



Technische Universität München
Fakultät für Medizin

**Funktionelles Ergebnis, Return-To-Sports und Return-To-Work
nach kombinierter VKB-/HKB-Ersatzbandplastik und
posterolateraler Rekonstruktion des Kniegelenks**

Michael Merkle

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung eines Doktors der Medizin (Dr. med.) genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Gabriele Multhoff

Prüfer*innen der Dissertation: 1. apl. Prof. Dr. Sepp Braun
2. apl. Prof. Dr. Sebastian Siebenlist

Die Dissertation wurde am 14.11.2022 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Medizin am 21.03.2023 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	4
GENDER-DISCLAIMER	5
1. EINLEITUNG	6
1.1. FUNKTIONELLE ANATOMIE DER POSTEROLATERALEN STRUKTUREN	7
1.1.1. Das laterale Kollateralband.....	8
1.1.2. Der M. popliteus.....	8
1.1.3. Das Lig. popliteofibulare	8
1.2. BIOMECHANIK DER POSTEROLATERALEN STRUKTUREN	9
1.2.1. Widerstand gegen Varusstress.....	9
1.2.2. Widerstand gegen tibiale Außenrotation.....	10
1.2.3. Widerstand gegen posteriore tibiale Translation	10
1.2.4. Widerstand gegen tibiale Innenrotation und anteriore tibiale Translation	10
1.3. INZIDENZ UND VERLETZUNGSMECHANISMEN	11
1.3.1. Inzidenz	11
1.3.2. Verletzungsmechanismen	11
1.4. DIAGNOSTIK	12
1.4.1. Klinische Untersuchung	12
1.4.2. Klinische Tests.....	12
1.4.3. Bildgebung.....	13
1.5. KLASSIFIKATION	14
1.6. THERAPIE	15
1.6.1. Konservative Therapie	16
1.6.2. Operative Therapie	16
1.6.3. Begleiteingriffe	18
2. MATERIAL UND METHODEN	19
2.1. STUDIENZIEL	19
2.2. HYPOTHESE	19
2.3. STUDIENDESIGN	19
2.4. EIN- UND AUSSCHLUSSKRITERIEN	20
2.4.1. Einschlusskriterien.....	20
2.4.2. Ausschlusskriterien.....	20
2.5. PATIENTENKOLLEKTIV	20
2.6. OP-TECHNIK	21
2.6.1. Anatomische VKB-EPL.....	22
2.6.2. Anatomische HKB-EPL.....	23
2.6.3. Rekonstruktion der posterolateralen Ecke mittels Larson-Plastik.....	24

2.7.	NACHBEHANDLUNG	25
2.7.1.	VKB-EPL + Larson-Plastik	25
2.7.2.	HKB-EPL + Larson-Plastik	26
2.8.	SCORES	26
2.8.1.	Knee Injury and Osteoarthritis outcome score (KOOS)	26
2.8.2.	Return-To-Sports (RTS)	27
2.8.3.	Return-To-Work	28
2.9.	STATISTIK	29
3.	ERGEBNISSE	30
3.1.	DEMOGRAFISCHE DATEN	30
3.1.1.	Patientenalter	31
3.1.2.	Follow-up	32
3.1.3.	Body-Mass-Index	32
3.1.4.	Zeitspanne zwischen Trauma und OP	33
3.1.5.	Traumaursache	34
3.1.6.	Begleiteingriffe	36
3.1.7.	Postoperative Komplikationen	36
3.2.	SPORTLICHE AKTIVITÄT	37
3.2.1.	Postoperativer KOOS-Score	37
3.2.2.	Prä- und postoperativer Tegner-Score und Activity Rating Scale	37
3.2.3.	Return-To-Sports	38
3.2.4.	Frequenz sportlicher Aktivität	39
3.2.5.	Prä- und postoperatives sportliches Leistungsniveau	41
3.2.6.	Gründe für die Reduktion der sportlichen Aktivität	42
3.3.	RETURN-TO-WORK	43
3.3.1.	Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit	43
3.3.2.	Vergleich der prä- vs. postoperativen Arbeitsintensität	44
4.	DISKUSSION	47
5.	SCHLUSSFOLGERUNG	53
6.	ZUSAMMENFASSUNG	54
7.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	55
8.	TABELLENVERZEICHNIS	56
9.	LITERATURVERZEICHNIS	57
10.	ANHANG	64
10.1.	KOOS-SCORE	64
10.2.	RETURN-TO-SPORTS-FRAGEBOGEN	68
10.3.	RETURN-TO-WORK-FRAGEBOGEN	77
11.	VORVERÖFFENTLICHUNG	78
12.	DANKSAGUNG	79

Abkürzungsverzeichnis

ARS	Activity-Rating-Scale (nach Marx)
BMI	Body Mass Index
CT	Computertomographie
EPL	Ersatzplastik
et al.	et alii
HKB	Hinteres Kreuzband
IKDC	International Knee Documentation Committee
K-Draht	Kirschner-Draht
KOOS	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
LCL	Laterales Kollateralband
Lig.	Ligamentum
LPF	Ligamentum popliteofibulare
M.	Musculus
Max.	Maximal
MCL	Mediales Kollateralband
MPFL	Mediales patellofemorales Ligament
MRT	Magnetresonanztomographie
N	Anzahl
OP	Operation
PLC	Posterolaterale Gelenkecke
PLT	Popliteussehne
postop.	postoperativ
präop.	präoperativ
Proc.	Processus
REFA	Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung (Klassifikation der Arbeitsschwere)
VKB	Vorderes Kreuzband
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

Gender-Disclaimer

Das in dieser Arbeit gewählte generische Maskulinum bezieht sich zugleich auf die männliche, die weibliche und andere Geschlechteridentitäten. Zur besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle Geschlechteridentitäten werden ausdrücklich mitgemeint, soweit die Aussagen dies erfordern.

1. Einleitung

Posterolaterale Verletzungen des Kniegelenks stellen eine häufig übersehene Läsion dar, die selten isoliert auftritt und schwierig zu diagnostizieren ist (LaPrade, Ly et al. 2003). Oftmals bestehen Begleitverletzungen der Kreuzbänder und auch der N. peroneus communis kann mitbetroffen sein (LaPrade and Terry 1997). Werden in einem solchen Fall lediglich die Kreuzbänder adressiert und eine Insuffizienz der posterolateralen Strukturen übersehen, kann dies nicht nur zu einer persistierenden Instabilität führen, sondern bereits durchgeführte Kreuzbandrekonstruktionen durch erhöhte Krafteinwirkung gefährden. Ein Transplantatversagen kann die Folge sein, was aufwendige Revisionsoperationen nach sich zieht (Noyes and Barber-Westin 2005). Aus diesem Grund ist eine umfassende klinische Diagnostik der posterolateralen Gelenkecke bei Verletzungen der Kreuzbänder unabdingbar und bedarf hierfür guter anatomischer und biomechanischer Kenntnisse der beteiligten Strukturen (Chahla, Moatshe et al. 2016). Neu durchgeführte Studien der letzten Jahre führten zu einem besseren Verständnis der posterolateralen Strukturen und der Entwicklung neuer Operationstechniken, die sich in anatomische und extra-anatomische Rekonstruktionen einteilen lassen (Frosch, Krause et al. 2018). Trotzdem gibt es auch unter Experten nach wie vor keinen Konsens über das ideale Therapieverfahren und auch bezüglich des Vorgehens während der Rehabilitation herrscht noch Uneinigkeit (Chahla, Murray et al. 2018).

Zum aktuellen Zeitpunkt existieren nur wenige Studien, welche die mittelfristigen funktionellen Ergebnisse nach kombinierter Versorgung von vorderem oder hinterem Kreuzband und posterolateraler Gelenkecke untersuchten. Ziel dieser retrospektiven, klinischen Studie war die Ermittlung des funktionellen Ergebnisses anhand des KOOS-Scores bei Patienten mit einem Follow-up von mindestens 2 Jahren. Außerdem wurde die postoperative Sportaktivität untersucht. Mithilfe von Fragebögen wurde die Sportfrequenz, -dauer, das Leistungsniveau sowie den Tegner-Score ermittelt und die Werte mit dem präoperativen Zustand verglichen. Die Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit wurde zudem erhoben und die prä- und postoperative Arbeitsintensität nach Einteilung gemäß der REFA-Klassifikation verglichen.

1.1. Funktionelle Anatomie der posterolateralen Strukturen

Die posterolaterale Ecke des Kniegelenks ist komplex aufgebaut und setzt sich aus vielen Strukturen zusammen. Folgende wurden dabei jedoch als Hauptstabilisatoren identifiziert, die in Abbildung 1 dargestellt sind: das Lig. collaterale fibulare (LCL), die Sehne des M. popliteus sowie das Lig. Popliteofibulare (LPF) (Chahla, Moatshe et al. 2016).

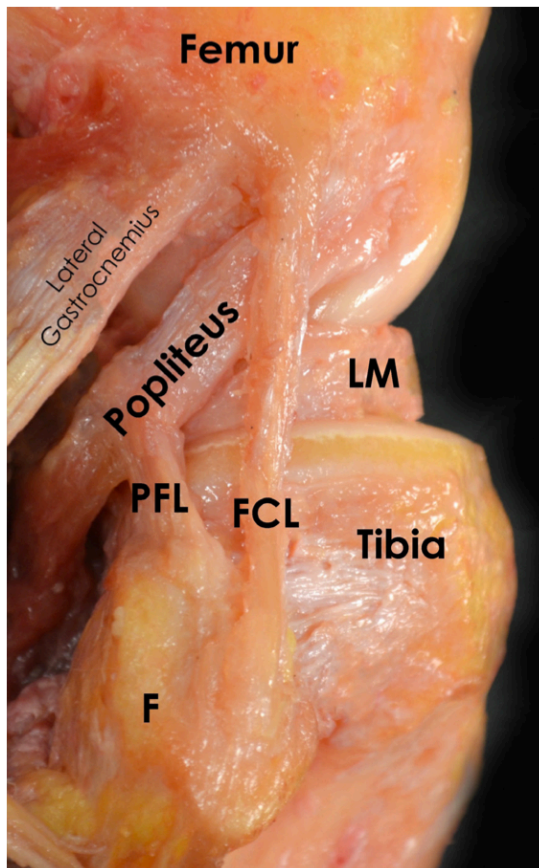


Abbildung 1: Anatomisches Präparat der PLC des rechten Kniegelenks

(Chahla, Moatshe et al. 2016)

Ansicht von lateral. Die Hauptstabilisatoren der PLC des Kniegelenks setzen sich aus dem LCL, dem LPF und dem M. popliteus zusammen.

Abkürzungen: LM, Außenmeniskus; FCL (\cong LCL), laterales Kollateralband; PFL (\cong LPF), Lig. popliteofibulare; F, Fibulaköpfchen.

1.1.1. Das laterale Kollateralband

Das laterale Kollateralband (LCL) entspringt einer kleinen, knöchernen Vertiefung leicht proximal und posterior des lateralen Femurkondylus. Distal setzt es am lateralen Fibulaköpfchen an und bedeckt dabei ca. 38% dessen gesamter Breite. Ein Großteil der Fasern inseriert hierbei ebenfalls in einer knöchernen Vertiefung, die sich bis zum distalen Drittel des Fibulaköpfchen austreckt. Die restlichen Fasern ziehen weiter nach distal mit der Faszie des M. peroneus longus. Im Schnitt beträgt die Länge des LCL ca. 69,6 mm (LaPrade, Ly et al. 2003).

1.1.2. Der M. popliteus

Der M. popliteus entspringt an der posteromedialen Tibia und verläuft schräg nach proximal lateral, wo sich im lateralen Drittel der Fossa poplitea der muskulotendinöse Übergang befindet. Von dort zieht die Sehne nach anterolateral um den hinteren Anteil des lateralen Femurkondylus herum und setzt in der proximalen Hälfte des Sulcus popliteus an. Hierbei befindet sich der Ansatz der Sehne noch weiter anterior als der Ursprung des LCL und ist somit der am meisten anterior gelegene Teil der posterolateralen Gelenkecke. Durchschnittlich beträgt die Länge der Popliteussehne vom femoralen Ansatz bis zum muskulotendinösen Übergang 54,5 mm (LaPrade, Ly et al. 2003).

1.1.3. Das Lig. popliteofibulare

Das Lig. popliteofibulare (LPF) entspringt vom muskulotendinösen Übergang der Popliteussehne und setzt sich aus zwei Anteilen zusammen – einem anterioren und einem posterioren Anteil. Beide Anteile ziehen vom muskulotendinösen Übergang nach distal zum Proc. styloideus des Fibulaköpfchens. Der vordere Anteil setzt an dessen anteromedialen Fläche an und der meist stärker ausgeprägte hintere Anteil an der posteromedialen Fläche. Zusätzlich finden sich am Ansatz des vorderen Anteils weitere Fasern, die zur lateralen Tibia ausstrahlen (LaPrade, Ly et al. 2003). Der Verlauf des LPF ist in Abbildung 2 dargestellt.

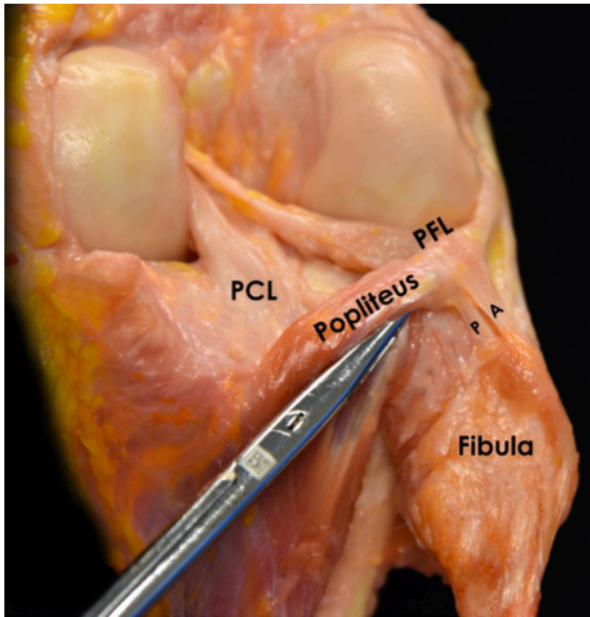


Abbildung 2: Verlauf des vorderen und hinteren Anteils des LPF

(Chahla, Moatshe et al. 2016)

Posteriore Ansicht auf ein rechtes Kniegelenk. Der vordere und hintere Anteil des LPF ziehen gemeinsam vom musklotendinösen Übergang des M. popliteus zum Proc. styloideus des Fibulaköpfchens (Chahla, Moatshe et al. 2016).

Abkürzungen: PCL (\cong HKB), hinteres Kreuzband; PFL (\cong LPF), Lig. popliteofibulare; A, vorderer Anteil des Lig. popliteofibulare; P, hinterer Anteil des Lig. popliteofibulare.

1.2. Biomechanik der posterolateralen Strukturen

Die Hauptfunktionen der posterolateralen Strukturen sind die Stabilisierung des Kniegelenks gegen Varusstress, tibiale Außenrotation und posteriore tibiale Translation (Chahla, Moatshe et al. 2016). Hierbei besteht ein enges funktionelles Zusammenspiel mit dem HKB (Harner, Vogrin et al. 2000).

1.2.1. Widerstand gegen Varusstress

Das laterale Kollateralband (LCL) stellt den primären Stabilisator gegen Varusstress dar (Amis, Bull et al. 2003). Den größten Widerstand bringt es in strecknahen Positionen bis zu 30° Beugung auf, da es mit zunehmender Beugung an Spannung verliert (Sugita and Amis 2001). Wichtige sekundäre Stabilisatoren bei Insuffizienz des LCL sind vor allem die Popliteusehne, das popliteofibulare Ligament, sowie die beiden Kreuzbänder (Moorman and LaPrade 2005).

1.2.2. Widerstand gegen tibiale Außenrotation

Auch gegen tibiale Außenrotation stabilisiert das LCL primär in strecknaher Position bis zu 30° Beugung. Bei zunehmender Flexion bis zu 90° stellen hingegen die Popliteussehne sowie das LPF die primären Stabilisatoren dar (LaPrade, Tso et al. 2004). Eine Insuffizienz dieser Strukturen führt zu einer signifikanten Zunahme der Rotationsinstabilität, die bei zusätzlicher HKB-Läsion verstärkt wird und auch hier auf das enge Zusammenspiel der Strukturen hinweist (Höher, Harner et al. 1998). Eine isolierte Läsion der posterolateralen Strukturen führte in einer biomechanischen Studie zu einer Rotationszunahme um 15,1° bei 30° Flexion und 7,7° bei 90° Flexion (Vogrin, Höher et al. 2000).

1.2.3. Widerstand gegen posteriore tibiale Translation

Experimentelle Studien ermittelten auch bei posteriorer tibialer Translation einen primär stabilisierenden Effekt der posterolateralen Strukturen in strecknaher Position, auch wenn dieser eher gering ist (Harner, Vogrin et al. 2000). Besonders stark ausgeprägt ist eine hintere Kniegelenksinstabilität bei einer gleichzeitigen Insuffizienz des HKB, vor allem in Flexionsgraden zwischen 60-90° (Vogrin, Höher et al. 2000). Der M. popliteus ist ein wichtiger dynamischer Stabilisator in geringen Flexionsgraden und konnte in einer biomechanischen Studie die posteriore tibiale Translation im HKB-insuffizienten Knie um 36% reduzieren (Harner, Hoher et al. 1998).

1.2.4. Widerstand gegen tibiale Innenrotation und anteriore tibiale Translation

LaPrade et al. konnten zeigen, dass die Durchtrennung der Popliteussehne zu einer verstärkten Innenrotation in strecknahen Positionen führt, allerdings war dieser Effekt nur schwach ausgeprägt (LaPrade, Wozniczka et al. 2010). Eine wichtige Rolle spielen die posterolateralen Strukturen jedoch, wenn die Hauptstabilisatoren gegen tibiale Innenrotation insuffizient sind. Bei geringen Flexionsgraden ist hierfür vor allem das VKB verantwortlich, während bei hohen Flexionsgraden das anterolaterale Ligament die Hauptwirkung erzielt (Shon, Park et al. 2017).

Einen ähnlichen Effekt konnten Veltri et al. in einer biomechanischen Studie bezüglich der Stabilisierung gegen anteriore tibiale Translation zeigen. Die kombinierte Durchtrennung von VKB und posterolateralen Strukturen führte zu einer verstärkten Translation in allen Flexionsgraden mit einem Maximum bei 30° Beugung. Eine isolierte Durchtrennung der posterolateralen Strukturen führte hingegen zu keiner Zunahme, sodass sie auch hier nur sekundär stabilisierend wirken (Veltri, Deng et al. 1995).

