

## Lernziele:

- Diagnostik und Klassifikation der Bohrkanallage mit Ableitung einer praktisch chirurgischen Revisionsstrategie
- Erfassung der knöchernen Bedeutung des tibialen SLOPES in der Kreuzbandrevision
- Klinische Erfassung der peripheren ligamentären Begleitpathologien
- Diagnostik der Beinachse in der coronalen Ebene und Indikationsstellung zu einfachen oder komplexen mehrdimensionalen Korrekturosteotomien
- Erfordernis eines komplexen Verständnisses der gesamten unteren Extremität und nicht nur des Kniegelenks in der modernen Kreuzbandchirurgie



Atesch Ateschrang

# Der vordere Kreuzband Re-Ersatz

## Diagnostik und Behandlungsstrategie

### Zusammenfassung:

Die vordere Kreuzband-Ruptur stellt eine relevante und ernsthafte Kniebandverletzung dar, die unbehandelt aufgrund der sagittalen Instabilität ggf. mit zusätzlicher komplexer Rotationsinstabilität zu Meniskus- und Knorpelschäden führt. Letztgenannte Schäden stellen prä-arthrotische Läsionen dar, die die Belastbarkeit, Sportfähigkeit sowie Mobilität der Betroffenen erheblich beeinträchtigen. Der Goldstandard zur Behandlung der vorderen Kreuzband-Ruptur (VKB-Ruptur) stellt die Ersatzplastik (EP) dar. Autologe Transplantate zeigen signifikant geringere Re-Rupturraten gegenüber allogenen Transplantaten [1, 2]. Die gängigsten autologen Transplantate stellen die Semitendinosus- (Hamstring), Quadrizeps- und Patellasehne dar. Während der vergangenen Jahre kam es zu einem verstärkten Trend, die Quadrizepssehne als primäres Transplantat zu nutzen, wobei alle 3 letztgenannten Transplantate gute Ergebnisse ermöglichen mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen. Allerdings stellt die Inzidenz der VKB-Re-Ruptur nach wie vor ein relevantes Problem dar mit Werten zwischen 1,4% bis zu ca. 18% [3, 4]. Teilweise wurde auch über höhere Re-Rupturraten berichtet. Während der vergangenen 2 Jahrzehnte wurden durch einen enormen internationalen Studienaufwand viele Einflussfaktoren analysiert, die eine Re-Ruptur der VKB-EP begünstigen. Ziel dieses Artikels ist die Zusammenfassung der wesentlichen zu berücksichtigenden Begleitfaktoren, um die Ergebnisprognose des VKB-Re-Ersatzes zu optimieren und nicht nur das VKB erneut „isoliert“ zu ersetzen. Das Verständnis bestehender koinzidenter peripherer Instabilitäten sowie knöcherner Abweichungen bzw. Deformitäten sollten konsequent klinisch und radiologisch analysiert und in die operative Strategie des VKB-Re-Ersatzes eingeplant werden.

### Schlüsselwörter:

Vorderes Kreuzband, VKB-Ersatz, Ersatzplastik, Re-Ruptur, Korrekturosteotomie

### Zitierweise:

Ateschrang A: Der vordere Kreuzband Re-Ersatz. Diagnostik und Behandlungsstrategie  
OUP 2024; 13: 300–308  
DOI 10.53180/oup.2024.0300-0308

# Revision ACL-Reconstruction

## Diagnostics and treatment strategy

**Summary:** ACL reconstruction (ACLR) is a suitable surgical treatment option for symptomatic ACL instability. The aim is to restore stability and avoid meniscal and chondral knee damage due to persistent knee instability. ACLR provides good results and is the gold standard using autologous tendon grafts. However, the re-rupture rate after ACLR has been reported to extend to 18 %. Many studies had the aim to analyse influencing parameters as concomitant peripheral ligamentous injuries and bony deformities. Relevant rotational instabilities can be addressed surgically by different additional techniques. Biomechanical studies showed the influence of different alignment abnormalities and their effect on the ACL and re-rupture rate. The aim of this article is to give a short overview of possible methods to analyse the cause of ACLR re-rupture. Based on the latter diagnostic results surgical treatment options are presented providing the latest trends in the rather complex field of revision ACLR.

**Keywords:** Anterior cruciate ligament, acl, acl reconstruction, re-rupture, osteotomy

**Citation:** Ateschrang A: Revision ACL-Reconstruction. Diagnostics and treatment strategy OUP 2024; 13: 300–308. DOI 10.53180/oup.2024.0300-0308

### Bohrkanal-Lage

Neben der Bohrkanalplatzierung wurden die Tunnellänge, die Transplantatfixierung sowie die Transplantatwahl mit Auswirkungen auf die Re-Rupturrate untersucht. Für die Planung des VKB-Re-Ersatzes müssen grundsätzlich die vorliegenden Bohrkanäle betrachtet werden. Diese können in 3 Typen eingeteilt werden:

#### Typ I

Anatomische Lage mit Subtypisierung IA für Kanäle mit einer Kanalweite von  $\leq 8$  mm und Typ IB  $\geq 9$  mm. Diese Differenzierung ist klinisch für eine erneute bzw. identische Tunnelpositionierung im Erwachsenenalter wichtig, da die bestehende Tunnelrandsklerose entfernt werden sollte, damit die Einsprossung der Sharpey-Fasern aus dem Kochen in Richtung Transplantat möglich ist. Werden die Sklerosesäume bei der Tunnelplatzierung entfernt, so werden die Bohrkanäle derart groß, dass Kompromisse entstehen können aufgrund der Nutzungsnotwendigkeit großer Interferenzschrauben von bis zu 10 mm für die Typ IA-Situation und sogar 11 mm und mehr für die Typ IB-Situation.

#### Typ II

Partiell anatomische Lage. Hier besteht eine Überlappung der gedachten korrekten anatomischen Bohrkanallage zu dem bestehenden Bohrkanal.

