

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-
und Wiederherstellungschirurgie
– Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. M. Raschke –

Studie zur Versorgungsrealität der posterolateralen Kniegelenks-Instabilität

INAUGURAL – DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

**der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster**

vorgelegt von Lüttke, Christian

aus Ulm

2021

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Frank Ulrich Müller

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Mirco Herbort
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Benedikt Schliemann

Tag der mündlichen Prüfung: 22.09.2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, dass ich die Dissertation mit dem Titel:

Studie zur Versorgungsrealität der posterolateralen Kniegelenks-Instabilität

in der/im (Klinik, Institut, Krankenanstalt):

Medizinische Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

unter der Anleitung von:

Prof. Dr. Mirco Herbort

1. selbständig angefertigt,
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten angefertigt und sonst kein anderes gedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in- oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades, vorgelegt habe.

Bernau, 16.09.2020

Ort, Datum

Christian Lüdtkke



Name / Unterschrift

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Michael J. Raschke -

Referent: Prof. Dr. Mirco Herbort

Koreferent: Prof. Dr. Benedikt Schliemann

ZUSAMMENFASSUNG

Lüdtke Christian

Studie zur Versorgungsrealität der posterolateralen Kniegelenks-Instabilität

Die Verletzung der posterolateralen Gelenkecke ist eine schwere Verletzung des Kniegelenkes, welche zumeist als Kombinationsverletzung zusammen mit Läsionen des hinteren oder auch seltener des vorderen Kreuzbandes auftritt. Zur Behandlung dieser mannigfaltigen Verletzungen sind unterschiedliche Operationsmethoden in der Literatur beschrieben.

Wir befragten $N = 458$ erfahrene, arthroskopisch tätige Kniechirurgen, um ein Bild über die Versorgungsrealität dieser Verletzung zu erhalten. In vierzehn Fragen zur Diagnose, Therapie und Nachbehandlung wird ein umfassender und repräsentativer Überblick über die allgemein verbreiteten Maßnahmen erreicht.

Dabei zeigt sich, dass Diagnostik und Behandlung der posterolateralen Knieinstabilität eine große Heterogenität aufweisen. Oft wird die Verletzung jedoch nicht klassifiziert und daher gleichförmig behandelt. Unter Umständen resultieren hieraus die zum Teil ernüchternden Ergebnisse mit schlechter Prognose.

Es wurde überprüft, ob bei Diagnostik, Behandlung und Nachsorge zwischen Operateuren, die pro Jahr mehr als 20 und Operateuren, die weniger als 20 Patienten mit dieser Verletzung behandeln, ein signifikanter Unterschied besteht. Die Gruppe der erfahreneren Operateure stuft die Verletzung anhand klinischer und radiologischer Diagnostik signifikant häufiger in eines der verbreiteten Klassifikationsschemata ein. Für die Versorgung der Verletzung scheint dies eine Voraussetzung für die optimale Therapie unter Berücksichtigung der betroffenen Strukturen zu sein.

Die operative Verstärkung der posterolateralen Strukturen mittels Sehne oder Brace wird von der Gruppe der erfahrenen Operateure signifikant häufiger durchgeführt. Eine künftige Studie mit klinischem Follow-up des Therapieerfolges der unterschiedlichen Behandlungsansätze könnte mehr Klarheit über die optimale Therapie dieser Verletzung bringen.

Tag der mündlichen Prüfung: 22.09.2021

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	THEORIE.....	2
2.1	Anatomie der posterolateralen Kniegelenkecke	2
2.1.1	Hinteres Kreuzband (HKB)	2
2.1.2	Tractus Iliotibialis.....	2
2.1.3	M. Biceps Femoris.....	3
2.1.4	Laterales Kollateralband (LCL)	3
2.1.5	Popliteusehne (tendinös & muskulär).....	3
2.1.6	Arcuat Komplex.....	3
2.2	Funktion und Biomechanik	5
2.3	Epidemiologie und Ätiologie der Verletzungen der posterolateralen Gelenkecke....	5
2.4	Klinische Diagnostik.....	6
2.4.1	Phänomen der spontanen hinteren Schublade	6
2.4.2	Reversed Pivot Shift	6
2.4.3	Hintere RotationsSchublade.....	7
2.4.4	Positiver Dial Test in 30° Flexion.....	8
2.4.5	Positiver Dial Test in 90° Flexion.....	8
2.4.6	Laterale Aufklappbarkeit in Streckstellung und 20 – 30° Flexion	9
2.5	Bilddiagnostik.....	9
2.5.1	Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen.....	9
2.5.2	Stressaufnahme VKB/HKB	10
2.5.3	Seitliche Stressaufnahmen (medial/lateral).....	11
2.5.4	MRT Kniegelenk	11
2.5.5	CT Kniegelenk	12
2.5.6	CT Kniegelenk mit Angiographie.....	13

2.5.7	Bein-Achsenstandaufnahmen a.p. zur Achsvermessung	13
2.5.8	Röntgen-Unterschenkel lang seitlich – Slope Analyse	13
2.6	Klassifikationen der posterolateralen Instabilität	13
2.7	Therapie	14
2.7.1	Primäre HKB-Konstruktion, posterolateral konservativ	14
2.7.2	Larson Schlinge	15
2.7.3	Offener, modifizierter und anatomischer Larson	15
2.7.4	Rekonstruktion nach LaPrade.....	16
2.7.5	Popliteusbypass	16
2.7.6	Bizeps-femoris-Streifen (modifizierten Technik nach Bousquet)	17
2.8	Postoperative Nachbehandlung	18
2.9	Ergebnisqualität	18
2.10	Rückkehr zum Sport.....	19
2.11	Studienziel und Hypothese	20
3	METHODEN.....	21
3.1	Studiendesign.....	21
3.2	Datenerhebung	21
3.3	Vorüberlegungen zur Methodenwahl.....	22
3.4	Methodenwahl.....	22
3.5	Kritische Betrachtung der Vorgehensweise	23
3.6	Fragebogen	23
3.7	Software.....	23
3.7.1	Statistik.....	23
3.7.2	Testverfahren	24

3.8	Auswahl der Befragungsteilnehmer	24
3.9	Auswertung.....	25
4	ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG	26
4.1	Überblick über die Umfrageteilnehmer	26
4.2	Allgemeine Daten über die befragten Ärzte.....	26
4.3	Klinische Erfahrung der befragten Ärzte	28
4.3.1	Häufigkeit der Behandlung von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes	28
4.3.2	Häufigkeit der Behandlung von Verletzungen des hinteren Kreuzbandes	30
4.4	Präferierte Diagnostik.....	33
4.4.1	Klinische Tests	33
4.4.2	Bilddiagnostik Akutphase.....	35
4.4.3	Bilddiagnostik Subakutphase	36
4.4.4	Bilddiagnostik chronische Phase.....	37
4.4.5	Diagnostik hintere Schublade.....	39
4.5	Klassifizierung von Verletzungen mit posterolateraler Instabilität	40
4.6	Bevorzugte Therapieoptionen.....	41
4.6.1	Akutphase Teilläsion.....	42
4.6.2	Akutphase Komplettruptur	43
4.6.3	Subakutphase posterolaterale Instabilität	44
4.6.4	Chronische Phase posterolaterale Instabilität.....	45
4.6.5	Fallbeispiele	47
4.7	Postoperative Nachbehandlung	50
4.7.1	Procedere	50
4.7.2	Ergebnisqualität.....	52
4.7.3	Rückkehr zum Sport.....	53
5	DISKUSSION UND PERSPEKTIVEN.....	55

5.1	Studienziel und Prüfung der Hypothese	55
5.2	Überblick.....	55
5.3	Diskussion der Ergebnisse	56
5.3.1	Einsatz und Aussagekraft der bildgebenden Diagnostik	57
5.3.2	Diagnostik mithilfe der Untersuchung der hinteren Schublade.....	57
5.3.3	Klassifizierung von posterolateralen Verletzungen	58
5.3.4	Therapie von posterolateralen Verletzungen	58
5.3.5	Postoperative Nachbehandlung	60
5.3.6	Ergebnisqualität der Versorgung.....	61
5.3.7	Rückkehr zum Sport.....	62
5.4	Diskussion der Methoden	62
5.4.1	Stärken und Schwächen der Studie	62
5.5	Bedeutung der Studie, Schlussfolgerungen für Kliniker	64
5.6	Ausblick – offene Fragen und Vorschläge für weitere Studien.....	64
6	VERZEICHNISSE.....	66
6.1	Literaturverzeichnis	66
6.2	Abbildungsverzeichnis	72
6.3	Tabellenverzeichnis	73
7	DANKSAGUNG.....	74
8	LEBENS LAUF.....	75
9	ANHANG	I

1 Einleitung

Verletzungen des hinteren Kreuzbandes mit einer Beteiligung der posterolateralen Strukturen sind schwerwiegende Verletzungen. Die Strukturen der posterolateralen Gelenkecke, insbesondere das Ligamentum collaterale laterale, das popliteofibulare Ligament und die Popliteusehne wirken synergistisch zum hinteren Kreuzband und stabilisieren das Knie gegen varische Aufklappbarkeit, Rotationsinstabilität und posteriore, translationale Verschieblichkeit. Auch wenn das Interesse an Läsionen des hinteren Kreuzbandes und deren operativer Versorgung in den letzten Jahren einen erheblichen Aufschwung erlebt hat und die Zahl der Publikationen immens gewachsen ist, so ist die Diagnostik bis heute stark vom Untersucher abhängig. Eine Herausforderung besteht darin, die Beteiligung der posterolateralen Strukturen möglichst eindeutig zu erkennen und zu behandeln.

In der Literatur sind diverse Therapieverfahren beschrieben, die eine unterschiedliche Invasivität und Komplexität aufweisen. Die offene Operation nach LaPrade stellt einen großen Eingriff dar, bei welchem das Außenband, das Lig. popliteofibulare und die Popliteusehne gemäß ihres anatomischen Verlaufs wiederhergestellt werden. Die Technik nach Larson ist eine gängige Operationsmethode, bei der das Außenband und der Popliteuskomplex isometrisch rekonstruiert werden – allerdings mit der Limitation, dass der Verlauf nicht exakt der Richtung des Lig. popliteofibulare entspricht. Dies wird beim offenen, anatomischen und modifizierten Larson korrigiert und die Strukturen gemäß deren anatomischer Verläufe wiederhergestellt. Eine neuere Operationsmethode ist der Popliteusbypass, der zumeist offen, teilweise aber auch minimalinvasiv durchgeführt wird und sehr gute Resultate aufzuweisen scheint.

Die große Bandbreite an Diagnostik- und Therapiemethoden und der Mangel einer Standardisierung sind möglicherweise auf die verhältnismäßig kleinen Fallzahlen der Verletzung zurückzuführen. Zusätzlich ist die Patientenstruktur oftmals heterogen und die Patienten präsentieren sich mit Verletzungen im akuten, subakuten und chronischem Zustand (57).

Bis dato existiert kein allgemein anerkannter Standard und keine Leitlinie für die Behandlung der posterolateralen Gelenksverletzungen. Diese Studie soll einen vorbereitenden Beitrag für die Erstellung einer Standardbehandlung für diese Verletzung leisten (69).

2 Theorie

Verletzungen des hinteren Kreuzbandes erfolgreich zu therapieren, stellt eine große Herausforderung dar. Die Ursachen dafür liegen zum einen in der häufig vorkommenden Beteiligung der Strukturen der posterolateralen Gelenkecke und zum anderen an den schwierig durchzuführenden Rekonstruktionstechniken (8).

2.1 Anatomie der posterolateralen Kniegelenkecke

Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Strukturen des posterolateralen Kniegelenks beschrieben.

2.1.1 Hinteres Kreuzband (HKB)

Das Lig. cruciatum posterius (HKB) hat seinen Ursprung im medialen Bereich der Fossa intercondylaris und zieht sich um das vordere Kreuzband nach dorsal und distal bis zu seiner Ansatzfläche an der Area intercondylaris posterior. Das HKB besteht aus einem etwas stärker ausgeprägten vorderen und einem hinteren Anteil (59,60).

2.1.2 Tractus Iliotibialis

Der Tractus iliotibialis ist eine dicke Faszienhülle, die sich über den M. tensor fasciae latae entlang des lateralen Aspekts des Oberschenkels erstreckt. Er entspringt an der Spina iliaca anterior superior und zieht über das Hüft- und Kniegelenk zum Tuberculum Gerdy (Condylus lateralis tibiae) (62).

2.1.3 M. Biceps Femoris

Der M. biceps femoris ist ein spindelförmiger Muskel mit einem langen und einem kurzen Kopf. Das Caput longum hat seinen Ursprung am Tuber ischiadicum des Os ischii. Das Caput breve entspringt an der lateralen Lamelle der Linea aspera im distalen Drittel des Femurs sowie am Septum intermusculare femoris laterale. Beide Muskelstränge vereinigen sich und setzen gemeinsam am Caput fibulae an. Der M. biceps femoris ist durch eine Bursa vom lateralen Kollateralband des Kniegelenks getrennt (35,62).

2.1.4 Laterales Kollateralband (LCL)

Das etwa 70 mm lange Lig. collaterale laterale (LCL) verläuft, wie in Abbildung 1 dargestellt, von seinem Ursprung knapp proximal und posterior des Epicondylus lateralis femoris über den Sulcus popliteus bis zur Außenfläche des Caput fibulae (35,60). Das LCL hat einen Durchmesser von 4 bis 5 mm und ist eine der drei Hauptstrukturen, die zur Stabilität der posterolateralen Ecke im Knie beitragen (55).

2.1.5 Popliteusehne (tendinös & muskulär)

Die muskuläre und tendinöse Popliteusehne (PLT) interagiert mit einer Vielzahl von Strukturen im Knie (55). Der M. popliteus ist ein schräg verlaufender Muskel, hat seinen Ursprung im vordersten Bereich des Sulcus popliteus und führt über den posterolateralen Bereich des Knies zu seinem Ansatz posteromedial unterhalb der Kondylen an der Hinterfläche der Tibia (48,70).

2.1.6 Arcuat Komplex

Im Bereich des posterolateralen Kniegelenks finden sich besonders komplexe anatomische Verhältnisse (71). Die Ursache dafür liegt an interindividuell sehr variabel beschriebenen Ausprägungen der anatomischen Sehnen, Muskeln und Bänder (35). Eine weitere Herausforderung stellt die uneinheitliche Nomenklatur der Strukturen dar (44).

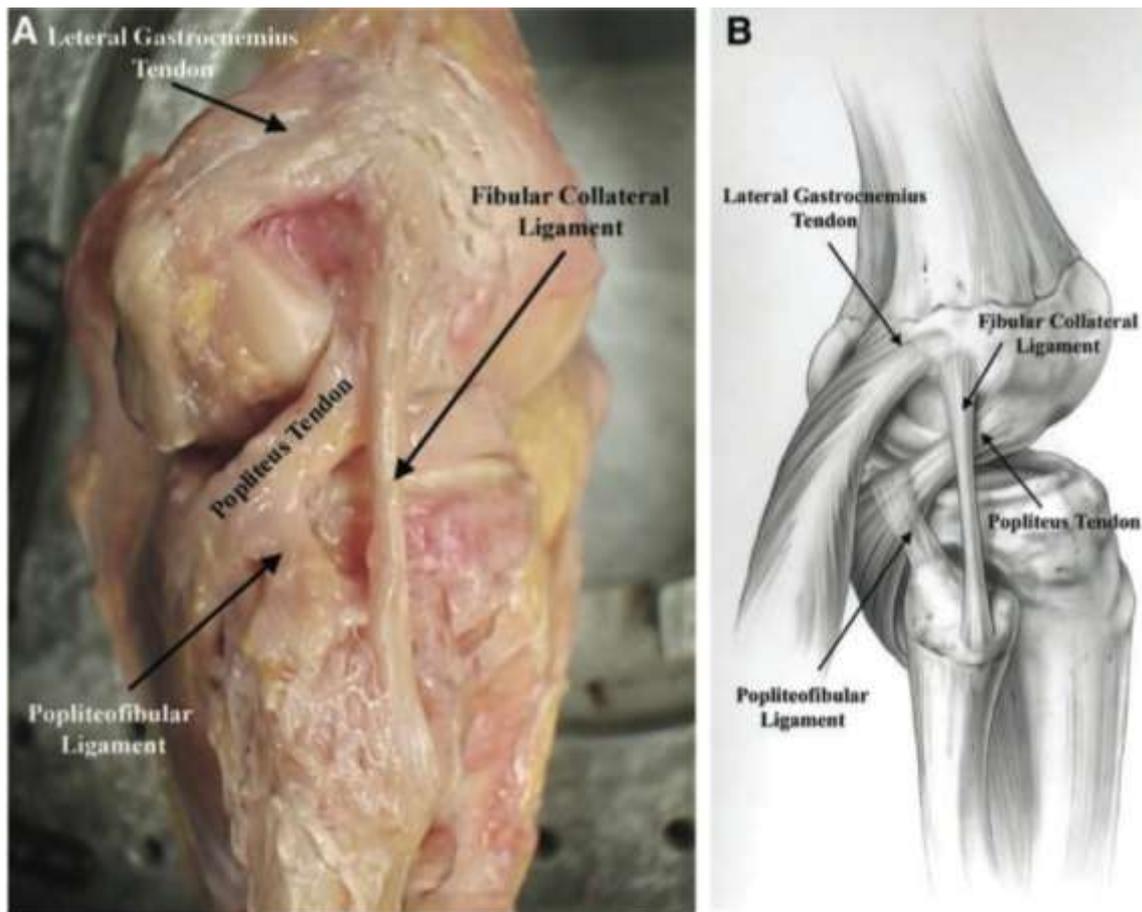


Abbildung 1: Anatomie der posterolateralen Strukturen (48,54)

2.1.6.1 Lig. Popliteofibulare (PFL)

Das Lig. popliteofibulare ist eine zentrale Struktur im posterolateralen Bereich des Knies. Es besteht aus einem anterioren und einem posterioren Anteil (71). Die anteriore Division entspringt an der Tibia und dem vorderen Bereich des Fibulaköpfchens an der tibiofibulären Gelenkkapsel. Die posteriore Division hat ihren Ursprung am posterioren Bereich der tibiofibulären Gelenkkapsel am Fibulaköpfchen (70). Die posteriore Faserdivision ist stärker ausgeprägt und wird deshalb typischerweise chirurgisch rekonstruiert (62).

2.1.6.2 Ligamentäre Verbindungen der Popliteusehne

Die Popliteusehne führt wie beschrieben schräg durch die Kniekehle nach proximal und lateral. Dabei zweigen drei ligamentäre Verbindungen ab, die zur dynamischen Stabilität des

lateralen Meniskus beitragen. Die biomechanische Bedeutung dieser drei Verbindungen ist noch Gegenstand der medizinischen Forschung (62).

2.2 Funktion und Biomechanik

Die posterolateralen Strukturen werden bei zunehmender Extension des Kniegelenks gestrafft (3). Eine differenzierte Untersuchung des stabilisierenden Einflusses der unterschiedlichen Strukturen wurde durch Domnick et al. durchgeführt und beschrieben. (11). Das hintere Kreuzband ist demnach der primäre Stabilisator gegen posteriore tibiale Translation. Das laterale Kollateralband wirkt vorwiegend als Stabilisator gegen Varusstress. Die stabilisierende Funktion des Kniegelenkes durch die Popliteusehne wird wesentlich durch die Strukturen des Arcuatkomplexes, insbesondere des popliteofibularen Ligaments, unterstützt. Ihre vorwiegenden Funktionen sind der Widerstand gegen Außenrotation und – zu einem geringeren Ausmaß – die Stabilisation der posterioren Translation der Tibia (3,42,62). Verletzungen dieser Strukturen gehen häufig mit einer posterolateralen Rotationsinstabilität einher (3) und führen zu erhöhten Kräften auf ein möglicherweise intaktes hinteres Kreuzband (31). Kennzeichnend für posterolaterale Instabilitäten sind demnach eine Rotations- und – bei rupturiertem lateralen Kollateralband – eine Varuskomponente (58).

2.3 Epidemiologie und Ätiologie der Verletzungen der posterolateralen Gelenkecke

Verletzungen der posterolateralen Gelenkecke treten selten isoliert auf, sondern geschehen überwiegend kombiniert mit Verletzungen des vorderen oder hinteren Kreuzbandes (49). Die Angaben zur Inzidenz der hinteren Kreuzbandverletzung schwanken zwischen 3-37% bzw. 1-44% der Kniegelenksverletzungen (59,61). Diese Differenzen ergeben sich möglicherweise aus den unterschiedlichen Patientenpopulationen, die als Basis für die Studien herangezogen wurden (66). Russe hat in einer über 12 Jahre durchgeführten Studie die demographischen Daten von 1750 Patienten ausgewertet und als häufigste Unfallursachen Verkehrsunfälle (42,7%) und sportliche Aktivitäten (42,4%) herausgefunden. Motorradunfälle mit 25,8% und Fußballtraumata mit 21,6% waren die häufigsten Unfallarten (61).

In etwa 60 bis 70% der Fälle sind bei einer Ruptur des hinteren Kreuzbandes auch die posterolateralen Strukturen verletzt (49).

2.4 Klinische Diagnostik

Aufgrund von Schwellungen, Schmerzen und muskulären Schutzfunktionen kann sich die Untersuchung einer akuten Knieverletzung schwierig gestalten (13). Ausgeprägte Instabilitäten im Rahmen einer Verletzung dritten Grades nach IKDC (International Knee Documentation Committee) können einen Hinweis auf kombinierte Verletzungen mit Beteiligung der posterolateralen Strukturen geben (29). Neben den oben beschriebenen anamnestisch wichtigen Faktoren wie Verkehrs- und Sportunfällen stehen in der klinischen Untersuchung eine Vielzahl von diagnostischen Tests zur Auswahl, die in unterschiedlicher Häufigkeit eingesetzt werden und sich in ihrer Aussagekraft stark unterscheiden (38,59,66).

2.4.1 Phänomen der spontanen hinteren Schublade

Bei der Untersuchung der spontanen hinteren Schublade liegt der Patient mit 90° gebeugten Kniegelenken auf dem Rücken. Dabei wird die Verschiebbarkeit der Tibia gegenüber dem Femur beobachtet. Eine im Seitenvergleich auftretende spontane hintere Schublade ist ein Indiz für eine posteriore Instabilität (59).

2.4.2 Reversed Pivot Shift Test

Beim Reversed Pivot Shift Test (siehe Abb. 2) wird das Knie in Außenrotation aus einer Flexion von 70-80° in Streckung gebracht und dabei Valgus-Stress ausgeübt. Bei einer posterolateralen Verletzung wird das laterale Tibiaplateau in Bezug auf den lateralen



Abbildung 2: Reversed Pivot Shift Test (50)

Femurkondylus nach hinten subluxiert, während das Knie in Flexion ist. Das kann am „Durchhängen“ der proximalen Tibia erkannt werden. Während das Knie gestreckt wird, sollte der Untersucher bei etwa 20-30° Flexion eine abrupte Verschiebung des lateralen Tibiaplateaus erkennen können (13,77).

2.4.3 Hintere Rotationsschublade

Der Test der „Hinteren Rotationsschublade“ wird, wie in Abbildung 3 gezeigt, zur Diagnostik der Intaktheit des Arcuat-Komplexes durchgeführt (13). Dabei liegt der Patient auf dem Rücken, das Knie wird 90° gebeugt, der Fuß um 15° nach außen rotiert und durch den Prüfer stabilisiert. Bei diesem Test werden eine posterior gerichtete Kraft und ein äußeres Rotationsdrehmoment kombiniert auf die Tibia ausgeübt, um das Ausmaß der Rotation des tibialen Tuberkels im Vergleich zum distalen Femur zu bestimmen. Da dieser Test einer erheblichen interindividuellen Varianz unterliegt, muss immer ein Seitenvergleich durchgeführt werden. Eine positive hintere Rotationsschublade ist üblicherweise ein Indikator für eine posterolaterale Verletzung mit Beteiligung des popliteofibularen Ligaments und der Popliteus-Sehne (10).



Abbildung 3: Hintere Rotationsschublade (50)

2.4.4 Positiver Dial Test in 30° Flexion

Der Dial Test gehört zu den Standard-Testverfahren um Verletzungen der posterolateralen Strukturen festzustellen (72). Bei der Untersuchung kann der Patient auf dem Bauch oder in Rückenlage positioniert werden. Wie in Abbildung 4 dargestellt, kann bei 30° Kniebeugung die erhöhte Außenrotation der Tibia im Vergleich zum kontralateralen, unverletzten Knie beurteilt werden (6). Griffith et al. hat beschrieben, dass ein positiver Dial Test bei 30° Flexion auch auf posteromediale Verletzungen hinweisen kann (24).



Abbildung 4: Dial Test in 30° Flexion (50)

2.4.5 Positiver Dial Test in 90° Flexion

Beim Dial Test in 90° Flexion liegt der Patient in Bauch- oder Rückenlage mit 90° flektierten Kniegelenken. Dabei wird wieder die Außenrotation des Unterschenkels im Seitenvergleich untersucht. Fällt eine vermehrte Außenrotation auf, deutet dies auf eine posterolaterale Schädigung hin (59). Eine verstärkte Außenrotation bei 30° mit erhaltener Stabilität bei 90° zeigt eine isolierte Verletzung der posterolateralen Strukturen an, während eine erhöhte Außenrotation bei beiden Winkeln eine Verletzung sowohl der posterolateralen Strukturen als auch des hinteren Kreuzbandes nahelegt (6).

2.4.6 Laterale Aufklappbarkeit in Streckstellung und 20 – 30° Flexion

Der Varus-Stress-Test zur Feststellung lateraler Aufklappbarkeit wird durchgeführt, indem Varus-Stress auf den Fuß und den Knöchel des Patienten mit einer Hand ausgeübt und das Knie am Oberschenkel mit der anderen Hand stabilisiert wird (siehe Abbildung 5). Positiver Varus-Stress-Test mit Öffnung des Seitenfaches bei 30° Kniebeugung jedoch ohne Öffnung bei voller Streckung ist ein starker Indikator für eine isolierte Komplettruptur des LCL. Wenn die Öffnung bei voller Streckung ebenfalls gegeben ist, ist dies ein Hinweis auf eine begleitende Kreuzbandverletzung (10,46).



Abbildung 5: Varus Stress Test (50)

2.5 Bilddiagnostik

Neben der klinischen Untersuchung spielen bildgebende Verfahren eine wesentliche Rolle bei der Erkennung von posterolateralen Instabilitäten. Bei akuten Verletzungen sollten diese in jedem Fall zur Diagnosesicherung erfolgen. Bei chronischen und länger zurück liegenden Verletzungen können sie Aufschluss über einen bereits bestehenden Grad der Arthrose geben (64).

2.5.1 Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen

Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in zwei Ebenen (a.p. und streng seitlich) gehören zum diagnostischen Basisrepertoire bei Verdacht auf knöcherne Ausrisse und Bandverletzungen am Kniegelenk (1,59). In Abbildung 6 ist eine knöcherne Avulsion der Fibulaspitze dargestellt.



