

Aus dem Lehrstuhl für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Dr. Volker Alt
der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

Epidemiologie von und Lebensqualität nach
Kniegelenksluxationen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Jannis Anton Dornstädter

2025

Aus dem Lehrstuhl für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Dr. Volker Alt
der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

Epidemiologie von und Lebensqualität nach
Kniegelenksluxationen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Jannis Anton Dornstädter

2025

Dekan: Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Werner Krutsch

2. Berichterstatter: PD Dr. Christoph Hohenberger

Tag der mündlichen Prüfung: 20.03.2026

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	8
1 Einleitung	11
1.1 Anatomie des Kniegelenks	11
1.1.1 Gelenkpartner	12
1.1.2 Bandapparat und Menisken.....	13
1.1.3 Leitungsbahnen des Kniegelenks.....	16
1.2 Kniegelenksluxationen	18
1.2.1 Definition und Einteilung der Kniegelenksluxation	18
1.2.2 Epidemiologie, Ätiologie und Verletzungsmechanismus.....	20
1.2.3 Diagnostik	22
1.2.4 Therapie.....	24
1.2.5 Prognose und Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen	29
2 Zielsetzung und Fragestellung.....	32
3 Material und Methoden.....	34
3.1 Material	34
3.1.1 Hard- und Software	34
3.2 Methodik	34
3.2.1 Studiendesign	34
3.2.2 Untersuchte Patienten- und Behandlungsspezifische Parameter	37
3.2.3 Bestimmung der Lebensqualität anhand spezifischer Fragebögen.....	38
4 Ergebnisse	42
4.1 Beschreibung des Patientenkollektiv	42
4.2 Unfallmechanismus.....	43
4.3 Beschreibung der Verletzungsentität.....	47
4.4 Bildgebung	51
4.5 Status des Gelenksstellung.....	51
4.6 Komplikationen.....	51
4.7 Versorgung der Kniegelenksluxation	54
4.8 Lebensqualität und Funktionalität des Knies nach Kniegelenksluxation.....	57
5 Diskussion.....	65
5.1 Einfluss des Unfallmechanismus auf die Lebensqualität und Symptomlast nach erlittener Kniegelenksluxation	65
5.2 Auswirkungen des Luxationsstatus auf Lebensqualität und Funktionalität des Kniegelenks	70
5.3 Neurovaskuläre Verletzungen und ihre Rolle als negativer Prädiktor auf Lebensqualität und Alltagsbeschwerden.....	72
5.4 Negativer Einfluss von osteochondralen und meniskalen Begleitverletzungen auf langfristige Beschwerden nach Kniegelenksluxation.....	75

5.5	Der Zusammenhang zwischen Schencks-Subtypen und der Lebensqualität sowie Funktionalität des Kniegelenks	77
5.6	Fehlerquellen, Limitationen und Einschränkungen	80
6	Fazit und Ausblick	84
7	Literatur	86
8	Abkürzungsverzeichnis.....	93
9	Anhang.....	94
10	Danksagung	110
11	Erklärung zum Eigenanteil.....	111
12	Lebenslauf.....	112

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Klassifikation nach Schenck.....	19
Tab. 2 Übersicht der Unfallmechanismen unter und über 30 Jahren.....	46
Tab. 3 Übersicht der Unfallmechanismen unter und über BMI 30 kg/m ²	46
Tab. 4 Übersicht über das postoperative Versagen rekonstruierter Strukturen.....	54
Tab. 5 Lebensqualität nach Knieluxation anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D.....	58
Tab. 6 Lebensqualität nach Knieluxation in Abhängigkeit vom Schweregrad anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D.....	59
Tab. 7 Lebensqualität nach Kniegelenksluxation in Abhängigkeit von Monotrauma und Polytrauma basierend auf dem KOOS, dem IKDC und dem EQ-5D.....	60
Tab. 8 Lebensqualität nach Kniegelenksluxation im Vergleich von Monotrauma durch Hochrasanztrauma und Niedrigrasanztrauma anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D.....	61
Tab. 9 Übersicht der Lebensqualität der verschiedenen Luxationstadien anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D.....	62
Tab. 10 Übersicht der Lebensqualität und Funktionalität nach Knieluxation mit und ohne neurovaskuläre Begleitverletzungen anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D.....	63
Tab. 11 Übersicht der Lebensqualität und Funktionalität nach Knieluxation mit und ohne Begleitverletzungen anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D.....	64

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Beispiel eines Ligament-Bracings des VKB und HKB mit transossären Ausziehnähten und additiven Fadenaugmentationen für VKB und HKB	27
Abb. 2 Übersicht der Altersverteilung bei Kniegelenksluxationen	42
Abb. 3 Prozentuale Verteilung der Unfallmechanismen	44
Abb. 4 Übersicht über vier exemplarisch ausgewählte Unfallmechanismen mit stadienabhängiger Einteilung der Verletzungsschwere nach Schenck	45
Abb. 5 Vergleich der Begleitverletzungen mit dem Verletzungstyp nach Schenck.....	48
Abb. 6 Übersicht der inkompletten und kompletten Läsionen des N. peroneus bei verschiedenen Schenck-Subtypen	49
Abb. 7 Verteilung posttraumatischer Komplikationen im Rahmen von Kniegelenksluxationen	52
Abb. 8 Übersicht postoperativer Komplikationen im Rahmen von Kniegelenksluxationen.....	53

Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation untersuchte die Epidemiologie sowie die Lebensqualität von Patienten nach Kniegelenksluxation, einer seltenen, jedoch schwerwiegenden Verletzung des Bewegungsapparats. Basierend auf einem definierten Studienkollektiv wurden bei 120 Patienten die Häufigkeit und Verteilung der verschiedenen Verletzungsmuster gemäß der Schenck-Klassifikation analysiert. Zudem wurde das Patientenkollektiv anhand des Auftretens neurovaskulärer Schäden, anhand auftretender Begleitverletzungen, Traumamechanismen, Luxationsstatus bzw. -dauer, Vorliegen relevanter nicht-unfallabhängiger Lebensstilfaktoren und der erhaltenen Therapie mit Versorgungszeitpunkt charakterisiert. Darüber hinaus wurde die langfristige Lebensqualität der Patienten unter Berücksichtigung physischer und psychischer Belastungen infolge eingeschränkter Funktionalität, chronischer Schmerzen und sozialer Auswirkungen bewertet. Hierzu kamen standardisierte und etablierte Fragebögen wie der IKDC-Score, der KOOS-Score und der EQ-5D-Score zum Einsatz.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Kniegelenksluxation trotz adäquater Behandlung häufig zu funktionellen Einschränkungen und einer reduzierten Lebensqualität führt. Es zeigte sich, dass Adipositas als unabhängiger negativer Einflussfaktor die Lebensqualität erheblich beeinträchtigen konnte. Zusätzlich wurden spezifische Prädiktoren für negative Outcomes identifiziert, darunter Gefäß- und Nervenverletzungen, osteochondrale oder meniskale Verletzungen sowie die Subtypen III und V nach Schenck. Als weiterer potenziell negativer Einflussfaktor wurde die Zeitspanne bis zur Reposition der Luxation vermutet, was die Bedeutung einer frühzeitigen Notfallversorgung betont. Ebenso wurde festgestellt, dass eine operative Versorgung innerhalb von 21 Tagen nach dem Trauma das Risiko für die Entwicklung einer Arthrofibrose erhöhte. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer sorgfältigen Abwägung des optimalen Zeitpunkts für operative Eingriffe, um das Risiko postoperativer Komplikationen zu minimieren.

Summary

The present dissertation investigated the epidemiology and quality of life of patients following knee dislocations, a rare yet severe injury of the musculoskeletal system. Based on a defined study cohort, 120 patients were analyzed regarding the frequency and distribution of different injury patterns according to the Schenck classification. Furthermore, the cohort was characterized based on the occurrence of neurovascular injuries, associated injuries, trauma mechanisms, dislocation status and duration, the presence of relevant non-trauma-related lifestyle factors, and the treatment received, including the timing of care.

Additionally, the long-term quality of life of the patients was assessed, taking into account physical and psychological burdens resulting from functional impairment, chronic pain, and social consequences. Standardized and validated questionnaires, such as the IKDC score, the KOOS score, and the EQ-5D score, were employed for this purpose.

The findings indicate that knee dislocation frequently leads to functional limitations and a reduced quality of life despite adequate treatment. Obesity was identified as an independent negative predictor, significantly impairing quality of life. Furthermore, specific predictors of poor outcomes were identified, including vascular and nerve injuries, osteochondral or meniscal damage, and Schenck subtypes III and V. Another potential negative prognostic factor was the time interval until reduction of the dislocation, highlighting the importance of early emergency management. Additionally, it was observed that surgical intervention within 21 days of trauma increased the risk of developing arthrofibrosis. This underscores the necessity of carefully considering the optimal timing of surgical procedures to minimize the risk of postoperative complications.

1 Einleitung

1.1 Anatomie des Kniegelenks

Als das größte Gelenk des Menschen stellt das Kniegelenk das Zentrum der Beweglichkeit und Statik der unteren Extremität dar. Für die Funktion und die Belastung des Gelenkes ist das Zusammenspiel von Femur, Tibia, Patella und andererseits von Muskeln, Bändern, Menisken, Reservefalten sowie dem infrapatellaren Fettkörper entscheidend. Durch dieses ergeben sich für das Knie die typischen Dreh-, Gleit- und Rollbewegungseigenschaften additiv zur vorherrschenden Flexions-Extensionsbewegung eines klassischen Scharniergelenks, sodass aus funktioneller Sicht von einem Drehscharniergelenk gesprochen werden kann (1–3). Das Kniegelenk besteht aus zwei Gelenkanteilen, dem Femorotibialgelenk und dem Patellofemoralgelenk, welches am ehesten einem planen Gelenk entspricht und vor allem die adäquate Kraftweiterleitung der Quadricepsmuskulatur vermittelt (1). Das Femorotibialgelenk kann, getrennt durch die Menisci weiter in ein Articulatio (Art) meniscofemoralis und meniscotibialis unterteilt werden. Das meniscofemorale Gelenk ist vor allem durch einen Gleit-Abroll-Vorgang an der Extension und Flexion verantwortlich, wohin entgegen das Articulatio meniscotibialis eine wichtige Rolle bei der Innen- und Außenrotation spielt.

Für die Extensionsbewegungen im Kniegelenk ist vor allem der Musculus quadriceps femoris verantwortlich, unterstützt wird dieser in kleinem Maße vom M.tensor fasciae latae. Bei der Flexion wirken vor allem dorsal gelegene, teils das Kniegelenk überspannende Muskeln (M.semimembranosus, M. semitendinosus, M.biceps femoris, M.gracilis, M.sartorius, M. popliteus sowie der M.gastrocnemius) zusammen. In vor allem tiefen Beugepositionen kann zusätzlich eine Innen- und Außenrotation um die Längsachse erfolgen. Um den nötigen Spielraum für die Beweglichkeit weiter distal gelegener Gelenke zu gewährleisten, muss das Gelenk in Streckung eine hohe Stabilität sicherstellen und in Beugung ein hohes Maß an Beweglichkeit aufweisen.

1.1.1 Gelenkpartner

Das Kniegelenk wird maßgeblich durch die knorpelbesetzten Flächen des distalen Femurs, zentral kaudal von der knorpelfreien Fossa intercondylaris unterbrochen, der Tibia, ebenfalls von der knorpelfreien Eminentia intercondylaris zentral unterbrochen, und der firstförmigen Patellarückfläche gebildet. Resultierend daraus wird das Kniegelenk in drei Kompartimente- femorotibial medial, femorotibial lateral und patellofemorale- untergliedert. Die dorsale laterale Fläche der Tibia bildet mit dem medialen proximalen Anteil des Fibulaköpfchens zwar ebenfalls ein Gelenk, aufgrund der straffen Bandführung und zunehmenden Verknöcherung im Alter gilt das Articulatio tibiofibularis aber als Amphiarthrose und wird nicht dem Kniegelenk zugerechnet (1, 3).

In Streckstellung interagiert die Fossa intercondylaris mit der Eminentia intercondylaris der Tibia, sodass keine Seitverschiebung und keine Rotationsbewegung möglich sind. In der Beugstellung wird diese Interaktion durch Lösung der femorotibialen Integrität im lateralen Kompartiment aufgehoben, sodass eine seitliche Verschiebung und Rotation möglich ist (1, 3). Die Patella als größtes Sesambein des Körpers dient der Kraftumlenkung des Streckapparats und ist trotz seiner firstförmigen Struktur mit zentraler Verdickung, passend in die Senke des femoralen Gleitlagers, größtenteils bandgeführt(4). Longitudinale und transversale Faserzüge aus dem Retinaculum patellae mediale et laterale, das Ligamentum patellae selbst, die Sehne des M.quadriceps femoris sowie die mediale Kapselverdickung des medialen patellofemorale Ligaments (MPFL) stellen hierbei die wichtigsten patellären Stabilisatoren dar (3, 4).

Das Kniegelenk besitzt von allen Gelenken mit bis zu sieben mm Knorpelbesatz die höchste Dicke an Gelenkknorpel. Durch den dicken hyalinen Knorpel wird die Inkongruenz von den Gelenkflächen etwas gemildert.

1.1.2 Bandapparat und Menisken

Das Kniegelenk ist von einer weiten schlaffen Gelenkkapsel umgeben, die partiell mit dem umliegenden peripherem Bandapparat und durch fasziale Ausläufer kniegelenks-umgreifender Muskulatur stabilisiert wird und über einzelne Faserzüge mit den Menisken verwachsen ist. Zudem ist die Patella in die Kapsel eingebettet und an ihren knöchernen Rändern mit der Gelenkkapsel verwachsen. Die Kapsel des Kniegelenkes besteht aus zwei Schichten – die äußere wird als *Membrana fibrosa* bezeichnet, die innere als *Membrana synovialis* (1). Das *Stratum synovialis* umschließt die *Ligamenta cruciata* und bewirkt, dass die beiden Kreuzbänder intrakapsulär und zugleich extraartikulär liegen (1, 3).

Das Femorotibialgelenk gilt als vornehmlich bandgeführtes Gelenk. Der Bandapparat kann daher in einen zentralen und einen peripheren Anteil unterteilt werden. Zum zentralen Anteil zählen die *Ligamenta (Ligg.) cruciata*, welche sich im Bereich der *Fossa intercondylaris* überschneiden und jeweils für die Stabilisierung in der Ebenen der anteroposterioren Translationsbewegung verantwortlich sind. Das vordere Kreuzband ist hierbei für die anteriore Translationsbewegung und das hintere Kreuzband für die posteriore Translation begrenzend. Das *Ligamentum (Lig.) cruciatum anterius* entspringt von der *Area intercondylaris anterior tibiae* und setzt an der mediodorsalen Innenfläche des *Condylus lateralis femoris* an. Diverse Quellen unterteilen das vordere Kreuzband aufgrund seiner im Querschnitt ovalen und im Verlauf torquierenden Form in zwei funktionelle unterschiedliche Anteile, die jedoch makroskopisch nicht voneinander getrennt sind – die *Pars anteromedialis* und die *Pars pars posterolateralis*, welche in etwa als gleich stark angesehen werden (1, 3, 4). Der kraniale Teil des vorderen Kreuzbandes werden durch die Endäste der *A. genus media* versorgt. Die Versorgung des kaudalen Anteiles erfolgt durch *Aa. genus inferiores medialis et lateralis*. Im Bereich des Zentrums des Bandes und der apophysären Zone ist das vordere Kreuzband jedoch avaskulär versorgt. Das hintere Kreuzband wird durch dieselben Gefäße versorgt. Auch die apophysäre Zone des hinteren Kreuzbandes weist eine avaskuläre Versorgung auf (1, 3). Das *Lig. cruciatum posterius* ist hinsichtlich seiner Zugstabilität geringgradig stärker als das *Lig. cruciatum anterius* (ca. 1800 vs. 1700 N) und entspringt aus der *Area intercondylaris posterior* als ebenfalls ovales Band und zieht sich fächerförmig aufspreizend zu der lateralen Fläche des medialen Femurkondylus. Das

hintere Kreuzband besteht genauso wie das vordere Kreuzband aus zwei nicht makroskopisch voneinander trennbaren Bündeln. Der anterolaterale Anteil ist im Vergleich zum posteromedialen Bündel etwa 6-mal stärker. Diverse Quellen beschreiben außerdem, dass Fasern des Lig. curciatum anterius et posterius mit Teilen des Außenmeniskus verwachsen sind (1, 4), wobei das Wrisberg und das Humphrey Ligament als die bekanntesten Faserzüge gelten.

Der periphere Bandapparat verläuft mit seinen einzelnen Anteilen nahezu zirkumferent um das Femorotibialgelenk, wobei hierbei der mediale und laterale Seitenbandkomplex eine zentrale Rolle einnehmen und das Kniegelenk gegenüber Scherbewegungen in der Frontalebene (Valgus-/Vaursstress) stabilisierend und somit das seitliche Aufklappen des Gelenks verhindern (3).

Das Lig. collaterale laterale zeigt im Vergleich zu dem Lig. collaterale mediale einen im Querschnitt oval rundlichen anatomischen Aufbau und liegt vollständig extraartikulär. Es entspringt vom Epicondylus lateralis femoris und setzt am Caput fibulae an, mit verhältnismäßig gleicher Zugrichtung der Faserzüge. Durch den Verlauf des Außenbandes entsteht unter diesem auf Höhe des lateralen Gelenkspalts ein Recessus, durch den die Sehne des Musculus popliteus, entspringend von der dorsalen Innenfläche der Tibia und sich sehnig verjüngend bis zum Condylus lateralis verlaufend, zieht. Dorsal definieren manche Anatomen ein Lig. collaterale laterale posterius, das als Verstärkung der dorsalen Kapsel anzusehen ist (1). Akzeptiert ist mittlerweile die Bezeichnung Arcuatkomplex als posterolaterale stabilisierende Einheit, welche aus der Popliteusehne, dem Ligamentum popliteofibulare, dem Lig. Popliteum arcuatum und den posterolateralen Kapselstrukturen gebildet wird und gemeinsam mit dem HKB die Absicherung gegen eine posterolaterale Rotationsinstabilität bildet.

Das Lig. collaterale mediale (MCL) weist eine mehrschichtige Struktur auf und stellt den einzigen medialen Stabilisator gegen Valgusstress dar (1). Beim MCL handelt es sich um einen breit-gefächerten Bandkomplex, der sich aus drei Komponenten zusammensetzt (1, 3). Der oberflächliche, dünne und eher ventralseitig breit gefächerte Anteil des MCL entspringt vom Epicondylus medialis femoris, zieht zur Margo medialis tibiae und bewirkt eine Stabilisierung des Kniegelenks bei Flexionsbewegungen größer 20 Grad. Der tiefe, deutlich gelenknäher femoral und tibial verlaufende Anteil ist vor allem für die mediale Stabilisierung in Streckstellung von Bedeutung und ist vielfach schmaler als

das oberflächliche MCL. Teils wird das dorsal des tiefen MCL-Anteils verlaufende Popliteo-Oblique-Ligament (POL) auch den tiefen Anteilen des MCL zugeschrieben (1). Aktuelle Studien legen nahe, dass es keine Verwachsung des Innenmeniskus mit den verschiedenen Anteilen des MCL gibt.

Das Kniegelenk wird an der Hinterseite ebenfalls durch einen sehr kräftigen Bandkomplex verstärkt (1), additiv zum oben erwähnten posteromedial gelegenen POL. Unterstützt wird diese verstärkte Kapsel zudem von Faserzügen diverser Muskeln wie zum Beispiel vom M. popliteus und des Pes anserinus profundus. Nach lateral hin wird diese verstärkte Kapsel als Arcuatkomplex bezeichnet, welcher Fasern des M. popliteus, das Lig. Popliteofibulare, das Lig. Popliteum arcuatum und posterolaterale Bandstrukturen umfasst. Dieser Komplex aus Bändern und Muskeln spannt sich vor allem in der Streckstellung des Kniegelenks an und verhindert somit die pathologische Hyperextension des Knies.

Zum zentralen Bandkomplex des Kniegelenkes gehören die intrakapsulären, jedoch extraartikulären liegenden Kreuzbänder – Ligg. cruciata anterior et posterior (anterior cruciate ligament: ACL, posterior cruciate ligament: PCL). Die Hauptfunktion der Kreuzbänder besteht darin, dass sie Verschiebungen von Tibia und Femur in der Sagittalebene verhindern (4), allerdings tragen sie auch maßgeblich zur Rotationsstabilität bei. Gemeinsam mit den anterolaterale gelegenen Sharpey-Fasern sichert das ACL gegen eine anterolaterale Rotationsinstabilität, das PCL gemeinsam mit dem Arcuatkomplex und dem LCL gegen eine posterolaterale und mit dem MCL gegen eine posteromediale Rotationsinstabilität.

Die Menisci sind ein aus Faserknorpel bestehender Bestandteil des Kniegelenkes, die die Inkongruenz der Gelenkflächen neben dem Knorpelüberzug ausgleichen und gleichzeitig eine Stoßdämpfer- und Lastverteilungsfunktion aufweisen.

Die beiden Mensici sind seitlich mit der Membrana synovialis verwachsen, die Vorderhörner des Innen- und Außenmeniskus sind durch das Lig. transversum genus verbunden (1), welches essentiell für die Ringspannung der Menisken ist. Die Innen- und Außenmeniskusvorder- und -hinterhornwurzel entspringen stets dem gelenknahen tibialen Knochen, weitere knöcherne Verwachsung existieren nur über additive dorsale Faserzüge mit dem PCL.

Der halbkreisförmige Meniskus medialis ist in enger Lagebeziehung zum MCL und weist bei Beugung und Streckung nur eine geringe Lagemobilität auf. Der kleinere und C-förmige Meniskus lateralis ist aufgrund seiner getrennten Anlage zum Außenband deutlich beweglicher als der Innenmeniskus und verliert bei tiefer Beugung den Kontakt zum lateralen Femurcondylus. Neben der gleichmäßigen Druckverteilung steht bei der Meniskusfunktion die Bremsschuhwirkung sowie die Vergrößerung der Lastaufnahme fläche im Vordergrund. All diese Funktionen ermöglichen somit einen größeren Bewegungsspielraum für das Gelenk (1, 4).

1.1.3 Leitungsbahnen des Kniegelenks

Die A. femoralis verläuft durch den Canalis adductorius sowie durch den Hiatus adductorius, um dann zur Fossa poplitea zu gelangen. Nach dem Durchtritt durch den Hiatus adductorius wird sie als A. poplitea bezeichnet und stellt das einzige arterielle Majorgefäß des Kniegelenks dar. Auf Höhe des M. popliteus teilt sich die A. poplitea in die A. tibialis anterior und A. tibialis posterior auf. Des Weiteren gibt die A. poplitea in der Fossa poplitea fünf Äste ab, die das Kniegelenk versorgen. Als wichtigste Äste gehen die Aa. superiores lateralis et medialis genus, die A. media genus und die Aa. inferiores lateralis et medialis genus zu nennen (1, 4). Durch zahlreiche Anastomosen stehen die Gefäße miteinander in Verbindung und bilden das Rete articulare genus aus. Dieses Gefäßnetz ist an der Versorgung der einzelnen Strukturen im Knie verantwortlich (4). Die Blutversorgung der Patella wird ebenfalls von einem Gefäßnetz gewährleistet, das als Rete patellae bezeichnet wird, welches sein Blut von dem Rete articulare genus erhält (1).

Die neural-sensible Versorgung der Haut im Bereich des Kniegelenkes erfolgt aus den Rückenmarkssegmenten L3 und L4 (1, 3), die motorische Versorgung aus den Segmenten L1 bis L4. Das Kniegelenk selbst wird von allen Nerven, die auch die Muskeln versorgen, die an der Bewegung des Kniegelenkes beteiligt sind, innerviert. Von den entsprechenden Muskelästen gehen die Rr. articulares ab, die vor allem zur Gelenkkapsel und zum Bandapparat ziehen. Hierbei ist der dorsal dem Kniegelenk hinter der Gelenkkapsel verlaufende N. tibialis, der auf Höhe des distalen Femurs als N. ischiadicus neben diesem auch den N. peroneus profundus abgibt, als wichtigste Leitungs-

bahnen zu nennen. Letzterer verläuft am lateralen Kniegelenk dorsal des distalen Anteils des M. biceps femoris im tiefen Subcutangewebe und teilt sich nach dorsaler Umfahrung des Fibulaköpfchens und nach Abgabe eines sensiblen Astes, dem N. cutaneus surae lateralis, in seine beiden Hauptäste auf. Der N. femoralis besitzt über seine muskulären Endäste und über den N. saphenus eine Innervationsbeteiligung am medialen, ventralen Oberschenkel, der N.obturatorius über die Adduktoren- und M. gracilis-Innervation am medialen proximalen Kniegelenk. Das Articulatio tibiofibularis wird primär von den Ästen des N.peroneus communis innerviert. Die Rr. articulares des N. tibialis sowie des N.peroneus communis spielen den größten Anteil bei der Innervation der medialen bzw. lateralen Kapselbandapparat. Der Kreuzbandkomplex wird vor allem durch den N.tibialis innerviert (1, 4).

1.2 Kniegelenksluxationen

1.2.1 Definition und Einteilung der Kniegelenksluxation

Eine Knieluxation ist eine seltene traumatische Verletzung des Kniegelenks und gehört zu den schwersten Verletzungen des Kniegelenks. Durch das Abweichen der tibiofemorale Gelenkintegrität aus ihrer anatomischen Position kommt es bei der Kniegelenksluxation per Definition zu einer Dislokation des Gelenks, welche auch mit einer transienten oder permanenten Luxationsstellung einhergehen kann. Meist liegt hierbei eine multiligamentäre Verletzung mehrerer für die Stabilität wichtiger zentraler und Rahmenstrukturen vor. Eine Schädigung von Knochen, Knorpelgewebe, Menisken oder anderen umgebenden Strukturen wie beispielsweise von Gefäßen und Nerven ist häufig. In Deutschland konnte je nach Literatur eine Gefäßverletzungsrate von etwa 20% bei Kniegelenksluxationen beobachtet werden. Laut Literatur sind Meniskusrisse und Knorpelschäden die am häufigsten auftretenden Begleitverletzungen bei Kniegelenksluxationen, mit einer Häufigkeit von etwa 50%. Der Streckapparat des Knies wird bei Knieluxationen in bis zu 10% der Fälle verletzt. Die Literatur beschreibt Verletzungen des N. peroneus communis im Rahmen von Knieluxationen je nach Kohorte in Deutschland mit einer Häufigkeit von 13–40% (5–7).

Eine im klinischen Alltag bewährte Klassifikation wurde von Schenck 1994 vorgestellt und teilt die Kniegelenksluxation in mehrere Schweregrade, aufsteigend nach Anzahl der Bandverletzungen ein (8). In die Klassifikation miteinbezogen werden nur totale Bandrupturen, partielle Rupturen werden nicht abgebildet. Gemäß dieser Klassifikation erfordert eine Kniegelenksluxation im leichtesten Schweregrad mindestens einen totalen Riss sowohl eines Kollateralbandes als auch eines Kreuzbandes (9). Die mit Hilfe der Schenck-Klassifikation mögliche Kategorisierung unterstützt, die Einschätzung der Verletzungsschwere zu bestimmen und die Planung entsprechender Behandlungsstrategien (8, 10). Die Wascher-Modifikation ergänzte der Schenck-Klassifikation Untergruppen "C" und "N" hinzu. "N" steht hierbei für Nervenschädigungen, während "C" für Gefäßverletzungen steht. (8, 10). Die Identifikation und Bewertung dieser Begleitverletzungen spielen eine wesentliche Rolle, da sie die therapeutischen Entscheidungen und die posttraumatische Lebensqualität des Patienten maßgeblich

beeinflussen. Eine genaue Identifizierung und Klassifikation dieser Begleitverletzungen sind daher von großer Bedeutung für die Behandlung und die langfristigen Ergebnisse der Patienten.

Hyperextensionsverletzungen oder vornehmlich posteriore Luxationsverletzungen können mit Hilfe der Schenck-Klassifikation nicht abgebildet werden, da entsprechende Strukturen nicht in dieser berücksichtigt sind.

Die Schenck-Klassifikation differenziert verschiedene Typen von Knieluxationen, wobei Typ I die mildeste und Typ V die schwerwiegendste Form kennzeichnet (s.Tab. 1). Eine Knieluxation des Typs I gemäß Schenck ist definiert als eine Verletzung, bei der mindestens ein Kollateralband und ein Kreuzband rupturiert sind und wird im wissenschaftlichen Sinne nicht immer klar als Kniegelenksluxation anerkannt (8). Beim Typ III wird das verletzte Kollateralband in der Regel als Kürzel (M für medial und L für lateral) angegeben. Kniegelenksluxationen vom Typ V schließen die Typen 1 bis IV mit additiver distaler Femur- und/ oder proximaler Tibiafraktur mit ein.

