

Leitlinien Unfallchirurgie © DGU Leitlinien Kommission Berlin 2020

AWMF-Nr. 012-025

ICD-10: S-83.10

2. Novellierung der Leitlinie (2010, 2014, 2020)

LL-Niveau Evidenz basiert S2e

Letztes Bearbeitungsdatum: 1.8.2020

Gültig bis 31.7.2025

Genehmigung durch Vorstand der DGU am 13.6.2019

Korrespondenz: Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

E-Mail: office@dgu-online.de



**Seit > 5 Jahren
nicht aktualisiert,
Leitlinie wird
aktuell
überarbeitet**

Leitlinie Kniegelenkluxation

Federführende Autoren:

PD Dr. Matthias Krause

Dr. Ralph Akoto und Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch, Hamburg

Arbeitsgruppe:

Lena Alm, Tobias Drenck, Jannik Frings, Maximilian Heitmann,

Achim Preiss, Hamburg

Leitlinienkommission

der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)

in Zusammenarbeit mit der

Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer (Leiter)

Prof. Dr. Felix Bonnaire (Stellv. Leiter)

Priv.-Doz. Dr. Sandra Bösmüller (ÖGU)

Prof. Dr. Klaus Dresing

Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch

Prof. Dr. Thomas Gösling

Prof. Dr. Lars Grossterlinden

Dr. Maximilian Heitmann

Prof. Dr. Mirco Herbort

Dr. Rainer Kübke

Dr. Lutz Mahlke

Prof. Dr. Ingo Marzi

Prof. Dr. Norbert Meenen

Priv.-Doz. Dr. Oliver Pieske

Dr. Philipp Schleicher

Priv.-Doz. Dr. Dorian Schneidmüller

Prof. Dr. Stephan Sehmisch

Prof. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)

Prof. Dr. Klaus Wenda

Dr. Philipp Wilde

Göttingen

Dresden

Wien

Göttingen

Hamburg

Braunschweig

Hamburg

Hamburg

München

Berlin

Paderborn

Frankfurt

Hamburg

Oldenburg

Frankfurt

Murnau

Göttingen

Graz

Wiesbaden

Wiesbaden

konsentiert mit der
Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie (AGA)
Ligament-Komitee: Dr. Ralph Akoto, Prof. Dr. Mirco Herbort

Deutsche Kniegesellschaft (DKG)
Ligament-Komitee: PD Dr. Andrea Achtnich, Dr. Ralph Akoto

Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie
und Orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC)
Leiter: Prof. Dr. Andreas Roth, Leipzig

Unfallchirurgische Leitlinien für Diagnostik und Therapie

PRÄAMBEL

Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) gibt seit 1996 als wissenschaftliche Fachgesellschaft Leitlinien für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie heraus. Diese Leitlinien werden von der Leitlinienkommission in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU) und der Schweizerischen Gesellschaft für Chirurgie (SGC) formuliert und mit dem Geschäftsführenden Vorstand der DGU konsentiert. Die Leitlinien werden zudem mit der Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) sowie ggfls. weiteren speziellen Fachgesellschaften konsentiert.

Die Leitlinien werden als Print- und E-Book beim Cuvillier Verlag verlag@cuvillier.de und auf der Homepage der Arbeitsgemeinschaft Medizinisch Wissenschaftlicher Fachgesellschaften AWMF publiziert (awmf.org). Die Liste der aktuellen DGU-Leitlinien findet sich auf der Homepage der DGU (dgu-online.de) mit einem jeweiligen Link zur betreffenden Seite der AWMF.

Leitlinien können wegen des rasanten Wachstums des medizinischen Wissens und seiner relativ kurzen Halbwertszeit immer nur eine Momentaufnahme sein. Daher hat sich die AWMF darauf geeinigt, dass Leitlinien alle 5 Jahre überarbeitet werden sollen. Danach läuft die Gültigkeit dieser Leitlinien bei der AWMF ab. Die Leitlinienkommission der DGU arbeitet ständig an der Novellierung ihrer Leitlinien, kann aber die 5-Jahresfrist nicht immer einhalten. Daher sollte bei jeder konkreten Anwendung einer Leitlinie geprüft werden, ob die betreffende Aussage noch dem aktuellen Stand des Wissens entspricht. Das gilt auch schon vor Ablauf der 5-Jahresfrist. Die Erfahrung der Leitlinienkommission mit Novellierungen hat allerdings gezeigt, dass sich Änderungen nach 5 Jahren meist auf die Indikationen und die Operationsverfahren beziehen. Der weit überwiegende Inhalt der Leitlinien hat dagegen lange Bestand.

Die Mitglieder der Leitlinienkommission, die Federführenden Autoren und die Arbeitsgruppen arbeiten ehrenamtlich. Die jeweiligen Erklärungen zur Compliance finden sich bei jeder Leitlinie auf der Seite der AWMF. Die Methodik der Leitlinien Entwicklung, Evidenzfindung und das Verfahren der Konsensbildung sind in einer gesonderten Ausarbeitung im Detail dargestellt, die jeder Leitlinie beigelegt ist. Der aktuelle Stand der Leitlinien Entwicklung findet sich auf der Homepage der DGU (dgu-online.de) oder kann beim Leiter der Leitlinienkommission und der Geschäftsstelle der DGU erfragt werden (office@dgu-online.de).

Leitlinien sollen Studierenden, Ärzten in Weiterbildung, Fachärzten, Gutachtern, Prüfern, Mitgliedern medizinischer Hilfsberufe, Patienten und interessierten Laien zur Information dienen und zur Qualitätssicherung beitragen. Ihre Anwendung setzt medizinischen Sachverstand voraus. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Leitlinien nicht in jeder Behandlungssituation uneingeschränkt anwendbar sind.

Die Freiheit des ärztlichen Berufes kann und darf durch Leitlinien nicht eingeschränkt werden. Leitlinien sind daher Empfehlungen für ärztliches Handeln in charakteristischen Situationen. Im Einzelfall kann durchaus eine von den Leitlinien abweichende Diagnostik oder Therapie angezeigt sein. Leitlinien berücksichtigen in erster Linie ärztlich-wissenschaftliche und nicht wirtschaftliche Aspekte.

Die unfallchirurgischen Leitlinien werden nach Möglichkeit stichwortartig ausgearbeitet und sollen kein Ersatz für Lehrbücher oder Operationslehren sein. Daher sind die Leitlinien so kurz wie möglich gehalten. Begleitmaßnahmen wie die allgemeine präoperative Diagnostik oder die Indikation und Art einer eventuellen Thrombose- oder Antibiotika-Prophylaxe werden nicht im Einzelnen beschrieben; sie sind Gegenstand gesonderter Leitlinien. Die Behandlungsmethoden sind meist nur als kurze Bezeichnung und nicht mit Beschreibung der speziellen Technik aufgeführt. Diese findet man in Operationslehren und aktuellen wissenschaftlichen Publikationen.

Alle unfallchirurgischen Leitlinien sind nach einer einheitlichen Gliederung aufgebaut, so dass man bei allen Leitlinien z.B. immer unter Punkt 4. die Diagnostik mit ihren Unterpunkten findet. Dabei kann die Gliederung einzelner Leitlinien in den Unterpunkten sinnvoll angepasst werden.

Die Leitlinien sind so abgefasst, dass sie für die Zukunft Innovationen ermöglichen und auch seltene, aber im Einzelfall sinnvolle Verfahren abdecken. Die Entwicklung des medizinischen Wissens und der medizinischen Technik schreitet besonders auf dem Gebiet der Unfallchirurgie so rasch fort, dass die Leitlinien immer nur den momentanen Stand widerspiegeln. Neue diagnostische und therapeutische Methoden, die in den vorliegenden Leitlinien nicht erwähnt sind, können sich zukünftig als sinnvoll erweisen und entsprechend Anwendung finden.

Die in den Leitlinien aufgeführten typischen Schwierigkeiten, Risiken und Kompli-

kationsmöglichkeiten stellen naturgemäß keine vollständige Auflistung aller im Einzelfall möglichen Eventualitäten dar. Ihre Nennung weist darauf hin, dass sie auch trotz aller Sorgfalt des handelnden Arztes eintreten können und im Streitfall von einem Behandlungsfehler abzugrenzen sind. Es muss immer damit gerechnet werden, dass selbst bei strikter Anwendung der Leitlinien das erwünschte Behandlungsergebnis nicht erzielt werden kann.

Leitlinien basieren auf wissenschaftlich gesicherten Studienergebnissen und dem diagnostischen und therapeutischen Konsens derjenigen, die Leitlinien formulieren. Medizinische Lehrmeinung kann nie homogen sein. Dies wird auch dadurch dokumentiert, dass verschiedene wissenschaftliche Fachgesellschaften Leitlinien zu überlappenden Themen mit gelegentlich unterschiedlichen Aussagen herausgeben.

Leitlinien des Niveaus S2e und S3 basieren u.a. auf einer systematischen Literaturrecherche und -bewertung mit dem Ziel, bestimmte Aussagen evidenzbasiert treffen zu können. Der Evidenzgrad wird nach den DELBI-Kriterien ermittelt. Auf Grund des raschen medizinischen Fortschritts finden sich in der Unfallchirurgie nur relativ wenige evidenzbasierte Aussagen, weil diese aufwendige Forschungsarbeiten und Nachuntersuchungen über einen oft 10-jährigen oder noch längeren Zeitraum voraussetzen.

Bei fraglichen Behandlungsfehlern ist es Aufgabe des Gerichtsgutachters, den zum maßgeblichen Zeitpunkt geltenden Medizinischen Standard zu beschreiben und dem Gericht mitzuteilen. Die Funktion des fachgleichen und erfahrenen Gutachters kann nicht durch Leitlinien ersetzt werden. Ihre Anwendung setzt medizinischen Sachverstand voraus.