#### Typ III

Extra-anatomische Lage. Die extra-anatomische Positionierung (Typ III) sollte aus klinisch-chirurgischen Aspekten durch 2 Subtypen differenziert werden. Typ IIIA entspricht der extra-anatomischen Positionierung mit einer Distanz weniger als 4 mm zu der korrekt anatomisch platzierten Bohrkanalposition, während Typ IIIB eine Distanz von mehr als 4 mm zur gedachten korrekten anatomischen Bohrkanallage ergibt (Abb. 1). Der klinische Hintergrund begründet sich aus den Erfahrungen der Doppelbündel-Rekonstruktion, wobei wenige Millimeter messende Knochenbrücken zwischen den Bohrkanälen sekundär aseptisch nekrotisch werden und dadurch zu Kanalerweiterungen mit Transplantatinsuffizienzen führen können. Letzgenannte Insuffizienz stellt eine Kombination aus biologischem Versagen wegen eingeschränkter knöcherner Perfusion sowie mechanisch sekundärem Stabilitätsverlust dar. Aus dieser Klassifizierung der Bohrkanäle ergibt sich für die isolierte Betrachtung des Bohrkanal-Managements folgender Therapie-Algorithmus:

1. Bohrkanalauffüllung (mit autologer oder allogener Spongiosa-Transplantation) zum zweizeitigen VKB-Re-Ersatz empfiehlt sich für die Typen IB, II und IIIA

2. Einzeitiger VKB-Re-Ersatz für die Typen IA und IIIB

#### Merke:

Die Bohrkanallage sollte möglichst exakt klassifiziert werden, um die operative Strategie zum ein- oder zweizeitigen Vorgehen zu differenzieren. Neben Röntgenaufnahmen stellt das CT ein valides Mittel dar zur exakten Bohrkanalbestimmung (Lokalisation und Weite). Die 3D-Darstellung vereinfacht insbesondere die Befundung des femoralen Bohrkanals. Abbildung 1 stellt ein Beispiel einer anatomischen Bohrkanalposition und extra-anatomisch platziertem Tunnel in der 3D-Ansicht dar.

### Bedeutung der peripheren und synergistischen ligamentären Strukturen

Die biomechanisch differenzierte Betrachtung des Kniegelenks führte dazu, synergistische periphere Bandstrukturen zu identifizieren, sodass mittlerweile für Athletinnen und Athleten mit Kontaktsport im Zuge des primären VKB-Ersatzes additive peripher-stabilisierende OP-Verfahren empfohlen werden, um die Re-Rupturrate zu reduzieren. Um diese Zusammenhänge anschaulich darzustellen, helfen die nachfolgenden Abbildungen 2–5. Abbildung 2 gibt einen guten Überblick in der axialen Betrachtung der peripheren und zentralen Stabili-

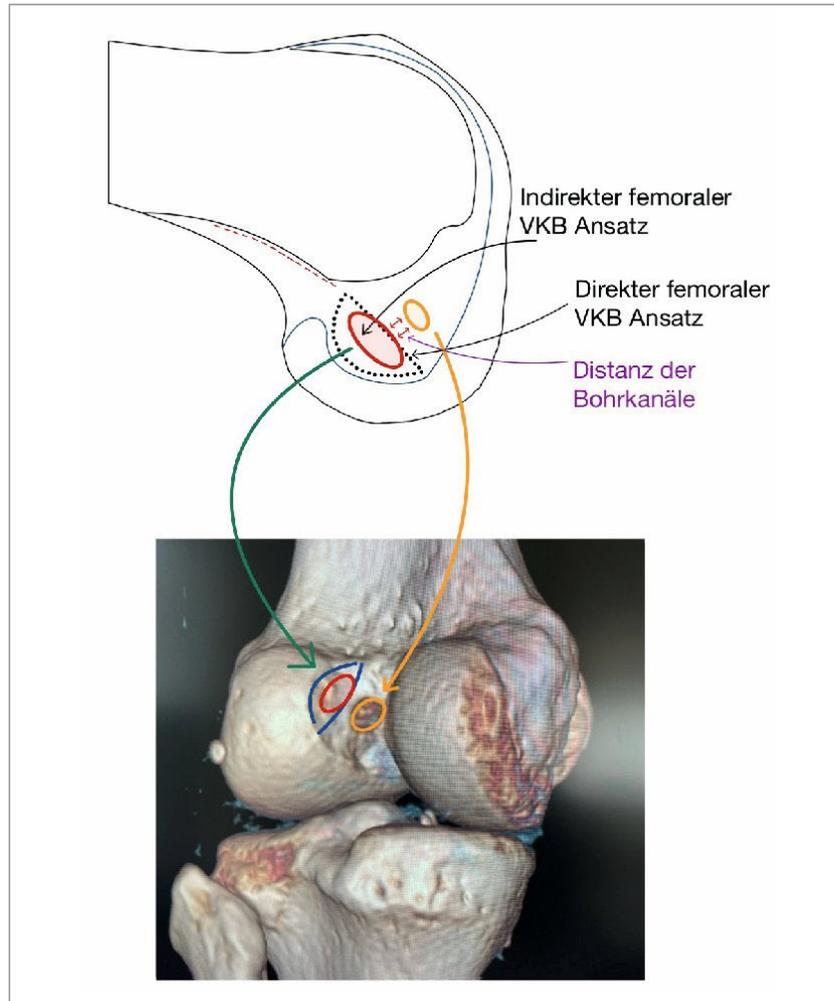


Abb. 1–8 A. Ateschrang

**Abbildung 1** Klassifizierungsoption der Bohrkanäle bei Status nach VKB-Ersatz

satoren. Bitte beachten Sie insbesondere die ventralen synergistischen antero-medialen sowie antero-lateralen stabilisierenden Synergisten.

Abbildung 3 bildet die „isolierte“ bzw. unkomplizierte vordere Instabilität ab, die grundsätzlich klassifiziert werden kann, wobei die Beschreibung in Millimeter im Seitenvergleich zum unverletzten Knie eine gute Möglichkeit darstellt. Diese klinische Einschätzung im Seitenvergleich kann unter Zuhilfenahme des KT-1000 oder Rolimeters realisiert werden. Beide Arthrometer zeigten äquivalente Messergebnisse. Zusätzlich sollten klinisch unbedingt Rotationsinstabilitäten mit nachweisbarem positiven Pivot-Shift-Test erfasst werden. Letztgenannter Test kann 1–2° positiv oder hochgradig explosiv bzw. 3° positiv ausfallen. Diese Sub-Differenzierung kommt durch die Abbildungen 4 und 5 anschaulich

zur Darstellung. Auf dieser topografischen Übersicht können unterschiedliche Instabilitätsqualitäten differenziert werden. Besteht eine ausgeprägte Rotationsinstabilität, sollte letztere lokalisiert werden, um antero-laterale und/oder antero-mediale Rotationsinstabilitäten zu differenzieren. Auf dieser Basis sollten die additiven synergistischen operativen Verfahren ausgewählt werden, wobei man auf unterschiedliche Methoden zurückgreifen kann. Neben der antero-lateralen Rotationsinstabilität kann auch isoliert eine antero-mediale Rotationsinstabilität differenziert werden (Abb. 6). Besteht eine antero-laterale Rotationsinstabilität können OP-Techniken wie bspw. der Lemaire und Ellison empfohlen werden. Letztgenannte Verfahren nutzen ortständiges Sehngewebe des Tractus iliotibialis. Es bestehen auch alternative Verfahren, die bspw. in Doppel-