Abbildung 6: Röntgen des Kniegelenks a.p. mit knöcherner Avulsion der Fibulaspitze (Prof. Dr. Mirco Herbort)

2.5.2 Stressaufnahme VKB/HKB

Bei der gehaltenen Röntgenaufnahme des Kniegelenks in 90° Flexion wird ein definierter Druck auf die Tibia nach dorsal ausgeübt (59). Dadurch kann eine posteriore Verschiebung der Tibia quantitativ dargestellt werden (1). Durch diese Aufnahme kann vor allem im Seitenvergleich bei chronischen Verletzungen des hinteren Kreuzbandes eine Instabilität festgestellt werden (59). Die gehaltene Aufnahme der gesunden Seite ist vor allem bei chronischen Verletzungen als Referenzwert zur Feststellung einer hinteren Schublade hilfreich (1). Ein Konsens über die exakte Seitendifferenz zur sicheren Einordnung als hintere Instabilität besteht bisher nicht. Petersen und Zantop schlagen 5 mm Differenz im Seitenvergleich vor und gehen ab 12 mm Seitendifferenz von einer Begleitverletzung der posterolateralen oder posteromedialen

Strukturen aus (58). Da hintere Instabilitäten klinisch mit vorderen Instabilitäten verwechselt werden können, sollte bei Verdacht auf eine Verletzung des hinteren Kreuzbandes in jedem Fall eine gehaltene Aufnahme durchgeführt werden (79).

2.5.3 Seitliche Stressaufnahmen (medial/lateral)

Seitliche Stressaufnahmen des Kniegelenks sind hilfreich, wenn bei der klinischen Untersuchung eine pathologische Aufklappbarkeit des medialen oder lateralen Seitenbandkomplexes auffällt. Auf Höhe des Gelenkspaltes kann in Extensionsstellung eine Krafteinwirkung in Varus- oder Valgusrichtung erfolgen, die im Röntgenbild quantifiziert wird. Eine deutliche Aufklappbarkeit im Varussinn deutet auf eine Verletzung des LCL, eine vermehrte Aufklappbarkeit im Valgussinn auf eine Läsion des MCL hin (79).

2.5.4 MRT Kniegelenk

Die Untersuchung des Kniegelenks mittels MRT ist bei traumatischen Verletzungen im Akutstadium fest etabliert und eignet sich sehr gut zur Diagnostik von Knochenkontusionen oder okkulten Frakturen (30). Verletzungen des Bandapparates sind ebenfalls mit sehr hoher Sicherheit feststellbar (76). In Abbildung 7 ist deutlich der Erguss um das rupturierte hintere Kreuzband sowie das laterale Kollateralband zu erkennen. Auch begleitende Läsionen der Menisken, Kollateralbänder und Knorpel sind sehr gut diagnostizierbar. Allerdings sinkt die Sensitivität bei chronischen Verletzungen auf 57% (59).



Abbildung 7: Ruptur des hinteren Kreuzbandes und des lateralen Seitenbandes (Prof. Dr. Mirco Herbert)

2.5.5 CT Kniegelenk

Die Multislice-CT-Aufnahme des Kniegelenks ist eine schnelle Methode, Kniegelenksfrakturen zu diagnostizieren, zu beschreiben und zu klassifizieren. Vor allem bei komplexen Frakturen des Kniegelenks liefert die Möglichkeit der 3-D-Rekonstruktion wertvolle Hinweise zur Beurteilung der Lage von Osteosynthesen und Gelenkstufen. Operationsplanungen und Prognoseeinschätzungen können mithilfe des Kniegelenk-CTs im Vergleich zur klassischen Röntgenaufnahme genauer getroffen und verbessert werden (30).

2.5.6 CT Kniegelenk mit Angiographie

Die CT-Angiographie ist ein schnelles und verhältnismäßig kostengünstiges Verfahren der traumatologischen Diagnostik, mit welcher knöcherne und vaskuläre Strukturen gleichzeitig dargestellt werden können. Besonders bei schweren Knie-traumata mit möglicher Gefäßbeteiligung sollte diese verhältnismäßig wenig invasive Untersuchungsmethode in Betracht gezogen werden (30).

2.5.7 Bein-Achsenstandaufnahmen a.p. zur Achsvermessung

Anhand einer Ganzbeinstandaufnahme können die Achsverhältnisse der Beine präzise bestimmt werden (79). Bei chronischen Instabilitäten und mit Arthrose gekoppelter Bandinstabilität sind Aufnahmen von Beinachsdeformitäten in der Frontalebene besonders relevant. Vor allem bei chronischen medialen und lateralen Instabilitäten ist die Beurteilung der Beinachse ein wichtiges diagnostisches Mittel, da eine hierbei festgestellte Varusdeformität ein besonders hohes Versagensrisiko für Rekonstruktionen mit sich bringt (1,63).

2.5.8 Röntgen-Unterschenkel lang seitlich – Slope Analyse

Die Neigung des Schienbeinplateaus gegenüber dem Schaft wird als tibialer Slope bezeichnet (1). Ist das Tibiaplateau nach dorsal geneigt, führt dies zu einem „Gleiten“ des Oberschenkel gegenüber dem Unterschenkel nach kaudal (19,63). Dies kann zu einer Last auf dem vorderen Kreuzband führen und relevant für Rezidivinstabilitäten sein. Die Aufnahme für die Slope Analyse wird im seitlichen Strahlengang auf einer langen Röntgenkassette mit dem Kniegelenk in streng seitlicher Einstellung durchgeführt (1).

2.6 Klassifikationen der posterolateralen Instabilität

Am Kniegelenk existieren unterschiedliche Einteilungs- und Klassifizierungsschemata. Die Klassifikation nach Hughston basiert auf dem Zustand des hinteren Kreuzbandes und

unterscheidet zum einen gerade Instabilitäten von Rotationsinstabilitäten (32). Darüber hinaus unterscheidet Hughston anteromediale, anterolaterale, posteromediale sowie posterolaterale Instabilitäten (33).

Eine weitere Klassifikation insbesondere der posterolateralen Instabilitäten wurde durch Fanelli vorgenommen. Er differenziert die Instabilitäten nach Fanelli A, B und C (16,17). Dabei liegt eine Instabilität nach A vor, wenn ausschließlich eine vermehrte Außenrotation im Kniegelenk möglich ist. Eine Verletzung nach der Klasse B liegt vor, wenn zusätzlich zur vermehrten Außenrotation auch eine Verletzung im Varussinn mit einem weichen Endpunkt und einer verstärkten Hyperextension diagnostiziert werden kann. Eine Einteilung nach Fanelli C erfolgt, wenn es keinen echten Endpunkt bei der Ausübung von Varusstress gibt (14).

Von Harner wird eine Einteilung nach dem Ausmaß der hinteren Schublade im Seitenvergleich der gehaltenen Stressaufnahme vorgeschlagen, die eine Therapieempfehlung für konservative bzw. operative Therapieansätze beinhaltet (28).

2.7 Therapie

In biomechanischen Untersuchungen wurde gezeigt, dass die Reparatur bzw. Rekonstruktion der posterolateralen Strukturen bei kombinierten Verletzungen von HKB und PLC eine gute Prognose haben. Wird nur das HKB rekonstruiert, führt dies zu dessen Überbelastung und schlechteren Ergebnissen, wenn die posterolateralen Strukturen nicht ebenfalls chirurgisch rekonstruiert werden (74). In der Praxis finden sich jedoch sehr unterschiedliche Ansätze zur Therapie dieser Verletzung.

2.7.1 Primäre HKB-Konstruktion, posterolateral konservativ

Bei einer Rekonstruktion des hinteren Kreuzbandes wird zwischen der Einzelbündel- und der Doppelbündel-Technik unterschieden. Bei der Einzelbündeltechnik wird lediglich das kräftigere anterolaterale Bündel durch ein autologes Sehnentransplantat (Semitendinosus-/Gracilis-Sehne) mit Verankerung in einem femoralem und einem tibialen Tunnel ersetzt (58). Bei der Doppelbündel-Rekonstruktion erfolgt zusätzlich zum beschriebenen Ersatz des anterolateralen Bündels auch die Rekonstruktion des posteromedialen Bündels durch ein autologes

Sehnentransplantat. Diese Operation ist jedoch sehr anspruchsvoll und aufwendig, zusätzlich wurden bisher noch keine besseren klinischen Ergebnisse im Vergleich zur Einzelbündeltechnik nachgewiesen. Deshalb wird diese Methode bislang nur vereinzelt eingesetzt (41). Werden bei einer kombinierten Verletzung jedoch die posterolateralen Strukturen nicht rekonstruiert, besteht sowohl bei einer Einzelbündel- als auch bei einer Doppelbündelrekonstruktion weiterhin eine Rotationsinstabilität des verletzten Kniegelenks (4).

2.7.2 Larson Schlinge

Eine gängige Operationstechnik der posterolateralen Strukturen ist die isometrische Rekonstruktion nach Larson. Zur Stabilisierung wird häufig eine kontralaterale Semitendinosus-Sehne verwendet, die durch ein fibuläres Bohrloch gezogen und mit beiden Enden im Bereich des Epicondylus lateralis fixiert wird. Wie in Abbildung 8 dargestellt, dient der vordere Transplantatschenkel als Ersatz des lateralen Kollateralbandes, der hintere als Ersatz des Popliteuskomplexes (58,80). Allerdings entspricht der Verlauf der transplantierten Sehnen nicht genau dem Verlauf des Ligamentum popliteofibulare, das einen wesentlichen Einfluss auf die Stabilität der Rotation des Kniegelenks hat (57).



Abbildung 8: Larson Schlinge (21)

2.7.3 Offener, modifizierter und anatomischer Larson

In Abweichung zu der nach Larson normalerweise isometrisch durchgeführten Rekonstruktion der posterolateralen Strukturen wird diese in einer durch Arciero beschriebenen Methode möglichst anatomisch wiederhergestellt (5). Anstelle der Rekonstruktion des Popliteuskomplexes durch das fibuläre Bohrloch bei der isometrischen Rekonstruktion wird der Popliteuskomplex mittels eines tibialen Tunnels fixiert (59). Dadurch wird die Belastung auf das HKB-Transplantat reduziert (52).

2.7.4 Rekonstruktion nach LaPrade

Bei der in Abbildung 9 dargestellten Rekonstruktion nach LaPrade werden das Außenband (FCL), die Popliteussehne (PLT) und das Lig. popliteofibulare (PFL) gemäß deren anatomischer Verläufe wiederhergestellt. Dazu wird von LaPrade in der Originalbeschreibung ein Achillessehnen-Transplantat mit anhängendem Knochenblock verwendet, häufig wird die Operation jedoch auch mit Hamstringtransplantaten durchgeführt. Durch die Zentren der femoralen Insertionen von Außenband und Popliteussehne werden die Transplantate in Bohrkanälen des Femurs, der Tibia und der Fibula fixiert (34,45,47).

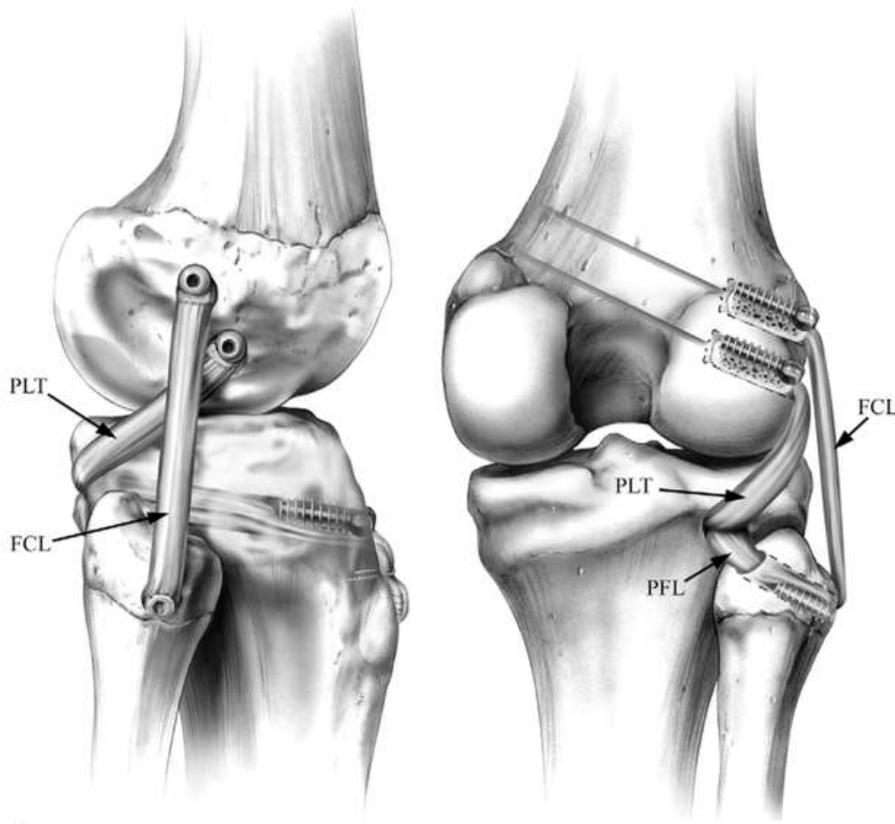


Abbildung 9: Rekonstruktion nach LaPrade (47)

2.7.5 Popliteusbypass

Kombinierte Rupturen des Hinteren Kreuzbandes und der Popliteussehne führen zu einer dorsalen Instabilität von bis zu 15 mm beim hinteren Schubladentest. Beim anatomischen

Popliteusbypass wird die Popliteussehne offen oder - nach einer von Frosch beschriebenen Methode - auch arthroskopisch mit einem Transplantat rekonstruiert (20,21,35). Das Ziel dieser anatomischen Rekonstruktion ist die Verminderung der Rotationsinstabilität bei Verletzungen der posterolateralen Strukturen. Inwieweit dies eine Verbesserung der Stabilität bewirkt, ist Gegenstand der wissenschaftlichen Diskussion (78).



Abbildung 10: Popliteussehnenbypass (20), Verwendung unter CC BY 4.0, Abgewandelt in Graustufen im Vergleich zum Original

2.7.6 Bizeps-femoris-Streifen (modifizierten Technik nach Bousquet)

Bei der posterolateralen Stabilisierung in der modifizierten Technik nach Bousquet wird der sehnige Anteil des M. Biceps femoris verwendet, um die Funktion des popliteofibularen Ligaments wiederherzustellen. Die Insertion am Fibulaköpfchen des M. Biceps femoris wird belassen und ein etwa 10 cm langer und 8-10 mm breiter Streifen nach proximal präpariert. Das freie Ende wird am Insertionsbereich der Popliteussehne am Femur unter Anspannung des Transplantats fixiert (7).

2.8 Postoperative Nachbehandlung

Die Rehabilitation sollte in 3 Phasen gestaffelt ablaufen.

1. Phase: Linderung der Schmerzen, Reduktion der Schwellung, Thromboseprophylaxe, Resorption von Hämatomen
2. Phase: geschützte Mobilisierung, Erreichen der ursprünglichen passiven Beweglichkeit ohne Überbelastung der Rekonstruktion oder Sehnennaht, sicheres Gangbild
3. Phase: aktive Stabilisierung mit Wiederherstellung der vollen Leistungsfähigkeit aller Extensoren, Flexoren und Rotatoren (35).

Die postoperative Rehabilitation wird von Crespo et al. nach folgendem Schema empfohlen: 6 Wochen HKB-Orthese; frühfunktionelle Nachbehandlung mit freier Bewegung direkt postoperativ; Quadrizeps-Anspannung und Patella-Mobilisierung für 6 Wochen; nach 6 Wochen schmerzadaptierte Teilbelastung; Weglassen der Orthese, sobald der Patient eine komplette Streckung im Knie erreicht; nach 4 Monaten Aufnahme von sportspezifischem Training (10).

Zantop und Petersen beschreiben eine defensivere Rehabilitation mit Lagerung des Beines in Streckung mit einer HKB-Orthese für 6 Wochen; Teilbelastung mit 20 kg für 4 Wochen; Krankengymnastische Übungen in den ersten 6 Wochen zur Ausschaltung der Schwerkraft und Schonung der HKB-Rekonstruktion nur in Bauchlage mit ansteigender Extension/Flexion bis 0-0-90° bis Ende der 6. Woche; anschließende Mobilisation in HKB-Orthese mit freier Beweglichkeit (80).

Die Rehabilitationskonzepte sind abhängig von den an der Verletzung beteiligten Strukturen und werden von den behandelnden Ärzten und Physiotherapeuten anhand funktioneller Tests individuell auf den Patienten abgestimmt durchgeführt (50).

2.9 Ergebnisqualität

Zur Messung der Ergebnisse einer Behandlung nach einer kombinierten posterolateralen Verletzung existieren diverse klinische und radiologische Verfahren. Diese unterscheiden sich in

der Gewichtung der einzelnen Funktionen des Knies und gehen häufig von einem Punktwert von 100 für ein komplett gesundes Knie aus. Funktionseinschränkungen werden mit Punktabzügen bewertet, allerdings ist aus diesen Scores, wie beispielsweise dem Lysholm Score (51) häufig nicht ersichtlich, wo genau die Funktionseinschränkung des Knies liegt (29).

Im IKDC Auswertungsbogen werden Kriterien wie das subjektive Empfinden des Patienten, der Bewegungsumfang, diverse klinische und funktionelle Tests u. a. herangezogen, um das Ergebnis einer Behandlung zu klassifizieren (29).

Auch radiologische Verfahren können ein wichtiger Indikator für die möglichst objektive Einschätzung des Erfolgs einer Operation sein. Die radiologische Messung der dorsalen Instabilität mittels der hinteren Schublade im Seitenvergleich ist ein etabliertes Verfahren. In einer Studie von Frosch et al. wurde präoperativ eine Seitendifferenz von 13,3 mm (+/- 1,9 mm) gemessen, ein Jahr nach dem Eingriff betrug der Unterschied noch 2,9 mm (+/- 2,2 mm). Dies entspricht also einer mittleren Verbesserung um etwa 78 Prozent (20). Geeslin und La Prade beschreiben eine Reduzierung der Seitendifferenz bei der hinteren Schublade von 14,9 mm (Bereich 12 bis 22 mm) auf 1,2 mm (Bereich von 0 bis 4 mm) postoperativ nach durchschnittlich 2,5 Jahren. Das entspricht einer Reduktion der hinteren Schublade von durchschnittlich 92 Prozent (22).

2.10 Rückkehr zum Sport

Die Verletzung des hinteren Kreuzbandes mit Beteiligung der posterolateralen Strukturen ist eine schwerwiegende Verletzung, die eine monatelange Rehabilitation nach sich zieht. Nicht alle Patienten erreichen ihr ursprüngliches sportliches Leistungsniveau, sondern müssen mit Einschränkungen leben. Die Rückkehr zum Sport hängt auch von der ausgeübten Sportart ab (20). Gemäß einer Klassifikation des International Knee Documentation Committee können Sportarten in vier Level eingestuft werden:

- Level I: Springen, Drehbewegungen, Abrupte Richtungswechsel und Verzögerungsbewegungen, Fußball, American Football
- Level II: Schwere körperliche Arbeit, Skifahren, Tennis
- Level III: Leichte körperliche Arbeit, Joggen, Laufen

Level IV: Sitzende Tätigkeiten (29)

In der Literatur wird beschrieben, dass zwischen 21,7% (39) und 68% (36) der Patienten nach einer kombinierten posterolateralen Verletzung ihr ursprüngliches sportliches Leistungsniveau wieder erreichen. Die Ergebnisse von Follow-up Studien zur Therapie von kombinierten posterolateralen Instabilitäten sind jedoch schwierig zu vergleichen, da die Verletzungen sehr variabel ausgeprägt sind und die Versorgung insgesamt keinem Standard folgt (26,68).

2.11 Studienziel und Hypothese

Verletzungen des hinteren Kreuzbandes mit Beteiligung der posterolateralen Strukturen haben in den vergangenen Jahren in der wissenschaftlichen Literatur an Bedeutung gewonnen. Die Vorgehensweise in Bezug auf Diagnose, Therapie und Nachsorge ist jedoch bis heute uneinheitlich. Es gibt bislang keinen Goldstandard und keine Leitlinie für die Behandlung der posterolateralen Gelenksverletzungen.

Das Ziel der Studie ist, durch eine Umfrage bei erfahrenen, arthroskopisch tätigen Kniechirurgen einen Überblick über die Versorgungsrealität dieser Verletzung zu erhalten.

Die Hypothese der Studie lautet: Es gibt keinen Unterschied in Bezug auf Diagnostik, Behandlung und Nachsorge zwischen arthroskopisch tätigen Unfallchirurgen bzw. Orthopäden die zwanzig oder mehr kombinierte posterolaterale Knieverletzungen pro Jahr operativ versorgen und denjenigen die weniger als zwanzig posterolaterale Knieverletzungen operativ versorgen.

3 Methoden

Um einen Überblick über die gängigen und überwiegend angewendeten Methoden der Diagnostik, Therapie und Nachbehandlung von posterolateralen Verletzungen zu erhalten, soll eine ausreichend hohe Anzahl von operativ tätigen Unfallchirurgen und Orthopäden befragt werden. Dabei wird überprüft, ob es bei dieser Verletzung signifikante Unterschiede zwischen den behandelnden Ärzten gibt, die posterolaterale Instabilitäten häufig behandeln und denjenigen, die diese Verletzung selten therapieren. Es sollen generell nur grundsätzlich erfahrene Ärzte an der Umfrage teilnehmen, damit durch die Umfrage eine entsprechend valide Aussage getroffen werden kann.

3.1 Studiendesign

Die Studie wurde in Form einer Online-Befragung durchgeführt, bei der insgesamt 458 Orthopäden und Unfallchirurgen (N = 458) mit der Bitte zur Teilnahme an der Befragung angeschrieben wurden. Die Befragungsteilnehmer wurden per Email mit einem persönlichen Link kontaktiert und gaben durch die Teilnahme ihr Einverständnis zur anonymisierten Auswertung der Daten zu wissenschaftlichen Zwecken.

Auf der Startseite der Umfrage wurden die Teilnehmer begrüßt, anschließend wurden eine Reihe von demografischen Fragen u. a. zur Erfahrung der Behandlung von Verletzungen des hinteren Kreuzbandes und dann einige Fragen zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge von posterolateralen Verletzungen gestellt.

3.2 Datenerhebung

Die Befragung wurde mithilfe eines Online-Umfrage-Tools (Unipark von QuestBack) durchgeführt, welche die Online Befragungssoftware EFS Survey für wissenschaftliche Befragungen für Hochschulen anbietet und die professionelle Erhebung, Speicherung und Verwaltung von Befragungsdaten ermöglicht (<http://www.unipark.info>; QuestBack GmbH). Das Ausfüllen des Fragebogens dauerte zwischen neun und zwölf Minuten, war freiwillig und wurde nicht

vergütet. Die Umfrage war so gestaltet, dass keine Items ausgelassen werden konnten, sondern alle Fragen verpflichtend beantwortet werden mussten, um die Umfrage abzuschließen. Die befragten Ärzte wurden nach zehn Tagen an die Teilnahme erinnert, wenn sie die Befragung bis dahin noch nicht abgeschlossen hatten. Zwei weitere Erinnerungen zur Teilnahme wurden im Abstand von jeweils zwei Wochen versendet. Der Befragungszeitraum erstreckte sich auf den Zeitraum zwischen 06.12.2016 und 31.01.2017.

Die Auswertung der Studie erfolgte anonymisiert, so dass keine Rückschlüsse auf die Antworten einzelner Teilnehmer gezogen werden konnten.

3.3 Vorüberlegungen zur Methodenwahl

Das Ziel einer Umfrage ist, möglichst vollständige Datensätze zu erhalten. Eine große Anzahl komplett beantworteter Fragebögen ist eine wichtige Voraussetzung, um möglichst repräsentative Aussagen mit einer hohen Power treffen zu können. Deshalb war eine wichtige Überlegung, wie eine hohe Rückläuferquote erreicht werden kann. Ein wichtiger Faktor dafür ist eine kurz gehaltene Umfrage, die von den Befragungsteilnehmern in einer überschaubaren Zeit beantwortet werden kann (75).

Für eine hohe Rückläuferquote war zudem eine wichtige Überlegung, wer der Absender der Umfrage sein sollte. Die Annahme ist, dass eine offizielle Stelle als Absender eine höhere Glaubwürdigkeit hat und zu besseren Ergebnissen führen würde. Weiterhin war ein wichtiger Aspekt die Rechtssicherheit der Umfrage, da ein Anschreiben ohne Erlaubnis rechtliche Konsequenzen nach sich ziehen könnte (53).

3.4 Methodenwahl

Die Befragung wurde als Online-Umfrage durchgeführt. Bei einigen Fragen wurde ein Textfeld für eigene Kommentare und Anmerkungen eingefügt. Der Vorteil dabei ist, neben der Erfassung objektiver Gegebenheiten auch subjektive Meinungen und Vorgehensweisen zu erfahren. Allerdings ist der Nachteil der Umfrage, dass die Zielpersonen die Teilnahme abbrechen oder verweigern und somit die Repräsentativität der Studie gefährden können. Neben

quantitativen Fragen zur Anzahl der Operationen von VKB und HKB wurden qualitative Fragen zu Diagnostik, Therapie und postoperativer Nachbehandlung gestellt (73).

3.5 Kritische Betrachtung der Vorgehensweise

Es besteht bei Umfragen die Gefahr, dass die Untersuchungsergebnisse durch Störvariablen verzerrt werden. Faktoren können unter anderen die soziale Erwünschtheit der Befragten sein, die zu verfälschten Ergebnissen führen. Allerdings wurden die Teilnehmer darauf hingewiesen, dass die Umfrage anonymisiert ausgewertet wird, was die Wahrscheinlichkeit sozial erwünschter Antworten reduziert (65).

3.6 Fragebogen

Der Fragebogen wurde als standardisierte Befragung konzipiert. Er setzt sich in erster Linie aus nicht offenen sondern aus geschlossenen Fragen zusammen. Bei diesen Fragen existieren vorgegebene Antwortmöglichkeiten, woraus sich die Bezeichnung der Methode als standardisiert ableiten lässt (40). Die Befragung umfasst zweiundzwanzig Fragen zu Demografie, praktischen Erfahrung, diagnostischen Maßnahmen, Behandlungsmethoden und zur Nachsorge von posterolateralen Knieinstabilitäten. Weiterhin wurden zwei Fallbeispiele vorgegeben, die von den Befragten beantwortet werden sollten. Er wurde in Zusammenarbeit mit Dr. Christian Schoepp, Prof. Dr. Mirco Herbort und Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch erarbeitet und abgestimmt und ist im Anhang beigefügt.

3.7 Software

3.7.1 Statistik

Die statistische Datenauswertung erfolgte mit IBM SPSS Statistics 24 für Macintosh sowie Microsoft Excel für Mac.

3.7.2 Testverfahren

Die statistische Datenanalyse wurde mittels parametrischer und nicht-parametrischer Tests durchgeführt. Bei den Mehrfachantworten wurde ein chi-Quadrat-Test durchgeführt, um Unterschiede zwischen den beiden Befragungsgruppen zu prüfen (2). Das Signifikanzniveau wurde bei 5% festgelegt ($p \leq 0.05$).

3.8 Auswahl der Befragungsteilnehmer

Mit einer standardisierten Befragung wird zur Verallgemeinerung der Ergebnisse die statistische Repräsentativität angestrebt. Dazu muss die befragte Stichprobe ein verkleinertes Abbild der gewählten Grundgesamtheit darstellen (43).