Göttingen, den 9. Oktober 2019

Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer
Leiter der Leitlinienkommission
Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.

Grundsätzliche Gliederung der Leitlinie

	Seite
1. Allgemeines	7
2. Präklinisches Management	10
3. Anamnese	11
4. Diagnostik	14
5. Klinische Erstversorgung	17
6. Indikation zur definitiven Therapie	18
7. Therapie nicht operativ	19
8. Therapie operativ	21
9. Weiterbehandlung	26
10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores	27
11. Prognose	28
12. Prävention von Folgeschäden	29
13. Schlüsselwörter	30
14. Literaturverzeichnis	31

1. Allgemeines

Die allgemeine Präambel für Unfallchirurgische Leitlinie (S.3-5) ist integraler Bestandteil der vorliegenden Leitlinie. Die Leitlinie darf nicht ohne Berücksichtigung dieser Präambel angewandt, publiziert oder vervielfältigt werden.

Diese Leitlinie wurde auf dem Niveau einer S2e-Leitlinie erstellt. 1130 Literaturstellen wurden überprüft. Auf eine Gewichtung der Empfehlungen wurde bewusst verzichtet. Die Empfehlungen geben die Meinung der Leitlinien-Kommission wieder, sie beziehen sich nicht nur auf Evidenz basierte Literaturergebnisse, sondern berücksichtigen auch klinische Erfahrungen und Kenntnisse. Die Empfehlungen sind gekennzeichnet.

Evidenzklassen (EK) modifiziert nach AHCPR 1992, SIGN 1996

- Ia** Evidenz aufgrund von Metaanalysen randomisierter, kontrollierter Studien
- Ib** Evidenz aufgrund mindestens einer randomisierten, kontrollierten Studie
- IIa** Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, kontrollierten Studie ohne Randomisation
- IIb** Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, nicht randomisierten und nicht kontrollierten klinischen Studie, z.B. Kohorten-Studie
- III** Evidenz aufgrund gut angelegter, nicht experimenteller, deskriptiver Studien, wie z.B. Vergleichsstudien, Korrelationsstudien und Fall-Kontroll-Studie
- IV** Evidenz aufgrund von Berichten der Experten-Ausschüsse oder Expertenmeinungen und/oder klinischer Erfahrung anerkannter Autoritäten

Die Evidenzklassen werden nach der Literaturstelle **fett** angegeben.

1.1. Ätiologie und Epidemiologie

- mit 0,02% aller muskuloskelettalen Verletzungen sehr selten [1-4] **III**
- Verteilung männlich – weiblich 4:1 [5] **III**
- Hoher Anteil an Spontanrepositionen, daher >50% der Verletzungen primär übersehen, besonders bei polytraumatisierten Patienten [1,6,7]
- 50% High velocity injuries - Hochrasanztrauma **III**
- 33% Low velocity injuries - Niedrigrasanztrauma **III**

- 12% Ultra low velocity (ULV) injuries - Ultraniedriggradiges Trauma **III**
- Verletzungsmechanismen
 - High velocity injuries [6,8-12]:
Verkehrsunfälle, Sturz aus großer Höhe, schwere Quetschverletzungen.
14-44% Begleitverletzung beim mehrfachverletzten oder polytraumatisierten Patienten [1,13-15]
 - Low velocity injuries [16-18]:
Sportverletzungen, Stürze aus geringer Höhe
 - Ultra low velocity injuries [8,19-21]:
Einfache Stürze bei meist übergewichtigen Patienten mit hoher Energieeinwirkung

1.2. Prävention

- Allgemeine Unfallverhütung
- Koordinationstraining
- Kräftigung der Beinmuskulatur
- Sturzpräventionstraining (Adipositas)
- Gewichtsreduktion (Adipositas)

1.3. Komponenten der Knieluxation

- Avulsion (Ausriß direkt am knöchernen Ansatz) des hinteren Kreuzbandes (HKB) in 51% der Fälle [1] **IIb**
- Avulsion des vorderen Kreuzbandes (VKB) in 19% der Fälle [1] **IIb**
- Avulsion des lateralen Kollateralbandes (LCL) in 84% der Fälle [1] **IIb**
- Avulsion des medialen Kollateralbandes (MCL) in 46% der Fälle [1] **IIb**
- Intraligamentäre Rupturen VKB, HKB, MCL, LCL
- Tibiale knöcherne Bandausrisse VKB, HKB, MCL, LCL
- Femorale knöcherne Ausrisse von VKB, HKB, MCL, LCL
- Abrissfraktur des LCL am Fibulakopf
- Kapsuläre Ruptur
- Verletzung von Bandstrukturen der posterolateralen Ecke
- Kombinationsverletzung mit distaler Femurfraktur und Tibiakopffraktur

1.4. Typische Begleitverletzungen

- 3-5% Läsion Arteria und Vena poplitea [12,22] **IIb**
- 26% Läsion Nervus peroneus [12,23,24] **III**
- 27% Gefäßverletzungen, 44% Nervus peroneus Verletzungen bei Ultra low velocity Mechanismus und starkem Übergewicht [20] (BMI>40)

- 37% Meniskusverletzungen (16% medial, 16% lateral, 5% medial & lateral) [12] III
- 28% (Osteo-) Chondrale Läsionen im Kniegelenk
- 9% Streckapparatbeteiligung [12] III
- 5% Patellaluxationen [12] III
- 2% Patellarsehnenruptur [12] III
- Zerreißung der dorsalen Kapsel
- Kompartmentsyndrom Unterschenkel [25,26] III
- Distale Femurfraktur oder Tibiakopffraktur [27] IV
- Segond-Fraktur
- Avulsionsfraktur Tibia und Femur [3] III

1.5. Klassifikation

Einteilung nach Schenck [4]:

- Typ 1: vordere oder hintere Kreuzbandruptur mit begleitender Kollateralbandverletzung (medial/lateral)
- Typ 2: vordere und hintere Kreuzbandruptur
- Typ 3: vordere und hintere Kreuzbandruptur, Ruptur medialer (Typ 3 medial) oder lateraler Kollateralbandkomplex (Typ 3 lateral)
- Typ 4: vordere und hintere Kreuzbandruptur, Ruptur medialer und lateraler Kollateralbandkomplex
- Typ 5: Luxationsfraktur
- C = begleitende Gefäßverletzung
- N = begleitende Nervenverletzung
- Hyperextensionsverletzungen oder vornehmlich posteriore Luxationen mit Zerreißung des dorsalen kapsulären sowie ligamentären Komplexes werden in der Schenck-Klassifikation nicht berücksichtigt.

Es ist in der Diskussion, ob die Definition einer Knieluxation eine Verletzung beider Kreuzbänder voraussetzen sollte.

Empfehlung der Leitlinienkommission

Einteilung nach der Richtung [1,14,17,28] III:

- anteriore Luxation (31%): Tibia ventral der Femurkondylen, mehr als 30° Hyperextension erforderlich, VKB, HKB und Kapsel meist rupturiert, Verletzung von A. poplitea und V. poplitea in 14%

- posteriore Luxation (25%): Tibia dorsal der Femurcondylen, VKB und HKB meist rupturiert, Verletzung von A. poplitea und V. poplitea in 14 %
- laterale Luxation (13%) bei Varustrauma und hoher Inzidenz poplitealer Gefäßverletzungen (Inzidenz 16%) III
- mediale Luxation (3%)
- rotatorische Luxation (4%): häufig postero-lateral und mit Tibiakopffraktur kombiniert

Einteilung akut und chronisch [13,29,30] IIb:

Wann die akute Phase in ein chronisches Stadium übergeht, ist nach wie vor Gegenstand der Diskussion. Von vielen Autoren wird der Zeitraum der ersten 3 Wochen als „akut“ eingeschätzt, da in diesem Zeitraum Bandnähte operativ noch möglich sind. 3 Wochen nach dem Trauma werden von den meisten Autoren Bandnähte nicht mehr empfohlen (Retraktion der Bandstümpfe, einsetzende Vernarbungen, Granulationsgewebe, etc.), so dass hier eher von einem chronischen Zustand auszugehen ist.

Einteilung nach Unfallmechanismus [20]:

- High velocity injuries
- Low velocity injuries
- Ultra low velocity injuries

2. Präklinisches Management

2.1. Analyse des Unfallhergangs

- Unfallmechanismus (ggf. Spontanreposition) [31]
- Kontakt- oder Nicht-Kontaktunfall
- High velocity injuries
- Hyperextensionstrauma
- Low velocity Mechanismus [17]
- Ultra low velocity Mechanismus (Adipositas per magna, BMI > 40) [8,20,32]

2.2. Notfallmaßnahmen und Transport

- Repositionsversuch durch Längszug (keine gewaltsame Reposition irreponibler Luxationen) [33]
- Abdeckung offener Wunden
- Schienung des Beines
- Vermeiden weiterer Belastung des Kniegelenks
- Kühlung des Gelenks unter Vermeidung lokaler Kälteschäden
- Analgesie

- Ausschluss weiterer Begleitverletzungen (high velocity) [14]
- Zuweisung in ein Traumazentrum bei V.a. Gefäß-/Nervenschäden) [34]

2.3. Dokumentation

- Unfallzeit/Zeitpunkt der Reposition
- Unfallablauf und Luxationsrichtung
- Erstmaßnahmen
- Periphere Durchblutung, Motorik, Sensibilität (repetitiv)
- Kompartmentsyndrom
- Untersuchungsbefund (keine Stabilitätsprüfung nach Reposition)
- Rupturknacken, Zerreißungsgefühl
- Auftreten von Gelenkerguss (kann fehlen durch Kapselruptur) [35]
- Funktionsbeeinträchtigung
- Schmerzpunkte
- Offene Wunden
- Unfall im Rahmen der gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV, AUVA, SUVA)

3. Anamnese

3.1. Verletzungsmechanismus

3.1.1. Bei akuter Verletzung

- High velocity injuries: Verkehrsunfälle, Sturz aus großer Höhe, Polytrauma, Anpralltrauma [6,13,15]
- Low velocity injuries: Kontakttrauma/ Sportverletzungen, Sturz aus geringer Höhe, Verdrehtrauma [2, 7,18]
- Ultra low velocity injuries: Häufig Bagateltrauma bei niedriger Rasananz aber hoher Energieeinwirkung beim übergewichtigen Patienten (BMI > 40) [8,19,20]
- Traumamechanismus (adäquat vs. inadäquat in Bezug auf die Traumarasananz)
- Detaillierte Schilderung der Unfallgeschehens
- Richtung und Ausmaß der Krafteinwirkung
- Rotationskomponente?
- Mögliches Ausmaß der Dislokation während des Unfallgeschehens mit möglicher Folge einer Gefäß- oder Nervenverletzung?