1.3. Inzidenz und Verletzungsmechanismen

1.3.1. Inzidenz

Verletzungen der posterolateralen Strukturen werden in der Diagnostik häufig übersehen (Kim 2017). LaPrade et al. zeigten in einer prospektiven Magnetresonanztomographie-Studie (MRT), dass bei 16% der untersuchten ligamentären Knieverletzungen eine Beteiligung der posterolateralen Ecke vorlag (LaPrade, Wentorf et al. 2007). Auch ein Hämarthros wies in 9,1% der Fälle auf das Vorhandensein einer Schädigung dieser Strukturen hin. Isolierte Läsionen stellen dabei nur etwa 28% der PLC-Verletzungen dar, da oftmals weitere Strukturen wie die beiden Kreuzbänder mitbetroffen sind (Chahla, Moatshe et al. 2016). Fanelli et al. zeigten in einer Studie, dass bei HKB-Rupturen in über 60% der Fälle eine Begleitläsion der posterolateralen Strukturen vorlag (Fanelli and Edson 1995). Auch bei VKB-Rupturen beschrieb eine MRT-Studie in ca. 20% der Fälle posterolaterale Begleitverletzungen (Temponi, de Carvalho Junior et al. 2017), sodass bei diesem Verletzungsmuster ebenfalls eine umfassende klinische Untersuchung und Diagnostik von Bedeutung ist.

1.3.2. Verletzungsmechanismen

Verletzungen der posterolateralen Strukturen sind in den meisten Fällen traumatisch bedingt und treten häufig beim Sport, Stürzen oder Verkehrsunfällen auf (Wang 2002, Shon, Park et al. 2017). Als sekundäre Stabilisatoren gegen posteriore tibiale Translation können diese Strukturen bei typischen HKB-Verletzungsmechanismen mitbetroffen sein – beispielsweise im Rahmen einer „dashboard injury“ oder Stürzen auf das gebeugte Knie (Scheffler and Strobel 2014). Vor allem eine direkte, posterolateral gerichtete Krafteinwirkung auf die proximale Tibia sowie starke Überstreckungen des Kniegelenks können zu einer Verletzung dieser Strukturen führen, insbesondere bei gleichzeitiger Außenrotation der Tibia (Ferrari, Ferrari et al. 1994, Wang 2002, Frank, Youm et al. 2007, Fornalski, McGarry et al. 2008). Chronische Instabilitäten sind hingegen nicht immer auf ein primäres Trauma zurückzuführen, sondern können auch als Folge einer längeren Überlastung der posterolateralen Strukturen entstehen (Scheffler and Strobel 2014).

1.4. Diagnostik

1.4.1. Klinische Untersuchung

Eine genaue Anamneseerhebung sowie eine gut durchgeführte klinische Untersuchung haben einen hohen Stellenwert in der Diagnostik posterolateraler Verletzungen und bieten in den meisten Fällen bereits wichtige Hinweise (LaPrade and Wentorf 2002). Dabei sollten auch neurologische Symptome wie Parästhesien und motorische Ausfälle, wie zum Beispiel eine Fußheberschwäche erfasst werden, da häufig Begleittläsionen des N. peroneus communis vorliegen. In einer Studie von LaPrade et al. war dies bei 12,7% der untersuchten Patienten der Fall (LaPrade and Terry 1997). Außerdem sollte immer die gesunde Extremität mituntersucht werden, um eine mögliche Laxität der Bänder nicht zu übersehen (Cooper, McAndrews et al. 2006).

1.4.2. Klinische Tests

Es stehen eine Reihe von klinischen Tests zur Beurteilung der posterolateralen Strukturen zur Verfügung. Die klinisch wichtigsten sind hierbei die Untersuchung der lateralen Aufklappbarkeit, der Dial-Test sowie die Rotationsschubladen, da sie auch von weniger erfahrenen Untersuchern richtig durchgeführt und eingeschätzt werden können (Scheffler and Strobel 2014).

Die laterale Aufklappbarkeit wird bei Kniegelenksstreckung und bei 30° Beugung überprüft. Ein vermehrtes Aufklappen in Streckstellung ist hierbei nicht nur ein Indiz für eine Läsion des LCL, sondern möglicherweise auch weiterer Strukturen wie der Popliteusesehne oder den Kreuzbändern, die in dieser Position stabilisierend gegen Varusstress wirken. Die Beugung des Kniegelenks führt hingegen zu einer isolierten Prüfung des LCL, sodass ein starkes Aufklappen als deutlicher Hinweis auf eine Ruptur des Ligaments zu werten ist (LaPrade and Wentorf 2002).

Der posterolaterale Schubladentest ist die Erweiterung des Tests zur Überprüfung des HKB und wurde zum ersten Mal von Hughston beschrieben (Hughston and Norwood 1980). Positiv zu werten ist eine vergrößerte hintere Schublade bei 90° Flexion und gleichzeitiger Außenrotation der Tibia, während die Schublade bei tibialer Innenrotation vermindert ist. Dies könnte auf eine kombinierte HKB-Insuffizienz mit posterolateraler Instabilität hindeuten (Scheffler and Strobel 2014).

Der Dial-Test kann sowohl in Bauch- als auch in Rückenlage des Patienten erfolgen und wird bei 30° und 90° Flexion durchgeführt. Während der Oberschenkel stabilisiert wird, führt der Untersucher im Unterschenkel eine Außenrotation der Tibia durch und erfasst das Bewegungsausmaß. Eine vergrößerte Außenrotation im Vergleich zur Gegenseite bei 30° Flexion könnte dabei auf eine Verletzung der posterolateralen Strukturen hinweisen. Ist die Außenrotation bei erneuter Durchführung in 90° vermindert, spricht dies eher für eine isolierte Insuffizienz, während eine nochmals gesteigerte Außenrotation für eine kombinierte Läsion des HKB und der posterolateralen Strukturen spricht (Grood, Stowers et al. 1988, Cooper, McAndrews et al. 2006).

Neben den genannten klinischen Tests ist auch die Analyse des Gangbildes von großer Bedeutung, insbesondere bei chronischen Instabilitäten. Ein laterales Aufklappen des Kniegelenks beim Gehen wird als „Varus Thrust“ bezeichnet und führt langfristig zu einer verstärkten Belastung des medialen Kompartiments und Ausdehnung der posterolateralen Strukturen (LaPrade and Wentorf 2002, Scheffler and Strobel 2014). Außerdem führt das laterale Aufklappen zu erhöhten Kräften auf das VKB, was nach Ersatzbandplastiken ein Transplantatversagen bewirken kann (van de Pol, Arnold et al. 2009).

1.4.3. Bildgebung

In der Akutphase sollten Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen erfolgen, um Frakturen auszuschließen (Frosch, Krause et al. 2018). Außerdem können knöcherne Veränderungen des Fibulaköpfchens indirekte Zeichen für eine posterolaterale Instabilität darstellen (Scheffler and Strobel 2014). Auch gehaltene Aufnahmen sind hilfreich, um ein laterales Aufklappen oder vergrößerte Schubladen objektiv zu quantifizieren und können auf eine Mitbeteiligung der Kreuzbänder hinweisen (Crespo, James et al. 2015). Wichtig bei chronischen Instabilitäten oder Revisionsfällen ist eine Ganzbeinaufnahme des stehenden Patienten, um eine Achsabweichung der Extremität nicht zu übersehen (LaPrade and Wentorf 2002).

In diesen Fällen sollte auch eine sagittale Aufnahme des Kniegelenks erfolgen, da das Ausmaß des tibialen Slopes Einfluss auf die anteriore und posteriore Tibiatranslation hat und rezidivierende Instabilitäten begünstigen kann (Feucht and Tischer 2017).

Eine MRT-Untersuchung wird bei Verletzungen der posterolateralen Ecke grundsätzlich empfohlen (Frosch, Krause et al. 2018). Rupturen von LCL und PLT können auf diese Weise mit einer Sensitivität von 95% bzw. 90% nachgewiesen werden, lediglich die Sensitivität bei LPF-Rupturen liegt mit 68% deutlich geringer (LaPrade, Gilbert et al. 2000). Außerdem können BegleitleSIONen anderer Strukturen wie der Kreuzbänder, der Menisken, des Knorpels oder ein

„bone bruise“ der anteromedialen Femurkondyle dargestellt werden, wie er bei 81% der hochgradigen PLC-Verletzungen auftritt (Geeslin and LaPrade 2010).

Eine zusätzliche CT-Untersuchung wird bei kniegelenksnahen Frakturen und vor Revisionseingriffen empfohlen, um die Bohrkanäle beurteilen zu können (Frosch, Krause et al. 2018).

1.5. Klassifikation

Aktuell existiert kein allgemeingültiges Klassifikationssystem der posterolateralen Instabilität (Scheffler and Strobel 2014). Häufig wird jedoch die Klassifikation nach Fanelli verwendet, welche die funktionelle Instabilität in 3 Typen unterteilt (siehe Tabelle 1).

Bei Typ A besteht eine isolierte Rotationsinstabilität, was auf eine Ruptur der Popliteussehne und des LPF hindeutet. Bei Typ B kommt aufgrund einer zusätzlichen Läsion des LCL ein leicht verstärktes laterales Aufklappen hinzu (4-12 mm). Typ C beinhaltet eine starke Rotationsinstabilität und laterales Aufklappen und tritt bei Kombinationsverletzungen der posterolateralen Strukturen mit den Kreuzbändern auf (Fanelli 1999).

Tabelle 1: Klassifikation der PLC-Verletzungen nach Fanelli

(Fanelli 1999)

Typ	Art der Instabilität	Verletzte Strukturen
A	Rotationsinstabilität	Popliteussehne, LPF
B	Rotationsinstabilität mit milder Varus-Instabilität	Popliteussehne, LPF, LCL
C	Rotations- und Varus-Instabilität mit sagittaler Instabilität	Popliteussehne, LPF, LCL, mindestens ein Kreuzband

Die Klassifikation nach Fanelli unterteilt die posterolaterale Instabilität je nach Art der Instabilität und Ausmaß der verletzten Strukturen in die Typen A, B oder C (Fanelli 1999).

Abkürzungen: PLC, posterolaterale Ecke; LPF, Lig. popliteofibulare; LCL, laterales Kollateralband.

Domnick et al. entwickelten im Jahr 2017 ein erweitertes Klassifikationssystem, das auf der Fanelli-Klassifikation basiert und die Ergebnisse mehrerer biomechanischer Studien berücksichtigt (Domnick, Frosch et al. 2017). Modifizierungen beinhalten die Durchführung des Dial-Test bei 90° Flexion (anstatt 30°), des Varus-Stresstest bei 20° Flexion (anstatt 30°) sowie die Hinzunahme des hinteren Schubladentests. Auf diese Weise können Verletzungen

des Arcuatum-Komplexes, HKB und LCL noch differenzierter unterteilt werden. Diese Klassifikation ist klinisch nicht validiert, kann möglicherweise jedoch zu einer besseren Evaluation posterolateraler Verletzungen beitragen. Eine Übersicht der Klassifikation ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Klassifikation der PLC-Läsionen nach Domnick et al.

(Domnick, Frosch et al. 2017)

Schweregrad	Dial-Test (90° Flexion)	Varusstress (20° Flexion)	Hintere Schublade	Verletzte Strukturen
Grad I	+	-	-	Popliteussehne + LPF
Grad II – lateral	++	++	-	Popliteussehne + LPF + LCL
Grad II – posterior	++	-	++	Popliteussehne + LPF + HKB
Grad III	+++	+++	+++	Popliteussehne + LPF + LCL + HKB
Grad IV	Max.	Max.	+++ und vordere Schublade	Popliteussehne + LPF + LCL + HKB + VKB

Mit Hilfe des Dial-Tests (in 90° Flexion), des Varus-Stresstests (in 20° Flexion) sowie des hinteren Schubladentests (in 90° Flexion) können Verletzungen der PLC noch differenzierter unterteilt werden (Domnick, Frosch et al. 2017).

Abkürzungen: Max., Maximal; LPF, Lig. popliteofibulare; LCL, laterales Kollateralband; HKB, hinteres Kreuzband; VKB, vorderes Kreuzband.

1.6. Therapie

Bei der Auswahl der optimalen Therapiestrategie ist es wichtig zu differenzieren, ob eine isolierte posterolaterale Instabilität vorliegt oder eine zusätzliche vordere oder hintere Instabilität mitadressiert werden muss (Scheffler and Strobel 2014). Dementsprechend existiert keine Standardtherapie, die mit hoher Evidenz empfohlen werden kann. Je nach Grad der Instabilität und Ausmaß der Begleitverletzungen ist ein individuelles Vorgehen erforderlich, das von konservativen Maßnahmen bis hin zur operativen Rekonstruktion reicht (Frosch, Krause et al. 2018).

1.6.1. Konservative Therapie

Isolierte, geringgradige posterolaterale Verletzungen können mithilfe einer Orthese und physiotherapeutischer Maßnahmen behandelt werden. Nach einer Ruhigstellung in der Orthese für 6 Wochen unter Vermeidung symptomauslösender Bewegungen kann anschließend eine Muskelkräftigung angestrebt werden. Bei höhergradigen Läsionen führt die konservative Therapie hingegen meist zu keiner ausreichenden Stabilität. In diesen Fällen, sowie bei einer Mitbeteiligung der Kreuzbänder, ist die operative Stabilisierung vorzuziehen (Jung, Schmeling et al. 2006).

1.6.2. Operative Therapie

Es existieren viele verschiedene Operationstechniken zur Wiederherstellung der posterolateralen Stabilität. Bei hochgradigen Instabilitäten, wie sie im Rahmen von Kombinationsverletzungen auftreten, kommen jedoch primär rekonstruktive Verfahren mit einem freien Sehnenstransplantat zum Einsatz (Scheffler and Strobel 2014). Im Vergleich zur einfachen Refixation der verletzten Strukturen ist eine deutlich geringere Re-Ruptur-Rate beschrieben worden (Stannard, Brown et al. 2005, Levy, Dajani et al. 2010).

Generell unterscheidet man dabei anatomische und isometrische Rekonstruktionen. Mithilfe anatomienaher Techniken, wie beispielsweise von LaPrade et al., versucht man die posterolateralen Strukturen möglichst anatomisch entsprechend ihres natürlichen Verlaufs wiederherzustellen (LaPrade, Johansen et al. 2004). Die Autoren verwenden hierbei einen Teil der Achillessehne als Allograft, aus dem zwei einzelne Sehnenstücke präpariert werden. Über die Anlage von vier Bohrkanälen wird mit dem einen Sehnenstück das LPF rekonstruiert, während das andere die Funktion von LCL und Popliteussehne übernimmt. Durch dieses anatomisch akkurate Verfahren soll die statische Funktion der posterolateralen Strukturen bestmöglich wiederhergestellt werden. Nachteilig sind die technisch anspruchsvolle Durchführung sowie der invasive Zugangsweg (Serra Cruz, Mitchell et al. 2016). Die Technik nach LaPrade ist in folgender Abbildung 3 dargestellt.

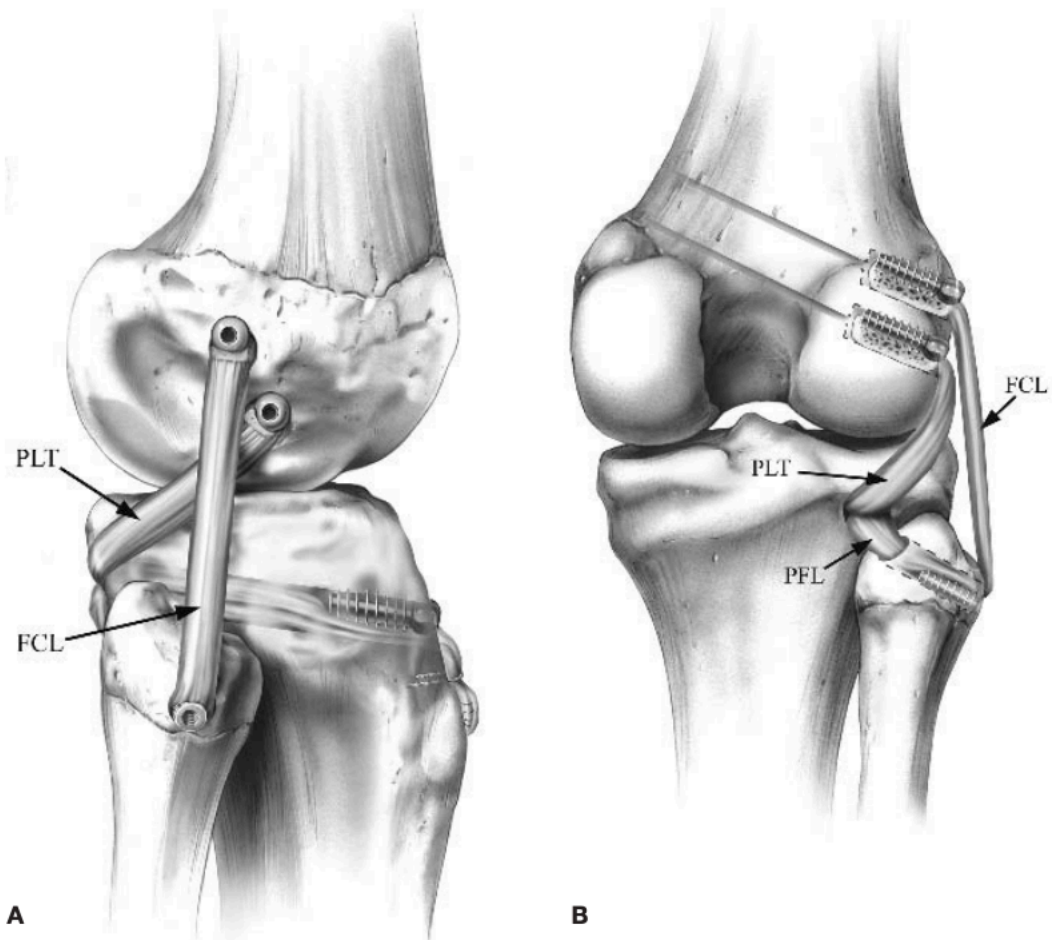


Abbildung 3: OP-Technik zur Rekonstruktion der PLC nach LaPrade

(LaPrade, Johansen et al. 2004)

A: Laterale Ansicht, rechtes Kniegelenk. B: Posteriore Ansicht, rechtes Kniegelenk. Aus einem Achillessehnen-Allograft werden zwei Sehnenstücke präpariert. Nach Anlage von vier Bohrkanälen können die Popliteussehne, das laterale Kollateralband und das popliteofibuläre Ligament anatomienah rekonstruiert werden (LaPrade, Johansen et al. 2004). *Abkürzungen: PLT, Popliteussehne; FCL, laterales Kollateralband; PFL, popliteofibuläres Ligament.*

Bei isometrischen Verfahren, wie der Larson-Plastik, steht die funktionelle Stabilität im Vordergrund. Ein autologes Semitendinosus-Transplantat wird durch einen fibulären Bohrkanal geführt und die beiden Enden in einem gemeinsamen Bohrkanal am lateralen Femurkondylus fixiert. Der Verlauf der eingebrachten Sehne entspricht nicht ganz der Anatomie der posterolateralen Strukturen, das Transplantat ist jedoch über den kompletten Bewegungsumfang angespannt und kann die Stabilität somit wiederherstellen (Larson 2001). Im deutschsprachigen Raum hat sich die modifizierte Variante nach Zantop und Petersen etabliert, die mit zwei kleinen Hautschnitten auskommt und sich somit deutlich weniger invasiv

darstellt (Zantop and Petersen 2010). Die genaue Beschreibung und Darstellung der Operationstechnik ist im Abschnitt „Material und Methoden“ erläutert.