bündel-Technik auch gute Ergebnisse ermöglichen [4]. Die klinische Erfassung der antero-medialen Rotationsinstabilität stellt bis heute eine herausfordernde Aufgabe dar. Einige Autoren bemühten sich, durch spezialisiert angeordnete Arthrometeraufbauten eine Standardisierung zu erzielen [5]. Erwähnenswert ist die klinische Klassifikation von Hughston in 3 Grade für die Seitenbänder. Grad I entspricht einer Aufklappbarkeit des medialen Seitenbandes (MCL) von bis zu 5 mm, Grad II 6–10 mm und Grad III  $\geq 11$  mm [6]. Erst jüngst wurden die antero-medialen Strukturen zunehmend in biomechanischen Studien analysiert, um daraus folgernd eine zusätzliche Klassifizierung zu entwickeln [7]. Die Klassifizierung nach Wierer et al. beinhaltet 3 Stadien, wobei zwischen einer reinen Rotationsinstabilität (Grad I) und einer kombinierten Außenrotationsinstabilität mit vorderer tibialer Translation (Grad II) sowie einer verstärkten Valgus-Stressinstabilität bei Grad III unterschieden wird. Wesentlich sind dabei das oberflächliche Innenband (sMCL) und VKB. Das POL spielt dabei eine untergeordnete Rolle [7].

In der akuten Phase kann das Innenband (MCL) genäht und zusätzlich mit einem internal bracing stabilisiert werden, wobei unterschiedliche Modifikationen bestehen [8, 9]. Für chronische Fälle wurden unterschiedliche Methoden beschrieben [10]. Das chirurgische Prinzip beinhaltet die Augmentierung der vorderen und mittleren Anteile des oberflächlichen Innenbandes durch eine Bandplastik [10]. Teilweise wird dabei auch das POL in unterschiedlichen Modifikationen adressiert [10], wobei eine relevante Differenz der Ergebnisprognose bisher nicht besteht. Eine Doppelung des ortständigen Innenbandes als Hughston-Prozedur sollte in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben. Neben der oben erwähnten sorgfältigen klinischen Untersuchung sind gehaltene Röntgenaufnahmen ein wertvolles Mittel, um Instabilitäten von wenigen Millimetern Seitendifferenz zu demaskieren und darauf basierend zunehmend an die antero-mediale sowie antero-laterale wie auch postero-laterale Instabilität zu

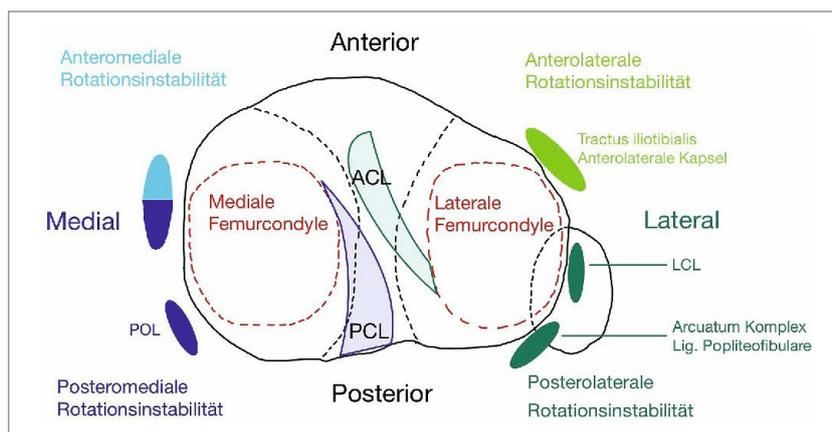
denken. Die Indikation zur Prüfung des Innen- und Außenbandes durch gehaltene Aufnahmen sollte daher insbesondere bei schon lange (Jahre) anhaltenden Instabilitäten eher großzügig gestellt werden.

#### Merke:

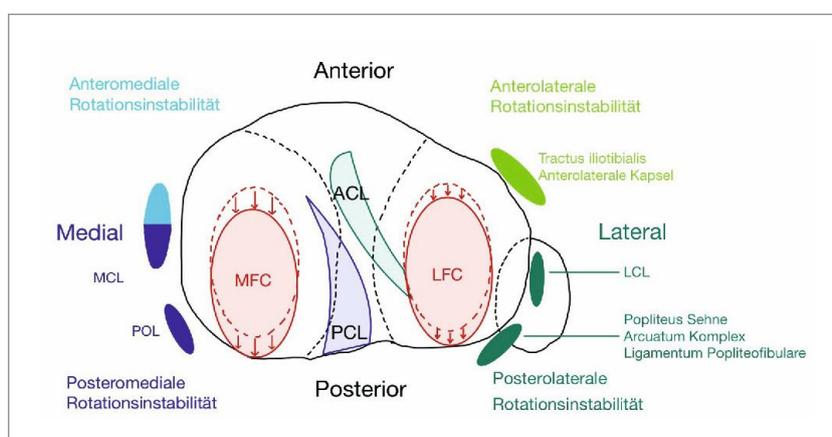
Im Zuge des VKB-Re-Ersatzes oder chronischer VKB-Insuffizienzen sollte sorgfältig nach koinzidenten peripheren Instabilitäten gefahndet werden. Gehaltene Aufnahmen sind ein wertvolles Diagnostikum zur zusätzlichen Objektivierung peripherer Instabilitäten. Können Seitenbandinstabilitäten radiologisch identifiziert werden, so sollte letztgenannte konsequent chirurgisch behandelt werden im Zuge des Re-Ersatzes.