3.1.2. Bei chronischer Verletzung

- rezidivierende Schwellung, Erguss, Instabilitätsgefühl, Blockaden des Kniegelenkes
- Unfallmechanismus/Zeit seit dem Trauma
- Vorschäden/Voroperationen
- Beruf, soziales Umfeld, kniegelenkgefährdende Sportarten
- Gesetzlich versicherter Unfall?
- Instabilitätsrichtung

3.2. Gesetzliche Unfallversicherung

- In Deutschland muss bei allen Arbeitsunfällen, bei Unfällen auf dem Weg von und zur Arbeit sowie bei Unfällen in Zusammenhang mit Studium, Schule und Kindergarten sowie allen anderen gesetzlich versicherten Tätigkeiten eine Unfallmeldung durch den Arbeitgeber erfolgen, wenn der Unfall eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als 3 Kalendertagen oder den Tod zur Folge hat.
- In Österreich muss diese Meldung in jedem Fall erfolgen.
- Diese Patienten sollten schnellst möglich einen Durchgangsarzt aufsuchen, der entscheidet, ob ein BG-liches Heilverfahren eingeleitet wird.
- Bei Unfallfolgen und Folgeerkrankungen gilt das BG-liche Heilverfahren und Folgebehandlungen sollten in einer von der DGUV zugelassenen Einrichtung erfolgen.
- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUV (Überarbeitete Version 2.0, Stand 1. Juli 2018) sind Verletzungen wie folgt zu einzuteilen:
 - 7.1 VAV: Kreuzbandverletzungen und knöcherne Ausrisse der Interkondylenhöcker bei Kindern
 - 7.1 SAV: Alle Kreuzbandverletzungen und knöchernen Ausrisse der Interkondylenhöcker bei Kindern mit Gefäß-, Nervenverletzung und/oder hochgradiger Weichteilschädigung
 - 7.9 VAV: Instabilitäten des Kniegelenks bei Verletzung des vorderen Kreuzbandes (Subluxation), in Kombination mit
 - Seitenbandverletzung
 - Knorpelverletzung
 - Meniskusverletzung
 - 7.10 SAV: Verletzungen des hinteren Kreuzbandes, Kniegelenk-Verrenkungen mit Rupturen von mehreren Bandstrukturen oder knöchernen Begleitverletzungen
 - 7.11 VAV: Brüche des körpernahen Unterschenkels mit Gelenkbeteiligung bei gegebener oder abzuklärender Operationswürdigkeit
 - 7.12 SAV: Brüche des körpernahen Unterschenkels mit Gelenkbeteiligung bei

- Typ B3 und C der AO-Klassifikation
- Gefäßverletzung
- Nervenverletzung
- hochgradiger Weichteilschädigung
- 10.1-4: Mehrfachverletzungen mit schwerer Ausprägung; besondere Verletzungskonstellationen bei Kindern
- 11.1-5 SAV: Komplikationen, Revisionseingriffe, Folgezustände und Unfallfolgen

3.3. Vorerkrankungen und Verletzungen

- Vorschäden (Bandinstabilitäten, Meniskusverletzungen, kniegelenksnahe Frakturen)
- Vorherige Kniegelenktraumata
- Voroperationen, auch der Gegenseite
- Erguss, Instabilitätsgefühl, Immobilisierung
- Arthrose
- Hyperlaxizität
- Hauterkrankungen
- Rheumatische Vorerkrankungen/Gelenkerkrankungen
- Neurogene Erkrankungen
- Thrombose/Embolie
- Gefäßerkrankungen/gefäßchirurgische Eingriffe
- Allergien

3.4. Wichtige Begleitumstände

- Spontanreposition/Fremdreposition
- Reposition mit oder ohne Narkose (vor und nach Reposition Kontrolle der Durchblutung, Motorik und Sensibilität)
- Neurologische Symptome
- Adipositas
- Weitere Verletzungen (z.B. Polytrauma), auch des betroffenen Beines
- Gefäßerkrankungen
- Intraartikuläre Punktionen/Injektionen
- Voroperationen
- Vorerkrankungen
- Alter
- Weichteilverletzungen
- Thrombose/Embolie
- Beinachsdeformitäten
- Beruf, soziales Umfeld
- Kniegelenkgefährdende Sportarten
- Medikamente, insbesondere gerinnungshemmende Medikamente (z.B. Aspirin, Marcumar)
- Alkohol-/ Drogenkonsum

3.5. Symptome

Akut:

- Schmerzhaftes Bewegungseinschränkung des Kniegelenkes
- Rupturgeräusch
- Zerreißungsgefühl
- Gangunsicherheit/Instabilitätsgefühl
- Fehlstellung des Gelenkes
- Gelenkerguss (sofort oder verzögert)
- Weichteilschwellung
- sensibler und/oder motorischer Ausfall insbesondere im Gebiet des N. peroneus
- Periphere arterielle Durchblutungsstörung mit fehlendem Puls am Fußrücken und hinter dem Innenknöchel
- Analgetika-resistente Schmerzen

Chronisch:

- Instabilitätsgefühl des Kniegelenkes/Gangunsicherheit
- Rezidivierende Kniegelenksdistorsionen
- Schmerzhaftes Bewegungseinschränkung
- Rezidivierende Kniegelenkergüsse
- Oberschenkelmuskelatrophie

4. Diagnostik

4.1. Notwendig

4.1.1. Klinische Untersuchung (Inspektion und Palpation):

- Kontusionsmarken
- Weichteilschwellung
- Ergusspalpation
- Palpation der Seitenbandansätze (Schmerzpunkte, evtl. Defekte im Bandverlauf)
- Palpation des Gelenkspaltes (Schmerzpunkte)
- Meniskustests
- Aktive und passive Bewegungsprüfung
- Stabilitätsprüfung (bei frischem Trauma ggf. in Analgesie bei Nutzung einer für andere Maßnahmen notwendigen Narkose zur Stabilitätsprüfung und Dokumentation)
- Varus- und Valgusaufklappung in Streckung
- Varus- und Valgusaufklappung in 10-20°-Beugung des Kniegelenkes

- Vordere Schublade in 90° Beugung
- Hintere Schublade in 90°-Beugung
- Lachman-Test: Ventrale Translation der Tibia in 20-30°-Beugung
- Pivot-Shift-Test (Subluxationstest)
- Dokumentation der Stabilität im Seitenvergleich: + (3-5 mm), ++ (5-10 mm), +++ (10-15 mm)
- Prüfung peripherer Durchblutung, Motorik und Sensibilität

*Auch bei normalem Pulsstatus haben ca. 9% der Patienten nach Knieluxation angiographisch nachweisbare arterielle Intimaläsionen oder Stenosen! [5] **IIb** Daher Gefäßdiagnostik nach Knieluxation empfohlen.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

4.1.2. Laboruntersuchung

- Laboruntersuchungen (z.B. CK-Werte im Rahmen eines manifesten oder drohenden Kompartmentsyndroms) unter Berücksichtigung von Alter und Begleiterkrankungen des Patienten.

4.1.3. Radiologische Untersuchungen

- Native Röntgendiagnostik Kniegelenk in 2 Ebenen (Suche nach knöchernen Bandausrissen, hinteres Kreuzband, Segond-Fraktur, Eminentiafraktur oder Frakturen)
- Gefäßdiagnostik:
Dopplersonographie oder CT-Angiografie, konventionelle Angiografie, MRT-Angiografie
- MRT zur Erkennung von
 - Bandverletzungen und ihrer Lokalisation
 - Meniskuläsionen
 - Osteochondralen Läsionen
 - Knorpelschäden
 - Okkulten Frakturen
 - Knochenmarködemen

4.2. Fakultativ

Klinische Untersuchung

- Jerk-Test (Subluxationstest)
- Diagnostische Kniegelenkpunktion
- Instrumentelle Stabilitätsprüfung

Bildgebende Verfahren

- Röntgenuntersuchung
 - Patella axial
 - Stabilitätsprüfung unter Röntgenbildwandlerkontrolle
 - Bei chronischer Instabilität Ganzbeinaufnahme
 - Bei chronischer Instabilität apparativ gehaltene Aufnahmen
- CT bei V.a. intraartikuläre Frakturen

4.3. Ausnahmsweise

- Sonographie

4.4. Nicht erforderlich

- Diagnostische Arthroskopie
- Arthroskopie mit primärer Resektion der Kreuzbandstümpfe