1.6.3. Begleiteingriffe

In nur 28% der Fälle handelt es sich um isolierte Verletzungen der posterolateralen Strukturen (Chahla, Moatshe et al. 2016). Oftmals sind die Kreuzbänder mitbetroffen, die aufgrund des engen funktionellen Zusammenspiels mitadressiert werden sollten. Idealerweise erfolgt dies in einem einzeitigen Eingriff, um eine schnellere Rehabilitation und kürzere Ausfallzeit zu bewirken (Jung, Schmeling et al. 2006).

Außerdem sollte insbesondere bei chronischen Instabilitäten oder Re-Rupturen die Beinachse bestimmt und gegebenenfalls korrigiert werden. Ursächlich könnte eine Varusfehlstellung sein, die das Risiko für ein Transplantatversagen signifikant erhöht (Feucht and Tischer 2017). Auch der tibiale Slope sollte hierbei ermittelt werden, da er großen Einfluss auf die Kniegelenksstabilität in der Sagittalebene hat. So zeigten Gwinner et al., dass ein abgeflachter tibialer Slope mit einer erhöhten residualen posterioren Tibiatranslation nach HKB-Plastik korreliert (Gwinner, Weiler et al. 2017). Eine Evaluation der knöchernen Gegebenheiten ist vor einer Bandplastik demnach unabdingbar, um die Instabilität des Kniegelenks vollständig adressieren zu können.

2. Material und Methoden

Die vorliegende retrospektive, klinische Studie wurde von der Ethikkommission des Klinikums rechts der Isar geprüft und genehmigt (Nr. 520/17 S) und den ethischen Grundsätzen der Helsinki-Deklaration entsprechend durchgeführt.

2.1. Studienziel

Ziel dieser Studie war die Ermittlung des funktionellen Ergebnisses nach kombinierter HKB- oder VKB-EPL und kombinierter Rekonstruktion der PLC. Hierzu wurden Patienten mit einem Follow-up von mindestens 24 Monaten eingeschlossen. Mittels Fragebögen (KOOS-Score, Tegner Activity Scale und Activity Rating Score) wurde das subjektive Outcome erhoben. Außerdem wurde die Dauer der Arbeitsunfähigkeit untersucht und die prä- und postoperative Arbeitsintensität anhand der REFA-Klassifikation verglichen. Zusätzlich wurden Daten hinsichtlich postoperativer Sportaktivität (Sportart, Sportfrequenz, Sportdauer und Leistungsniveau) erhoben und mit den präoperativen Daten verglichen.

2.2. Hypothese

In Hinblick auf das Studienziel wurde folgende Hypothese aufgestellt:

Nach kombinierter Rekonstruktion der PLC und des HKB resultieren schlechtere funktionelle Ergebnisse, eine längere Arbeitsunfähigkeit, sowie eine geringere Sportaktivität als nach kombinierter Rekonstruktion des VKB und der PLC.

2.3. Studiendesign

Es handelte sich um eine retrospektive, klinische Studie, bei der alle Patienten eingeschlossen wurden, die zwischen Januar 2011 und Oktober 2017 am Klinikum rechts der Isar einen kombinierten Eingriff, bestehend aus der Rekonstruktion des VKB oder HKB und der PLC mittels modifizierter Larson-Technik erhielten. Hierzu wurde eine SAP-Langtextsuche anhand der Suchbegriffe „HKB“, „VKB“, „Larson“, „posterolateral“, „LCL“ und „PLC“ durchgeführt. Nach Einsicht der OP-Berichte erfolgte die Anlage einer entsprechenden Patientenliste. Die Patienten wurden zu zwei Gruppen zugeteilt: Gruppe 1 umfasste die Patienten nach VKB-Rekonstruktion und Larson-Plastik, während in Gruppe 2 alle Patienten nach kombinierter HKB-Rekonstruktion und Larson-Plastik zusammengefasst wurden.

Die Patienten wurden telefonisch über die Studie informiert und bei Einwilligung zur Teilnahme erfolgte der postalische Versand der Fragebögen. Es lag eine schriftliche Einverständniserklärung aller Studienteilnehmer vor.

2.4. Ein- und Ausschlusskriterien

2.4.1. Einschlusskriterien

Eingeschlossen wurden alle Patienten über 18 Jahre, die in der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar zwischen Januar 2011 und Oktober 2017 eine kombinierte Rekonstruktion des VKB oder HKB und der PLC in modifizierter Larson-Technik erhielten und ein Follow-up von mindestens 2 Jahren nachwiesen. Indikationen für eine Larson-Plastik waren hierbei akute oder chronische drittgradige (Typ C) Verletzungen der posterolateralen Strukturen.

2.4.2. Ausschlusskriterien

Von der Studie ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen beide Kreuzbänder verletzt waren und versorgt wurden oder bei denen weitere relevante operative Eingriffe am Kniegelenk erfolgten, wie MCL- und MPFL-Rekonstruktionen. Begleitende Meniskuseingriffe (Meniskusteilresektionen oder Meniskusnaht) wurden hierbei jedoch nicht hinzugezählt. Patienten mit relevanten Komorbiditäten wie Infektions-, Krebs- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen, fehlender Einwilligungsfähigkeit oder fehlendem Einverständnis zur Studienteilnahme wurden nicht eingeschlossen.

2.5. Patientenkollektiv

In der Abteilung für Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar wurde zwischen Januar 2011 und Oktober 2017 bei insgesamt 55 Patienten eine kombinierte Ersatzplastik des VKB oder HKB sowie eine Larson-Plastik durchgeführt. 19 Patienten mussten aufgrund zusätzlicher operativer Eingriffe am Kniegelenk von der Studie ausgeschlossen werden (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Operative Begleiteingriffe, die zum Studienausschluss führten

Anzahl	Ausschlussursache
8	VKB- und HKB-Rekonstruktion
9	Zusätzliche MCL-Rekonstruktion oder -Naht
2	Zusätzliche MPFL-Rekonstruktion

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband, MCL, mediales Kollateralband; MPFL, mediales patellofemorales Ligament

Außerdem waren 4 weitere Patienten nicht zur Studienteilnahme bereit und wurden ebenfalls ausgeschlossen. Das Gesamtkollektiv der Studie betrug somit 32 Patienten, was einer Follow-up-Rate von 89% entsprach (siehe Abbildung 4).

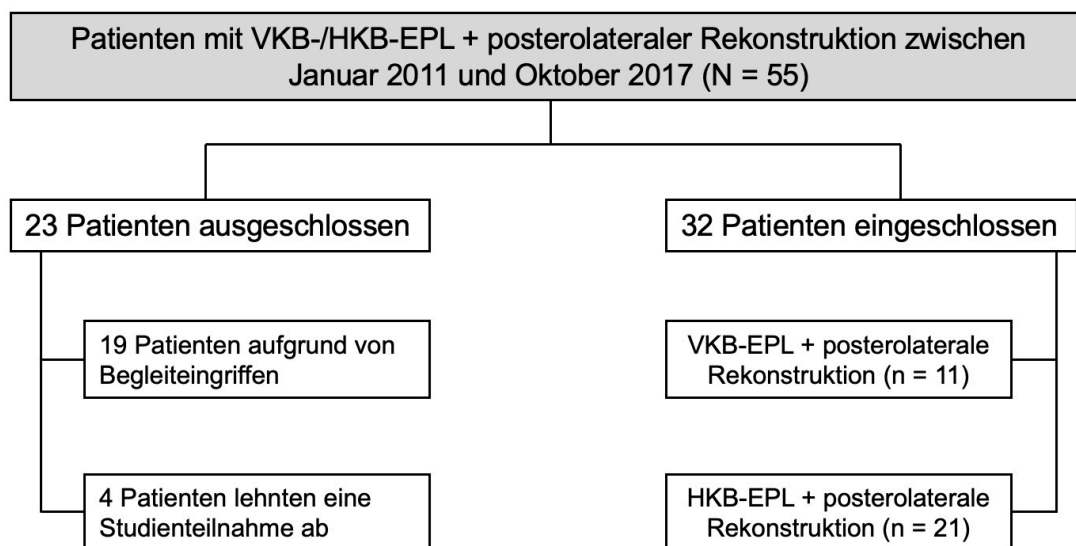


Abbildung 4: Diagramm zur Darstellung des Ein- oder Ausschlusses von Patienten

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband; EPL, Ersatzplastik

2.6. OP-Technik

Für die Rekonstruktion des VKB oder HKB sowie der PLC wurde bei allen Patienten ein einzeitiges Vorgehen angewendet. Die Eingriffe erfolgten in Rückenlagerung unter Anlage einer Blutsperre. Da sowohl für die Kreuzbandplastik als auch für die Larson-Plastik jeweils distale Hamstringsehnen entnommen werden mussten, wurden beide Beine gelagert und

abgedeckt. In den meisten Fällen erfolgte die Kreuzbandplastik mit autologen Semitendinosus- und Gracilissehnen, während die kontralaterale Gracilissehne als autologes Sehnengraft für die posterolaterale Rekonstruktion in Larson-Plastik diente. Lediglich bei 2 Patienten wurde für die Rekonstruktion des HKB die ipsilaterale Quadrizepssehne verwendet (Achnich, Feucht et al. 2017).

2.6.1. Anatomische VKB-EPL

Zunächst erfolgte eine diagnostische Arthroskopie über das hohe anterolaterale Portal zur Überprüfung der OP-Indikation und Feststellung möglicher Begleitpathologien. Für die Entnahme der Semitendinosussehne wurde die Haut über dem Pes anserinus inzidiert und das distale Sehnenende scharf abgesetzt. Mithilfe eines Sehnenstrippers wurde die Sehne vom Muskelbauch gelöst, am Nebentisch präpariert und beide Sehnenenden mit überschlagenden Nähten armiert. Betrug die Länge der Sehne weniger als 28 cm, wurde zusätzlich die ipsilaterale Gracilissehne entnommen, um ein ausreichend dickes Transplantat zu erhalten. Betrug die Länge hingegen mindestens 28 cm, faltete man die Semitendinosussehne M-förmig zusammen und erhielt somit eine Transplantatlänge von mindestens 7-8 cm.

Im Anschluss daran wurde die tibiale und femorale Insertionszone über das anteromediale Portal präpariert und mit der Anlage des femoralen Bohrkanals begonnen. Hierzu wurde ein Zielgerät verwendet, womit sich in 90° Kniegelenksflexion ein spezieller Bohrdraht (ACL TightRope Drill Pin, Arthrex, Naples, USA) ins Zentrum des femoralen Footprints einbringen ließ. Dieser wurde mit einem kanülierten Bohrer bis zu einer Tiefe von etwa 20 mm überbohrt und anschließend ein gedoppelter Durchzugsfaden über den Bohrdraht eingezogen.

Zur Anlage des tibialen Bohrkanals wurde ebenfalls ein Zielgerät verwendet, mithilfe dessen ein K-Draht von der Sehnenentnahmestelle bis zum Zentrum des tibialen Footprints einbracht wurde. Dieser wurde mit einem kanülierten Bohrer überbohrt und die Schlaufe des zuvor einbrachten Durchzugsfadens nach tibial ausgeleitet. Mithilfe des Durchzugsfadens ließ sich nun der blaue Zugfaden des TightRope-Systems über den tibialen zum femoralen Bohrkanal einbringen und durch die Haut am lateralen Oberschenkel ausleiten. Der blaue Zugfaden ermöglichte nun das Einziehen des TightRope-Buttons, der durch die laterale Kortikalis gezogen und anschließend verkippt wurde, um der Kortikalis direkt aufzuliegen. Zur Kontrolle der korrekten Lage des Buttons wurde ein C-Bogen verwendet. Anschließend ließ sich das Transplantat mithilfe der Einziehfäden in den femoralen Bohrkanal einziehen. Für die tibiale Fixation wurde eine resorbierbare Interferenzschraube (Arthrex, Naples, USA) verwendet, die

bei 30° Knieflexion eingebracht wurde. Abschließend wurde die Lage sowie Spannung des Transplantats überprüft und das Kniegelenk frei bewegt (Achnich, Feucht et al. 2017).

2.6.2. Anatomische HKB-EPL

Zur Rekonstruktion des HKB wurde in 19 von 21 Fällen ebenfalls die Semitendinosus- und Gracilissehnen verwendet, welche auf die oben beschriebene Weise entnommen wurden. Allerdings musste das Transplantat hierbei eine Länge von etwa 10 cm aufweisen, sodass die Semitendinosussehne dreimal und die Gracilissehne zweimal gefaltet wurden. Dadurch entstand ein 5-fach-Transplantat, dessen Enden mit überschlagenden Nähten armiert wurden. Bei zwei Patienten wurde zur HKB-Rekonstruktion stattdessen ein Teil der Quadrizepssehne mit anhängendem patellären Knochenblock entnommen. Auch dieser Sehnenstreifen wurde anschließend präpariert und an beiden Enden mit Fadenmaterial armiert.

Im Anschluss erfolgte die Anlage des femoralen Bohrkanals im Bereich des medialen Femurkondylus. Die Insertionsstelle wurde mithilfe eines Shavers präpariert und über das anterolaterale Portal ein K-Draht eingebracht, der durch das Zentrum des Footprints sowie die femorale Gegenkortikalis und Haut des medialen Oberschenkels verlief. Der K-Draht wurde bis zu einer Tiefe von 25-30 mm überbohrt und ein gedoppelter Durchzugfaden eingezogen. Für die Anlage des tibialen Bohrkanals wurde zunächst ein posteromediales Portal angelegt. Nach Präparation der Insertionsstelle wurde über die Sehnenentnahmestelle im Bereich des Pes anserinus ein K-Draht ins Zentrum des Footprints eingebracht. Dieses befand sich zwischen den Meniskus-Hinterhörnern etwa 10-15 mm unterhalb der Hinterkante des Tibeaplateaus. Auch dieser K-Draht wurde überbohrt und ein tibialer Durchzugfaden eingezogen, dessen Fadenenden über das anteromediale Portal ausgeleitet wurden. Mithilfe der zuvor ausgeleiteten Schlaufe des femoralen Durchzugfadens ließen sich die Fadenenden des tibialen Durchzugfadens nun durch den femoralen Bohrkanal ziehen. Anschließend wurde das Transplantat über die am tibialen Tunneleingang liegende Schlaufe in den femoralen Bohrkanal eingezogen. Für die femorale Fixation wurde ein Nitinoldraht verwendet, über den in den meisten Fällen eine resorbierbare Interferenzschraube (Arthrex, Naples, USA) eingebracht wurde. Bei drei Patienten wurde das Transplantat hingegen mittels Tigtrope-System (Arthrex, Naples, USA) unter Verwendung eines Flip-Buttons an der lateralen femoralen Kortikalis fixiert. Tibial wurde zur Fixation eine Interferenzschraube genutzt, die in 80° Knieflexion unter ständigem vorderen Schubladenstress eingebracht wurde. Die tibiale Fixation erfolgte jedoch erst nach Abschluss der Larson-Plastik, die im Folgenden beschrieben wird (Achnich, Feucht et al. 2017).

2.6.3. Rekonstruktion der posterolateralen Ecke mittels Larson-Plastik

Als autologes Graft für die Larson-Plastik wurde die ipsi- oder kontralaterale Semitendinosussehne verwendet, die wie oben beschrieben entnommen und präpariert wurde. Anschließend legte man einen transfibularen Bohrkanal an. Hierzu musste vorsichtig das Fibulaköpfchen dargestellt werden, um eine Läsion des N. peroneus zu vermeiden. Zu dessen Schutz wurde posterior des Fibulaköpfchens ein Hohmann-Haken positioniert, während man von ventral in leicht aufsteigender Richtung einen K-Draht durch das Fibulaköpfchen einbrachte. Bei korrekter Lage wurde der K-Draht entsprechend der Transplantatdicke überbohrt und ein Shuttlefaden eingezogen. Anschließend erfolgte die Präparation der femoralen Insertion über dem lateralen Epikondylus. Ein K-Draht wurde einbracht und mithilfe der Shuttlefäden im fibularen Tunnel eine Isometrie-Kontrolle durchgeführt. Der Verlauf des Transplantats im fibularen Tunnel und die Insertionsstelle kranial des lateralen Epikondylus femoris sind in Abbildung 5 genauer dargestellt. Hatten die Fäden bei Durchbewegung des Kniegelenks eine gleichmäßige Spannung, konnte der K-Draht überbohrt und das Transplantat eingezogen werden. Anschließend wurde das Transplantat sowohl im fibularen Tunnel, als auch femoral mittels einer resorbierbaren Interferenzschraube (Arthrex, Naples, USA) fixiert. Dies erfolgte unter 60° Flexion und maximaler Innenrotation des Unterschenkels. Zum Schluss wurde im Fall einer HKB-EPL das tibiale Transplantatende in maximaler vorderer Schublade mit einer Interferenzschraube fixiert und die Kniegelenksstabilität überprüft (Achnich, Feucht et al. 2017).



Abbildung 5: Schematische Darstellung der Larson-Plastik

(Achnich, Feucht et al. 2017)

Ansicht auf ein linkes Kniegelenk von lateral. Eine Interferenzschraube fixiert das Transplantat im fibularen Bohrkanal. Die femorale Fixation erfolgt ebenfalls durch eine Interferenzschraube oberhalb des lateralen Epikondylus.

2.7. Nachbehandlung

2.7.1. VKB-EPL + Larson-Plastik

Im Anschluss an die Operation wurde eine 4 Punkt Hartrahmenorthese (Medi M4, Medi Bayreuth, Germany) mit Bewegungslimitation auf Flexion/Extension $90^{\circ}/20^{\circ}/0^{\circ}$ verordnet. In der dritten Woche wurde die Bewegungslimitation auf Flexion/Extension $90^{\circ}/10^{\circ}/0^{\circ}$ angepasst und ab der 7. Woche war ein freies Bewegungsausmaß erlaubt. Für die ersten 6 Wochen konnte somit schmerz- und ergussabhängig mit 20 kg teilbelastet und gegebenenfalls mit dem Propriozeptions- und Sensomotoriktraining begonnen werden. Etwa 8 Wochen postoperativ wurden Sportarten wie Fahrradfahren und Kraulschwimmen erlaubt, ab 3 Monaten postoperativ konnte mit leichtem Joggen begonnen werden. Sportartspezifisches Training erfolgte nach Rücksprache mit dem Arzt ab dem 6. Monat postoperativ, während Kontakt- und Risikosportarten frühestens nach 9 bis 12 Monaten wiederaufgenommen werden konnten.

2.7.2. HKB-EPL + Larson-Plastik

Für die ersten 6 Wochen nach dem Eingriff musste durchgehend eine MEDI-PTS-Schiene (Medi, Bayreuth, Deutschland) getragen werden. Ab der 7. Woche konnte auf eine bewegliche PCL-Jack Orthese (Medi PCL-dynamic oder Medi PCL-Jack, Medi Bayreuth, Deutschland) gewechselt werden, sodass die MEDI-PTS-Schiene nur noch nachts angelegt werden musste. Ab der 12. Woche konnte auf diese verzichtet werden und bis zur 24. Woche postoperativ wurde lediglich die PCL-Jack-Orthese verwendet.