Tab. 1: Klassifikation nach Schenck

Typ	Betroffene Struktur
Typ I	Ruptur eines Kreuzbandes (VKB/HKB) und mindestens eines Kollateralbandes (MCL/LCL)
Typ II	Ruptur beider Kreuzbänder (VKB/HKB)
Typ III lateral	Ruptur beider Kreuzbänder (VKB/HKB) und des LCL
Typ III medial	Ruptur beider Kreuzbänder (VKB/HKB) und des MCL
Typ IV	Ruptur beider Kreuzbänder (VKB/HKB) und beider Kollateralbänder (MCL/LCL)
Typ V	Luxationsfraktur
N	Nervenläsion
C	Gefäßläsion

VKB = Vorderes Kreuzband; HKB= Hinteres Kreuzband; MCL= Mediales Kollateralband; LCL= Laterales Kollateralband; N=Nervenverletzung; V=Gefäßverletzung

1.2.2 Epidemiologie, Ätiologie und Verletzungsmechanismus

Traumatische Knieluxationen stellen eine seltene Form von Luxationen dar, die nur etwa 0,2-0,3% aller Gelenkluxationen ausmachen (3, 5–7, 11, 12) und durch sowohl Hoch- oder Niedrigrasanztraumata entstehen können. Diese schwere Verletzung des Kniegelenks ist anspruchsvoll in Bezug auf Diagnose und Behandlung und kann schwerwiegende Folgen haben, insbesondere aufgrund möglicher Schäden an neurovaskulären Strukturen. Mit einer Inzidenz zwischen 0,02% und 0,2% aller muskuloskelettalen Verletzungen sind Knieluxationen vergleichsweise unüblich im Spektrum der Knieverletzungen (3, 5). Studien zeigen, dass Männer diese Verletzung mit einer höheren Häufigkeit erleiden, wobei das Verhältnis von betroffenen Männern zu Frauen etwa 4:1 beträgt (13–18). Zusätzlich scheint es eine Häufung von Knieluxationen bei Personen mit Adipositas zu geben (19).

In der Fachliteratur sind Kniegelenksluxationen bei Patienten im Alter von 16 bis 80 Jahren je nach Studienpopulation dokumentiert worden (15). Laut wissenschaftlicher Literatur lag das durchschnittliche Alter für eine Kniegelenksluxation je nach Kohorte meist unter 40 Jahren (14, 20–25). Hauptsächlich treten Kniegelenksluxationen jedoch bei jungen Männern im Altersbereich von 18 bis 25 Jahren auf (7).

Der Verletzungsmechanismus einer Knieluxation kann je nach Art der Energieeinwirkung unterschieden werden (26, 27). Kniegelenksluxationen, die im Rahmen von Hochrasanztraumata entstehen, resultieren aus Quetschungen, Stürzen aus beträchtlichen Höhen (>5m) oder Unfällen mit motorisierten Fahrzeugen (7). Die Mehrheit der Kniegelenksluxationen bei Hochrasanztraumata steht im Zusammenhang mit Kraftfahrzeugunfällen, wobei bisherige Studienergebnisse insbesondere Motorradunfälle als einer der häufigsten Verletzungsmechanismen hervorheben (15, 21, 23). In der Literatur wird zudem vermehrt auf das Auftreten von Kniegelenksluxationen im Rahmen von Niedrigrasanztraumata vor allem bei älteren Patienten hingewiesen. Zu diesen Traumata zählen insbesondere Sportverletzungen, Stürze aus geringer Höhe (< 5 Metern) sowie bei alltäglichen Aktivitäten wie Treppensteigen oder Ausrutschen beim Gehen, allerdings auch teils Sportverletzungen. Besonders häufig werden Stürze aus geringer Höhe und Sportverletzungen als Ursachen für solche Luxationen beobachtet (7, 28, 29).

Die Klassifikation von Kniegelenksluxationen basiert üblicherweise auf der örtlichen Verschiebung der Tibia zum Femur und lässt sich wissenschaftlich in eine anteriore, posteriore, laterale, mediale und rotatorische Luxationen kategorisieren. Rotatorische Verletzungen können weiter in anteromediale, anterolaterale, posteromediale und posterolaterale Luxationen differenziert werden (8, 28, 30).

Eine anteriore Knieluxation ist eine spezifische Form der Kniegelenksluxation, die typischerweise durch ein verhältnismäßig starkes Hyperextensionstrauma des Kniegelenks verursacht wird. Diese Art der Luxation tritt vermehrt bei Hochrasanztraumata auf, insbesondere bei Verkehrsunfällen. Eine posteriore Knieluxation hingegen liegt vor, wenn die Tibia durch direkte Kräfte nach hinten verschoben wird. Ein solches Ereignis kann beispielsweise bei einer Dash-Board-Verletzung, einem direkten Schlag auf das Knie oder bei einem Tritt in ein Loch auftreten (5, 23, 28, 30). Eine mediale Knieluxation entsteht durch eine Varus -, eine laterale Knieluxation tritt hingegen bei einer Valgusbelastung auf. Rotatorische Luxationen entstehen durch eine Drehbewegung um die Längsachse des Knochens. Diese spezifischen Belastungen können aus verschiedenen Ursachen resultieren, wie beispielsweise Sportverletzungen oder verschiedenen Hochrasanztraumata (23, 28). Gemäß verschiedenen Studien entstehen Kniegelenksluxationen vorrangig durch anteriore oder posteriore Verschiebungen der Tibia zum Femur. Im Gegensatz dazu treten Kniegelenksluxationen aufgrund von Varus- oder Valgusstress eher selten auf (5, 28, 30).

1.2.3 Diagnostik

Die initiale klinische Diagnostik erfolgt gemäß dem ATLS-Algorithmus. Eine detaillierte Untersuchung des Kniegelenks nach einer Kniegelenksluxation wird erst nach der Versorgung lebensbedrohlicher Verletzungen durchgeführt.

Bei Verdacht auf eine akute Kniegelenksluxation ist die initiale Beurteilung der Gelenkartikulation von entscheidender Bedeutung. Ist die Gelenkkongruenz erhalten, sollte unverzüglich eine Immobilisation mittels Orthese erfolgen. Parallel dazu ist eine detaillierte klinische Untersuchung durchzuführen, wobei der Fokus insbesondere auf die Beurteilung des neurovaskulären Status gelegt wird. Zur weiterführenden Diagnostik sollte eine CT-Angiographie herangezogen werden, um vaskuläre Komplikationen auszuschließen.

Falls die Gelenkkongruenz nicht erhalten ist, ist eine umgehende Reposition unter Analgosedierung indiziert, gefolgt von der Anlage einer Orthese. Anschließend sind erneut eine gründliche klinische Untersuchung und eine Gefäßstatusüberprüfung erforderlich, gefolgt von einer CT-Angiographie zur Detektion möglicher Gefäßschäden.

Sollte eine Gefäßverletzung, ein Kompartmentsyndrom oder eine offene Verletzung vorliegen, ist die Anlage eines Fixateurs externe im Rahmen der operativen Notfallversorgung, welche auch die Dermatofasziotomie, eine Gefäßrekonstruktion, meist über ein Graft, als auch eine Adressierung der offenen Verhältnisse enthalten kann, zwingend erforderlich. Liegen hingegen keine der genannten Komplikationen vor, ist additiv ratsam, eine radiologische Bestandsaufnahme mittels Röntgen des Kniegelenks in zwei Ebenen durchzuführen, zur besseren Vergleichbarkeit mit postoperativ angefertigten Aufnahmen. Die Anfertigung einer Schnittbilddiagnostik (MRT oder CT) im Rahmen der Initialdiagnostik sollte bei fehlenden Kontraindikationen, wenn möglich mit Kontrastmittel zur besseren Beurteilbarkeit des Gefäßstatus durchgeführt werden. Sollte in der Bildgebung eine instabile Fraktur oder eine persistierende Luxation bzw. Subluxationsstellung festgestellt werden, ist die Anlage eines Fixateurs externe ebenfalls indiziert.

Die additive Anfertigung einer MRT des betroffenen Kniegelenks ist zudem zur weiterführenden Evaluation, spätestens bis zum Zeitpunkt der ersten operativen Bandrekonstruktion empfehlenswert. Im Rahmen der Akutphase ist es zudem empfehlenswert, einen grob-neurologischen Untersuchungsbefund zu erheben. Nach Ausschluss bzw. nach durchgeführten operationsdringlichen Befunden ist die detaillierte Evaluation etwaiger neurologischer Defizite nötig. Spezifische neurologische Diagnostik wie die Nervenleitgeschwindigkeitsmessung sollten erst im Verlauf erfolgen (5, 7, 17).

1.2.4 Therapie

Die Behandlung von Kniegelenksluxationen stellt aufgrund der begrenzten Fallzahl in den veröffentlichten Studien und der Varianz der Verletzungsmuster eine Herausforderung dar. Verschiedene therapeutische Ansätze werden aufgrund dieser Heterogenität empfohlen (31, 32). Aufgrund der beschränkten Evidenzlage existieren bisher keine eindeutigen, wissenschaftlich fundierten Behandlungsrichtlinien, stattdessen liegen aktuelle Behandlungsempfehlungen als meist Expertenkonsense von Fachgesellschaften vor (z.B. 2k Leitlinien). Sowohl operative als auch konservative Herangehensweisen werden diskutiert und angewendet, wobei die Wahl des Behandlungspfads von individuellen Faktoren und dem klinischen Zustand des Patienten abhängt (3, 5, 20). Neuere wissenschaftliche Studien zeigen, dass die operative Behandlung der konservativen Therapie überlegen ist und in der Regel zu besseren subjektiven und objektiven Ergebnissen führen (5, 17, 20, 33).

Bei der band- bzw. gelenkstruktur-rekonstruktiv operativen Behandlung von Kniegelenksluxationen unterscheidet man zwischen ein- und zweizeitigen Verfahren, wobei bei letzteren das zweizeitige Verfahren, bei dem die Rekonstruktion in mehreren Phasen erfolgt (5, 17, 34–36).

In Fällen von Kniegelenksluxationen, bei denen eine regelhafte Gelenkposition und keine neurovaskulären Beeinträchtigungen, offenen Verletzungen oder Hinweise auf ein Kompartmentsyndrom vorliegen, wird initial eine Ruhigstellung in einer Orthese oder einem Gipsverband durchgeführt. Anschließend erfolgt im zeitnahen Intervall eine simultane Rekonstruktion der Kollateral- und Kreuzbänder in einem einzigen operativen Eingriff, idealerweise innerhalb eines Zeitraum von zwei bis drei Wochen nach Trauma (37–40). Hierbei kommen sowohl rekonstruktive (primäre Naht, ankergestützte Verfahren, Ligament-Bracing) als auch bandplastische, sehngestützte Verfahren zum Einsatz (20). Ob primär mittels Bracing augmentierte (zentrale und laterale Säule), ankerbasierte (mediale Säule) Nahttechniken oder aber Sehnenplastiken erfolgen sollte, ist nach aktuellem Stand der Forschung nicht endgültig klar. Eine inkomplette oder aber partielle Adressierung der insbesondere posterioren und posterolateralen Strukturen ist hierbei nicht empfohlen (6, 20, 41–43).

Bei der Notfallbehandlung von Kniegelenksluxationen kann es notwendig sein, bis zur rekonstruktiven Ausversorgung zwischenzeitlich einen Fixateur externe anzulegen,

insbesondere wenn eine Gelenkssubluxation oder erhebliche Instabilität vorliegt, die nicht durch eine Orthese oder Gips ausreichend stabilisiert werden kann. Ein Fixateur externe wird auch zur Stabilisierung verwendet, wenn eine Gefäßoperation aufgrund vaskulärer Begleitverletzungen erforderlich ist, bei Vorliegen eines Kompartmentsyndroms, bei offenen Wunden oder bei Ultraniedriggrasanztrauma mit Patienten, die einen BMI $> 40 \text{ kg/m}^2$ aufweisen. Im Anschluss an diese initiale Notfallbehandlung ist im Verlauf eine zweite Operation zur Rekonstruktion der Bänder erforderlich, auch hier gilt der 2 bis 3 Wochen Zeitraum nach Trauma als erstrebenswert (5, 20, 44, 45).

Bei der Behandlung von Kniegelenksluxationen ist zu erwähnen, dass das Ligament-Bracing, mit Ausnahme von einer Typ Schenck I Luxation und ggf. in Kombination mit weiteren Sehnenplastiken, die bevorzugte Methode zur Stabilisierung des zentralen Pfeilers darstellt (20, 46) Bei Schenck I- Luxationen ist neben der Versorgung der Kollateralbänder auch eine Rekonstruktion der zentralen Säule durch eine autologe Sehnenplastik möglich.

Versorgung der Kollateralbänder

Zur Versorgung der Kollateralbänder werden verschiedene operative Techniken verwendet. Dazu gehören sowohl die Naht der Bänder als auch die Rekonstruktion mittels Bandplastik, die je nach Verletzung und klinischer Situation eingesetzt werden können.

Die präferierte Methode zur Behandlung vollständiger Rupturen des Innenbandes ist die primäre Naht (47). Bei Innenbandverletzungen am knöchernen Ansatz wird eine Refixierung mittels Fadenankern in verschiedenen Studien beschrieben (5). Bei nicht möglicher Rekonstruierbarkeit der Bandstrukturen sollte eine Bandplastik durchgeführt werden. Dies beinhaltet die Rekonstruktion des superfiziellen Segments als auch des hinteren schrägen Bandes des Innenbandes (sMCL und POL). Dabei werden meist autologe Sehnenstreifen des M. quadriceps, des M. semitendinosus als auch des M. gracilis, letztere als Loop, Double-Loop- oder 3-fach Sehnenstrang verwendet (5, 48).

Bisherige Studien zeigen, dass eine isolierte primäre Naht des LCL oft nicht eine ausreichende Stabilität bietet, insbesondere aufgrund des komplexen Zusammenspiels mit dem HKB und dem Lig. popliteofibulare im posterolateralen Eck. Aus diesem Grund

ist eine zusätzliche extraanatomische Bandplastik häufig empfehlenswert, um die funktionelle Stabilität des Kniegelenks wiederherzustellen. Aktuell werden meist eine Kombination aus primärer Naht und extraanatomischer Bandplastik zur Behandlung des LCL eingesetzt. Die modifizierte posterolaterale Bandplastik nach Larson wird derzeit als primäre chirurgische Technik angesehen. Dabei wird eine Hamstring-Sehne durch den proximalen Bereich der Fibula geführt und zwischen den femoralen Ansatzpunkten des lateralen Kollateralbandes und der Popliteussehne verankert (5, 49). Als Alternative kann hierbei die posterolaterale Stabilisierung nach Arciero oder LaPrade verwendet werden, welche ebenfalls eine Stabilisierung der posterolateralen Ecke gewährleistet.

Versorgung des zentralen Pfeilers

In der wissenschaftlichen Literatur herrscht immer noch Uneinigkeit über die optimale Behandlung des zentralen Pfeilers. Die unterschiedlichen Standpunkte resultieren oft aus der Befürchtung vor der Entwicklung einer posttraumatischen bzw. postoperativen Arthrofibrose des betroffenen Kniegelenks. Aufgrund dieser Überlegungen bevorzugen einige Autoren nach wie vor eine zweizeitige operative Behandlung (5).

Bei Verletzung eines der beiden Kreuzbänder kann entweder eine autologe Sehnenplastik oder ein Ligament-Bracing zur Stabilisierung eingesetzt werden. Im Falle einer Ruptur des VKB und des HKB wird das Ligament-Bracing als die bevorzugte Behandlungsoption zur Versorgung beider Kreuzbänder empfohlen. Die Stabilität von Bandnähten kann durch Fadenaugmentationen weiter gesteigert werden (3, 5, 17, 20, 47). Zur Rekonstruktion können Sehnen des Pes anserinus superficiales (M. semitendinosus, M. gracilis) als auch der Quadricepssehne verwendet werden, wobei diese entweder von der ipsilateralen oder der kontralateralen Seite entnommen werden kann (5, 20, 47, 50). Die Verwendung des Lig. patellae als Sehnenplastik ist mittlerweile obsolet. Die Rolle von allogenen Sehnenmaterial ist zumindest im zentraleuropäischen Gebiet bislang noch wenig beschrieben.

In einer Metaanalyse von Frosch et al. (20) wurden (2013) das klinische Outcome zwischen der Bandnaht und der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands (VKB) sowie des hinteren Kreuzbands (HKB) verglichen. Die Analyse ergab, dass kein signifikanter

Unterschied in den klinischen Ergebnissen zwischen den beiden Behandlungsansätzen festgestellt werden konnte. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sowohl die Bandnaht als auch die Rekonstruktion vergleichbare funktionelle Ergebnisse bei der Behandlung von Verletzungen des VKB und HKB liefern. Andere Studien konnten zeigen, dass das Ligament-Bracing hinsichtlich der Behandlungsergebnisse bei Kreuzbandverletzungen mit denen von Bandplastiken vergleichbar ist (17, 20, 47, 50).



Abb. 1: Beispiel eines Ligament-Bracings des VKB und HKB mit transossären Ausziehnähten und additiven Fadenaugmentationen für VKB und HKB, modifiziert nach Heitmann et al. (17)

Beim Ligament-Bracing werden die tibialen Fadenarmierungen transossär durch das Femur geführt, während die femoralen Armierungen nach tibial geleitet und extrakortikal mittels Augmentationssystemen über einen Button fixiert werden. Die Ausziehnähte werden über den jeweils gegenüberliegenden Button fixiert, während die doppelläufig intraartikulären Fadenaugmentationen über den beiden tibialen Buttons verknüpft werden (vgl. Abb.1) (17). Die Integrität der Kreuzbandenden ist jedoch entscheidend für deren Eignung zur Naht; stark ausgefranste Enden machen eine suffiziente Naht unmöglich. Das Ligament-Bracing ist zudem kontraindiziert bei chronischer

Instabilität, intraligamentären und nicht rekonstruierbaren Rupturen des VKB, kritischen Weichteilverhältnissen, reparierbare knöchernen Bandausrisse, akuten Infektionen, mangelnder Patienten-Compliance und offenen Wachstumsfugen (17). Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, eine HKB - Avulsionsfraktur mithilfe von Schraubenosteosynthese, einer Hakenplatte oder einer transossären Ausziehnäht zu stabilisieren (5, 47, 51).

Luxationsfrakturen

Die Kniegelenkluxation vom Typ V nach Schenck umfasst sowohl knöcherne als auch ligamentäre Verletzungen und stellt für die Behandlung einen deutlich komplexeren Zustand dar. Luxationsfrakturen, die die Femurkondylen oder das Tibiaplateau betreffen, erfordern primär eine Stabilisierung mittels eines gelenkübergreifenden Fixateurs externe (5). Die Behandlung persistierender zentraler und peripherer Instabilitäten erfolgt anschließend in einem zweizeitigen Verfahren.

Bei Luxationsfrakturen von geringerem Schweregrad kann in der Regel eine Immobilisierung mittels Orthese in Betracht gezogen werden, wobei der Zustand der Weichteile berücksichtigt werden sollte (5). Die Rekonstruktion dislozierter oder verschobener knöcherner Verletzungen erfolgt mittels Platten- und Schraubenosteosynthese. Die Kollateralbänder sollten bei einer Kniegelenksluxationsfraktur umgehend stabilisiert und rekonstruiert werden. Diese Strukturen spielen eine wesentliche Rolle für die Stabilität und Funktionalität des Kniegelenks und ihre Integrität ist von entscheidender Bedeutung, um die normale Gelenkmechanik wiederherzustellen. Die zentrale Säule des Kniegelenks, sollte ebenfalls adressiert werden. Jedoch kann diese aufgrund eines potenziellen Materialkonflikts, der durch Implantate oder andere rekonstruktive Materialien entsteht, nicht immer unmittelbar vollumfänglich erfolgen. In solchen Fällen könnte eine zeitlich verzögerte oder mehrzeitige Intervention nach knöcherner Konsolidierung notwendig sein, um die langfristige Funktion und Stabilität des Kniegelenks sicherzustellen. Ein strategischer, stufenweiser Behandlungsansatz, der die spezifischen biomechanischen und pathophysiologischen Aspekte der Kniegelenksluxationsfraktur berücksichtigt, ist daher essenziell, um optimale funktionale Ergebnisse zu erzielen. Die klinische Entscheidung zur zeitlichen Planung der Eingriffe sollte auf einer gründlichen Bewertung des individuellen Patienten, einschließlich des Ausmaßes der Verletzung basieren (3, 5, 20, 47, 50).

1.2.5 Prognose und Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen

Da Knieluxationen eine schwerwiegende traumatische Verletzung des Kniegelenks mit langwierigem Handlungsverläufen und häufig bleibenden Schäden darstellen, wirken sich diese auch stark auf die Lebensqualität und Mobilität der Patienten aus. Im Allgemeinen zeigen isolierte traumatische Knieluxationen in der Regel günstigere Ergebnisse im Vergleich zu Luxationen, die mit Begleitverletzungen, egal ob neurovaskuläre oder meniscochondroossär einhergehen.

Das klinische Ergebnis und die Prognose sind stark von der Schwere der Verletzung abhängig, weshalb auch deswegen eine genaue Klassifizierung des Verletzungsmusters anzuraten ist (17). Begleitverletzungen, Komplikationen, die gewählte Therapie, die Rehabilitation sowie die Kooperation des Patienten haben ebenfalls einen maßgeblichen Einfluss auf die Prognose. Insbesondere neurovaskuläre und osteochondrale Läsionen, Weichteilverletzungen sowie ein höherer Schweregrad nach der Schenck-Klassifikation wirken sich negativ auf das klinische Ergebnis aus (20, 52–56). Die Funktionalität des Knies, die durch Begleitverletzungen zusätzlich beeinträchtigt werden kann, lässt sich mit verschiedenen Scores wie dem IKDC- und Lysholm-Score beurteilen (57).

Die Prognose bei einer Lähmung des N. peroneus variiert je nachdem, ob eine inkomplette oder komplette vorliegt. Während die meisten Patienten mit inkompletter Lähmung eine vollständige motorische Genesung erreichen, ist die Wiedererlangung der Dorsalflexionsfähigkeit bei nur einem geringen Prozentsatz der Patienten mit vollständiger Lähmung möglich (52, 53). Heitmann et al. berichteten, dass Patienten mit einer Läsion des N. peroneus communis schlechtere Ergebnisse im Lysholm-Score und IKDC-Score erzielten als Patienten ohne eine solche Läsion. Bei Patienten ohne Nervenschädigung lagen die durchschnittlichen Werte im Lysholm-Score bei $85,6 \pm 5,6$ und im IKDC-Score bei $80,1 \pm 7,5$. Patienten mit einer Läsion des Nervus peroneus communis erreichten hingegen deutlich niedrigere Durchschnittswerte von $65,6 \pm 26,3$ im Lysholm-Score und $55,9 \pm 16,9$ im IKDC-Score. Diese Ergebnisse zeigen, dass eine Läsion des N. peroneus communis mit einer erheblichen Verschlechterung der funktionellen Ergebnisse verbunden ist (50).

Patienten mit einem BMI über 40 kg/m², die eine Knieluxation erleiden, zeigen häufiger schwerwiegende Verletzungsmuster der Kniegelenksluxation sowie begleitende neurovaskuläre Schäden. Mit einer Zunahme des BMI steigt tendenziell auch die Wahrscheinlichkeit für kombinierte neurovaskuläre Schädigungen (19, 58). Das allgemeine Komplikationsrisiko sowie die postoperativen Komplikationen sind ebenfalls deutlich erhöht und die funktionelle Rehabilitation des Knies ist im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten signifikant eingeschränkt (58, 59). In der Studie von Werner et al. wurde festgestellt, dass Verletzungen des N. peroneus bei Patienten mit einem BMI > 40 kg/m² häufiger vorkamen (39,1%) verglichen bei Patienten mit einem BMI < 40 > 40 kg/m² (8,4%). Ebenso wurden Gefäßverletzungen in der Gruppe mit einem BMI > 40 kg/m² häufiger beobachtet (28,1%) im Vergleich zu den Patienten mit einem BMI < 40 kg/m² (4,7%). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein höherer BMI ein Risikofaktor für N. peroneus- und Gefäßverletzungen darstellt (60). In der Studie von Heitmann et al. zeigten Patienten mit einem erhöhten BMI im Lysholm-Score einen durchschnittlichen Wert von 31,3 ± 7,1 und im IKDC-Score einen Wert von 37,4 ± 13,4 (50). Auch andere Studien konnten die Ergebnisse der Studie von Heitmann et al. bestätigen und zeigten ebenfalls, dass Patienten mit einem BMI > 40 kg/m²: eine erhebliche Beeinträchtigung der Kniefunktion aufwiesen, gemessen an den niedrigen Lysholm- und IKDC-Scores (58, 60).

In aktuellen Studien ist allgemein anerkannt, dass die operative Behandlung bei multiligamentären Knieverletzungen gegenüber konservativen Ansätzen überlegen ist (20, 61). Die operative Maßnahme bewirkt im Vergleich zur konservativen Therapie eine Verbesserung der Kniestabilität, funktionellen Ergebnisse und folglich der Lebensqualität.(5, 20, 33). Sowohl ein einzeitiges als auch ein zweizeitiges Vorgehen zeigen vergleichbar gute Resultate (17, 62). Bei sowohl einzeitigen als auch zweizeitigen Verfahren wurden in Studien eine vergleichbare Anzahl von Patienten mit chronisch-verbleibender Instabilität nach operativer Versorgung beobachtet (17, 20), sodass aktuell in der aktuellen Versorgungssituation weiterhin beide Methoden akzeptiert sind.

Heitmann et al. zeigten in ihrer Studie, dass Patienten, die unter Verwendung der Methode des Ligament-Bracing zur Adressierung der zentralen Säule behandelt wurden, im IKDC-Score und Lysholm-Score sehr gute bis gute Ergebnisse erzielten. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag der durchschnittliche IKDC-Score bei 75,69 und der

Lysholm-Score bei 85,29. Diese Werte unterstreichen die Wirksamkeit des Ligament-Bracings bei der Verbesserung der kniefunktionellen Ergebnisse (17, 20). Die Studien von Levy et al. bestätigten ebenfalls, dass sowohl das Ligament-Bracing als auch die Rekonstruktion beschädigter Strukturen mittels Sehnenplastik vergleichbare mittlere Lysholm-Werte aufwiesen (88 vs. 87). Zudem wurden in beiden Behandlungsgruppen ausgezeichnete bis gute Ergebnisse im IKDC-Score erzielt, wobei 51% der Patienten in der Bracing-Gruppe und 48% der Patienten in der sehnenplastischen Rekonstruktionsgruppe solche Ergebnisse erreichten (44).

Die nichtoperative Behandlung geht mit einem erhöhten Risiko für persistierende Instabilität, suboptimalen funktionalen Resultaten gemäß funktionellen Bewertungsscores (IKDC-Score, Lysholm-Score, SF36) einher (33, 44). In ihrer Übersichtsarbeit demonstrierten Levy et al., dass die chirurgische Behandlung im Vergleich zur nicht-operativen Behandlung zu besseren Ergebnissen im IKDC-Score führte. Konkret wiesen 58% der Patienten, die chirurgisch behandelt wurden, sehr gute bis gute Ergebnisse auf, während nur 20% der Patienten in der nicht-operativen Gruppe solche Ergebnisse erzielten (44). Andere Studien haben diese Ergebnisse ebenfalls bestätigt und gezeigt, dass die chirurgische Behandlung im Vergleich zur nicht-operativen Therapie signifikant bessere Ergebnisse im IKDC-Score erzielt (17, 50, 51) .

2 Zielsetzung und Fragestellung

Bislang ist die Epidemiologie von und die Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen aus wissenschaftlicher Sicht noch kaum untersucht worden. Es mangelt an umfassenden epidemiologischen Daten zur Häufigkeit von Kniegelenksluxationen, deren Begleitverletzungen und Komplikationen. Zudem sind die Umstände, unter denen solche Verletzungen typischerweise auftreten, sowie die langfristigen Auswirkungen auf die Lebensqualität des Patienten und die Funktionalität des Kniegelenks nach einer Luxation wissenschaftlich unzureichend dokumentiert.

Die vorliegende Studie verfolgte das Ziel, die Häufigkeit und die Auswirkungen von Kniegelenksluxationen bei Patienten nach operativer Versorgung detailliert zu analysieren. Erstmals wurden mithilfe von validierten, die Lebensqualität nach Kniegelenksverletzungen erfassenden Fragebögen wissenschaftlich fundierte, repräsentative Daten zur Lebensqualität der Patienten und Funktionalität des Knies nach einer Kniegelenksluxation bei einem verhältnismäßig großem Studienkollektiv über einen 10 Jahreszeitraum an einem Maximalversorger erhoben.

Die vorliegende prospektive Fragebogenerhebung an einem retrospektiven charakterisiertem Studienkollektiv diente der Klärung folgender Fragestellungen:

- Spielt der Unfallmechanismus eine Rolle für die Lebensqualität und Funktionalität des Knies ?
- Beeinflusst der Luxationsstatus die Lebensqualität und Funktionalität des Kniegelenks ?
- Wirkt sich das Vorhandensein von neurovaskulären Verletzungen auf die Lebensqualität und Funktionalität des Kniegelenks aus ?
- Beeinträchtigen Begleitverletzungen des Knorpels und des Meniskus die Lebensqualität und Funktionalität des Kniegelenks ?
- Welchen Einfluss hat der Schweregrad eines Schencks-Subtyps auf die Lebensqualität und Funktionalität des Kniegelenks ?

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden klinische Daten von 120 Patienten erfasst, die zwischen den Jahren 2011 und 2021 in der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie der Universitätsklinik Regensburg wegen einer Kniegelenksluxation behandelt wurden. Die Studie erfasste Daten zur Häufigkeit von Kniegelenksluxationen, den damit verbundenen Begleitverletzungen, Komplikationen und Behandlungsverläufen sowie den Unfallmechanismus.

Auf Grundlage der Analyse der Kniegelenksluxationen wurden einerseits die tatsächlichen Häufigkeiten, deren Begleitverletzungen, Folgen, Komplikationen und Behandlungsmöglichkeiten sowie Unfallmechanismen erfasst. Andererseits wurden Risikofaktoren identifiziert, die sich möglicherweise auf die Lebensqualität und Funktionalität des Knies nach einer Kniegelenksluxation auswirken können. Das langfristige Ziel besteht darin, aus den Erkenntnissen optimale Behandlungsstrategien für Kniegelenksluxationen abzuleiten, um die Lebensqualität der Patienten zu verbessern und die Funktionalität des Knies zu fördern.