4.5. Diagnostische Schwierigkeiten

- Verknennung der Verletzungsschwere durch spontane Reposition
- Abgrenzung von isolierter vorderer oder hinterer Kreuzbandverletzung ohne Luxationsereignis
- Erkennung von Begleitverletzungen [5] **IIb**
- Erkennen der Intimaläsion
- Erkennen eines sekundären Gefäßverschlusses aufgrund einer Intimaläsion bei primär vorhandenem Puls [5] **IIb**
- Differenzierung von partiellen und vollständigen Bandrupturen
- Interpretation des MRT (falsch positive und falsch negative Befunde)
- Übersehen okkultter Frakturen

4.6. Differentialdiagnose

- Isolierte vordere oder hintere Kreuzbandruptur ohne stattgehabte Luxation
- Patellaluxation
- Fraktur im Bereich von Tibiakopf, distalem Femur oder Patella
- Innenbandruptur
- Außenbandruptur
- Hyperlaxität

5. Klinische Erstversorgung

5.1. Ersteinschätzung und Triage

- Beurteilung der Verletzung im Gesamtkontext (Polytrauma mit potenziellen Begleitverletzungen)
- Einschätzung der erfolgten Energieeinwirkung (CAVE Adipositas: Niedrigrasanz aber Hochenergie) [20,32,36]
- Überprüfung der regelrechten Artikulation/erfolgten Reposition (ggf. offene Reposition)
- Re-Evaluation präklinisch erfolgter Maßnahmen (Analgesie, Reposition, etc.)
- Klinische Re-Evaluation der Richtung/Ausmaß der Instabilität [37]
- Erfassung von Gefäß-Nerven-Verletzungen und Kompartmentsyndrom [5,32,38]

5.2. Allgemeine Maßnahmen

- Immobilisation und Schwellungskontrolle
- Adäquate Analgesie
- Konsequente Hochlagerung
- Lokale Kühlung
- Thromboseprophylaxe (siehe zum Risiko, allgemeine und medikamentöse Massnahmen aktuelle interdisziplinäre Leitlinie VTE-Prophylaxe der AWMF)
- Aufklärung über Verletzungsentität und -prognose

5.3. Spezielle Maßnahmen

- Interdisziplinäre Behandlung (Hinzuziehung von Gefäßchirurgie, Neurochirurgie) bei Gefäß- oder Nervenschäden.
- Primäre Indikation zum Fixateur externe bei
 - ULV Knieluxationen [32]
 - Gefäßläsionen und -rekonstruktion (mit prophylaktischer Fasziotomie nach Revaskularisation)
 - Offener Verletzung [39]
- Engmaschige Überwachung der Extremitätenperfusion [39]
- Kompartimentüberwachung (insb. nach Re-Perfusion von Gefäßverschlüssen [41])

<i>Merksatz Cave: Kompartmentsyndrom bei peripherem Schmerzkateter nicht erkannt.</i>
--

Empfehlung der Leitlinienkommission

5.4. Bei Polytrauma (ISS [injury-severity-score] > 16 Punkte)

- Interdisziplinäre Versorgung nach dem Prinzip des „Damage-Control“ [42-44] siehe DGU-S3-Leitlinie Polytrauma – Schwerstverletztenbehandlung, Nr. 012-019
- Zweizeitiges Vorgehen mit primärer Stabilisation mittels Fixateur externe bei Knieluxation Schenck III, IV, V und / oder Gefäßverletzung [42]
- Indikation zur Gefäßdiagnostik: Dopplersonographie oder CT-Angiografie, konventionelle Angiografie, MRT-Angiografie [5]
- Interdisziplinäre Behandlung (Hinzuziehung von Gefäßchirurgie, Neurochirurgie) bei Gefäß- oder Nervenschäden.
- Engmaschige Überwachung der Extremitätenperfusion [40]
- Kompartimentüberwachung (insb. nach Re-Perfusion von Gefäßverschlüssen [41])
- Bei offener Verletzung mehrzeitiger Therapieplan [39] **IIb**:
 - Primäres Débridement und Stabilisierung mittels Fixateur externe
 - Individualisiertes Infektions- und Wundmanagement
 - Gezielte ligamentäre Stabilisierung der residuellen Instabilität bei konsolidierten Weichteilen im Verlauf (siehe Empfehlung Punkt 8: Therapie operativ)

6. Indikation zur definitiven Therapie

6.1. Nicht operativ

- Allgemeine und lokale Kontraindikationen gegen die Operation
- Patienten ohne subjektive oder ohne höhergradige objektive Instabilität [45] **IIb**

*Die konservative Therapie nach Kniegelenkluxation vom Typ 2 - 5 nach Schenk führt meist zu schlechten klinischen Ergebnissen. [29,37,45-47] **IIb***

Empfehlung der Leitlinienkommission

6.2. Operativ

- Notfallindikation
 - bei arterieller Gefäßverletzung
 - Bei nicht in Reposition zu haltendem Gelenk
 - Bei irreponibler Gelenkstellung
 - Bei drohendem Kompartmentsyndrom
 - Offene Verletzung

- Bei Verletzung des N. peroneus ist eine Darstellung und Dekompression im Rahmen der primären Bandrekonstruktion empfehlenswert. Die alleinige Darstellung und Dekompression des N. peroneus als Notfallmaßnahme ist nur in Ausnahmesituationen indiziert (mutmaßliche Komprimierung des Nerven durch knöcherne Fragmente, Kompartment Syndrom) [48,49].
- Operative Stabilisierung der verletzten Bandstrukturen in der Regel notwendig [38,50,60,62,84] **IIb**
- Subjektive Instabilität beim Sport oder im täglichen Leben, rezidivierende Giving-way-Ereignisse mit Gelenkschwellungen [38,57,63,76] **IIb**
- Begleitende Meniskusläsion (Meniskusresektion erhöht Instabilität signifikant und verschlechtert Prognose)
- Instabilitätsbedingter Knorpelschaden
- Bei Instabilität und Varus-/Valgusgonarthrose auch Kombinationseingriffe mit valgusierender/varisierender ggf. Slope-Osteotomie (ein- oder zweizeitig) möglich

6.3. Stationär / ambulant

Primär stationäre Behandlung erforderlich.

Die Rekonstruktion multipler und komplexer Bandverletzungen wie bei der Knieluxation sollte aufgrund des hohen Risikopotentials (Kompartmentsyndrom, Arthrofibrose, Infekt) und der aufwendigen initialen analgetischen Therapie (Schmerzkatheter, i.v. Analgesie) stationär durchgeführt werden.

Eine sekundäre ambulante Bandrekonstruktion ist an bestimmte Bedingungen geknüpft (geeigneter Patient, gesicherte Überwachung, adäquate Schmerzbehandlung). Die Vorschriften und Richtlinien zum ambulanten Operieren müssen beachtet werden.

7. Therapie nicht operativ

7.1. Logistik

- Engmaschige klinische Kontrolle der Durchblutung, Motorik und Sensibilität
- Gefäß-Monitoring (Pulsoxymetrie, Gefäß-Doppler, Angiographie, MR-Angiografie) [40] **IIb**
- Ist der Patient klinisch nicht adäquat zu beurteilen, instrumentelles Monitoring ausweiten: ggf. Kompartimentdruckmessung vornehmen.
- Ankle-brachial-indices (ABI) [50]

- Neurologisches Monitoring
- Operations- und Anästhesie-Bereitschaft

7.2. Begleitende Maßnahmen

- Analgesie
- Entlastungspunktion falls erforderlich
- Abschwellende Maßnahmen, Kryotherapie, Hochlagern
- Ruhigstellung in Orthese, fixierter Hartrahmenorthese
- Thromboseprophylaxe (siehe zum Risiko, allgemeine und medikamentöse Massnahmen S3-Leitlinie VTE-Prophylaxe der AWMF)
- Physiotherapie

7.3. Häufigste Verfahren

- Wiederholte, kurzfristige Überprüfung des neuro-vaskulären Status [40,51] **IIb**
- Ruhigstellung des Gelenkes (Orthese) [52-54] **IV**
- Entlastung an Gehstützen
- Physiotherapie (in Bauchlage zur Aufhebung der Schwerkraft)
- Isometrisches Training der Beinmuskulatur
- Elektrostimulation

7.4. Alternativverfahren

entfällt

7.5. Seltene Verfahren

entfällt

7.6. Zeitpunkt

Die nichtoperative Therapie stellt aufgrund der meist komplexen Verletzungskombination die Ausnahme dar und sollte nur nach strenger Indikationsstellung oder Kontraindikation zur operativen Versorgung (z.B. bei polytraumatisierten Patienten) erfolgen, dann jedoch sofort beginnen.

7.7. Weitere Behandlung

- Bewegungstraining
- Belastungsaufbau
- Koordinationstraining
- Muskelaufbau
- Im Laufe der Behandlung Überprüfung der subjektiven und objektiven Gelenkstabilität

7.8. Risiken und Komplikationen [32,34,37,57,59]

- Kompartmentsyndrom [56] **IV**
- Sekundärer Gefäßverschluss
- Gelenkerguss
- Thrombose/Lungenembolie
- Arthrofibrose [52] **III**
- Kraftminderung
- Uni-/ multidirektionale Kniegelenkinstabilität
- Übersehen von Meniskus- / Knorpelschäden
- Posttraumatische Gonarthrose

8. Therapie operativ

8.1. Logistik

- Röntgen-Bildwandler
- Kenntnisse in der offenen und arthroskopischen Kniechirurgie
- Vollständige Arthroskopieeinrichtung
- Instrumentarium für offene und arthroskopische Kreuzbandchirurgie
- Instrumentarium für Meniskus- und osteochondrale Refixation
- Bei Luxations- oder Avulsionsfrakturen entsprechendes Osteosyntheseinstrumentarium
- Bei arterieller Verletzung Gefäßchirurgie sowie endovaskuläre Techniken
- Bei Nervendurchtrennung primäre oder sekundäre mikrochirurgische Versorgung

8.2. Perioperative Maßnahmen

- Aufklärung über die Therapie, deren Alternativverfahren sowie über Risiken und Prognose
- Information über Nachbehandlung
- Thromboseprophylaxe (siehe zum Risiko, allgemeine und medikamentöse Massnahmen aktuelle interdisziplinäre Leitlinie VTE-Prophylaxe der AWMF)
- Antibiotikaprophylaxe
- Narkoseuntersuchung zur Definition der Instabilitätsrichtung und des Ausmaßes der Instabilität
- Fakultative intraoperative topische oder systemische Anwendung von Tranexamsäure zur Reduktion eines interventionsbedürftigen postoperativen Hämarthros [55,56] **Ib**

8.3. Häufigste Verfahren

Bei kapsulären Läsionen kann der intrakompartimentelle Druck im Unterschenkel durch die Arthroskopie erhöht werden. [25] IV Bei schweren Weichteilschäden oder drohendem Kompartmentsyndrom ist die Arthroskopie in der Akutphase kontraindiziert!