In den ersten 6 Wochen sollte außerdem nur eine passive Mobilisation durch den Physiotherapeuten in Bauchlage erfolgen. Eine passive Flexion bis 90° und Teilbelastung mit 20 kg wurden erlaubt, jedoch sollte eine aktive Flexion unbedingt vermieden werden. Ab der 7. Woche wurde die Belastung beschwerdeabhängig gesteigert und die volle Beweglichkeit wurde freigegeben. Zudem konnte mit der aktiven Flexion ohne Gewicht begonnen werden. Ab dem dritten postoperativen Monat war erstmals die Flexion gegen Gewicht, Kraulschwimmen, Fahrradfahren und leichtes Laufbandtraining möglich, während nach 6 Monaten mit Joggen und sportartspezifischem Training begonnen werden konnte. 9 bis 12 Monate postoperativ war nach Rücksprache mit dem Arzt die Rückkehr zu Kontakt- und Risikosportarten möglich.

2.8. Scores

2.8.1. Knee Injury and Osteoarthritis outcome score (KOOS)

Der KOOS wurde erstmals im Jahr 1998 beschrieben und stellt eine Erweiterung des WOMAC Osteoarthritis Index dar (Roos, Roos et al. 1998). Der Score beinhaltet insgesamt 42 Fragen, die sich 5 Subgruppen zuteilen lassen: Schmerz (9 Fragen), andere Symptome (7 Fragen), Aktivitäten des täglichen Lebens (17 Fragen), Sport und Freizeit (5 Fragen) und Lebensqualität (4 Fragen). Für jede Frage stehen 5 Antwortmöglichkeiten zur Verfügung, die entsprechend einer Likert-Skala von 0 (keine Probleme) bis 4 (schwerste Probleme) reichen.

Die Einzelantworten werden pro Subgruppe summiert und zu einem Gesamtergebnis umgerechnet, das zwischen 0 und 100 Prozentpunkte erreichen kann: 0 Prozent entspricht dem funktionell schlechtesten, 100 Prozent dem funktionell besten Ergebnis. Auf diese Weise lässt sich jede Subgruppe differenziert analysieren, sowohl im Hinblick auf das kurz- als auch langfristige funktionelle Outcome (Roos and Lohmander 2003).

Der KOOS wurde in vielen Studien bezüglich seiner Messeigenschaften untersucht und erfüllt die wesentlichen Testgütekriterien (Collins, Prinsen et al. 2016). Dabei wurde auch die „minimal detectable change“ bestimmt, welche die Grenze zwischen wahrer Punktzahländerung und Messfehler darstellt. Diese ist altersabhängig und beträgt bei jüngeren

Patienten zwischen 14.3 und 19.6 Prozentpunkten, bei älteren Patienten hingegen mindestens 20 Prozentpunkte (Collins, Prinsen et al. 2016).

Eine deutsche Version des KOOS wurde im Jahr 2003 von Kessler et al. validiert und zeigte sich auch hier als ökonomisches und praktikables Testinstrument mit einer hohen Akzeptanz durch die Patienten (Kessler, Lang et al. 2003).

2.8.2. Return-To-Sports (RTS)

Um die Rückkehr zu sportlichen Aktivitäten zu ermitteln wurde ein Fragebogen zusammengestellt, der mehrere Einzelkomponenten beinhaltet und den prä- mit dem postoperativen Zustand verglich. Dazu gehörten die Tegner-Aktivitätsskala (Tegner and Lysholm 1985), die Activity-Rating-Scale nach Marx (Marx, Stump et al. 2001) sowie allgemeine Fragen zur Sportaktivität. Anhand einer Liste mit 32 häufigen Sportarten sollten die Patienten auswählen, welche sie vor der Verletzung sowie zum aktuellen Zeitpunkt regelmäßig ausübten. Zudem sollte angekreuzt werden, mit welcher Häufigkeit vor der Verletzung und zum aktuellen Zeitpunkt Sport betrieben wurde. Die Auswahlmöglichkeiten reichten hierbei von weniger als einmal pro Woche bis hin zu 7 Mal pro Woche. Außerdem war anzugeben, wie viele Stunden pro Woche die Patienten prätraumatisch und postoperativ Sport ausübten sowie das jeweilige Leistungsniveau. Angekreuzt werden konnten hierbei „kein Sport“, „Freizeitsportler“, „Amateur mit Teilnahme an Wettkämpfen“ und „Profi“. Als letzter Punkt sollte der Hauptgrund angegeben werden, falls die sportliche Aktivität im Vergleich zum prätraumatischen Zustand eingeschränkt wurde. Auswahlmöglichkeiten waren „Beschwerden des Kniegelenks“, „Beschwerden an anderen Körperstellen“ und „aus anderen Gründen (Familie, Karriere, andere Interessen etc.)“. Der gesamte Sportaktivitäts-Fragebogen ist im Anhang einzusehen.

2.8.2.1. Tegner-Aktivitätsskala

Die Tegner-Aktivitätsskala wurde im Jahr 1985 entwickelt und ist auch heute aufgrund der schnellen und einfachen Anwendbarkeit sehr verbreitet (Tegner and Lysholm 1985). Es handelt sich um ein subjektives Messinstrument, das selbstständig vom Patienten ausgefüllt werden kann und verschiedene Aktivitätsgrade auf einer numerischen Skala von 0 bis 10 umfasst. Ein Wert von 0 entspricht dabei eingeschränktem Gehen und Arbeitsunfähigkeit, während ein Wert von 10 die Teilnahme an sportlichen Wettkämpfen auf nationalem und internationalem Niveau bedeutet. Anhand einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe ohne subjektive körperliche Beschwerden ermittelten Briggs et al. einen Durchschnittswert von 5,7

(Briggs, Steadman et al. 2009). Die Tegner-Aktivitätsskala erfüllt wesentliche Testgütekriterien und wies einen Standardmessfehler von 0,64 bei einer „minimal detectable change“ von 1 nach. Außerdem zeigte sich eine Korrelation mit weiteren etablierten Messinstrumenten, wie dem IKDC-Score (Briggs, Lysholm et al. 2009).

2.8.2.2. Activity-Rating-Scale (Marx-Score)

Im Jahr 2001 entwickelten Marx et al. eine weitere Aktivitätsskala, um die sportliche Aktivität von Patienten noch genauer ermitteln und vergleichen zu können (Marx, Stump et al. 2001). Im Fokus stehen hierbei nicht spezifische Sportarten, sondern die Beurteilung folgender vier Bewegungsmuster: „Rennen“, „schneller Richtungswechsel beim Rennen“, „schnelles Abbremsen beim Rennen“ und „Drehbewegungen des Körpers, während der Fuß auf dem Boden steht“. Jedem dieser Bewegungsmuster ist ein Punktwert zwischen 0 und 4 zugeordnet, der die Häufigkeit der Durchführung berücksichtigt: „weniger als einmal im Monat“ entspricht 0, „einmal im Monat“ entspricht 1, „einmal pro Woche“ entspricht 2, „zwei- bis dreimal pro Woche“ entspricht 3 und „viermal pro Woche oder öfter“ entspricht 4 Punkten. Die Punktwerte der einzelnen Bewegungen werden anschließend zu einem Gesamtwert zwischen 0 (geringste sportliche Aktivität) und maximal 16 Punkten (höchste sportliche Aktivität) summiert. Als vorteilhaft erweisen sich hierbei die schnelle Durchführung und eigenständige Bearbeitung des Fragebogens durch die Patienten.

Bei der Activity-Rating-Scale handelt es sich um ein bereits validiertes Testinstrument. Im Vergleich zu anderen Aktivitätsskalen konnte eine entsprechende Konstruktvalidität nachgewiesen werden. Mit einem Intraklassen-Korrelationskoeffizienten von 0,97 zeigte sich ebenfalls eine hohe Korrelation. Außerdem korrelierte die Activity-Rating-Scale in hohem Maße mit bereits bestehenden Aktivitätsskalen, wie dem Cincinnati Score ($r_s=0,67$) und dem Tegner-Score ($r_s=0,66$) (Marx, Stump et al. 2001).

2.8.3. Return-To-Work

Es wurde ein eigener Fragebogen konzipiert, um die Dauer der Arbeitsunfähigkeit und Arbeitsintensität (prä- und postoperativ) zu ermitteln. Die Einteilung der Arbeitsintensität erfolgte anhand der REFA-Klassifikation, die eine einfache Anwendung erlaubt und bereits von anderen Autoren verwendet wurde (Schroter, Mueller et al. 2013). Sie unterteilt die Arbeitsintensität in 4 Kategorien: 0 (geringe Anstrengung, z.B. Bürotätigkeit) bis 4 (schwerste Anstrengung, z.B. Tragen von Lasten mit einem Gewicht von über 50 kg). Außerdem sollte angegeben werden, ob es postoperativ zu einem Arbeitsplatzwechsel kam.

2.9. Statistik

Die Datenorganisation erfolgte mithilfe von Microsoft Excel 16 (Microsoft, Washington, USA). Für die Datenanalyse und grafische Aufbereitung wurde IBM SPSS Statistics 25 (IBM-SPSS, New York, USA) verwendet.

Mittels Shapiro-Wilk-Test wurde der gesamte Datensatz auf Normalverteilung geprüft. Für stetige Variablen wurde der Mittelwert sowie die Standardabweichung ermittelt, kategoriale Variablen wurden in Anzahl und Prozentwerten angegeben. Zum Vergleich stetiger, nicht normalverteilter Variablen in verbundenen Gruppen wurde der Wilcoxon-Vorzeichentest verwendet. Im Falle von unverbundenen Gruppen wurden der Mann-Whitney-U-Test und bei Vorliegen einer Normalverteilung der t-Test genutzt. Mittels Chi-Quadrat-Test wurde die Häufigkeit kategorialer Variablen verglichen.

Als Hauptzielkriterium wurde die postoperative Sportaktivität festgelegt. Hierzu wurde die KOOS Subskala „Sport und Freizeit“ für eine a priori Poweranalyse genutzt. Bei einer angenommenen Standardabweichung von 20 Punkten und Mittelwerten von 50 und 72 Punkten nach kombinierter Rekonstruktion von VKB oder HKB und PLC wurde eine Effektstärke von 1.1 ermittelt. Aufgrund der niedrigeren Inzidenz von VKB-Beteiligungen bei PLC-Verletzungen wurde eine Gruppenverteilung von 1:2 angenommen. Folglich war ein Patientenkollektiv von 32 Patienten erforderlich, um eine statistische Power von 0.8 zu erhalten. Die statistische Auswertung erfolgte zu einem Signifikanzniveau von 5 Prozent.

3. Ergebnisse

3.1. Demografische Daten

Das Gesamtkollektiv setzte sich aus 32 Patienten zusammen, was 88,9% des ursprünglichen Patientenkollektivs entspricht (n = 36). 4 Patienten der HKB-Gruppe konnten nicht erreicht werden. Die verbliebenen 32 Patienten wurden entsprechend der operativen Versorgung in 2 Gruppen aufgeteilt. Die VKB-Gruppe (Gruppe 1) setzte sich aus 11 Patienten (34,4%) zusammen, während 21 Patienten (65,6%) die HKB-Gruppe (Gruppe 2) bildeten. In der VKB-Gruppe waren 90,9% der Patienten männlich (n = 19) neben einer weiblichen Patientin (9,1%). In der HKB-Gruppe betrug der Anteil an männlichen Patienten 81,0% (n = 17) bei 4 weiblichen Patientinnen (19,0%). Der geschlechterspezifische Unterschied zwischen beiden Gruppen war statistisch nicht signifikant ($p = 0.484$). Die Verteilung der Gruppen ist in Abbildung 6 dargestellt. Eine Übersicht über die demografischen Daten der beiden Gruppen findet sich in Tabelle 4.

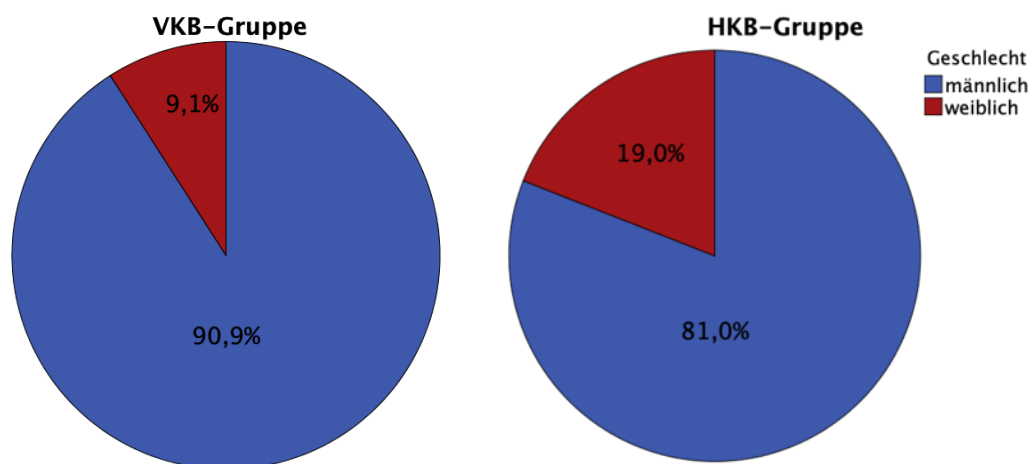


Abbildung 6: Geschlechterverteilung beider Patientengruppen

Relativer Anteil pro Gruppe in Prozent ($p = 0.484$).

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband.

3.1.1. Patientenalter

Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Operation betrug in der VKB-Gruppe 30.0 ± 6.1 (22-41) Jahre, in der HKB-Gruppe 34.0 ± 14.0 (18-63) Jahre. Der Altersunterschied zwischen beiden Gruppen war statistisch nicht signifikant ($p = 0.732$). Die Altersverteilung der Gruppen ist anhand eines Boxplots in Abbildung 7 dargestellt.

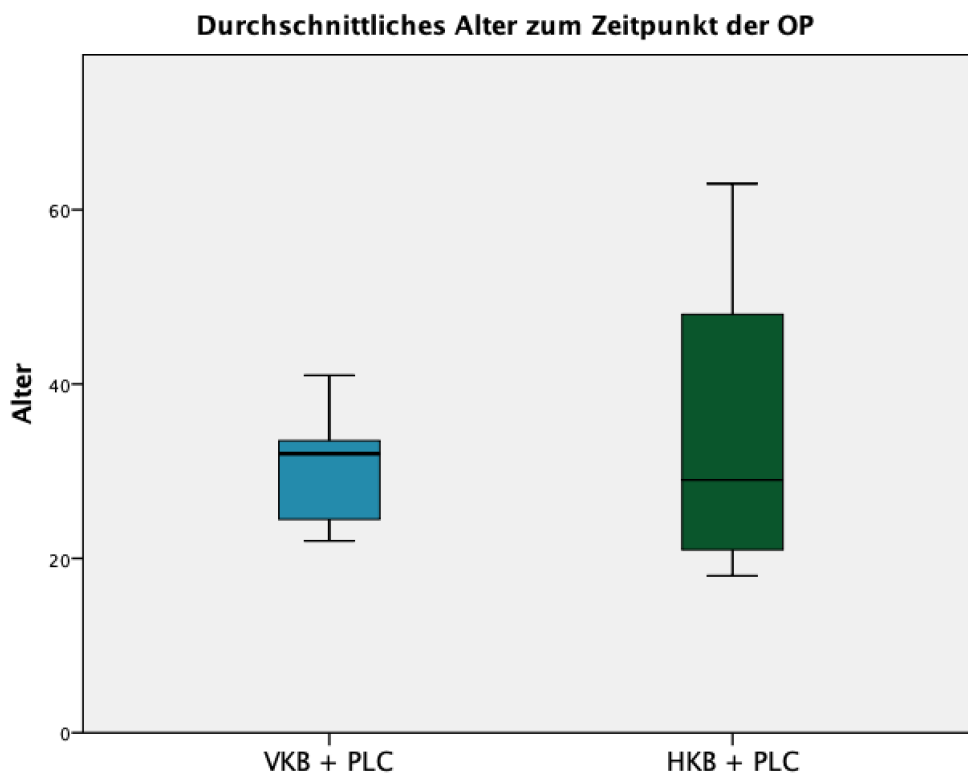


Abbildung 7: Durchschnittliches Alter der Patientengruppen in Jahren

Abkürzungen: OP, Operation; VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband; PLC, posterolaterale Ecke.

3.1.2. Follow-up

In der VKB-Gruppe betrug das durchschnittliche Follow-up 55.7 ± 25.5 (25-94) Monate. In der HKB-Gruppe lag es bei durchschnittlich 59.0 ± 24.2 (24-101) Monaten. Das Follow-up unterschied sich zwischen den Gruppen nicht signifikant ($p = 0.792$). Eine grafische Darstellung des Follow-up beider Gruppen ist in Abbildung 8 zu sehen.

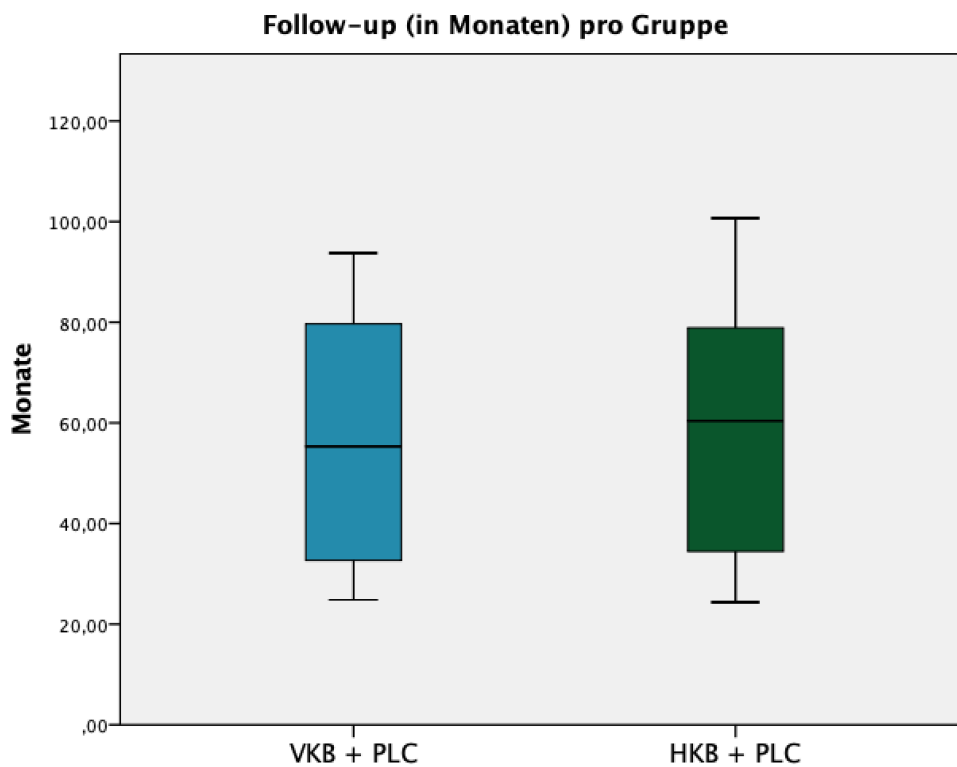


Abbildung 8: Durchschnittliches Follow-up der Patientengruppen in Monaten

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband; PLC, posterolaterale Ecke

3.1.3. Body-Mass-Index

Im Durchschnitt lag der Body-Mass-Index (BMI) in der VKB-Gruppe bei 25.2 ± 2.3 (22-29) kg/m^2 . In der HKB-Gruppe betrug der BMI 25.5 ± 3.9 (19-32) kg/m^2 . Der Unterschied zwischen den Gruppen war statistisch nicht signifikant ($p = 0.961$).