Zu diesem Zweck wurde die Umfrage von Dezember 2016 bis Januar 2017 bei den deutschsprachigen InstruktorInnen der AGA – Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie sowie den Durchgangsärzten (D-Ärzte) der Krankenhäuser mit Beteiligung am Schwerstverletzungsartenverfahren (SAV) durchgeführt. Diese Auswahl der Befragungsteilnehmer wurde getroffen, da nur erfahrene Ärzte an der Umfrage teilnehmen sollten.

Die AGA hat von ihren Mitgliedern die Erlaubnis, diese im Rahmen einer Umfrage zu Forschungszwecken anzuschreiben. Zusätzlich ist die AGA eine renommierte Fachgesellschaft und ein Anschreiben der Mitglieder mit der Aufforderung zur Teilnahme an einer Umfrage hat einen hohen Stellenwert. Dies hat sich auch in der recht hohen Rückläuferquote gezeigt.

Die Voraussetzungen zur Erlangung des Titels „AGA-Instruktor“ beinhalten die Durchführung von 800 Arthroskopien als Hauptoperateur, davon mindestens 250 rekonstruierende Arthroskopien oder arthroskopische Eingriffe erhöhten Schwierigkeitsgrads. Zusätzliche Anforderungen sind 80 offene Gelenkoperationen sowie zwei Publikationen über Arthroskopie oder 10 Vorträge über arthroskopische Inhalte.

Die Anforderungen zur Beteiligung am Durchgangsarztverfahren werden von den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern nach §34 SGB VII geregelt. Unter anderem muss ein Durchgangsarzt als Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie tätig sein, mindestens ein Jahr in einer Abteilung zur Behandlung Schwer-Unfallverletzter eines zum Verletzungsartenverfahren

zugelassenen Krankenhauses gearbeitet haben, die Zusatzbezeichnung „Spezielle Unfallchirurgie“ nachweisen und diverse Seminare und Weiterbildungen besucht haben.

Die Befragungsteilnehmer sind demzufolge durchweg erfahrene Orthopäden und Unfallchirurgen und können ein hohes Maß an Kompetenz in der Behandlung schwerer Gelenksverletzungen nachweisen.

Insgesamt wurden 369 AGA-Instruktoren sowie 89 D-Ärzte in einer Online-Umfrage mit der Bitte kontaktiert, den Online-Fragebogen zu beantworten. Da nicht alle D-Ärzte die bezeichneten Knieoperationen selbst durchführen, wurden diese um Weiterleitung der Umfrage an den oder die entsprechenden Spezialisten im Hause gebeten.

3.9 Auswertung

Bei der Auswertung der Umfrage wurde insbesondere auf die Unterschiede der Behandlung zwischen Operateuren mit viel Erfahrung bei HKB-Verletzungen und denjenigen mit wenig Erfahrung bei HKB-Verletzungen geachtet. Da Verletzungen des hinteren Kreuzbandes nicht besonders häufig auftreten, wird ein behandelnder Arzt als „erfahren“ eingestuft, wenn er eine Grenze von mindestens 20 behandelten Fällen pro Jahr erreicht.

4 Ergebnisse der Befragung

Das Ziel dieser Umfrage ist herauszufinden, ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Diagnostik, Behandlung und postoperativen Vorgehensweise zwischen diesen beiden Gruppen gibt. Die Gruppe der Ärzte mit weniger als 20 HKB-Operationen pro Jahr wird Gruppe 1 genannt, die Gruppe der Ärzte mit 20 oder mehr HKB-Operationen wird Gruppe 2 genannt. Im folgenden Abschnitt werden erst die Ergebnisse aller Befragten dargestellt und bei den Fragen, bei welchen die beiden Gruppen signifikant unterschiedliche Antworten gegeben haben, die Ergebnisse nochmals eingehender erläutert.

4.1 Überblick über die Umfrageteilnehmer

Insgesamt wurden 458 Personen befragt. 369 gehörten zur Personengruppe der AGA-Instruktoren und 89 Personen zur Gruppe der D-Ärzte. Insgesamt nahmen 300 Personen an der Umfrage teil. 55 Personen gaben an, den Schwerpunkt der Tätigkeit nicht im Bereich des Knies zu haben. Diese Personen wurden nicht weiter befragt.

36 der verbliebenen 245 Teilnehmer haben nicht alle Fragen beantwortet. Insgesamt haben also 209 Personen mit dem Schwerpunkt „Knie-Operationen“ alle Fragen der Umfrage beantwortet. Damit liegt der Rücklauf der vollständigen Antworten bei 45,6 Prozent. Da der Anteil der fehlenden Antworten verhältnismäßig gering ist, wird das Verfahren der Available Case Analysis (2) angewendet, bei der alle verfügbaren Daten ausgewertet werden. Wenn zwischen den Variablen Maße wie z. B. Kovarianzen ermittelt werden, kommen nur die vollständigen Antwortbögen zum Tragen. Damit wird ein Teil des Informationsverlustes vermieden. Die unterschiedlichen Größen der Stichproben sind aufgrund der geringen Anzahl der fehlenden Antworten relativ gering, so dass die Aussagekraft der Auswertung erhalten bleibt.

4.2 Allgemeine Daten über die befragten Ärzte

Frage 1: „Bitte geben Sie Ihre Facharztbezeichnung an (Mehrfachauswahl möglich)“

Die befragten Ärzte waren zum größten Teil Fachärzte für Orthopädie und Unfallchirurgie (87%). Bei der Frage nach der Facharztausbildung waren Mehrfachnennungen möglich.

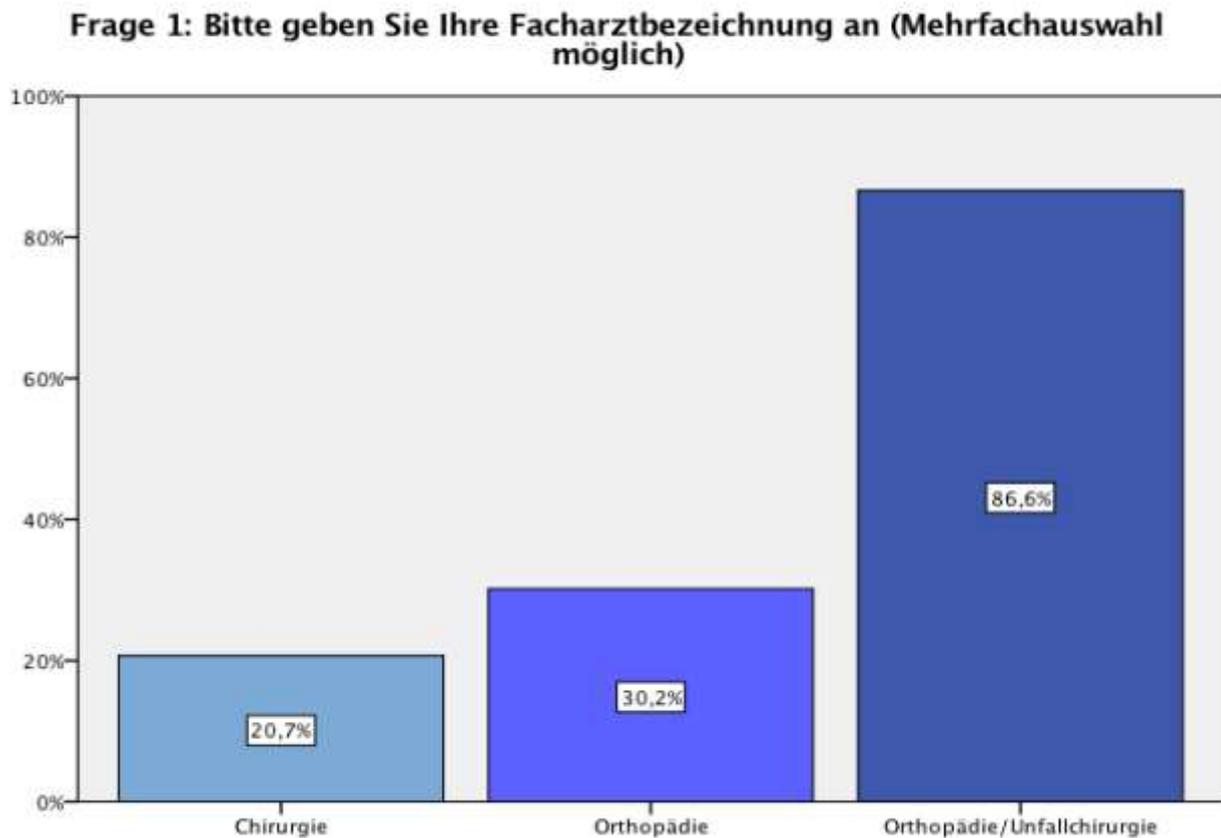


Abbildung 11: Fachärztliche Weiterbildung der Umfrageteilnehmer

Frage 2: „Bitte wählen Sie Ihr Arbeitsverhältnis aus:“

Die berufliche Position der Befragten war sehr heterogen, so gaben 29 Prozent an, als Chefarzt beschäftigt zu sein, 19 Prozent als Oberarzt und 2 Prozent als Facharzt. Eine große Gruppe von 41 Prozent arbeitet als Selbstständige und 9 Prozent als Angestellte in einer orthopädisch/chirurgischen Praxis.

Frage 3: „Geschlecht“

Die Befragten waren zum weit überwiegenden Anteil von 98 Prozent Männer und zu 2 Prozent Frauen.

4.3 Klinische Erfahrung der befragten Ärzte

Frage 4: „Wie groß ist Ihre klinische Erfahrung in der Diagnostik/Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur?“

Etwa 90 Prozent der Ärzte verfügen über mehr als 10 Jahre klinische Erfahrung bei der Behandlung von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes.

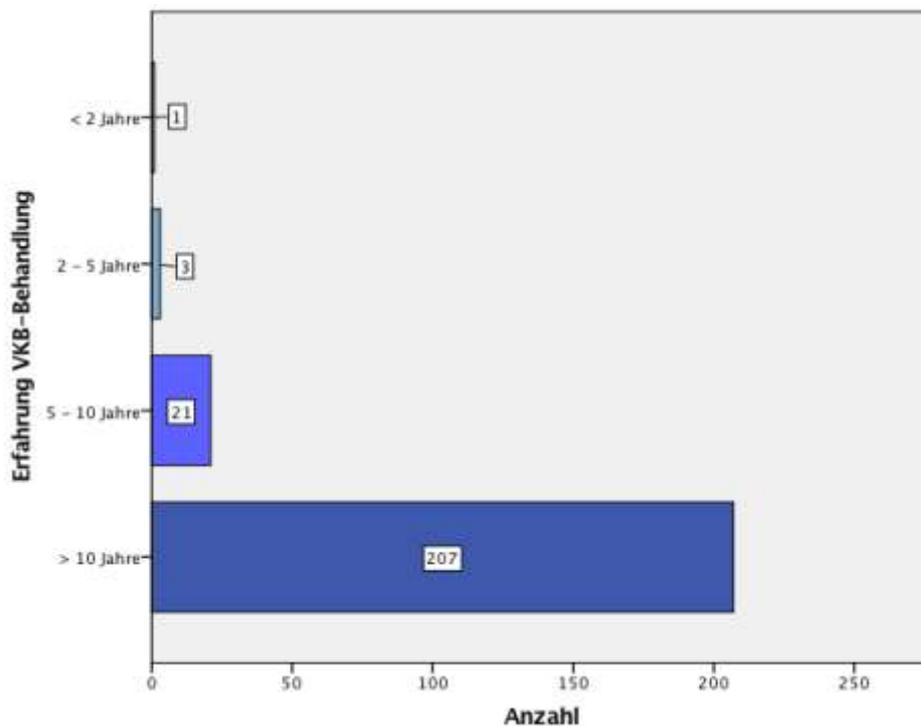


Abbildung 12: Behandlungserfahrung von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes

4.3.1 Häufigkeit der Behandlung von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes

Frage 5: „Wie viele VKB Rekonstruktionen führen Sie persönlich jährlich durch?“

80 Prozent der Ärzte führen persönlich mehr als 20 Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbandes durch, ein Viertel sogar mehr als 100 VKB-Rekonstruktionen.

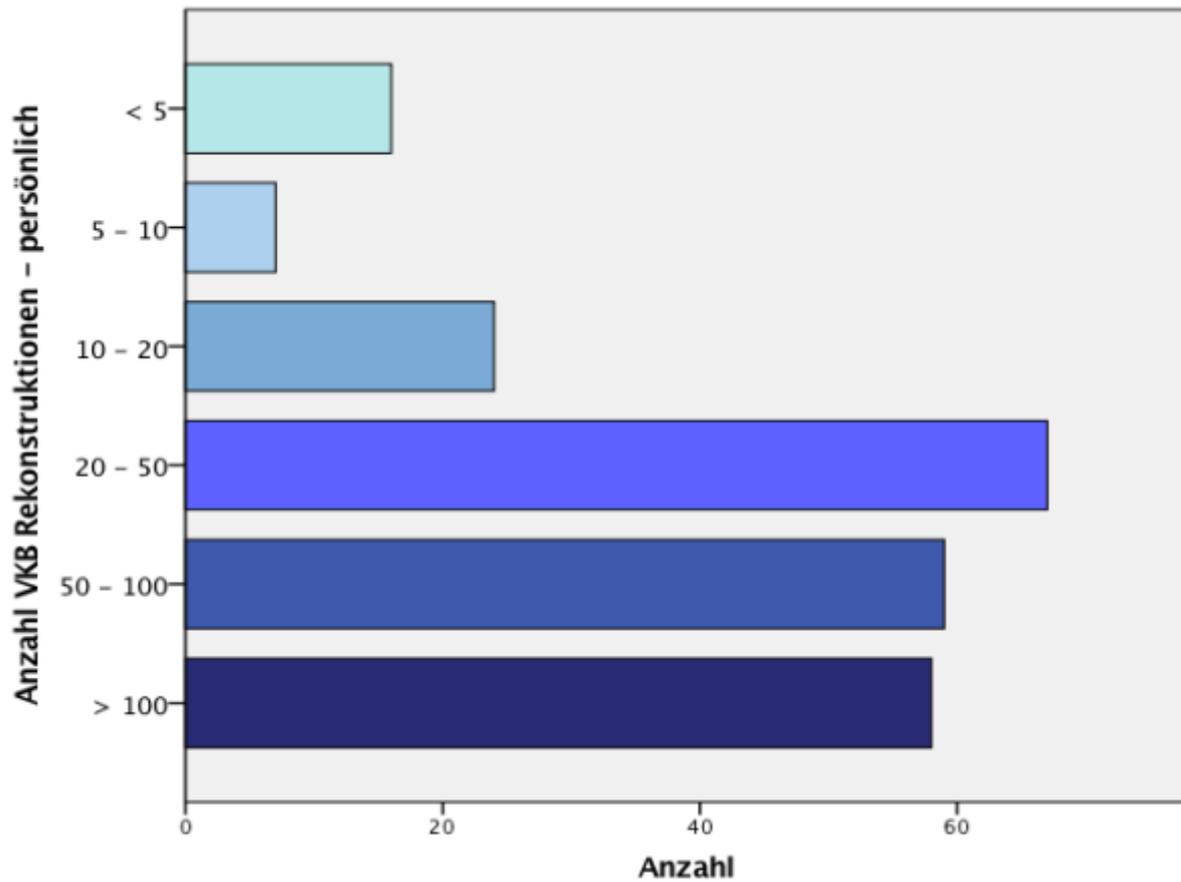


Abbildung 13: Anzahl der persönlich durchgeführten VKB-Rekonstruktionen pro Jahr

Frage 6: „Wie viele VKB Rekonstruktionen werden in Ihrer Institution jährlich durchgeführt?“

In den Instituten der Befragten werden bei knapp 75 Prozent insgesamt jährlich mehr als 50 Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbandes durchgeführt, in 20 Prozent mehr als 200 VKB-Rekonstruktionen.

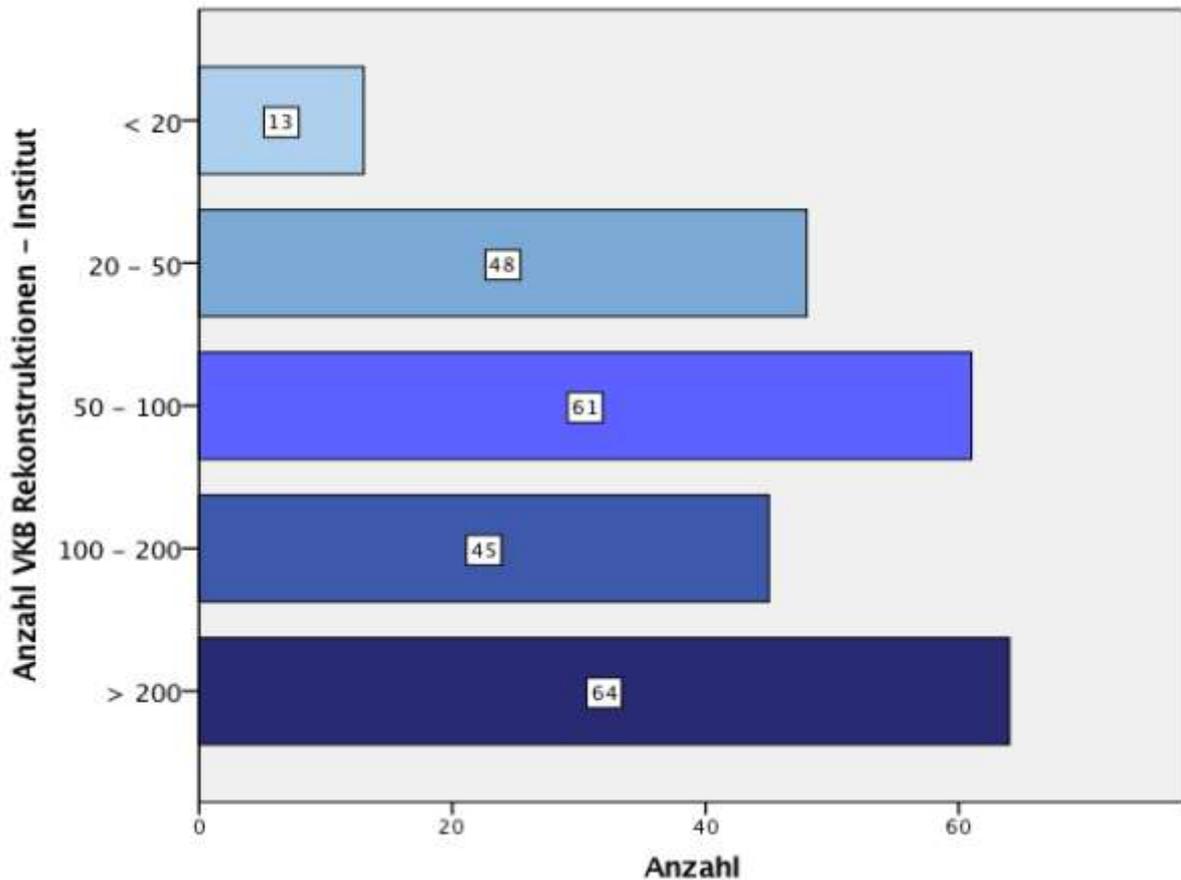


Abbildung 14: Anzahl der im Institut durchgeführten VKB-Rekonstruktionen pro Jahr

4.3.2 Häufigkeit der Behandlung von Verletzungen des hinteren Kreuzbandes

Frage 7: „Wie groß ist Ihre klinische Erfahrung in der Diagnostik/Behandlung der hinteren Kreuzbandruptur?“

Verletzungen des hinteren Kreuzbandes treten seltener auf, das spiegelt sich auch in der Umfrage wieder. Hier gaben 85 Prozent der Ärzte an, mehr als 10 Jahre an Erfahrung bei der Behandlung von Verletzungen des hinteren Kreuzbandes zu haben.

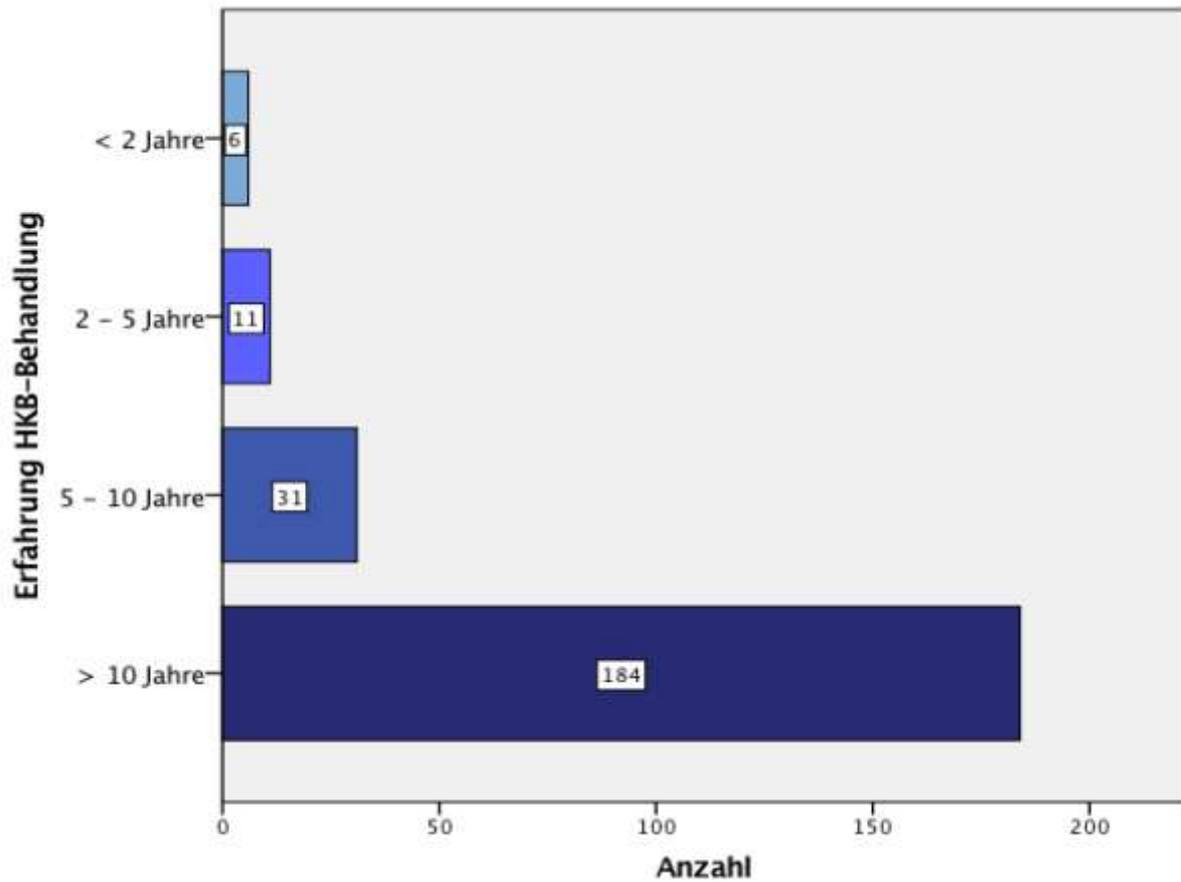


Abbildung 15: Behandlungserfahrung von Verletzungen des hinteren Kreuzbandes

Frage 8: „Wie viele HKB Rekonstruktionen führen Sie persönlich jährlich durch?“

Knapp die Hälfte der Befragten behandelt jedoch weniger als 5 HKB-Verletzungen pro Jahr. Über 20 Verletzungen des hinteren Kreuzbandes behandeln laut Umfrage etwa 12 Prozent der befragten Ärzte.

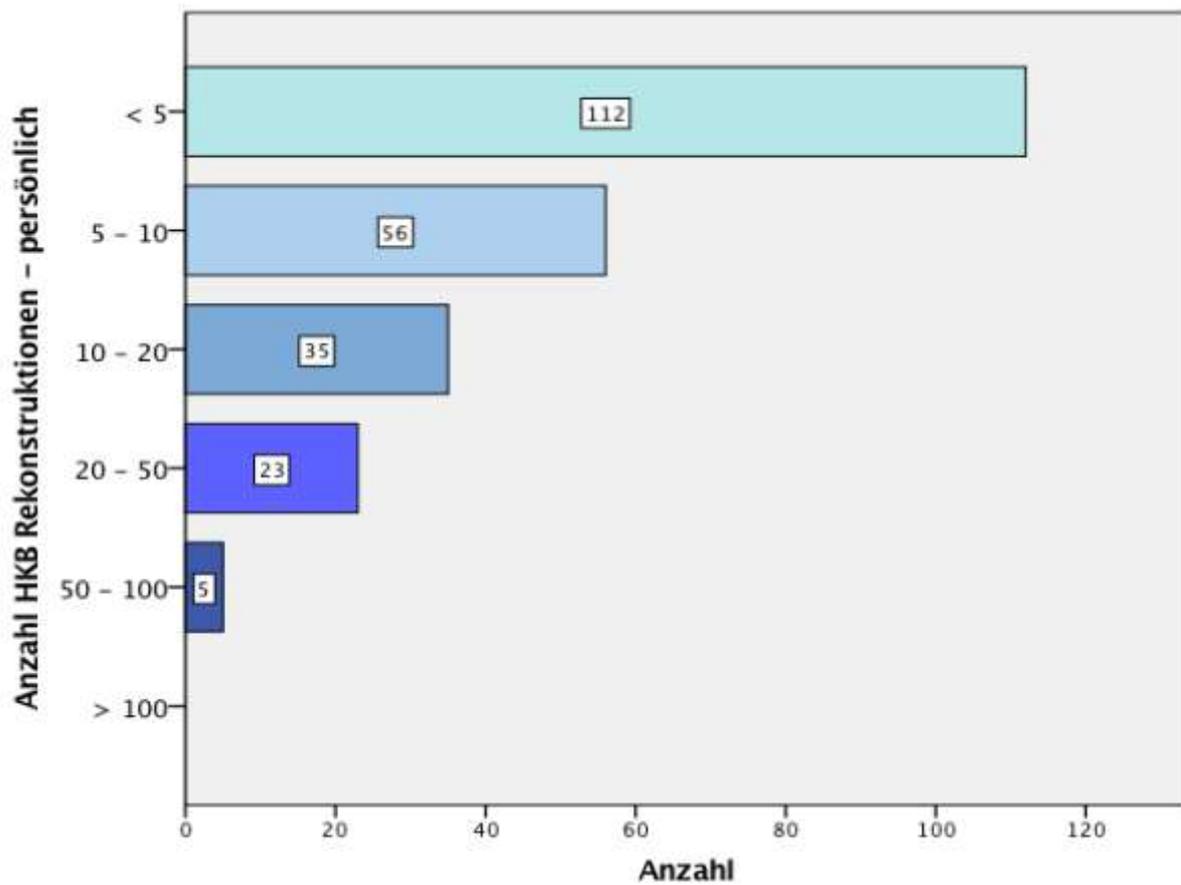


Abbildung 16: Anzahl der persönlich durchgeführten HKB-Rekonstruktionen pro Jahr

Frage 9: „Wie viele HKB Rekonstruktionen werden in Ihrer Institution jährlich durchgeführt?“

In den meisten Instituten werden weniger als 20 HKB-Verletzungen behandelt (knapp 75 Prozent), nur in wenigen Instituten erfolgen mehr als 50 HKB-Rekonstruktionen pro Jahr (ca. 9 Prozent).