Falls nach Knieluxation eine Früharthroskopie durchgeführt wird, sollte dies nur bei unkritischen Weichteilverhältnissen und mit wenig Wasserdruck erfolgen.

Empfehlung der Leitlinienkommission

- Ein- oder zweizeitiges Vorgehen:
 - Definition „einzeitig“: Versorgung der Kollateralbänder sowie der Kreuzbänder in einer Operation.
 - Definition „zweizeitig“: Zunächst Versorgung der Kollateralbänder mittels Naht/Bandplastik und anschließende Versorgung von HKB und/oder VKB durch Bandplastiken.
 Ein klarer Vorteil einer der beiden Vorgehensweisen besteht in der Literatur nicht [37,57].
- Bandnaht oder Bandplastik: Primäre Bandnähte des VKB und HKB zeigen vergleichbare Ergebnisse zur Bandplastik [37], die Stabilität von Bandnähten kann durch Fadenaugmentationen (Ligament Bracing) erhöht werden [32,58] III.
- Gelenkübergreifender Fixateur externe (minimal-invasive Therapie nach geschlossener Reposition) [53]

8.3.1. Isolierte Verletzung des vorderen oder hinteren Kreuzbandes mit begleitender Kollateralbandverletzung (medial/lateral) (Typ I nach Schenck) [4]

vorderes Kreuzband

- siehe DGU-Leitlinie Vordere Kreuzbandruptur, Nr. 012-005

hinteres Kreuzband

- siehe DGU-Leitlinie Hintere Kreuzbandruptur, Nr. 012-029
 - Bei isolierter Ruptur des hinteren Kreuzbandes zunächst konservativer Therapieversuch mit Orthese möglich
 - Ersatz / Augmentation des hinteren Kreuzbandes mit einem freien Sehnentransplantat (z.B. Semitendinosus, Gracilis, ipsi- oder kontralateral) [59], ggf. Ligament Bracing [60]
 - Arthroskopische (seltener offene) Technik
 - Avulsionsfrakturen der tibialen HKB-Insertion können minimalinvasiv mittels Schraubenosteosynthese [61] oder transossärer Ausziehnaht versorgt werden. [60]

8.3.2. Verletzung des vorderen und hinteren Kreuzbandes (Typ II nach Schenck)

- Ein-, selten zweizeitiges Vorgehen
- Bei zweizeitigem Vorgehen zuerst Ersatz des hinteren Kreuzbandes (Cave: wird das vordere Kreuzband zuerst versorgt kann eine fixierte hintere Schublade resultieren!)
- Intraoperative Prüfung der korrekten Gelenkstellung im seitlichen fluoroskopischen Strahlengang, ggf. im Vergleich zur gesunden Gegenseite

8.3.3. Verletzung beider Kreuzbänder und des Innenbandkomplexes (Typ III medial nach Schenck)

- Bei geringgradiger Instabilität des Innenbandes ist eine primäre konservative Behandlung möglich [13,14,62,63]
- Tendenziell wird bei Ruptur des Innenbandkomplexes im Rahmen der Knieluxation ein besseres Ergebnis nach operativer Versorgung erreicht [37,64]
- Operative Therapie des vorderen und hinteren Kreuzbandes mittels Bandnähten (mit Ligament Bracing) oder Bandersatzplastiken [28,37,65] **IIb**
- Ein- und zweizeitiges Vorgehen möglich
- In Akutsituation: primär offenes Vorgehen, Arthroskopische Versorgung nur im Ausnahmefall [25]

8.3.4. Verletzung beider Kreuzbänder und des Außenbandkomplexes (Schenck III lateral)

- Der laterale Kapselbandkomplex zeigt schlechte Resultate nach konservativer Therapie [29,37] **IIb**
- Eine alleinige Bandnaht der posterolateralen Strukturen zeigt unterlegene funktionelle Ergebnisse gegenüber der Rekonstruktion der posterolateralen Stabilisatoren mittels primärer Bandplastiken [66] **IIb**
- Frühzeitige offene Revision des lateralen Kapselbandkomplexes mit anatomischer Rekonstruktion / Reinsertion aller verletzten Strukturen [29,37,65,66] **IIb**
- Ggf. primäre Augmentation der posterolateralen Ecke mit autologer Sehne [65] **IIb**
- Die posterolaterale Rekonstruktion mittels klassischer Larson Plastik ist anderen Techniken (Arciero, LaPrade, Popliteus Bypass) hinsichtlich der Rotationsstabilität vermutlich unterlegen [67-70]
- Kreuzbandnähte in gleicher Sitzung möglich [32,37,60] **IIb**
- Plastik des vorderen und/oder hinteren Kreuzbandes ggf. in zweiter Sitzung [2] **IV**

8.3.5. Verletzung beider Kreuzbänder und beider Kollateralbänder (Schenck IV)

- Frühzeitige offene Revision des lateralen Kapselbandkomplexes mit anatomischer Rekonstruktion/Reinsertion aller verletzten Strukturen.
- Ggf. primäre Augmentation der posterolateralen Ecke mit autologer Sehne [65] **IIb**
- Kreuzbandnähte in gleicher Sitzung möglich
- Ggf. Naht/Refixation des medialen Kapselbandkomplexes
- Ggf. Plastik des vorderen und/oder hinteren Kreuzbandes in zweiter Sitzung nach Ausheilung der Bandnähte

Aufgrund der ausgeprägten Instabilität dieses Luxationstyps ist die Indikation zur Anlage eines Fixateur externe großzügig zu stellen. Die Stellung des Kniegelenks im Fixateur externe sollte radiologisch kontrolliert werden.

Empfehlung der Leitlinienkommission

8.3.6. Kniegelenkluxation mit Gelenkfraktur (Schenck V)

- Zeitnahe anatomische Rekonstruktion der Gelenkfraktur
- Frühzeitige offene Revision des lateralen Kapselbandkomplexes mit anatomischer Rekonstruktion/Reinsertion aller verletzten Strukturen
- Kreuzbandnähte in gleicher Sitzung möglich
- Plastik des vorderen und/oder hinteren Kreuzbandes ggf. in zweiter Sitzung nach Frakturkonsolidierung

8.4. Alternativverfahren

- Anlage eines kniegelenkübergreifenden Fixateur externe unabhängig vom Luxationstyp [53] **IV**, insbesondere bei ultra-low velocity Verletzungen und BMI > 40 für 4-6 Wochen mit zweizeitiger Versorgung persistierender zentraler und peripherer Instabilitäten in Abhängigkeit vom anschließenden Bewegungsumfang.
- Ligamentum patellae als Kreuzbandtransplantat
- Quadrizepssehne als Kreuzbandtransplantat
- Bandersatz über Mini-Arthrotomie
- Primäre Bandplastiken der Seitenbänder durch autologes Sehnentransplantat (z.B. nach Larson, Arciero, LaPrade)
- Zusätzliche Augmentation der Bandnähte (Seitenbänder und/oder Kreuzbänder) durch hoch-reißfestes Fadenmaterial (sog. „Ligament-bracing“) [32,60] **IIb**
- Ein- oder mehrdimensionale Achskorrekturen, insbesondere im Revisionsfall oder bei chronischer Instabilität [71,72].

- Schutz der Bandrekonstruktion bei hochgradiger Instabilität mittels Fixateur externe (ggf. Bewegungsfixateur) [73]

8.5. Seltene Verfahren

- Bandersatz durch allogenese Sehnen-transplantat [13,15] III
- Offene Reposition bei irreponibler Luxation

8.6. Operationszeitpunkt

- Notfall
 - bei Gefäßverschluss
 - bei Kompartmentsyndrom
 - bei Gefäßverletzung
- Bei der Behandlung durch primäre Bandnähte zeitnahe Versorgung (möglichst innerhalb der ersten 10 Tage) [32,37,65,74]
- Innerhalb weniger Tage offene Rekonstruktion der lateralen Kapselbandstrukturen [65] IIb. Ggf. frühzeitig Kreuzbandnähte in gleicher Sitzung mit Kollateralbändern [37] IIb
- Bei geplantem zweizeitigem Vorgehen Kreuzbandersatz im Intervall bei freier Beweglichkeit und nach Ausheilen des Kollateralbandkomplexes (oder mit simultaner Kollateralbandplastik bei Instabilität)

8.7. Postoperative Behandlung

- Röntgen in 2 Ebenen (Dokumentation von Gelenkstellung, Bohrkanälen, Fixationen)
- Lagerung in kniegelenkübergreifender Hartraumenorthese [32] IV
- Kryotherapie
- Muskelstimulation
- Mobilisation an UA-Gehstützen mit Teilbelastung der verletzten Seite
- Stadiengerechte Beübung des Kniegelenkes
- Koordinationsübungen
- Muskeltraining

8.8. Risiken und Komplikationen [23,26,32,34,71,75-77] III

- Kompartmentsyndrom
- Nervenverletzung/ Sensibilitätsstörung
- Nachblutung
- Gelenkinfekt
- Thrombose
- Embolie
- Arthrofibrose
- Verbleibende/zunehmende Instabilität

- Ausriss oder Lockerung der Nähte/Bandplastiken
- Patellafraktur intra-/ postoperativ (bei Sehnentransplantaten mit Knochenblöcken)
- Ergussbildung
- Kniescheibenschmerzen
- Knochen-/ Weichteildystrophie
- Fremdkörperreaktion
- Heterotope Ossifikationen
- Knochenentkalkung
- Behinderung beim Knien
- Gestörte Rehabilitation bei ungenügender Mitarbeit des Patienten
- Gestörte Rehabilitation bei Übertherapie (Patient, Therapeut)

9. Weiterbehandlung

9.1. Rehabilitation

Die Nachbehandlung bzgl. der Aufbelastung, des Bewegungsausmaßes und des Zeitrahmens richtet sich individuell nach dem Verletzungsmuster, der posttraumatischen Versorgung sowie der Patientenkonstitution und sollte eine Balance zwischen eingeschränkter Beweglichkeit und Instabilität halten.

