Faktor, nicht zuletzt wegen der Gefahr einer Patellafraktur. Deshalb konnte sich diese Technik zur Erstversorgung der Kreuzbandruptur nicht generell durchsetzen [67]. Allerdings hat sich in letzter Zeit die Verwendung eines isolierten Sehnentransplantates auch als Primärtransplantat etabliert. Ohne Patella-Knochenblock ist die Entnahmemorbidity niedrig und die Quadrizepssehne ist im funktionellen Vergleich den Hamstring- und BTB-Transplantaten in der aktuellen Literatur gleichwertig, teilweise sogar überlegen [25, 45, 62].

Allogene Transplantate finden vorwiegend im amerikanischen Raum Anwendung und unterliegen in Deutschland dem Arzneimittelgesetz. Vorteil dieser Methode ist der Wegfall der Entnahmemorbidity. Nachteilig sind hingegen mögliche Immunreaktionen sowie eine nachgewiesene höhere Versagensrate [34, 61].

### Operationszeitpunkt

Der OP-Zeitpunkt bleibt eine umstrittene Diskussion. Entscheidende Bedeutung kommt der initial nach einer Verletzung einsetzenden inflammatorischen Reaktion zu [32]. Bei frischer Ruptur kann der Eingriff innerhalb der ersten 24–48 Stunden erfolgen. Diese Option kommt vornehmlich bei Spitzensportlern zur Anwendung, bei

denen eine Akutversorgung vor dem Hintergrund minimaler Ausfallzeiten und der Maßgabe einer optimierten leistungsorientierten Rehabilitation vorgenommen wird. Weitere Indikationen für eine Primärrekonstruktion bilden der knöcherne Kreuzbandausriss sowie akut versorgungspflichtige Begleitverletzungen wie nahtfähige Meniskusrupturen oder komplexe periphere Kapsel-Bandinstabilitäten [37]. Verletzungen des Innenseitenbandkomplexes am femoralen Ansatzpunkt können aufgrund der guten Spontanheilungstendenz häufig konservativ behandelt werden. Tibiale Ausrisse und die Zerreißung des medialen Kapselbandkomplexes mit Beteiligung des hinteren Schrägbandes und der dorsomedialen Kapsel müssen dagegen frühzeitig versorgt werden. Auch instabile Verletzungen der Lateralseite des Kniegelenkes zeigen keine günstige Spontanprognose und sollten zeitnah operiert werden.

In den übrigen Fällen wird der Operationszeitpunkt nach Abklingen der Entzündungsreaktionen nach einem 4–6-wöchigen Intervall geplant [7, 8, 32]. Wichtig ist die Vermeidung einer Operation während der inflammatorischen Phase mit Schwellung, Überwärmung und signifikanter Bewegungseinschränkung. Die operative Versorgung während der inflammatorischen Phase ist mit einer deutlich erhöhten

Komplikationsrate im Sinne postoperativer Bewegungsstörungen (Arthrofibrose) assoziiert [60]. Der präoperative Einsatz stabilisierender Knieorthesen ist bei ausgeprägter Instabilitätssymptomatik und bei begleitenden Läsionen der Kollateralbänder indiziert [70].

### Tunnelpositionierung

Die Präzision der Transplantatpositionierung ist für die postoperative Kinematik des Kniegelenkes von entscheidender Bedeutung [41, 66, 72]. Die anatomische korrekte Anlage des femoralen und tibialen Tunnels stellt die größte Herausforderung dar. Diese orientiert sich an den originären Insertionsarealen des femoralen Ansatzbereiches und des tibialen Footprints. Für die Anlage der Bohrtunnel haben sich spezielle Zielgeräte etabliert, die über das antero-mediale Portal eingebracht werden. Zur korrekten Positionierung der Tunnel werden diese unabhängig voneinander angelegt und später über einen Durchzugsfaden verbunden. Fehlerhaft positionierte Ansatzareale führen zu einer unphysiologischen Transplantatlängen- und Spannungsänderung und weisen ein erhöhtes Risiko postoperativer Bewegungsdefizite sowie ein frühzeitiges Transplantatversagen auf. Analysen von Revisionsoperationen belegen, dass fehlerhaft positionierte Transplantate die häufigste Versagensursa-

che nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes darstellen [70, 78].