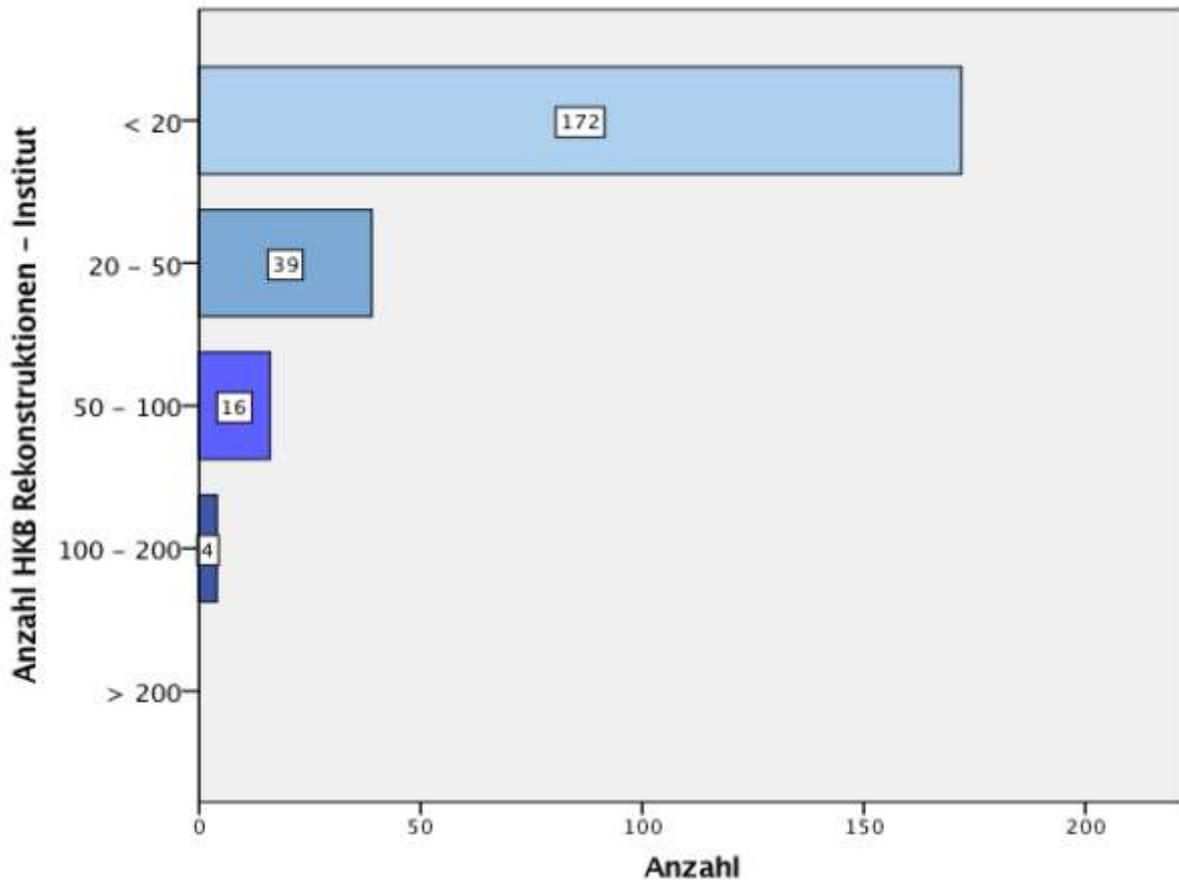


Abbildung 17: Anzahl der im Institut durchgeführten HKB-Rekonstruktionen pro Jahr

4.4 Präferierte Diagnostik

Der zweite Abschnitt der Umfrage beschäftigt sich mit den überwiegend angewendeten diagnostischen Maßnahmen der befragten Ärzte. Dabei wurde nach der klinischen Diagnostik, der Bilddiagnostik und der Klassifizierung von posterolateralen Verletzungen gefragt. Um einen Überblick über die Diagnostik abhängig von der Verletzungsphase (akut, subakut, chronisch) zu erhalten, wurde bei der Bilddiagnostik eine entsprechende Unterteilung vorgenommen.

4.4.1 Klinische Tests

Frage 10: „Welche klinischen Befunde/Tests haben für Sie bei V.a. kombinierte posterolaterale Instabilität Aussagekraft?“

In der klinischen Diagnostik bei Verdacht auf posterolaterale Instabilität wurde die hintere Rotationsschublade mit 75% am häufigsten genannt. Die laterale Aufklappbarkeit in 20-30° Beugung und das Auftreten der spontanen hinteren Schublade folgen mit Häufigkeiten von knapp 66 Prozent. Der Reversed Pivot Shift Test kommt wird mit 42,4 Prozent am seltensten angewendet. Es zeigt sich ein sehr heterogenes Bild in der angewendeten klinischen Diagnostik, was auf unterschiedliche Herangehensweisen zur Erkennung von Verletzungen der posterolateralen Gelenkecke hindeutet.

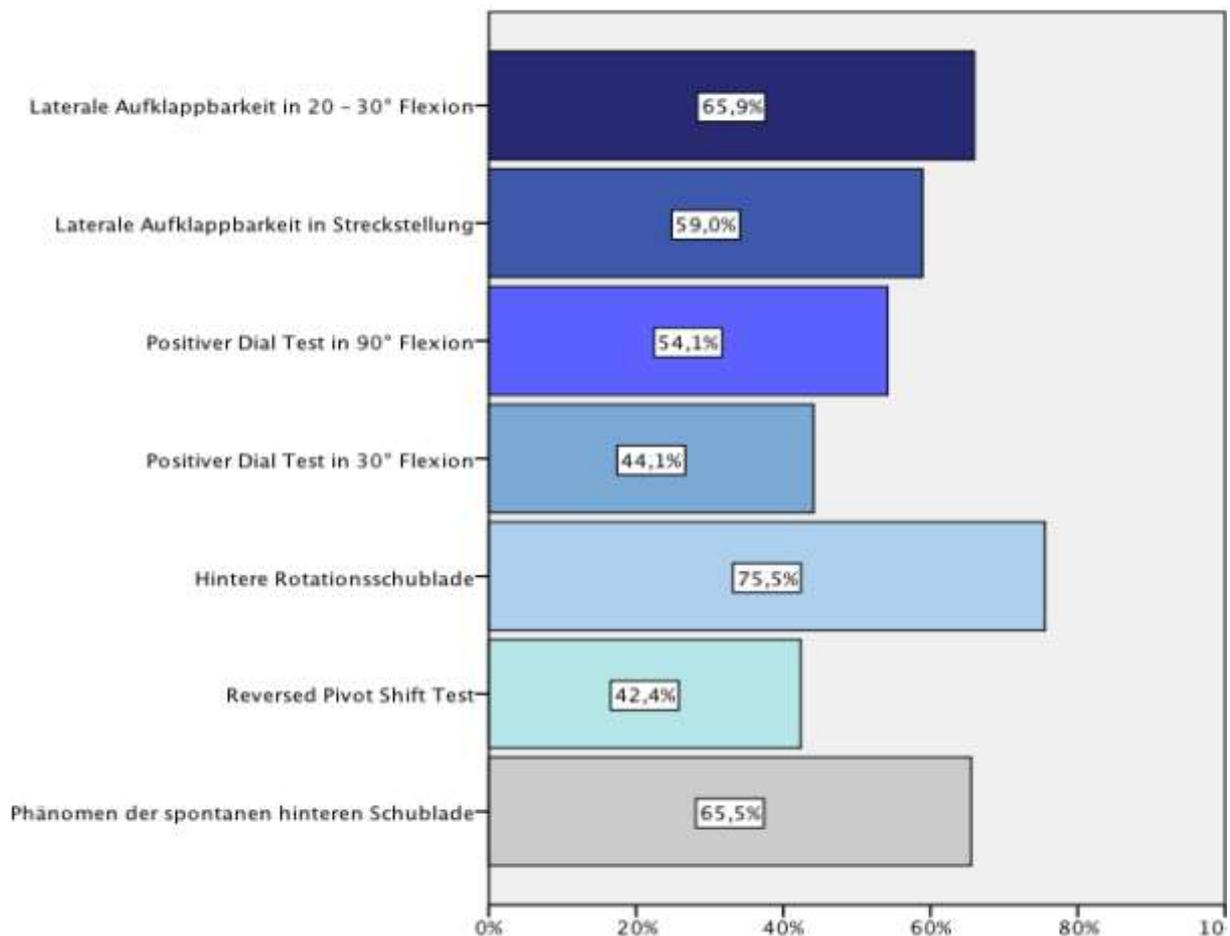


Abbildung 18: Diagnostik - klinische Untersuchungen

Bei den klinischen Tests war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen erkennbar. Insgesamt fällt eine sehr heterogene Vorgehensweise bei der klinischen Diagnostik auf und die Befragten messen den diversen Tests eine individuell unterschiedliche Bedeutung bei.

4.4.2 Bilddiagnostik Akutphase

Frage 11: „Welche Bilddiagnostik benötigen Sie bei klinischem Verdacht auf kombinierte posterolaterale Verletzung?“

Bei einer akuten Verletzung wird ein MRT des Kniegelenks von fast allen Ärzten (97,4 Prozent) angefertigt. Weiterhin wird eine Röntgenaufnahme des Kniegelenks in zwei Ebenen von über 80 Prozent und eine gehaltene Stressaufnahme der verletzten Seite von 45,4 Prozent angeordnet. Der Vergleich zur gesunden Seite wird von 33,6 Prozent der Untersucher durchgeführt.

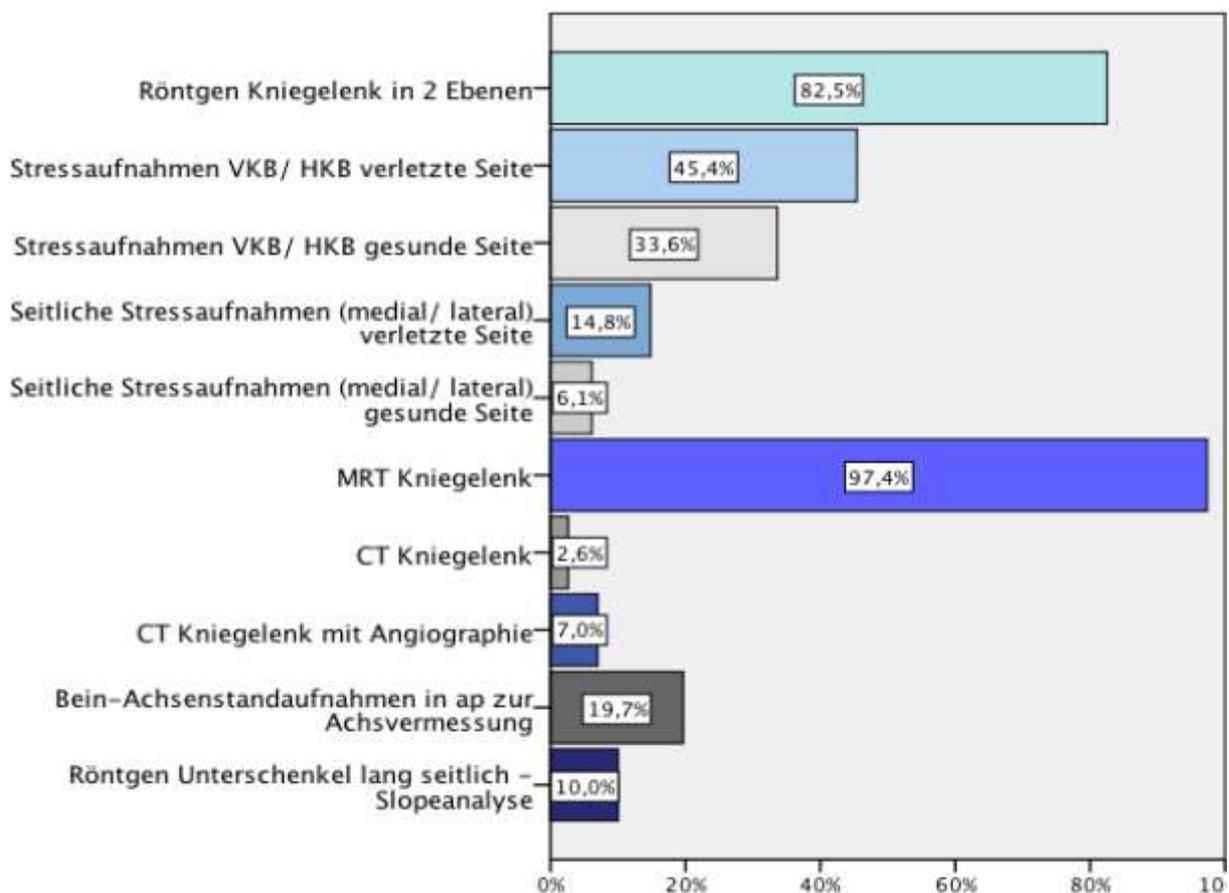


Abbildung 19: Radiologische Diagnostik bei akuten Verletzungen

Zwischen den erfahrenen Ärzten der Gruppe 2 und den weniger erfahrenen Ärzten der Gruppe 1 zeigen sich signifikante Unterschiede ($\chi^2(10) = 22,969, p=0,011$). Von Gruppe 2 wird die Röntgenaufnahme nur von 70,4 Prozent durchgeführt – im Vergleich zu 84,2 Prozent

der Gruppe 1. Auch MRT-Aufnahmen werden seltener von den erfahrenen Ärzten angefordert (88,9 Prozent, Gruppe 1: 98,5 Prozent). Eine häufigere Anwendung finden Stressaufnahmen der verletzten Seite und noch deutlicher beim Vergleich zur gesunden Seite. Keiner der Ärzte der Gruppe 2 nutzt die Slope-Analyse im Vergleich zu 11,4 Prozent der Ärzte der Gruppe 1.

Tabelle 1: Vergleich der radiologischen Diagnostik zwischen den Behandlergruppen bei Akutverletzungen

	Weniger als 20 HKB-Operationen p.a.	Mehr als 20 HKB-Operationen p.a.	Gesamt
Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen	84,2%	70,4%	82,5%
Stressaufnahmen VKB/ HKB verletzte Seite	44,1%	55,6%	45,4%
Stressaufnahmen VKB/ HKB gesunde Seite	31,2%	51,9%	33,6%
Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) verletzte Seite	14,4%	18,5%	14,8%
Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) gesunde Seite	5,4%	11,1%	6,1%
MRT Kniegelenk	98,5%	88,9%	97,4%
CT Kniegelenk	2,5%	3,7%	2,6%
CT Kniegelenk mit Angiographie	6,9%	7,4%	7,0%
Bein-Achsenstandaufnahmen in ap zur Achsvermessung	19,3%	22,2%	19,7%
Röntgen Unterschenkel lang seitlich - Slopeanalyse	11,4%	0,0%	10,0%

4.4.3 Bilddiagnostik Subakutphase

Frage 12: „Welche Bilddiagnostik benötigen Sie bei klinischem Verdacht auf kombinierte posterolaterale Verletzung?“

In der Subakutphase werden weitgehend identische Bildgebungsverfahren zu Rate gezogen wie in der Akutphase. Hier gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den diagnostischen Verfahren der beiden Gruppen.

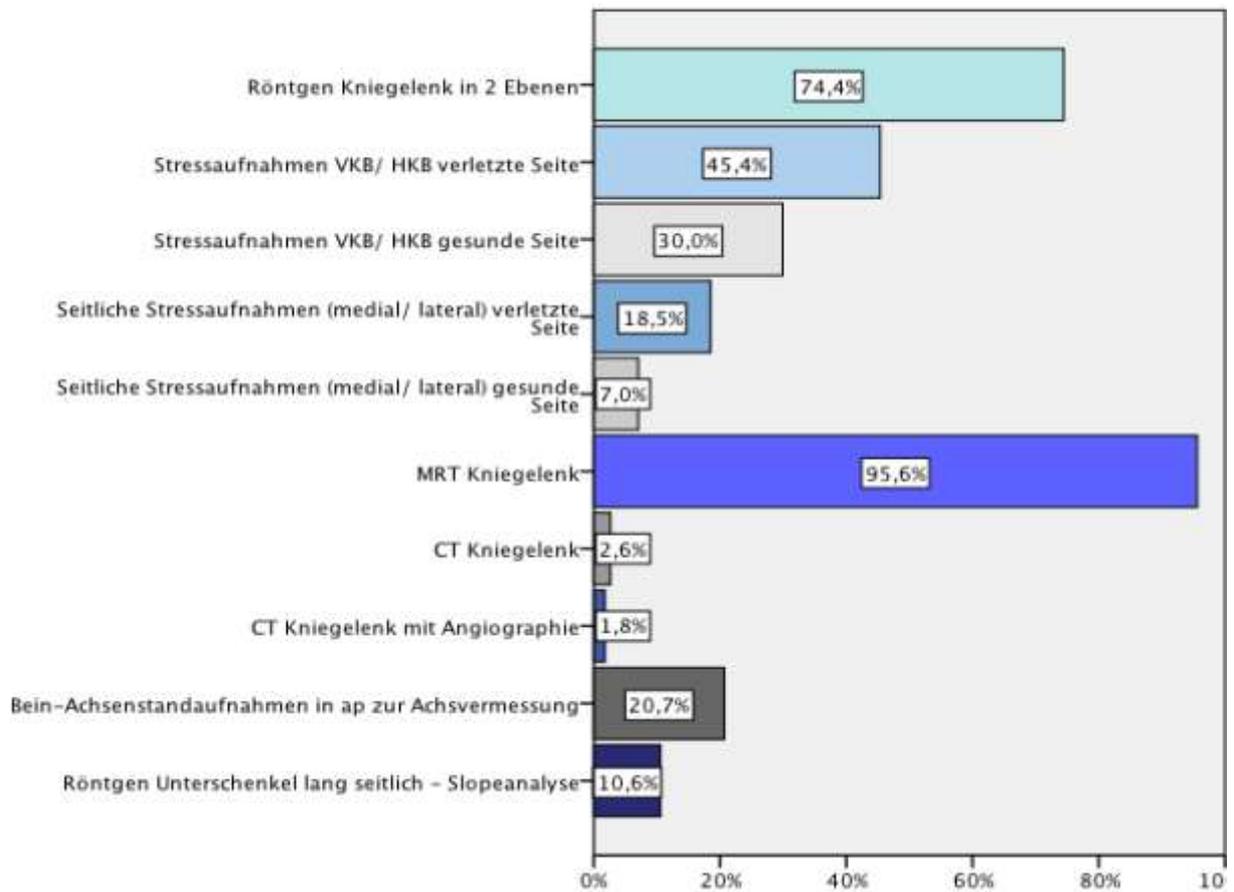


Abbildung 20: Radiologische Diagnostik bei subakuten Verletzungen

4.4.4 Bilddiagnostik chronische Phase

Frage 13: „Welche Bilddiagnostik benötigen Sie bei klinischem Verdacht auf kombinierte posterolaterale Verletzung?“

In der Bilddiagnostik während der chronischen Verletzungsphase (> 6 Wochen nach dem Trauma) spielt neben dem MRT (89,9 Prozent) vor allem die gehaltene Aufnahme eine wesentliche Rolle (70,4 Prozent; zum Vergleich: Akutphase: 45,4 Prozent).

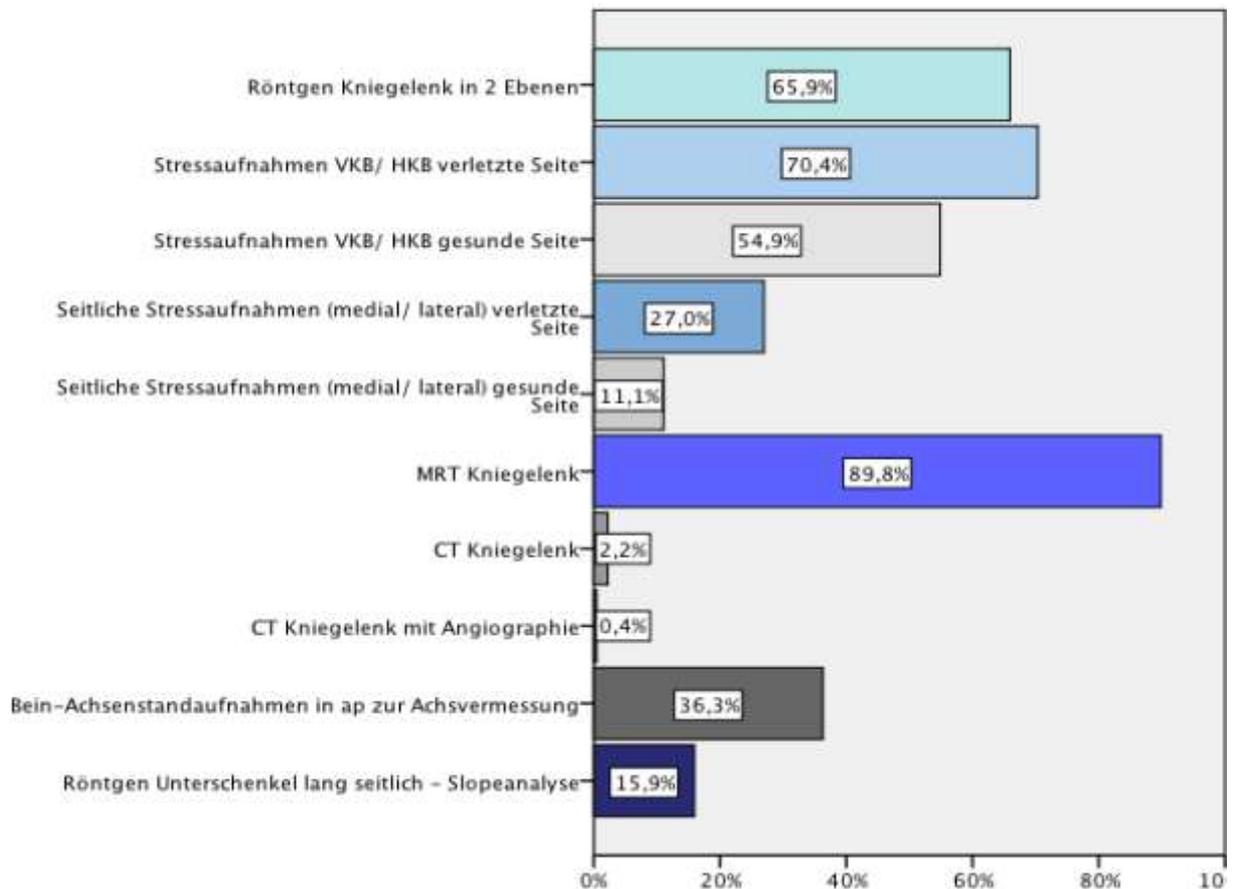


Abbildung 21: Radiologische Diagnostik bei Verletzungen in der chronischen Phase

Bei der Bilddiagnostik von chronischen Verletzungen des hinteren Kreuzbandes fällt auf, dass 92,6 Prozent der erfahreneren Operateure Stressaufnahmen des verletzten Knies anfertigen lassen. Von den weniger erfahrenen Operateuren sind dies 67,3 Prozent. Den Vergleich mit der gesunden Seite machen 85,2 Prozent der erfahrenen Operateure und 50,8 Prozent der Gruppe mit weniger als 20 HKB-Operationen pro Jahr.

Das MRT des Kniegelenks wird von 91,5 Prozent der weniger erfahrenen Operateure als diagnostisches Mittel angewendet, im Vergleich zu 77,8 Prozent der zweiten Gruppe.

Ein weiterer auffälliger Unterschied ist bei der Bein-Achsenstandaufnahmen in ap zur Achsvermessung erkennbar. Die Gruppe 1 wendet dieses Mittel in 34,2 Prozent, die Gruppe 2 der Erfahrenen in 51,2 Prozent der Fälle. Die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind signifikant (Chi-Quadrat (10) = 28,212, $p=0,002$).

Tabelle 2: Vergleich der radiologischen Diagnostik zwischen den Behandlergruppen bei chronischen Verletzungen

	Weniger als 20 HKB-Operationen p.a.	Mehr als 20 HKB-Operationen p.a.	Gesamt
Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen	66,8%	59,3%	65,9%
Stressaufnahmen VKB/ HKB verletzte Seite	67,3%	92,6%	70,4%
Stressaufnahmen VKB/ HKB gesunde Seite	50,8%	85,2%	54,9%
Seitliche Stressaufnahmen (medial/lateral) verletzte Seite	27,1%	25,9%	27,0%
Seitliche Stressaufnahmen (medial/lateral) gesunde Seite	11,1%	11,1%	11,1%
MRT Kniegelenk	91,5%	77,8%	89,8%
CT Kniegelenk	2,5%	0,0%	2,2%
CT Kniegelenk mit Angiographie	0,5%	0,0%	0,4%
Bein-Achsenstandaufnahmen in ap zur Achsvermessung	34,2%	51,9%	36,3%
Röntgen Unterschenkel lang seitlich - Slopeanalyse	16,1%	14,8%	15,9%

4.4.5 Diagnostik hintere Schublade

Frage 14: „Ab wie viel Millimeter hinterer Schublade gehen Sie von einer kombinierten hinteren Instabilität aus?“

Von einer kombinierten posterolateralen Instabilität gehen 46 Prozent der befragten Ärzte ab einer hinteren Schublade von 12mm im Seitenvergleich aus. Für 36 Prozent ist die hintere Schublade ab 15mm ein kennzeichnendes Diagnostikum der posterolateralen Verletzung.

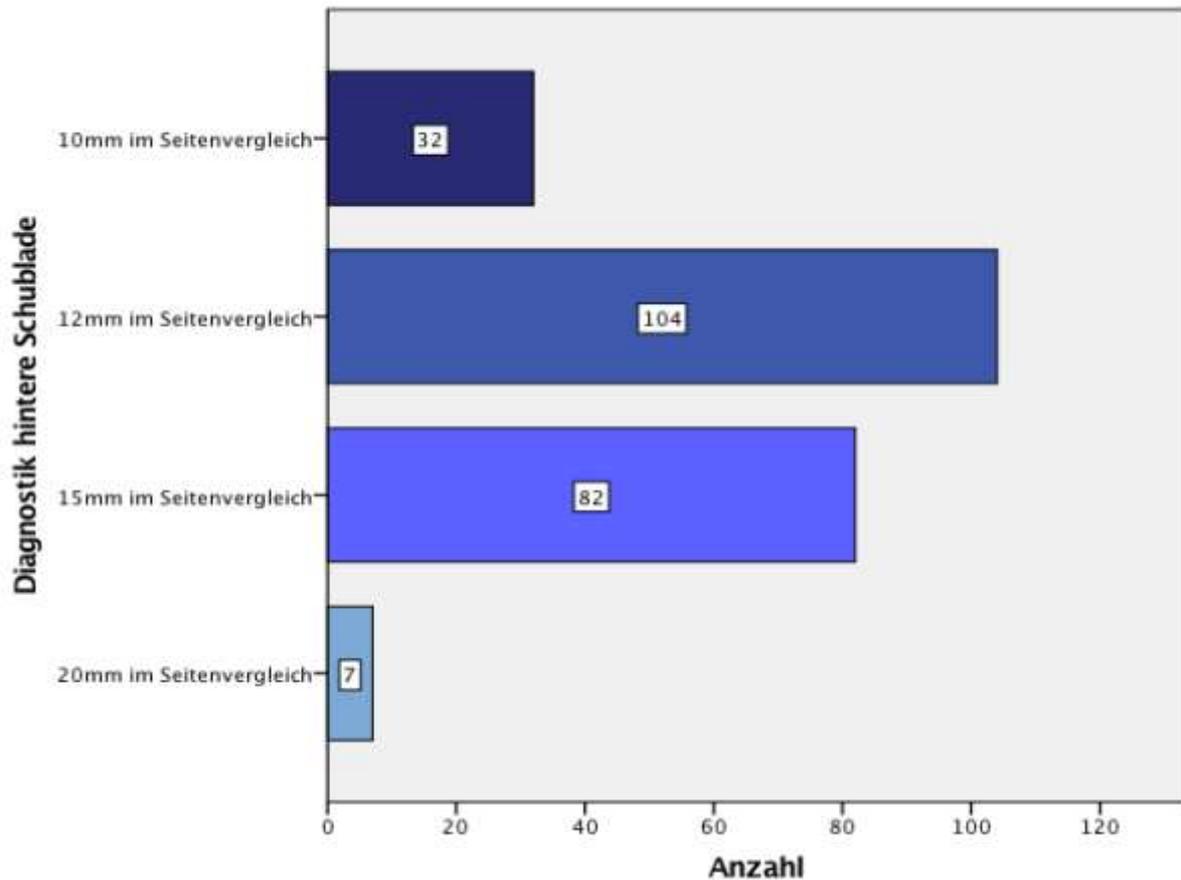


Abbildung 22: Hintere Schublade zur Diagnostik von kombinierten Instabilitäten

Von den erfahrenen Operateuren gehen über 80 Prozent ab einer hinteren Schublade von 12mm von einer kombinierten Instabilität aus. Bei den weniger erfahrenen Ärzten liegt der Anteil bei nur 41,4 Prozent (Chi-Quadrat (3) = 15,612, $p=0,001$). Hier gehen weitere 40 Prozent ab einer Schublade von 15mm von einer kombinierten Instabilität aus.