Empfehlung der Leitlinienkommission

- Die frühfunktionelle Nachbehandlung scheint nach früher operativer Versorgung der verzögerten Rehabilitation überlegen [78] **IIb**
- Die Steigerung des Bewegungsausmaßes sollte in Abhängigkeit von der individuellen Laxizität erfolgen [79] **III**
- Entlastung, Fußsohlenkontakt oder Teilbelastung wird für mindestens 4-6 Wochen empfohlen [79] **IIb**
- Übungen größerer Belastungsanforderung wie Joggen unter kontrollierten Bedingungen können nach 3-10 Monaten begonnen werden [79] **IIb**
- Das volle Aktivitätsniveau kann zwischen dem 8.-12. Monat angestrebt werden [79] **IIb**

9.2. Kontrollen

- Initial engmaschige Verlaufskontrollen (erste Kontrolle 2-4 Wochen postoperativ)

- Ein unter konservativer Therapie refraktäres Streck- oder Beugedefizit sollte engmaschig und wiederholt vom Operateur evaluiert werden.
- Anschließend klinische Kontrollen für 4 - 6 Monate
- Bei gestörtem Verlauf Abklärung durch bildgebende Verfahren Gelenkpunktion, Arthroskopie

9.3. Implantatentfernung

- Im Allgemeinen nicht erforderlich
- Indiziert bei Implantat assoziierten Beschwerden

9.4. Spätkomplikationen

- Transplantatversagen
- Bleibende/wiederkehrende Instabilität [80]
- Arthrofibrose [81]
- CRPS (chronisches regionales Schmerzsyndrom) [80]
- Sekundäre Meniskusläsionen
- Sekundäre Knorpelschäden/Osteonekrose [82]
- Tiefe Beinvenenthrombose [75]
- Chronische Synovialitis [83]
- Knochenentkalkung
- Spätinfektion („low-grade“ Infekt) [80]

9.5. Dauerfolgen

- Chronische Kniegelenkinstabilität [15] **IIb**
- Bewegungseinschränkung des Kniegelenkes [28,32,82] **IIb**
- Meniskusschäden
- Gonarthrose
- Notwendigkeit zum künstlichen Gelenkersatz
- Muskuläres Defizit
- Bleibende neurologische Defizite [34]

10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnisscores

- IKDC-Score
- Lysholm-Score [84] **IV**
- Marshall-Score [85] **IV**
- Tegner Activity Index [86] **IV**
- SF36 [87] **IV**
- Cincinatti Knee Rating System (CKRS) [88]

11. Prognose

Insgesamt ist die Prognose abhängig von den Begleitverletzungen, der Therapie, der Weiterbehandlung und der Mitarbeit des Patienten. Bezüglich möglicher Begleitverletzungen stellen v.a. Gefäß- und Nervenläsionen einen prognostisch ungünstigen Faktor dar. [8,14,19,20,24,29,32,49,89-92] III

- Bei Kniegelenkluxationen mit inkomplettem Ausfall des N. peroneus kommt es in 87% der Fälle zu einer kompletten Regeneration. Bei komplettem Ausfall und chirurgischer Versorgung ist in 38% der Fälle eine Dorsalextension des Fußes gegen Schwerkraft möglich. [24,49,91] III
- Eine begleitende Gefäßverletzung führt zu einer signifikanten Verschlechterung der Prognose (beurteilt anhand funktioneller Scores: IKDC, Tegner, Lysholm). [32,89,92,93] III
- Stark übergewichtige Patienten (BMI>40) mit Knieluxationen im Rahmen eines Ultra low velocity Mechanismus weisen signifikant höhere Raten an schweren Verletzungsentitäten (Schenck IV) und neurovaskulären Begleitverletzungen auf. Das Komplikationsrisiko ist ebenfalls signifikant erhöht und die wiedererlangte Kniefunktion signifikant niedriger, im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten und High velocity oder Low velocity Unfallmechanismen. [8,19,20,32] III

11.1. Nichtoperative Behandlung

Hohes Risiko einer residualen Instabilität mit schlechtem funktionellen Ergebnis und Entwicklung einer sekundären Arthrose [2,37,71,75,81,83] IIb:

- nur 20% gute und sehr gute Ergebnisse im IKDC-Score
- nur 52% Wiederaufnahme der Arbeit
- nur 10% Wiederaufnahme sportlicher Aktivitäten

11.2. Operative Behandlung

Auch bei aktuell bestmöglicher operativer Versorgung kann eine chronische Instabilität des Kniegelenks resultieren.

Empfehlung der Leitlinienkommission

- Die operative Therapie führt zu einer signifikant besseren Kniestabilität und zu einem besseren funktionellen Ergebnis verglichen mit der nichtoperativen Therapie [17,22,33,67,73,74] IIb:
- 58 - 80% gute und sehr gute Ergebnisse im IKDC-Score [32,65,71]

- Lysholm Score von 87 - 89 Punkten [32,37]
- In bis zu 72% Wiederaufnahme der Arbeit [29,53]
- 29% Wiederaufnahme voller sportlicher Aktivität [23,26,37,47,53,65]
- Zu beachten ist, dass die operativen Therapien in rekonstruktiv-plastische und reparative Verfahren unterteilt werden [37].
 - Das funktionelle Ergebnis diesbezüglich unterscheidet sich prinzipiell nicht signifikant [29] **IIb**:
Lysholm Score von 88 für die Bandnaht und 87 für die Bandrekonstruktion gute und sehr gute Ergebnisse im IKDC-Score in 51% für die Bandnaht und in 48% für die Rekonstruktion
 - Allerdings zeigte sich ein positives hinteres Schubladenzeichen, eine höhere Versagerquote und eine geringere Rückkehr zu sportlichen Aktivitäten in der Gruppe der reparativen Verfahren gegenüber den Bandersatzplastiken. [29,66,93] **IIb**
 - Nach operativer Therapie in Kombination mit Ligament Bracing des vorderen und hinteren Kreuzbandes konnte eine gute Kniegelenkstabilität, Versagerquote sowie Rate an Rückkehrern zum Sport gezeigt werden [32] **IIb**
 - Für die lateralen/posterolateralen Strukturen konnte gezeigt werden, dass die Bandrekonstruktion der Bandnaht signifikant überlegen ist (Versagerquote von 37% versus 9%) [66] **IIb**
- Die frühe operative Behandlung (< 3 Wochen) zeigte insgesamt signifikant bessere Ergebnisse als diejenige im chronischen Stadium [13,15,29,59,94] **IIb**:
 - Lysholm Score von 90 versus 82
 - gute und sehr gute Ergebnisse im IKDC Score in 47% versus 31%
- Nach Kniegelenkluxation ist das Risiko, eine Gonarthrose zu entwickeln, deutlich erhöht [11,26] **III**.

12. Prävention von Folgeschäden

- Reduktion von Rezidiv-Verletzungen und Folgeschäden bei operativer und konservativer Behandlung durch Muskelaufbau und Koordinationstraining (Propriozeption) [95] **Ib**.
- Bei relevanter Bewegungseinschränkung nach operativer oder konservativer Behandlung frühzeitige Evaluation einer operativen Intervention.
- Bei erneuter relevanter Instabilität nach operativer oder konservativer Behandlung frühzeitige Evaluation einer operativen Intervention.

- Die Verwendung eines Kniestrumpfes oder einer Kniebandage kann die Propriozeption und damit die subjektive Instabilität verbessern.

13. Schlüsselwörter

13.1. Schlüsselwörter deutsch

Traumatische Kniegelenkluxation, Kniegelenk, Knieinstabilität, Kniebandverletzungen, vorderes Kreuzband, hinteres Kreuzband, Kreuzbandverletzungen, operative Therapie, nicht-operative Therapie, Spontanverlauf, Meniskus, Meniskusrefixation, Innenband, Außenband, Knorpelverletzungen, Knieluxation, Osteotomie, Patellarsehnentransplantat, Semitendinosussehne, Gracilissehne, Quadricepssehne, Allografts, Röntgen, MRT, Kernspintomografie, Sonografie, Arthroskopie, arthroskopischer Kreuzbandersatz, Lachman-Test, Pivot-Shift, Antibiotika, Thrombose, IKDC-Score, Tegner-Score, Lysholm-Score, OAK-Score, CRPS, Arthrofibrose, Instabilität, Rotationsinstabilität, Schubladenzeichen, unhappy triad, Gefäßverletzung, vollständige Knieluxation, Nervenverletzung, Kompartmentsyndrom, Ligament Bracing.