3 Material und Methoden

3.1 Material

3.1.1 Hard- und Software

Die Erfassung der epidemiologischen Parameter erfolgte durch eine klinikinterne Auswertung. Dabei wurden die pseudonymisierten Daten in eine Tabelle im Format Microsoft Excel Office 365 (2011 Microsoft, Redmond, WA, USA) übertragen. Die durch die Patienten ausgefüllt analog erfassten Fragebögen wurden in o.g. Liste pseudonymisiert übertragen, sodass eine Vergleichsmöglichkeit der patientenspezifischen epidemiologischen Daten und der die Lebensqualität-erfassenden Fragebögen gegeben war. Anschließend erfolgte die statistische Auswertung mittels Übertragung in das Statistikprogramm IBM SPSS 29.0.0.0 (IBM, Armonk, NY, USA), mit welchem nachfolgende Analyse durchgeführt wurde.

Hardware

Notebook: Lenovo Laptop V17 G2 ITL (IBM, Armonk, NY, USA)

Software

Abbildungen: SPSS Version 29.0.0.0 (IBM, Armonk, NY, USA)

Auswertung und Statistik: Microsoft 365 (Office) (Microsoft, Redmond, WA, USA)

Literaturverwaltung: SPSS Version 29.0.0.0 (IBM, Armonk, NY, USA)

Citavi 6.19 (Mendeley Ltd., New York, NY, USA)

3.2 Methodik

3.2.1 Studiendesign

Bei der hier vorliegenden Dissertationsarbeit handelt es sich um eine gemischt prospektiv-retrospektive Analyse, wobei die Kniegelenksluxationen der letzten 10 Jahre anhand einer Datenbankauswertung (Krankenhausinformationssystem) retrospektiv

sowie das Patienten-Outcome prospektiv anhand einer papierbasierten, standardisierten Befragung von Patienten mittels Fragebögen erhoben wurde (s. Anhang 1). Hierbei wurden klinischen Daten von 120 Patienten erfasst, die zwischen den Jahren 2011 und 2021 in der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie der Universitätsklinik Regensburg wegen einer Kniegelenksluxation behandelt wurden.

Anhand einer Auswertung der Patientendaten über einen 10-Jahreszeitraum wurde eine präformierte, aus dem Krankenhausinformationssystem der Universitätsklinik Regensburg zuvor gewonnene und präexistente, pseudonymisierte Datenbank mit zuvor ausgewählten, patientenspezifischen Daten mittels Patienten- und Trauma-spezifischer Items individuell ergänzt, auch Behandlungsdetails und die Folgevorstellungen im Rahmen der Nachbehandlung wurden erfasst bzw. ergänzt. Anschließend kam es zum Übertrag der prospektiv und analog erhobenen Lebensqualitätsfragebögen in o.g. Datenbank. Die Fragebögen wurden nach telefonischer Kontaktaufnahme mit den Patienten, welche von August bis September 2022 erfolgte, an diese postalisch im Falle eines telefonisch zugesicherten Einverständnisses in die Studienteilnahme versandt, mit einem frankierten Rücksendeumschlag und der Bitte um Rücksendung und einem gesonderten Studieninformationsschreiben. Als Zeitraum der Fragebögenrücksendung wurde bereits im Vorfeld ein Zeitraum zwischen August und Oktober 2022 veranschlagt, sodass ab Oktober 2022 mit der Übertragung in o.g. elektronische Datenbank erfolgte. Die Datenerhebung wurde schließlich nach 7 Monaten im Dezember 2022 abgeschlossen. Der gewählte Zeitraum von 2011 bis 2021 aufgrund einer Kniegelenksluxation garantierte eine aussagekräftige Korrelation mit der Lebensqualität anhand der fortwährenden monozentrischen Behandlung. Als weiteres Einschlusskriterium für die Studie galt, dass die Patienten Verletzungen aufweisen mussten, die gemäß der Schenck-Klassifikation kategorisiert werden können. Dies setzt voraus, dass mindestens ein Kreuzband und ein Seitenband vollständig gerissen war.

Als Ausschlusskriterien wurde festgelegt, dass Patienten nicht in die Studie aufgenommen werden, wenn sie außerhalb des Zeitraums von 2011 bis 2021 an der Universitätsklinik Regensburg wegen einer Kniegelenksluxation behandelt wurden. Ebenso wurden Patienten ausgeschlossen, bei denen lediglich eine vollständige Ruptur eines einzelnen Bandes vorlag oder eine Kombination aus einer vollständigen Ruptur eines Bandes und einer Teilruptur eines anderen Bandes aufwiesen.

Die weitere Verarbeitung der Daten erfolgte anhand einer Übertragung der pseudonymisierten Datenbank in eine vollständig anonymisierte Datenbank mit fortlaufender Patientennummer, hierbei wurden auch unvollständige Fragebögen mit in die Datenbank aufgenommen. Anhand der verwendeten Datenbank war es möglich, Daten zu kumulieren, zu speichern und im Verlauf anhand generierter digitaler Datenausgaben einer standardisierten statistischen Auswertung zu unterziehen. Die zugrunde liegenden Fragebögen wurden anschließend zur Verwahrung an die Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie am Universitätsklinikum Regensburg ausgehändigt.

In der Studie wurden bei jedem Fall von einer Kniegelenksluxation einerseits die Klassifizierung nach dem Schenck-Subtyp, begleitende Verletzungen, auftretende Komplikationen, diagnostische Verfahren, Behandlungsabläufe einschließlich der Zeitabstände zwischen Trauma und den einzelnen Behandlungsschritten, sowie posttraumatische und postoperative Komplikationen gesammelt. Andererseits wurden der Unfallmechanismus, das Datum des Traumas, der Luxationsstatus des Kniegelenks, die Art des Traumas (Mono- oder Polytrauma) und die Ergebnisse der konservativen oder operativen Behandlung bei der Nachsorge erfasst.

Hierzu wurden die Folgen, die Lebensqualität und die Funktionalität nach jeder Kniegelenksluxation detailliert analysiert. Hierzu wurden drei validierte Fragebögen (IKDC-Score, KOOS-Score und EQ5D-Score) in die o.g. Online-Datenbank integriert, um die Lebensqualität und Funktionalität des Knies jedes Patienten nach einer Kniegelenksluxation zu bewerten. Anhand der digitalen Integration der o.g. Fragebögen als digitale Datenbank war es nach Abschluss möglich, die gewonnenen Daten standardisiert und statistisch auszuwerten.

3.2.2 Untersuchte Patienten- und Behandlungsspezifische Parameter

Bei der patienten- und behandlungsspezifischen Datenbankauswertung wurden folgende Parameter erhoben

Stammdaten	Geschlecht, Gewicht, Größe, BMI, Alter, Suchtanamnese, betroffene Seite der Verletzung, Voroperationen des betroffenen Knies, Traumadatum (Monat und Jahr), Unfallmechanismus, Vorliegen eines Polytrauma, spontane Reposition, Art der bildgebenden Diagnostik, Klassifikation nach Schenck (Totalruptur)
Begleitverletzungen	Meniskusschaden, Kapselruptur, Weichteilverletzungen, neurovaskuläre Verletzungen, osteochondräre Läsionen, Frakturen
Therapie	Operative Behandlung, konservative Behandlung, Datum zwischen Unfall und Operation, einzelne oder mehrere Operationen
Postoperative Komplikationen	Thrombose, Embolie, oberflächliche und tiefe Infektionen im kniegelenksnahen Operationsgebiet Transplantationsversagen, postoperative Nachblutungen, postoperatives Kompartmentsyndrom
Posttraumatische Komplikationen	Knorpelschäden, chronische neurovaskuläre Verletzungen, Versagen von konservativ behandelten Bandrupturen, Arthrofibrosen, Kompartmentsyndrom, sekundär implantierte Kniegelenksporthesen, Arthrodesen, Amputationen

3.2.3 Bestimmung der Lebensqualität anhand spezifischer Fragebögen

Die posttraumatische Funktion und Lebensqualität wurden anhand dreier präexistenter und teils Kniespezifischer Fragebögen ergänzt. Hierbei wurde sich aufgrund der guten Vergleichbarkeit für international anerkannte Fragebögen entschieden, welche bereits validiert wurden und für die es auch eine validierte deutsche Übersetzung gab. Angelehnt wurde die Fragebögenauswahl an die Empfehlungen der Gesellschaft für Arthroscopie und Gelenkchirurgie (AGA) für die Evaluation von Kniefragestellungen. Diese empfiehlt die Erfassung der Kniesymptome der Patienten, ihrer Aktivität und Lebensqualität, weswegen sich für die Kombination aus kniegelenksspezifischem KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score), dem ebenfalls kniegelenksspezifischen IKDC (International Knee Documentation Committee) 2000 Score und dem EQ – 5D (European Quality of Life 5 Dimensions) Score, letzterer als generell die Lebensqualität erfassender Score, entschieden wurde.

Der KOOS-Score ist ein aus 42 Fragen bestehender Score, der erstmals 1998 (63, 64) vorgestellt wurde und mittlerweile als ein häufig genutztes, validiertes Instrument zur Erfassung kniespezifischer Beschwerden und Funktionseinschränkungen gilt. Als Besonderheit dieses Fragebogens ist dessen Konsistenz aus fünf Subscores zu sehen, welche detailliert spezifische Informationen zu Symptomen (7 Fragen), Schmerz (9 Fragen), Aktivitäten des täglichen Lebens (17 Fragen), Sport- und Freizeitfähigkeit (5 Fragen) sowie Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie (4 Fragen) geben können. Diese Struktur ermöglicht eine differenzierte Analyse der verschiedenen Dimensionen der Kniegesundheit. Wissenschaftlich betrachtet bietet der KOOS-Score durch seine detaillierte Subskalierung Vorteile gegenüber anderen Instrumenten wie dem IKDC (International Knee Documentation Committee Score). Aufgrund seiner breiten Akzeptanz als zentraler Standard in der kniespezifischen Forschung und Praxis wird der KOOS jedoch häufig parallel zu anderen Scores erhoben und von zahlreichen Fachgesellschaften empfohlen. Die Interpretation des KOOS zeigt, dass Werte über 80 Punkten in der Regel auf eine gute Funktionalität des Knies hinweisen, während Werte unter 60 oft auf deutliche Einschränkungen oder spezifische Probleme schließen lassen.

Der IKDC ist ein subjektiver Fragebogen, bei dem Patienten ihre persönliche Einschätzung bezüglich ihrer Kniegelenksfunktion abgeben. Der KOOS wurde erstmals 1987 vorgestellt und beruht auf 18 Fragen. Der IKDC-Wert wird in Prozent angegeben, wobei null Prozent eine maximale Einschränkung des Knies bedeutet und hundert Prozent vollständige Funktionsfähigkeit anzeigt. Der Score erfasst drei Hauptkategorien, nämlich Symptome, sportliche Aktivität und Kniefunktion. Ein IKDC-Wert über 80% wird in der Regel als gut betrachtet und deutet auf eine zufriedenstellende Kniefunktion hin. Ein Wert von > 90% gilt als sehr gut und zeigt eine nahezu vollständige Funktionsfähigkeit sowie Stabilität des Knies an. Werte < 70% hingegen weisen auf funktionelle Probleme hin (65, 66).

Der allgemeine Gesundheitszustand der Patienten wurde mit dem EQ5D bewertet. Anhand des EQ-5D kann standardisiert der Gesundheitszustand des einzelnen Patienten länderspezifisch durch Vergleich mit existenten Normwerten erhoben werden. Vorgestellt wurde dieser Fragebogen erstmals 1987 von der EuroQolGroup, einem interdisziplinärem Fachgremium als Selbstberichtsinstrument für Patienten. Die fünf zu bewertenden Dimensionen bestehen aus der Beweglichkeit bzw. Mobilität, der Fähigkeit, für sich selbst zu sorgen, der Verrichtungsfähigkeit alltäglicher Aufgaben, dem Vorliegen körperlicher Beschwerden oder Schmerzen sowie der Erhebung der psychischen Krankheitslast durch Abfrage des Angststatus bzw. der Erfassung der seelischen Niedergeschlagenheit. Hierbei werden die Antworten in fünf Levels (keine/ leichte/ mäßige/ große und extreme Probleme) erfasst. Anhand standardisierter Berechnungsvorgabe ist die Erstellung eines Indexwertes aus o.g. Antworten möglich, wobei alle 5 Dimensionen miteinbezogen werden. Insgesamt können 243 potenzielle Gesundheitszustände mit dem EQ-5-D beschrieben werden. Die Wichtung des Indexwertes erfolgt dann anhand von Präferenzwerten, die auf einer länderspezifischen Stichprobe beruhen. Die erreichbaren Werte variieren hierbei zwischen 0 (schlechtester Zustand) und 1 (bestmöglicher Zustand). Werte > 0,9 im EQ-5D-Index gelten in der Regel als sehr gut, während Werte zwischen 0,8 und 0,9 ebenfalls als zufriedenstellend betrachtet werden. Der EQ Visual Analog Scale (EQ-VAS) ist der zweite Bestandteil des EQ-5D-Scores und ermöglicht es den betroffenen Personen, ihre persönliche Gesundheitswahrnehmung auf einer visuellen Skala einzuschätzen. Diese Skala er-

streckt sich von 0 bis 100, wobei 100 die bestmögliche Gesundheit und 0 die schlechteste mögliche Gesundheit darstellt. Ein EQ-VAS-Wert > 80 wird in der Regel als ein Hinweis auf eine gute individuelle Gesundheitswahrnehmung betrachtet.

3.2.3.1 Analyseverfahren

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Epidemiologie von Kniegelenksluxationen, deren Folgen und die Lebensqualität der Betroffenen umfassend analysiert. Dabei wurde einerseits eine epidemiologische deskriptive Analyse durchgeführt, indem die Häufigkeit der aufgetretenen Kniegelenksluxationen, deren Folgen sowie die Entstehungsmechanismen retrospektiv durch Sichtung der vorhandenen Dokumentationen ermittelt wurden. Andererseits wurde eine Analyse der Funktions- und Lebensqualität durchgeführt, indem die Lebensqualität und die Funktionalität des Knies bei jedem einzelnen Patienten prospektiv anhand validierter Fragebögen erfasst wurden.

3.2.3.2 Statische Auswertung

Zu Beginn der Analyse wurde eine epidemiologisch deskriptive Statistik der Studienpopulation durchgeführt. Abhängig von der Art der Variablen – nominal oder ordinal – wurden für die folgenden Merkmale die absoluten und relativen Häufigkeiten, Mittelwerte und Standardabweichungen in absoluten Zahlen als auch anteilig ermittelt: Geschlecht, Gewicht, Größe, Body-Mass-Index (BMI), Alter, Suchtanamnese, betroffene Seite der Verletzung, Voroperationen des betroffenen Knies, Traumadatum, Unfallmechanismus, Vorliegen eines Polytraumas, spontane Reposition, Art der bildgebenden Diagnostik, Klassifikation nach Schenck (Totalruptur), Begleitverletzungen, durchgeführte Therapien sowie posttraumatische und postoperative Komplikationen. Bei der Behandlung der Kniegelenksluxation wurde das Operationsdatum erfasst, ebenso wie die Zeitspanne vom Trauma bis zur ersten Operation. Zusätzlich wurden die Zeitabstände zwischen der ersten und zweiten sowie der zweiten und ggf. dritten Operation untersucht. Im Falle einer Operation wurde zudem detailliert untersucht, welche anatomische Struktur behandelt und welche chirurgische Technik angewendet wurde. Adaptierend an die Zielsetzungen dieser Studie, wurden die erforderlichen Rohdaten

aus der Excel-Tabelle direkt in eine SPSS-Datenbank exportiert und mit dem Statistikprogramm SPSS Version 29.0.0 von IBM analysiert. Die Erstellung aller Abbildungen und Tabellen erfolgte unter Verwendung der Microsoft-Programme Word und Excel.

3.2.3.3 Epidemiologische und funktionale Analyse von Kniegelenksluxationen

Im Rahmen der epidemiologisch-deskriptiven Analyse wurden Kniegelenksluxationen, die im Zeitraum von 2011 bis 2021 auftraten, systematisch hinsichtlich ihrer Häufigkeit, Folgen, Entstehungsmechanismen und angewandten Therapien untersucht, mit dem Ziel, eine detaillierte Querschnittsdarstellung der Verletzungsrisiken und Therapiemethoden zu erarbeiten. Zur präzisen Erfassung der Funktionalität des Knies und der Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen wurden standardisierte Fragebögen, darunter der KOOS, der IKDC und der EQ-5D-Score, verwendet. Diese methodische Auswertung lieferte ein umfassendes Verständnis der funktionalen und lebensqualitätsbezogenen Auswirkungen von Kniegelenksluxationen nach Abschluss der Heilung und Therapie. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse bieten eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für die Planung gezielter Interventionen und die Nachverfolgung des Genesungsverlaufes.

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung des Patientenkollektiv

Die Studienpopulation bestand aus 120 Patienten, von denen 4 Patienten eine bilaterale Kniegelenksluxation aufwiesen. In dieser Kohorte waren 80% männlich (n=96) und 20% weiblich (n=24), was einem Geschlechterverhältnis von m:w = 4:1 entsprach. Das Alter der Patienten variierte zwischen 15,7 und 84,2 Jahren. Der Durchschnittswert betrug $39,1 \pm 15,7$ Jahre. Kniegelenksluxationen traten vor allem in den Altersgruppen von 20 bis 30 Jahren (n=29; 24,2%) sowie 30 bis 40 Jahren (n=23; 19,2%) auf. Dieser Trend lässt sich möglicherweise durch erhöhte körperliche Belastungen wie Sport, berufliche Aktivitäten oder beispielsweise Motorradfahren in diesen Altersgruppen erklären, die das Risiko für Verletzungen steigern (vgl. Abb.2).

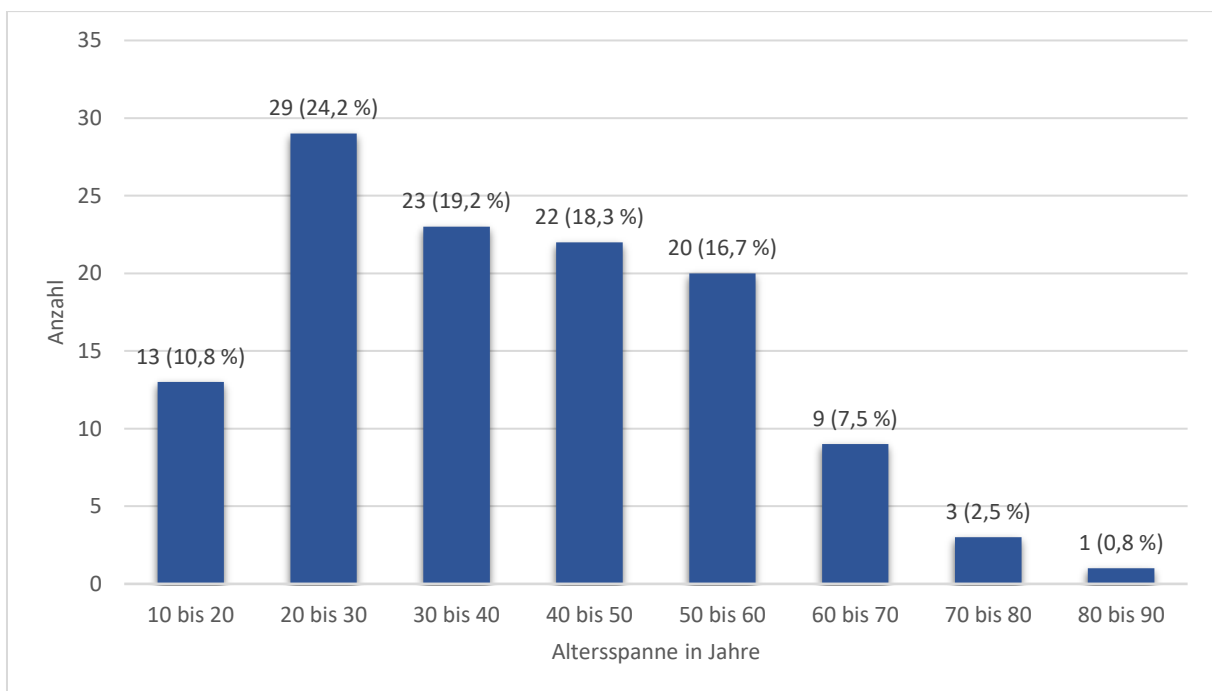


Abb. 2 Übersicht der Altersverteilung bei Kniegelenksluxationen

Nach einer retrospektiven Analyse der Kniegelenksluxationen und deren Therapien wurde eine prospektive Follow-up-Untersuchung durchgeführt. Die Dauer der prospektiven Nachuntersuchung variierte zwischen 0,2 und 10,9 Jahren, wobei der Mittelwert bei $4,7 \pm 3,2$ Jahren lag, wobei hier eine abgeschlossene Behandlung bzw. Heilung aller Befragten zu Grunde lag. Das durchschnittliche Gewicht der Patienten betrug

91,4 kg \pm 20,4, während die mittlere Körpergröße bei 177,7 cm \pm 9,4 lag. Der durchschnittliche BMI belief sich auf 29,0 \pm 6,2 kg/m². Bei 29 Patienten (24,2%) konnte eine Suchthistorie festgestellt werden. Nikotin war mit einem Anteil von 7,2% der Befragten die am häufigsten konsumierte Einzelsubstanz. Im Vergleich dazu fiel der Anteil der Personen, die ausschließlich Alkohol konsumieren mit 1,0% deutlich geringer aus. Der kombinierte Konsum von Nikotin und Alkohol (n=2) sowie von Nikotin und anderen Drogen (n=2) war mit jeweils 0,7% selten. Lediglich eine Person (0,3%) berichtete über den gleichzeitigen Konsum von Alkohol, Nikotin und weiteren Drogen.

Unter den 120 Patienten der Studie wiesen 24 Patienten (20,0%) bereits vor Studienbeginn verschiedene Arten von Knieverletzungen auf, die von ligamentären Läsionen bis hin zu chondralen und meniskalen Schäden reichten. Bei 5 Patienten wurde eine frühere Meniskusoperation durchgeführt, während bei weiteren 5 Patienten eine Kreuzbandoperation und bei 2 Patienten eine Operation aufgrund von Knorpelschäden identifiziert wurden.

Im Rahmen der Studie wurden Fragebögen zur Quantifizierung der Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen mithilfe des KOOS- und IKDC-Scores sowie zur Bestimmung des allgemeinen Gesundheitszustands der Patienten durch den EQ-5D-Score versandt. Von den an das genannte Kollektiv versandten Fragebögen wurden 67 (55,83%) ausgefüllt und zurückgesendet.

4.2 Unfallmechanismus

In der vorliegenden Studie konnte der Unfallmechanismus bei allen 120 untersuchten Probanden identifiziert werden. Eine Kniegelenksluxation infolge eines Hochrasanztraumas trat bei 74 Patienten (61,7%) auf, während 39 Patienten (32,5%) eine Kniegelenksluxation aufgrund eines Niedrigrasanztraumas erlitten. Hochrasanztraumata, wie Verkehrsunfälle, Motorrad- und Fahrradunfälle, Kollisionen zwischen Fahrzeug-Fußgängern und Quetschverletzungen sowie Stürze aus einer Höhe von mehr als drei Metern, waren bei Männern (63 Fälle, 65,5%) häufiger als bei Frauen (11 Fälle, 45,8%). Auch bei Niedrigenergietraumata, die durch Sportverletzungen, Stürze aus

einer Höhe von weniger als drei Metern oder häuslichen Unfälle verursacht wurden, waren Männer (27 Fälle, 69,2%) häufiger betroffen als Frauen (12 Fälle, 30,8%). Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Kniegelenksluxationen überwiegend im Zusammenhang mit Hochrasanztraumata auftraten, insbesondere infolge von Motorradunfällen (24,1%) und Quetschverletzungen (15,9%). Im Gegensatz dazu wurden Kniegelenksluxationen bei Niedrigrasanztraumata primär durch Sportverletzungen (10%) sowie Stürze aus einer Höhe von weniger als drei Metern (20%) verursacht (vgl. Abb.3).

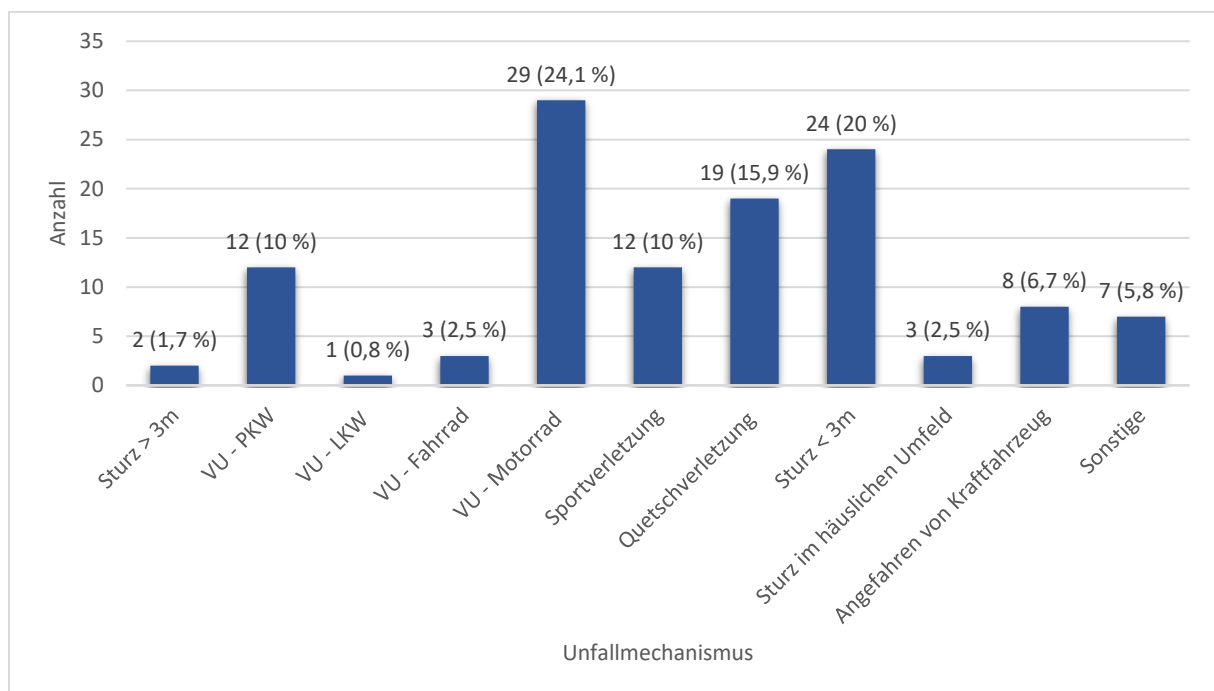


Abb. 3 Prozentuale Verteilung der Unfallmechanismen (VU=Verkehrsunfall, m=Meter)

Kniegelenksluxationen vom Typ I und III lat. nach Schenck wurden in dieser Studie überwiegend im Kontext von Hochrasanztraumata beobachtet, während Typ II und V nach Schenck mehranteilig durch Niedrigrasanztraumata verursacht wurden (vgl. Abb.4).

Die Studie ermöglicht zudem eine detaillierte Analyse der Verteilung der Unfallmechanismen in den Altersgruppen unter und über 30 Jahren (siehe Tab.2). Unter den Studienteilnehmern wurden 80 Fälle (66,7%) als Monotrauma und 40 Fälle (33,3%) als Polytrauma klassifiziert. Bei 39 der 40 polytraumatisierten Patienten wurde der Verletzungsmechanismus als hochenergetisch eingestuft.

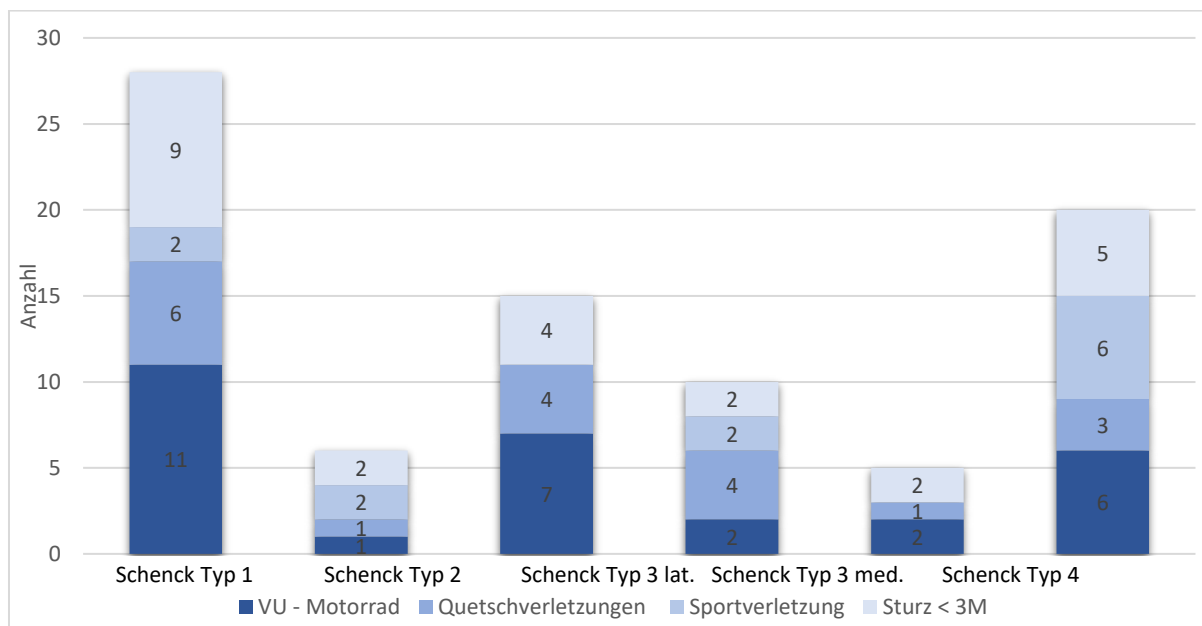


Abb. 4 Übersicht über vier exemplarisch ausgewählte Unfallmechanismen mit stadienabhängiger Einteilung der Verletzungsschwere nach Schenck (med = medial, lat. = lateral, VU= Verkehrsunfall, m = Meter)

Die häufigsten Ursachen für Kniegelenksluxationen im Kontext von Polytraumata waren Motorradunfälle (n=21), Autounfälle (n=10) sowie Verkehrsunfälle, bei denen die Patienten angefahren (n=6) wurden. Im Gegensatz dazu erlitt nur ein Patient ein Polytrauma aufgrund eines Niedrigrasanztrauma. Bei 38 der 80 Patienten, die ein Monotrauma erlitten, resultierte die Verletzung aus einem Niedrigrasanztrauma. Die häufigsten Ursachen für Kniegelenksluxationen im Rahmen von Niedrigrasanztraumata waren Sportverletzungen (n=11) und Stürze aus Höhen von weniger als 3 Metern (n=24). Bei der Analyse der 120 untersuchten Knie befanden sich 62 (51,7%) an der linken und 58 (48,3%) an der rechten Seite.