3.1.4. Zeitspanne zwischen Trauma und OP

Die Zeitspanne zwischen Trauma und operativer Versorgung betrug in der VKB-Gruppe 23.0 ± 52.0 (0 – 174) Monate. In der HKB-Gruppe lagen zwischen Trauma und Operation durchschnittlich 33.2 ± 49.4 (1 – 181) Monate. Die Zeitspanne zwischen den Gruppen wies keinen signifikanten Unterschied auf ($p = 0.389$). Grafisch dargestellt findet sich die jeweilige Zeitspanne pro Gruppe in Abbildung 9.

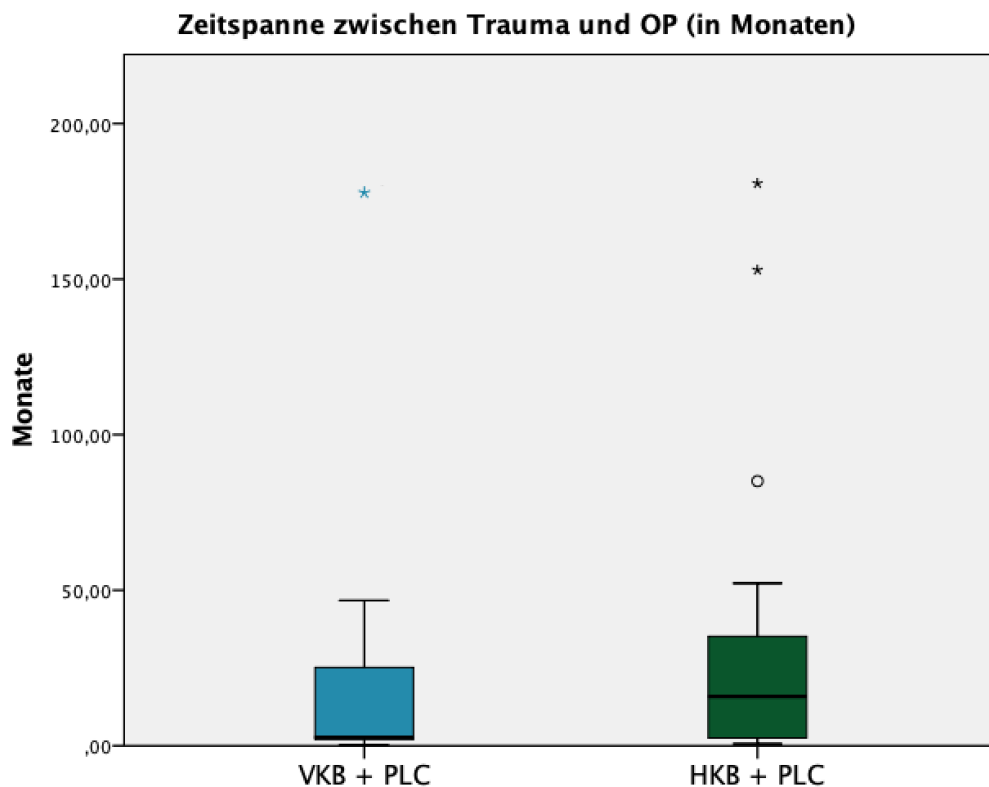


Abbildung 9: Durchschnittliche Zeitspanne zwischen Trauma und Operation in Monaten

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband; PLC, posterolaterale Ecke; OP, Operation

Tabelle 4: Demografische Auswertung beider Patientengruppen

	VKB-Gruppe	HKB-Gruppe
Patientenanzahl	11	21
Geschlecht, männlich/weiblich, n	10/1 (90,9%/9,1%)	17/4 (81,0%/19,0%)
Alter zum OP-Zeitpunkt, Jahre	30.0 ± 6.1 (22-41)	34.0 ± 14.0 (18-63)
Follow-up, Monate	55.7 ± 25.5 (25-94)	59.0 ± 24.2 (24-101)
BMI, kg/m ²	25.2 ± 2.3 (22-29)	25.5 ± 3.9 (19-32)
Zeit bis zur OP, Monate	23.3 ± 52.0 (0-174)	33.2 ± 49.4 (1-181)

Stetige Variablen sind als Mittelwert ± Standardabweichung (Spannweite) angegeben, kategoriale Variablen als absolute Anzahl (Prozentwerte).

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband; BMI, body mass index; OP, Operation

3.1.5. Traumaursache

In der VKB-Gruppe waren in 81,8% der Fälle (n = 9) Sportunfälle ursächlich für die Verletzung des Kniegelenks. 18,2% der Patienten (n = 2) verletzten sich bei Freizeitaktivitäten.

In der HKB-Gruppe zogen sich 52,4% der Patienten die Knieverletzung im Rahmen von Verkehrsunfällen zu (n = 11). Lediglich in 23,8% der Fälle stellten Sportunfälle die Ursache des Traumas dar (n = 5). Als weitere Traumaursache zeigten sich in der HKB-Gruppe Verletzungen im Rahmen von Freizeitaktivitäten (14,3%, n = 3) und während der Arbeit (9,5%, n = 2).

Zwischen den beiden Gruppen konnte ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Traumaursache festgestellt werden ($p < 0.001$). In der VKB-Gruppe kam es zu signifikant mehr Sportverletzungen (81,8% vs. 23,8%, $p < 0.001$), während in der HKB-Gruppe signifikant mehr Verkehrsunfälle vorlagen (52,4% vs. 0,0%, $p = 0.003$). Ein Kreisdiagramm (Abbildung 10) stellt die gruppenspezifischen Traumaursachen dar.

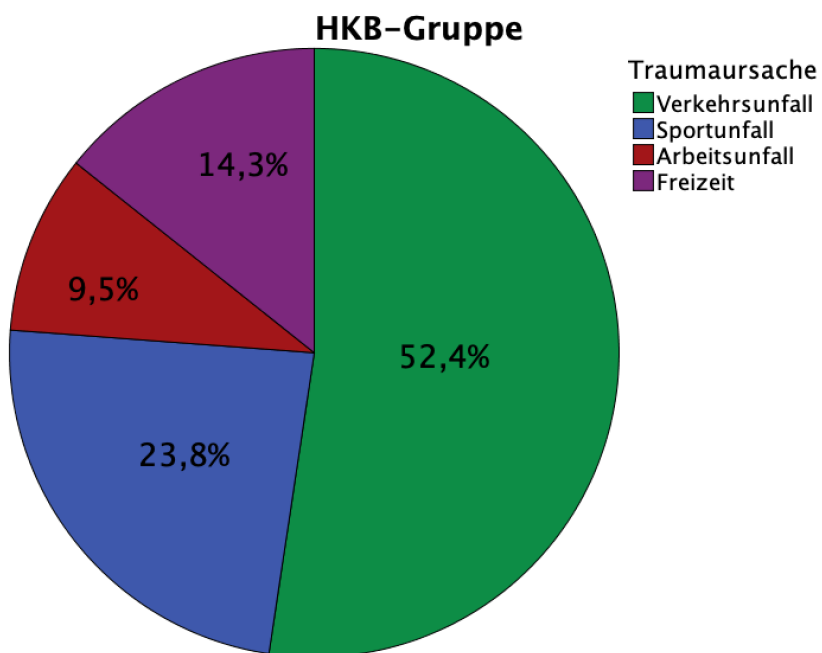
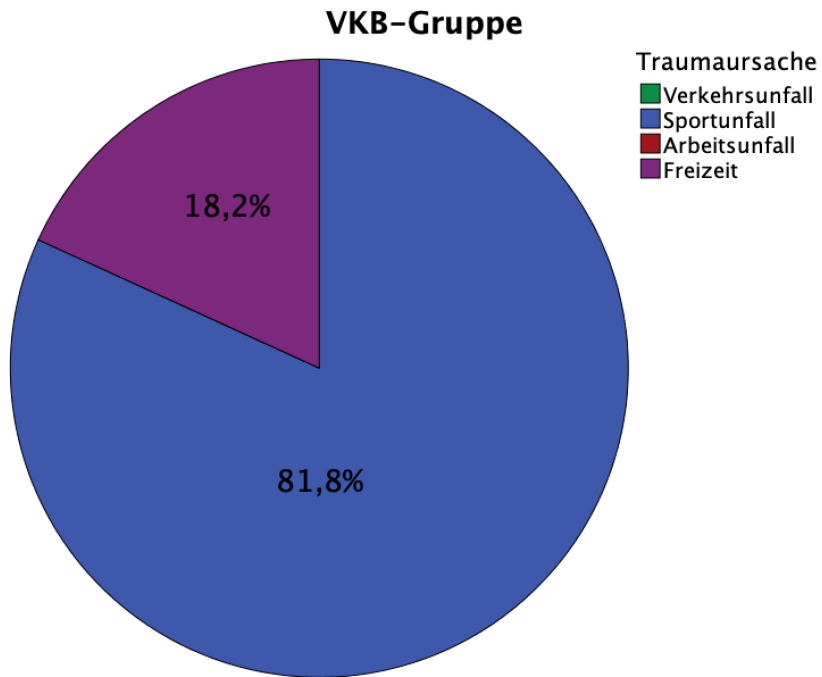


Abbildung 10: Verteilung der Traumaursachen beider Patientengruppen

Relativer Anteil in Prozent ($p < 0.001$).

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

3.1.6. Begleiteingriffe

In der VKB-Gruppe wurde bei 2 Patienten (18,2%) eine partielle Resektion des Innenmeniskus durchgeführt.

In der HKB-Gruppe erfolgte bei 5 Patienten (23,8%) eine partielle Meniskusresektion. In 3 Fällen wurde hierbei der Innenmeniskus teilreseziert, in 2 Fällen der Außenmeniskus. Des Weiteren wurde bei 2 Patienten (9,5%) eine Meniskusnaht durchgeführt. Bei einem Patienten war hierbei der Innenmeniskus betroffen, bei einem anderen Patienten der Außenmeniskus. Beide Nähte wurden arthroskopisch mittels all-inside-Technik durchgeführt. Die Begleiteingriffe beider Gruppen sind in folgender Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5: Übersicht der Begleiteingriffe beider Patientengruppen

Begleiteingriff	VKB-Gruppe	HKB-Gruppe
Keine weitere Intervention	9 (81,8%)	14 (66,7%)
Partielle Meniskusresektion	2 (18,2%)	5 (23,8%)
Meniskusnaht	0 (0,0%)	2 (9,5%)

Angabe von Patientenanzahl und relative Häufigkeit in Prozent.
Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

3.1.7. Postoperative Komplikationen

In der VKB-Gruppe gab es keine postoperativen Komplikationen.

In der HKB-Gruppe kam es bei einer Patientin (4,8%) zu einem Frühinfekt durch *Staphylococcus epidermidis*. Ein weiterer Patient (4,8%) klagte nach 3 Jahren postoperativ über eine subjektive Re-Instabilität des Kniegelenks, welche sich klinisch und radiologisch nicht bestätigte und konservativ mittels intensiver physiotherapeutischer Muskelkräftigung therapiert werden konnte.

3.2. Sportliche Aktivität

3.2.1. Postoperativer KOOS-Score

Die VKB-Gruppe wies postoperativ in allen 5 Subskalen des KOOS höhere Mittelwerte auf als die HKB-Gruppe. In der Subskala „Sport und Freizeit“ war dieser Unterschied statistisch signifikant (85.0 ± 15.7 vs. 59.3 ± 26.1 , $p = 0.006$). In Tabelle 6 sind die einzelnen Mittelwerte der Subskalen pro Gruppe dargestellt.

Tabelle 6: Mittelwerte der KOOS-Subskalen

KOOS Subskala	VKB-Gruppe	HKB-Gruppe	p-Wert
Symptome	81.2 ± 22.1 (29-96)	76.4 ± 16.2 (46-100)	0.292
Schmerz	89.6 ± 12.3 (58-100)	80.7 ± 14.8 (44-100)	0.062
Alltagsaktivitäten	94.7 ± 6.6 (84-100)	86.8 ± 12.0 (65-100)	0.053
Sport und Freizeit	85.0 ± 15.7 (55-100)	59.3 ± 26.1 (15-100)	0.006 [§]
Lebensqualität	69.3 ± 18.4 (31-100)	62.5 ± 23.0 (25-94)	0.561

Angabe von Standardabweichung und jeweiligem Minimum und Maximum in Klammern.

[§] signifikanter Unterschied zwischen VKB- und HKB-Gruppe

Abkürzungen: KOOS, *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*; VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

3.2.2. Prä- und postoperativer Tegner-Score und Activity Rating Scale

Die VKB-Gruppe erreichte präoperativ einen medianen Tegner-Score von 6 (2 - 10), der sich postoperativ auf 5 (3 - 10) verringerte ($p = 0.976$). Im Activity Rating Scale (ARS) erreichte die Gruppe präoperativ im Durchschnitt 7.6 ± 5.1 (0 - 14) Punkte, postoperativ sank der Wert auf 3.0 ± 3.5 (0 - 12) Punkte ($p = 0.017$).

In der HKB-Gruppe betrug der mediane Tegner-Score präoperativ 5 (3 - 10) und verringerte sich nach der Operation statistisch signifikant auf 4 (1 - 8, $p = 0.001$). Die durchschnittliche Punktzahl der HKB-Gruppe im ARS verringerte sich ebenfalls statistisch signifikant von 6.6 ± 5.0 (0 - 16) präoperativ auf 2.1 ± 3.8 (0 - 13) postoperativ ($p = 0.001$). Die entsprechenden Ergebnisse der beiden Gruppen sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Prä- und postoperative Ergebnisse des Tegner-Scores und der ARS

Testinstrument	VKB-Gruppe	HKB-Gruppe	p-Wert
Tegner präoperativ	6* (2 - 10)	5* (3 - 10) [§]	0.976
Tegner postoperativ	5* (2 - 8)	4* (1 - 8) [§]	0.073
ARS präoperativ	7.6 ± 5.1 (0 - 14)	6.6 ± 5.0 (0 - 16) [§]	0.804
ARS postoperativ	3.0 ± 3.5 (0-12)	2.1 ± 3.8 (0 - 13) [§]	0.168

* als Median angegeben; § signifikanter Unterschied zwischen prä- und postoperativem Tegner und ARS ($p = 0.001$);

Abkürzungen: ARS, Activity Rating Scale; VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

3.2.3. Return-To-Sports

In der VKB-Gruppe waren alle Patienten (100%) postoperativ in der Lage sportliche Aktivitäten auszuführen. In der HKB-Gruppe übten nach der Operation 90,5% der Patienten wieder Sport aus. Besonders deutlich war in beiden Gruppen der Rückgang an Patienten, die postoperativ wieder fußballerisch aktiv waren. In der VKB-Gruppe konnte von vormals 8 Patienten (72,7%) lediglich ein Patient (9,1%) weiterhin Fußball spielen, während in der HKB-Gruppe von 7 Patienten (33,3%) nur zwei Patienten (9,5%) postoperativ wieder Fußball ausübten. Auch beim Jogging kam es in der HKB-Gruppe zu einem deutlichen Abfall von 13 Patienten präoperativ (61,9%) auf 4 Patienten (19,1%) postoperativ. Tabelle 8 zeigt eine Übersicht der am häufigsten durchgeführten Sportarten pro Gruppe und legt die Unterschiede zwischen präoperativer und postoperativer Ausübung der jeweiligen Sportart dar.

Tabelle 8: Übersicht der am häufigsten durchgeführten Sportarten (prä- vs. postoperativ)

Sportart	VKB-Gruppe		HKB-Gruppe	
	Vor der Verletzung	Follow-up	Vor der Verletzung	Follow-up
Radfahren	10 (90,9%)	10 (90,9%)	20 (95,2%)	18 (85,7%)
Jogging	7 (63,6%)	6 (54,5%)	13 (61,9%)	4 (19,0%)
Fußball	8 (72,7%)	1 (9,1%)	7 (33,3%)	2 (9,5%)
Skifahren	2 (18,2%)	1 (9,1%)	4 (19,0%)	4 (19,0%)
Schwimmen	8 (72,7%)	8 (72,7%)	11 (52,4%)	10 (47,6%)
Wandern	5 (45,5%)	5 (45,5%)	10 (47,6%)	5 (23,8%)
Fitness	3 (27,3%)	3 (27,3%)	10 (47,6%)	8 (38,1%)
Volleyball	3 (27,3%)	2 (18,2%)	1 (4,8%)	1 (4,8%)
Tischtennis	3 (27,3%)	3 (27,3%)	3 (14,3%)	1 (4,8%)
Badminton	2 (18,2%)	1 (9,1%)	4 (19,0%)	1 (4,8%)
Tanzen	1 (9,1%)	1 (9,1%)	3 (14,3%)	2 (9,5%)

Angabe von Patientenzahl und relative Häufigkeit in Prozent in Klammern.
 Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

3.2.4. Frequenz sportlicher Aktivität

Die Patienten der VKB-Gruppe kamen vor dem Trauma durchschnittlich zu 2.0 ± 1.5 sportlichen Einheiten pro Woche. Postoperativ verringerte sich dieser Wert auf 1.8 ± 1.5 Einheiten pro Woche ($p = 0.625$). In der HKB-Gruppe führten die Patienten vor dem Trauma durchschnittlich 2.6 ± 1.3 sportliche Einheiten pro Woche durch. Postoperativ kam es in dieser Gruppe zu einem statistisch signifikanten Abfall auf 1.5 ± 1.4 Einheiten ($p = 0.005$). Bezüglich der Sportreduktion zwischen den beiden Gruppen bestand kein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0.963$). In Abbildung 11 ist der prä- und postoperative Unterschied bezüglich durchgeführter sportlicher Einheiten pro Woche für beide Gruppen grafisch dargestellt.