13.2. Key Words englisch

traumatic dislocations of the knee joint, knee joint, knee instability, knee ligament injuries, anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament operative treatment, non-operative treatment, natural history, meniscus, meniscus suture, medial collateral ligament, lateral collateral ligament, chondral lesions, knee dislocation, osteotomy, patellar tendon graft, semitendinosus tendon graft, gracilis tendon graft, quadriceps tendon graft, allografts, radiography, magnetic resonance imaging, MRI, ultrasound, arthroscopy, arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction, Lachman test, pivot-shift, antibiotics, thromboembolism, IKDC-score, Tegner scale, Lysholm score, OAK score, CRPS, arthrofibrosis, instability, rotation instability, drawer sign, unhappy triad, vascular injuries, multiple ligament injury, complete knee dislocation, nerval injury, compartment syndrome, ligament bracing.

14. Literaturverzeichnis

1. Twaddle, B.C., T.A. Bidwell, and J.R. Chapman, *Knee dislocations: where are the lesions? A prospective evaluation of surgical findings in 63 cases.* J Orthop Trauma, 2003. **17**(3): p. 198-202.
2. Lachman, J.R., S. Rehman, and P.S. Pipitone, *Traumatic Knee Dislocations: Evaluation, Management, and Surgical Treatment.* Orthop Clin North Am, 2015. **46**(4): p. 479-93.
3. Chhabra, A., et al., *Surgical management of knee dislocations. Surgical technique.* J Bone Joint Surg Am, 2005. **87 Suppl 1**(Pt 1): p. 1-21.
4. Schenck, R.J., *Classification of knee dislocation.* Oper Tech Sports Med, 2003. **11**(3): p. 193-198.
5. Howells, N.R., et al., *Acute knee dislocation: an evidence based approach to the management of the multiligament injured knee.* Injury, 2011. **42**(11): p. 1198-204.
6. Kennedy, J.C., *Complete Dislocation of the Knee Joint.* J Bone Joint Surg Am, 1963. **45**: p. 889-904.
7. Brautigan, B. and D.L. Johnson, *The epidemiology of knee dislocations.* Clin Sports Med, 2000. **19**(3): p. 387-97.
8. Azar, F.M., et al., *Ultra-low-velocity knee dislocations.* Am J Sports Med, 2011. **39**(10): p. 2170-4.
9. Meyers, M.H., T.M. Moore, and J.P. Harvey, Jr., *Traumatic dislocation of the knee joint.* J Bone Joint Surg Am, 1975. **57**(3): p. 430-3.
10. Sisto, D.J. and R.F. Warren, *Complete knee dislocation. A follow-up study of operative treatment.* Clin Orthop Relat Res, 1985(198): p. 94-101.
11. Darcy, G., E. Edwards, and R. Hau, *Epidemiology and outcomes of traumatic knee dislocations: Isolated vs multi-trauma injuries.* Injury, 2018. **49**(6): p. 1183-1187.
12. Moatshe, G., et al., *Demographics and Injuries Associated With Knee Dislocation: A Prospective Review of 303 Patients.* Orthop J Sports Med, 2017.

-
- 5(5): p. 2325967117706521.**
13. Harner, C.D., et al., *Surgical management of knee dislocations*. J Bone Joint Surg Am, 2004. **86-A(2)**: p. 262-73.
 14. Wascher, D.C., P.C. Dvirnak, and T.A. DeCoster, *Knee dislocation: initial assessment and implications for treatment*. J Orthop Trauma, 1997. **11(7)**: p. 525-9.
 15. Liow, R.Y., et al., *Ligament repair and reconstruction in traumatic dislocation of the knee*. J Bone Joint Surg Br, 2003. **85(6)**: p. 845-51.
 16. McCoy, G.F., et al., *Vascular injury associated with low-velocity dislocations of the knee*. J Bone Joint Surg Br, 1987. **69(2)**: p. 285-7.
 17. Shelbourne, K.D. and T.E. Klotwyk, *Low-velocity knee dislocation with sports injuries. Treatment principles*. Clin Sports Med, 2000. **19(3)**: p. 443-56.
 18. Shelbourne, K.D., et al., *Low-velocity knee dislocation*. Orthop Rev, 1991. **20(11)**: p. 995-1004.
 19. Vaidya, R., et al., *Low-Velocity Knee Dislocations in Obese and Morbidly Obese Patients*. Orthop J Sports Med, 2015. **3(4)**: p. 2325967115575719.
 20. Werner, B.C., et al., *Ultra-low velocity knee dislocations: patient characteristics, complications, and outcomes*. Am J Sports Med, 2014. **42(2)**: p. 358-63.
 21. Georgiadis, A.G., S.T. Guthrie, and A.D. Shepard, *Beware of ultra-low-velocity knee dislocation*. Orthopedics, 2014. **37(10)**: p. 656-8.
 22. Natsuhara, K.M., et al., *What is the frequency of vascular injury after knee dislocation?* Clin Orthop Relat Res, 2014. **472(9)**: p. 2615-20.
 23. Maslaris, A., et al., *Management of knee dislocation prior to ligament reconstruction: What is the current evidence? Update of a universal treatment algorithm*. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2018. **28(6)**: p. 1001-1015.
 24. Woodmass, J.M., et al., *A systematic review of peroneal nerve palsy and recovery following traumatic knee dislocation*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015. **23(10)**: p. 2992-3002.

25. Peek, R.D. and D.W. Haynes, *Compartment syndrome as a complication of arthroscopy. A case report and a study of interstitial pressures.* Am J Sports Med, 1984. **12**(6): p. 464-8.
26. Plancher, K.D. and J. Siliski, *Long-term functional results and complications in patients with knee dislocations.* J Knee Surg, 2008. **21**(4): p. 261-8.
27. Giannoudis, P.V., et al., *Knee dislocation with ipsilateral femoral shaft fracture: a report of five cases.* J Orthop Trauma, 2005. **19**(3): p. 205-10.
28. Scheu, M., et al., *Varus mechanism is associated with high incidence of popliteal artery lesions in multiligament knee injuries.* Int Orthop, 2020. **44**(6): p. 1195-1200.
29. Levy, B.A., et al., *Decision making in the multiligament-injured knee: an evidence-based systematic review.* Arthroscopy, 2009. **25**(4): p. 430-8.
30. Richter, M. and P. Lobenhoffer, *Chronic posterior knee dislocation: treatment with arthrolysis, posterior cruciate ligament reconstruction and hinged external fixation device.* Injury, 1998. **29**(7): p. 546-9.
31. Robertson, A., R.W. Nutton, and J.F. Keating, *Dislocation of the knee.* J Bone Joint Surg Br, 2006. **88**(6): p. 706-11.
32. Heitmann, M., et al., *Management of acute knee dislocations: anatomic repair and ligament bracing as a new treatment option-results of a multicentre study.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019.
33. Xu, B., et al., *Initial Assessment and Implications for Surgery: The Missed Diagnosis of Irreducible Knee Dislocation.* J Knee Surg, 2018. **31**(3): p. 254-263.
34. Medina, O., et al., *Vascular and nerve injury after knee dislocation: a systematic review.* Clin Orthop Relat Res, 2014. **472**(9): p. 2621-9.
35. Perron, A.D., W.J. Brady, and R.F. Sing, *Orthopedic pitfalls in the ED: vascular injury associated with knee dislocation.* Am J Emerg Med, 2001. **19**(7): p. 583-8.
36. Georgiadis, A.G., et al., *Changing presentation of knee dislocation and vascular injury from high-energy trauma to low-energy falls in the morbidly obese.* J

-
- Vasc Surg, 2013. **57**(5): p. 1196-203.
37. Frosch, K.H., et al., *Primary ligament sutures as a treatment option of knee dislocations: a meta-analysis*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. **21**(7): p. 1502-9.
 38. Steele, H.L. and A. Singh, *Vascular injury after occult knee dislocation presenting as compartment syndrome*. J Emerg Med, 2012. **42**(3): p. 271-4.
 39. King, J.J., 3rd, et al., *Surgical outcomes after traumatic open knee dislocation*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2009. **17**(9): p. 1027-32.
 40. Barnes, C.J., R. Pietrobon, and L.D. Higgins, *Does the pulse examination in patients with traumatic knee dislocation predict a surgical arterial injury? A meta-analysis*. J Trauma, 2002. **53**(6): p. 1109-14.
 41. Fortuna, G., et al., *Contemporary outcomes of lower extremity vascular repairs extending below the knee: A multicenter retrospective study*. J Trauma Acute Care Surg, 2016. **81**(1): p. 63-70.
 42. Darabos, N., et al., *Staged management of knee dislocation in polytrauma injured patients*. Injury, 2013. **44** Suppl 3: p. S40-5.
 43. D'Alleyrand, J.C. and R.V. O'Toole, *The evolution of damage control orthopedics: current evidence and practical applications of early appropriate care*. Orthop Clin North Am, 2013. **44**(4): p. 499-507.
 44. Bouillon, B., et al., *[Damage Control Orthopedics. What is the current situation?]*. Unfallchirurg, 2009. **112**(10): p. 860-9.
 45. Montgomery, T.J., et al., *Orthopedic management of knee dislocations. Comparison of surgical reconstruction and immobilization*. Am J Knee Surg, 1995. **8**(3): p. 97-103.
 46. Kannus, P. and M. Jarvinen, *Nonoperative treatment of acute knee ligament injuries. A review with special reference to indications and methods*. Sports Med, 1990. **9**(4): p. 244-60.
 47. Dedmond, B.T. and L.C. Almekinders, *Operative versus nonoperative treatment of knee dislocations: a meta-analysis*. Am J Knee Surg, 2001. **14**(1): p. 33-8.
 48. O'Malley, M.P., et al., *Treatment of Peroneal Nerve*