### Fixation

Gemeinsames Ziel sämtlicher Rekonstruktionstechniken ist die primärstabile Transplantatverankerung. Hierfür haben sich verschiedene Fixationsmaterialien wie metallische oder bioabsorbierbare Interferenzschrauben sowie Fixationsbuttons durchgesetzt. Prinzipiell sind gelenknahe (anatomische) und gelenkferne (extraanatomische) Fixationstechniken zu unterscheiden. Eine gelenknahe Verankerung hat neben einer verbesserten Transplantatisometrie den Vorteil, dass Längenänderungen des Transplantates innerhalb des Bohrtunnels vermieden werden, was einen wesentlichen Vorteil für die Transplantateinheilung darstellt [74]. Bei Verwendung des Ligamentum patellae kann auch „Press-fit“, implantatfrei verankert werden [11, 30, 56].

### Nachbehandlung

Das primäre Ziel rehabilitativer Maßnahmen ist einerseits die frühzeitige Wiedererlangung eines freien Bewegungsumfanges, andererseits die adaptierte Belastbarkeit unter muskulärer Kontrolle und Koordination. Die Nachbehandlung orientiert sich neben den klinischen Parametern (Schwellung, Trophik, Reizzustand) an den operativen Individualitäten (Begleitverletzungen, Transplantatwahl und Fixationstechnik). Postoperativ können stabilisierende Knieorthesen verordnet werden, um dem Patienten eine subjektiv sichere und auch objektiv stabile Mobilisierung zu ermöglichen. Dennoch wird der Einsatz von Knieorthesen kontrovers diskutiert. Evidenzbasierte Studien liegen nicht vor [10].

## Spezialgebiete der operativen VKB-Chirurgie

### Kreuzbandnaht

Eine Sonderform der VKB-Operation stellt die primäre Naht dar. Bei isolierter femoraler Ausrissläsion kann eine Fixierung des vorderen Kreuzbandes am originären Ursprung proximal, ggf. auch mit gleichzeitiger additiver Stabilisierung an der Tibia, gute biomechanische Ergebnissen erzielen [38, 41]. Die Indikation für eine Kreuz-

bandnaht kann bei einer frischen femoralen Ruptur gestellt werden. In ersten Studien wurde eine Rerupturrate von 20 % evaluiert [20].

### VKB-Plastik bei offenen Wachstumsfugen

Die Versorgung der kindlichen vorderen Kreuzbandruptur bei noch offenen Wachstumsfugen ist bei Instabilität obligat und erfordert eine spezielle knochenschonende OP-Technik sowie extrakortikale Fixation außerhalb der Wachstumsfugen [16, 63]. Patienten mit offenen Wachstumsfugen und vorderer Kreuzbandruptur müssen präoperativ über die erhöhte Rerupturrate aufgrund des verbleibenden Restwachstums aufgeklärt werden. In unserem eigenen Patientengut konnten wir 152 Kinder und Jugendliche mit offenen Wachstumsfugen und intraligamentärer vorderer Kreuzbandruptur versorgen. Nach einem durchschnittlichen Follow-up von mehr als 10 Jahren hatten 89 % der Patienten im IKDC ein sehr gutes und gutes Ergebnis. Die KT-1000-Messung zeigte eine Seitendifferenz von durchschnittlich 1,7 mm. Eine Störung des Längenwachstums trat nicht auf [43, 57].

### Additive Therapien

In den letzten Jahren erfuhr die Rekonstruktion des Antero-Lateralen Ligamentes (ALL) vermehrt Aufmerksamkeit. Bei Patienten mit einer ausgeprägten Rotationsinstabilität wird durch eine zusätzlich laterale Stabilisierung, entweder durch einen Tractus-iliotibialis-Streifen (Lemaire-Technik) oder eine ALL-Sehnenplastik, die Innenrotation reduziert und dadurch die stabilisierende Funktion der VKB-Plastik unterstützt. Klinische Untersuchungen ergaben, dass dadurch die Rerupturrate signifikant gesenkt werden kann [53, 79].

### Diskussion

Bei der VKB-Ruptur des Sportlers wird zur Therapieempfehlung eine differenzierte Anamnese benötigt, welche die sportliche und berufliche Aktivität sowie das subjektive Instabilitätsgefühl beinhaltet. Wittenberg et al. zeigten, dass Patienten mit geringem sportlichem Anspruch, wenig Alltagsbelastung und sitzender Tätigkeit bei isolierter VKB-Ruptur konservativ behandelt