Außerdem konnte eine detaillierte Analyse der Verteilung der Unfallmechanismen in den Gruppen mit einem BMI unter und ab 30 kg/m² durchgeführt werden (siehe Tab.3). Niedrigenergie-traumata als Ursache für eine Knieluxation konnten vermehrt bei adipösen Patienten beobachtet werden, während bei normalgewichtigen Patienten vor allem Hochrasanztraumata zu einer Knieluxation führten.

Tab. 2: Übersicht der Unfallmechanismen unter und über 30 Jahren

	Alter < 30 Jahre n (%)	Alter > 30 Jahre n (%)
Sturz > 3 M	2 (4,8)	0 (0)
VU – PKW	5 (11,9)	7 (9,0)
VU – LKW	0 (0)	1 (1,3)
VU – Fahrrad	1 (2,4)	2 (2,6)
VU – Motorrad	14 (33,3)	15 (19,2)
Sportverletzung	5 (11,9)	7 (9,0)
Quetschverletzung	0 (0)	19 (24,4)
Sturz < 3 M	7 (16,7)	17 (21,8)
Sturz im häuslichen Umfeld	1 (2,4)	2 (2,6)
Angefahren von Verkehrsmittel	5 (11,9)	3 (3,8)
Sonstige	2 (4,8)	5 (6,4)
Total	42 (100)	78 (100)

Tab. 3: Übersicht der Unfallmechanismen unter und über BMI 30 kg/m²

	BMI < 30 kg/m ² n (%)	BMI > 30 kg/m ² n (%)
Sturz > 3 M	2 (2,7)	0 (0)
VU – PKW	8 (11,0)	4 (8,7)
VU – LKW	1 (1,4)	0 (0)
VU – Fahrrad	3 (4,1)	0 (0)
VU – Motorrad	21 (28,8%)	8 (17,4)
Sportverletzung	8 (11,0)	4 (8,7)
Quetschverletzung	10 (13,7)	9 (19,6)
Sturz < 3 M	7 (9,6)	17 (37,0)
Sturz im häuslichen Umfeld	3 (4,1)	0 (0)
Angefahren von Verkehrsmittel	6 (8,2)	2 (4,3)
Sonstige	4 (5,5)	2 (4,3)
Total	73 (100)	46 (100)

4.3 Beschreibung der Verletzungsentität

Im vorliegenden Studienkollektiv wurden bei 41 Patienten (34,2%) Verletzungen des Typs I nach Schenck festgestellt. Nur 8 Patienten (6,7%) hingegen wiesen Verletzungen des Typs II auf, auch waren Verletzungen des Typs IV gemäß der Schenck-Klassifikation selten (7 Patienten, 5,8%). Bei 37 Patienten (31,0%) wurden vollständige Rupturen an drei der vier Hauptbändern diagnostiziert (Typ III). Unter diesen Patienten zeigten 21 (17,5%) kombinierte Verletzungen des VKB und HKB sowie des LCL (Typ III lat). Bei 16 Patienten (13,3%) wurden hingegen Verletzungen des VKB und HKB sowie des MCL festgestellt (Typ III med.). Zudem hatten 27 Patienten eine Kniegelenksluxation Typ V nach Schenck.

Von den beobachteten Knieluxationen wiesen 107 Patienten (89,2%) zusätzliche strukturelle Verletzungen auf. Meniskusläsionen wurden bei 49 dieser Patienten (40,8%) diagnostiziert, wobei insbesondere die Kniegelenksluxationstypen I (22,4%), III lat. (18,4%) und V (32,7%) nach Schenck in dieser Studie mit Meniskusschäden assoziiert waren (vgl. Abb.11). Weichteilverletzungen auf der ipsilateralen Seite traten bei 34 Patienten (28,3%) auf, neurovaskuläre Schäden bei 22 Patienten (18,3%). Insbesondere Patienten mit einer Knieluxation vom Typ III lat.(40,9%) nach Schenck wiesen hierbei vermehrt neurovaskuläre Verletzungen auf (vgl. Abb. 4). Des Weiteren wurden bei 45 Patienten (37,5%) osteochondrale Läsionen diagnostiziert, wobei diese besonders häufig bei Patienten mit dem Typ I (31,1%) und V (24,4%) nach Schenck auftraten (vgl. Abb. 5). In der entsprechenden Grafik (vgl. Abb.5) wurden Patellaluxationen sowie Frakturen der Patella zusammengefasst. Bei genauerer Betrachtung konnte bei 12 Patienten zusätzlich zur Kniegelenksluxation eine Patellaluxation festgestellt werden. Eine Trümmerfraktur trat lediglich bei einem Patienten auf, während keine Querfraktur der Patella diagnostiziert wurde.

Unter den 34 muskulären Weichteilverletzungen wiesen der M. popliteus (n=11), der M. biceps femoris (n=7) und der Tractus iliotibialis (n=5) die höchste Häufigkeit an vollständigen Rupturen auf. Die Studie ergab, dass insbesondere Patienten mit einer Kniegelenksluxation des Typs III lat. nach Schenck häufig muskuläre Weichteilverletzungen aufwiesen.

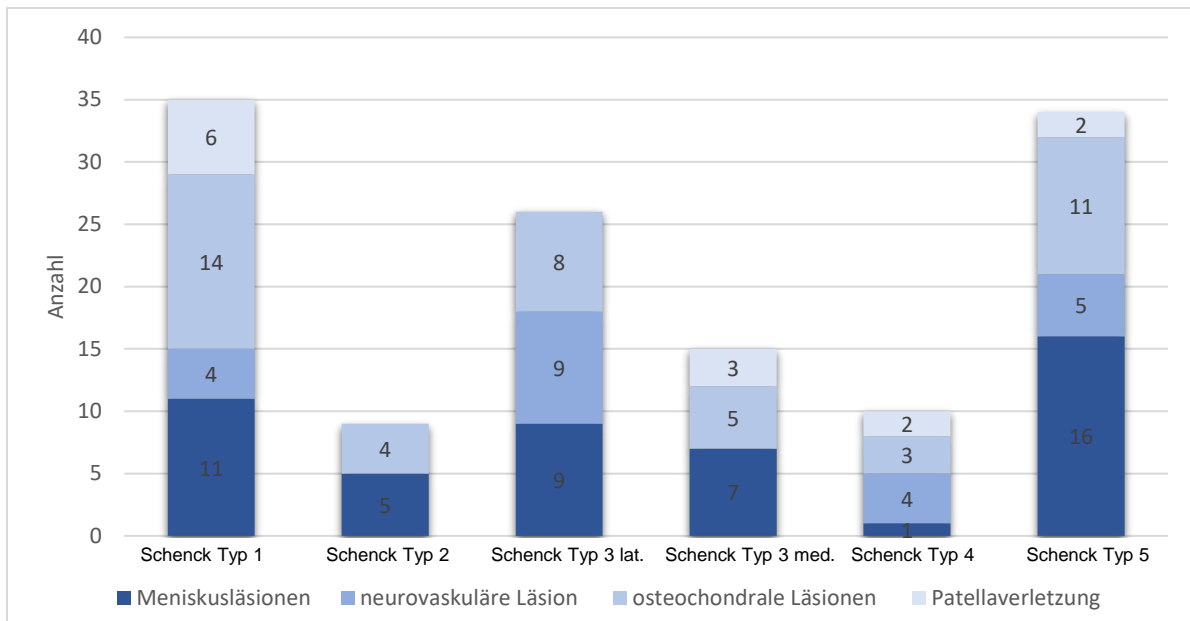


Abb. 5: Vergleich der Begleitverletzungen mit dem Verletzungstyp nach Schenck

In der vorliegenden Studie wurde bei drei Patienten (2,5%) eine Ruptur der Patellarsehne diagnostiziert. Diese Verletzung trat in Verbindung mit einer Kniegelenksluxation auf, wobei jeweils ein Fall einem Luxationstyp I, Typ IV und Typ V zugeordnet wurde. Zudem wurde bei einem Patienten eine vollständige Schädigung des M. quadriceps femoris festgestellt.

22 Patienten (18,3%) zeigten neben einer Kniegelenksluxation eine neurovaskuläre Begleitverletzung. Neurovaskuläre Läsionen waren in dieser Studie als Schädigungen des N. ischiadicus, des N. tibialis, des N. peroneus sowie der A. und V. femoralis, der A. und V. poplitea und der A. tibialis definiert. In Bezug auf die periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität wiesen 17 Patienten (14,2%) in dieser Studie eine fortwährende, posttraumatische Dysfunktion auf. Insgesamt konnten 18 partielle und 9 vollständige Nervenläsionen identifiziert werden. 13 (10,8%) partielle und 8 (6,7%) vollständige Nervenläsionen entfielen dabei auf den N. peroneus. Des Weiteren wurden bei 4 Patienten (22,2%) partielle Verletzungen des N. tibialis und bei einem Patienten (11,1%) eine vollständige Verletzung diagnostiziert. Eine inkomplette Verletzung des N. ischiadicus wurde ebenfalls bei einem Patienten (5,5%) beobachtet, während keine komplette Verletzung dieser Nervenstruktur festgestellt werden konnte. Bei 4 Probanden (3,3%) zeigte sich eine kombinierte vollständige Läsion von N. peroneus und N.

tibialis. Bei einem weiteren Probanden wurden partielle Schäden an beiden Nerven festgestellt. Zusätzlich wies ein weiterer Patient Verletzungen des N. ischiadicus und des N. peroneus auf (0,8%). Kniegelenksluxationen vom Typ III lat. nach Schenck waren in dieser Studie am häufigsten mit Begleitverletzungen des N. peroneus assoziiert (vgl. Abb.7).

In der vorliegenden Studie wurden bei 6 Patienten neben einer Kniegelenksluxation zusätzlich eine vaskuläre Verletzung diagnostiziert. Bei 5 Patienten war dabei eine Ruptur einer Vene oder Arterie festzustellen. Die Untersuchung hierbei ergab, dass bei 3 Patienten (60%) eine Ruptur der A. poplitea und bei 2 Patienten (40%) eine Ruptur der V. poplitea vorlag. Darüber hinaus wurde bei 5 Patienten (83,3%) eine Dissektion der A. poplitea und bei 1 Patienten (16,7%) eine Dissektion der V. poplitea festgestellt. Kombinationsverletzungen der A. und V. femoralis sowie der A. tibialis zeigten sich bei keinem Patienten.

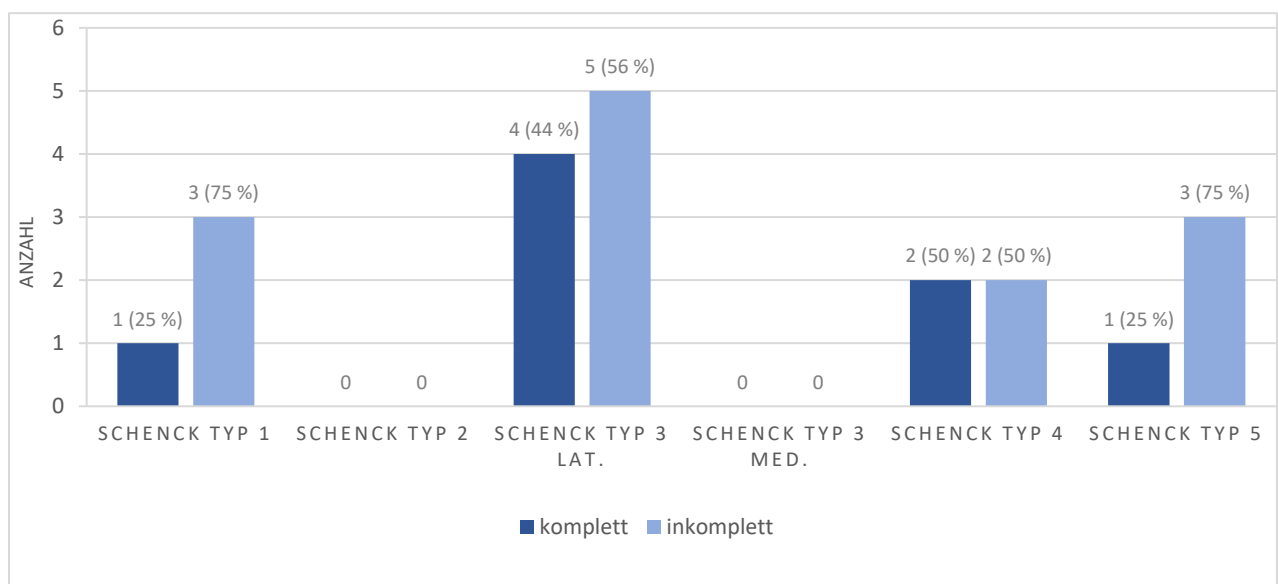


Abb. 6: Übersicht der inkompletten und kompletten Läsionen des N. peroneus bei verschiedenen Schenck-Subtypen (Typ I, Typ III lat., Typ IV und Typ V)

Verletzungen der A. poplitea wurden vor allem bei höheren Schweregraden nach der Schenck-Klassifikation festgestellt. Bei Patienten mit Kniegelenksluxationen des Typs I und II traten keine Schädigungen der A. poplitea auf. Die meisten Verletzungen der

A. poplitea wurden bei Luxationen vom Typ III lat. (n=3, 37,5%) und Typ IV (n=3, 37,5%) beobachtet. Verletzungen der V. poplitea traten bei den Typen I (33,3%,n=1), III lat. (n=1, 33,3%) und V (n=1, 33,3%), auf. Besonders Luxationen des Typs III lat. nach Schenck waren in dieser Studie häufig mit vaskulären Verletzungen verbunden.

Von den 46 Patienten mit einem BMI über 30 kg/m² wurden bei 10 Patienten (21,7%) eine neurovaskuläre Verletzung festgestellt. Im Vergleich dazu zeigten unter den 73 Patienten mit einem BMI unter 30 kg/m² nur 12 Patienten (16,4%) eine neurovaskuläre Verletzung. Dies legt nahe, dass neurovaskuläre Verletzungen bei übergewichtigen Patienten mit höherer Frequenz auftreten.

Bei 49 von 120 Patienten (40,9%) wurden Meniskusverletzungen diagnostiziert. Die Risse waren dabei, insofern diese nachvollziehbar waren, gleichmäßig auf den Innen- und Außenmeniskus verteilt. Insgesamt wiesen 18 Patienten (15%) Verletzungen des Außenmeniskus auf, während 21 Patienten (17,5%) Verletzungen des Innenmeniskus hatten. Bei 9 Patienten (7,5%) wurden kombinierte Innen- als auch Außenmeniskusverletzungen festgestellt.

In der untersuchten Kohorte wiesen 27 Patienten mit einer Kniegelenksluxation auch eine kniegelenksnahe Fraktur auf (Knieluxation Typ Schenck V). Bei 3 Patienten wurde eine Impressionsfraktur des Condylus femoris dokumentiert, deutlich häufiger war allerdings die Impressionsfraktur des Tibiakopfs bei 21 Patienten. Darüber hinaus zeigten 3 Patienten sowohl eine distale Femur- als auch eine proximale Tibiafraktur. Frakturen des Caput fibulae, die mit einer Beteiligung der Articulatio tibiofibularis einhergingen, wurden bei 8 Patienten beobachtet. Die Untersuchung ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Fibulafrakturen und einem fortschreitenden Schenck-Typ. Am häufigsten traten Fibulafrakturen bei Patienten mit Kniegelenksluxationen vom Typ I (n=3, 37,5%) und vom Typ III lat. (n=2, 25,0%) auf.

4.4 Bildgebung

Bei allen 120 Patienten (100%), die am Universitätsklinikums Regensburg wegen einer Kniegelenksluxation behandelt wurden, wurde eine native Röntgenaufnahme des Kniegelenks in zwei Ebenen angefertigt. Im Rahmen der Akutdiagnostik erhielten 75 Patienten (62,5%) zusätzlich eine CT-Untersuchung. Zur Gefäßdiagnostik wurden verschiedene Verfahren eingesetzt, darunter die Doppler-Sonografie, CT-Angiografie (CTA) und MRT-Angiografie (MRA). Dabei wurden 58 Patienten (48,3%) mittels Doppler-Sonografie untersucht, 12 Patienten (10%) mittels MRA und 20 Patienten (16,7%) mittels CTA. Zur Evaluation von ligamentären Verletzungen sowie Begleitverletzungen erfolgte bei 94 Patienten (78,3%) nach der akuten Bildgebung eine MRT-Untersuchung.

4.5 Status des Gelenksstellung

Bei 80 Patienten (66,7%) reponierte sich die Kniegelenksluxation bereits am Unfallort ohne externe Eingriffe. Die Reposition von Kniegelenksluxationen erfolgte in 10 Fällen (8,3 %) durch Ersthelfer oder Notärzte am Unfallort. Bei 30 (25,0%) Patienten wurde die Reposition erst nach ihrer Ankunft im Krankenhaus durchgeführt.

4.6 Komplikationen

Insgesamt wurde bei 87 (72,5%) Patienten in dieser Studie mindestens eine posttraumatische Komplikation festgestellt und bei 40 (33,3%) Patienten traten mindestens eine postoperative Komplikation auf. Die vorliegende Studie definierte Komplikationen als unvorhergesehene oder erschwerte Verläufe, die entweder direkt mit einer Kniegelenksluxation bzw. einer Kniegelenksluxationsfraktur oder mit einer der anschließenden Operationen zusammenhängen. Die Komplikationen wurden in posttraumatische und postoperative Komplikationen aufgeteilt, wobei die posttraumatischen Komplikationen direkt mit dem Trauma in Verbindung standen.

Die in dieser Studie erfassten posttraumatischen Komplikationen umfassen posttraumatische Knorpelschäden, neurovaskuläre Verletzungen, die Notwendigkeit einer Knieprothese oder Amputation, die Entstehung einer Arthrofibrose sowie die regelmäßige Einnahme von Schmerzmitteln aufgrund von knietraumasbedingten Schmerzen. Insgesamt wiesen 50 Patienten (57,5%) posttraumatische Knorpelschäden auf, während bei 17 Patienten (19,5%) ein chronisches neurologisches Defizit diagnostiziert wurde (vgl. Abb.8).

In dieser Studie wurden innerhalb von 21 Tagen nach dem Trauma 91 (77,8%) Patienten operiert. Es konnte beobachtet werden, dass alle sieben dokumentierten Fälle von Arthrofibrose bei Patienten auftraten, die innerhalb der ersten 3 Wochen nach Trauma operiert wurden. 26 (22,2%) Patienten wurden nach mehr als 3 Wochen nach dem Trauma erstmals operiert, in diesem Subkollektiv konnte keine Arthrofibrose als Komplikation dokumentiert werden.

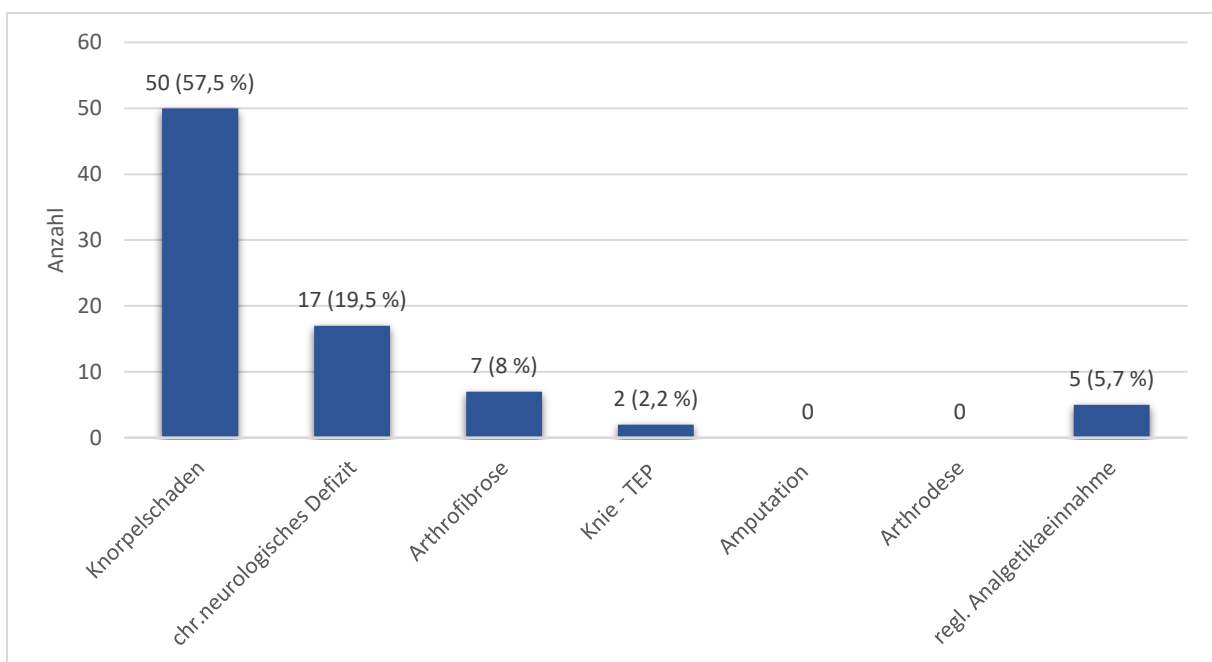


Abb. 7 Verteilung posttraumatischer Komplikationen im Rahmen von Kniegelenkluxationen

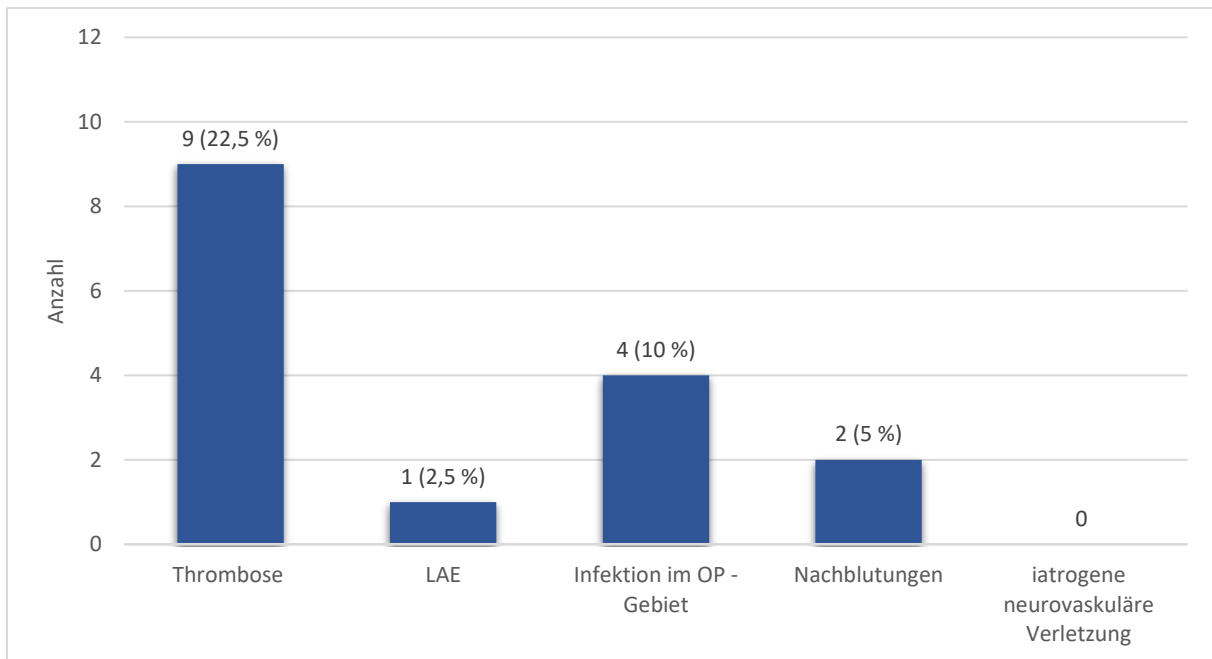


Abb. 8: Übersicht postoperativer Komplikationen im Rahmen von Kniegelenksluxationen

In dieser Studie wurden Thrombosen und Embolien, Infektionen im Operationsbereich, Nachblutungen nach der Operation, das Auftreten eines postoperativen Kompartmentsyndroms sowie das Versagen von Transplantaten als postoperative Komplikationen erfasst. Bei insgesamt 40 Patienten wurden postoperative Komplikationen beobachtet, wobei Thrombosen die häufigste postoperative Komplikation darstellte (9 Patienten, 22,5%) (vgl. Abb.9). Zudem entwickelten zwei Patienten nach einer arthroskopischen Knieoperation ein Kompartmentsyndrom durch Extravasation von arthroskopischer Flüssigkeit. 17 Patienten benötigten aufgrund von Adhäsionen und Narben eine arthroskopische Adhäsioolyse bzw. ein arthroskopisches Debridement.

Die Studie ermöglichte zudem eine umfassende Analyse der Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit des BMI. In der Gruppe mit einem BMI < 30 kg/m² entwickelten 23 von 73 Personen (31,5%) postoperative Komplikationen, während 47 Personen (64,4%) posttraumatische Komplikationen hatten. In der Gruppe mit einem BMI > 30 kg/m² traten sowohl bei den postoperativen (17/47, 37,0%) als auch den posttraumatischen (40/47, 87,0%) Komplikationen erhöhte Raten auf.

Abschließend wurde in der Studie auch das Versagen der einzelnen rekonstruierten Strukturen im betroffenen Knie untersucht (siehe Tab.4). Besonders häufig war hierbei ein Versagen der Rekonstruktion der lateralen bzw. posterolateralen Säule zu beobachten (n=13, 43,3%).

Tab. 4: Übersicht über das postoperative Versagen rekonstruierter Strukturen

	n (%)
Versagen von Cerclage_und_Ostesynthese	1 (3,3%)
Versagen von MCL-Rekonstruktion	6 (20,0%)
Versagen von LCL Rekonstruktion	12 (40,0%)
Versagen von MCL + LCL-Rekonstruktion	5 (16,6%)
Versagen von HKB-Rekonstruktion	2 (6,6%)
Versagen von VKB-Rekonstruktion	1 (3,3%)
Versagen von HKB + LCL-Rekonstruktion	1 (3,3%)
Versagen von VKB + HKB +MCL-Rekonstruktion	1 (3,3%)
TEP bei Rekonstruktionsversagen	1 (3,3%)
Total	30 (100)

4.7 Versorgung der Kniegelenksluxation

Von den 120 Patienten mit einer Kniegelenksluxation wurden 118 Patienten operativ Versorgung ihres Knies in der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg. Zwei Patienten wurden konservativ mittels Orthesenversorgung therapiert. Einer dieser beiden Patienten entschied sich gegen die operative Versorgung, während beim anderen aufgrund einer vorausgegangenen Tibiakopffraktur, die bereits mit einer Plattenosteosynthese versorgt worden war, keine weitere operative Maßnahme durchgeführt werden konnte.

Bei 50 Patienten (42,4%) wurde lediglich ein einzelner operativer Eingriff durchgeführt, während bei weiteren 50 Patienten (42,4%) zwei operative Eingriffe erforderlich waren. Dritt- oder Vierteingriffe traten mit 18 Fällen (16,1%) vergleichsweise selten auf. Der

Ersteingriff erfolgte in 21 Fällen (17,5%) noch am Unfalltag. Weitere operative Ersteingriffe wurden im Median am 10. posttraumatischen Tag durchgeführt (häufigster Wert: 9 Fälle, 9,5 %), mit einer Spannweite von 0 bis 1464 Tagen.

Zweiteingriffe wurden im Median am 194. posttraumatischen Tag vorgenommen, wobei in einigen Fällen operative Maßnahmen noch innerhalb der ersten fünf posttraumatischen Jahre erforderlich waren. Dritteingriffe erfolgten am häufigsten am 336. Tag nach dem Trauma.

Von den 21 am Unfalltag operativ versorgten Patienten erhielten 17 zur Stabilisierung ihres Kniegelenks einen kniegelenksübergreifenden Fixateur externe. Zwölf dieser Patienten wurden ausschließlich mit diesem operativ versorgt, ohne dass eine weiterführende operative Behandlung erfolgte. 4 von diesen weitere erhielten neben der Anlage eines Fixateur externe am Tag des Traumas auch eine Rekonstruktion ihrer neurovaskulären Begleitverletzung. Zwei Patienten wiesen kombinierte Verletzungen der A. und V. poplitea auf, während ein weiterer Patient eine isolierte Verletzung der A. poplitea erlitt. Insgesamt wurden bei acht Patienten arterielle Gefäßrekonstruktionen durchgeführt, darunter sieben Rekonstruktionen der A. poplitea und eine der A. femoralis. Zudem erhielten zwei Patienten eine Rekonstruktion der Vena poplitea. Die vaskulären Begleitverletzungen wurden bei allen acht Patienten noch am Unfalltag notfallmäßig entweder durch eine Ligatur oder mittels Veneninterponat versorgt.