-
- Injuries in the Multiligament Injured/Dislocated Knee.* J Knee Surg, 2016. **29**(4): p. 287-92.
49. Bonneville, P., et al., *Common peroneal nerve palsy complicating knee dislocation and bicruciate ligaments tears.* Orthop Traumatol Surg Res, 2010. **96**(1): p. 64-9.
 50. Mills, W.J., D.P. Barei, and P. McNair, *The value of the ankle-brachial index for diagnosing arterial injury after knee dislocation: a prospective study.* J Trauma, 2004. **56**(6): p. 1261-5.
 51. Stannard, J.P., et al., *Vascular injuries in knee dislocations: the role of physical examination in determining the need for arteriography.* J Bone Joint Surg Am, 2004. **86-A**(5): p. 910-5.
 52. Demirag, B., et al., *Knee dislocations: an evaluation of surgical and conservative treatment.* Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2004. **10**(4): p. 239-44.
 53. Wong, C.H., et al., *Knee dislocations-a retrospective study comparing operative versus closed immobilization treatment outcomes.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2004. **12**(6): p. 540-4.
 54. Noyes, F.R. and S.D. Barber-Westin, *Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Use of early protected postoperative motion to decrease arthrofibrosis.* Am J Sports Med, 1997. **25**(6): p. 769-78.
 55. Karaaslan, F., S. Karaoglu, and E. Yurdakul, *Reducing Intra-articular Hemarthrosis After Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction by the Administration of Intravenous Tranexamic Acid: A Prospective, Randomized Controlled Trial.* Am J Sports Med, 2015. **43**(11): p. 2720-6.
 56. Felli, L., et al., *Single Intravenous Administration of Tranexamic Acid in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction to Reduce Postoperative Hemarthrosis and Increase Functional Outcomes in the Early Phase of Postoperative Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial.* Arthroscopy, 2019. **35**(1): p. 149-157.
 57. Freychet, B., et al., *No difference between single and*

-
- staged posterolateral corner surgical procedures in the multiligament injured/dislocated knee.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020. **28**(7): p. 2170-2176.
58. Otto, A., et al., *Promising clinical and magnetic resonance imaging results after internal bracing of acute posterior cruciate ligament lesions in multiple injured knees.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020.
 59. Fanelli, G.C., B.F. Giannotti, and C.J. Edson, *Arthroscopically assisted combined posterior cruciate ligament/posterior lateral complex reconstruction.* Arthroscopy, 1996. **12**(5): p. 521-30.
 60. Heitmann, M., et al., *[Ligament bracing--augmented cruciate ligament sutures: biomechanical studies of a new treatment concept].* Unfallchirurg, 2014. **117**(7): p. 650-7.
 61. Frosch, K., et al., *[Treatment of bony avulsions of the posterior cruciate ligament (PCL) by a minimally invasive dorsal approach].* Oper Orthop Traumatol, 2012. **24**(4-5): p. 348-53.
 62. Smyth, M.P. and J.L. Koh, *A review of surgical and nonsurgical outcomes of medial knee injuries.* Sports Med Arthrosc Rev, 2015. **23**(2): p. e15-22.
 63. Kovachevich, R., et al., *Operative management of the medial collateral ligament in the multi-ligament injured knee: an evidence-based systematic review.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2009. **17**(7): p. 823-9.
 64. Barrett, I.J., et al., *Short- to mid-term outcomes of anatomic MCL reconstruction with Achilles tendon allograft after multiligament knee injury.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018. **26**(10): p. 2952-2959.
 65. Richter, M., et al., *Comparison of surgical repair or reconstruction of the cruciate ligaments versus nonsurgical treatment in patients with traumatic knee dislocations.* Am J Sports Med, 2002. **30**(5): p. 718-27.
 66. Stannard, J.P., et al., *The posterolateral corner of the knee: repair versus reconstruction.* Am J Sports Med,

-
2005. **33**(6): p. 881-8.
67. LaPrade, R.F., et al., *Outcomes of an anatomic posterolateral knee reconstruction*. J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(1): p. 16-22.
 68. Arciero, R.A., *Anatomic posterolateral corner knee reconstruction*. Arthroscopy, 2005. **21**(9): p. 1147.
 69. Miyatake, S., et al., *Biomechanical comparisons between 4-strand and modified Larson 2-strand procedures for reconstruction of the posterolateral corner of the knee*. Am J Sports Med, 2011. **39**(7): p. 1462-9.
 70. Domnick, C., et al., *Kinematics of Different Components of the Posterolateral Corner of the Knee in the Lateral Collateral Ligament-intact State: A Human Cadaveric Study*. Arthroscopy, 2017. **33**(10): p. 1821-1830 e1.
 71. Richter, D.L., et al., *Knee Dislocation (KD) IV Injuries of the Knee: Presentation, Treatment, and Outcomes*. Clin Sports Med, 2019. **38**(2): p. 247-260.
 72. Savarese, E., et al., *Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner*. J Orthop Traumatol, 2011. **12**(1): p. 1-17.
 73. Stannard, J.P., et al., *Hinged external fixation in the treatment of knee dislocations: a prospective randomized study*. J Bone Joint Surg Am, 2014. **96**(3): p. 184-91.
 74. Richter, M., P. Lobenhoffer, and H. Tscherne, *[Knee dislocation. Long-term results after operative treatment]*. Chirurg, 1999. **70**(11): p. 1294-301.
 75. Hegyes, M.S., M.W. Richardson, and M.D. Miller, *Knee dislocation. Complications of nonoperative and operative management*. Clin Sports Med, 2000. **19**(3): p. 519-43.
 76. Whelan, D.B., et al., *Risk factors for the development of heterotopic ossification after knee dislocation*. Clin Orthop Relat Res, 2014. **472**(9): p. 2698-704.
 77. Mosquera, M.F., et al., *Controversies in acute multiligamentary knee injuries (MLKI)*. J Exp Orthop, 2020. **7**(1): p. 56.
 78. Mook, W.R., et al., *Multiple-ligament knee injuries: a*

-
- systematic review of the timing of operative intervention and postoperative rehabilitation. *J Bone Joint Surg Am*, 2009. **91**(12): p. 2946-57.
79. Lynch, A.D., et al., *Current Concepts and Controversies in Rehabilitation After Surgery for Multiple Ligament Knee Injury*. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2017. **10**(3): p. 328-345.
 80. Manske, R.C., P. Hosseinzadeh, and C.E. Giangarra, *Multiple ligament knee injury: complications*. *N Am J Sports Phys Ther*, 2008. **3**(4): p. 226-33.
 81. Scarcella, N.R., et al., *Clinical and Functional Results of 119 Patients With Knee Dislocations*. *J Orthop Trauma*, 2017. **31**(7): p. 380-386.
 82. Hunter, J.C., E.M. Escobedo, and M.L. Routt, *Osteonecrosis of the femoral condyles following traumatic dislocation of the knee*. *Skeletal Radiol*, 1996. **25**(3): p. 276-8.
 83. Schenck, R.C., Jr., D.L. Richter, and D.C. Wascher, *Knee Dislocations: Lessons Learned From 20-Year Follow-up*. *Orthop J Sports Med*, 2014. **2**(5): p. 2325967114534387.
 84. Lysholm, J. and J. Gillquist, *Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale*. *Am J Sports Med*, 1982. **10**(3): p. 150-4.
 85. Marshall, J.L., J.F. Fetto, and P.M. Botero, *Knee ligament injuries: a standardized evaluation method*. *Clin Orthop Relat Res*, 1977(123): p. 115-29.
 86. Tegner, Y. and J. Lysholm, *Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries*. *Clin Orthop Relat Res*, 1985(198): p. 43-9.
 87. Bullinger, M., [Assessment of health related quality of life with the SF-36 Health Survey]. *Rehabilitation (Stuttg)*, 1996. **35**(3): p. XVII-XXVII; quiz XXVII-XXIX.
 88. Noyes, F.R., S.D. Barber, and L.A. Mooar, *A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders*. *Clin Orthop Relat Res*, 1989(246): p. 238-49.
 89. Dwyer, T., R.G. Marx, and D. Whelan, *Outcomes of treatment of multiple ligament knee injuries*. *J Knee Surg*, 2012. **25**(4): p. 317-26.

90. Johnson, M.E., L. Foster, and J.C. DeLee, *Neurologic and vascular injuries associated with knee ligament injuries*. Am J Sports Med, 2008. **36**(12): p. 2448-62.
91. Tomaino, M., et al., *Peroneal nerve palsy following knee dislocation: pathoanatomy and implications for treatment*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2000. **8**(3): p. 163-5.
92. Welling, R.E., J. Kakkasseril, and J.J. Cranley, *Complete dislocations of the knee with popliteal vascular injury*. J Trauma, 1981. **21**(6): p. 450-3.
93. Mariani, P.P., et al., *Comparison of surgical treatments for knee dislocation*. Am J Knee Surg, 1999. **12**(4): p. 214-21.
94. Levy, B.A. and M.J. Stuart, *Treatment of PCL, ACL, and lateral-side knee injuries: acute and chronic*. J Knee Surg, 2012. **25**(4): p. 295-305.
95. Liu-Ambrose, T., et al., *The effects of proprioceptive or strength training on the neuromuscular function of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial*. Scand J Med Sci Sports, 2003. **13**(2): p. 115-23.

Versions-Nummer: 2.0

Erstveröffentlichung: 06/2014

Überarbeitung von: 08/2020

Nächste Überprüfung geplant: 07/2025

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online