Tabelle 3: Vergleich der Diagnostik von kombinierten Instabilitäten anhand der hinteren Schublade

	Weniger als 20 HKB-Operationen p.a.	Mehr als 20 HKB-Operationen p.a.	Gesamt
10mm im Seitenvergleich	15,2%	7,4%	14,2%
12mm im Seitenvergleich	41,4%	81,5%	46,2%
15mm im Seitenvergleich	39,9%	11,1%	36,4%
20mm im Seitenvergleich	3,5%	0,0%	3,1%

4.5 Klassifizierung von Verletzungen mit posterolateraler Instabilität

Frage 15: „Wie unterteilen bzw. klassifizieren Sie die posterolateralen Instabilitäten?“

Die am häufigsten genannte Klassifikation von posterolateralen Instabilitäten ist mit 26,2 Prozent die Klassifikation nach Fanelli. 11,6 Prozent nutzen die Einteilung nach Hughston. Der mit 56,4 Prozent überwiegende Anteil der Teilnehmer klassifiziert die posterolateralen Instabilitäten nicht.

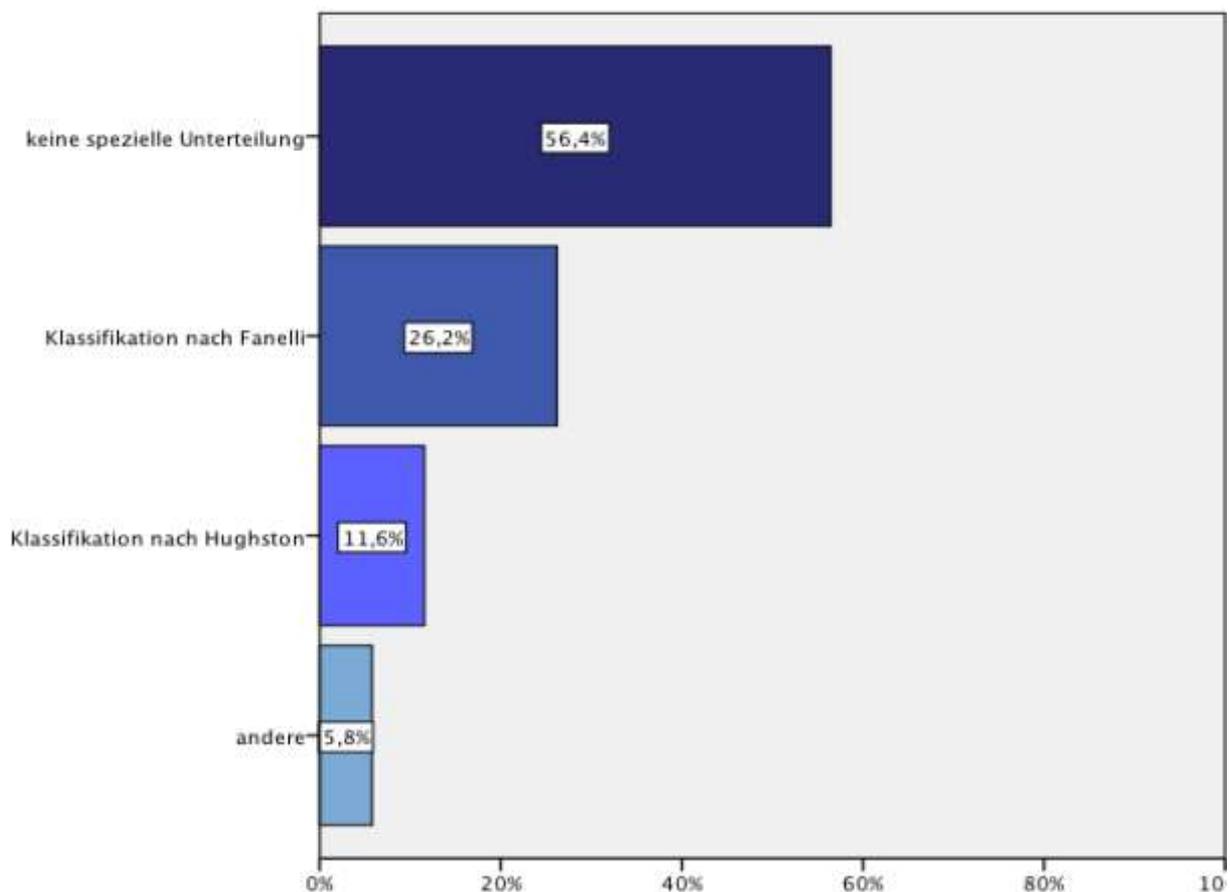


Abbildung 23: Einsatz von Klassifizierungen der Knieverletzungen

4.6 Bevorzugte Therapieoptionen

Bei kombinierten Knieverletzungen erfolgt die Behandlung abhängig von der Phase, in der sich der Patient vorstellt. Bei der Umfrage wurde nach der am häufigsten angewendeten Behandlungsmethode gefragt und eine Einteilung in akute (bis 2 Wochen nach dem Trauma), subakute (zwei bis sechs Wochen nach dem Trauma) und chronische Verletzungen (ab sechs Wochen nach dem Trauma) vorgenommen.

4.6.1 Akutphase Teilläsion

Frage 16: „Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei klinisch/radiologisch gesicherter Teilläsion oder Elongation der posterolateralen Bandstrukturen in der Akutphase am häufigsten an?“

Die häufigste angewendete Behandlungsmethode bei klinisch/radiologisch gesicherter Teilläsion ist das konservative HKB-Schema. Das beinhaltet die Ruhigstellung des betroffenen Gelenks unter Anwendung einer Streckschiene mit posteriorer Unterstützung. Nach sechs bis zwölf Wochen erfolgt die Reevaluation der Verletzung, um das weitere Procedere festzulegen. Die restlichen Ärzte bevorzugen, wie in Abbildung 24 ersichtlich, eine operative Behandlung unterschiedlichen Ausmaßes, am häufigsten wird die primäre Naht der posterolateralen Strukturen mit konservativer Therapie der HKB-Verletzung genannt.

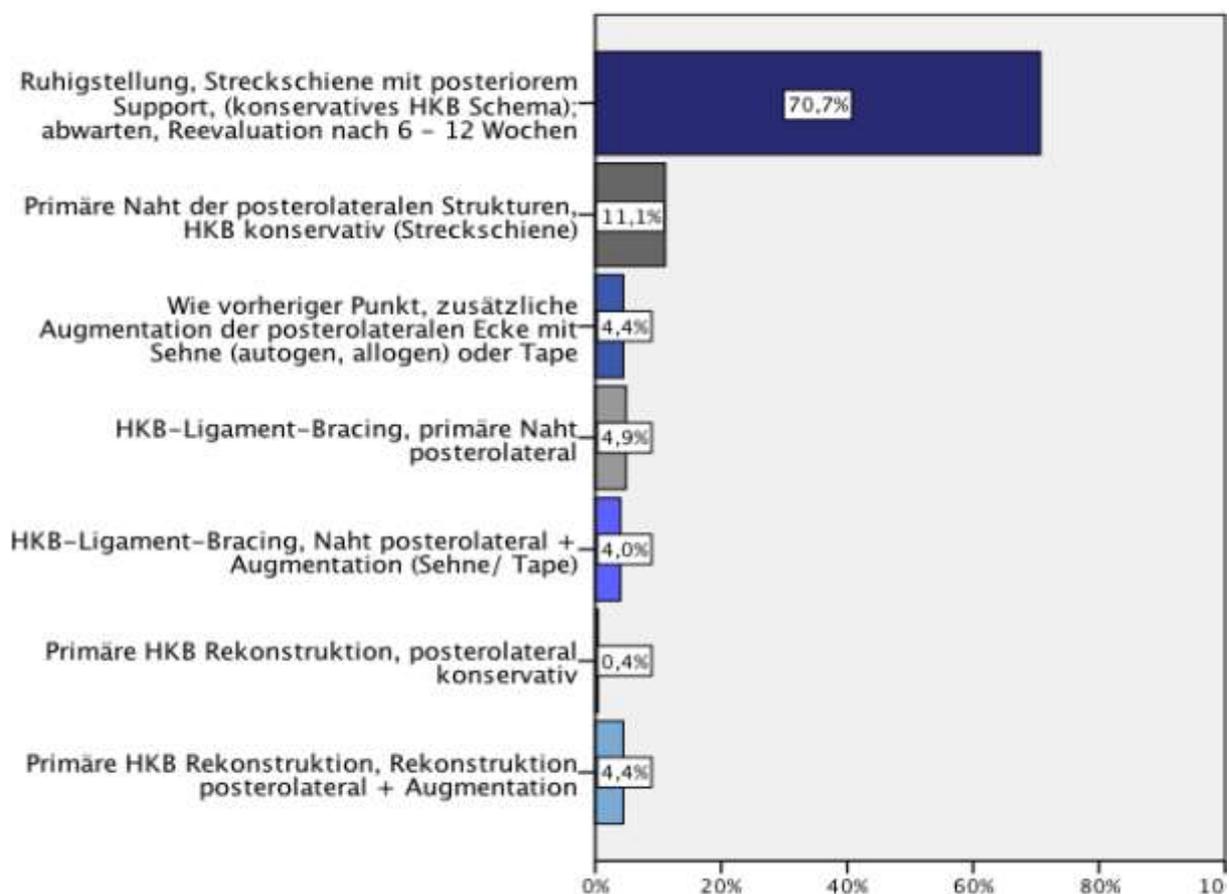


Abbildung 24: Behandlungsverfahren einer Teilläsion in der Akutphase

4.6.2 Akutphase Kompletttraktur

Frage 17: „Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei klinisch/radiologisch gesicherter vollständiger Ruptur der posterolateralen Bandstrukturen in der Akutphase am häufigsten an?“

Das Vorgehen in der Akutphase bei vollständiger Ruptur posterolateral ist sehr heterogen. Etwas mehr als ein Viertel (26,1 Prozent) präferiert die primäre Naht der posterolateralen Strukturen mit konservativer Behandlung des hinteren Kreuzbandes. Etwas seltener (24,8 Prozent) wird die komplett konservative Behandlung mit anschließender Reevaluation durchgeführt. 13 Prozent der Befragten gibt an, die Rekonstruktion sowohl des hinteren Kreuzbandes als auch der posterolateralen Strukturen mit zusätzlicher Augmentation der posterolateralen Ecke als Therapiekonzept zu bevorzugen.

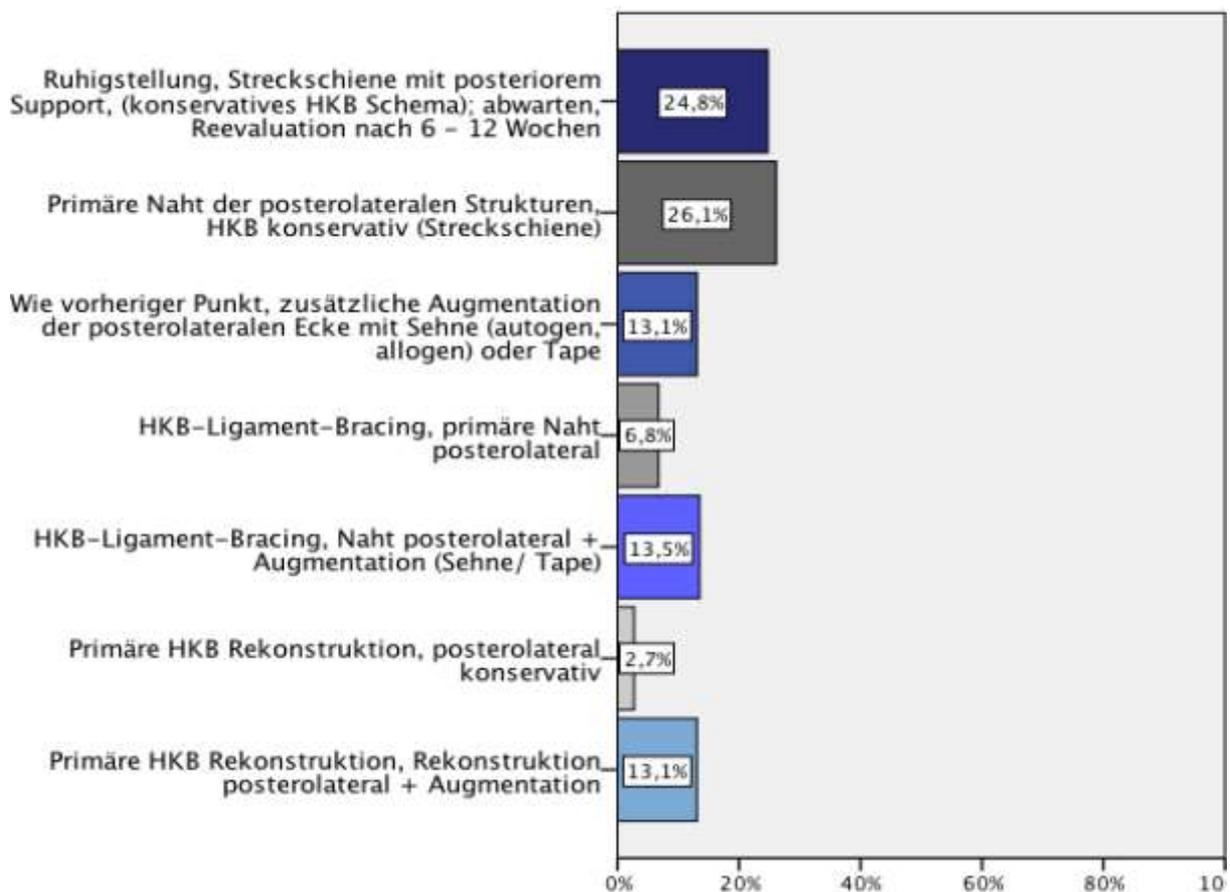


Abbildung 25: Behandlungsverfahren einer Kompletttraktur in der Akutphase

Der Vergleich zwischen den Behandlungsansätzen der beiden Gruppen zeigt, dass der konservative Ansatz von kaum einem erfahrenen Arzt gewählt wird. Die posterolateralen Strukturen werden von fast allen erfahrenen Ärzten zumindest primär genäht (19,2 Prozent) oder zusätzlich noch mit einer Sehne bzw. Tape augmentiert (HKB konservativ 26,9%, HKB-Ligament-Bracing 30,8%, primäre HKB-Rekonstruktion 19,2 Prozent). Die Unterschiede sind signifikant (Chi-Quadrat (6) = 20,205, p=0,003).

Tabelle 4: Vergleich der Behandlungsverfahren nach Kompletttraktur in der Akutphase

	Weniger als 20 HKB-Operationen p.a.	Mehr als 20 HKB-Operationen p.a.	Gesamt
Ruhigstellung, Streckschiene mit posteriorem Support, (konservatives HKB Schema); abwarten, Reevaluation nach 6 - 12 Wochen	27,6%	3,8%	24,8%
Primäre Naht der posterolateralen Strukturen, HKB konservativ (Streckschiene)	27,0%	19,2%	26,1%
Wie vorheriger Punkt, zusätzliche Augmentation der posterolateralen Ecke mit Sehne (autogen, allogene) oder Tape	11,2%	26,9%	13,1%
HKB-Ligament-Bracing, primäre Naht posterolateral	7,7%	0,0%	6,8%
HKB-Ligament-Bracing, Naht posterolateral + Augmentation (Sehne/ Tape)	11,2%	30,8%	13,5%
Primäre HKB Rekonstruktion, posterolateral konservativ	3,1%	0,0%	2,7%
Primäre HKB Rekonstruktion, Rekonstruktion posterolateral + Augmentation	12,2%	19,2%	13,1%

4.6.3 Subakutphase posterolaterale Instabilität

Frage 18: „Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei gesicherter posterolateraler Instabilität in der Subakutphase am häufigsten an?“

In der Subakutphase ab zwei Wochen nach dem Trauma wird mit einem Anteil von 35,7 Prozent am häufigsten ein konservativer Ansatz gewählt. Eine bevorzugte Rekonstruktion aller Strukturen mit Augmentation der posterolateralen Ecke wird von knapp 25 Prozent der Befragten angegeben. Die in der Akutphase am häufigsten angegeben primäre Naht der posterolateralen Strukturen mit konservativer Behandlung des hinteren Kreuzbandes wird

nun noch von 15,4 Prozent am häufigsten durchgeführt. In der Subakutphase gab es keine signifikanten Unterschiede in der Behandlung zwischen den beiden Gruppen.

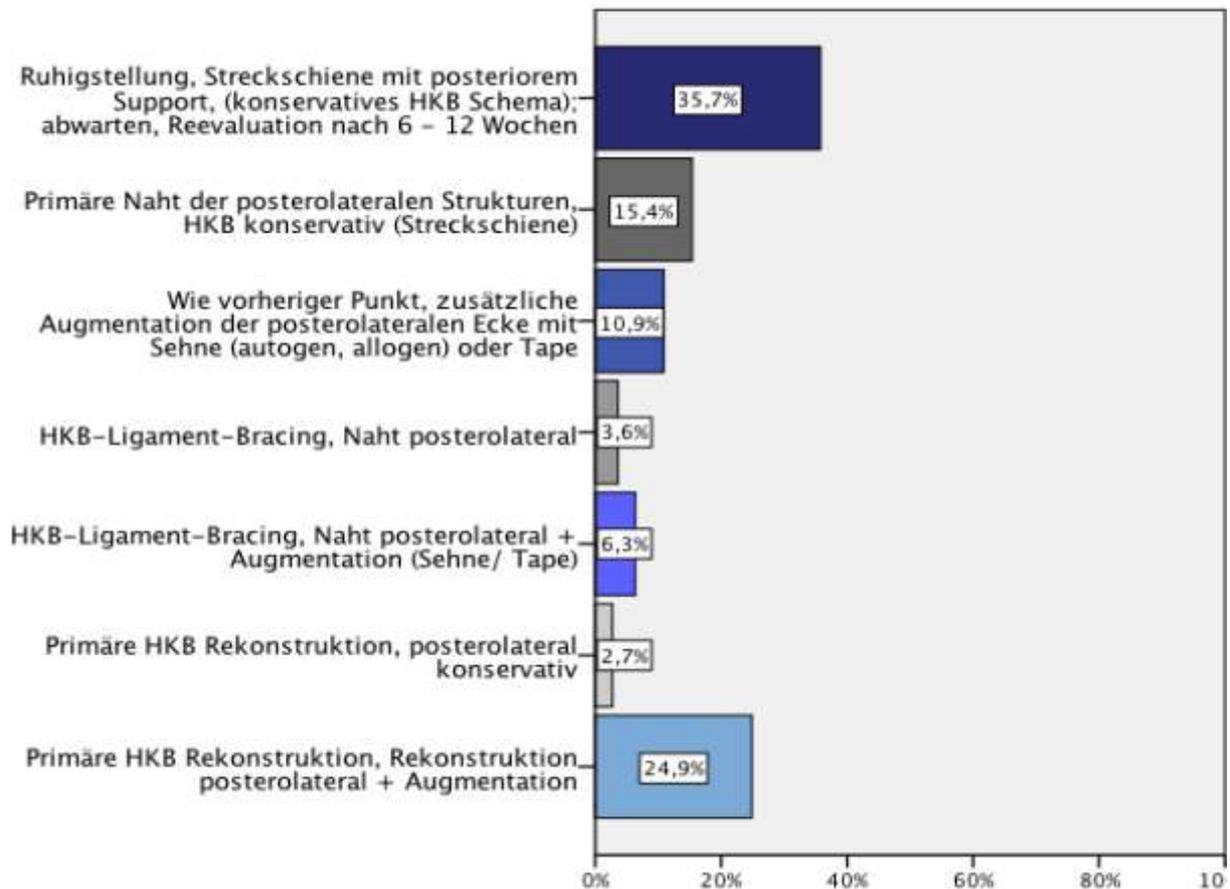


Abbildung 26: Behandlungsverfahren einer Kompletttraktur in der Subakutphase

4.6.4 Chronische Phase posterolaterale Instabilität

Frage 19: „Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei gesicherter posterolateraler Instabilität in der chronischen Phase am häufigsten an (Subj. Instabilität, gerade Achse, keine Arthrose)?“

In der chronischen Phase wird von 42,3 Prozent eine minimalinvasive HKB-Rekonstruktion mit isometrischer Larson-Schlinge favorisiert. Von 25,9 Prozent wird ein anatomischer Larson (u.a. mit zwei femoralen und einem fibularen Kanal) in offener Operationsmethode durchgeführt. 14,5 Prozent der Befragten behandeln die Verletzung mit primärer Rekonstruktion des hinteren Kreuzbandes und konservativer Therapie der posterolateralen Strukturen.

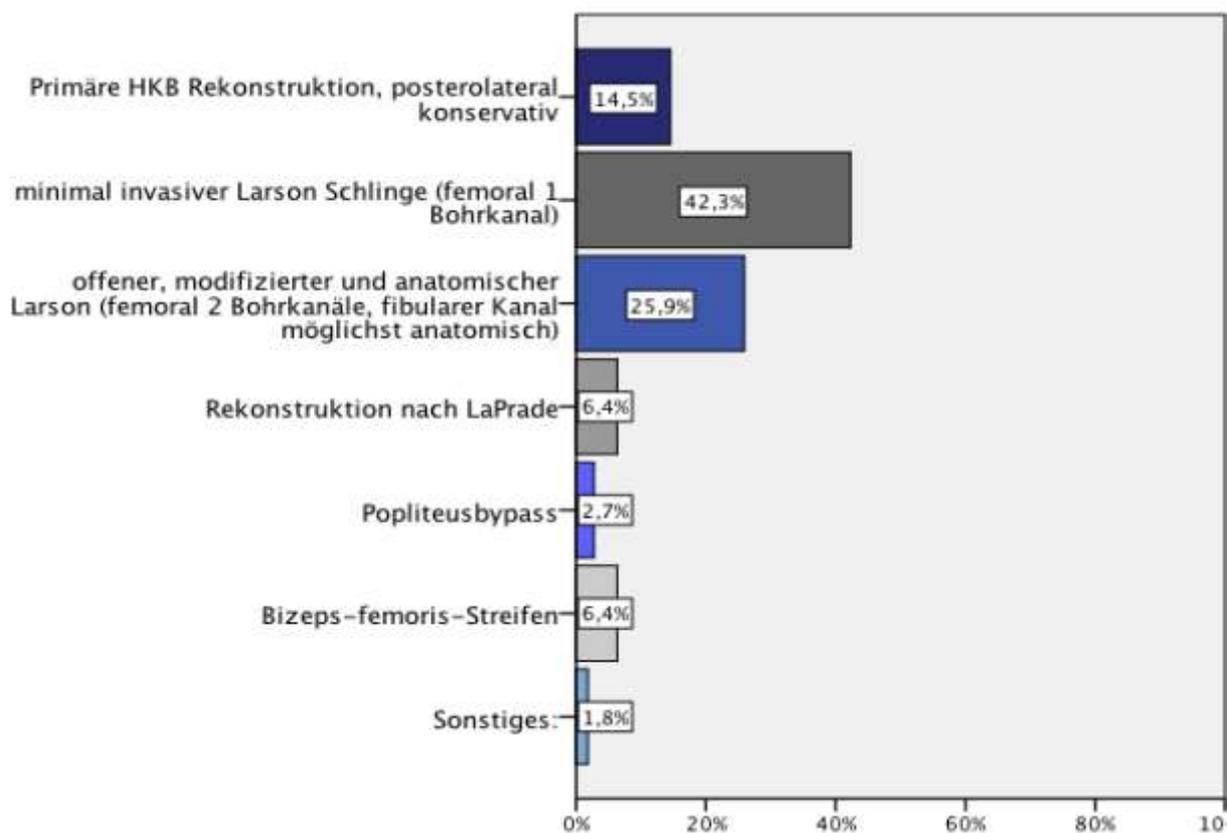


Abbildung 27: Behandlungsverfahren einer Kompletttraktur in der chronischen Phase

Beim Vergleich der Operationsmethoden zwischen den beiden Behandlergruppen zeigen sich signifikante Unterschiede bezüglich der Wahl der Therapie. Während nur 38,1 Prozent der weniger erfahrenen Operateure die minimalinvasive Operation nach Larson durchführen, sind dies bei den erfahrenen Operateuren 73,1 Prozent. Ein Popliteusbypass wird von 1,5 Prozent der ersten Gruppe durchgeführt, von der zweiten Gruppe wählen 11,5 Prozent dieses therapeutische Verfahren. Die Chi-Quadrat-Statistik ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (Chi-Quadrat (6) = 25,528, $p=0,000$).

Tabelle 5: Vergleich der Behandlungsverfahren nach Kompletttraktur in der chronischen Phase

	Weniger als 20 HKB-Operationen p.a.	Mehr als 20 HKB-Operationen p.a.	Gesamt
Primäre HKB Rekonstruktion, posterolateral konservativ	16,0%	3,8%	14,5%
minimal invasiver Larson Schlinge (femoral 1 Bohrkanal)	38,1%	73,1%	42,3%
offener, modifizierter und anatomischer Larson (femoral 2 Bohrkanäle, fibularer Kanal möglichst anatomisch)	28,4%	7,7%	25,9%
Rekonstruktion nach LaPrade	7,2%	0,0%	6,4%
Popliteusbypass	1,5%	11,5%	2,7%
Bizeps-femoris-Streifen	7,2%	0,0%	6,4%
Sonstiges:	1,5%	3,8%	1,8%

4.6.5 Fallbeispiele

Frage 20: „Bitte beantworten Sie bei den folgenden 2 Fallbeispielen, welche Therapie Sie am ehesten wählen würden:“

„Fall 1: Subjektiv instabil, gerade Beinachse, regelhafter Slope, keine Arthrose. Gehaltene hintere Schublade: -15 mm, Keine Aufklappbarkeit im Varus-Stress“

Die isometrische Larson-Schlinge ist das favorisierte Operationsverfahren bei posterolateraler Instabilität ohne laterale Instabilität. Etwas mehr als die Hälfte der Befragten (56,9 Prozent) entscheidet sich bei diesem klinischen Bild für dieses Behandlungsverfahren. Von jeweils knapp mehr als 12 Prozent werden ein Popliteusbypass sowie ein offener, anatomisch modifizierter Larson durchgeführt. In diesem Fall gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Therapiekonzepten der beiden Gruppen.