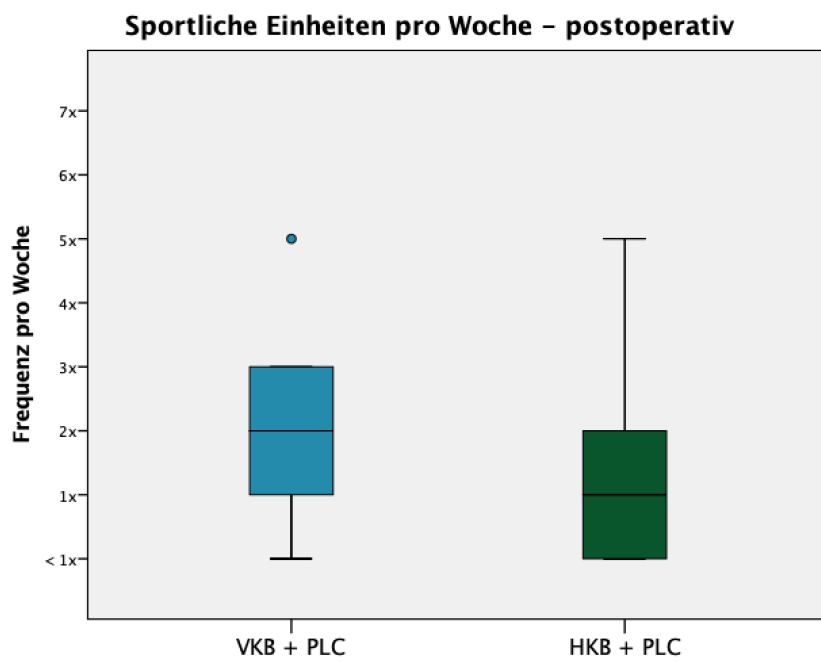
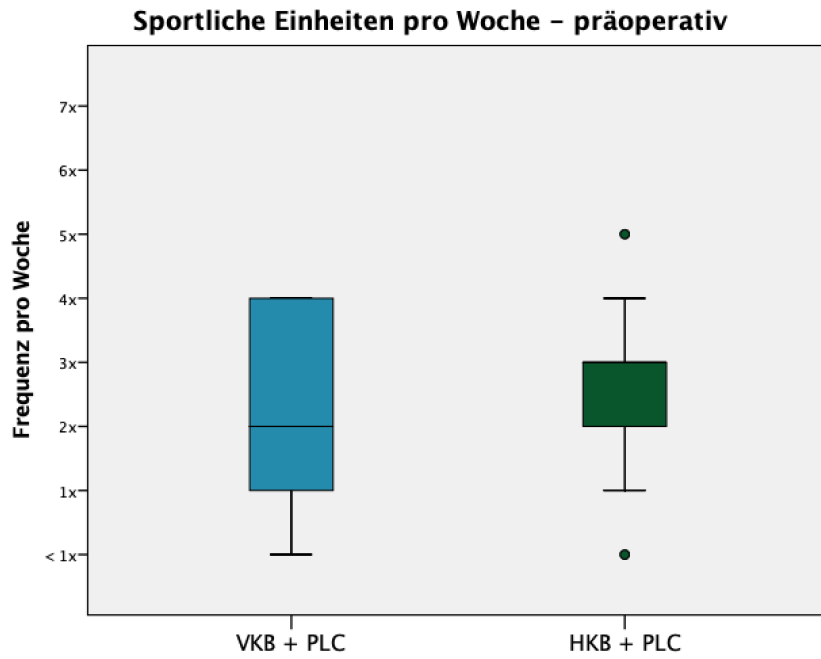


Abbildung 11: Durchschnittliche Frequenz der sportlichen Einheiten (prä- vs. postoperativ)

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband; PLC, posterolaterale Ecke

3.2.5. Prä- und postoperatives sportliches Leistungsniveau

In der VKB-Gruppe übten 2 Patienten (18,2%) präoperativ keinen Sport aus, 8 Patienten (72,7%) praktizierten Freizeit- und ein Patient (9,1%) Amateursport. Postoperativ konnte einer der vormals sportlich inaktiven Patienten wieder Freizeitsport ausüben, während der Patient aus dem Amateursportbereich zu Freizeitsport überging.

In der HKB-Gruppe waren präoperativ 2 Patienten (9,5%) sportlich inaktiv. 13 Patienten (61,9%) dieser Gruppe gingen vor der Operation Freizeitsport nach, während 6 Patienten (28,6%) im Amateursport aktiv waren. Postoperativ war kein Patient der HKB-Gruppe im Amateurbereich aktiv, die Anzahl der sportlich inaktiven Patienten stieg hingegen auf 7 (33,3%). Die Anzahl an Freizeitsportlern stieg auch in dieser Gruppe um einen weiteren Patienten auf insgesamt 14 (66,7%). In Tabelle 9 ist eine Übersicht des prä- und postoperativen sportlichen Leistungsniveaus beider Gruppen dargestellt.

Eine Änderung des Leistungsniveaus im prä- und postoperativen Vergleich pro Gruppe ist in Abbildung 12 veranschaulicht. In der VKB-Gruppe blieb das Leistungsniveau bei 9 Patienten (81,8%) gleich, während es sich bei einem Patienten verbesserte (9,1%) und bei einem weiteren Patienten verschlechterte (9,1%). In der HKB-Gruppe hatten 12 Patienten (57,1%) postoperativ ein unverändertes Leistungsniveau, während es sich bei 9 Patienten (42,9%) verschlechterte.

Tabelle 9: Übersicht des prä- und postoperativen Leistungsniveaus

Leistungsniveau	VKB-Gruppe (prä- vs. postop.)	HKB-Gruppe (prä- vs. postop.)
Kein Sport	2 (18,2%) vs. 1 (9,1%)	2 (9,5%) vs. 7 (33,3%)
Freizeitsport	8 (72,7%) vs. 10 (90,9%)	13 (61,9%) vs. 14 (66,7%)
Amateursport	1 (9,1%) vs. 0 (0%)	6 (28,6%) vs. 0 (0%)

Angabe von Patientenzahl und relative Häufigkeit in Prozent.

Abkürzungen: präop., präoperativ; postop., postoperativ; VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

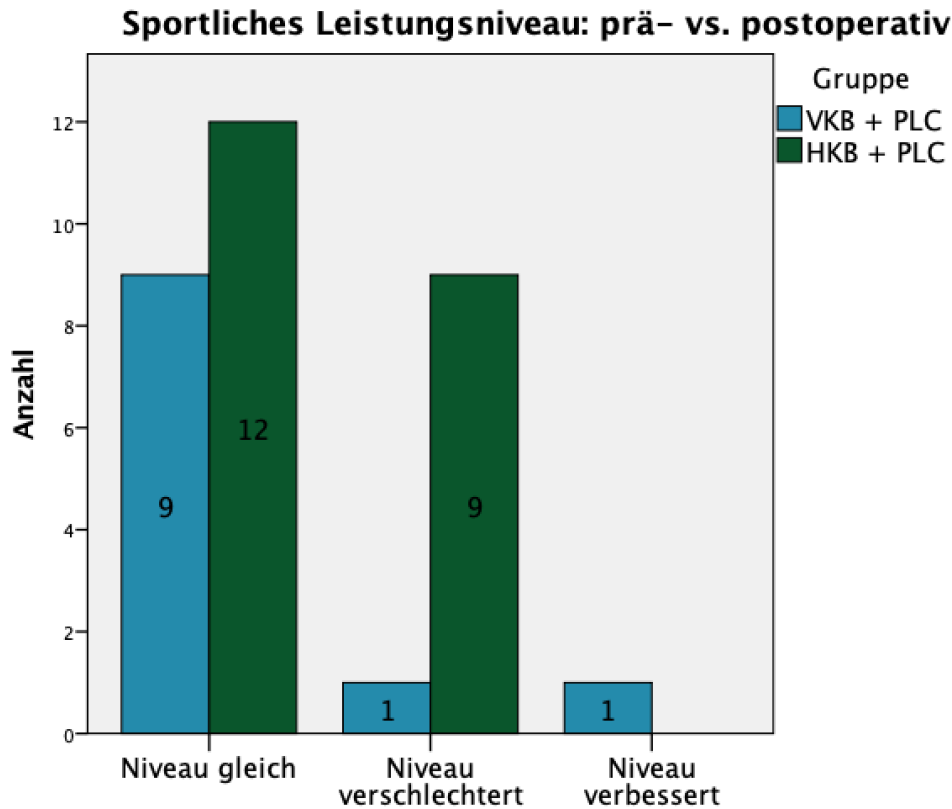


Abbildung 12: Postoperative Änderung des Leistungsniveaus beider Patientengruppen

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband; PLC, posterolaterale Ecke

3.2.6. Gründe für die Reduktion der sportlichen Aktivität

In der VKB-Gruppe reduzierten nach der Operation 4 Patienten (36,4%) die Sportaktivität aufgrund von Kniebeschwerden, während 2 Patienten (18,2%) aufgrund anderer Ursachen den Umfang sportlicher Aktivitäten verringerten.

In der HKB-Gruppe gaben 13 Patienten (61,9%) an, die Sportaktivität postoperativ aufgrund von Kniebeschwerden reduziert zu haben. Weitere 3 Patienten (14,3%) dieser Gruppe übten postoperativ aufgrund anderer Ursachen weniger Sport aus. Zwischen den beiden Gruppen bestand kein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0.407$). In Tabelle 10 ist eine Übersicht zu den Ursachen für die postoperative Reduktion der Sportaktivität beider Gruppen zu sehen.

Tabelle 10: Gründe für die postoperative Reduktion der Sportaktivität

Grund für Reduktion der Sportaktivität	VKB-Gruppe	HKB-Gruppe
Keine Reduktion, n (%)	5 (45,5%)	5 (23,8%)
Aufgrund von Kniebeschwerden, n (%)	4 (36,4%)	13 (61,9%)
Aufgrund anderer Ursachen, n (%)	2 (18,2%)	3 (14,3%)

Patientenanzahl und relative Häufigkeit in Klammern.

Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

3.3. Return-To-Work

3.3.1. Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit

Im Durchschnitt waren Patienten der VKB-Gruppe im Anschluss an die Operation für 10.9 ± 3.9 (6-20) Wochen arbeitsunfähig. Die durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit in der HKB-Gruppe betrug 21.3 ± 10.4 (8-40) Wochen und war damit statistisch signifikant länger ($p = 0.003$). In Abbildung 13 ist die durchschnittliche Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit für beide Gruppen anhand eines Boxplots dargestellt.

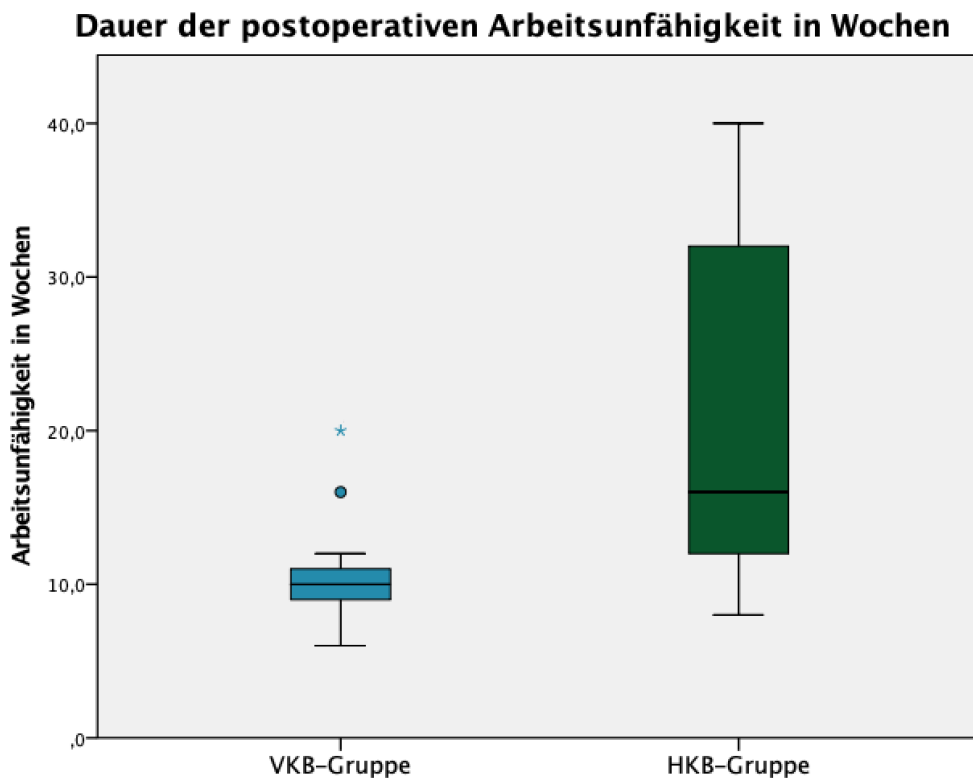


Abbildung 13: Durchschnittliche Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit in Wochen
 Abkürzungen: VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

3.3.2. Vergleich der prä- vs. postoperativen Arbeitsintensität

In der VKB-Gruppe gingen gemäß der REFA-Klassifikation präoperativ 8 Patienten (72,7%) einer Arbeit geringer bis moderater Anstrengung nach, 3 Patienten (27,3%) übten eine schwere bis schwerste Arbeit aus. Im Anschluss an die Operation konnten 9 Patienten dieser Gruppe (81,8%) die gleiche Arbeitsintensität durchführen. Bei einem Patienten verschlechterte sich die postoperative Arbeitsintensität von schwerster zu schwerer Anstrengung, während ein anderer Patient der VKB-Gruppe die Arbeitsintensität von geringer auf moderate Anstrengung steigerte. Dies war am ehesten auf einen erweiterten Tätigkeitsbereich im Anschluss an eine Fortbildung zurückzuführen.

In der HKB-Gruppe hatten präoperativ 8 Patienten (38,1%) eine Arbeit mit geringer bis moderater Anstrengung, während 13 Patienten (61,9%) eine Arbeit schwerer bis schwerster Anstrengung ausübten. Postoperativ kam es bei 5 Patienten (23,8%) dieser Gruppe zu einer Verringerung der Arbeitsintensität, während 2 Patienten (9,1%) die postoperative Arbeitsintensität steigerten. 14 Patienten (66,7%) der HKB-Gruppe gaben keine Veränderung

der postoperativen Arbeitsintensität im Vergleich zum präoperativen Zustand an. Zwischen beiden Gruppen konnte kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Änderung der Arbeitsintensität festgestellt werden ($p = 0.213$). Tabelle 11 zeigt eine Übersicht der prä- und postoperativen Arbeitsintensität beider Gruppen. In Abbildung 14 ist veranschaulicht, bei wie vielen Patienten es postoperativ zu einer verringerten, gesteigerten oder gleichbleibenden Arbeitsintensität kam.

Tabelle 11: Vergleich der prä- und postoperativen Arbeitsintensität

Arbeitsintensität	VKB-Gruppe		HKB-Gruppe	
	präoperativ	postoperativ	präoperativ	postoperativ
gering	2 (18,2%)	1 (9,1%)	5 (23,8%)	7 (33,3%)
moderat	6 (54,5%)	7 (63,6%)	3 (14,3%)	6 (28,6%)
schwer	2 (18,2%)	3 (27,3%)	11 (52,4%)	7 (33,3%)
schwerst	1 (9,1%)	0 (0,0%)	2 (9,5%)	1 (4,8%)

Angabe von Patientenzahl und relative Häufigkeit in Klammern.
 Abkürzungen: *VKB*, vorderes Kreuzband; *HKB*, hinteres Kreuzband.

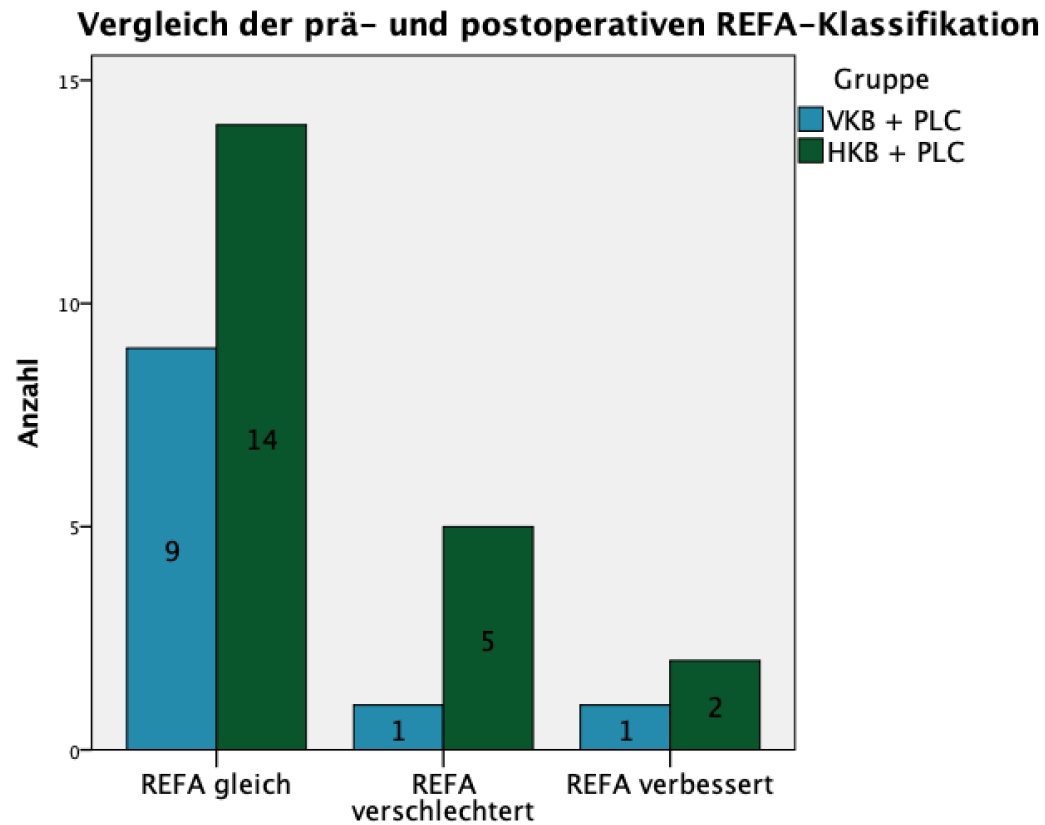


Abbildung 14: Vergleich der prä- und postoperativen REFA-Klassifikation

Abkürzungen: REFA, Reichtsausschuss für Arbeitszeitermittlung; VKB, vorderes Kreuzband; HKB, hinteres Kreuzband

4. Diskussion

Die vorliegende Studie erbrachte einige wichtige Erkenntnisse. Zum einen konnte bei Patienten der HKB-Gruppe ein signifikanter Abfall der postoperativen sportlichen Aktivität anhand des Tegner-Scores (von 5 auf 4 Punkte) und der Activity-Rating-Scale (von 6.6 auf 2.1 Punkte) nachgewiesen werden. Auch die Häufigkeit an durchgeführten sportlichen Einheiten pro Woche nahm in dieser Gruppe signifikant ab (von 2.6 auf 1.5 Einheiten pro Woche). In der VKB-Gruppe waren diese Werte postoperativ im Vergleich zum präoperativen Zustand hingegen nicht signifikant vermindert.

Als weitere Erkenntnis zeigte sich, dass eine kombinierte Rekonstruktion der PLC und des HKB eine längere Arbeitsunfähigkeit zufolge hatten als nach PLC- und VKB-Rekonstruktion. Patienten der VKB-Gruppe waren nach durchschnittlich 10.9 Wochen wieder arbeitsfähig, während die Dauer der durchschnittlichen Arbeitsunfähigkeit in der HKB-Gruppe bei 21.3 Wochen lag.

Auch die jeweiligen Verletzungsursachen beider Gruppen wiesen einen signifikanten Unterschied auf. Während kombinierte Verletzungen der PLC und des VKB vor allem im Rahmen von Sportunfällen auftraten (82%), wurden die kombinierten PLC- und HKB-Verletzungen überwiegend durch Verkehrsunfälle verursacht (52%).