Bei neun Patienten erfolgte am Tag des Traumas eine operative Behandlung der begleitenden Nervenläsionen, zumeist in Form einer Neurolyse. Bei einem Patienten wurde eine Neurolyse des N. peroneus und des N. tibialis durchgeführt, während ein weiterer Patient eine Neurolyse des N. tibialis und eine Rekonstruktion des N. peroneus erhielt. Sechs Patienten mit isolierten Schädigungen des N. peroneus wurden durch eine Neurolyse behandelt, ein weiterer Patient durch eine Naht.

100 der 118 Patienten wurden zeitnah (Median: 10,0 Tage, ohne Berücksichtigung von Notfalleingriffen) mittels gelenkrekonstruktiver Maßnahmen in Form von Bandplastiken und -nähten operativ versorgt. Bei 11 dieser Patienten wurde zusätzlich eine arthroskopische Intervention durchgeführt, die entweder zur unterstützenden Diagnostik oder zur gezielten Behandlung spezifischer intraartikulärer Läsionen diente.

Zwei der 68 Patienten, bei denen eine Zweitoperation nötig war, erhielten neben einer Bandrekonstruktion additiv einen Fixateur externe versorgt. 5 von 18 Patienten (15,3 %), bei denen eine dritte Operation erforderlich war, erhielten ein arthroskopisches Debridement, einer eine Nervenrekonstruktion.

Die Kreuzbänder und Kollateralbänder der Patienten wurden in dieser Studie mit unterschiedlichen Verfahren rekonstruiert. Das vordere Kreuzband wurde entweder durch ein autologes Sehnen transplantat des M. semitendinosus (n=17) oder des M. quadriceps femoris (n=13) oder mittels Ligamentbracing (n=15) wiederhergestellt. Für die Rekonstruktion des hinteren Kreuzbands kam vor allem die Sehne des M. semitendinosus (n=42) zum Einsatz, gefolgt von Ligamentbracing (n=16) und Hakenplatten (n=9), während die Sehne des M. quadriceps femoris seltener verwendet wurde (n=4).

Das mediale Kollateralband (MCL) wurde überwiegend durch eine Naht (n=42) oder ein autologes Sehnen transplantat (n=20) stabilisiert. Das laterale Kollateralband (LCL) wurde bevorzugt mithilfe eines autologen Sehnen transplantats (n=44) rekonstruiert, wohingegen eine Naht weniger häufig zur Anwendung kam (n=24).

Sechs Patienten in dieser Studie wiesen neben einer Kniegelenksluxation eine begleitende Femurfraktur auf, 24 eine begleitende Tibiafraktur. Während Femurfrakturen in 80% der Fälle plattenosteosynthetisch versorgt wurden, wurden Tibiafrakturen nur in 2/3 der Fälle (16/24) direkt mittels Plattenosteosynthese versorgt. Neben einer Luxation vorliegende Femurfrakturen wurde nur einem Fall mit Fixateur externe versorgt, während bei Tibiafrakturen dieser in 6 Fällen nötig war.

Eine traumatische Innenmeniskusruptur wurde bei 22/118 (18,6%) Patienten über alle Operationszeitpunkte genäht, während bei 9/118 (7,6%) Patienten eine Teilresektion durchgeführt wurde. Eine vollständige Entfernung des Innenmeniskus aufgrund einer Kniegelenksluxation war bei keinem der Patienten notwendig.

Ergänzend sei angemerkt, dass aufgrund unzureichender Ergebnisse nach der operativen Behandlung einer Kniegelenksluxation bei drei Patienten eine Versorgung mittels einer Knieprothesen erforderlich wurde.

4.8 Lebensqualität und Funktionalität des Knies nach Kniegelenksluxation

Zur Einschätzung der Kniefunktionalität nach Kniegelenksluxationen wurden in dieser Studie der KOOS- und IKDC-Score herangezogen. Darüber hinaus wurde der EQ-5D-Score verwendet, um den aktuellen allgemeinen Gesundheitszustand der Patienten zu beurteilen. Von den 116 Follow-up-Teilnehmern füllten 67 (57,75%) die verschiedenen Fragebögen vollständig aus (siehe Tab.6). Die Auswertung der KOOS-Fragebögen zeigte, dass Patienten mit einer Kniegelenksluxation meist ein moderates Schmerzniveau ($68,15 \pm 22,38$) und Symptome ($55,70 \pm 14,25$) erlebten. Alltägliche Aktivitäten waren ($71,31 \pm 24,41$) vergleichsweise geringer beeinträchtigt, während bei sportlichen und freizeitbezogenen Aktivitäten ($40,22 \pm 29,70$) sowie der kniebezogenen Lebensqualität ($43,47 \pm 26,32$) deutliche Einschränkungen bestanden. Der in dieser Studie ermittelte IKDC-Score betrug 60,42% und lag damit unter dem Schwellenwert von 70%, welcher häufig als Indikator für funktionelle Defizite des Kniegelenks betrachtet wird. Dies deutet ebenfalls auf eine eingeschränkte Funktionalität des Kniegelenks hin. Die allgemeine Lebensqualität, bewertet anhand des EQ-5D-Scores, betrug durchschnittlich $0,75 \pm 0,21$, während der EQ-VAS-Wert bei $64,13 \pm 23,53$ lag. Da ein EQ-5D-Index über 0,9 als sehr gut und Werte zwischen 0,8 und 0,9 als zufriedenstellend gelten, deutet das in dieser Studie ermittelte Ergebnis auf eine eingeschränkte gesundheitsbezogene Lebensqualität hin. Ebenso liegt der EQ-VAS-Wert unter der Schwelle von 80%, was auf Defizite im subjektiven Wohlbefinden der Betroffenen hindeutet.

Die durchgängig unter 80 Punkten liegenden KOOS-Subskalen sowie der reduzierte IKDC-Score weisen auf eine anhaltend eingeschränkte Kniegelenksfunktion nach Luxation hin. Insbesondere waren sportliche Aktivitäten und die kniebezogene Lebensqualität am stärksten beeinträchtigt, während die Bewältigung alltäglicher Aufgaben weitgehend erhalten blieb. Zudem spiegelte der reduzierte EQ-5D-Wert eine eingeschränkte subjektive Lebensqualität der Patienten wieder (siehe Tab.5).

Tab. 5: Lebensqualität nach Knieluxation anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D

Score	Allgemein (n=67)	Konfidenzinterall 95 %	Konfidenzinterall 95 %
	MW±SD	Untergrenze	Obergrenze
KOOS			
Schmerz	68,15 ± 22,38	62,4	74,4
Symptome	55,70 ± 14,25	52,0	59,7
Aktivitäten des täglichen Lebens	71,31 ± 24,41	64,3	77,4
Sport- und Freizeitfunktion	40,22 ± 29,70	32,7	49,0
kniebezogene Lebensqualität	43,47± 26,32	37,0	51,3
KOOS-5	55,77 ± 23,41	49,68	62,36
IKDC	60,42 ± 23,77	53,7	66,5
EQ – 5D			
VAS in %	64,13 ± 23,53.	56,8	69,0

Diese Studie ermöglichte zudem eine Analyse der Funktionalität und Lebensqualität in Bezug auf den Schweregrad der Schenck-Subtypen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Kniegelenksfunktion, gemessen am KOOS-Score, mit zunehmendem Schweregrad der Schenck-Subtypen vermehrt beeinträchtigt wurde (siehe Tab. 7). Die Analyse der Ergebnisse zeigt eine graduelle Abnahme der kniespezifischen Funktion und Lebensqualität mit zunehmender Schwere des Verletzungstyps nach der Schenck-Klassifikation. Dies wird insbesondere durch den KOOS-Score deutlich, der bei schwereren Verletzungstypen (Schenck III med., III lat. und V) in sämtlichen Subdomänen, einschließlich Schmerz und kniebezogener Lebensqualität, deutlich niedrigere Werte aufwies im Vergleich zum Typ Schenck I. Eine ähnliche Tendenz ist im IKDC-Score zu beobachten, der eine progressive Verschlechterung der funktionellen Ergebnisse in Relation zur Schwere des Verletzungstyps widerspiegelt. Im Gegensatz dazu zeigt der EQ-5D-Index, welcher die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität erfasst, eine vergleichsweise geringere Abnahme. Diese Divergenz legt nahe, dass die subjektive Wahrnehmung der Gesamtlebensqualität nicht immer in direkter Beziehung zu den kniespezifischen Einschränkungen steht. Die Ergebnisse der Fragebögen zeigen eine zunehmende funktionelle Beeinträchtigung und Symptomlast mit steigender Schwere

der Kniegelenksluxation. Der Schenck-Typ I weist die geringsten Einschränkungen und die höchste Lebensqualität auf, während die Subtypen Schenck III und V mit den größten funktionellen Defiziten und Beschwerden assoziiert sind, was sich in den niedrigen KOOS- und IKDC-Werten widerspiegelt. Im Gegensatz dazu erreicht der Schenck-Typ III med. im EQ-5D-Index die niedrigsten Werte, was die unterschiedlichen Auswirkungen der Verletzungstypen auf die wahrgenommene Lebensqualität hervorhebt.

Tab. 6: Lebensqualität nach Knieluxation in Abhängigkeit vom Schweregrad anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D

	Schenck 1 (n=26)	Schenck 2 (n=4)	Schenck 3 med. (n=8)	Schenck 3 lat. (n=12)	Schenck 4 (n=4)	Schenck 5 (n=13)
	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD
KOOS						
Schmerz	74,78 ± 22,03	70,13 ± 28,36	63,88 ± 22,12	65,50 ± 21,33	75,00 ± 15,87	57,26 ± 22,72
Symptome	57,69 ± 13,94	52,67 ± 12,83	56,25 ± 11,41	52,38 ± 19,22	61,60 ± 13,48	53,57 ± 13,12
Aktivitäten des täglichen Le- bens	78,50 ± 22,93	68,01 ± 40,88	67,83 ± 30,69	64,21 ± 25,69	77,57 ± 9,63	64,70 ± 18,78
Sport- und Frei- zeitfunktion	54,23 ± 31,86	47,50 ± 47,34	23,75 ± 19,95	30,83 ± 21,30	40,00 ± 38,07	28,84 ± 17,69
kniebezogene Lebensqualität	51,20 ± 27,21	45,31 ± 42,19	33,59 ± 21,11	38,54 ± 25,11	56,25 ± 24,47	34,13 ± 21,59
KOOS-5	62,88 ± 23,59	56,72 ± 34,32	49,06 ± 21,05	50,29 ± 22,53	62,08 ± 20,30	47,70 ± 18,78
IKDC	67,28 ± 24,40	61,49 ± 44,46	54,74 ± 19,95	57,37 ± 25,83	63,21 ± 5,22	51,81 ± 17,49
EQ – 5D						
Index	0,80 ± 0,18	0,72 ± 0,33	0,72 ± 0,19	0,66 ± 0,30	0,70 ± 0,18	0,74 ± 0,15
VAS in %	66,05 ± 23,61	56,25 ± 40,28	60,25 ± 20,38	70,29 ± 23,00	41,37 ± 17,11	66,42 ± 20,55

Darüber hinaus ermöglichte diese Studie die differenzierte Erhebung und Analyse der Funktionalität und Lebensqualität bei polytraumatisierten und monotraumatisierten Patienten. Die Analyse zeigt, dass Patienten mit Polytrauma in den Scores KOOS, IKDC und EQ-5D ähnliche oder leicht niedrigere Werte als Monotrauma-Patienten aufweisen, wobei sie in der Subskala „Sport- und Freizeitfunktion“ bessere Ergebnisse erzielen. Insgesamt zeigen Polytraumatisierte tendenziell höhere Werte in Bezug auf Funktionalität und Lebensqualität. Im Subscore Symptome schnitten Polytrauma-Patienten jedoch schlechter ab ($52,32 \pm 16,94$) als Patienten mit einem Monotrauma ($57,46 \pm 12,48$) (siehe Tab.7).

Tab. 7: Lebensqualität nach Kniegelenksluxation in Abhängigkeit von Monotrauma und Polytrauma basierend auf dem KOOS, dem IKDC und dem EQ-5D

Score	Polytrauma (n=23)	Monotrauma (n=44)
	MW±SD	MW±SD
KOOS		
Schmerz	65,82 ± 23,45	69,38 ± 21,97
Symptome	52,32 ± 16,94	57,46 ± 12,48
Aktivitäten des täglichen Lebens	71,41 ± 25,56	71,25 ± 24,09
Sport- und Freizeitfunktion	44,56 ± 28,71	37,95 ± 30,27
kniebezogene Lebensqualität	45,92 ± 27,28	42,18 ± 26,03
KOOS-5	56,00 ± 24,38	55,64 ± 22,96
IKDC	60,31 ± 26,11	60,47 ± 22,72
EQ – 5D		
Index	0,73 ± 0,25	0,75 ± 0,19
VAS in %	67,06 ± 28,19	62,60 ± 20,88

Die funktionellen und lebensqualitätsbezogenen Auswirkungen einer Kniegelenksluxation wurden in Abhängigkeit von der Traumaenergie untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass die Subscores „Aktivitäten des täglichen Lebens“, „Sport- und Freizeitfunktion“ sowie die kniebezogene Lebensqualität des KOOS-Scores in der Gruppe mit Niedrigrasanztrauma schlechter ausfielen als in der Gruppe mit Hochrasanztrauma.

Im Gegensatz dazu ergaben die Analysen des IKDC- und EQ-5D-Scores in der Hochrasanztrauma-Gruppe ungünstigere Ergebnisse.

Insgesamt deuten diese Befunde darauf hin, dass Kniegelenksluxationen infolge von Hochrasanztraumata mit ausgeprägteren funktionellen Einschränkungen und einer reduzierten gesundheitsbezogenen Lebensqualität einhergehen. Die unterschiedlichen Ergebnisse je nach verwendeten Score-Systemen unterstreichen die Vielschichtigkeit der funktionellen und subjektiven Beeinträchtigungen in Abhängigkeit von der Traumaenergie (siehe Tab.8).

Die Analyse der Lebensqualität und Kniegelenksfunktion in Abhängigkeit vom Luxationsstatus zeigte keine einheitlichen Unterschiede oder Tendenzen in allen drei erhobenen Scores (siehe Tab.9).

Tab. 8: Lebensqualität nach Kniegelenksluxation im Vergleich von Monotrauma durch Hochrasanztrauma und Niedrigrasanztrauma anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D

Score	Monotrauma durch Hochrasanztrauma (n=21)	Monotrauma durch Niedrigrasanztrauma (n=23)
	MW±SD	MW±SD
KOOS		
Schmerz	69,44 ± 23,52	69,32 ± 20,99
Symptome	56,97 ± 12,18	57,91 ± 13,00
Aktivitäten des täglichen Lebens	69,74 ± 26,38	72,63 ± 22,30
Sport- und Freizeitfunktion	40,71 ± 29,42	35,43 ± 31,47
Kniebezogene Lebensqualität	44,64 ± 25,40	39,94 ± 26,96
KOOS-5	56,30 ± 23,38	55,04 ± 22,94
IKDC	57,69 ± 24,76	63,01 ± 21,01
EQ – 5D		
Index	0,71 ± 0,21	0,79 ± 0,17
VAS in %	60,07 ± 21,69	64,91 ± 20,32

Tab. 9: Übersicht der Lebensqualität der verschiedenen Luxationstadien anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D

Score	Spontan reponiert (n=48)	Reponiert durch NA (n=6)	Reponiert im KH (n=13)
	MW±SD	MW±SD	MW±SD
KOOS			
Schmerz	67,76 ± 22,88	75,00 ± 18,42	66,45 ± 23,14
Symptome	55,58 ± 13,25	51,78 ± 14,24	57,96 ± 18,21
Aktivitäten des täglichen Lebens	72,48 ± 22,66	78,67 ± 26,48	63,57 ± 29,59
Sport- und Freizeitfunktion	42,08 ± 30,50	42,50 ± 23,61	32,30 ± 29,83
kniebezogene Lebensqualität	43,88 ± 26,12	46,87 ± 22,27	40,38 ± 30,25
IKDC	61,18 ± 23,91	66,28 ± 16,55	54,90 ± 26,51
EQ – 5D			
Index	0,75 ± 0,19	0,88 ± 0,07	0,64 ± 0,28
VAS in %	64,74 ± 23,47	76,50 ± 14,76	56,19 ± 25,50

Der Vergleich zwischen Patienten mit und ohne neurovaskuläre Begleitverletzungen im Rahmen einer Kniegelenksluxation ergab in dieser Studie deutliche Unterschiede in den Ergebnissen der funktionellen und gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Die Analyse der Daten zeigte, dass Patienten mit neurovaskulären Begleitverletzungen in den erhobenen Scores insgesamt schlechtere Werte erzielten, was auf eine stärkere funktionelle Einschränkung und eine reduzierte Lebensqualität hinweist (siehe Tab.10). Patienten mit Begleitverletzungen, wie Meniskusverletzungen und/oder osteochondralen Läsionen, im Rahmen einer Kniegelenksluxation erzielten insgesamt deutlich schlechtere Werte in den verschiedenen Scores im Vergleich zu Patienten ohne solche Begleitverletzungen. Diese Befunde deuten darauf hin, dass das Vorhandensein von Begleitverletzungen mit einer stärkeren funktionellen Beeinträchtigung und einer verringerten gesundheitsbezogenen Lebensqualität assoziiert ist (siehe Tab.11).

Tab. 10: Übersicht der Lebensqualität und Funktionalität nach Knieluxation mit und ohne neurovaskuläre Begleitverletzungen anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D

Score	neurovaskuläre- Begleitverletzungen (n=10)	Keine neurovaskuläre- Begleitverletzungen (n=57)
	MW±SD	MW±SD
KOOS		
Schmerz	60,22 ± 27,46	69,54 ± 21,35
Symptome	49,64 ± 20,02	56,76 ± 12,94
Aktivitäten des täglichen Lebens	61,17 ± 28,19	73,09 ± 23,51
Sport- und Freizeitfunktion	33,00 ± 26,05	41,49 ± 30,32
kniebezogene Lebensqualität	33,75 ± 25,15	45,17 ± 26,51
KOOS-5	47,56 ± 25,37	57,21 ± 22,86
IKDC	54,02 ± 28,98	61,54 ± 22,85
EQ – 5D		
Index	0,57 ± 0,31	0,77 ± 0,17
VAS in %	64,13 % ± 23,53	65,09 ± 22,61

Zusammenfassend zeigte die Auswertung der Lebensqualität-erhebenden Fragebögen, dass insbesondere die Luxationstypen III und V nach Schenck, das Vorliegen neurovaskulärer Begleitverletzungen sowie Meniskus- und/oder osteochondrale Läsionen mit einer stärkeren funktionellen Einschränkung und verminderten Lebensqualität assoziiert sind.

Tab. 11: Übersicht der Lebensqualität und Funktionalität nach Knieluxation mit und ohne Begleitverletzungen anhand des KOOS, des IKDC und des EQ-5D

Score	Begleitverletzung. (n=34)	Keine Begleitverletzung. (n=33)
	MW±SD	MW±SD
KOOS		
Schmerz	67,56 ± 24,61	68,77 ± 20,18
Symptome	52,73 ± 13,45	58,76 ± 14,61
Aktivitäten des täglichen Lebens	68,42 ± 27,72	74,28 ± 20,46
Sport- und Freizeitfunktion	39,11 ± 33,13	41,36 ± 26,16
kniebezogene Lebensqualität	42,64 ± 27,63	44,31 ± 25,30
KOOS- 5	54,09 ± 25,30	57,50 ± 21,34
IKDC	57,23 ± 26,96	63,70 ± 19,84
EQ – 5D		
Index	0,67 ± 0,25	0,82 ± 0,12
VAS in %	58,67 ± 24,85	69,75 ± 21,00

5 Diskussion

5.1 Einfluss des Unfallmechanismus auf die Lebensqualität und Symptomlast nach erlittener Kniegelenksluxation

Die Analyse der Verletzungsmechanismen zeigte, dass Kniegelenksluxationen in dieser Studie deutlich häufiger im Zusammenhang mit Hochrasanztraumata (61,7%) als mit Niedrigrasanztraumata (32,5%) auftraten. Pinheiro et al. identifizierten in ihrer Studie eine ähnliche Verteilung der Kniegelenksluxationen im Zusammenhang mit Hochrasanz- und Niedrigrasanztraumata. Deren Ergebnisse zeigten, dass die überwiegende Mehrheit der Kniegelenksluxationen durch Hochrasanztraumata (68,3%) bedingt war (15). Moatshe et al. zeigten in ihrer Studie ebenfalls, dass eine größere Anzahl der untersuchten Patienten eine Kniegelenksluxation im Kontext eines Hochrasanztraumas erlitten hatte. Allerdings war die Differenz zwischen den Hochrasanz- (50,3%) und Niedrigrasanztraumata (49,7%) in ihrer Untersuchung deutlich geringer als in der vorliegenden Studie (61,7% vs. 32,5%) (21). Auch andere Autoren haben einen hohen Anteil von Hochrasanzmechanismen als Ursache für Kniegelenksluxationen beschrieben. Eine Differenzierung zwischen Niedrig- und Hochrasanztraumata wurde in diesen Studien jedoch nicht vorgenommen (15, 21–23, 41, 67–70).

Motorradunfälle (24,1%) und Quetschverletzungen (15,9%) wurden in dieser Studie als die häufigsten Unfallmechanismen bei Hochrasanztraumata identifiziert. Diese Ergebnisse decken sich mit den Befunden anderer Studien und den aktuellen Leitlinien, die ebenfalls darauf hinweisen, dass Verkehrsunfälle, insbesondere Motorradunfälle, und Quetschverletzungen die häufigsten Ursachen für Kniegelenksluxationen im Kontext von Hochrasanztraumata darstellen (15, 21, 23, 41, 71, 72). Eine Studie von Pinheiro et al. bestätigt diese Tendenz, indem sie Motorradunfälle mit einem Anteil von 45,1% als den dominierenden Mechanismus für Kniegelenksluxationen identifiziert (15). Dies deutet darauf hin, dass Motorradunfälle einen Risikofaktor für das Auftreten von Kniegelenksluxationen darstellen. Zudem zeigte sich in dieser Studie, dass Motorradunfälle (33,3%) bei Patienten unter 30 Jahren am häufigsten zu Kniegelenksluxationen führten. Bei Patienten über 30 Jahren hingegen waren neben Motorradunfällen (19,2%) auch Quetschverletzungen (24,4%) und Stürze aus einer Höhe von weniger als drei Metern (21,8%) häufige Verletzungsursachen. Ähnliche Ergebnisse zeigen

sich auch in anderen Studien, in denen Motorradunfälle sowohl bei jüngeren als auch bei älteren Patienten den häufigsten Mechanismus für Kniegelenksluxationen darstellen (15).

Moatshe et al. beobachteten weiterhin zeigten, dass der größte Teil der Kniegelenksluxationen bei Hochrasanztraumata durch Verkehrsunfälle (25,2%) hervorgerufen wurde (21). In der Untersuchung von Kupczike et al. wurden Verkehrsunfälle ebenfalls als häufigste Ursache identifiziert. Aufgrund der geringen Größe des untersuchten Patientenkollektivs war jedoch ein deutlich höherer Prozentsatz (85,0%) an durch Verkehrsunfälle verursachten Kniegelenksluxationen zu verzeichnen, was vermutlich durch die begrenzte Stichprobengröße bedingt ist (23). Die vorliegende Studie ergab ebenfalls, dass Kniegelenksluxationen überwiegend im Kontext von Hochrasanztraumata auftraten, wobei Verkehrsunfälle (18,9%) die häufigste Ursache darstellten. Damit entsprechen die Ergebnisse denjenigen früherer Studien. Kniegelenksluxationen, die im Rahmen von Niedrigrasanztraumata auftraten, wurden in der vorliegenden Studie hauptsächlich durch Stürze aus Höhen von weniger als drei Metern (20%) und durch Sportverletzungen (10%) verursacht. Ergänzende Forschungsergebnisse sowie die aktuellen Leitlinien haben ebenfalls gezeigt, dass Sportverletzungen und Stürze aus geringer Höhe als die Hauptursachen für Kniegelenksluxationen unter den Niedrigrasanztraumata identifiziert wurden (16, 21, 71, 73). Die Studie von Mühlenfeld et al. zeigte gleichermaßen, dass Sportverletzungen einer der häufigsten Ursache für Kniegelenksluxationen im Rahmen von Niedrigrasanztraumata waren (74). Diese Befunde deuten darauf hin, dass sportliche Aktivitäten ein bedeutender Risikofaktor für das Auftreten von Kniegelenksluxationen sind.

Kniegelenksluxationen ohne vorangehendes Trauma, wie sie beispielsweise im Zusammenhang mit einer septischen Arthritis von Alshahir et al. beschrieben wurden, traten im untersuchten Patientenkollektiv nicht auf (75).

Die Studie ergab, dass adipöse Patienten, insbesondere mit einem BMI $>30 \text{ kg/m}^2$, ein erhöhtes Risiko für Kniegelenksluxationen infolge von Niedrigrasanztraumata, wie Stürze aus geringer Höhe oder im häuslichen Umfeld, aufwiesen. Im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten traten diese Verletzungen im Rahmen von Niedrigrasanztraumata häufiger bei adipösen Personen auf. Unter den untersuchten Patienten mit einem BMI $>30 \text{ kg/m}^2$ (n=46) erlitten 17 Personen (37%) eine Kniegelenksluxation

durch einen Sturz aus geringer Höhe oder im häuslichen Umfeld. Bei normalgewichtigen Patienten mit einem BMI $<30 \text{ kg/m}^2$ ($n=73$) waren es hingegen lediglich 10 Personen (14%), die unter ähnlichen Bedingungen eine Kniegelenksluxation erlebten. Andere Studien konnten ebenfalls zeigen, dass adipöse Patienten ein erhöhtes Risiko für Kniegelenksluxationen haben, sowohl nach Stürzen aus geringer Höhe als auch im Rahmen alltäglicher Aktivitäten, wie dem Heruntertreten eines Bordsteins, dem Heruntertreppen oder einfachem Gehen (58, 60, 76). Die erhöhte biomechanische Belastung des Kniegelenks durch das zusätzliche Körpergewicht führt dazu, dass selbst geringe Traumen, die normalerweise keine schwerwiegenden Folgen haben würden, bei dieser Patientengruppe zu komplexen Knieverletzungen führen können. Vaidya et al. konnten in ihrer Studie ebenfalls zeigen, dass bei adipösen Patienten Kniegelenksluxationen häufiger durch Stürzen aus geringer Höhe auftreten (22). Die Ergebnisse dieser Studie sowie die Befunde anderer Untersuchungen legen nahe, dass ein erhöhter BMI mit einem gesteigerten Risiko für Kniegelenksluxationen im Zusammenhang mit Niedrigrasanztraumata verbunden ist. Somit ist zu folgern, dass Adipositas bei Niedrigrasanztraumata einen bedeutenden Risikofaktor für die Entwicklung von Kniegelenksluxationen darstellt.

Unter den Studienteilnehmern erlitten 33,3% ($n=40$) eine Kniegelenksluxation im Rahmen eines Polytraumas. Bei 39 dieser polytraumatisierten Patienten wurde der Verletzungsmechanismus als hochenergetisch klassifiziert. Bei Patienten, die eine Kniegelenksluxation aufgrund eines Motorradunfalls erlitten haben, wurde zusätzlich eine hohe Rate an Polytraumata festgestellt. Abgesehen von einem Fall durch eine Sportverletzung traten alle Kniegelenksluxationen, die durch Niedrigrasanztraumata entstanden, ausschließlich als Monotraumata auf. Frühere Studien haben gezeigt, dass bis zu 44% der Kniegelenksluxationen im Rahmen eines Polytraumas auftreten. Dennoch zeigen sowohl diese ($n=80$, 66,7%) als auch andere Studien, dass Kniegelenksluxationen überwiegend im Kontext von Monotraumata auftreten (50, 70).

In der Untersuchung der patientenbezogenen Funktionalität und der Lebensqualität von Patienten mit Polytrauma und Monotrauma wurden in der vorliegenden Untersuchung der KOOS, der IKDC und der EQ-5D – Score gewählt. Die Analyse des KOOS- und EQ-5D zeigte, dass Patienten mit Polytrauma ($n=23$) in den meisten Kategorien eine tendenziell höhere Krankheitslast aufwiesen als Patienten mit Monotrauma

(n=44). Im KOOS-Score waren die Werte für „Schmerz“ ($65,82 \pm 23,45$ vs. $69,38 \pm 21,97$) und „Symptome“ ($52,32 \pm 16,94$ vs. $57,46 \pm 12,48$) in der Monotrauma-Gruppe günstiger als in der Polytrauma-Gruppe. In der Kategorie „Sport- und Freizeitfunktion“ erzielten Patienten mit Polytrauma bessere Werte ($44,56 \pm 28,71$ vs. $37,95 \pm 30,27$), ebenso war die „kniebezogene Lebensqualität“ in der Polytrauma-Gruppe höher ($45,92 \pm 27,28$ vs. $42,18 \pm 26,03$). Eine weitere Studie, die das Langzeitergebnis der matrixinduzierten autologen Chondrozytenimplantation (MACI) zur Behandlung lokaler Knorpeldefekte am Knie untersuchte, berichtete nach einem Zeitraum von zehn Jahren folgende Ergebnisse im KOOS-Score – der Subscore „Schmerzen“ lag bei $80,5 \pm 18,8$, der Subscore „Symptome“ bei $56,5 \pm 15,4$ und der Subscore „Sport- und Freizeitfunktion“ bei $62,8 \pm 29,2$ (77). Im EQ-5D-Score zeigte sich der VAS-Wert in der Polytrauma-Gruppe ebenfalls erhöht ($67,06 \pm 28,19$ vs. $62,60 \pm 20,88$), was auf eine bessere subjektive Wahrnehmung der Lebensqualität hindeutet.