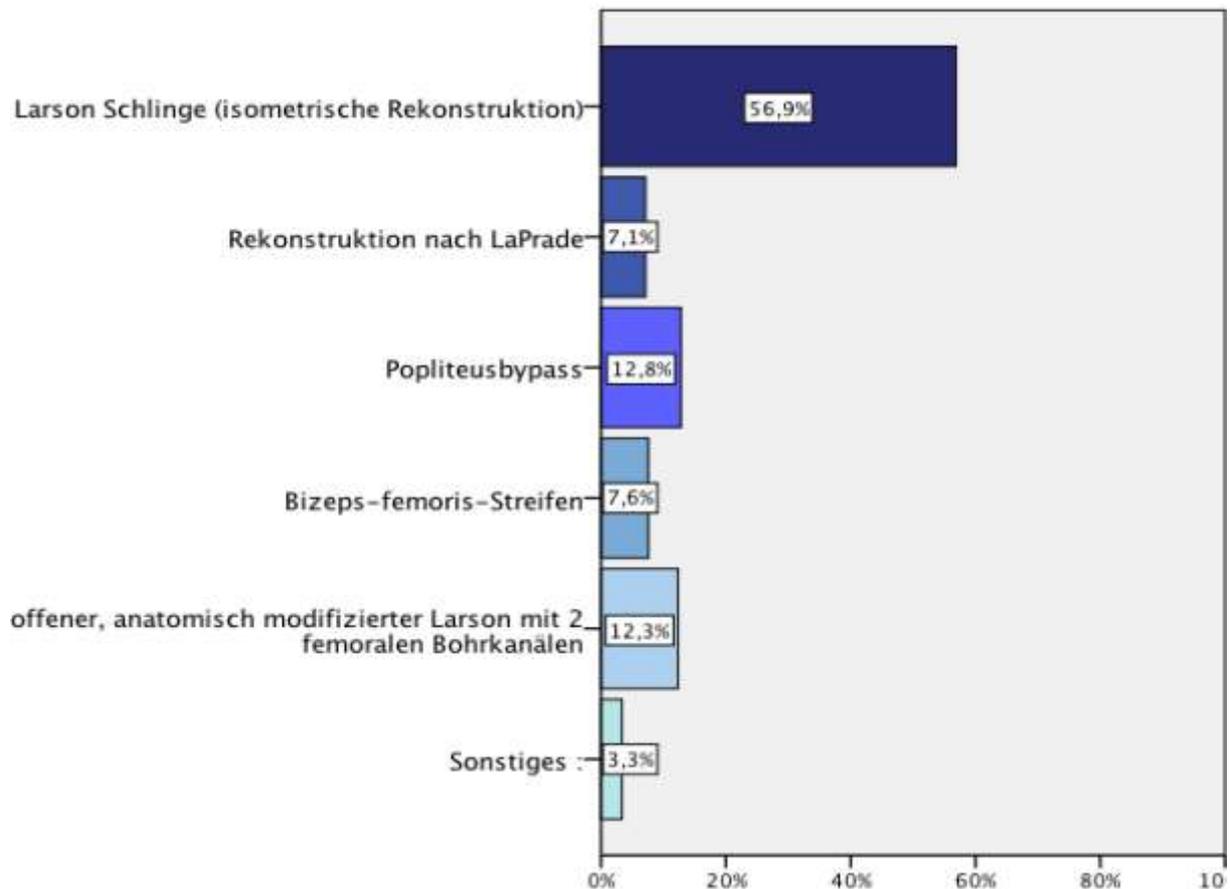


Abbildung 28: Wahl der Behandlung im Fallbeispiel 1

„Fall 2: Subjektiv instabil, gerade Beinachse, regelhafter Slope, keine Arthrose. Gehaltene hintere Schublade: -15 mm, Vermehrte Aufklappbarkeit im Varusstress in Streckung und 20-30° Stellung, Dialtest: positiv, Rotationsschubladen HKB: Innenrotation“

Beim hier beschriebenen Verletzungsbild der posterolateralen Instabilität mit zusätzlicher lateraler Instabilität wird die isometrische Larson Schlinge von 46,9 Prozent der Ärzte bevorzugt. Der Anteil der Operateure, die einen offenen modifizierten Larson durchführen, liegt bei 29,9 Prozent. Am dritthäufigsten wird mit einem Wert von 14,2 Prozent die Rekonstruktion nach LaPrade genannt.

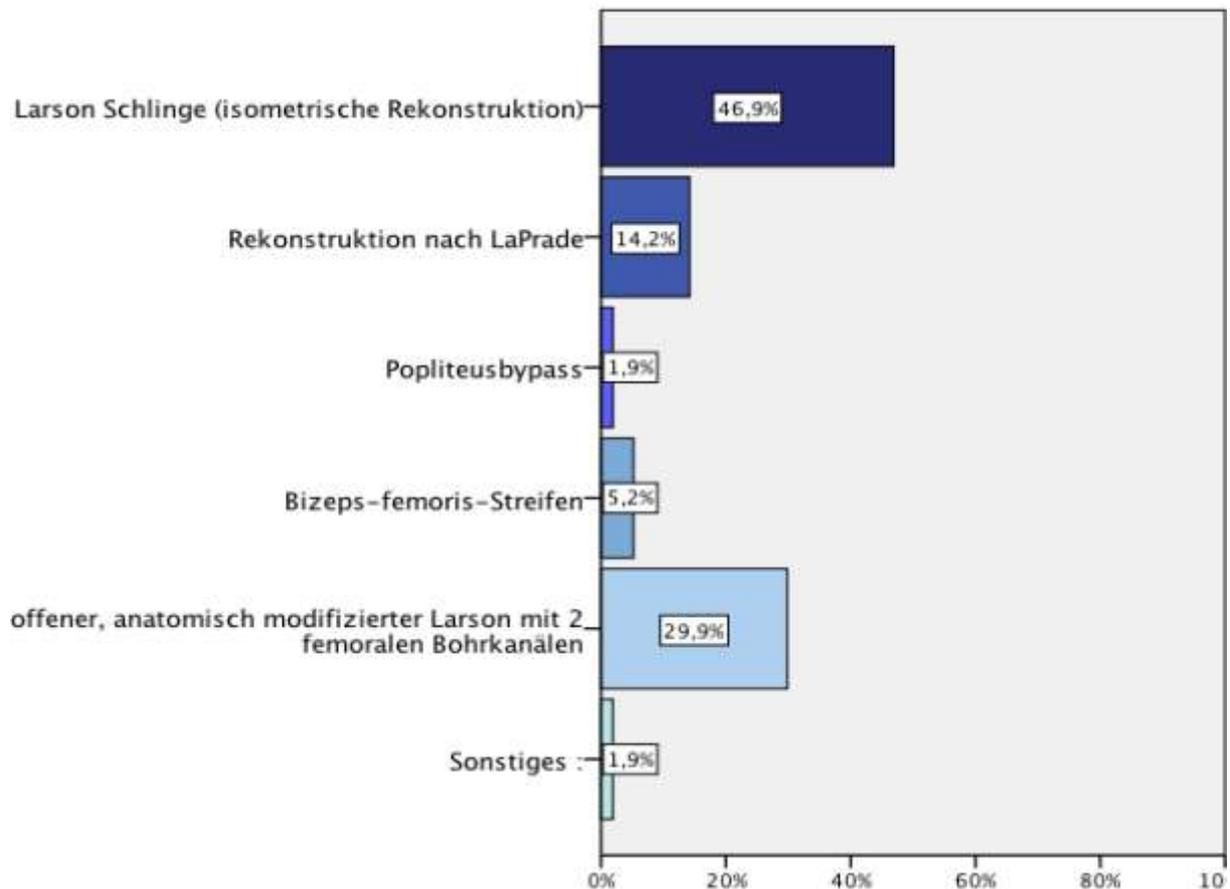


Abbildung 29: Wahl der Behandlung im Fallbeispiel 2

Beim Fallbeispiel 2 zeigen sich signifikante Unterschiede (Chi-Quadrat (5) = 20,636, $p=0,001$) zwischen den Behandlungskonzepten der beiden Gruppen. Während 42,7 Prozent der weniger erfahrenen Behandler eine isometrische Larson-Schlinge durchführen, sind es von den erfahrenen Ärzten mehr als 75 Prozent. Keiner der erfahrenen Ärzte wählt die Rekonstruktion nach LaPrade (vs. 16,2 Prozent der Gruppe 1). Einen offenen anatomischen Larson entscheidet sich 32,4 Prozent der Ärzte der Gruppe 1 (vs. 11,5 Prozent der Gruppe 2).

Tabelle 6: Vergleich der Behandlungswahl im Fallbeispiel 2

	Weniger als 20 HKB- Operationen p.a.	Mehr als 20 HKB- Operationen p.a.	Gesamt
Larson Schlinge (isometrische Rekonstruktion)	42,7%	76,9%	46,9%
Rekonstruktion nach LaPrade	16,2%	0,0%	14,2%
Popliteusbypass	1,1%	7,7%	1,9%
Bizeps-femoris-Streifen	5,9%	0,0%	5,2%
offener, anatomisch modifizierter Larson mit 2 femoralen Bohrkanälen	32,4%	11,5%	29,9%
Sonstiges :	1,6%	3,8%	1,9%

4.7 Postoperative Nachbehandlung

4.7.1 Procedere

Frage 21: „Wie behandeln Sie einen Patienten nach operativer Versorgung einer kombinierten posterolateralen Instabilität (in der von Ihnen favorisierten Technik)?“

Bei der Frage nach der postoperativen Nachbehandlung waren Mehrfachantworten möglich. Es wurde insbesondere nach dem Grad der empfohlenen Belastung, der Verschreibung von Orthesen sowie der Anwendung von Krankengymnastik gefragt.

Von den meisten befragten Medizinerinnen wird eine 4 bis 6-wöchige Entlastung (57,4 Prozent) unter dem Einsatz von Gehstützen empfohlen. Knapp ein Fünftel empfiehlt bis zu 4 Wochen die Verwendung von Gehstützen mit Teilbelastung und 11,5 Prozent hält den Einsatz von Gehstützen über den Zeitraum von 6 Wochen hinaus für empfehlenswert.

Von fast allen Befragten wird die Anwendung einer HKB-Orthese für 6 Wochen (54,1 Prozent) oder 3 Monaten (37,8 Prozent) empfohlen.

Etwas mehr als die Hälfte der Befragten (57,4 Prozent) verschreibt für 6 Wochen Krankengymnastik in Bauchlage mit Quadrizepsanspannung. Direkt postoperativ halten 12,4 Prozent eine Bewegung bis 90° für empfehlenswert.

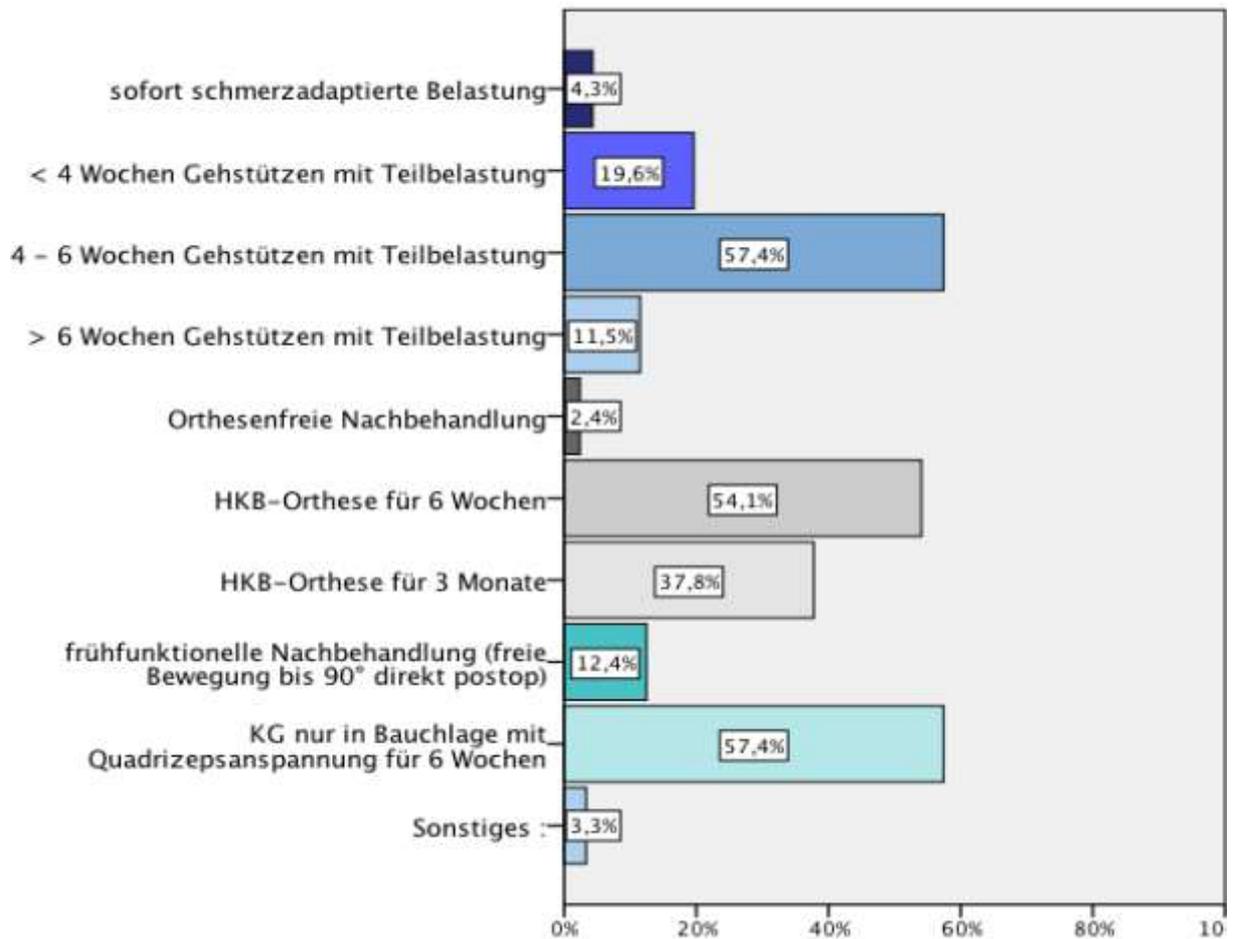


Abbildung 30: Postoperative Nachbehandlung

Die Ärzte der Gruppen 1 und 2 legen unterschiedliche Schwerpunkte bei der postoperativen Nachbehandlung. Die Chi-Quadrat-Statistik ist signifikant (Chi-Quadrat (10) = 44,961, $p=0,000$). Insgesamt empfehlen die erfahrenen Ärzte eine frühzeitigere schmerzadaptive Belastung und einen kürzeren Einsatz von Gehstützen als die Ärzte der Gruppe 1.

In Bezug auf den Einsatz von Orthesen ergibt sich keine einheitliche Tendenz. Kaum einer der Ärzte der Gruppe 1 empfiehlt eine orthesenfreie Nachbehandlung, der überwiegende Teil rät zum Einsatz einer Orthese für 6 Wochen. Demgegenüber empfehlen 7,7 Prozent der Ärzte der Gruppe 2 eine orthesenfreie Nachbehandlung, mehr als die Hälfte empfehlen jedoch den Einsatz einer Orthese für 3 Monate.

Bei der funktionellen Mobilisierung rät ein etwas größerer Anteil der Ärzte der Gruppe 2 zu Krankengymnastik in Bauchlage mit Quadrizepsanspannung für 6 Wochen.

Tabelle 7: Vergleich der Empfehlungen zur postoperativen Nachbehandlung

	Weniger als 20 HKB-Operationen p.a.	Mehr als 20 HKB-Operationen p.a.	Gesamt
sofort schmerzadaptierte Belastung	2,7%	15,4%	4,3%
< 4 Wochen Gehstützen mit Teilbelastung	19,1%	23,1%	19,6%
4 - 6 Wochen Gehstützen mit Teilbelastung	57,9%	53,8%	57,4%
> 6 Wochen Gehstützen mit Teilbelastung	12,0%	7,7%	11,5%
Orthesenfreie Nachbehandlung	1,6%	7,7%	2,4%
HKB-Orthese für 6 Wochen	58,5%	23,1%	54,1%
HKB-Orthese für 3 Monate	35,0%	57,7%	37,8%
frühfunktionelle Nachbehandlung (freie Bewegung bis 90° direkt postop)	12,0%	15,4%	12,4%
KG nur in Bauchlage mit Quadrizepsanspannung für 6 Wochen	55,7%	69,2%	57,4%
Sonstiges :	1,6%	15,4%	3,3%

4.7.2 Ergebnisqualität

Frage 22: „Was würde Sie als gutes Ergebnis nach operativer Versorgung einer posterolateralen Instabilität bezeichnen?“

Das Erreichen von 50% Reduktion der hinteren Schublade sehen 34,9 Prozent als ein gutes Resultat an. Für 23,4 Prozent ist eine Reduktion der dorsalen Schublade um 66 Prozent ein gutes Ergebnis und 34,4 Prozent der Befragten gibt an, ab einer Reduktion von 75 Prozent Reduktion der dorsalen Instabilität von einem guten Ergebnis zu sprechen.

Hier wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen beobachtet.

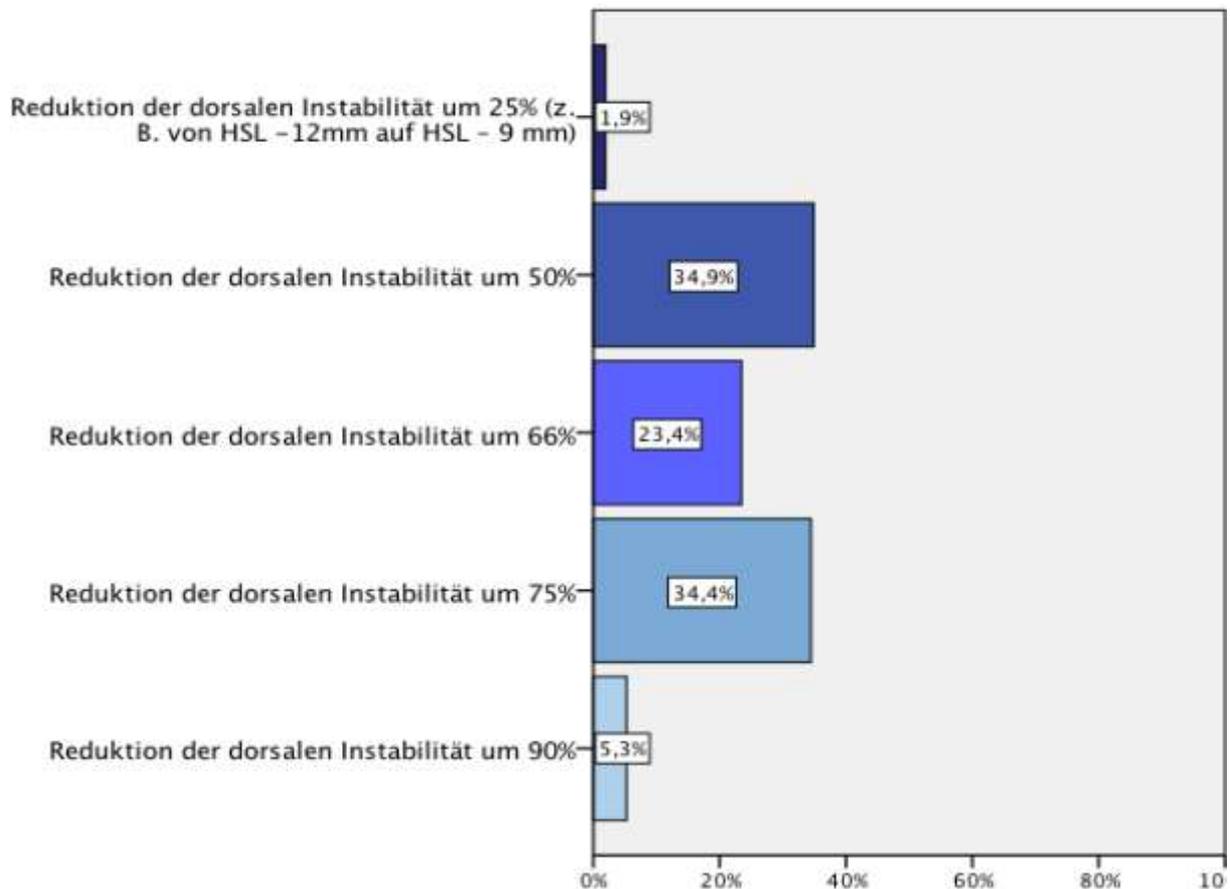


Abbildung 31: Reduktion der dorsalen Instabilität

4.7.3 Rückkehr zum Sport

Frage 23: „Wie beurteilen Sie die Rückkehr zum vorherigen Aktivitäts- bzw. Sportniveau nach posterolateraler Stabilisierung?“

Fast 50 Prozent der Befragten gehen von einer dauerhaften Beeinträchtigung aus und beurteilen die Rückkehr zum Sport kritisch. 11,5 Prozent empfehlen nur relativ wenig belastende Level III Sportarten wie Joggen. Etwa 40 Prozent der Befragten sehen eine Rückkehr auf das ursprüngliche Leistungsniveau innerhalb von 6-12 oder nach 12 Monaten als realistisch an.

In Bezug auf die Einschätzung zur Rückkehr zum Sport gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Gruppen.

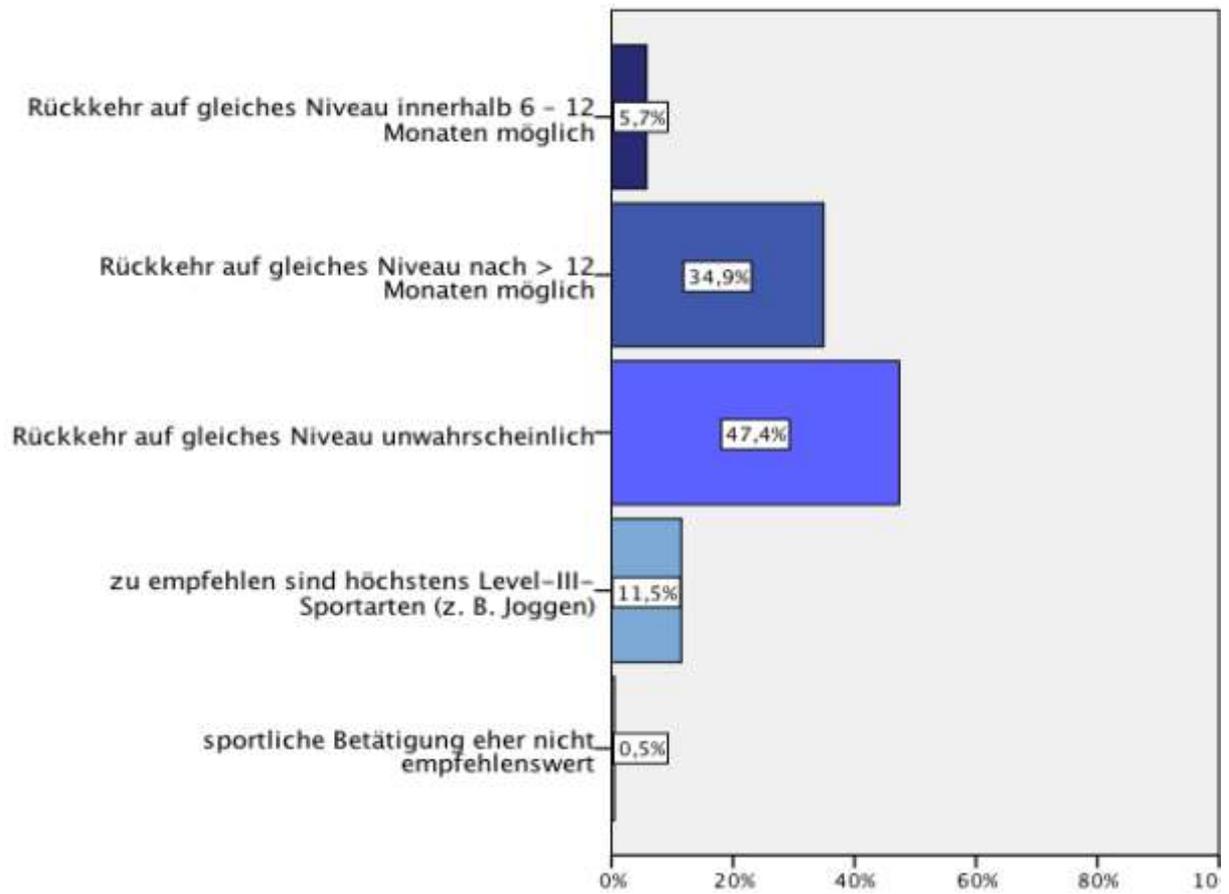


Abbildung 32: Einschätzung "Return to Play"

5 Diskussion und Perspektiven

5.1 Studienziel und Prüfung der Hypothese

Verletzungen des hinteren Kreuzbandes mit Beteiligung der posterolateralen Strukturen haben in den vergangenen Jahren in der wissenschaftlichen Literatur an Bedeutung gewonnen. Die Vorgehensweise in Bezug auf Diagnose, Therapie und Nachsorge ist jedoch bis heute uneinheitlich.

Die Hypothese der Studie lautet: Es gibt keinen Unterschied in Bezug auf Diagnostik, Behandlung und Nachsorge zwischen arthroskopisch arbeitenden Unfallchirurgen und Orthopäden die zwanzig oder mehr kombinierte posterolaterale Knieverletzungen pro Jahr operativ versorgen und denjenigen die weniger als zwanzig posterolaterale Knieverletzungen operativ versorgen.

Die gewonnenen Daten geben Anlass, die initial gestellte Hypothese teilweise zu verwerfen.

5.2 Überblick

Im Zeitraum von November 2016 und Januar 2017 erfolgte eine online-Befragung unter 458 Orthopäden und Unfallchirurgen (369 AGA-Instruktoren und 89 D-Ärzten der SAV-Krankenhäuser).

Gefragt wurde nach der persönlichen Erfahrung in der Behandlung von HKB-Verletzungen. Die Teilnehmer wurden gebeten, abhängig von der Verletzungsphase (akut, subakut, chronisch) ihre präferierte Diagnostik

zu nennen. Ferner wurde nach dem therapeutischen Vorgehen in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere (Teilruptur, vollständige Ruptur) und der

Verletzungsphase gefragt. Auch nach der postoperativen Nachbehandlung und Einschätzung der Rückkehr zum Sport wurde gefragt.

Von den 485 befragten Ärzten hatten 55 Teilnehmer ihren Tätigkeitsschwerpunkt außerhalb der Kniebandchirurgie. Insgesamt haben 209 Personen den Fragebogen vollständig ausgefüllt.