In der Literatur wurde das klinische Outcome nach kombinierten Verletzungen der posterolateralen Ecke des Kniegelenks und der Kreuzbänder bereits häufiger beschrieben (2, 4 9, 11, 12, 17, 25, 34, 41, 43). Die primären Fragestellungen bezogen sich hierbei auf das Auftreten von Komplikationen oder Re-Instabilität und auf die funktionellen Ergebnisse. Bonanzinga et al. verglichen in einem systematischen Review die klinischen Ergebnisse nach kombinierter vorderer Kreuzbandplastik und Versorgung der PLC anhand von 6 Studien (Bonanzinga, Zaffagnini et al. 2014). Die Versorgung der PLC erfolgte in den Studien nicht einheitlich, sodass zwischen konservativer Versorgung, akuter Naht und Rekonstruktion unterschieden – hierfür kamen sowohl autologe, als auch allogene Sehngrafts zum Einsatz. Nach PLC-Rekonstruktion erreichten 88% der Patienten im objektiven IKCD ein gutes bis exzellentes Ergebnis, während der Anteil bei Patienten nach akuter Naht nur bei 33% lag. Die Autoren kamen somit zu dem Schluss, dass kombinierte VKB- und PLC-Verletzungen am besten mittels kombinierter Rekonstruktion versorgt werden können. Zudem wurde von einer geringen Komplikationsrate berichtet: ein postoperativer Kniegelenksinfekt trat in ca. 3% und eine Re-Instabilität in etwa 1% der Fälle auf. In der VKB-Gruppe der vorliegenden Studie zeigten sich keine postoperativen Komplikationen.

Rochecongar et al. untersuchten anhand eines systematischen Reviews das funktionelle Ergebnis nach kombinierter Versorgung von PLC und VKB oder HKB (Rochecongar, Plaweski

et al. 2014). Auch hier konnten postoperativ in beiden Gruppen vergleichbare Verbesserungen im Lysholm-Score und IKDC festgestellt werden, sodass von einem akzeptablen Ergebnis ausgegangen wurde. In der VKB-Gruppe verbesserte sich der Lysholm-Score von 77 auf 90 Punkte, in der HKB-Gruppe von 65 auf 89 Punkte. Kritisch zu sehen ist die starke Heterogenität der Gruppen, sowohl bezüglich der angewandten Reha-Protokolle, als auch der OP-Techniken zur Behandlung der posterolateralen Instabilität und der stark unterschiedlich langen Zeitintervalle zwischen Trauma und OP-Zeitpunkt. Auffällig war außerdem eine hohe Komplikationsrate von 10% bei Patienten der VKB-Gruppe – 5 Patienten wiesen ein Bewegungsdefizit auf, das in 2 Fällen eine Arthrolyse erforderte, ein Patient zog sich eine VKB-Re-Ruptur zu, ein Patient entwickelte eine Re-Instabilität der PLC und bei 2 Patienten kam es zu einer postoperativen Gelenkinfektion. In der HKB-Gruppe des Reviews wurde in 5 Fällen ein postoperatives Bewegungsdefizit beschrieben, das bei 2 Patienten eine Arthrolyse erforderte. Die gesamte Komplikationsrate zeigte sich mit ca. 2% vergleichbar zur vorliegenden Studie. Laut der Autoren des Reviews wurden lediglich in der Studie von Kim et al. Angaben zur sportlichen Aktivität nach kombinierter PLC- und HKB-Rekonstruktion gemacht (Rochecongar, Plaweski et al. 2014). Zum Zeitpunkt des durchschnittlichen Follow-ups nach ca. 48 Monaten konnten 19 der 41 Patienten (46%) wieder Dreh- und Kontaktsportarten ausüben. Dabei erreichten postoperativ etwa 60% dieser Patienten das Leistungsniveau, auf welchem sie prätraumatisch aktiv waren (Kim, Jung et al. 2011).

Weitere Evidenz bezüglich der Sportfähigkeit nach kombinierten PLC- und Kreuzbandverletzungen fehlt jedoch bisher in der Literatur, wohingegen Ergebnisse nach isolierter VKB- oder HKB-Rekonstruktion in der Vergangenheit mehrfach beschrieben wurden. Nach isolierter VKB-EPL scheint die Rückkehr zu sportlicher Aktivität grundsätzlich möglich zu sein, auch wenn das prätraumatische Leistungsniveau oftmals nicht wieder erreicht werden kann (Arden, Taylor et al. 2014, Glogovac, Schumaier et al. 2019, DeFazio, Curry et al. 2020). In einer Studie von Lindanger et al. konnten 83% der Patienten nach einer VKB-Rekonstruktion wieder Drehsportarten ausüben (Lindanger, Strand et al. 2019). Während 71% auf ein kompetitives Niveau zurückkehrten, kamen nur insgesamt 53% auf das gleiche Leistungsniveau zurück, was bezüglich der Entwicklung einer realistischen präoperativen Erwartungshaltung der Patienten von großer Bedeutung ist. Die Autoren hoben außerdem ein nicht zu unterschätzendes Risiko für das Auftreten kontralateraler VKB-Rupturen nach Rückkehr zu Drehsportarten hervor – in der Kohorte lag dies in einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich 25 Jahren bei 28% (Lindanger, Strand et al. 2019).

Mardani-Kivi et al. untersuchten ebenfalls die Rückkehr zu sportlicher Aktivität nach isolierter VKB-Rekonstruktion nach einem durchschnittlichen Follow-up von 8.1 Jahren (Mardani-Kivi, Azari et al. 2020). Zum Zeitpunkt der finalen Nachuntersuchung erreichten 64% des Kollektivs

ein ähnliches Leistungsniveau wie vor dem Trauma. Insbesondere junge Männer unter 30 Jahren und einem BMI unter 25 kg/m² zeigten postoperativ eine hohe sportliche Aktivität. Knorpelschäden wurden hingegen als negativ prognostischer Faktor beschrieben – lediglich 17% der betroffenen Patienten übten postoperativ Sport auf einem ähnlichen Level aus wie vor dem Trauma. Meniskusläsionen zeigten keine Korrelation bezüglich der Rückkehr zum Sport.

Im Falle isolierter HKB-Rekonstruktionen zeigten sich deutlich stärkere Auswirkungen auf die postoperative sportliche Aktivität. In einem systematischen Review beschrieben Devitt et al. basierend auf 14 Studien mit 523 Patienten, dass nach einem Follow-up von mindestens 2 Jahren nur 44% der Patienten postoperativ das ursprüngliche sportliche Leistungsniveau wieder erreichen konnten (Devitt, Dissanayake et al. 2018). Eingeschlossen war jedoch eine Studie, in der bei 53% der 15 Patienten Frakturen vorlagen und postoperativ keiner das ursprüngliche Leistungsniveau wiedererlangen konnte (Garofalo, Jolles et al. 2006). Nach Ausschluss dieser Studie beschrieben Devitt et al. eine Rückkehr zum vorherigen Sportniveau von 56%, was mit der HKB-Gruppe der vorliegenden Studie (57%) vergleichbar ist, obwohl es sich hierbei um kombinierte Verletzungen unter Mitbeteiligung der posterolateralen Ecke handelte. In der Nachuntersuchung von Zayni et al. erreichten sogar ca. 72% der 21 Patienten ein gleiches oder vergleichbares Sportniveau in Dreh- und Kontaktsportarten nach isolierter HKB-Rekonstruktion (Zayni, Hager et al. 2011). Zum einen waren jedoch signifikant mehr Sportunfälle als Verkehrsunfälle ursächlich für die Verletzung (71% vs. 29%) und bei einem prätraumatischen Tegner-Score von durchschnittlich 7.8 ± 1.7 handelte es um ein sportlich äußerst aktives Patientenkollektiv. Ein hohes prätraumatisches Aktivitätsniveau korrelierte daher nach Ansicht der Autoren mit guten funktionellen postoperativen Ergebnissen. In der HKB-Gruppe der vorliegenden Studie lagen hingegen deutlich mehr Verkehrs- als Sportunfälle vor (52% vs. 24%) und auch der prätraumatische mediane Tegner-Score war mit einem Wert von 5 niedriger. Trotzdem kam es auch in der Studie von Zayni et al. zu einem deutlichen Rückgang an postoperativ ausgeübten Dreh- und Kontaktsportarten, was sich mit den Ergebnissen unserer Studie deckt. Insbesondere beim Fußball kam es in unserem Patientenkollektiv sowohl in der VKB- als auch HKB-Gruppe zu einem starken Rückgang an Aktivität im Vergleich zum prätraumatischen Zustand – in der VKB-Gruppe von 73% auf 9% und in der HKB-Gruppe von 33% auf 10%. Noch stärker beeinträchtigt waren Patienten der HKB-Gruppe beim Jogging – nur 19% übten die Sportart postoperativ aus, während der prätraumatische Wert bei 62% lag (siehe Tabelle 8). Hinsichtlich der präoperativen Patientenaufklärung gilt es diesen wichtigen Aspekt zu berücksichtigen und im Hinblick auf die Entwicklung einer realistischen Erwartungshaltung mit jungen und aktiven Patienten zu besprechen.

Beim Vergleich der Ergebnisse mit den zuvor genannten Studien muss berücksichtigt werden, dass die Morbidität in unserem Kollektiv aufgrund der kombinierten Verletzungsmuster ausgeprägter war, was im Hinblick auf das postoperative funktionelle Ergebnis nicht zu vernachlässigen ist. Zu einem ähnlichen Schluss kamen Cartwright-Terry et al., als sie die funktionellen Ergebnisse nach isolierter VKB-Rekonstruktion und kombinierter VKB- und PLC-Rekonstruktion (mittels Bizeps femoris-Tenodese) in einem Nachuntersuchungszeitraum von 5 Jahren verglichen (Cartwright-Terry, Yates et al. 2014). Auch wenn sich in beiden Gruppen signifikante Verbesserungen der erhobenen funktionellen Scores zeigten, waren die Ergebnisse der Patienten nach kombinierter VKB- und PLC-Rekonstruktion im Lysholm-Score und in den KOOS-Subscores signifikant schlechter. Verglichen mit den KOOS-Scores der kombinierten VKB- und PLC-Gruppe der vorliegenden Studie zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Lediglich der Subscore Schmerz lag in der VKB-Gruppe unseres Kollektivs höher (89.6 vs. 78.0 Punkte), während der Subscore Lebensqualität im Kollektiv von Cartwright-Terry et al. leicht höhere Werte aufwies (75.0 vs. 69.3 Punkte). Wajsfisz et al. untersuchten in einer Multicenter-Studie ebenfalls das funktionelle Outcome nach kombinierter operativer Versorgung der PLC und des VKB oder HKB (Wajsfisz, Bajard et al. 2014). Während die Autoren zwischen den postoperativen KOOS-Subscores der beiden Gruppen (PLC + VKB vs. PLC + HKB) keinen signifikanten Unterschied feststellen konnten, konnte in der vorliegenden Studie ein signifikant höherer Wert im Subscore „Sport und Freizeit“ in der VKB-Gruppe (85.0 vs. 59.3 Punkte in der HKB-Gruppe) aufgezeigt werden. In den anderen Subscores konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen gezeigt werden.

Statistisch signifikant in der HKB-Gruppe der vorliegenden Studie waren die prä- und postoperativen Unterschiede des Tegner-Scores, der Activity-Rating-Scale sowie bezüglich der Häufigkeit durchgeführter Sporteinheiten. Während sich der mediane Tegner-Score von 5.0 auf 4.0 Punkte ($p = 0.001$) verringerte, sank auch der Punktwert der Activity-Rating-Scale von 6.6 auf 2.1 ($p = 0.001$). Vor dem Trauma führten Patienten der HKB-Gruppe außerdem durchschnittlich 2.6 sportliche Einheiten pro Woche durch, wohingegen es postoperativ im Schnitt nur 1.5 Einheiten waren ($p = 0.005$). In der VKB-Gruppe zeigten sich diese Werte postoperativ zwar auch leicht verringert, allerdings ohne statistische Signifikanz zu erreichen. Ursächlich hierfür ist am ehesten der signifikant größere Anteil an Verkehrsunfällen mit stärkerer Krafteinwirkung in der HKB-Gruppe. Daraus könnten tiefer liegende Weichteilschäden resultieren, die auch durch eine kombinierte PLC- und HKB-Rekonstruktion nicht vollständig adressiert werden könnten (Bonanzinga, Zaffagnini et al. 2014).

Als weiterer möglicher Einflussfaktor neben der Traumaursache wurde in der Literatur auch die Zeitspanne zwischen Verletzung und operativer Therapie diskutiert. Hirschmann et al.

untersuchten 26 professionelle Athleten, bei denen nach einer Kniegelenksluxation eine Rekonstruktion beider Kreuzbänder sowie mindestens einem der Kollateralbänder durchgeführt wurden. Dabei zeigte sich, dass Patienten nach frühzeitiger Versorgung trotz vergleichbarer Schwere der Verletzung postoperativ seltener ihren Sport aufgeben mussten (Hirschmann, Iranpour et al. 2010). Ein längeres Zeitintervall zwischen Trauma und operativem Eingriff korrelierte hingegen mit einer höheren Anzahl an Revisionseingriffen, einer geringeren postoperativen Zufriedenheit und einem niedrigeren Tegner-Score. Auch Lindanger et al. konnten zeigen, dass ein großes Zeitintervall zwischen Trauma und primärer VKB-Rekonstruktion im Verlauf von 25 Jahren häufiger mit der Implantation einer Kniegelenksendoprothese assoziiert war (Lindanger, Strand et al. 2019). Vor allem sportlich aktiven Patienten könnte eine frühzeitige ligamentäre Rekonstruktion demnach eine zeitnahe Rückkehr zu sportlichen Aktivitäten ermöglichen (Lee, Kim et al. 2019). Devitt et al. beschrieben jedoch eine oftmals verzögerte operative Therapie nach HKB-Rupturen, die erst nach Versagen eines konservativen Vorgehens vollzogen wurde und eine frühzeitige Rückkehr zum Sport verhinderte (Devitt, Dissanayake et al. 2018).

Auch in der vorliegenden Studie konnten wir ein längeres Zeitintervall zwischen Trauma und Operation in der HKB-Gruppe feststellen. Obwohl der Unterschied statistisch nicht signifikant war (23.3 Monate vs. 33.2 Monate, $p = 0.389$), könnte die dadurch länger bestehende Kniegelenksinstabilität über vorzeitige arthrotische Veränderungen des Kniegelenks einen negativen Einfluss auf das postoperative Ergebnis gehabt haben (Boynton and Tietjens 1996).

Als weitere wichtige Erkenntnis dieser Studie konnte in der HKB-Gruppe eine signifikant längere Dauer der Arbeitsunfähigkeit festgestellt werden. Während Patienten der VKB-Gruppe im Anschluss an den operativen Eingriff nach durchschnittlich 10.9 ± 3.9 Wochen wieder zur Arbeit zurückkehren konnten, lag der Wert in der HKB-Gruppe bei 21.3 ± 10.4 Wochen ($p = 0.003$). Des Weiteren kam es postoperativ bei 24% Patienten der HKB-Gruppe zu einer Reduktion der Arbeitsintensität, während in der VKB-Gruppe nur 9% die Intensität reduzieren mussten. Einen wichtigen Einfluss könnte hierbei das unterschiedliche Vorgehen in der Rehabilitationsphase gehabt haben, welches nach HKB-Verletzungen in der Regel deutlich zurückhaltender gestaltet wird. Die Immobilisation in Streckung und eine maximale Teilbelastung von 20 kg innerhalb der ersten 6 Wochen sowie die anschließende funktionelle Behandlung mittels Orthese für bis zu 6 Monate können eine Rückkehr zu höheren Arbeitsintensitäten deutlich verzögern oder auch unmöglich machen (Klose M 2018).

Zudem könnte der signifikant größere Anteil an Verkehrsunfällen in der HKB-Gruppe mit höherer Krafteinwirkung und stärker ausgeprägten Schmerzen zu einer längeren postoperativen Arbeitsunfähigkeit im Vergleich zur VKB-Gruppe geführt haben. Im postoperativen KOOS-Score zeigte die HKB-Gruppe deutlich niedrigere Werte in der Subskala

Schmerz (einem höheren Schmerzniveau entsprechend), auch wenn die Unterschiede statistisch nicht signifikant waren (80.7 vs. 89.6, $p = 0.062$).

Insgesamt konnte jedoch eine hohe Rückkehr zur ursprünglichen Arbeit in beiden Gruppen beobachtet werden, was sich auch mit bisher beschriebenen Angaben nach VKB- und HKB-Rekonstruktionen deckt (Hirschmann, Zimmermann et al. 2010, Ihle, Ateschrang et al. 2014, Groot, Jonkers et al. 2017). Ihle et al. untersuchten die Rückkehr zur Arbeit nach isolierten HKB-Rekonstruktionen bei chronischen Instabilitäten (Ihle, Ateschrang et al. 2014). Postoperativ konnten 83% der Patienten die gleiche Arbeitsintensität beibehalten, was leicht höher ausfiel als in der vorliegenden Studie – hier konnten 76% der HKB-Patienten die präoperative Arbeitsintensität nach der Operation beibehalten oder sogar steigern. Ihle et al. arbeiteten zudem heraus, dass postoperativ vor allem die Schmerzsymptomatik bei Patienten mit präoperativ hoher Arbeitsbelastung eine große Rolle einnahm und als wichtigster Faktor der verminderten Lebensqualität nach operativer Versorgung galt. Diesbezüglich unterstrichen sie die Bedeutung einer genauen Berufsanamnese vor Durchführung des operativen Eingriffs. Auch Wexler et al. kamen in einer Studie zur Ermittlung der postoperativen Arbeitsfähigkeit nach isolierten VKB-Rekonstruktionen zu vergleichbaren Werten (Wexler, Bach et al. 2000). Während alle Patienten postoperativ wieder zur Arbeit zurückkehrten, konnten 91% davon die präoperative Arbeitsintensität beibehalten oder steigern. Auch im vorliegenden Kollektiv konnten 9 Patienten (82%) der VKB-Gruppe zur gleichen Arbeit zurückkehren, während 1 Patient (9%) die Arbeitsintensität sogar steigerte, was summiert ebenfalls einem Wert von 91% entspricht. Ähnlich zu unserer Studie konnten Wexler et al. bei körperlichen anstrengenden Tätigkeiten einen Trend zur längeren Arbeitsunfähigkeit beobachten, auch wenn sich dies nicht als signifikant darstellte (Wexler, Bach et al. 2000).

Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit bieten Patienten mit kombinierten ligamentären Knieverletzungen wichtige Informationen bezüglich der möglichen Dauer der Arbeitsunfähigkeit und gegebenenfalls notwendiger Anpassungen der postoperativen Arbeitsintensität.