#### Knöchernes Alignment

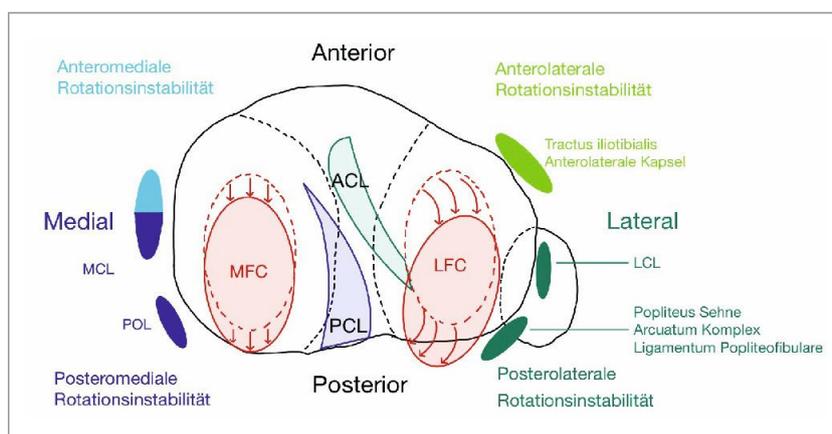
Während der vergangenen Jahre wurde die biomechanische Relevanz knöcherner Alignment-Abweichungen in der sagittalen und koronalen Ebene analysiert [11–19]. Varische und auch valgische Achsabweichungen belasten nicht nur zusätzlich die peripheren ligamentären Strukturen, sondern können je nach Stabilität der peripheren auch die zentralen Bänder, wie das vordere und hintere Kreuzband belasten (Abb. 7). Abbildung 7 zeigt veranschaulichend, wie die zentral liegende VKB-EP bereits ohne besondere dynamische Belastung zusätzlichen statisch bedingten Zugbelastungen ausgesetzt wird, die folglich eine Insuffizienz oder Ruptur der VKB-EP begünstigen. Da das mediale Kniegelenkskompartiment sagittale Instabilitäten nicht gut toleriert mit evidenter Belastung des medialen Meniskus und sekundär des Knorpels, sollte bei varischen Achsabweichungen eher großzügig die Empfehlung zur Achskorrektur bei VKB-Re-Ruptur ausgesprochen werden. Der Knieinnenbefund sollte in Bezug auf Knorpel- und Meniskus-Läsionen sorgfältig berücksichtigt werden im Zuge der Korrekturplanung. Sowohl das mediale wie laterale Kompartiment sollte vor Korrekturosteotomien sorgfältig arthroskopisch evaluiert werden, um die damit verbundenen Belastungseffekte zu beachten und Kontraindikationen auszuschließen.



**Abbildung 2** Darstellung der zentralen und peripheren ligamentären Strukturen



**Abbildung 3** Darstellung einer „isolierten“ bzw. unkomplizierten vorderen Kreuzbandinstabilität



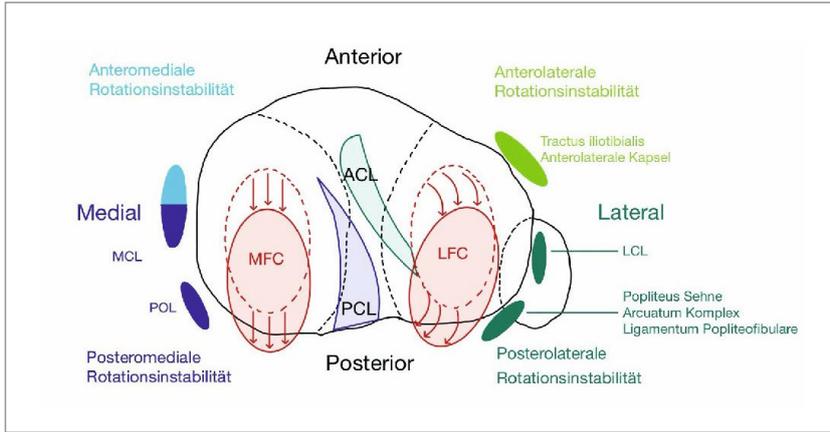
**Abbildung 4** Darstellung einer komplexeren kombinierten vorderen Kreuzbandinstabilität mit antero-lateralen Rotationsinstabilität

#### Merke:

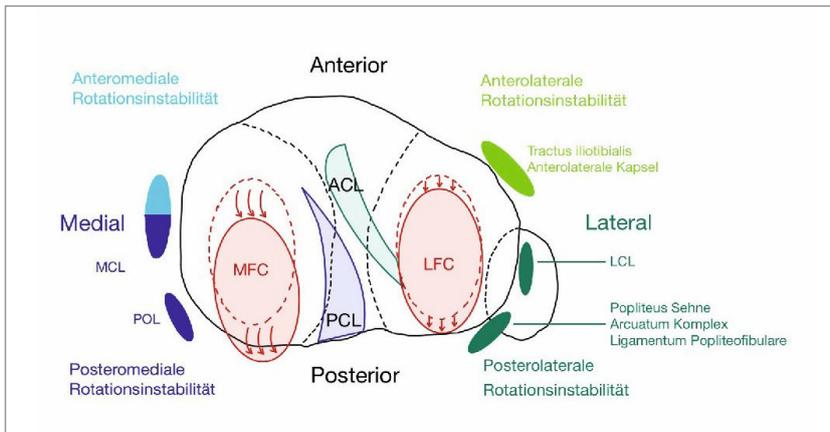
Vor Korrekturosteotomien sollte neben der MR-tomografischen Erstbeurteilung des Kniegelenkes idealerweise eine arthroskopische Beurteilung erfolgen, um Kontraindikationen auszuschließen.

#### Varische Beinachse

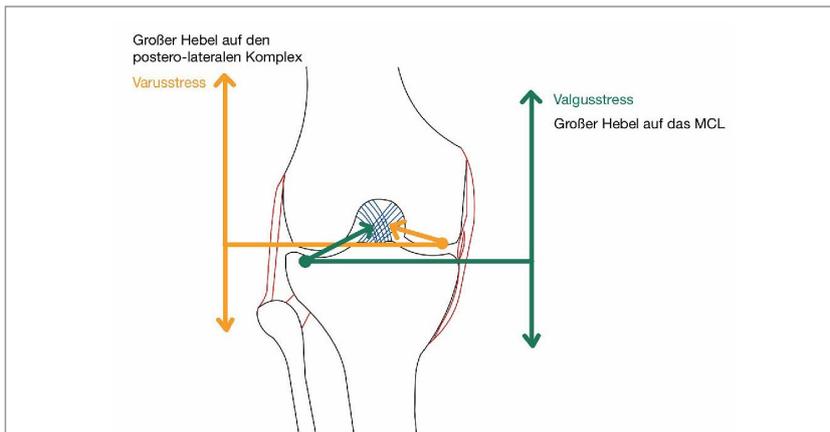
Die klinische Varus-Klassifikation von Noyes et al. sollte an dieser Stelle erwähnt werden [20]. Die Einteilung der varischen Achsabweichung erfolgt in einen „primary“ (primären), „double“ (doppelten) und „triple“ (dreifachen) Varus.