In der klinischen Diagnostik bei Verdacht auf posterolaterale Instabilität wurde die Untersuchung der hinteren Rotationsschublade mit 75% am häufigsten genannt (laterale Aufklappbarkeit in 20-30° Beugung: 68%; spontane hintere Schublade (HSL): 64%). In der Bilddiagnostik spielt neben dem MRT (89%) die gehaltene Aufnahme in der chronischen Phase eine wesentliche Rolle (73%; Akutphase: 46%). 46% gehen von einer kombinierten Instabilität ab einer HSL von -12mm aus (36% ab -15mm). 57% der Teilnehmer klassifizieren die posterolateralen Instabilitäten nicht. Das Vorgehen in der Akutphase bei vollständiger Ruptur posterolateral ist heterogen (28% Naht posterolateral + HKB konservativ; 24% konservativ; 11% Rekonstruktion aller Strukturen). In der chronischen Phase wird in 44% eine HKB-Rekonstruktion mit isometrischer Larson-Schlinge angestrebt, in 28% ein anatomischer Larson (u.a. 2 femorale Kanäle). Die isometrische Larson-Schlinge ist das favorisierte Verfahren bei posterolateraler Instabilität ohne und mit lateraler Instabilität (57% und 48%). Für die Nachbehandlung wird eine 6-wöchige Entlastung (57%), HKB-Orthese (52%) sowie Krankengymnastik in Bauchlage (55%) empfohlen. Bei 50% Reduktion der HSL sehen 38% ein gutes Resultat (21%: ab 66% Reduktion; 32% ab 75% Reduktion). Fast 50% der Befragten gehen von einer dauerhaften Beeinträchtigung aus und sehen die Rückkehr zum Sport kritisch. Teilweise gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Diagnostik- und Therapiekonzepten der Befragten, die Verletzungen des vorderen und hinteren Kreuzbandes häufiger behandeln als denjenigen mit weniger als 20 Fällen pro Jahr.

5.3 Diskussion der Ergebnisse

In der Umfrage wurde deutlich, dass die Behandlung von Verletzungen des hinteren Kreuzbandes im Vergleich zur Behandlung von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes insgesamt selten erfolgt. Die Hälfte der befragten Orthopäden und Unfallchirurgen behandeln jährlich mehr als 50 Verletzungen des vorderen Kreuzbandes, demgegenüber behandeln nur 12 Prozent der Umfrageteilnehmer mehr als 20 Verletzungen des hinteren Kreuzbandes.

5.3.1 Einsatz und Aussagekraft der bildgebenden Diagnostik

In der Akutphase liegt das MRT bzgl. der Aussagekraft für eine Ruptur des HKB und der umliegenden Bänder, Muskeln, Sehnen und Knorpel mit fast 100 Prozent Sensitivität an der Spitze. Sie gehört für die meisten Ärzte zum diagnostischen Basisrepertoire und wird fast immer durchgeführt.

In der chronischen Phase sinkt die Sensitivität des MRT jedoch auf 57 Prozent (67). Von den weniger erfahrenen Ärzten wird das MRT dennoch deutlich häufiger auch in der chronischen Phase zur Diagnosesicherung angefordert als von den erfahrenen Ärzten (91,5% vs. 77,8%). Erfahrene Ärzte setzen sowohl in der Akutphase (51,9% vs. 31,2%) als auch der chronischen Phase (85,2% vs. 50,8%) deutlich häufiger die gehaltene Stressaufnahme im Seitenvergleich ein. Die Aussagekraft dieser Untersuchung - insbesondere in der chronischen Phase - wurde von Pacheco et al. (17) beschrieben.

5.3.2 Diagnostik mithilfe der Untersuchung der hinteren Schublade

Ein wichtiges Diagnoseziel ist die Unterscheidung zwischen isolierten HKB-Verletzungen und kombinierten Verletzungen des HKB und der posterolateralen Strukturen, da dies für die Therapie und das Ergebnis einen erheblichen Einfluss hat (9,27). Die gehaltene Aufnahme der hinteren Schublade ergibt ab einer Seitendifferenz von 12 mm zuverlässige Hinweise auf eine kombinierte Verletzung (25,61,66).

Die Gruppe der erfahrenen Ärzte richtet sich überwiegend nach dieser Einstufung und geht zu 81,5 Prozent ab 12 mm Seitendifferenz von einer kombinierten Instabilität aus. Bei den Ärzten mit weniger als 20 HKB-Operation p. a. zeigt sich ein weniger einheitliches Bild. Nur 41,4 Prozent gehen ebenfalls ab 12 mm Seitendifferenz von einer kombinierten Instabilität aus. 39,9 Prozent sehen erst eine Seitendifferenz von 15mm und 3,5 Prozent sogar von 20mm als Indikator für eine kombinierte Verletzung an. Möglicherweise werden aufgrund dieser Einschätzung einige kombinierte Verletzungen nicht als solche erkannt und deshalb eventuell nicht ausreichende Versorgungskonzepte gewählt.

5.3.3 Klassifizierung von posterolateralen Verletzungen

Es existieren unterschiedliche Klassifikationen der posterolateralen Instabilität. Diese dienen zur Einschätzung des Schweregrads der Verletzung, der Einschätzung der beteiligten Strukturen und als Orientierung für ein Therapiekonzept (18,50). In der Umfrage wurde explizit nach den Klassifikationen nach Fanelli und Hughston oder die Anwendung sonstiger Klassifikationen gefragt. Mehr als die Hälfte der befragten Operateure (56%) klassifizieren die HKB-Verletzung nicht. Eine korrekte Klassifikation ist jedoch die Grundlage für das Verständnis einer Verletzung und der Ausgangspunkt einer adäquaten Therapie. Insofern liegt hier möglicherweise eine Ursache für die suboptimale Therapie der Verletzung.

5.3.4 Therapie von posterolateralen Verletzungen

Abhängig von der Phase, in welcher die Verletzung der PLC behandelt wird, existieren unterschiedliche Therapiekonzepte. Diese reichen vom konservativen Ansatz mit Ruhigstellung und Reevaluation nach 6 bis 12 Wochen über die Reparatur der PLC bis hin zur primären Rekonstruktion von PLC und HKB.

5.3.4.1 Therapie in der akuten Phase

In einer Metaanalyse von Geeslin et al. wurde beim Vergleich der therapeutischen Ansätze von Verletzungen der PLC in der akuten Phase beschrieben, dass bei einer Reparatur der PLC in Verbindung mit einer abgestuften Kreuzband-Rekonstruktion eine Misserfolgsrate von 38 Prozent auftrat. Wurden die posterolateralen Strukturen rekonstruiert oder zumindest durch Sehnen verstärkt und die Kreuzbänder rekonstruiert, lag die Versagensrate nur bei 9 Prozent (23).

In der vorliegenden Umfrage wurde von den erfahreneren Ärzten die Rekonstruktion oder Verstärkung der posterolateralen Strukturen mittels Sehne oder Tape signifikant häufiger angegeben als von den weniger erfahrenen Ärzten (76,9% vs. 34,6%).

5.3.4.2 Therapie in der chronischen Phase

Bei Verletzungen der posterolateralen Strukturen in der chronischen Phase wird in einer Metaanalyse von Moulton et al. für die sekundär operative Versorgung der PLC eine Erfolgsquote von 90% beschrieben (56). Auch die erfahrenen Operateure wählen zur Versorgung der posterolateralen Strukturen in 96,2 Prozent der Fälle eine operative Versorgung, wenn auch unterschiedlicher Operationstechniken. 3,8 Prozent wählen einen konservativen Ansatz. Im Vergleich wird in der Umfrage eine konservative Vorgehensweise viermal so häufig von den weniger erfahrenen Ärzten gewählt.

5.3.4.3 Therapiewahl bei den Fallbeispielen

In der Umfrage wurden die befragten Ärzte nach der Therapie der Wahl bei zwei Fallbeispielen befragt. Anhand der geschilderten klinischen Diagnostik sollte eine passende Therapie ausgewählt werden. Im ersten Beispiel konnte aufgrund der klinischen Untersuchungen eine Verletzung des HKB sowie der posterolateralen Strukturen bei intaktem LCL vermutet werden. Im zweiten Beispiel konnte aufgrund der zusätzlichen lateralen Instabilität im Varussinn auf eine zusätzliche Ruptur oder Läsion des LCL geschlossen werden. Diese Verletzung entspricht am ehesten einer Verletzung nach Grad C der Fanelli Klassifikation(15). Die komplexe Verletzung aus Beispiel 1 wird durch die existierenden Klassifikationen nicht eindeutig beschrieben, am ehesten könnte man diese als Fanelli A mit zusätzlicher HKB-Ruptur einordnen (50).

Die befragten Ärzte wurden gebeten, eine Differenzierung der Therapie bei Verletzungen des HKB und der PLC ohne und mit Ruptur der LCL vorzunehmen. Es gibt unterschiedliche Operationsmethoden bei der Versorgung dieser Verletzungen, abhängig von den verletzten Strukturen und dem Zeitpunkt des Traumas. Alle haben jedoch ein stabiles, gut ausgerichtetes Kniegelenk sowie die Wiederherstellung des Bewegungsumfangs wie vor der Verletzung zum Ziel. Liegt eine Rotationsinstabilität ohne laterale Aufklappbarkeit, wie in Beispiel 1 vor, sollte der Fokus unter anderem auf die Rekonstruktion des Arcuatum-Komplex gerichtet werden, da dieser eine entscheidende Struktur für die Stabilisierung der Rotation im Kniegelenk ist (58). Als Therapieoption ist z. B. der Popliteusbypass eine neue denkbare Option, auch wenn die

poplitealen Strukturen in der Regel nur näherungsweise wiederhergestellt werden können (57).

In der Umfrage wählten 12,8 Prozent der Operateure diese Behandlungsmethode für diese Verletzung. Über 50 Prozent gaben an, die Technik eines isometrischen Larsons einzusetzen, bei welcher sowohl der Popliteuskomplex wie auch das LCL durch ein Graft rekonstruiert werden sollen (80). Es handelt sich dabei jedoch um eine isometrische extraanatomische Rekonstruktionstechnik, die vor allem bei der Rekonstruktion des Arcuatumkomplexes sehr eingeschränkt ist. 12,3 Prozent wählen als Therapie den anatomisch modifizierten Larson mit 2 femoralen Bohrkanälen und 7,1 Prozent die offene Rekonstruktion nach LaPrade. Derzeit ist Gegenstand aktueller Untersuchungen, ob ein Popliteusbypass als Therapie eine ausreichende Stabilität gewährleistet und ebenfalls gute klinische Ergebnisse liefert. Möglicherweise stellen umfangreichere Operationstechniken wie die offene Rekonstruktionstechnik nach LaPrade in diesem Fall eher eine Überversorgung dar, dies wird die weitere Forschung zeigen.

Bei zusätzlich rupturiertem LCL (Beispiel 2), wählten 42 Prozent der Operateure die Therapie durch eine isometrische Larson-Schlinge, weitere 32 Prozent bevorzugten die Technik des offenen, anatomisch modifizierten Larsons mit 2 femoralen Bohrkanälen. Da hier das LCL insuffizient ist, muss dieses zur Stabilisierung des Kniegelenks rekonstruiert werden.

5.3.5 Postoperative Nachbehandlung

Die Mobilisierung der Patienten ist in der Literatur teilweise mit Gehstützen und Teilbelastung bis 15 bzw. 20 kg für einen Zeitraum von 4 bis 6 Wochen sowie anschließender schmerzadaptierter Belastung beschrieben (13). Crespo, La Prade und Fanelli empfehlen eine vorsichtigere Rehabilitation ohne Gewichtsbelastung in den ersten 6 Wochen und anschließender Beschwerde-adaptierter Belastung (10,17,47). 57,4 Prozent der befragten Ärzte geben die Empfehlung zur Teilbelastung mit Gehstützen für 4-6 Wochen, knapp 20 Prozent erachten einen Zeitraum bis zu 4 Wochen für ausreichend und 11,5 Prozent empfehlen Teilbelastung und Gehstützen für über 6 Wochen.

Die Frage, ob zur Unterstützung der Heilung eine HKB-Orthese verwendet werden sollte, wurde von mehr als 90 Prozent der Befragten mit Zustimmung beantwortet. Ca. 55 Prozent

gehen davon aus, dass eine Orthese für 6 Wochen ausreichend ist, knapp 38 Prozent geben mit der Empfehlung, die Orthese 3 Monate zu nutzen eine etwas vorsichtigere Einschätzung ab. In den vorliegenden Studien wurde von Crespo und Zantop ebenfalls ein Rehabilitationskonzept mit Orthese für 6 Wochen eingesetzt (10,80).

Nach der Operation sollen die Sehnenimplantate vor Überbelastung geschützt werden, damit diese einheilen können. Die dafür notwendige Zeit hängt davon ab, wie komplex die Verletzung war und wie sicher die Ligamente während der Operation befestigt werden konnten (35). Ein weitgehender Konsens bezüglich der Mobilisierung besteht darin, dass zur Vermeidung einer ungewollten Elongation der verletzten Strukturen Krankengymnastik zur Ausschaltung der Schwerkraft in der Anfangszeit nur in Bauchlage durchgeführt wird (35,80). Diese Vorgehensweise wählt 57,4 Prozent der befragten Ärzte. Als Alternative war die frühfunktionelle Nachbehandlung mit freier Bewegung bis 90° direkt postoperativ angegeben, was von 12,4 Prozent der Ärzte gewählt wurde. Bei dieser Frage war aufgrund des Studiendesigns keine Pflichtantwort erforderlich, was erklärt, dass etwa 30 Prozent der Ärzte keine Angaben zur Mobilisierung gemacht haben.

5.3.6 Ergebnisqualität der Versorgung

Die Einschätzung der Ergebnisqualität wurde in dieser Studie nach dem radiologischen Kriterium der Reduktion der hinteren Schublade vorgenommen. In Studien hochspezialisierter Zentren wurde eine Reduktion zwischen 78 und 92 Prozent als Ergebnis erreicht (22,23,26,56). In diesem Kontext ist die diesbezügliche Einschätzung der befragten Ärzte ernüchternd. Knapp 35 Prozent bezeichnen eine verbleibende dorsale Instabilität um 50 Prozent und 23,4 Prozent eine Reduzierung um 66 Prozent als gutes Ergebnis.

Wie die Umfrage zeigt, gibt es bislang keine Standardisierung bei der Behandlung kombinierter posterolateraler Verletzungen. Häufig findet keine Klassifikation statt und die Verletzung wird daher häufig gleichförmig mit der Operationstechnik des isometrischen Larsons behandelt. Möglicherweise resultieren daraus die erwarteten Verbesserungen der dorsalen Schublade von weniger als 75%.

5.3.7 Rückkehr zum Sport

Die Einschätzung der befragten Ärzte, inwieweit eine Rückkehr auf das sportliche Niveau wie vor der Verletzung möglich ist, ergibt ein eher pessimistisches Bild. Nur etwa 40 Prozent erwarten eine Rückkehr auf das vorherige Niveau. Eine Limitation der Umfrage ist, dass bei der Beantwortung dieser Frage keine objektive klinische Untersuchung, sondern die subjektive und retrospektive Einschätzung der Operateure die Grundlage bildet. In der Literatur werden Ergebnisse von 21 bis 68 Prozent beschrieben (36,37,39), insofern deckt sich die Beobachtung der befragten Ärzte mit den existierenden Studien.

In der Befragung wurde nicht explizit nach den Ergebnissen der selbst behandelten Patienten gefragt, daher ist es möglich, dass von den Befragten nicht die Erfahrungen mit selbst behandelten Patienten angegeben wurden, sondern dass die Ärzte eine generelle Einschätzung gegeben haben. Um die Ergebnisse der jeweils selbst behandelten Patienten objektiv zu bewerten, wäre zu diesem Zweck eine Studie mit klarem Follow-up und standardisierten Messpunkten und Methoden durchzuführen.

5.4 Diskussion der Methoden

Jede Studie hat Schwächen und Einschränkungen, auf diese soll an dieser Stelle hingewiesen werden.

Bei der Aufteilung der Befragten in die Gruppe der erfahrenen Ärzte mit mehr als 20 HKB-Operationen und der Gruppe mit weniger als 20 HKB-Operationen pro Jahr ergaben sich zwei erheblich unterschiedliche Gruppengrößen. Dadurch besteht das Risiko, dass beim Vergleich der beiden Gruppen die statistischen Auswertungen durch Zufallsereignisse verfälscht werden und insbesondere in der kleineren Gruppe der Operateure mit mehr als 20 HKB-Operationen pro Jahr keine Repräsentativität gegeben sein könnte. Ein wichtiges Ziel der Umfrage ist, einen möglichst umfassenden Überblick über die Versorgungssituation der kombinierten posterolateralen Verletzung zu erhalten. Dies ist mit der Rückläuferanzahl von über 200 Antworten von qualifizierten Orthopäden und Unfallchirurgen gegeben. Weiterhin war von Interesse, inwieweit sich die Ergebnisse zwischen den beiden Gruppen unterscheiden. Um hier noch konkretere Differenzierungen zu erhalten, aus welchen sich Standards für die Behandlung ableiten

lassen, wäre eine Studie mit einer Prüfung der klinischen Ergebnisse der unterschiedlichen Behandlungsmethoden hilfreich. Diese Umfrage kann einen Rahmen für eine weiterführende Studie bieten und ein guter Indikator für die zu untersuchenden Bereiche sein.

Eine weitere Einschränkung der Umfrage liegt darin, dass aufgrund der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten bereits eine Vorselektion getroffen wurde und teilweise Kategorisierungen vorgenommen wurden. Am Beispiel der Frage nach dem bevorzugten Rehabilitationskonzept wird deutlich, dass nicht alle denkbaren Therapieoptionen zur Auswahl standen. Das ist eine bekannte Limitation von quantitativen Studien. Zwar wurde die Möglichkeit gegeben, über die Auswahlmöglichkeit „Sonstige“ ein eigenes Konzept zu schildern, diese Option wurde jedoch von den Befragten nur sehr eingeschränkt genutzt. Das Ziel der Studie war jedoch nicht, alle Varianten abzubilden da dies die quantitative Auswertung erschwert und die Aussagekraft verringert wird. Bei dieser Zielsetzung wäre eine weiterführende qualitative Studie anzuraten.

Die klinischen Ergebnisse der Therapien wurden nicht objektiv erfragt. Es sind also keine Aussagen über die Behandlungsqualität oder den Therapieerfolg der unterschiedlichen Operationsmethoden möglich. Dazu müsste eine prospektive randomisierte Studie durchgeführt werden.

Es ist nicht auszuschließen, dass bei der Beantwortung der Studie die soziale Erwünschtheit eine Rolle spielt. Beispielsweise könnte von den Befragten häufiger als tatsächlich angegeben worden sein, eine komplexe Operationsmethode wie den Popliteusbypass durchzuführen. Gegen einen ausgeprägten Effekt der sozialen Erwünschtheit spricht jedoch, dass die Studie maßgeblich von der AGA, einer renommierten Fachgesellschaft, durchgeführt wurde und die Ergebnisse anonymisiert ausgewertet werden. Da für die Teilnehmer keine negativen Konsequenzen aufgrund der Beantwortung der Studie zu erwarten sind, ist zu erwarten, dass sich der Effekt in Grenzen hält. Die Befragung ist demzufolge ein guter Weg, sich der tatsächlichen Versorgung der kombinierten posterolateralen Verletzung zu nähern.

5.5 Bedeutung der Studie, Schlussfolgerungen für Kliniker

Die möglichst frühzeitige und zuverlässige Diagnose von kombinierten posterolateralen Verletzungen ist die Grundvoraussetzung für eine angemessene Behandlung und gute Ergebnisse für die Patienten. Mithilfe des klinischen Bildes, passender radiologischer Diagnostik und aufmerksamen Untersuchern ist dies zu realisieren. Eine korrekte Klassifikation der Verletzung ist die Grundlage für das Verständnis und die optimale Behandlung eines Patienten, deshalb sollte diese in jedem Fall erfolgen. Welche Behandlungsmethode gewählt wird, hängt von mehreren Faktoren ab, insbesondere der Umfang der beteiligten Strukturen, der Allgemeinzustand und die sportliche Zielsetzung des Patienten sowie die Erfahrung des Behandlers spielen eine wichtige Rolle. Die Operationsmethode nach Larson ist eine häufig angewendete Technik. Die Funktionalität und Stabilität neuerer, anatomischer Rekonstruktionsverfahren scheinen jedoch überlegen und werden von den erfahreneren Ärzten häufiger eingesetzt.

5.6 Ausblick – offene Fragen und Vorschläge für weitere Studien

Bereits beschrieben wurde, dass die Klassifikation der kombinierten Verletzung bislang nicht in allen Fällen erfolgt. Wünschenswert wäre eine einheitliche Einteilung der Verletzungen, wobei Fanelli einen sehr guten Ansatz etabliert hat. Allerdings ist in der Klassifizierung nach Fanelli nicht berücksichtigt, dass bei kombinierten Verletzungen das LCL nicht in jedem Fall betroffen ist. Dadurch kann die Verletzung des HKB und der posterolateralen Strukturen ohne Beteiligung des LCL durch die Klassifizierung nach Fanelli nicht korrekt erfasst werden. Dies hat jedoch auf die weitere Therapie einen wesentlichen Einfluss. Deshalb könnte eine Ausdifferenzierung der Fanelli Klassifizierung um eine weitere Stufe für eine noch treffendere Einstufung sorgen, wie sie von Domnick et al. vorgeschlagen wird (11).

Tabelle 8: Vorschlag einer Klassifikation der posterolateralen Verletzung nach Domnick et al. (11)

Klassifizierung	Dial Test (90° Flexion)	Varus Stress (20° Flexion)	Hintere Schublade (90° Flexion)	Verletzte Strukturen
Typ I (= Fanelli A)	+	-	-	Arcuat Komplex (Popliteus Sehne, Popliteofibulares Ligament)

Typ II-lateral (Fanelli B)	++	++	-	Arcuat Komplex UND LCL
Typ II-posterior	++	-	++	Arcuat Komplex UND HKB
Typ III	+++	+++	+++	Arcuat Komplex, LCL und HKB
Typ IV (=Fanelli C)	>+++	>+++	+++ und vordere Schublade	Arcuat Komplex, LCL, HKB und VKB
Unterschied zum intakten Knie	Außenrotationswinkel + = 5° ++ = 10° +++ = 15°	Seitlicher Gelenkspalt + = 2,5mm ++ = 4 mm +++ = 6 mm	Hintere tibiale Schublade + = 5-10 mm ++ = 15 mm +++ = 20 mm	

Weiterhin ist fraglich, inwieweit eine Reduktion der hinteren Schublade um 50% bereits als zufriedenstellendes Ergebnis angesehen werden darf. Ein großer Teil der Behandler gibt sich damit bereits zufrieden, obwohl laut Literatur deutlich bessere Resultate erreichbar wären. In dieser Umfrage wurden nur erfahrene Ärzte, die als Instruktoren für Arthroskopie tätig sind, befragt. Möglicherweise besteht selbst bei diesen weiterer Fortbildungsbedarf, um künftig noch bessere Behandlungsergebnisse zu erreichen. Dies könnte eine Aufgabe für die orthopädischen und unfallchirurgischen Fachgesellschaften sein.

In einer kürzlich durch Drenck et al. publizierten Studie wurde die Überlegenheit der Operationstechnik des Popliteusbypasses im Vergleich zur Technik nach Larson biomechanischen bereits gezeigt (12). Für einen künftigen, evidenzbasierten Behandlungsstandard wäre es wünschenswert, den langfristigen Therapieerfolg auch klinisch zu überprüfen. Dazu sollte eine prospektive, randomisierte Studie in entsprechende Größe durchgeführt werden, bei der die Behandlungsergebnisse an objektiv überprüfbaren Kriterien zu gemessen werden. Damit könnte für Patienten mit dieser schweren Verletzung künftig ein noch besseres Outcome erreicht werden.