Des Weiteren zeigte die Analyse der funktionellen Ergebnisse sowie der gesundheitsbezogenen Lebensqualität in den meisten Subskalen des KOOS-Scores sowie im IKDC- und EQ-5D-Score Unterschiede zwischen Patienten mit Monotrauma infolge eines Hochrasanztraumas (n=21) und einem Niedrigrasanztrauma (n=23). Im KOOS-Score wiesen Patienten mit Hochrasanztrauma in der Kategorie „Aktivitäten des täglichen Lebens“ geringere Werte auf ($69,74 \pm 26,38$) im Vergleich zu denen mit Niedrigrasanztrauma ($72,63 \pm 22,30$). In der Kategorie „Sport- und Freizeitfunktion“ waren die Werte der Niedrigrasanztrauma-Gruppe noch niedriger ($35,43 \pm 31,47$) im Vergleich zur Hochrasanztrauma-Gruppe ($40,71 \pm 29,42$). Interessanterweise zeigte sich die kniebezogene Lebensqualität bei Patienten mit Hochrasanztrauma besser ($44,64 \pm 25,40$) als bei denen mit Niedrigrasanztrauma ($39,94 \pm 26,96$).

Der IKDC-Score war in der Niedrigrasanztrauma-Gruppe tendenziell höher ($63,01 \pm 21,01$ vs. $57,69 \pm 24,76$), was auf eine etwas bessere funktionelle Erholung bei diesen Patienten hinweist. Eine andere Studie, die traumatische Kniegelenkdislokationen der Schenk-Klassifikationen II bis IV über einen retrospektiven Zeitraum von acht Jahren untersuchte, berichtete einen mittleren IKDC-Score von $65,6 \pm 15,7$ (78).

Bezüglich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität war der EQ-5D-Index in der Niedrigrasanztrauma-Gruppe höher ($0,79 \pm 0,17$ vs. $0,71 \pm 0,21$), was auf eine bessere allgemeine Lebensqualität in dieser Gruppe hindeutet. In einer Studie, die den EQ-5D-Score von Patienten ein Jahr nach Implantation einer Hüft- bzw. Knieprothese untersuchte, lag der Wert lediglich geringfügig höher bei $0,88 \pm 0,17$ beziehungsweise

0,81 ± 0,19 (79). Die Tendenz einer besseren Lebensqualität zeigte sich ebenfalls auch in dem EQ-VAS-Wert, der ebenfalls in der Niedrigrasanztrauma-Gruppe höher ausfiel (64,91 ± 20,32 vs. 60,07 ± 21,69). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Kniegelenksluxationen durch Hochrasanztraumata mit stärkeren funktionellen Einschränkungen und einer reduzierten gesundheitsbezogenen Lebensqualität einhergehen. Es bleibt jedoch unklar, ob die Unterschiede allein durch die höhere Verletzungsschwere bedingt sind oder ob auch Faktoren wie Behandlungsqualität und individuelle Rehabilitation eine Rolle spielen. Zusätzlich lässt sich erkennen, dass Patienten mit Polytrauma in verschiedenen funktionellen und gesundheitsbezogenen Lebensqualitätsbereichen insgesamt bessere Werte erzielten als Patienten mit Monotrauma, was auf unterschiedliche Wahrnehmungen der Verletzungsfolgen hindeutet.

Zusammenfassend zeigte sich in dieser Studie, dass Hochrasanztraumata grundsätzlich einen Risikofaktor für die Entstehung von Kniegelenksluxationen darstellen, insbesondere im Zusammenhang mit Verkehrsunfällen wie Motorradunfällen. Zudem stellte sich heraus, dass Adipositas ein Risikofaktor für die Entstehung von Kniegelenksluxationen ist, insbesondere bei Stürzen aus geringer Höhe. Patienten im vorliegenden Kollektiv, die im Rahmen eines Poly- oder Monotrauma eine Kniegelenksluxation erlitten hatten, wiesen ähnliche Werte hinsichtlich ihrer Lebensqualität und der Funktionalität ihres Kniegelenks auf. Dennoch traten spezifische Einschränkungen vor allem in den Bereichen Symptomlast, der Sport- und Freizeitfunktion sowie der kniebezogenen Lebensqualität auf, sowohl bei Polytrauma- als auch bei Monotrauma-Patienten, unabhängig davon, ob das Trauma durch Hochrasanz- oder Niedrigrasanztrauma verursacht wurde.

Derzeit existieren jedoch keine Studien, die umfassende Vergleiche der Funktionalität des Kniegelenks und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Patienten mit Kniegelenksluxationen im Kontext von Polytrauma oder Monotrauma durchführten. Des Weiteren wurde keine detaillierte Analyse der Lebensqualität und der Funktionalität des Kniegelenks zwischen Patienten durchgeführt, bei denen eine Kniegelenksluxation (Monotrauma) durch ein Hochrasanztrauma oder ein Niedrigrasanztrauma entstand. Darüber hinaus haben bisher keine Studien die Lebensqualität der betroffenen Patienten systematisch mit etablierten Scores wie dem KOOS-, IKDC- und EQ-5D-Score erfasst. Diese Lücken in der aktuellen wissenschaftlichen Forschung erschwe-

ren ein umfassendes Verständnis der langfristigen funktionellen und lebensqualitätsbezogenen Auswirkungen von Kniegelenksluxationen. Daher ist es notwendig, künftige Studien gezielt auf dieses Thema auszurichten, um fundierte wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. Ein besseres Verständnis der funktionellen und lebensqualitätsbezogenen Ergebnisse könnte dazu beitragen, effektivere therapeutische Ansätze und Rehabilitationsstrategien zu entwickeln, die die langfristige Erholung und Lebensqualität der betroffenen Patienten verbessern.

5.2 Auswirkungen des Luxationsstatus auf Lebensqualität und Funktionalität des Kniegelenks

Die vorliegenden Daten zur Reposition von Kniegelenksluxationen zeigen, dass sich in der Mehrzahl der Fälle (66,7%) die Luxation des Kniegelenks bereits am Unfallort spontan und ohne externe Intervention reponierte. Mehrere Studien haben ebenfalls gezeigt, dass sich etwa 50% aller Kniegelenksluxationen spontan reponieren (5, 6, 80). Zudem zeigte sich, dass der Luxationsstatus von Kniegelenksluxationen sowie der Unterschied, ob die Reposition durch einen Notarzt oder im Krankenhaus erfolgte, in den bisherigen Forschungen nicht umfassend behandelt wurde. Auch wurde der Einfluss des Luxationsstatus sowie der Dauer der Luxationsstellung auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität und langfristige funktionelle Einschränkungen des Kniegelenks bei Patienten mit Kniegelenksluxationen bislang nicht erforscht. Diese Studie konzentrierte sich daher gezielt auf die Untersuchung der Funktionalität des Kniegelenks und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Patienten, deren Kniegelenk spontan reponiert wurde, sowie bei solchen, bei denen eine Reposition durch den Notarzt am Unfallort oder erst im Krankenhaus erfolgte. Die Funktionalität des Kniegelenks wurde dabei durch die etablierten Scores KOOS und IKDC erhoben, während die gesundheitsbezogene Lebensqualität mit dem EQ-5D-Score erfasst wurde. Ziel war es, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen hinsichtlich der funktionellen Erholung und der Lebensqualität in Abhängigkeit vom Zeitpunkt und der Art der Reposition zu identifizieren und somit wertvolle Erkenntnisse für die klinische Praxis zu gewinnen.

Die Studie verdeutlicht, dass der Zeitpunkt und der Ort der Reposition einen Einfluss auf die funktionellen Ergebnisse und die gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Kniegelenksluxationen haben. Patienten, deren Kniegelenk spontan reponiert wurde,

erzielten bessere Werte in mehreren KOOS-Subscores, wie beispielsweise bei Aktivitäten des täglichen Lebens ($72,48 \pm 22,66$) im Vergleich zu der Gruppe mit Reposition im Krankenhaus ($63,57 \pm 29,59$). Auch im Bereich der Sport- und Freizeitfunktion war der Unterschied signifikant ($42,08 \pm 30,50$ gegenüber $32,30 \pm 29,83$). Im IKDC-Score waren die Werte ebenfalls höher bei der spontan reponierten Gruppe ($61,18 \pm 23,91$) im Vergleich zur Gruppe im Krankenhaus ($54,90 \pm 26,51$). Der EQ-5D-Index zur Bewertung der allgemeinen Lebensqualität war mit $0,75 \pm 0,19$ ebenfalls besser als der EQ-5D-Wert der Krankenhausgruppe ($0,64 \pm 0,28$). Somit zeigen die Ergebnisse, dass eine frühzeitige und spontane Reposition oft zu besseren funktionellen Ergebnissen und zu einer höheren Lebensqualität führt, während Verzögerungen in der Reposition, insbesondere im Krankenhaus, zu schlechteren langfristigen Ergebnissen führen können.

Der Einfluss des Luxationsstatus auf die Lebensqualität und Funktionalität ist jedoch im Allgemeinen nicht eindeutig zu bewerten. Der Grund hierfür ist, dass Patienten, bei denen eine spontane Reposition erfolgte, schlechtere Ergebnisse erzielten als diejenigen, bei denen die Reposition durch den Notarzt vorgenommen wurde. Es lässt sich jedoch vermuten, dass die Dauer der Luxationsstellung einen negativen Einfluss auf die Ergebnisse hat, da die schlechtesten Resultate in allen drei Scores bei den Patienten mit einer längeren Luxationsdauer beobachtet wurden. Dies deutet darauf hin, dass eine verzögerte Reposition möglicherweise zu einer Verschlechterung der funktionellen Wiederherstellung und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität führen könnte.

Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es keine Studien, die umfassend untersucht haben, wie der Zeitpunkt der Reposition einer Kniegelenksluxation die Lebensqualität und Funktionalität des Knies der Patienten beeinflusst. Die vorhandene Forschung hat zwar verschiedene Aspekte der Behandlung von Kniegelenksluxationen beleuchtet, jedoch fehlt eine detaillierte Analyse der Auswirkungen des Repositionszeitpunkts auf langfristige funktionelle Ergebnisse und die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Zukünftige Forschung sollte sich daher gezielt mit diesem Thema auseinandersetzen, um fundierte wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. Studien sollten dabei insbesondere den Einfluss des Repositionszeitpunkts auf die Symptomlast sowie die langfristige Lebensqualität der Patienten analysieren.

5.3 Neurovaskuläre Verletzungen und ihre Rolle als negativer Prädiktor auf Lebensqualität und Alltagsbeschwerden

Neurovaskuläre Verletzungen stellen eine potenziell schwerwiegende Komplikation bei multiligamentären Kniegelenksverletzungen dar. In der vorliegenden Studie wurden bei 22 Patienten (18,3%) neurovaskuläre Verletzungen diagnostiziert. Die vorliegenden Ergebnisse stützen die bestehenden Erkenntnisse, dass neurovaskuläre Strukturen bei Kniegelenksluxationen häufig mitbetroffen sind (21, 24, 55). Vor allem der N. peroneus sowie die A. und V. poplitea waren in der vorliegenden Studie die am häufigsten betroffenen neurovaskulären Strukturen im Zusammenhang mit einer Kniegelenksluxation. Andere Studien haben ebenfalls gezeigt, dass bei Kniegelenksluxationen vor allem der N. peroneus und die A. poplitea zu den am häufigsten betroffenen neurovaskulären Strukturen zählen (15, 52, 81). Mediana et al. dokumentierten in ihrer Studie, dass bei 22 Patienten (12,0 %) aufgrund von Ischämie nach misslungenen Gefäßreparaturen, anhaltender Ischämie oder vollständiger neurovaskulärer Störung eine Amputation erforderlich war. In unserer Studie hingegen war keine Amputation aufgrund von anhaltender Ischämie oder vollständigen neurovaskulären Verletzungen notwendig (24).

Von den in dieser Studie untersuchten Kohorte wiesen 6 Patienten vaskuläre Verletzungen (5,0%) auf. Darüber hinaus litten 21 Patienten (17,5%) neben der Kniegelenksluxation auch an Schädigungen des N. peroneus. Unter diesen Patienten hatten 5 Patienten eine kombinierte neurovaskuläre Verletzung (4,1 %), ein Patient eine isolierte Gefäßverletzung (0,8%), und 16 Patienten (13,3%) zeigten eine isolierte Nervenverletzung. Frühere Studien haben eine Häufigkeit an vaskulärer Begleitverletzungen zwischen 3% und 18% je nach Kohorte beschrieben (6, 21, 24, 82–85). In unserer Studie betrug der Anteil vaskulärer Verletzungen 5% (n=6), während 17,5% (n=21) der Patienten Schädigungen des N. peroneus aufwiesen, was mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen übereinstimmt. Verletzungen des N. peroneus traten im Zusammenhang mit Kniegelenksluxationen je nach Kohorte mit einer Häufigkeit von 13–40% auf (21, 52, 85). Rios et al. berichteten in ihrer Kohorte von einem Anteil von 7,5% an Verletzungen der A. poplitea und 23% an Verletzungen des N. peroneus (83). In unserer Studie wurden vergleichbare Anteile von 6,7% an Verletzungen der A. poplitea und 17,5% an Verletzungen des N. peroneus beobachtet.

Verletzungen der A. poplitea und des N. peroneus traten in dieser Studie überwiegend bei Kniegelenksluxationen mit höheren Schweregraden nach der Schenck-Klassifikation auf, insbesondere bei Luxationen des Typs III lat. und Typs IV. Dieses Ergebnis wurde bereits in ähnlichen Studien bestätigt. Median et al. zeigten beispielsweise, dass Kniegelenksluxationen vom Typ III lat. nach Schenck besonders oft mit Gefäßverletzungen in Verbindung stehen. In ihrer Studie zeigten Maslaris et al., dass Kniegelenksluxationen vom Typ III lat. in einem erheblichen Maße mit begleitenden Gefäßverletzungen (38%) assoziiert sind (85). Läsionen der A. femoralis, A. tibialis oder V. femoralis konnten in dieser Studie zusätzlich nicht nachgewiesen werden. Aufgrund der Seltenheit von Verletzungen dieser Gefäße fokussieren sich die meisten Studien daher auf die A. poplitea (21, 24, 75).

Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass übergewichtige Patienten ($\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$) ein höheres Risiko für neurovaskuläre Verletzungen aufweisen. Von 38 Patienten mit einem BMI über 30 kg/m^2 erlitten 26,3% neurovaskuläre Begleitverletzungen, während im Gegensatz dazu von den 81 Patienten mit einem BMI unter 30 kg/m^2 nur 14,8% eine neurovaskuläre Schädigung aufwiesen. Dieses Ergebnis wird auch durch andere Studien bestätigt, die ähnliche Zusammenhänge zwischen einem erhöhten BMI und einer erhöhten Häufigkeit neurovaskulärer Verletzungen bei Kniegelenksluxationen aufzeigen (19, 22, 58, 86, 87). Vaidya et al. zeigten in ihrer Studie ebenfalls, dass Kniegelenksluxationen bei adipösen Patienten häufig bereits durch geringfügige Traumata, wie z. B. Stürze aus niedriger Höhe, verursacht werden und häufig mit neurovaskulären Komplikationen verbunden sind. In der Studie von Vaidya et al. wiesen 44,4% der Patienten mit Kniegelenksluxation zusätzlich eine Schädigung des N. peroneus auf. Diese hohe Inzidenz ist auf die geringe Größe der untersuchten Kohorte zurückzuführen. In unserer Untersuchung lag die Rate der N. peroneus-Verletzungen hingegen bei 26,3% bei Patienten mit einem BMI über 30, während in der Gruppe mit einem BMI unter 30 nur 15,3% eine solche Verletzung aufwiesen (22). Übergewichtige Patienten könnten aufgrund der erhöhten mechanischen Belastung und möglicher anatomischer Veränderungen (Verengung des Gelenkspalts) ein instabiles Umfeld für das Tibiofemoralgelenk schaffen, was das Risiko für Kniegelenksluxationen erhöht. Darüber hinaus kann Adipositas die Gelenkbeweglichkeit einschränken, die Stabilität vermindern und die Koordination der Patienten beeinträchtigen, was

besonders bei Stürzen aus geringer Höhe die Häufigkeit von Begleitverletzungen steigern könnte.

Eine begleitende Gefäßverletzung im Rahmen von Kniegelenksluxationen führt zu einer dauerhaften Verringerung der Lebensqualität, was durch die Analyse funktioneller Scores wie dem IKDC-, Tegner- und Lysholm-Score in früheren Studien gezeigt wurde. Während sich diese Studien primär auf diese drei Bewertungsinstrumente zur Untersuchung der Auswirkungen von Gefäßverletzungen auf das klinische Outcome konzentrierten, kamen in der vorliegende Studie KOOS, IKDC und EQ-5D zum Einsatz, um die Lebensqualität bei Kniegelenksluxationen mit neurovaskulären Begleitverletzungen zu bewerten, was die Vergleichbarkeit mit o.g. Scores stark einschränkt. Heitmann et al. stellten in ihrer Studie fest, dass neurovaskuläre Verletzungen im Vergleich zum gesamten Patientenkollektiv mit einem niedrigeren Lysholm-Score ($65,6 \pm 26,3$) und einem reduzierten IKDC-Score ($55,9 \pm 16,99$) assoziiert sind (50). Sanders et al. zeigten in ihrer Studie ebenfalls, dass Patienten mit einer Kniegelenksluxation und einer vaskulären Begleitverletzung, die eine Bypass-Transplantation erforderte, signifikant niedrigere Kniefunktionswerte aufwiesen als Patienten ohne Gefäßbeteiligung. Die vaskuläre Kohorte erzielte einen mittleren Lysholm-Score von 62,5 Punkten und einen mittleren IKDC-Score von 59,7 Punkten, während die Kontrollkohorte mit 86,4 Punkten im Lysholm-Score und 83,8 Punkten im IKDC-Score deutlich bessere Ergebnisse zeigte (88). Weitere Studien konnten ebenfalls belegen, dass Patienten mit Kniegelenksluxationen und vaskulären Begleitverletzungen eine eingeschränkte Funktionalität des Kniegelenks sowie eine reduzierte gesundheitsbezogene Lebensqualität aufweisen (56, 67, 89).

Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass Patienten ohne nachweisbare neurovaskuläre Begleitverletzungen sowohl in der Kniefunktion als auch in der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bessere Ergebnisse erzielten. Im KOOS-Score waren insbesondere die Bereiche Schmerz ($69,54 \pm 21,35$ vs. $60,22 \pm 27,46$), tägliche Aktivitäten ($73,09 \pm 23,51$ vs. $61,17 \pm 28,19$) und kniegelenksbezogene Lebensqualität ($45,17 \pm 26,51$ vs. $33,75 \pm 25,15$) mit besseren Ergebnissen vergesellschaftet. Auch die Symptome ($56,76 \pm 12,94$ vs. $49,64 \pm 20,02$) sowie die Sport- und Freizeitfunktion ($41,49 \pm 30,32$ vs. $33,00 \pm 26,05$) zeigten signifikante Unterschiede. Im IKDC-Score ($61,54 \pm 22,85$ vs. $54,02 \pm 28,98$) und im EQ-5D-Index ($0,77 \pm 0,17$ vs. $0,57 \pm 0,31$)

waren ebenfalls bessere Werte für Patienten ohne neurovaskuläre Begleitverletzungen festzustellen. Diese Ergebnisse legen nahe, dass das Fehlen neurovaskulärer Begleitverletzungen mit besseren funktionellen Fähigkeiten des Knies sowie einer höheren allgemeinen Lebensqualität einhergeht. Diese Ergebnisse unterstreichen die dringende Notwendigkeit, neurovaskuläre Verletzungen bei der Diagnostik und Behandlung von Kniegelenksverletzungen besonders zu berücksichtigen. Die schlechteren Scores in den verschiedenen Bereichen sowie die reduzierte Lebensqualität zeigen, dass neurovaskuläre Begleitverletzungen erhebliche zusätzliche Belastungen und Einschränkungen für die Patienten mit sich bringen. Die beeinträchtigte Kniefunktion und die verminderte Lebensqualität, wie sie durch die schlechteren IKDC- und EQ-5D-Werte angezeigt werden, verdeutlichen, dass eine umfassende Behandlung, die diese neurovaskulären Schäden adressiert, entscheidend für die Verbesserung der Gesamtergebnisse und der Lebensqualität der Patienten ist. Daher sollten bei der Therapieplanung und -durchführung von Kniegelenksverletzungen neurovaskuläre Verletzungen verstärkt berücksichtigt werden, um optimale Behandlungsergebnisse zu erzielen.

5.4 Negativer Einfluss von osteochondralen und meniskalen Begleitverletzungen auf langfristige Beschwerden nach Kniegelenksluxation

Die vorliegenden Studiendaten ermöglichen eine differenzierte Untersuchung der Auswirkungen meniskaler und/oder osteochondraler Begleitverletzungen auf die Funktionalität des Kniegelenks sowie die Lebensqualität der Patienten.

Der in dieser Studie beobachtete Anteil meniskaler Begleitverletzungen (40,8 %, 49 Patienten) zeigte eine ähnliche Häufigkeit wie in den Angaben früherer Studien, darunter Motashe (37,3%) und König et al. (56,0%), die ebenfalls über vergleichbare Häufigkeiten berichteten (21, 90). Meniskale Begleitverletzungen traten in dieser Studie besonders häufig bei den Kniegelenksluxationstypen I (22,4%), III lat. (18,4%) und V (32,7%) gemäß der Schenck-Klassifikation auf. Die Analyse der Meniskusrisse mit bekannter Lokalisation ergab ein nahezu ausgewogenes Verhältnis zwischen Innen- und Außenmeniskusläsionen. In dieser Studie wurden Verletzungen des medialen Meniskus in 16,5% und des lateralen Meniskus in 15,8% der Fälle festgestellt, während

5,0 % der Patienten sowohl mediale als auch laterale Meniskusverletzungen aufwiesen. König et al. berichteten in ihrer Studie über eine ähnliche Verteilung der meniskalen Begleitverletzungen bei Kniegelenksluxationen. Sie stellten ebenfalls fest, dass bei den meisten Patienten entweder isolierte Läsionen des medialen (22,0%) oder des lateralen (22,0%) Meniskus vorlagen, während nur ein geringer Teil Läsionen an beiden (12,0%) Menisci aufwies (90). Sowohl in der vorliegenden Studie als auch in den o.g. Studien konnte gezeigt werden, dass Verletzungen beider Menisken im Kontext einer Kniegelenksluxation relativ selten vorkommen, während Läsionen eines einzelnen Meniskus deutlich häufiger auftreten. Ähnliche Ergebnisse wurden auch in anderen Untersuchungen berichtet, die zeigten, dass Meniskusläsionen mit einem Anteil von etwa 40–60% die häufigsten Begleitverletzungen bei Kniegelenksluxationen sind (6, 21, 90–93).

Osteochondrale Läsionen (n=45, 37,5%) wurden in der vorliegenden Studie überwiegend bei Kniegelenksluxationen des Schenck-Typs I (31,1%) und Typs V (24,4%) diagnostiziert. Darüber hinaus zeigte sich, dass solche Verletzungen insbesondere bei Kniegelenksluxationen im Zusammenhang mit Hochrasanztraumata (n = 28, 62,2%) auftraten. Dies deutet darauf hin, dass die hohe Energieeinwirkung bei solchen Traumata sowohl den Knorpel als auch den subchondralen Knochen erheblich schädigen kann. Ähnlich berichteten König et al in ihrer Studie, dass osteochondrale Begleitverletzungen bei 40% der Patienten diagnostiziert wurden, was eine vergleichbare Häufigkeit widerspiegelt (90). Die aktuellen Leitlinien geben einen geringeren Anteil osteochondrale Läsionen mit nur etwa 28% der Patienten mit Kniegelenksluxationen als zusätzliche Begleitverletzungen an. In der Studie von Krych et al. Wurden im Vergleich zur vorliegenden sowie den o.g. Studien nicht die meniskalen, sondern die osteochondralen Begleitverletzungen als häufigste Verletzung im Zusammenhang mit Kniegelenksluxationen beschrieben (94). Sowohl die aktuelle Studie als auch die o.g. Untersuchungen zeigten somit, dass osteochondrale Läsionen und meniskale Begleitverletzungen zu den häufigsten Begleitverletzungen im Zusammenhang mit Kniegelenksluxationen zählen.

Die Analyse der vorliegenden Daten zeigte, dass osteochondrale und/oder meniskale Begleitverletzungen im Rahmen von Kniegelenksluxationen mit funktionellen Einschränkungen und einer reduzierten Lebensqualität einhergehen. Im KOOS-Score

konnten bei Patienten mit diesen Begleitverletzungen insbesondere beim Subscore „Symptomlast“ ($52,73 \pm 13,45$ vs. $58,76 \pm 14,61$) schlechtere Werte beobachtet werden. Auch im IKDC-Score waren die Ergebnisse für dieser Gruppe reduziert ($57,23 \pm 26,96$ vs. $63,70 \pm 19,84$). Der EQ-5D-Score zeigte zudem eine deutlich geringere Lebensqualität bei Patienten mit diesen Begleitverletzungen ($0,67 \pm 0,25$) im Vergleich zu denen ohne solche Verletzungen ($0,82 \pm 0,12$). Krych et al. gehörten zu den wenigen, die sich in ihrer Studie intensiv mit den funktionellen Folgen osteochondraler und/oder meniskaler Läsionen als Begleitverletzungen im Rahmen von Kniegelenksluxationen beschäftigten. Sie zeigten, dass die IKDC-Scores bei Patienten mit osteochondralen Läsionen (64 Punkte) und meniskalen Läsionen (69 Punkte) ebenfalls reduziert waren (94).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass sowohl meniskale als auch osteochondrale Läsionen als Begleitverletzungen im Rahmen von Kniegelenksluxationen häufig auftreten und die Lebensqualität sowie das Beschwerdebild der betroffenen Patienten negativ beeinflussen. Prognostisch am ungünstigsten ist das gleichzeitige Vorliegen von Meniskus- und Knorpel- bzw. osteochondralen Verletzungen, da diese Kombination mit einer deutlich schlechteren funktionellen Prognose einhergeht. Obwohl die wissenschaftliche Literatur häufig den Schwerpunkt auf Bänder sowie neurovaskuläre Begleitverletzungen legt, wird der Einfluss auf den osteochondralen Anteil des Gelenks oft nur am Rande betrachtet. Osteochondrale Begleitverletzungen, die im Zusammenhang mit Kniegelenksluxationen auftreten, sind bisher nur unzureichend erforscht. Zukünftige Studien sollten sich daher eingehender mit den Auswirkungen dieser Verletzungen auf die Gelenkfunktion und langfristige Behandlungsergebnisse befassen, um therapeutische Ansätze zu verbessern und die Lebensqualität der Patienten nachhaltig zu steigern.

5.5 Der Zusammenhang zwischen Schencks-Subtypen und der Lebensqualität sowie Funktionalität des Kniegelenks

Die Untersuchung der Luxationstypen nach der Schenck-Klassifikation ergab, dass Typ I am häufigsten vorlag ($n = 41, 34,2\%$). Mit etwas geringerer Häufigkeit wurde Typ V erfasst ($n = 27, 22,5\%$). Bei Typ III zeigte sich eine unterschiedliche Verteilung der

medialen und lateralen Varianten. Mediale Luxationen wurden in 16 Fällen dokumentiert (13,3%), während laterale Frakturen in 21 Fällen auftraten (17,5%). Weniger häufig waren Typ II mit 8 Fällen (6,7%) und Typ IV mit 7 Fällen (5,8%). Im Rahmen der vorliegenden Studie war eine Erhebung der Lebensqualität in insgesamt 67 Fällen möglich, was einer Quote von 55,8% entsprach. Diese wurden gemäß der Schenck-Klassifikation ausgewertet. Auf Schenck Typ I entfielen 26 Erhebungen (63,4%), während 13 (48,1%) zu Schenck Typ V vorlagen. Die medialen und lateralen Varianten von Schenck Typ III waren durch 8 (50,0%) bzw. 12 (57,1%) ausgefüllte Fragebögen repräsentiert. Die Subtypen II und IV nach waren mit jeweils 4 Erhebungen (50,0% bzw. 57,1%) verhältnismäßig gering repräsentiert, weswegen zu diesen in dieser Studie keine verlässlichen Aussagen zur Kniefunktion und Lebensqualität bei Patienten mit Kniegelenksluxationen dieser Typen getroffen werden konnten. Daher fokussierte sich die Analyse und Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich der Funktionalität des Knies und der Lebensqualität vorrangig auf die Patientengruppen mit Kniegelenksluxationen der Typen I, III und V gemäß der Schenck-Klassifikation.

Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass Patienten mit Schenck-Typ I im KOOS in allen Subscores die besten Ergebnisse erzielten, insbesondere im Subscore „Schmerz“ mit $74,78 \pm 22,03$ und im Subscore „Aktivitäten des täglichen Lebens“ mit $78,50 \pm 22,93$. Bei den Schenck-Typen III med., III lat. und V waren die Werte in diesen Subscores deutlich reduziert, was auf stärkere funktionelle Einschränkungen hinweist. Zusätzlich zeigten die Ergebnisse des IKDC-Scores für Schenck-Typ I die höchsten Werte mit $67,28 \pm 24,40$, während der Score für Schenck-Typ V am geringsten ausfiel mit $51,81 \pm 17,49$. Der EQ-5D-Index spiegelt ebenfalls Unterschiede in der Lebensqualität wieder, wobei er für Schenck-Typ I mit $0,80 \pm 0,18$ am besten ausfiel und für Schenck-Typ III med. mit $0,66 \pm 0,30$ am schlechtesten war.