**Abbildung 5** Darstellung einer komplexen vorderen Kreuzbandinstabilität mit antero-lateralen sowie antero-medialen Rotationsinstabilitäten



**Abbildung 6** Darstellung einer komplexeren kombinierten vorderen Kreuzbandinstabilität mit antero-medialer Rotationsinstabilität (Typ III nach Wierer)



**Abbildung 7** Darstellung des Einflusses der Beinachse auf die peripheren und zentralen Bandstrukturen

Die primär varische Abweichung resultiert aus der knöchernen femoralen und/oder tibialen Anatomie. Alternativ kann dies auch durch Knorpel- und/oder Meniskusverlust im medialen Kompartiment entstehen.

Durch akute Verletzungsfolgen oder durch repetitive laterale Zugbelastungen mit sekundärer Auslockerung des lateralen Kapsel-Bandapparats, kann der typische „Varus-Thrust“ auftreten. Letztgenannter Befund wird durch Prüfung des Gangbildes sicht-

bar, wobei das Kniegelenk quasi nach lateral ausschlägt, oder anders gesagt, kommt es zu einer lateralen Gelenköffnung in der frühen Standphase. Dies kann auch als „lateral condylar lift-off“ bezeichnet werden. Diese Konstellation wird als sogenannter doppelter (double) Varus bezeichnet. Entwickelt sich im weiteren Verlauf durch zunehmende Insuffizienz der postero-lateralen Bandstrukturen eine additive vermehrte Extension und tibiale Außenrotation, so spricht man von einem dreifachen bzw. „triple“ Varus.

Bei varischen Beinachsen über 3° sollte im Zuge des VKB-Re-Ersatzes die Empfehlung zur valgusierenden Korrektur wohlwollend geprüft bzw. in Erwägung gezogen werden. Insbesondere sollte klinisch und radiologisch durch gehaltene Aufnahmen eine ko-incidente laterale bzw. postero-laterale oder ggf. kombinierte antero-laterale Rotationsinstabilität ausgeschlossen werden. Das Gangbild sollte wie erwähnt auf einen varus-thrust geprüft werden.

Jedwede laterale Bandrekonstruktion wird durch die varisch bedingte Zugbelastung eine erhöhte Versagenswahrscheinlichkeit mit sich bringen [21]. Bei einem solchen Vorgehen, sollte nicht nur im MRT, sondern durch arthroskopisches Staging das laterale Kompartiment in Bezug auf Knorpel- und Meniskusläsionen geprüft werden. Relevante laterale Gelenkbinnenschäden, die einer relativen Kontraindikation entsprechen, kommen erst bei unbehandelten ausgeprägten jahrelang anhaltenden Rotationsinstabilitäten vor. Besteht ein lateraler Knorpelschaden mit lateralem Meniskusverlust, so kann als patientenindividualisiert angepasstes Vorgehen die Beinachskorrektur unterschiedlich stark gewählt werden [22]. Beispielsweise könnte bei dem letztgenannten Szenario auf 0° statt einem Valgus von 2–3° korrigiert werden, um statisch bedingte laterale Beschwerden zu vermeiden. In diesem Zusammenhang sollte unbedingt erwähnt werden, dass die biomechanischen Erkenntnisse der Binnendruckverteilung im medialen und lateralen Gelenkkompartiment bei Korrekturosteotomien Einschränkungen unterliegt [22]. Eine zusätzliche Option

stellt die allogene laterale Meniskus-  
transplantation bei einer solchen  
letztgenannten Befundkonstellation  
dar. Im eigenen Vorgehen bevorzugen  
wir möglichst die knochenbasierte  
Meniskustransplantation, da die rein  
weichteiligbasierte Fixierung in eigen-  
en Händen relativ häufig zu Menis-  
kusextrusionen führte. Die mediko-  
legale Verfügbarkeit stellt in Deutsch-  
land allerdings ein relevantes Problem  
dar. In Einzelfällen kann über die zu-  
ständigen Regierungspräsidien bzw.  
Ministerien Einzelfallgenehmigungen  
eingeholt werden. Die Kostenfrage  
bleibt dabei allerdings ungelöst, da die  
gesetzliche DRG mit einem Defizit  
von ca. 4000–5000 Euro nicht abgebil-  
det wird. Daher wird diese Leistung  
bzw. Behandlungsoption trotz guter  
Studienergebnisse kaum noch in  
Deutschland angeboten, wenn die  
Kostenträger keine positive Einzelfall-  
entscheidung treffen.

### Valgische Beinachse

Umgekehrt führt die valgische Achs-  
konstellation insbesondere bei mus-  
kulären Defiziten zu einem dyna-  
mischen Valgusaußenrotationsstress  
im Kniegelenk, sodass hierdurch ent-  
weder durch repetitive Mikrotrauma-  
tismierungen eine Elongation der me-  
dialen Strukturen (wie bereits oben  
beschrieben) resultiert mit dem Ergeb-  
nis, dass schließlich zentral das VKB  
bzw. die VKB-EP belastet wird. Funk-  
tionell sollten daher muskuläre Defizi-  
te erfasst werden, wobei die Hüft-  
abduktoren und die Rumpfstabilisie-  
rung einen wesentlichen Beitrag dazu  
leistet. Die isolierte Betrachtung der  
Ober- und Unterschenkelmuskulatur  
ist ungenügend. Mittlerweile bieten  
einige physiotherapeutische Praxen  
aber auch BG-Kliniken in spezialisier-  
ten Subeinheiten solche Unter-  
suchungsmöglichkeiten an, um nicht  
nur Defizite zu objektivieren, sondern  
auch den Kräftigungsfortschritt zu be-  
gleiten.

Ein weiterer Verletzungsmechani-  
smus der VKB-Ruptur ist ein Valgusmo-  
ment in Kombination mit einer tibialen  
Innenrotationsbewegung, welche die  
intrinsic Spannung des vorderen  
Kreuzbandes stark erhöht [23]. Die  
Datenlage zur valgischen Achs-  
abweichung mit daraus bedingter  
chronischer Überlastung und Folge



**Abbildung 8** Bestimmung des tibialen SLOPE nach Brandon und Korrekturplanung. Der tibiale SLOPE beträgt in diesem Fall  $90^\circ - 66^\circ = 24^\circ$ . Geplant wurde hier eine Korrektur um  $20,9^\circ$  bzw.  $21^\circ$ , um einen Winkel von  $4^\circ$  zu erzielen.