6 Verzeichnisse

6.1 Literaturverzeichnis

1. Akoto R, Achtnich A, Hertel P, Streich N (2016) Bildgebung. Diagnostik des Kniebandapparates. AGA-Komitee-Knie-Ligament
2. Albers S, Klapper D, Konradt U, Walter A, Wolf J (2009) Methodik der empirischen Forschung. Gabler, Wiesbaden, 3. Aufl.
3. Amis AA, Bull AMJ, Gupte CM, Hijazi I, Race A, Robinson JR (2003) Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 11: 271–281
4. Apsingi S, Nguyen T, Bull AMJ, Unwin A, Deehan DJ, Amis AA (2007) The role of PCL reconstruction in knees with combined PCL and posterolateral corner deficiency. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 16: 104–111
5. Arciero RA (2005) Anatomic posterolateral corner knee reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 21: 1147.e1–1147.e5
6. Bae JH, Choi IC, Suh SW, Lim HC, Bae TS, Nha KW, Wang JH (2008) Evaluation of the Reliability of the Dial Test for Posterolateral Rotatory Instability: A Cadaveric Study Using an Isotonic Rotation Machine. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 24(5): 593–598
7. Becker R (2014) Posterolateral reconstruction of the knee. *Arthroskopie* 27: 208–212
8. Chen C-H (2007) Surgical treatment of posterior cruciate ligament injury. *Chang Gung Medical Journal* 30: 480–492
9. Clancy WG, Sutherland TB (1994) Combined posterior cruciate ligament injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine* 13(3): 629-647
10. Crespo B, James EW, Metsavaht L, Laprade RF (2014) Injuries to posterolateral corner of the knee: a comprehensive review from anatomy to surgical treatment. *Revista Brasileira de Ortopedia* 50(4): 363–370
11. Domnick CM, Frosch K-H, Raschke MJ, Vogel N, Schulze M, Glahn von M, Drenck TC, Herbort M (2017) Kinematics of different components of the posterolateral corner of the knee in the lateral collateral ligament-intact state: A human cadaveric study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 33(10): 1821–1830
12. Drenck TC, Preiss A, Domnick C, Herbort M, Frings J, Akoto R, Krause M, Frosch K-H (2021) The Popliteus Bypass provides superior biomechanical properties compared to the Larson technique in the reconstruction of combined posterolateral corner and

- posterior cruciate ligament injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 29: 732-741
13. Falworth MS, Allum RL (2003) Posterolateral instability of the knee: its diagnosis and management. *Current Orthopaedics* 17: 223–233
 14. Fanelli GC (2015) *Posterior Cruciate Ligament Injuries: A practical guide to management*. Springer International Publishing, Basel
 15. Fanelli GC, Feldmann DD (1999) Management of combined anterior cruciate ligament/posterior cruciate ligament/posterolateral complex injuries of the knee. *Operative Techniques in Sports Medicine* 7: 143–149
 16. Fanelli GC, Larson RV (2002) Practical management of posterolateral instability of the knee. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 18: 1–8
 17. Fanelli GC, Orcutt DR, Edson CJ (2005) The multiple-ligament injured knee: Evaluation, treatment, and results. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopy & Related Surgery* 21: 471–486
 18. Fanelli GC, Stannard JP, Stuart MJ, MacDonald PB, Marx RG, Whelan DB, Boyd JL, Levy BA (2010) Management of complex knee ligament injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 92: 2235–2246
 19. Feucht MJ, Mauro CS, Brucker PU, Imhoff AB, Hinterwimmer S (2012) The role of the tibial slope in sustaining and treating anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 21: 134–145
 20. Frosch K-H, Akoto R, Drenck T, Heitmann M, Pahl C, Preiss A (2015) Arthroscopic popliteus bypass graft for posterolateral instabilities of the knee. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 28: 193–203
 21. Frosch K-H, Akoto R, Heitmann M, Enderle E, Giannakos A, Preiss A (2014) Arthroscopic reconstruction of the popliteus complex: accuracy and reproducibility of a new surgical technique. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 23: 1–7
 22. Geeslin AG, Laprade RF (2011) Outcomes of treatment of acute grade-III isolated and combined posterolateral knee injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 93: 1672–1683
 23. Geeslin AG, Moulton SG, Laprade RF (2016) A systematic review of the outcomes of posterolateral corner knee injuries, Part 1. *The American Journal of Sports Medicine* 44: 1336–1342
 24. Griffith CJ, LaPrade RF, Johansen S, Armitage B, Wijdicks C, Engebretsen L (2009) Medial knee injury: Part 1, Static function of the individual components of the main medial knee structures. *The American Journal of Sports Medicine* 37: 1762–1770

25. Grood ES, Stowers SF, Noyes FR (1988) Limits of movement in the human knee. Effect of sectioning the posterior cruciate ligament and posterolateral structures. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 70: 88–97
26. Hammoud S, Reinhardt KR, Marx RG (2010) Outcomes of posterior cruciate ligament treatment: A review of the evidence. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 18: 280–291
27. Harner CD, Hoher J (1998) Evaluation and treatment of posterior cruciate ligament injuries. *The American Journal of Sports Medicine* 26: 471–482
28. Harner CD, Vogrin TM, Hoher J, Ma CB, Woo S (2000) Biomechanical analysis of a posterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* 28: 32–39
29. Hefti E, Müller W, Jakob RP, Stäubli HU (1993) Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 1: 226–34
30. Hegenscheid K, Puls R, Rosenberg C (2012) Bildgebungsstrategie bei Kniegelenkverletzungen. *Radiologe* 52: 980–986
31. Hoffmann F (2004) Hintere Knieinstabilität. *Orthopäde* 33: 87–104
32. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A (1976) Classification of knee ligament instabilities. Part I. The medial compartment and cruciate ligaments. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 58: 159–172
33. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A (1976) Classification of knee ligament instabilities part II. The lateral compartment. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 58: 173–179
34. Imhoff AB, Feucht M (2013) Atlas sportorthopädisch-sporttraumatologische Operationen. Springer, Berlin Heidelberg
35. Jagodzinski M, Friederich N, Müller W (2016) Das Knie. Springer, Berlin Heidelberg, 2. Aufl.
36. Khanduja V, Somayaji HS, Harnett P, Utukuri M, Dowd GSE (2006) Combined reconstruction of chronic posterior cruciate ligament and posterolateral corner deficiency. *British Editorial Society of Bone and Joint Surgery* 88: 1169–1172
37. Kim JG, Ha JG, Lee YS, Yang SJ, Jung JE, Oh SJ (2008) Posterolateral corner anatomy and its anatomical reconstruction with single fibula and double femoral sling method: anatomical study and surgical technique. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 129: 381–385
38. Kim JG, Lee YS, Kim YJ, Shim JC, Ha JK, Park HA, Yang SJ, Oh SJ (2009) Correlation between the rotational degree of the dial test and arthroscopic and physical findings in posterolateral rotatory instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 18: 123–129

39. Kim S-J, Kim S-H, Chun Y-M, Hwang B-Y, Choi D-H, Yoon J-Y (2012) Clinical comparison of conventional and remnant-preserving transtibial single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction combined with posterolateral corner reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* 40: 640–649
40. Klammer B (2005) *Empirische Sozialforschung: Eine Einführung für Kommunikationswissenschaftler und Journalisten*. UTB, Stuttgart
41. Kohn D, Adam F (2005) *Orthopädie und orthopädische Chirurgie: Knie : 67 Tabellen*. Thieme, Stuttgart New York
42. Kohn D, Brockmeyer M (2015) *Expertise Knie*. Thieme, Stuttgart
43. Kromrey H, Roose J, Strübing J (2016) *Empirische Sozialforschung: Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung*. UTB, Stuttgart
44. LaPrade RF (2011) *Posterolateral Knee Injuries: anatomy, evaluation, and treatment*. Thieme, New York
45. LaPrade RF, Johansen S, Wentorf FA, Engebretsen L, Esterberg JL, Tso A (2004) An analysis of an anatomical posterolateral knee reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* 32: 1405–1414
46. Laprade RF, Heikes C, Bakker AJ, Jakobsen RB (2008) The reproducibility and repeatability of varus stress radiographs in the assessment of isolated fibular collateral ligament and Grade-III posterolateral knee Injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 90: 2069–2076
47. Laprade RF, Johansen S, Agel J, Risberg MA, Moksnes H, Engebretsen L (2010) Outcomes of an anatomic posterolateral knee reconstruction. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 92: 16–22
48. Laprade RF, Ly TV, Wentorf FA, Engebretsen L (2003) The posterolateral attachments of the knee. *The American Journal of Sports Medicine* 31: 854–60
49. Laprade RF, Wentorf FA, Fritts H, Gundry C, Hightower CD (2007) A prospective magnetic resonance imaging study of the incidence of posterolateral and multiple ligament injuries in acute knee injuries presenting with a hemarthrosis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 23: 1341–1347
50. Lunden JB, Bzdusek PJ, Monson JK, Malcomson KW, Laprade RF (2010) Current concepts in the recognition and treatment of posterolateral corner injuries of the knee. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 40: 502–516
51. Lysholm J, Gillquist J (1982) Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *The American Journal of Sports Medicine* 10: 150–154
52. Markolf KL, Graves BR, Sigward SM, Jackson SR, McAllister DR (2007) Popliteus bypass and popliteofibular ligament reconstructions reduce posterior tibial translations and

- forces in a posterior cruciate ligament graft. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 23: 482–487
53. Mayer HO (2004) Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung und Auswertung. Oldenbourg, München Wien, 2. Aufl.
 54. McCarthy M, Camarda L, Wijdicks CA, Johansen S, Engebretsen L, Laprade RF (2010) Anatomic posterolateral knee reconstructions require a popliteofibular ligament reconstruction through a tibial tunnel. *The American Journal of Sports Medicine* 38: 1674–1681
 55. Moorman CT, Laprade RF (2005) Anatomy and biomechanics of the posterolateral corner of the knee. *The Journal of Knee Surgery* 18: 137–145
 56. Moulton SG, Geeslin AG, Laprade RF (2015) A systematic review of the outcomes of posterolateral corner knee Injuries, Part 2. *The American Journal of Sports Medicine* 44: 1616–1623
 57. Petersen W, Zantop T (2006) Biomechanics of the posterior cruciate ligament and posterior instability. *Arthroskopie* 19: 207–214
 58. Petersen W, Zantop T (2009) Ruptur des hinteren Kreuzbandes und posterolaterale Instabilität. *Orthopädische Praxis* 12: 610–620
 59. Preiss A, Heitmann M, Hoetzel J, Frosch K-H (2014) Hinteres Kreuzband und posterolaterale Ecke. *OP-Journal* 29: 221–227
 60. Putz R, Mühlhofer H, Ercan Y (2007) Ligaments of the knee. *Orthopäde* 36: 612–619
 61. Russe K, Schulz MS, Strobel MJ (2006) Epidemiologie der hinteren Kreuzbandverletzung. *Arthroskopie* 19: 215–220
 62. Sanchez AR II, Sugalski MT, Laprade RF (2006) Anatomy and biomechanics of the lateral side of the knee. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 14: 2–11
 63. Savarese E, Bisicchia S, Romeo R, Amendola A (2010) Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner. *Journal of Orthopaedics and Traumatology* 12: 1–17
 64. Schewe B, Fritz J (2007) Die Rekonstruktion des hinteren Kreuzbandes - Operationstechnik. *SFA Arthroskopie Aktuell* 20: 1–20
 65. Schnell R, Hill PB, Esser E (2013) Methoden der empirischen Sozialforschung. Oldenbourg, München, 10. Aufl.
 66. Schulz MS, Russe K, Weiler A, Eichhorn HJ, Strobel MJ (2003) Epidemiology of posterior cruciate ligament injuries. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 123: 186–191

67. Servant CTJ, Ramos JP, Thomas NP (2004) The accuracy of magnetic resonance imaging in diagnosing chronic posterior cruciate ligament injury. *The Knee* 11: 265–270
68. Spitzer E, Doyle J, Marx R (2015) Outcomes of surgical treatment of posterolateral instability of the knee. *Journal of Knee Surgery* 28: 471–474
69. Stannard JP, Brown SL, Robinson JT, McGwin G Jr, Volgas DA (2005) Reconstruction of the posterolateral corner of the knee. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 21: 1051–1059
70. Stäubli HU, Birrer S (1990) The popliteus tendon and its fascicles at the popliteal hiatus: gross anatomy and functional arthroscopic evaluation with and without anterior cruciate ligament deficiency. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 6: 209–220
71. Thauinat M, Pioger C, Chatellard R, Conteduca J, Khaleel A, Sonnery-Cottet B (2013) The arcuate ligament revisited: role of the posterolateral structures in providing static stability in the knee joint. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 22: 2121–2127
72. Vasilevska Nikodinovska V, Gimber LH, Hardy JC, Taljanovic MS (2016) The collateral ligaments and posterolateral corner: What radiologists should know. *Seminars in Musculoskeletal Radiology* 20: 52–64
73. Vester F (1999) *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität.* DVA, Stuttgart
74. Weimann A, Schatka I, Herbort M, Achtnich A, Zantop T, Raschke M, Petersen W (2012) Reconstruction of the posterior oblique ligament and the posterior cruciate ligament in knees with posteromedial instability. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 28: 1283–1289
75. Welker M, Werner A, Scholz J (2005) *Online-Research: Markt- und Sozialforschung mit dem Internet.* dpunkt-Verlag, Heidelberg
76. Wörtler K (2008) MRT des Kniegelenks. *Orthopäde* 37: 157–172
77. Yastrebov O, Lobenhoffer P (2009) Isolierte und kombinierte Kniebandverletzungen. *Orthopäde* 38: 563–580
78. Yoon KH, Lee JH, Bae DK, Song SJ, Chung KY, Park YW (2011) Comparison of clinical results of anatomic posterolateral corner reconstruction for posterolateral rotatory instability of the knee with or without popliteal tendon reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* 39: 2421–2428
79. Zantop T, Bauer G, Buchner M, Ellermann A, Seil R, Benedetto K-P (2011) Diagnostik von VKB-Läsionen. *GOTS-Expertenmeeting* : 33–51
80. Zantop T, Petersen W (2010) Modified larsen technique for posterolateral corner reconstruction of the knee. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 22: 373–386

6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomie der posterolateralen Strukturen (48,54)	4
Abbildung 2: Reversed Pivot Shift Test (50).....	6
Abbildung 3: Hintere Rotationsschublade (50).....	7
Abbildung 4: Dial Test in 30° Flexion (50)	8
Abbildung 5: Varus Stress Test (50)	9
Abbildung 6: Röntgen des Kniegelenks a.p. mit knöcherner Avulsion der Fibulaspitze (Prof. Dr. Mirco Herbort)	10
Abbildung 7: Ruptur des hinteren Kreuzbandes und des lateralen Seitenbandes (Prof. Dr. Mirco Herbort).....	12
Abbildung 8: Larson Schlinge (21).....	15
Abbildung 9: Rekonstruktion nach LaPrade (47)	16
Abbildung 10: Popliteusehnenbypass (20), Verwendung unter CC BY 4.0, Abgewandelt in Graustufen im Vergleich zum Original.....	17
Abbildung 11: Fachärztliche Weiterbildung der Umfrageteilnehmer	27
Abbildung 12: Behandlungserfahrung von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes.....	28
Abbildung 13: Anzahl der persönlich durchgeführten VKB-Rekonstruktionen pro Jahr	29
Abbildung 14: Anzahl der im Institut durchgeführten VKB-Rekonstruktionen pro Jahr	30
Abbildung 15: Behandlungserfahrung von Verletzungen des hinteren Kreuzbandes	31
Abbildung 16: Anzahl der persönlich durchgeführten HKB-Rekonstruktionen pro Jahr.....	32
Abbildung 17: Anzahl der im Institut durchgeführten HKB-Rekonstruktionen pro Jahr	33
Abbildung 18: Diagnostik - klinische Untersuchungen	34
Abbildung 19: Radiologische Diagnostik bei akuten Verletzungen	35
Abbildung 20: Radiologische Diagnostik bei subakuten Verletzungen.....	37
Abbildung 21: Radiologische Diagnostik bei Verletzungen in der chronischen Phase	38
Abbildung 22: Hintere Schublade zur Diagnostik von kombinierten Instabilitäten	40
Abbildung 23: Einsatz von Klassifizierungen der Knieverletzungen	41
Abbildung 24: Behandlungsverfahren einer Teilläsion in der Akutphase	42
Abbildung 25: Behandlungsverfahren einer Komplettruptur in der Akutphase	43

Abbildung 26: Behandlungsverfahren einer Komplettruptur in der Subakutphase.....	45
Abbildung 27: Behandlungsverfahren einer Komplettruptur in der chronischen Phase	46
Abbildung 28: Wahl der Behandlung im Fallbeispiel 1	48
Abbildung 29: Wahl der Behandlung im Fallbeispiel 2	49
Abbildung 30: Postoperative Nachbehandlung	51
Abbildung 31: Reduktion der dorsalen Instabilität	53
Abbildung 32: Einschätzung "Return to Play"	54

6.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der radiologischen Diagnostik zwischen den Behandlergruppen	
bei Akutverletzungen.....	36
Tabelle 2: Vergleich der radiologischen Diagnostik zwischen den Behandlergruppen	
bei chronischen Verletzungen	39
Tabelle 3: Vergleich der Diagnostik von kombinierten Instabilitäten anhand der	
hinteren Schublade.....	40
Tabelle 4: Vergleich der Behandlungsverfahren nach Komplettruptur in der Akutphase	44
Tabelle 5: Vergleich der Behandlungsverfahren nach Komplettruptur in der	
chronischen Phase	47
Tabelle 6: Vergleich der Behandlungswahl im Fallbeispiel 2	50
Tabelle 7: Vergleich der Empfehlungen zur postoperativen Nachbehandlung	52
Tabelle 8: Vorschlag einer Klassifikation der posterolateralen Verletzung nach	
Domnick et al. (11).....	64

7 Danksagung

8 Lebenslauf Christian Lüdtker

9 Anhang

Fragebogen

1 Startseite

Herzlichen Willkommen und vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Umfrage zur Versorgungsrealität der posterolateralen Knie-Instabilität.

Das Ziel der Umfrage ist, einen genaueren Einblick in die gängigen Diagnose- und Behandlungsmethoden der posterolateralen Knie-Instabilität zu erhalten.

Durch Ihre Teilnahme tragen Sie maßgeblich zur Erhebung der aktuellen Versorgungssituation dieser Verletzung bei.

Die Befragung erfolgt anonym und wird gemäß geltender Datenschutzbestimmungen ausgewertet.

Bitte nehmen Sie sich 5 Minuten Zeit und beantworten Sie die folgenden Fragen.

Herzliche Dank und kollegiale Grüße,

Dr. Christian Schoepp, Prof. Dr. Mirco Herbert, Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch

2 Ihre persönlichen Angaben

Bitte geben Sie Ihre Facharztbezeichnung an (Mehrfachauswahl möglich)

- Chirurgie
- Orthopädie
- Orthopädie/Unfallchirurgie

Bitte wählen Sie Ihr Arbeitsverhältnis aus:

Klinik

- Chefarzt
- Oberarzt
- Facharzt

Niederlassung

- Selbstständig
 - Angestellt in Orthopäd./chirurgischer Praxis
-

3 Erfahrung

Wie groß ist Ihre klinische Erfahrung in der Diagnostik/Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur?

- < 2 Jahre
- 2 - 5 Jahre
- 5 - 10 Jahre
- > 10 Jahre

Wie groß ist Ihre klinische Erfahrung in der Diagnostik/Behandlung der hinteren Kreuzbandruptur?

- < 2 Jahre
 - 2 - 5 Jahre
 - 5 - 10 Jahre
 - > 10 Jahre
-

4 Erfahrung Versorgung von Kniebandverletzungen

Wie viele VKB Rekonstruktionen werden in Ihrer Institution jährlich durchgeführt?

- < 20
- 20 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- > 200

Wie viele **HKB** Rekonstruktionen führen **Sie persönlich** jährlich durch?

- < 5
- 5 - 10
- 10 - 20
- 20 - 50
- 50 - 100
- > 100

5 Diagnostik (klin. Befunde/Tests)

Welche klinischen Befunde/Tests haben für Sie bei v.a. kombinierte posterolaterale Instabilität Aussagekraft?

(Mehrfachnennungen möglich)

- Phänomen der spontanen hinteren Schublade
- Reversed Pivot Shift Test
- Hintere Rotationsschublade
- Positiver Dial Test in 30° Flexion
- Positiver Dial Test in 90° Flexion
- Laterale Aufklappbarkeit in Streckstellung
- Laterale Aufklappbarkeit in 20 - 30° Flexion

6 Bilddiagnostik Akutphase (bis 14. Tage nach Trauma)

Welche Bilddiagnostik benötigen Sie bei klinischem Verdacht auf kombinierte posterolaterale Verletzung?

Erstkontakt in der **Akutphase** (max. 14 Tage nach Trauma), Mehrfachnennung möglich

- Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen
- Stressaufnahmen VKB/ HKB verletzte Seite
- Stressaufnahmen VKB/ HKB gesunde Seite
- Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) verletzte Seite
- Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) gesunde Seite
- MRT Kniegelenk
- CT Kniegelenk

- CT Kniegelenk mit Angiographie
 - Bein-Achsenstandaufnahmen in ap zur Achsvermessung
 - Röntgen Unterschenkel lang seitlich - Slopeanalyse
-

7 Bilddiagnostik 3.-6. Wo postraumatisch

Welche Bilddiagnostik benötigen Sie bei klinischem Verdacht auf kombinierte posterolaterale Verletzung?

Erstkontakt in der **Subakutphase** (3. - 6. Woche nach Trauma), Mehrfachnennung mögliche

- Röntgen Kniegelenk in 2 Richtungen
 - Stressaufnahmen VKB/ HKB verletzte Seite
 - Stressaufnahmen VKB/ HKB gesunde Seite
 - Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) verletzte Seite
 - Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) gesunde Seite
 - MRT Kniegelenk
 - CT Kniegelenk
 - CT Kniegelenk mit Angiographie
 - Bein-Achsenstandaufnahmen in ap zur Achsvermessung
 - Röntgen Unterschenkel lang seitlich - Slopeanalyse
-

8 Bilddiagnostik ab 7. Wo postraumatisch

Welche Bilddiagnostik benötigen Sie bei klinischem Verdacht auf kombinierte posterolaterale Verletzung?

Erstkontakt ab der **7. Woche** nach Trauma, Mehrfachnennung möglich

- Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen
 - Stressaufnahmen VKB/ HKB verletzte Seite
 - Stressaufnahmen VKB/ HKB gesunde Seite
 - Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) verletzte Seite
 - Seitliche Stressaufnahmen (medial/ lateral) gesunde Seite
 - MRT Kniegelenk
 - CT Kniegelenk
 - CT Kniegelenk mit Angiographie
 - Bein-Achsenstandaufnahmen in ap zur Achsvermessung
 - Röntgen Unterschenkel lang seitlich - Slopeanalyse
-

9 Diagnostik hintere Schublade

Ab wie viel Millimeter hinterer Schublade gehen Sie von einer kombinierten hinteren Instabilität aus?

- 10mm im Seitenvergleich
- 12mm im Seitenvergleich

- 15mm im Seitenvergleich
- 20mm im Seitenvergleich

10 Klassifikation posterolaterale Instabilitäten

Wie unterteilen bzw. klassifizieren Sie die posterolateralen Instabilitäten?

- keine spezielle Unterteilung
- Klassifikation nach Fanelli
- Klassifikation nach Hughston
- andere :

11 Therapie Akutphase Teilläsion

Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei klinisch/radiologisch gesicherter **Teilläsion oder Elongation** der posterolateralen Bandstrukturen in der Akutphase **am häufigsten** an?

(max. 14 Tage nach Trauma)

- Ruhigstellung, Streckschiene mit posteriorem Support, (konservatives HKB Schema); abwarten, Reevaluation nach 3 Monaten
- Primäre Naht der posterolateralen Strukturen, HKB konservativ (Streckschiene)
- Wie vorheriger Punkt, zusätzliche Augmentation der posterolateralen Ecke mit Sehne (autogen, allogene) oder Tape
- HKB-Ligament-Bracing, primäre Naht posterolateral
- HKB-Ligament-Bracing, Naht posterolateral + Augmentation (Sehne/ Tape)
- Primäre HKB Rekonstruktion, posterolateral konservativ
- Primäre HKB Rekonstruktion, Rekonstruktion posterolateral + Augmentation

12 Therapie Akutphase Kompletttraktur

Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei klinisch/radiologisch gesicherter **vollständiger Ruptur** der posterolateralen Bandstrukturen in der Akutphase **am häufigsten** an?

(max. 14 Tage nach Trauma)

- Ruhigstellung, Streckschiene mit posteriorem Support, (konservatives HKB Schema); abwarten, Reevaluation nach 3 Monaten
- Primäre Naht der posterolateralen Strukturen, HKB konservativ (Streckschiene)
- Wie vorheriger Punkt, zusätzliche Augmentation der posterolateralen Ecke mit Sehne (autogen, allogene) oder Tape
- HKB-Ligament-Bracing, primäre Naht posterolateral
- HKB-Ligament-Bracing, Naht posterolateral + Augmentation (Sehne/ Tape)
- Primäre HKB Rekonstruktion, posterolateral konservativ
- Primäre HKB Rekonstruktion, Rekonstruktion posterolateral + Augmentation

13 Therapie 3.-6. Wo postraumatisch

Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei gesicherter posterolateraler Instabilität in der Subakutphase **am häufigsten** an?

(3.- 6. Wo. nach Trauma)

- Ruhigstellung, Streckschiene mit posteriorem Support, (konservatives HKB Schema); abwarten, Reevaluation nach 3 Monaten

- Primäre Naht der posterolateralen Strukturen, HKB konservativ (Streckschiene)
- Wie vorheriger Punkt, zusätzliche Augmentation der posterolateralen Ecke mit Sehne (autogen, allogen) oder Tape
- HKB-Ligament-Bracing, Naht posterolateral
- HKB-Ligament-Bracing, Naht posterolateral + Augmentation (Sehne/ Tape)
- Primäre HKB Rekonstruktion, posterolateral konservativ
- Primäre HKB Rekonstruktion, Rekonstruktion posterolateral + Augmentation

14 Therapie nach 6 Wochen

Welches Behandlungsverfahren wenden Sie bei gesicherter posterolateraler Instabilität in der chronischen Phase **am häufigsten** an (Subj. Instabilität, gerade Achse, keine Arthrose)?

(ab der 7. Woche nach Trauma)

- Primäre HKB Rekonstruktion, posterolateral konservativ

Primäre HKB Rekonstruktion, Rekonstruktion posterolateral mit ...

- minimal invasiver Larson Schlinge (femoral 1 Bohrkanaal)
- offener, modifizierter und anatomischer Larson (femoral 2 Bohrkanaäle, fibularer Kanal möglichst anatomisch)
- Rekonstruktion nach LaPrade
- Popliteusbypass
- Bizeps-femoris-Streifen
- Sonstiges:

15 Fallbeispiel 1

Bitte beantworten Sie bei den folgenden 2 Fallbeispielen, welche Therapie Sie **am ehesten** wählen würden:

Fall 1:

- **Subjektiv instabil, gerade Beinachse, regelhafter Slope**
- **keine Arthrose.**
- **Gehaltene hintere Schublade: -15 mm,**
- **Keine Aufklappbarkeit im Varusstress in Streckung und 20-30° Stellung**
- **Dialtest: positiv**
- **Rotationsschubladen HKB: Innenrotation: -, Neutral: ++, Außenrotation: ++**

Primäre HKB Rekonstruktion, Rekonstruktion posterolateral mit ...

- Larson Schlinge (isometrische Rekonstruktion)
- Rekonstruktion nach LaPrade
- Popliteusbypass
- Bizeps-femoris-Streifen
- offener, anatomisch modifizierter Larson mit 2 femoralen Bohrkanaälen
- Sonstiges :

Fall 2:

- **Subjektiv instabil, gerade Beinachse, regelhafter Slope**

- keine Arthrose.
- Gehaltene hintere Schublade: -15 mm,
- **Vermehrte Aufklappbarkeit** im Varusstress in Streckung und 20-30° Stellung
- Dialtest: positiv
- Rotationschubladen HKB: Innenrotation: -, Neutral:++, Außenrotation:++

Primäre HKB Rekonstruktion, Rekonstruktion posterolateral mit ...

- Larson Schlinge (isometrische Rekonstruktion)
- Rekonstruktion nach LaPrade
- Popliteusbypass
- Bizeps-femoris-Streifen
- offener, anatomisch modifizierter Larson mit 2 femoralen Bohrkanälen
- Sonstiges :

16 Nachbehandlung

Wie behandeln Sie einen Patienten nach operativer Versorgung einer kombinierten posterolateralen Instabilität (in der von Ihnen favorisierten Technik)?

(Mehrfachnennungen möglich)

- sofort schmerzadaptierte Belastung
- < 4 Wochen Gehstützen mit Teilbelastung
- 4 - 6 Wochen Gehstützen mit Teilbelastung
- > 6 Wochen Gehstützen mit Teilbelastung
- Orthesenfreie Nachbehandlung
- HKB-Orthese für 6 Wochen
- HKB-Orthese für 3 Monate
- frühfunktionelle Nachbehandlung (freie Bewegung bis 90° direkt postop)
- KG nur in Bauchlage mit Quadrizepsanspannung für 6 Wochen
- Sonstiges :

17 Postoperative Ergebnisqualität

Was würde Sie als gutes Ergebnis nach operativer Versorgung einer posterolateralen Instabilität bezeichnen?

- Reduktion der dorsalen Instabilität um 25% (z.B. von HSL -12mm auf HSL - 9 mm)
- Reduktion der dorsalen Instabilität um 50%
- Reduktion der dorsalen Instabilität um 66%
- Reduktion der dorsalen Instabilität um 75%
- Reduktion der dorsalen Instabilität um 90%

18 Rückkehr zum Sport

Wie beurteilen Sie die Rückkehr zum vorherigen Aktivitäts- bzw. Sportniveau nach posterolateraler Stabilisierung?

- sportliche Betätigung eher nicht empfehlenswert

-
- zu empfehlen sind höchstens Level-III-Sportarten (z. B. Joggen)
 - Rückkehr auf gleiches Niveau unwahrscheinlich
 - Rückkehr auf gleiches Niveau nach > 12 Monaten möglich
 - Rückkehr auf gleiches Niveau innerhalb 6 – 12 Monaten möglich
-

19 Endseite

Vielen herzlichen Dank für Ihre Teilnahme an der Umfrage zur Versorgungsrealität der posterolateralen Knie-Instabilität. Sie helfen dadurch, die Versorgung unserer Patienten künftig zu verbessern.

Die Ergebnisse werden in einer Studie zusammengefasst und anschließend vorgestellt.

Mit freundlichen kollegialen Grüßen,

Dr. Christian Schoepp, BG Klinikum Duisburg

Prof. Dr. Mirco Herbolt, Universitätsklinikum Münster

Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch, Asklepios Kliniken St. Georg, Hamburg