Die klinische Relevanz zeigt sich insbesondere im Vergleich zu anderen chronischen Erkrankungen mit Einschränkung der Lebensqualität. So wurde in einer weiteren Studie für unkontrolliertes Asthma ein EQ-5D-Score von $0,57 \pm 0,18$ berichtet, was nur geringfügig schlechter ist als bei dem zuvor genannten Schenck-Typ II medial (95). Besonders auffällig sind die Ergebnisse für Schenck Typ III, die in den verschiedenen KOOS-Subscores besonders heterogene Befunde zeigen. Im KOOS-Subscore „Symptomlast“ wiesen Typ III med. mit 56,25 und Typ III lat. mit 52,38 Werte auf, die teilweise mit denen von Typ V (53,57) ähnlich sind. Im Subscore „kniebezogene Le-

bensqualität“ wiesen Typ III med. (33,59) und Typ III lat. (38,54) ebenfalls vergleichbare Werte auf wie Typ V (34,13). Interessanterweise zeigten sich zudem in den beiden Subtypen III med. und III lat. Variationen. In einigen Subscores erzielten Patienten mit Typ III lat. bessere Ergebnisse als Patienten mit Typ III med., etwa im Subscore „Sport und Freizeitfunktion“ (30,83 gegenüber 23,75) sowie im Subscore „kniebezogene Lebensqualität“ (38,54 gegenüber 33,59). Im Gegensatz dazu zeigten Patienten mit Typ III med. im Subscore „Symptomlast“ bessere Werte (56,52) als diejenigen mit Typ III lat. (52,38). Diese Befunde legen nahe, dass der Schenck-Typ III sowohl allgemein als auch seine einzelnen Subtypen (medial und lateral) komplexe und schwerwiegende Verletzungen darstellen.

Die vorliegende Studie legt nahe, dass das Verletzungsmuster gemäß der Schenck-Klassifikation einen signifikanten Einfluss auf das klinische Outcome hat. Diese Erkenntnis wird durch die Metaanalyse von Frosch et al. gestützt, die ebenfalls eine Korrelation zwischen dem Schweregrad der Verletzung nach der Schenck-Klassifikation und dem klinischen Ergebnis nachweisen konnte (20). Insbesondere zeigte sich, dass ein höherer Schweregrad mit einem schlechteren klinischen Outcome assoziiert ist.

Im Gegensatz zu früheren Studien zu Kniegelenksluxationen, in denen der Schweregrad der Verletzungen nur selten systematisch untersucht wurde und oft unberücksichtigt blieb, verdeutlicht die vorliegende Untersuchung, dass der klinische Outcome, gemessen anhand der KOOS- und IKDC-Scores, mit zunehmender Schwere der Verletzung nach der Schenck Klassifikation abnimmt. Darüber hinaus zeigt auch der EQ-5D-Score eine entsprechende Abnahme, was die Bedeutung einer differenzierten Bewertung des Verletzungsmusters im Hinblick auf das klinische Ergebnis unterstreicht. Zusammenfassend zeigt die Untersuchung, dass die Schwere der Schenck-Typen maßgeblich die funktionelle Leistungsfähigkeit und die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patienten beeinflusst. Höhere Schweregrade sind mit deutlicheren funktionellen Einschränkungen und schlechteren klinischen Ergebnissen assoziiert. Insbesondere die Schenck-Typen III und V korrelieren mit den ungünstigsten Prognosen, wobei Typ III durch eine erhöhte neurovaskuläre Läsionsgefahr und Typ V durch zusätzliche Frakturen charakterisiert ist, was vermutlich zu den schlechteren Ergebnissen in den verschiedenen funktionalen und gesundheitsbezogenen Scores führte. Diese Diskrepanz legt jedoch nahe, dass die subjektive Wahrnehmung der allgemei-

nen Lebensqualität nicht zwangsläufig in direktem Zusammenhang mit kniespezifischen Einschränkungen steht. Zudem werden neurologische Symptome infolge von Nervenschädigungen nicht systematisch erfasst, obwohl diese insbesondere bei höhergradigen Luxationstypen häufiger auftreten und die Lebensqualität potenziell erheblich beeinträchtigen können.

5.6 Fehlerquellen, Limitationen und Einschränkungen

Bei der vorliegenden Studie zur Epidemiologie und zur Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen sind verschiedene Fehlerquellen, Limitationen und Einschränkungen zu beachten, die sowohl methodische als auch klinische Aspekte betreffen. Diese Faktoren können die Validität und Generalisierbarkeit der Ergebnisse beeinflussen und sollten bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden.

Prospektive Datenerhebung im retrospektiven Patientengut

Ein zentraler Aspekt der vorliegenden Untersuchung ist die prospektive Datenerhebung innerhalb eines retrospektiv zusammengestellten Patientenguts. Hierdurch besteht die Möglichkeit, dass nicht alle relevanten klinischen Informationen systematisch erfasst wurden. Datenlücken und fehlende Details können zu Verzerrungen führen und somit die Aussagekraft der Ergebnisse einschränken. Zudem können inkonsistente Datenerhebungen während der retrospektiven Phase die Qualität der gesammelten Informationen beeinträchtigen.

Unterschiedliche Nachuntersuchungszeitpunkte

Ein weiterer wichtiger zu diskutierender Punkt sind die variierenden Nachuntersuchungszeitpunkte. In der vorliegenden Studie wurden Patienten zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach der Kniegelenksluxation untersucht, was zu erheblichen Unterschieden in der Erholung und den klinischen Ergebnissen führen kann. Kurzzeitige Follow-up-Untersuchungen erfassen möglicherweise nur akute Einschränkungen, während langfristige Nachuntersuchungen insbesondere chronische Veränderungen der Gelenkfunktion und der Lebensqualität aufdecken können, jedoch durch andere degenerative, unfallunabhängige Prozesse aggraviert sein können. Diese zeitlichen Unter-

schiede erschweren den Vergleich der funktionalen Ergebnisse und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität innerhalb der Studie sowie im Vergleich zu anderen Forschungsarbeiten.

Veränderung der Versorgungsstandards

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die kontinuierliche Entwicklung der Behandlungsmöglichkeiten und Versorgungsstandards bei der klinisch-operativen Versorgung der Kniegelenksluxationen. In der vorliegenden Untersuchung stellt insbesondere die Einführung des Ligament Bracings als etablierten Therapieansatz in den letzten Jahren eine große Veränderung des Behandlungsregimes dar. Dieses moderne Verfahren verbessert möglicherweise die klinischen Ergebnisse und langfristige Lebensqualität der Patienten, welche jedoch nur in denjenigen Patienten zugute kommt, die nach der Einführung dieses Versorgungsvariante therapiert wurden. Vergleiche mit früheren Versorgungsstandards sind daher oft nur eingeschränkt gültig.

Monozentrität und kleines Patientenkollektiv

Die vorliegende Studie basiert auf einer monozentrischen Struktur an einer begrenzten Stichprobe. Diese Einschränkung verringert die statistische Aussagekraft der Ergebnisse und schränkt die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf eine breitere Population ein. Unterschiede in der Patientenversorgung und regionale Therapieansätze können die Ergebnisse zusätzlich beeinflussen und somit zu einer eingeschränkten Generalisierbarkeit führen.

Einfluss externer Faktoren und individuelle Variabilität

Neben den zuvor genannten Aspekten haben externe Einflüsse wie der Zugang zu physiotherapeutischen Maßnahmen, die Qualität der Rehabilitationszentren und die persönliche Motivation der Patienten maßgeblich Auswirkungen auf die funktionale Leistungsfähigkeit und die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen. Unterschiede in der regionalen Versorgungsstruktur, individuellen Therapieerfahrungen und der Ausstattung der Rehabilitationseinrichtungen führen zu erheblichen Variationen der Ergebnisse und erschweren somit die Vergleichbarkeit der Daten sowohl innerhalb der vorliegenden Studie als auch im Kontext anderer wissenschaftlicher Arbeiten.

Fehlerquellen und Limitation der verwendeten Bewertungsscores

Im Rahmen der Untersuchung zur Epidemiologie und Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen zeigen die eingesetzten Scores – KOOS, IKDC und EQ-5D – gewisse Einschränkungen. Der KOOS – Score ermöglicht eine umfassende Bewertung der funktionalen Einschränkungen des Knies, hängt jedoch stark von der subjektiven Wahrnehmung der Patienten ab. Der IKDC-Score erfasst die allgemeine Kniefunktion, berücksichtigt jedoch nicht alle individuellen funktionalen Einschränkungen im Alltag und in verschiedenen Aktivitäten. Der EQ-5D - Score bietet zwar einen allgemeinen Überblick über die gesundheitsbezogene Lebensqualität, ist jedoch weniger spezifisch für die besonderen funktionalen Anforderungen des Knies. Diese Einschränkungen beeinflussen die Genauigkeit der Ergebnisse und schränken deren Vergleichbarkeit sowohl innerhalb der Studie als auch mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten ein. Die Mehrheit der bisherigen Studien konzentrierte sich auf den Vergleich der Ergebnisse zwischen operativ und konservativ behandelten Kniegelenksluxationen und nutzte dabei vor allem Scores wie IKDC, Lysholm und Tegner (36, 41, 96–98). Im Gegensatz dazu adressiert die vorliegende Studie spezifische Aspekte wie die verschiedenen Schenck-Subtypen, die unterschiedlichen Luxationsstadien, den Unfallmechanismus sowie mögliche Begleitverletzungen. Diese Faktoren wurden unter Verwendung der Scores KOOS, IKDC und EQ-5D erfasst, ein Ansatz, der in vergleichbaren Studien bislang nicht angewendet wurde. Die Konzepte des Minimal Important Change (MIC) und der Minimal Clinically Important Difference (MCID) sind etablierte Parameter zur Beurteilung klinisch relevanter Veränderungen in Patient-reported Outcome Measures (PROMs). Allerdings wurden für die Knieluxation bisher keine spezifischen MIC- oder MCID-Werte definiert, da sich bestehende Erhebungen primär auf Knieendoprothesen (Knie-TEP), vordere Kreuzbandrekonstruktionen (VKB) und Osteotomien bezogen. Eine valide Einschätzung darüber, ob die in dieser Studie beobachteten Unterschiede in den Subscores von den Patienten subjektiv als relevant wahrgenommen werden, ist daher derzeit nicht möglich. Auf Grundlage der bestehenden Datenlage wurde in der vorliegenden Arbeit eine Schwelle von mehr als 5 Punkten im Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) und im International Knee Documentation Committee (IKDC)-Score sowie eine Veränderung von mehr als 5% im EQ-5D als klinisch relevanter Unterschied definiert (99).

Zusammenfassend erfordert die vorliegende Studie zur Epidemiologie und zur Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen eine kritische Betrachtung der identifizierten Fehlerquellen und Einschränkungen. Die prospektive Datenerhebung innerhalb eines retrospektiven Patientenguts, die variierenden Nachuntersuchungszeitpunkte, die monozentrische Studienstruktur sowie kleine Stichproben stellen methodische Herausforderungen dar. Zudem beeinflussen die sich wandelnden Versorgungsstandards, wie beispielsweise die Einführung des Ligament Bracings, die Ergebnisse.

Für zukünftige Untersuchungen zu diesem Thema sind multizentrische, prospektive Studiendesigns mit größeren Kollektiven und umfassenden langfristigen Follow-up-Zeiträumen notwendig. Nur durch diese Ansätze lassen sich valide und generalisierbare Erkenntnisse gewinnen, die präzise Empfehlungen für die klinische Praxis ermöglichen und dazu beitragen, individuelle Therapieansätze für die Patienten effektiv und langfristig zu optimieren.

6 Fazit und Ausblick

Kniegelenksluxationen und Luxationsfrakturen stellen seltene, jedoch äußerst schwere Verletzungen des Kniegelenks dar. Das zeigte sich in der retrospektiven Analyse, dass im Zeitraum von zehn Jahren in der Klinik und Poliklinik des Universitätsklinikums Regensburg lediglich 120 Patienten mit einer Kniegelenksluxation behandelt wurden. Die vorliegende Untersuchung erweiterte die Datenlage zur Ätiologie und zu prognostischen Faktoren von Kniegelenksluxationen. Besonders die Differenzierung zwischen Hochrasanz- und Niedrigrasanztraumata sowie die Identifikation spezifischer Risikofaktoren ermöglichten eine präzisere Bewertung der posttraumatischen Funktionalität des Kniegelenks und der allgemeinen Lebensqualität der Patienten. Als negative Prädiktoren konnten das Ausmaß der initialen Verletzung, das Vorliegen von Begleitverletzungen, das Körpergewicht des Patienten sowie die Zeitspanne bis zur Reposition der Luxation identifiziert werden. Auch konnte der Einfluss des Traumamechanismus auf die spätere Lebensqualität untersucht werden. Die vorliegende Studie ist derzeit einzigartig, da sie als erste Untersuchung die Funktionalität und Lebensqualität von Subkollektiven nach Kniegelenksluxationen mithilfe dieser Scores umfassend bewertet hat.

Da die Studie lediglich einen einzelnen Zeitpunkt hinsichtlich Lebensqualität und Beschwerden untersuchte, besteht ein klarer Bedarf an weiteren Studien, die den Heilungsverlauf erfassen können. Langzeituntersuchungen können dazu beitragen, die Mechanismen hinter der Lebensqualität nach Kniegelenksluxationen besser zu verstehen und zielgerichtete Therapiemaßnahmen zu entwickeln.

Eine Anpassung der chirurgischen Verfahren an die identifizierten Prädiktoren erscheint vielversprechend, um Komplikationsraten weiter zu senken und subgruppenoptimierte Behandlungen zu ermöglichen. Dies erfordert jedoch zusätzliche Forschung in Form großer prospektiver Studien. Ziel solcher Studien sollte es sein, den optimalen Zeitpunkt und die Art der Versorgung zu klären und ob beispielsweise eine mehrzeitige oder eine einzeitige Rekonstruktion der betroffenen Strukturen bessere Ergebnisse liefert.

Einen weiteren wichtigen Punkt bei der zukünftigen Behandlung von Knieluxationen stellt die Sensibilisierung des Rettungsdienstes, der Ersthelfer und des Krankenhauspersonals dar. Eine schnelle Behebung der Luxationsstellung wird von Experten als

essenziell angesehen, um spätere Komplikationen zu minimieren. Schulungen und klare Handlungsempfehlungen können die Versorgungsqualität in der Akutphase erheblich verbessern.

Abschließend zeigte die Arbeit, dass die Versorgung von Kniegelenksluxationen eine präzise, evidenzbasierte und patientenspezifische Herangehensweise erfordert. Die Ergebnisse verdeutlichten den Bedarf an weiteren Forschungsarbeiten, um die Grundlagen für verbesserte Behandlungsstrategien zu schaffen, Komplikationsraten zu minimieren und die Lebensqualität der Betroffenen nachhaltig zu verbessern.

7 Literatur

1. Perka C, Heller K-D, Hrsg. AE-Manual der Endoprothetik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint Springer; 2020. (Springer eBook Collection).
2. Künzel KH, Hörmann R. Funktionelle Anatomie des Kniegelenks und seine Störbarkeit. *Manuelle Medizin* 2017; 55(1):5–8. doi: 10.1007/s00337-017-0236-x.
3. Kniechirurgie. München: [Urban & Fischer in Elsevier; 2016.
4. Jagodzinski M, Friederich N, Müller W. Das Knie: Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellungschirurgie. 2. Aufl. 2016. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1580895>.
5. Drenck TC, Heitmann M, Akoto R, Preiss A, Frings J, Krause M et al. Luxationen und Luxationsfrakturen des Kniegelenks. *OP-JOURNAL* 2019; 34(02):163–70 [Stand: 01.09.2022]. Verfügbar unter: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/a-0718-4320.pdf>.
6. Pfeiffer TR, Günther D. Behandlung der akuten Knieluxation. *Unfallchirurgie (Heidelb)* 2024; 127(1):35–43. doi: 10.1007/s00113-023-01369-y.
7. Shafizadeh ST, Bouillon B, Naendrup JH, Jaecker V, Pfeiffer TR. Behandlung der akuten Kniegelenksluxation. *Trauma Berufskrankh* 2017; 19(S3):289–96. doi: 10.1007/s10039-017-0314-2.
8. Goebel CP, Domes C. Classifications in Brief: The Schenck Classification of Knee Dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 2020; 478(6):1368–72. doi: 10.1097/CORR.0000000000001186.
9. Li X, Liu T. Surgical management of multiple knee ligament injuries. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013; 23(6):691–7. doi: 10.1007/s00590-012-1043-7.
10. McKee L, Ibrahim MS, Lawrence T, Pengas IP, Khan WS. Current concepts in acute knee dislocation: the missed diagnosis? *Open Orthop J* 2014; 8:162–7. doi: 10.2174/1874325001408010162.
11. Chowdhry M, Burchette D, Whelan D, Nathens A, Marks P, Wasserstein D. Knee dislocation and associated injuries: an analysis of the American College of Surgeons National Trauma Data Bank. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020; 28(2):568–75. doi: 10.1007/s00167-019-05712-y.
12. Figueroa F, Sandoval A, Figueroa D. Schenck's knee dislocation (KD) I injury: An uncommon pattern. *J Clin Orthop Trauma* 2021; 16:230–2. doi: 10.1016/j.jcot.2021.01.021.
13. Gómez-Bermúdez SJ, Vanegas-Isaza D, Herrera-Almanza L, Roldán-Tabares MD, Coronado-Magalhaes G, Fernández-Lopera JF et al. La lesión vascular asociada a la luxación de rodilla. *Acta Ortop Mex* 2021; 35(2):226–35.
14. Hughes JD, Lynch AD, Smith CN, Musahl V, Irrgang JJ. External fixation increases complications following surgical treatment of multiple ligament knee injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2022; 30(1):161–6. doi: 10.1007/s00167-021-06508-9.
15. Pinheiro IN, Pedrinha ISM, Maia PAV, Cortes ARdO, Albuquerque RPE, Barretto JM. Epidemiological Study on Multiligament Knee Injuries. *Rev Bras Ortop* 2022; 57(4):675–81. doi: 10.1055/s-0041-1731798.
16. Shelbourne KD, Klotzwyk TE. Low-velocity knee dislocation with sports injuries. Treatment principles. *Clin Sports Med* 2000; 19(3):443–56. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70217-9.
17. Heitmann M, Gerau M, Hötzel J, Giannakos A, Frosch K-H, Preiss A. Ligament bracing--Augmentierte Primärnaht bei multiligamentären Verletzungen des Kniegelenks. *Oper Orthop Traumatol* 2014; 26(1):19–29. doi: 10.1007/s00064-013-0263-2.
18. Gensior TJ, Mester B, Achtnich A, Winkler PW, Henkelmann R, Hepp P et al. Anatomic repair and ligament bracing as an alternative treatment option for acute combined PCL injuries involving

- the posteromedial or posterolateral corner-results of a multicentre study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2023; 143(12):7123–32. doi: 10.1007/s00402-023-05015-5.
19. Carr JB, Werner BC, Miller MD, Gwathmey FW. Knee Dislocation in the Morbidly Obese Patient. *J Knee Surg* 2016; 29(4):278–86. doi: 10.1055/s-0036-1571432.
 20. Frosch K-H, Preiss A, Heider S, Stengel D, Wohlmuth P, Hoffmann MF et al. Primary ligament sutures as a treatment option of knee dislocations: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21(7):1502–9. doi: 10.1007/s00167-012-2154-8.
 21. Moatshe G, Dornan GJ, Løken S, Ludvigsen TC, LaPrade RF, Engebretsen L. Demographics and Injuries Associated With Knee Dislocation: A Prospective Review of 303 Patients. *Orthop J Sports Med* 2017; 5(5):2325967117706521. doi: 10.1177/2325967117706521.
 22. Vaidya R, Roth M, Nanavati D, Prince M, Sethi A. Low-Velocity Knee Dislocations in Obese and Morbidly Obese Patients. *Orthop J Sports Med* 2015; 3(4):2325967115575719. doi: 10.1177/2325967115575719.
 23. Kupczik F, Schiavon MEG, Vieira LdA, Tenius DP, Fávoro RC. Knee Dislocation: Descriptive Study of Injuries. *Rev Bras Ortop* 2013; 48(2):145–51. doi: 10.1016/j.rboe.2012.10.002.
 24. Medina O, Arom GA, Yeranorian MG, Petrigliano FA, McAllister DR. Vascular and nerve injury after knee dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472(9):2621–9. doi: 10.1007/s11999-014-3511-3.
 25. Demirağ B, Oztürk C, Bilgen OF, Durak K. Knee dislocations: an evaluation of surgical and conservative treatment. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2004; 10(4):239–44.
 26. Hegyes MS, Richardson MW, Miller MD. Knee dislocation. Complications of nonoperative and operative management. *Clin Sports Med* 2000; 19(3):519–43. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70222-2.
 27. Ibrahim SAR, Ghafar S, Salah M, Abo Alnas M, Al Misfer A, Farouk H et al. Surgical management of traumatic knee dislocation with posterolateral corner injury. *Arthroscopy* 2013; 29(4):733–41. doi: 10.1016/j.arthro.2012.11.021.
 28. Henrichs A. A review of knee dislocations. *J Athl Train* 2004; 39(4):365–9.
 29. Georgiadis AG, Mohammad FH, Mizerik KT, Nypaver TJ, Shepard AD. 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):1196–203 [Stand: 04.09.2022]. Verfügbar unter: <https://www.jvascsurg.org/action/showPdf?pii=S0741-5214%2812%2902586-4>.
 30. Swenson TM. Physical diagnosis of the multiple-ligament-injured knee. *Clin Sports Med* 2000; 19(3):415–23. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70215-5.
 31. Howells NR, Brunton LR, Robinson J, Porteus AJ, Eldridge JD, Murray JR. Acute knee dislocation: an evidence based approach to the management of the multiligament injured knee. *Injury* 2011; 42(11):1198–204. doi: 10.1016/j.injury.2010.11.018.
 32. Lachman JR, Rehman S, Pipitone PS. Traumatic Knee Dislocations: Evaluation, Management, and Surgical Treatment. *Orthop Clin North Am* 2015; 46(4):479–93. doi: 10.1016/j.ocl.2015.06.004.
 33. Wong C-H, Tan J-L, Chang H-C, Khin L-W, Low C-O. Knee dislocations-a retrospective study comparing operative versus closed immobilization treatment outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004; 12(6):540–4. doi: 10.1007/s00167-003-0490-4.
 34. Almekinders LC, Dedmond BT. Outcomes of the operatively treated knee dislocation. *Clin Sports Med* 2000; 19(3):503–18. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70221-0.

35. Barnes CJ, Pietrobon R, Higgins LD. Does the pulse examination in patients with traumatic knee dislocation predict a surgical arterial injury? A meta-analysis. *J Trauma* 2002; 53(6):1109–14. doi: 10.1097/00005373-200212000-00013.
36. Owens BD, Neault M, Benson E, Busconi BD. Primary repair of knee dislocations: results in 25 patients (28 knees) at a mean follow-up of four years. *J Orthop Trauma* 2007; 21(2):92–6. doi: 10.1097/BOT.0b013e3180321318.
37. Jiang W, Yao J, He Y, Sun W, Huang Y, Kong D. The timing of surgical treatment of knee dislocations: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(10):3108–13. doi: 10.1007/s00167-014-3435-1.
38. Wascher DC, Becker JR, Dexter JG, Blevins FT. Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Results using fresh-frozen nonirradiated allografts. *Am J Sports Med* 1999; 27(2):189–96. doi: 10.1177/03635465990270021301.
39. Karataglis D, Bisbinas I, Green MA, Learmonth DJA. Functional outcome following reconstruction in chronic multiple ligament deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14(9):843–7. doi: 10.1007/s00167-006-0073-2.
40. Khakha RS, Day AC, Gibbs J, Allen S, Hill P, Hull J et al. Acute surgical management of traumatic knee dislocations--Average follow-up of 10 years. *Knee* 2016; 23(2):267–75. doi: 10.1016/j.knee.2015.09.019.
41. Fahlbusch H, Behrendt P, Frings J, Krause M, Frosch K-H. Diagnostik und Management bei der akuten Knieluxation. *Knie J.* 2023; 5(4):212–8. doi: 10.1007/s43205-023-00218-7.
42. Randall A, Pearse R, Khan S, Atkinson H. Use of Internal Bracing in Multi-ligamentous Knee Injury Reconstruction: A Systematic Review. *Indian J Orthop* 2024; 58(11):1518–27. doi: 10.1007/s43465-024-01260-x.
43. Frosch K-H, Krause M, Akoto R. Posterolaterale Instabilitäten am Kniegelenk. *Arthroskopie* 2018; 31(2):169–73. doi: 10.1007/s00142-018-0194-x.
44. Levy BA, Dajani KA, Whelan DB, Stannard JP, Fanelli GC, Stuart MJ et al. Decision making in the multiligament-injured knee: an evidence-based systematic review. *Arthroscopy* 2009; 25(4):430–8. doi: 10.1016/j.arthro.2009.01.008.
45. Bin S-I, Nam T-S. Surgical outcome of 2-stage management of multiple knee ligament injuries after knee dislocation. *Arthroscopy* 2007; 23(10):1066–72. doi: 10.1016/j.arthro.2007.05.008.
46. Krause M, Drenck TC, Eggeling L, Frings J, Akoto R, Frosch K-H. S2e-Leitlinie „Kniegelenkluxation“. *Z Orthop Unfall* 2024; 162(1):57–62. doi: 10.1055/a-1884-0240.
47. Heitmann M, Gerau M, Hötzel J, Giannakos A, Frosch K-H, Preiss A. Verletzungen vom Typ KD I und KD II sind besonders selten. *Oper Orthop Traumatol* 2014; 26(1):19–29. doi: 10.1007/s00064-013-0263-2.
48. Preiss A, Giannakos A, Frosch K-H. Minimal-invasive augmentation des medialen kollateralbandes mit autologen hamstringsehnen bei chronischen instabilitäten am kniegelenk. *Oper Orthop Traumatol* 2012; 24(4-5):335–47. doi: 10.1007/s00064-012-0164-9.
49. Stannard JP, Brown SL, Farris RC, McGwin G, Volgas DA. The posterolateral corner of the knee: repair versus reconstruction. *Am J Sports Med* 2005; 33(6):881–8. doi: 10.1177/0363546504271208.
50. Heitmann M, Akoto R, Krause M, Hepp P, Schöpp C, Gensior TJ et al. Management of acute knee dislocations: anatomic repair and ligament bracing as a new treatment option-results of a multi-centre study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019; 27(8):2710–8. doi: 10.1007/s00167-018-5317-4.

51. Frosch K-H, Proksch N, Preiss A, Giannakos A. Versorgung knöcherner hinterer kreuzbandausrisse über einen minimal-invasiven dorsalen zugang. *Oper Orthop Traumatol* 2012; 24(4-5):348–53. doi: 10.1007/s00064-012-0208-1.
52. Woodmass JM, Romatowski NPJ, Esposito JG, Mohtadi NGH, Longino PD. A systematic review of peroneal nerve palsy and recovery following traumatic knee dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(10):2992–3002. doi: 10.1007/s00167-015-3676-7.
53. Bonneville P, Dubrana F, Galau B, Lustig S, Barbier O, Neyret P et al. Common peroneal nerve palsy complicating knee dislocation and bicruciate ligaments tears. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010; 96(1):64–9. doi: 10.1016/j.rcot.2009.12.004.
54. Tomaino M, Day C, Papageorgiou C, Harner C, Fu FH. Peroneal nerve palsy following knee dislocation: pathoanatomy and implications for treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(3):163–5. doi: 10.1007/s001670050208.
55. Johnson ME, Foster L, DeLee JC. Neurologic and vascular injuries associated with knee ligament injuries. *Am J Sports Med* 2008; 36(12):2448–62. doi: 10.1177/0363546508325669.
56. Welling RE, Kakkasseril J, Cranley JJ. Complete dislocations of the knee with popliteal vascular injury. *J Trauma* 1981; 21(6):450–3.
57. Dwyer T, Marx RG, Whelan D. Outcomes of treatment of multiple ligament knee injuries. *J Knee Surg* 2012; 25(4):317–26. doi: 10.1055/s-0032-1326999.
58. Azar FM, Brandt JC, Miller RH, Phillips BB. Ultra-low-velocity knee dislocations. *Am J Sports Med* 2011; 39(10):2170–4. doi: 10.1177/0363546511414855.
59. Hagino RT, DeCaprio JD, Valentine RJ, Clagett GP. Spontaneous popliteal vascular injury in the morbidly obese. *J Vasc Surg* 1998; 28(3):458-62; discussion 462-3. doi: 10.1016/s0741-5214(98)70131-4.
60. Werner BC, Gwathmey FW, Higgins ST, Hart JM, Miller MD. Ultra-low velocity knee dislocations: patient characteristics, complications, and outcomes. *Am J Sports Med* 2014; 42(2):358–63. doi: 10.1177/0363546513508375.
61. Hohmann E, Glatt V, Tetsworth K. Early or delayed reconstruction in multi-ligament knee injuries: A systematic review and meta-analysis. *Knee* 2017; 24(5):909–16. doi: 10.1016/j.knee.2017.06.011.
62. Yeh WL, Tu YK, Su JY, Hsu RW. Knee dislocation: treatment of high-velocity knee dislocation. *J Trauma* 1999; 46(4):693–701. doi: 10.1097/00005373-199904000-00023.
63. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynnon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998; 28(2):88–96. doi: 10.2519/jospt.1998.28.2.88.
64. Prof. Dr. phil. Omega E. Huber. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS).
65. Musahl V. Rotatory Knee Instability: An Evidence Based Approach. Cham: Springer International Publishing AG; 2017. Verfügbar unter: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4699892>.
66. Anderson AF, Irrgang JJ, Anderson CN. Development of the IKDC Forms. In: Musahl V, Hrsg. Rotatory Knee Instability: An Evidence Based Approach. Cham: Springer International Publishing AG; 2017. S. 131–46.
67. Darcy G, Edwards E, Hau R. Epidemiology and outcomes of traumatic knee dislocations: Isolated vs multi-trauma injuries. *Injury* 2018; 49(6):1183–7. doi: 10.1016/j.injury.2018.02.016.