der VKB-Insuffizienz nach Ersatz ist  
dünn. Allerdings konnte gezeigt wer-  
den, dass durch eine varisierende distale  
Femurkorrekturosteotomie (DFO) die  
Spannungen in der VKB-EP bei val-  
gischer Achsabweichung sowie poste-  
ro-medialer Bandlockerung reduziert  
werden können. Diese chirurgische  
Kombination war einer alleinigen Re-  
konstruktion des medialen Seiten-  
bandkomplexes überlegen [24]. Aller-  
dings muss in diesem Kontext analog  
zum lateralen Kompartiment der Me-  
niskus- und Knorpelstatus Berücksich-  
tigung finden. Das mediale Kompar-  
timent ist tibial konkav geformt, so-  
dass ein mäßiger Meniskusverlust bei  
neutraler Beinachse von  $0^\circ$  per se kei-  
ne Kontraindikation darstellt. Man  
sollte bei solch speziellen Befundkon-  
stellationen ein sehr offenes und diffe-  
renziertes Gespräch mit den Betroffe-  
nen führen, um mögliche Abweichun-  
gen der subjektiven Zufriedenheits-  
prognose nach unten anzusprechen.  
Nicht jede Patientin/jeder Patient ist  
bereit, eine differenzierte Nach-

behandlung und die Operation mit ei-  
ner Restkomplikationswahrscheinlich-  
keit zu tragen. Die in diesem spezi-  
ellen Zusammenhang erwähnens-  
werte allogene mediale Meniskus-  
transplantation ist technisch deutlich  
anspruchsvoller als lateral und unter-  
liegt den gleichen ökonomischen He-  
rausforderungen wie bereits für den la-  
teralen Meniskus beschrieben.

### Merke:

Im Zuge eines Kreuzband-Re-Ersatzes  
sollte großzügig durch Ganzbein-  
standaufnahmen nach varischen und  
valgischen Achsabweichungen ge-  
sucht werden.

### Berücksichtigung des tibialen SLOPE

Durch biomechanische Untersuchun-  
gen konnte die Belastung auf das VKB  
und umgekehrt auf das hintere Kreuz-  
band (HKB) zunehmend wissen-  
schaftlich objektiviert werden [14, 16].  
Der tibiale SLOPE kann durch unter-  
schiedliche Methoden erfasst werden.

Dies kann sowohl nativ radiologisch, mittels CT oder MRT erfolgen. Wichtig ist zu wissen, dass der SLOPE durchschnittlich um 4–5° im MRT und CT niedriger ausfällt als auf der konventionellen seitlichen Röntgenaufnahme [25]. Dies liegt plausibel daran, dass die Schaftabbildung auf der konventionellen Aufnahme deutlich vollständiger ausfällt. Je länger die seitliche Röntgenaufnahme ist, desto valider kann der tibiale SLOPE ermittelt werden. Dass ein Zusammenhang der Verletzungswahrscheinlichkeit des VKB mit dem tibialen SLOPE besteht, verdichtet sich zunehmend, sowohl durch klinische als auch biomechanische Untersuchungen [14]. Es konnte gezeigt werden, dass Kniegelenke ohne VKB-Ruptur im Mittel einen tibialen SLOPE von 5,5° aufzeigen, Kniegelenke mit VKB-Ruptur mittlere Werte von 7,1° und bei VKB-Re-Ruptur nach Ersatzplastik einen tibialen SLOPE von 9,5° zeigten. Letztgenannte SLOPE-Werte beziehen sich auf die Methode nach Brandon et al., Vyas et al., Hudek et al. und Hashemi et al. [12]. Die weitere Sub-Differenzierung des SLOPEs im medialen und lateralen Tibiaplateau zeigt bisher, dass insbesondere der laterale Tibiaplateau-SLOPE biomechanisch relevanter ist als der mediale, da hierdurch zusätzlich eine Innenrotationsstresskomponente hinzukommt. Die letztgenannten Beobachtungen und Studienergebnisse zeigten zwar den Zusammenhang des tibialen SLOPE mit der Verletzungswahrscheinlichkeit des VKBs und die Re-Ruptur-Wahrscheinlichkeit der VKB-Ersatzplastik, allerdings haben wir noch zu wenige Daten, die dabei auch ligamentäre Begleitpathologien berücksichtigen. Anders formuliert, muss durch weitere differenzierte Studien geklärt werden, bis zu welchem tibialen SLOPE eine VKB-Ersatzplastik mit additiver antero-lateraler Stabilisierung ausreicht bzw. ab welchen SLOPE-Werten auch eine knöcherne SLOPE-Korrektur notwendig ist. Hierzu haben wir noch keine adäquate Datenlage. Zusätzlich sollte man beachten, dass die Standardisierung der SLOPE-Messung einer zusätzlichen Klärung bedarf, da die Variabilität der Messungen unter Berücksichtigung der verfügbaren Daten relativ hoch erscheint [26].

### Komplexe Kombinationseingriffe

Kombinationseingriffe stellen eine große chirurgische Herausforderung dar, da insbesondere die Komplikationswahrscheinlichkeit nicht zuletzt durch die Verlängerung der Operationszeit und das operativ bedingte Weichteiltrauma zu Schwellungen, Wundheilungsstörungen, Infekten sowie Kompartmentsyndromen als auch Über- und Unterkorrekturen führen kann. Betrachtet man die erwähnten Szenarien, ist die Erfassung der Bohrkanalposition und Größe zur Beantwortung der Frage, ob eine Bohrkanalauffüllung erforderlich ist, der erste logische Schritt. In der zweiten Betrachtung sollte das knöcherne coronale und sagittale Alignment erfasst werden. Besonders herausfordernd sind Kombinationseingriffe zur valgusierenden oder varisierenden Korrektur mit zusätzlicher SLOPE-Korrektur zu nennen. Zwar wurden in der Literatur Techniken beschrieben, aber allen gemein ist die Problematik der dreidimensionalen Komplexität und vor allem der Auswirkungen und Einschränkungen zweier Scharniere, die in einem orthograden Winkel zueinander stehen, sodass die knöchernen Kanten sich in mindestens einer Ebene gegenseitig in Bezug zur Korrektur blockieren. Daher sollte man erwägen, für solche ambitionierte und komplexe Korrekturmanöver die Nutzung von patientenindividualisierten 3D-Drucken im Sinne von Korrektorschablonen, die auf CT-Basis angefertigt werden, zu nutzen. Nachteil ist zwar der Kostenfaktor, wobei die operative Präzision und Qualität dem gegenübersteht [15]. Selbst sogenannte einfache hohe öffnende oder schließende tibiale Korrekturosteotomien, unabhängig ob valgusierend oder varisierend, haben ungewollte Effekte, die nicht nur den SLOPE erhöhen können, sondern auch die tibiale Torsion verändern [17, 18]. Sogenannte Hybridverfahren in Kombination einer lateral schließenden und medial öffnenden tibialen Osteotomie kann Vorteile in der Korrektur des tibialen SLOPEs oder Vermeidung einer tibialen SLOPE-Erhöhung mit sich bringen [16].