werden können [76]. Die konservative Therapie beinhaltet angepasste Aktivität, Orthesenbehandlung, Koordinations- und Muskelaufbautraining. Trotzdem konnten in Langzeitstudien von Aichroth et al. eher nur unbefriedigende Resultate erzielt werden [2]. Bei assoziierten Meniskusschäden gilt die Entstehung einer sekundären Gonarthrose als gesichert [18]. Deshalb erklärt sich auch, dass in der Studie von Frobell et al. 51 % der primär konservativen Patienten innerhalb der ersten 5 Jahre doch operiert wurden [27]. Monkses und Risberg zeigten in ihrer Untersuchung, dass sportlich ambitionierte Patienten oder schwer körperlich arbeitende Menschen ein funktionierendes vorderes Kreuzband benötigen und eher operativ versorgt werden sollten [44]. Begleitende Kollateralbandläsionen Grad I II heilen konservativ aus und müssen operativ nicht versorgt werden. Grad III-II-Läsionen weisen hingegen eine ungünstige Prognose unter konservativer Behandlung auf und müssen bei objektivierbarer Instabilität im Rahmen einer VKB-Plastik-Operation zusätzlich versorgt werden, entweder mit einer Innenbandnaht oder optional mittels Innenbandplastik. Streich et al zeigen, dass einem positiven Pivot shift-Test Grad II-III eine zusätzliche rotatorische Instabilität zugrunde liegt und bessere Ergebnisse bei einer operativen Versorgung erzielt werden können [69]. Bei dieser höhergradigen Rotationsinstabilität kann neben der VKB-Plastik auch eine additive ALL-Plastik Sinn machen [79].

Die operative Versorgung des gerissenen vorderen Kreuzbandes stellt nach wie vor höchste technische und chirurgische Ansprüche an den erfahrenen Operateur dar. Unbefriedigende postoperative Ergebnisse können auch operationstechnisch bedingt sein. Lobenhoffer et al. und Woods et al. sehen die fehlerhafte Tunnelpositionierung als Hauptgrund für Revisionen nach VKB-Plastik [70, 78].

Weder Patellarsehnen- noch Hamstringssehnen- noch Transplantate konnten in den letzten Jahren gegenüber dem jeweils konkurrierenden Verfahren eindeutige und insbesondere konsistente Vorteile aufweisen [30]. Eine vergleichende Metaanalyse von Freedman et al. konnte nachweisen, dass die Patellar-

sehnenplastik generell der stabilere und mit einer geringeren Quote an Transplantatversagen behaftete Bandersatz ist [26]. Dem gegenüber stellt der vordere Knieschmerz, den im Mittel 17 % der Patienten als Entnahmemorbidität angaben, einen wesentlichen Nachteil gegenüber Hamstringsehnen dar. Zusätzlicher Vorteil der Hamstrings scheinen weniger patellofemorale Krepitation, seltener Streckdefizit und geringerer vorderer Knieschmerz zu sein [71]. Neuere Studien mit reinen Quadrizepssehnenplastiktransplantaten weisen geringere Entnahmemorbiditäten als die klassischen Transplantate auf bei vergleichbarer Stabilität. Damit ähneln diese mehr der Originalfunktion des vorderen Kreuzbandes [45]. Kommende Langzeitstudien werden zeigen, ob sich die Quadrizepssehne als Primärimplantat weiter durchsetzt. Bezüglich der subjektiven Parameter lässt sich unabhängig von der Transplantatwahl generell in bis zu 95 % eine hohe Patientenzufriedenheit nachweisen [20, 26, 42]. Klinische Studien zeigen, dass Patienten ohne begleitende Meniskus- und Knorpelschäden signifikant bessere Resultate nach Kreuzbandrekonstruktion sowohl in subjektiven als auch in objektiven Parametern erzielen [36]. Die erfolgreiche Rückkehr zum präoperativen Leistungsniveau ist in hohem Maße von begleitenden Meniskusläsionen und Knorpelschäden abhängig, die im Verlauf eine zunehmende Arthrose mit deren Folgebeschwerden verursachen können [24].

Die initial einsetzende inflammatorische Reaktion und die Begleitverletzungen sind prognostisch entscheidend [3]. Der Operationszeitpunkt während der inflammatorischen Phase mit Produktion von Zytokinen führt laut Irie et al. häufiger zu einer Arthrofibrose [9, 32]. Eine Einschränkung der sportlichen Aktivität aufgrund von Beschwerden im verletzten Knie ist laut Fink et al. relativ hoch, vor allem bei High-risk-Sportarten wie Fußball oder Ski Alpin [23]. Schweiger et al. fanden für diese Sportarten einen Rückgang des Aktivitätslevels von 34 % [58]. Eine Korrelation zwischen postoperativer Kniestabilität und Sportaktivität konnte von Schmidt-Wiethoff et al. nicht gefunden werden [55]. Der Zeitpunkt des „return to sport“ wird in der aktuellen Literatur kontrovers diskutiert [14, 35]. Es gibt eine große Auswahl an unter-