68. Cook S, Ridley TJ, McCarthy MA, Gao Y, Wolf BR, Amendola A et al. Surgical treatment of multiligament knee injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(10):2983–91. doi: 10.1007/s00167-014-3451-1.
69. Arom GA, Yeraniosian MG, Petrigliano FA, Terrell RD, McAllister DR. The changing demographics of knee dislocation: a retrospective database review. *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472(9):2609–14. doi: 10.1007/s11999-013-3373-0.
70. Margheritini F, Espregueira-Mendes JD, Gobbi A, Hrsg. *Complex knee ligament injuries: From diagnosis to management*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2019.
71. Twaddle BC, Bidwell TA, Chapman JR. Knee dislocations: where are the lesions? A prospective evaluation of surgical findings in 63 cases. *J Orthop Trauma* 2003; 17(3):198–202. doi: 10.1097/00005131-200303000-00008.
72. Bernhoff K, Michaëlsson K, Björck M. Incidence and Outcome of Popliteal Artery Injury Associated with Knee Dislocations, Ligamentous Injuries, and Close to Knee Fractures: A Nationwide Population Based Cohort Study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2021; 61(2):297–304. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.10.017.
73. Shelbourne KD, Porter DA, Clingman JA, McCarroll JR, Rettig AC. Low-velocity knee dislocation. *Orthop Rev* 1991; 20(11):995–1004.
74. Mühlenfeld N, Berthold DP, Münch LN, Störmann P, Hörauf J-A, Leiblein M et al. Epidemiology of complete knee dislocations: an updated classification system. *Arch Orthop Trauma Surg* 2022; 142(10):2711–8. doi: 10.1007/s00402-021-04079-5.
75. Alshahir AA, AlNaqa FH, Benmeakel MA, Alsheikh KA. Spontaneous knee dislocation: a rare and dreadful complication of septic arthritis. *J Surg Case Rep* 2023; 2023(5):rjad279. doi: 10.1093/jscr/rjad279.
76. Folt J, Vohra T. Low-velocity knee dislocation in the morbidly obese. *Am J Emerg Med* 2012; 30(9):2090.e5-6. doi: 10.1016/j.ajem.2011.12.031.
77. Weishorn J, Wiegand J, Zietzschmann S, Koch K-A, Rehnitz C, Renkawitz T et al. Factors influencing long-term outcomes after matrix-induced autologous chondrocyte implantation: Long-term results at 10 years. *Am J Sports Med* 2024. Verfügbar unter: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465241270152>.
78. Watrinet J, Rüden C von, Regenbogen S, Brand A, Bormann M, Stuby FM et al. *Mid-Term Results following Traumatic Knee Joint Dislocation: Ludwig-Maximilians-Universität München*; 2022.
79. Weber M, Craiovan B, Woerner ML, Schwarz T, Grifka J, Renkawitz TF. Predictors of Outcome After Primary Total Joint Replacement. *J Arthroplasty* 2018; 33(2):431–5. doi: 10.1016/j.arth.2017.08.044.
80. Thiel A, Said S, Søndergaard P, Ban I, Rechter S. Traumatic dislocation of the knee. *Ugeskr Laeger* 2022; 184(41).
81. Brautigan B, Johnson DL. The epidemiology of knee dislocations. *Clin Sports Med* 2000; 19(3):387–97. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70213-1.
82. Natsuhara KM, Yeraniosian MG, Cohen JR, Wang JC, McAllister DR, Petrigliano FA. What is the frequency of vascular injury after knee dislocation? *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472(9):2615–20. doi: 10.1007/s11999-014-3566-1.
83. Ríos A, Villa A, Fahandezh H, José C de, Vaquero J. Results after treatment of traumatic knee dislocations: a report of 26 cases. *J Trauma* 2003; 55(3):489–94. doi: 10.1097/01.TA.0000043921.09208.76.

84. Bui KL, Ilaslan H, Parker RD, Sundaram M. Knee dislocations: a magnetic resonance imaging study correlated with clinical and operative findings. *Skeletal Radiol* 2008; 37(7):653–61. doi: 10.1007/s00256-008-0490-z.
85. Maslaris A, Brinkmann O, Bungartz M, Krettek C, Jagodzinski M, Liodakis E. 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):1001–15. doi: 10.1007/s00590-018-2148-4.
86. Johnson JP, Kleiner J, Klinge SA, McClure PK, Hayda RA, Born CT. Increased Incidence of Vascular Injury in Obese Patients With Knee Dislocations. *J Orthop Trauma* 2018; 32(2):82–7. doi: 10.1097/BOT.0000000000001027.
87. Smith PJ, Azar FM. Knee Dislocations in the Morbidly Obese Patient. *Sports Med Arthrosc Rev* 2020; 28(3):110–5. doi: 10.1097/JSA.0000000000000273.
88. Sanders TL, Johnson NR, Levy NM, Cole PA, Krych AJ, Stuart M et al. Effect of Vascular Injury on Functional Outcome in Knees with Multi-Ligament Injury: A Matched-Cohort Analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2017; 99(18):1565–71. doi: 10.2106/JBJS.16.01540.
89. Scarcella NR, Weinberg DS, Bowen S, Vallier HA. Clinical and Functional Results of 119 Patients With Knee Dislocations. *J Orthop Trauma* 2017; 31(7):380–6. doi: 10.1097/BOT.0000000000000839.
90. King AH, Krych AJ, Prince MR, Sousa PL, Stuart MJ, Levy BA. Are meniscal tears and articular cartilage injury predictive of inferior patient outcome after surgical reconstruction for the dislocated knee? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(10):3008–11. doi: 10.1007/s00167-015-3671-z.
91. Poploski KM, Lynch AD, Burns TC, Harner CD, Levy BA, Owens BD et al. Presentation and Surgical Management of Multiple Ligament Knee Injuries: A Multicenter Study from the Surgical Timing and Rehabilitation (STaR) Trial for MLKIs Network. *J Bone Joint Surg Am* 2023; 105(8):607–13. doi: 10.2106/JBJS.20.02051.
92. Figueroa D, Figueroa ML, Cañas M, Feuereisen A, Figueroa F. Meniscal Lesions in Multi-Ligament Knee Injuries. *Indian J Orthop* 2024; 58(9):1224–31. doi: 10.1007/s43465-024-01217-0.
93. Kaeding CC, Pedroza AD, Parker RD, Spindler KP, McCarty EC, Andrish JT. Intra-articular findings in the reconstructed multiligament-injured knee. *Arthroscopy* 2005; 21(4):424–30. doi: 10.1016/j.arthro.2004.12.012.
94. Krych AJ, Sousa PL, King AH, Engasser WM, Stuart MJ, Levy BA. Meniscal tears and articular cartilage damage in the dislocated knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(10):3019–25. doi: 10.1007/s00167-015-3540-9.
95. Kardos P, Wittchen H-U, Mühlhig S, Ritz T, Buhl R, Rabe K et al. Controlled and uncontrolled allergic asthma in routine respiratory specialist care - a clinical-epidemiological study in Germany. *Curr Med Res Opin* 2011; 27(9):1835–47. doi: 10.1185/03007995.2011.606805.
96. LaPrade RF, Johansen S, Engebretsen L. Outcomes of an anatomic posterolateral knee reconstruction: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93 Suppl 1:10–20. doi: 10.2106/JBJS.J.01243.
97. Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, Irrgang JJ. Surgical management of knee dislocations. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86(2):262–73. doi: 10.2106/00004623-200402000-00008.
98. Mariani PP, Santoriello P, Iannone S, Condello V, Adriani E. Comparison of surgical treatments for knee dislocation. *Am J Knee Surg* 1999; 12(4):214–21.

99. Häufig gestellte Fragen | KOOS - Outcome Score für Knieverletzungen und Osteoarthritis; 2024 [Stand: 15.03.2025]. Verfügbar unter: <https://www.koos.nu/faq.html>.
100. Szymiski D, Huber L, Riedl M, Rupp M, Alt V, Weber J. No effect of dislocation status at arrival in emergency department on outcome of knee joint dislocations. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2024; 32(6):1376–83. doi: 10.1002/ksa.12154.

8 Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
AGA	Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie
Art.	Articulatio
Beglv.	Begleitverletzung
BMI	Body – Maß – Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CT	Computertomographie
CTA	CT- Angiografie
HKB	hinteres Kreuzband
IKDC - Score	International Knee Documentation Committee Score
KOOS - Score	Knee Osteoarthritis Outcome Score
LCL	laterales Kollateralband
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
MCL	mediales Kollateralband
MRT	Magnetresonanztomographie
MRA	MRT – Angiografie
MW	Mittelwert
N.	Nervus
nv.	Neurovaskulär
o.g.	oben genannt
SD	Standardabweichung
V.	Vena
vgl.	vergleiche
VKB	vorderes Kreuzband
z.B.	zum Beispiel

SPITZE IN DER MEDIZIN. MENSCHLICH IN DER BEGEGNUNG.



1

KLINIK UND POLIKLINIK FÜR UNFALLCHIRURGIE
 Direktor: Prof. Dr. med. Dr. biol. hom. Volker Alt

Sekretariat: 0941 944-6805
 Fax: 0941 944-6806
 E-Mail: office.uch@ukr.de

www.ukr.de/uch

Fragebogennummer:

(1) KOOS Kniefragebogen

Ausfülldatum _____

Anleitung:

Ihre Angaben werden uns helfen, nachzuvollziehen, wie gut es ihrem Knie geht und in welchem Ausmaß Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Tätigkeiten auszuüben, beziehungsweise wie Sie ihr in ihrem Alltag mit dem **ehemals verletzten** Knie zurecht kommen.

Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

Bitte kreuzen Sie nur ein Kästchen pro Frage an.

Alle Fragen beziehen sich auf das verletzte/ versorgte Knie.

1) Beschwerden

Diese Fragen beziehen sich auf **Beschwerden** in Ihrem Knie in der **letzten Woche**.

S1. War Ihr Knie geschwollen?

Niemals <input type="checkbox"/>	Selten <input type="checkbox"/>	Manchmal <input type="checkbox"/>	Oft <input type="checkbox"/>	immer <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

S2. Haben Sie ein Knirschen verspürt, ein Klicken oder irgendein anderes Geräusch gehört, wenn Sie Ihr Knie bewegten?

Niemals <input type="checkbox"/>	Selten <input type="checkbox"/>	Manchmal <input type="checkbox"/>	Oft <input type="checkbox"/>	immer <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------



Universitätsklinikum Regensburg (A&R) Vorstand: Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Oliver Kölbl (Vorsitzender) • Kaufmännische Direktorin: Sabine Lange, MBA •
 Pflegedirektor: Dipl.-Kfm. (FH) Alfred Stockinger • Dekan der Fakultät für Medizin: Prof. Dr. med. Dipl.-Phys. Dirk Hellwig
 Universitätsklinikum Regensburg • Franz-Josef-Strauß-Allee 11 • 93053 Regensburg • T: 0941 944-0 • info@ukr.de • www.ukr.de

S3. Ist Ihr Knie hängen geblieben, oder hat es blockiert, wenn Sie es bewegten?

Niemals <input type="checkbox"/>	Selten <input type="checkbox"/>	Manchmal <input type="checkbox"/>	Oft <input type="checkbox"/>	immer <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

S4. Konnten Sie Ihr Knie ganz strecken?

Niemals <input type="checkbox"/>	Selten <input type="checkbox"/>	Manchmal <input type="checkbox"/>	Oft <input type="checkbox"/>	immer <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

S5. Konnten Sie Ihr Knie ganz beugen?

Niemals <input type="checkbox"/>	Selten <input type="checkbox"/>	Manchmal <input type="checkbox"/>	Oft <input type="checkbox"/>	immer <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

2) Steifigkeit

In den nachfolgenden Fragen geht es um die **Steifigkeit** Ihres Kniegelenkes während der **letzten Woche**. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihr Kniegelenk zu bewegen.

S6. Wie stark war Ihre KniestEIFigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

Keine <input type="checkbox"/>	Schwach <input type="checkbox"/>	Mäßig <input type="checkbox"/>	Stark <input type="checkbox"/>	Sehr stark <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--

S7. Wie stark war Ihre KniestEIFigkeit später am Tag, nachdem Sie saßen, lagen, oder sich ausruhten?

Keine <input type="checkbox"/>	Schwach <input type="checkbox"/>	Mäßig <input type="checkbox"/>	Stark <input type="checkbox"/>	Sehr stark <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



3) Schmerzen

P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?

Niemals 	mindestens einmal im Monat 	mindestens einmal in der Woche 	mindestens einmal am Tag 	immer 
--	---	---	--	--

Wie **stark** waren die **Schmerzen** in Ihrem Knie in der **letzten Woche** bei den folgenden Tätigkeiten?

P2. Drehbewegung des Beins mit dem Knie

Keine 	Schwach 	Mäßig 	Stark 	Sehr stark 
--	--	--	---	---

P3. Ihr Knie ganz strecken

Keine 	Schwach 	Mäßig 	Stark 	Sehr stark 
--	--	--	---	---

P4. Ihr Knie ganz beugen

Keine 	Schwach 	Mäßig 	Stark 	Sehr stark 
--	--	--	---	---

P5. Auf ebenem Boden gehen

Keine 	Schwach 	Mäßig 	Stark 	Sehr stark 
--	--	--	---	---

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



P6. Treppen hinauf- oder hinuntergehen

Keine ◇	Schwach ◇	Mäßig ◇	Stark ◇	Sehr stark ◇
------------	--------------	------------	------------	-----------------

P7. Nachts im Bett

Keine ◇	Schwach ◇	Mäßig ◇	Stark ◇	Sehr stark ◇
------------	--------------	------------	------------	-----------------

P8. Sitzen oder Liegen?

Keine ◇	Schwach ◇	Mäßig ◇	Stark ◇	Sehr stark ◇
------------	--------------	------------	------------	-----------------

P9. Aufrecht stehen?

Keine ◇	Schwach ◇	Mäßig ◇	Stark ◇	Sehr stark ◇
------------	--------------	------------	------------	-----------------

4) Körperliche Funktionsfähigkeit; Aktivitäten des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Funktionsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit, sich selbständig zu bewegen und sich selbst zu versorgen. Geben Sie bitte bei jeder der nachfolgenden Tätigkeiten das **Ausmaß der Schwierigkeiten** an, die Sie in der **letzten Woche** wegen Ihres Kniegelenks damit hatten.

A1. Treppen hinuntersteigen

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

A2. Treppen hinaufsteigen

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

A3. Vom Sitzen aufstehen

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

A4. Aufrecht stehen

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

A5. Sich zu Boden bücken, etwas vom Boden aufheben

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

A6. Auf ebenem Boden gehen

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

A7. Ins Auto einsteigen oder aus dem Auto aussteigen

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

A8. Einkaufen gehen

Keine ◇	Wenig ◇	Einige ◇	Große ◇	Sehr große ◇
------------	------------	-------------	------------	-----------------

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



A9. Socken/Strümpfe anziehen

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

A10. Vom Bett aufstehen

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

A11. Socken/Strümpfe ausziehen

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

A12. Im Bett liegen (beim Umdrehen, oder wenn das Kniegelenk längere Zeit unverändert in einer Stellung ist)

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

A13. In die Badewanne oder aus der Badewanne steigen

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

A14. Sitzen

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

A15. Sich auf die Toilette setzen oder aufstehen

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



A16. Schwere Hausarbeit verrichten (schwere Kisten bewegen, schwere Einkäufe tragen usw.)

Keine 	Wenig 	Einige 	Große 	Sehr große 
--	--	---	--	---

A17. Leichte Hausarbeit verrichten (kochen, Staub wischen usw.)

Keine 	Wenig 	Einige 	Große 	Sehr große 
--	--	---	--	---

5) Körperliche Funktionsfähigkeit, Sport und Freizeitaktivitäten

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit bei stärkerer körperlicher Betätigung. Geben Sie bitte bei jeder der nachfolgenden Tätigkeiten das **Ausmaß der Schwierigkeiten** an, die Sie in der **letzten Woche** wegen Ihres Kniegelenks damit hatten.

SP1. Hocken

Keine 	Wenig 	Einige 	Große 	Sehr große 
--	--	---	--	---

SP2. Laufen

Keine 	Wenig 	Einige 	Große 	Sehr große 
--	--	---	--	---

SP3. Springen

Keine 	Wenig 	Einige 	Große 	Sehr große 
--	--	---	--	---

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



SP4. Drehbewegung des Beins mit dem kranken Knie

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

SP5. Knien

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

6) **Lebensqualität**

Q1. Wie oft denken Sie an Ihr Knieproblem?

Niemals <input type="checkbox"/>	mindestens einmal im Monat <input type="checkbox"/>	mindestens einmal in der Woche <input type="checkbox"/>	mindestens einmal am Tag <input type="checkbox"/>	immer <input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--	--	--	-----------------------------------

Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert um Tätigkeiten zu vermeiden, die Ihrem Knie schaden könnten?

Gar nicht <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Etwas <input type="checkbox"/>	Stark <input type="checkbox"/>	vollständig <input type="checkbox"/>
---------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---

Q3. Wie sehr macht es Ihnen zu schaffen, dass Sie sich auf Ihr Knie nicht verlassen können?

Gar nicht <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Mäßig <input type="checkbox"/>	Ziemlich <input type="checkbox"/>	Sehr <input type="checkbox"/>
---------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------

Q4. Wie viele Schwierigkeiten haben Sie durch das Knie insgesamt?

Keine <input type="checkbox"/>	Wenig <input type="checkbox"/>	Einige <input type="checkbox"/>	Große <input type="checkbox"/>	Sehr große <input type="checkbox"/>
-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



(2) International Knee Documentation Committee (IKDC)

Anleitung:

Dieser Fragebogen beschäftigt sich mit der Funktionsfähigkeit Ihres Knies. **Bitte Kreuzen Sie auch hier nur ein Kästchen je Frage an.**

Kreuzen Sie bitte die **höchste Aktivitätsstufe**, die Sie nach Ihrer Meinung **ohne erhebliche Symptome ausüben könnten**, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivität ausüben.

Alle Fragen beziehen sich auf das verletzte/ versorgte Knie.

1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliche Schmerzen** im Knie ausüben können?

<input type="checkbox"/>	Sehr anstrengende Aktivitäten (z.B. Basketball oder Fußball) [4]
<input type="checkbox"/>	Anstrengende Aktivitäten (z.B. schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis) [3]
<input type="checkbox"/>	Mäßig anstrengende Aktivitäten (z.B. Laufen oder Joggen) [2]
<input type="checkbox"/>	Leichte Aktivitäten (z.B. Gehen, Haus- oder Gartenarbeit) [1]
<input type="checkbox"/>	Keine der obengenannten Aktivitäten möglich wegen der Schmerzen [0]

2. Wie oft hatten Sie in den **vergangenen 4 Wochen** oder **seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen**?

Ständige Schmerzen

Nie

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

3. Wie **stark** sind Ihre **Schmerzen**?

Unerträgliche Schmerzen

Keine Schmerzen

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der **vergangenen 4 Wochen** oder **seit dem Auftreten Ihrer Verletzung**?

<input type="checkbox"/>	Überhaupt nicht
<input type="checkbox"/>	Etwas
<input type="checkbox"/>	Ziemlich
<input type="checkbox"/>	Sehr
<input type="checkbox"/>	Extrem

5. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliches Anschwellen** des Knies ausüben können?

<input type="checkbox"/>	Sehr anstrengende Aktivitäten (z.B. Basketball oder Fußball) [4]
<input type="checkbox"/>	Anstrengende Aktivitäten (z.B. schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis) [3]
<input type="checkbox"/>	Mäßig anstrengende Aktivitäten (z.B. Laufen oder Joggen) [2]
<input type="checkbox"/>	Leichte Aktivitäten (z.B. Gehen, Haus- oder Gartenarbeit) [1]
<input type="checkbox"/>	Keine der obengenannten Aktivitäten möglich wegen der Schmerzen [0]

6. Hatten Sie in den **vergangenen 4 Wochen** oder **seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein blockiertes Knie** oder ist ihr **Knie aus- und wieder eingeschnappt**?

Ja

Nein

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliches durch Knieschwäche** verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

<input type="checkbox"/>	Sehr anstrengende Aktivitäten (z.B. Basketball oder Fußball) [4]
<input type="checkbox"/>	Anstrengende Aktivitäten (z.B. schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis) [3]
<input type="checkbox"/>	Mäßig anstrengende Aktivitäten (z.B. Laufen oder Joggen) [2]
<input type="checkbox"/>	Leichte Aktivitäten (z.B. Gehen, Haus- oder Gartenarbeit) [1]
<input type="checkbox"/>	Keine der obengenannten Aktivitäten möglich wegen der Schmerzen [0]

8. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der **Sie regelmäßig** teilnehmen können?

<input type="checkbox"/>	Sehr anstrengende Aktivitäten (z.B. Basketball oder Fußball) [4]
<input type="checkbox"/>	Anstrengende Aktivitäten (z.B. schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis) [3]
<input type="checkbox"/>	Mäßig anstrengende Aktivitäten (z.B. Laufen oder Joggen) [2]
<input type="checkbox"/>	Leichte Aktivitäten (z.B. Gehen, Haus- oder Gartenarbeit) [1]
<input type="checkbox"/>	Keine der obengenannten Aktivitäten möglich wegen der Schmerzen [0]

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



9. Wie **schwierig** sind aufgrund Ihres Knies die **folgenden Aktivitäten** für Sie?

	überhaupt nicht schwierig	minimal schwierig	ziemlich schwierig	extrem schwierig	unmöglich
Treppen hochsteigen	◇	◇	◇	◇	◇
Treppen absteigen	◇	◇	◇	◇	◇
Auf dem Knie knien	◇	◇	◇	◇	◇
Hockstellung	◇	◇	◇	◇	◇
Normal sitzen	◇	◇	◇	◇	◇
Vom Stuhl aufstehen	◇	◇	◇	◇	◇
Geradeaus laufen	◇	◇	◇	◇	◇
Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen	◇	◇	◇	◇	◇
Beim Gehen/Laufen schnell anhalten und starten	◇	◇	◇	◇	◇

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



10. Wie **beurteilen** Sie die **Funktion** Ihres Knies?

Keine Einschränkung										Alltagsaktivitäten /Sport unmöglich	

11. **Aktuelle Funktionsfähigkeit**

Keine Einschränkung										Alltagsaktivitäten /Sport unmöglich	

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



Universitätsklinikum Regensburg (A&R) Vorstand: Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Oliver Kölbl (Vorsitzender) • Kaufmännische Direktorin: Sabine Lange, MBA •
Seite 13 von 16 Pflegedirektor: Dipl.-Kfm. (FH) Alfred Stockinger • Dekan der Fakultät für Medizin: Prof. Dr. med. Dipl.-Phys. Dirk Hellwig
Universitätsklinikum Regensburg • Franz-Josef-Strauß-Allee 11 • 93053 Regensburg • T: 0941 944-0 • info@ukr.de • www.ukr.de

(3) EQ5D

Anleitung:

Mit dem Fragebogen wird versucht herauszufinden, was Sie über Ihre Gesundheit denken. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Wir sind nur an Ihrer eigenen Meinung interessiert.

Jede Frage hat fünf Antwortmöglichkeiten. **Kreuzen Sie bitte an, welche Antwort Ihre Gesundheit HEUTE am besten beschreibt.**

Kreuzen Sie auch hier bitte nur eine Antwort an.

Vergegenwärtigen Sie sich immer wieder, dass die Fragen sich auf ihren heutigen Gesundheitszustand beziehen.

1) BEWEGLICHKEIT / MOBILITÄT

Zuerst möchte ich Sie zur Beweglichkeit beziehungsweise Mobilität befragen. Würden Sie sagen, dass ...

<input type="checkbox"/>	Sie keine Probleme haben herumzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie leichte Probleme haben herumzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie mäßige Probleme haben herumzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie große Probleme haben herumzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie nicht in der Lage Probleme sind herumzugehen?

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



2) FÜR SICH SELBST SORGEN

Als Nächstes möchte ich Sie dazu befragen, wie Sie für sich selbst sorgen. Würden Sie sagen, dass ...

<input type="checkbox"/>	Sie keine Probleme haben, sich selbst zu waschen oder anzuziehen?
<input type="checkbox"/>	Sie leichte Probleme haben, sich selbst zu waschen oder anzuziehen?
<input type="checkbox"/>	Sie mäßige Probleme haben, sich selbst zu waschen oder anzuziehen?
<input type="checkbox"/>	Sie große Probleme haben, sich selbst zu waschen oder anzuziehen?
<input type="checkbox"/>	Sie nicht in der Lage sind, sich selbst zu waschen oder anzuziehen?

3) ALLTÄGLICHE TÄTIGKEITEN

Als Nächstes möchte ich Sie über alltägliche Tätigkeiten, z. B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivitäten, befragen. Würden Sie sagen, dass ...

<input type="checkbox"/>	Sie keine Probleme haben, Ihren alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie leichte Probleme haben, Ihren alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie mäßige Probleme haben, Ihren alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie große Probleme haben, Ihren alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen?
<input type="checkbox"/>	Sie nicht in der Lage sind, Ihren alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen?

Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



Universitätsklinikum Regensburg (A&R) Vorstand: Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Oliver Kölbl (Vorsitzender) • Kaufmännische Direktorin: Sabine Lange, MBA •
Seite 15 von 16 Pflegedirektor: Dipl.-Kfm. (FH) Alfred Stockinger • Dekan der Fakultät für Medizin: Prof. Dr. med. Dipl.-Phys. Dirk Hellwig
Universitätsklinikum Regensburg • Franz-Josef-Strauß-Allee 11 • 93053 Regensburg • T: 0941 944-0 • info@ukr.de • www.ukr.de

4) SCHMERZEN / KÖRPERLICHE BESCHWERDEN

Als Nächstes möchte ich Sie zu den Schmerzen oder körperlichen Beschwerden befragen. Würden Sie sagen, dass ...

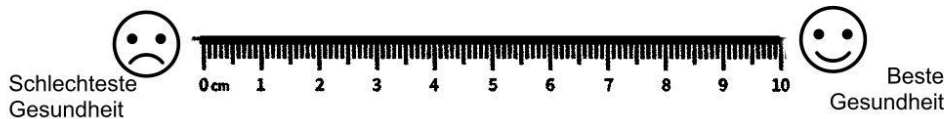
<input type="checkbox"/>	Sie keine Schmerzen oder Beschwerden haben?
<input type="checkbox"/>	Sie leichte Schmerzen oder Beschwerden haben?
<input type="checkbox"/>	Sie mäßige Schmerzen oder Beschwerden haben?
<input type="checkbox"/>	Sie starke Schmerzen oder Beschwerden haben?
<input type="checkbox"/>	Sie extreme Schmerzen oder Beschwerden haben?

5) ANGST / NIEDERGESCHLAGENHEIT

Abschließend möchte ich Sie zur Angst oder Niedergeschlagenheit befragen. Würden Sie sagen, dass ...

<input type="checkbox"/>	Sie nicht ängstlich oder deprimiert sind?
<input type="checkbox"/>	Sie ein wenig ängstlich oder deprimiert sind?
<input type="checkbox"/>	Sie mäßig ängstlich oder deprimiert sind?
<input type="checkbox"/>	Sie sehr ängstlich oder deprimiert sind?
<input type="checkbox"/>	Sie extrem ängstlich oder deprimiert sind?

- Unten auf der dieser Seite sehen Sie eine Skala.
- Die beste Gesundheit, die Sie sich vorstellen können, ist mit der Zahl 10 (Zehn) am rechten Ende der Skala gekennzeichnet, und die schlechteste Gesundheit, die Sie sich vorstellen können, ist am unteren Ende mit der Zahl 0 (Null) gekennzeichnet.
- Zeichnen Sie bitte nun bei der Skala ein, wie gut oder schlecht **Ihre Gesundheit HEUTE** ist. (Mit einem Kreuz/ oder senkrechten Strich)



Oberarzt & Leiter der Sporttraumatologie, Kniechirurgie Dr. Johannes Weber; Jannis Dornstädter Version 1.0 (14.08.2022)



Universitätsklinikum Regensburg (A&R) Vorstand: Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Oliver Kölbl (Vorsitzender) • Kaufmännische Direktorin: Sabine Lange, MBA •
Seite 16 von 16 Pflegedirektor: Dipl.-Kfm. (FH) Alfred Stockinger • Dekan der Fakultät für Medizin: Prof. Dr. med. Dipl.-Phys. Dirk Hellwig
Universitätsklinikum Regensburg • Franz-Josef-Strauß-Allee 11 • 93053 Regensburg • T: 0941 944-0 • info@ukr.de • www.ukr.de

10 Danksagung

11 Erklärung zum Eigenanteil

Diese Arbeit wurde in der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie der Medizinischen Fakultät Regensburg unter der Betreuung von Dr. Johannes Weber durchgeführt.

Das Studienkonzept wurde gemeinsam von Dr. Johannes Weber und mir erarbeitet. Die retrospektive Datenerhebung, die Erstellung der Fragebögen, der Versand dieser sowie die statistische Analyse wurden von mir eigenständig durchgeführt.

Hiermit bestätige ich, die Arbeit selbstständig verfasst und ausschließlich die angegebenen Quellen verwendet zu haben. Ein Teil der in dieser Arbeit analysierten Daten entstammt einer klinikinternen Datenbank.

Dabei wurden bereits bestimmte Untergruppen dieser Datenbank in separaten Publikationen veröffentlicht (100).

Jannis Anton Dornstädter

Regensburg, den 23.03.2026

12 Lebenslauf