Grundsätzlich können Korrekturosteotomien und ligamentär stabilisie-

rende Eingriffe kombiniert werden. Das Weichteiltrauma ist sicherlich ein limitierender Faktor. Auch biologische Einheilungsprozesse sollten nicht unbeachtet bleiben. Bei komplexen Tibiakopfosteotomien werden die Perfusionsbedingungen verändert, sodass bei simultaner VKB-EP die biologische Einheilung gestört werden könnte. Die Datenlage bzw. Patientenzahl ist erwartungsgemäß begrenzt, wobei die simultane VKB-EP mit valgusierender HTO als sicher beschrieben wurde ohne wesentliche Nachteile [27, 28].

### Merke:

Korrekturosteotomien müssen sorgfältig geplant werden. Es können schnell ungewollte Begleitkorrekturen bei der hohen öffnenden Tibiaosteotomie (HTO) resultieren, wie bspw. SLOPE-Erhöhung oder Veränderungen der Torsion. Mehrdimensionale Korrektoreingriffe in der coronalen und sagittalen Ebene stellen eine besondere Herausforderung dar. Diese sollte in erfahrenen Händen bleiben. Die Nutzung von patientenspezifischen Planungs- und Korrektorschablonen können dabei hilfreich sein.

### Zusammenfassung

Kommt es zu VKB-Re-Rupturen nach Ersatz sollte neben einer sorgfältigen klinischen Untersuchung eine erweiterte Bildgebung zur Ursachenanalyse erfolgen. Die klinische Untersuchung stellt auch heute noch den Goldstandard zur Identifizierung von begleitenden ligamentären Instabilitäten dar, wie antero-mediale und/oder antero-laterale Rotationsinstabilitäten. Differenzieren sollte man davon eine vermehrte laterale und mediale Aufklappbarkeit, die allerdings nicht minder konsequent adressiert bzw. stabilisiert werden sollte. Daraus resultieren in einzelnen Fällen komplexe ligamentär-rekonstruktive Kombinationseingriffe zur VKB-EP. Um die letztgenannten peripheren Instabilitäten zu identifizieren, können gehaltene Stressaufnahmen die Diagnostik erleichtern. Die Bildgebung sollte neben den letztgenannten Bausteinen eine CT beinhalten, die eine gute und reliable Analyse der Bohrkanallage ermöglicht, um entscheiden zu können, inwieweit ein ein- oder zweizeitiger

VKB-Re-Ersatz erfolgen sollte. Im Falle der Bohrkanalauffüllung bietet die allogene Spongiosa-Transplantation zur autologen Auffüllung eine mittlerweile etablierte Alternative. Die MRT ist zur weichteiligen Meniskus- und Knorpelbeurteilung der Kniebinnenverhältnisse ein wichtiges Element. Allerdings stellt die Arthroskopie nach wie vor das wesentliche Diagnostikum dar, um die Binnenmorphologie abschließend zu beurteilen und daraus angepasste Konsequenzen abzuleiten. Die Ganzbeinaufnahme ist ein sehr wertvolles Mittel, um die Achsverhältnisse zu prüfen und Risikofaktoren wie insbesondere die varische und bei speziellen Konstellationen wie mediale Instabilitäten mit valgischer Achsabweichung zu analysieren und ggf. zu korrigieren. Der tibiale SLOPE wurde zunehmend biomechanisch und im Zusammenhang mit der VKB-Ruptur sowie Re-Ruptur nach Ersatz untersucht, sodass im Zuge des Re-Ersatzes eine SLOPE-Korrektur bei Abweichungen erwogen werden sollte. Methodisch bestehen hier allerdings noch Unschärfen. Man sollte beachten, dass der SLOPE im MRT

und CT höher ausfällt als auf konventionellen Röntgenaufnahmen. Die seitliche Röntgenaufnahme sollte adäquat lang sein, um reliable Ergebnisse zu liefern.

Schnell wird unter Berücksichtigung dieser zu beachtenden Aspekte deutlich, dass der VKB-Re-Ersatz mit einem standardisierten diagnostischen Algorithmus bearbeitet werden sollte, um möglichst alle Aspekte zu berücksichtigen. Knöcherne und ligamentäre Kombinationseingriffe sind grundsätzlich möglich. Sollte jedoch eine Bohrkanalauffüllung notwendig sein, so bietet sich an, knöcherne Begleitpathologien durch Korrekturosteotomien zu kombinieren. Im Zuge einer späteren Metallentfernung kann der zweizeitige VKB-Ersatz erfolgen, ggf. in Kombination mit weiteren ligamentär stabilisierenden Eingriffen. Bis zur ligamentär stabilisierenden Rekonstruktion empfehlen wir im eigenen Vorgehen die protektive Nutzung einer ACL-Orthese, um sekundäre instabilitätsbedingte Meniskus- und Knorpelschäden zu vermeiden. Bei all diesen Betrachtungen sollten selbstverständlich individuelle Faktoren

einfließen. Dieser Beitrag stellt daher einen zusammenfassenden Leitfaden dar, um den VKB-Re-Ersatz strukturiert zu planen.

#### Interessenkonflikte:

Beratender Arzt: Arthrex GmbH



Foto: EV-Stift-St. Martin, Koblenz

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Atesch Ateschrang  
Zentrum für Orthopädie und  
Unfallchirurgie  
Kantonsspital Aarau  
Tellstrasse 25  
CH-5001 Aarau  
atesch.ateschrang@ksa.ch

## CME-Fragen:

### 1. Welche Aussage trifft zum VKB-Ersatz nach aktueller Studienlage zu?

- Die Re-Ruptur stellt eine seltene Komplikation dar.
- Re-Rupturen sind immer mit Meniskuläsionen vergesellschaftet.
- Re-Rupturen können in bis zu 18% der Fälle auftreten.
- Die knöcherne Morphologie spielt keine Rolle
- Keine der oben aufgeführten Aussagen trifft zu.

### 2. Welche Aussage trifft nach erlittener VKB-Re-Ruptur zu?

- Eine Revision wegen bestehender Bohrkanäle ist nicht sinnvoll möglich.
- Ein VKB-Re-Ersatz ist nur durch eine Bohrkanalauffüllung möglich.
- Ein VKB-Re-Ersatz sollte sinnvollerweise nur durch einen einzeitigen VKB-Re-Ersatz realisiert werden,

um unnötige weitere Operationen zu vermeiden.

- Die Analyse der bestehenden Bohrkanäle ist wesentlich zur Planung, inwieweit der VKB-Re-Ersatz ein- oder zweizeitig über eine zusätzliche Bohrkanalauffüllung erfolgen sollte.
- Im Zuge des VKB-Re-Ersatzes muss die bestehende Beinachse immer korrigiert werden, da diese offensichtlich zur Re-Ruptur geführt hat.