schiedlichen Testbatterien wie z.B. dem Functional Movement Screen (FMS), der Krafttestung von Muskelgruppen, den „Hop-Tests“ und neuerdings Sensor gesteuertem BioFeedback-Training, mit der die Funktionalität einer VKB-Plastik im Verlauf getestet werden kann. Es existiert jedoch kein Konsens darüber, welche Erfolgsrate bei der Testauswertung die Wiederaufnahme des Sports erlaubt [17]. Allerdings zeigen Athleten, die vor ihrer Verletzung auf Wettkampfniveau Sport ausübten, bezüglich der Zeitspanne bis zur Wiederaufnahme der Sportaktivität bessere Ergebnisse als weniger aktive Sportler [55]. Kaplan und Witvrouw konnten in ihrer Meta-Analyse zeigen, dass die „psychological readiness“ eine vermehrte Rolle spielt, wenn es um die Beantwortung der Frage geht, wann es sicher ist, zum Sport zurückzukehren ohne eine Reruptur zu riskieren. Patienten mit wenig Angst vor einer Reruptur, hohem Maß an Selbstkontrolle und einer guten Selbstwahrnehmung konnten häufig auf ihr „Vor-Verletzungs“-Sportniveau zurückkehren und hatten die geringsten Rerupturraten [35].

Kindliche Kreuzbandrupturen, die konservativ versorgt werden, zeigen in der zeitlichen Abfolge eine Abnahme der sportlichen Aktivität [59]. Darüber hinaus konnten diverse Autoren frühzeitig Sekundärschäden an Menisken und Knorpel dokumentieren, bedingt durch die persistierende Kniegelenksinstabilität mit rezidivierenden giving way-Episoden. Auch konnten bereits nach im Durchschnitt 51 Monaten post Trauma radiologische Arthrosezeichen festgestellt werden. Deshalb empfehlen die Autoren gerade bei offenen Wachstumsfugen die primäre operative Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes [84].

### Schlussfolgerungen

- Die vordere Kreuzbandverletzung hat gravierende Veränderungen der physiologischen Kniegelenkskinematik zur Folge und damit einhergehend auch häufig eine Limitierung der Sportfähigkeit.
- Die klinische Untersuchung des verletzten Kniegelenkes ist diagnostisch wegweisend.
- Eine Kernspintomografie zur Beurteilung primär versorgungspflichtiger Begleitverletzungen ist obligat.

- Die Operationsindikation richtet sich nach dem Patientenalter, dem Aktivitätsprofil und den Instabilitätsbeschwerden sowie dem Ausmaß meniskaler-, chondraler- und begleitender Kollateralband-Verletzungen.
- Ein konservatives Vorgehen ist bei isolierter VKB-Ruptur möglich.
- Empfohlene Operationszeitpunkte sind in Ausnahmefällen die Primärversorgung innerhalb der ersten 48 Stunden nach Verletzung oder die Sekundärrekonstruktion nach Abklingen der inflammatorischen Phase und freiem Bewegungsumfang des Kniegelenkes.
- Operationstechniken unter Verwendung autologer Sehnenplastiktransplantate weisen hinsichtlich der Wiederherstellung der Kniegelenksfunktion und Stabilität hohe Erfolgsraten auf.
- Kindliche Kreuzbandrupturen sollten zur Prävention von Langzeitschäden operiert werden.
- Postoperativ persistierende Beschwerden sind häufig auf begleitende Meniskusläsionen und Knorpelschäden zurückzuführen, die im Verlauf eine zunehmende Arthrose mit deren Folgebeschwerden verursachen können.
- Der „Return to sport“ ist multifaktoriell und individuell.

### Interessenkonflikte:

Keine angegeben.

**Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:**  
[www.online-oup.de](http://www.online-oup.de).



Foto: ARCUS Kliniken

### Korrespondenzadresse

**Dr. med. Christian Sobau**  
 ARCUS Kliniken  
 Rastatter Str. 17–19  
 75179 Pforzheim  
[sobau@sportklinik.de](mailto:sobau@sportklinik.de)

## Fragen zum CME-Artikel

### 1. Mit welcher Inzidenz tritt die Verletzung des vorderen Kreuzbandes in Deutschland pro Jahr auf?

- ca. 5.000 bis 10.000
- ca. 20.000 bis 30.000
- ca. 60.000 bis 80.000
- ca. 100.000 bis 200.000
- > 200.000

### 2. Welche Sportart ist prädisponierend für eine VKB-Ruptur?

- Mountainbiking
- Nordic Walking
- Ski-Langlauf
- Fußball
- Jogging

### 3. Welche der genannten diagnostischen Maßnahmen ist ungeeignet für die Erkennung einer frischen VKB-Verletzung?

- Anamnese und klinische Untersuchung
- Lachman-Test
- Pivot-shift-Test
- Kernspintomografie
- Szintigrafie

### 4. Welche Parameter stellen eine Indikation zur VKB-Plastik dar? Welche Aussage trifft nicht zu?

- hohes berufliches Aktivitätsniveau
- Alter > 75 Jahre
- hoher sportlicher Leistungsanspruch
- Vorliegen assoziierter Meniskus- und Knorpelschäden
- höhergradige zusätzliche Bandinstabilitäten

### 5. Welche Aussage zur konservativen Therapie der VKB-Ruptur ist unzutreffend?

- Im Akutstadium Therapie Eisapplikation, Kompression und Hochlagerung
- Je nach Reizzustand des Kniegelenkes ist der Einsatz Nichtsteroidaler Antirheumatika (NSAR) sinnvoll.

- Eine Orthesenbehandlung ist obligater Bestandteil der konservativen Therapie.
- Nach Abklingen der inflammatorischen Phase ist eine frühe Mobilisierung des Gelenkes zur Vermeidung einer Arthrofibrose indiziert.
- Verlaufskontrollen sind notwendig, um einen möglicherweise notwendigen Therapiewechsel hin zur Operation bei ungünstigem klinischem Verlauf nicht zu verpassen.

### 6. Welches der genannten autologen Sehnentransplantate kommt bei der operativen Versorgung einer vorderen Kreuzbandruptur nicht zur Anwendung?

- Peroneus Brevis Sehne
- Semitendinosus Sehne
- Gracilissehne
- Patellasehne
- Quadrizepssehne

### 7. Welche Aussage zur operativen Therapie der VKB-Ruptur ist unzutreffend?

- Bei frischer Ruptur kann der Eingriff innerhalb der ersten 24 bis 48 Stunden erfolgen.
- Die Präzision der Transplantatpositionierung ist für die postoperative Kinematik des Kniegelenkes von entscheidender Bedeutung.
- Die Versorgung der kindlichen vorderen Kreuzbandruptur bei noch offenen Wachstumsfugen ist grundsätzlich kontraindiziert.
- Bei ausgeprägten Rotationsinstabilitäten kann durch eine zusätzlich laterale Stabilisierung, entweder durch einen Traktus-iliotibialis-Streifen (Lemaire-Technik) oder eine ALL-Sehnenplastik die Rerupturrate signifikant gesenkt werden.
- Der distale knöcherne Kreuzbandausriss stellt eine Indikation zur Primärrekonstruktion und Refixation dar.

### 8. Typische versorgungspflichtige Begleitschäden bei VKB-Ruptur sind:...

Welche Angabe trifft nicht zu?

- Innenmeniskusläsion
- Außenmeniskusläsion
- Flacc Fractures
- Kollateralbandverletzungen
- Quadrizepssehnenruptur

### 9. Welche Aussage ist falsch?

- Die isolierte VKB-Ruptur kann bei Patienten mit geringem sportlichem Anspruch konservativ behandelt werden.
- Kollateralbandläsionen Grad II-III weisen eine günstige Prognose unter konservativer Behandlung auf.
- Komplettrupturen des lateralen Seitenbandes stellen eine OP-Indikation dar.
- Das von O'Donoghue beschriebene „Unhappy Triad“ umfasst eine Kombination aus vorderer Kreuzbandruptur, Innenmeniskus- und Innenbandläsion.
- Die Operationsindikation zur VKB-Plastik richtet sich nach Patientenalter, Aktivitätsprofil, Instabilitätsbeschwerden sowie dem Ausmaß der Begleitschäden.

### 10. An welcher Lokalisation findet sich typischerweise eine osteochondrale Kontusionsverletzung als pathognomonisches Zeichen einer vorderen Kreuzbandläsion?

- am lateralen Femurkondylus
- am medialen Femurkondylus
- am medialen Tibiaplateau
- an der Patellarrückfläche
- an der Eminentia intercondylaris

**Die Teilnahme an der CME-Fortbildung ist nur online möglich auf der Website [www.online-oup.de](http://www.online-oup.de)**