### 3. Welche Aussage zum VKB-Ersatz trifft nicht zu?

- Re-Rupturen stellen auch heute noch ein relevantes Komplikationsproblem dar.
- Die Quadrizepssehne wird ausschließlich für Revisionen genutzt.
- Die Hamstrings, Patella- sowie die Quadrizepssehne können gleichermaßen zum VKB-Ersatz genutzt werden.

- Das CT ist zur Analyse der Bohrkanallage gut geeignet.
- Um die Re-Rupturrate des VKB-Re-Ersatzes zu reduzieren, sollten die peripheren Kniegelenk-Stabilisatoren berücksichtigt werden.

### 4. Ihre Patientin/Ihr Patient hat sich 2 Jahre nach VKB-Ersatz ein Distorsionsereignis zugezogen und beklagt seither ein Instabilitätsgefühl. Welche Aussage trifft nicht zu?

- Es erfolgt eine sorgfältige klinische Untersuchung.
- Die Indikation zu einem MRT darf trotz stabil imponierendem Kniegelenk großzügig gestellt werden.
- Die Wahrscheinlichkeit von Begleitverletzungen wie Meniskus- und Knorpelläsionen ist hoch.
- Die Wahrscheinlichkeit einer VKB-Re-Ruptur ist hoch.

e) Ein Röntgenbild ist nicht notwendig, da sowieso ein MRT notwendig ist.

**5. Sie haben bei Ihrer Patientin/Ihrem Patienten mittels MRT eine Re-Ruptur des VKB-Ersatzes objektiviert. Welche Aussage trifft zu?**

- a) Eine seitliche Röntgenaufnahme ist nicht notwendig, da im MRT noch mehr gesehen werden kann.
- b) Die CT des Kniegelenks sollte aus strahlenhygienischen Gründen unterbleiben, da die Bohrkanäle im MRT ausreichend gut beurteilt werden können.
- c) Die Ganzbeinaufnahme demaskiert varische und valgische Achsabweichungen, die zur Planung des VKB-Re-Ersatzes relevant sein können.
- d) Die Kniepunktion ist notwendig, um einen blutigen Erguss von einem serösen Reizerguss im MRT zu differenzieren.
- e) Das MRT ist heute so sensitiv, dass die klinische Untersuchung nur noch orientierend ohne Seitenvergleich genügt.

**6. Welche Aussage zum „Varus-Thrust“ trifft zu?**

- a) Befürworter dieser Theorie sehen Vorteile zur Korrektur der varischen Achsabweichung mittels Osteotomie.
- b) Gehaltene Aufnahmen stellen kein gutes Hilfsmittel dar zur Identifizierung von Seitenbandinsuffizienzen.
- c) Der tibiale SLOPE ist wesentliche Ursache für den „Varus-Thrust“.
- d) Die Ganzbeinaufnahme ist wichtig zur Planung der Seitenbandstabilisierung.

e) Der „Varus-Thrust“ beinhaltet immer einen Gelenkbinnenkollaps bei Osteonekrose.

**7. Welche Aussage zur valgisierenden Umstellungsosteotomie trifft zu?**

- a) Eine Arthroskopie ist obsolet, da das MRT alle Gelenkbinnenbefunde objektiviert.
- b) Der VKB-Re-Ersatz kann nicht mit einer Umstellungsosteotomie kombiniert werden.
- c) Der VKB-Re-Ersatz muss bei notwendiger Umstellungsosteotomie immer einzeitig erfolgen, um die Rehabilitation so kurz wie möglich zu halten.
- d) Im Zuge einer Bohrkanalauffüllung mit kombinierter öffnender Tibiakopfumstellungsosteotomie kann der Osteotomiespalt ebenfalls aufgefüllt werden.
- e) Eine Knorpelrekonstruktion kann nicht mit einer Umstellungsosteotomie erfolgen.

**8. Welche Aussage trifft nicht auf den tibialen SLOPE zu?**

- a) Die seitliche Röntgenaufnahme des Kniegelenkes ist geeignet zur Analyse.
- b) Die kurze seitliche Röntgenaufnahme des Kniegelenkes ist gleichermaßen geeignet zur Ausmessung wie lange Röntgenplatten.
- c) Im CT und MRT werden methodisch bedingt geringere SLOPE-Werte ermittelt.
- d) Der tibiale SLOPE liegt in der sagittalen Ebene.
- e) Der tibiale SLOPE beeinflusst die Spannung auf das vordere und hintere Kreuzband.

**9. Sie planen bei gesicherter VKB-Re-Ruptur den Re-Ersatz. Welche Aussage trifft nicht zu?**

- a) Antero-laterale Rotationsinstabilität sollten stabilisiert werden durch eine Lemaire-Prozedur.
- b) Antero-laterale Rotationsinstabilität sollten stabilisiert werden durch eine Ellison-Prozedur.
- c) Antero-mediale Rotationsinstabilitäten stellen kein Problem dar.
- d) Laterale Seitenbandinstabilitäten sollten konsequent stabilisiert werden.
- e) Die tibiale SLOPE-Korrektur ermöglicht eine Reduktion der ligamentären Zuglast auf den Kreuzbändern.

**10. Welche Aussage trifft zu?**

- a) Die Bohrkanalauffüllung zur VKB-Re-Ersatzplastik darf nur mit autologer Spongiosa erfolgen.
- b) Die Bildgebung zur Planung einer VKB-Re-Ersatzplastik beinhaltet Röntgenbilder des Kniegelenkes sowie ein MRT. Ganzbeinaufnahmen erhöhen nur die Strahlenexposition, ohne den Informationsgehalt zu verbessern.
- c) Gehaltene Aufnahmen in der coronaren Ebene zeigen immer zusätzlich bestehende Rotationsinstabilitäten.
- d) Gehaltene Aufnahmen zur Analyse der Seitenbandstabilität von Kniegelenken sollte beidseitig erfolgen, um Seitendifferenzen zu objektivieren.
- e) Der Kreuzband-Re-Ersatz ist ab einem Alter von 50 Jahren nicht mehr sinnvoll, da der Gelenkersatz eine sichere und komplikationsfreie Langzeitalternative darstellt.

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

vsou.de | Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen e.V.

**Erweitere dein Wissen &  
 tausche dich mit Experten aus!**

Entdecke Fortbildungen unter:  [vsou.de/fortbildungsveranstaltungen](http://vsou.de/fortbildungsveranstaltungen)



**VSOU**