In der Vergangenheit wurden bereits zahlreiche operative Techniken zur Versorgung einer akuten oder chronischen posterolateralen Verletzung des Kniegelenks beschrieben (LaPrade, Johansen et al. 2004, Arciero 2005, Frosch, Akoto et al. 2016). In der vorliegenden Studie wurde die PLC bei allen Patienten mittels modifizierter Larson-Technik rekonstruiert, bei der die funktionelle Stabilität im Vordergrund steht. Dadurch konnte ein homogeneres Patientenkollektiv erreicht werden, was zu einer besseren Vergleichbarkeit führte. Neuere biomechanische und klinische Studien wiesen hingegen auf funktionell bessere Ergebnisse nach anatomischen Rekonstruktionen hin, sodass in unserer Klinik inzwischen überwiegend die Techniken nach LaPrade (LaPrade, Johansen et al. 2004) und Arciero (Arciero 2005)

Anwendung finden. Somit können die posterolateralen Strukturen entsprechend ihres anatomischen Verlaufs wiederhergestellt werden. Durch zukünftige Studien sollte ein möglicher Einfluss der neuen operativen Techniken auf das funktionelle Ergebnis untersucht werden.

Neben einigen Stärken beinhaltet die vorliegende Studie auch Limitationen, die erläutert werden sollten. Zum einen handelte es sich um ein retrospektives Studiendesign. Nach unserem aktuellen Kenntnisstand liegen jedoch keine Studien vor, in denen über die Rückkehr zu sportlicher Aktivität und Arbeitsfähigkeit nach kombinierter Versorgung der PLC und des VKB oder HKB berichtet wird. Eine weitere Limitation ist die geringe Fallzahl von nur insgesamt 32 eingeschlossenen Patienten. Dies liegt darin begründet, dass die untersuchten kombinierten Verletzungsmuster eine äußerst niedrige Inzidenz aufweisen und größere Patientenkollektive in der Regel nur im Rahmen von Multicenter-Studien erzielt werden. Nichtsdestotrotz konnte für die vorliegende Studie eine statistische Power von 0.8 erreicht werden. Als dritte Limitation kann aufgeführt werden, dass die Rekonstruktion der PLC lediglich durch die Larson-Technik erfolgte. Wie bereits beschrieben erreichten wir hiermit aber ein homogeneres Patientenkollektiv, was zu einer besseren Vergleichbarkeit führte. Zum Schluss muss ausgeführt werden, dass wir Patienten mit Meniskusläsionen nicht von der Studie ausschlossen. In der Literatur konnte jedoch gezeigt werden, dass die Rückkehr zum Sport nach VKB-Rekonstruktionen nicht durch Meniskusläsionen beeinflusst wurde, sodass entsprechende Patienten auch in die vorliegende Studie eingeschlossen wurden (Mardani-Kivi, Azari et al. 2020).

5. Schlussfolgerung

Sowohl nach kombinierter HKB-EPL, als auch nach kombinierter VKB-EPL und Rekonstruktion der PLC ist in einer hohen Anzahl der Fälle die Rückkehr zu sportlicher Aktivität und zur Arbeit zu erwarten. Allerdings muss bei Beteiligung des HKB von einer stärkeren postoperativen Beeinträchtigung ausgegangen werden. Eine Beteiligung des VKB zeigte bessere funktionelle Ergebnisse, höhere sportliche Aktivität und eine frühere Rückkehr zur Arbeit.

6. Zusammenfassung

Verletzungen der posterolateralen Ecke des Kniegelenks stellen eine seltene Knieverletzung dar, bei der häufig weitere Bandstrukturen wie das VKB oder HKB mitbetroffen sind und eine kombinierte Rekonstruktion indiziert ist. Ziel dieser retrospektiven Studie war die Untersuchung des funktionellen Ergebnisses sowie der sportlichen Aktivität und Arbeitsfähigkeit nach kombinierter VKB- oder HKB-EPL und PLC-Rekonstruktion mittels modifizierter Larson-Plastik mindestens 24 Monate postoperativ.

Hierzu wurden Patienten im Alter von über 18 Jahren kontaktiert, die sich zwischen Januar 2011 und Oktober 2017 am Klinikum rechts der Isar einer kombinierten VKB- oder HKB-EPL und PLC-Rekonstruktion unterzogen haben. Das funktionelle postoperative Ergebnis wurde mithilfe des KOOS-Scores ermittelt. Anhand des Tegner-Scores und der Activity-Rating-Scale nach Marx (ARS) sowie eines Fragebogens zu praktizierten Sportarten, Trainingshäufigkeit und Leistungsniveau wurde die prä- und postoperative Sportaktivität untersucht. Mittels REFA-Klassifikation wurde zudem die prä- und postoperative Arbeitsintensität bestimmt und durch einen Fragebogen ein möglicher Arbeitsplatzwechsel und die Dauer der Arbeitsunfähigkeit festgestellt.

Insgesamt konnten 32 Patienten mit Verletzungen der PLC in die Studie eingeschlossen werden: in 11 Fällen war das VKB, in 21 Fällen das HKB mitbetroffen. Der KOOS-Score fiel in der VKB-Gruppe durchschnittlich höher aus mit einem signifikanten Unterschied in der Subskala „Sport und Freizeit“. Zudem konnten alle Patienten der VKB-Gruppe postoperativ wieder Sport ausüben, während der Anteil in der HKB-Gruppe bei 91% lag. Im prä- und postoperativen Vergleich des Tegner-Scores und der ARS zeigte sich in der HKB-Gruppe eine signifikante Verschlechterung, in der VKB-Gruppe war der Unterschied nicht signifikant. Außerdem waren Patienten der HKB-Gruppe signifikant länger arbeitsunfähig als Patienten der VKB-Gruppe (21 ± 10 Wochen vs. 11 ± 4 Wochen, $p = 0.003$).

Zusammenfassend zeigten sich also gute funktionelle Ergebnisse nach kombinierter Rekonstruktion der PLC, sowohl bei Mitbeteiligung des VKB als auch HKB. Insgesamt war die postoperative Beeinträchtigung bezüglich Rückkehr zur Sportaktivität und Dauer der Arbeitsunfähigkeit in der HKB-Gruppe jedoch stärker ausgeprägt. Die Erkenntnisse dieser Arbeit sollen dazu beitragen, die betroffenen Patienten bereits präoperativ über die zu erwartenden Folgen hinsichtlich sportlicher Aktivität und Arbeitsfähigkeit fundiert aufzuklären.

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomisches Präparat der PLC des rechten Kniegelenks	7
Abbildung 2: Verlauf des vorderen und hinteren Anteils des LPF.....	9
Abbildung 3: OP-Technik zur Rekonstruktion der PLC nach LaPrade.....	17
Abbildung 4: Diagramm zur Darstellung des Ein- oder Ausschlusses von Patienten	21
Abbildung 5: Schematische Darstellung der Larson-Plastik	25
Abbildung 6: Geschlechterverteilung beider Patientengruppen	30
Abbildung 7: Durchschnittliches Alter der Patientengruppen in Jahren	31
Abbildung 8: Durchschnittliches Follow-up der Patientengruppen in Monaten	32
Abbildung 9: Durchschnittliche Zeitspanne zwischen Trauma und Operation in Monaten	33
Abbildung 10: Verteilung der Traumaursachen beider Patientengruppen	35
Abbildung 11: Durchschnittliche Frequenz der sportlichen Einheiten (prä- vs. postoperativ)	40
Abbildung 12: Postoperative Änderung des Leistungsniveaus beider Patientengruppen.....	42
Abbildung 13: Durchschnittliche Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit in Wochen....	44
Abbildung 14: Vergleich der prä- und postoperativen REFA-Klassifikation	46

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation der PLC-Verletzungen nach Fanelli	14
Tabelle 2: Klassifikation der PLC-Läsionen nach Domnick et al.....	15
Tabelle 3: Operative Begleiteingriffe, die zum Studienausschluss führten	21
Tabelle 4: Demografische Auswertung beider Patientengruppen.....	34
Tabelle 5: Übersicht der Begleiteingriffe beider Patientengruppen.....	36
Tabelle 6: Mittelwerte der KOOS-Subskalen	37
Tabelle 7: Prä- und postoperative Ergebnisse des Tegner-Scores und der ARS.....	38
Tabelle 8: Übersicht der am häufigsten durchgeführten Sportarten (prä- vs. postoperativ) ..	39
Tabelle 9: Übersicht des prä- und postoperativen Leistungsniveaus.....	41
Tabelle 10: Gründe für die postoperative Reduktion der Sportaktivität.....	43
Tabelle 11: Vergleich der prä- und postoperativen Arbeitsintensität.....	45

9. Literaturverzeichnis

- (1) Achtnich, A., M. J. Feucht, S. Hinterwimmer, et al. (2017). Bänder. Atlas sportorthopädisch-sporttraumatologische Operationen. A. B. Imhoff and M. J. Feucht. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg: 281-331.
- (2) Amis, A. A., A. M. J. Bull, C. M. Gupte, et al. (2003). "Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments." Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy **11**(5): 271-281.
- (3) Arciero, R. A. (2005). "anatomic posterolateral corner knee reconstruction." Arthroscopy **21**(9): 1147.
- (4) Ardern, C. L., N. F. Taylor, J. A. Feller, et al. (2014). "Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors." British Journal of Sports Medicine **48**(21): 1543-1552.
- (5) Bonanzinga, T., S. Zaffagnini, A. Grassi, et al. (2014). "Management of Combined Anterior Cruciate Ligament-Posterolateral Corner Tears: A Systematic Review." American Journal of Sports Medicine **42**(6): 1496-1503.
- (6) Boynton, M. D. and B. R. Tietjens (1996). "Long-term followup of the untreated isolated posterior cruciate ligament-deficient knee." American Journal of Sports Medicine **24**(3): 306-310.
- (7) Briggs, K. K., J. Lysholm, Y. Tegner, et al. (2009). "The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later." American Journal of Sports Medicine **37**(5): 890-897.
- (8) Briggs, K. K., J. R. Steadman, C. J. Hay, et al. (2009). "Lysholm Score and Tegner Activity Level in Individuals with Normal Knees." American Journal of Sports Medicine **37**(5): 898-901.
- (9) Cartwright-Terry, M., J. Yates, C. K. Tan, et al. (2014). "Medium-term (5-year) comparison of the functional outcomes of combined anterior cruciate ligament and posterolateral corner reconstruction compared with isolated anterior cruciate ligament reconstruction." Arthroscopy **30**(7): 811-817.
- (10) Chahla, J., G. Moatshe, C. S. Dean, et al. (2016). "Posterolateral Corner of the Knee: Current Concepts." The Archives of Bone and Joint Surgery **4**(2): 97-103.
- (11) Chahla, J., I. R. Murray, J. Robinson, et al. (2018). "Posterolateral corner of the knee: an expert consensus statement on diagnosis, classification, treatment, and rehabilitation." Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: 2520-2529.

- (12) Collins, N. J., C. A. Prinsen, R. Christensen, et al. (2016). "Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): systematic review and meta-analysis of measurement properties." Osteoarthritis and Cartilage **24**(8): 1317-1329.
- (13) Cooper, J. M., P. T. McAndrews and R. F. LaPrade (2006). "Posterolateral corner injuries of the knee: anatomy, diagnosis, and treatment." Sports Medicine and Arthroscopy Review **14**(4): 213-220.
- (14) Crespo, B., E. W. James, L. Metsavaht, et al. (2015). "Injuries to posterolateral corner of the knee: a comprehensive review from anatomy to surgical treatment." Revista Brasileira de Ortopedia **50**(4): 363-370.
- (15) DeFazio, M. W., E. J. Curry, M. J. Gustin, et al. (2020). "Return to Sport After ACL Reconstruction With a BTB Versus Hamstring Tendon Autograft: A Systematic Review and Meta-analysis." Orthopaedic Journal of Sports Medicine **8**(12): 2325967120964919.
- (16) Devitt, B. M., R. Dissanayake, J. Clair, et al. (2018). "Isolated Posterior Cruciate Reconstruction Results in Improved Functional Outcome but Low Rates of Return to Preinjury Level of Sport: A Systematic Review and Meta-analysis." Orthopaedic Journal of Sports Medicine **6**(10): 2325967118804478.
- (17) Domnick, C., K. H. Frosch, M. J. Raschke, et al. (2017). "Kinematics of Different Components of the Posterolateral Corner of the Knee in the Lateral Collateral Ligament-intact State: A Human Cadaveric Study." Arthroscopy **33**(10): 1821-1830 e1821.
- (18) Fanelli, G. C. and C. J. Edson (1995). "Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients: Part II." Arthroscopy **11**(5): 526-529.
- (19) Fanelli, G. C. F. D. D. (1999). "Management of combined anteriorcruciate ligament/posterior cruciate ligament/posterolateral complex injuries of the knee." Operative Techniques in Sports Medicine **Volume 7**(3): 143-149.
- (20) Ferrari, D. A., J. D. Ferrari and J. Coumas (1994). "Posterolateral instability of the knee." Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume) **76**(2): 187-192.
- (21) Feucht, M. J. and T. Tischer (2017). "[Osteotomies around the knee for ligament insufficiency]." Der Orthopäde **46**(7): 601-609.
- (22) Fornalski, S., M. H. McGarry, R. P. Csintalan, et al. (2008). "Biomechanical and Anatomical Assessment after Knee Hyperextension Injury." American Journal of Sports Medicine **36**(1): 80-84.
- (23) Frank, J. B., T. Youm, R. J. Meislin, et al. (2007). "Posterolateral corner injuries of the knee." Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases **65**(2): 106-114.
- (24) Frosch, K.-H., M. Krause and R. Akoto (2018). "Posterolaterale Instabilitäten am Kniegelenk." Arthroskopie **31**(2): 169-173.

- (25) Frosch, K. H., R. Akoto, T. Drenck, et al. (2016). "Arthroscopic popliteus bypass graft for posterolateral instabilities of the knee : A new surgical technique." Operative Orthopädie und Traumatologie **28**(3): 193-203.
- (26) Garofalo, R., B. M. Jolles, B. Moretti, et al. (2006). "Double-bundle transtibial posterior cruciate ligament reconstruction with a tendon-patellar bone-semitendinosus tendon autograft: clinical results with a minimum of 2 years' follow-up." Arthroscopy **22**(12): 1331-1338.
- (27) Geeslin, A. G. and R. F. LaPrade (2010). "Location of bone bruises and other osseous injuries associated with acute grade III isolated and combined posterolateral knee injuries." American Journal of Sports Medicine **38**(12): 2502-2508.
- (28) Glogovac, G., A. P. Schumaier and B. M. Grawe (2019). "Return to Sport Following Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes: A Systematic Review." Arthroscopy **35**(7): 2222-2230.
- (29) Grood, E. S., S. F. Stowers and F. R. Noyes (1988). "Limits of movement in the human knee. Effect of sectioning the posterior cruciate ligament and posterolateral structures." Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume) **70**(1): 88-97.
- (30) Groot, J. A., F. J. Jonkers, A. J. Kievit, et al. (2017). "Beneficial and limiting factors for return to work following anterior cruciate ligament reconstruction: a retrospective cohort study." Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery **137**(2): 155-166.
- (31) Gwinner, C., A. Weiler, M. Roeder, et al. (2017). "Tibial Slope Strongly Influences Knee Stability After Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective 5- to 15-Year Follow-up." American Journal of Sports Medicine **45**(2): 355-361.
- (32) Harner, C. D., J. Hoher, T. M. Vogrin, et al. (1998). "The effects of a popliteus muscle load on in situ forces in the posterior cruciate ligament and on knee kinematics. A human cadaveric study." American Journal of Sports Medicine **26**(5): 669-673.
- (33) Harner, C. D., T. M. Vogrin, J. Hoher, et al. (2000). "Biomechanical analysis of a posterior cruciate ligament reconstruction. Deficiency of the posterolateral structures as a cause of graft failure." American Journal of Sports Medicine **28**(1): 32-39.
- (34) Hirschmann, M. T., F. Iranpour, W. Muller, et al. (2010). "Surgical treatment of complex bicruciate knee ligament injuries in elite athletes: what long-term outcome can we expect?" American Journal of Sports Medicine **38**(6): 1103-1109.
- (35) Hirschmann, M. T., N. Zimmermann, T. Rychen, et al. (2010). "Clinical and radiological outcomes after management of traumatic knee dislocation by open single stage complete reconstruction/repair." BMC Musculoskeletal Disorders **11**: 102.
- (36) Höher, J., C. D. Harner, T. M. Vogrin, et al. (1998). "In situ forces in the posterolateral structures of the knee under posterior tibial loading in the intact and posterior cruciate ligament-deficient knee." Journal of Orthopaedic Research **16**(6): 675-681.
- (37) Hughston, J. C. and L. A. Norwood, Jr. (1980). "The posterolateral drawer test and external rotational recurvatum test for posterolateral rotatory instability of the knee." Clinical Orthopaedics and Related Research(147): 82-87.

- (38) Ihle, C., A. Ateschrang, D. Albrecht, et al. (2014). "Occupational consequences after isolated reconstruction of the insufficient posterior cruciate ligament." BMC Research Notes **7**: 201.
- (39) Jung, T. M., A. Schmeling and A. Weiler (2006). "Periphere Instabilitäten bei Läsion des hinteren Kreuzbandes." Arthroskopie **19**(3): 265-276.
- (40) Kessler, S., S. Lang, W. Puhl, et al. (2003). "[The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score--a multifunctional questionnaire to measure outcome in knee arthroplasty]." Zeitschrift für Orthopädie und Ihre Grenzgebiete **141**(3): 277-282.
- (41) Kim, S. J., M. Jung, H. K. Moon, et al. (2011). "Anterolateral transtibial posterior cruciate ligament reconstruction combined with anatomical reconstruction of posterolateral corner insufficiency: comparison of single-bundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction over a 2- to 6-year follow-up." American Journal of Sports Medicine **39**(3): 481-489.
- (42) Kim, Y. M. (2017). "Posterior Cruciate Ligament Reconstruction and Posterolateral Corner Injury." Knee Surgery & Related Research **29**(4): 243-245.
- (43) Klose M, F. P., Imhoff A (2018). "Rehabilitation after reconstruction of the posterior cruciate ligament." MMW - Fortschritte der Medizin: 160:169-171.
- (44) LaPrade, R. F., T. J. Gilbert, T. S. Bollom, et al. (2000). "The magnetic resonance imaging appearance of individual structures of the posterolateral knee. A prospective study of normal knees and knees with surgically verified grade III injuries." American Journal of Sports Medicine **28**(2): 191-199.
- (45) LaPrade, R. F., S. Johansen, F. A. Wentorf, et al. (2004). "An analysis of an anatomical posterolateral knee reconstruction: an in vitro biomechanical study and development of a surgical technique." American Journal of Sports Medicine **32**(6): 1405-1414.
- (46) LaPrade, R. F., T. V. Ly, F. A. Wentorf, et al. (2003). "The posterolateral attachments of the knee: a qualitative and quantitative morphologic analysis of the fibular collateral ligament, popliteus tendon, popliteofibular ligament, and lateral gastrocnemius tendon." American Journal of Sports Medicine **31**(6): 854-860.
- (47) LaPrade, R. F. and G. C. Terry (1997). "Injuries to the posterolateral aspect of the knee. Association of anatomic injury patterns with clinical instability." American Journal of Sports Medicine **25**(4): 433-438.
- (48) LaPrade, R. F., A. Tso and F. A. Wentorf (2004). "Force measurements on the fibular collateral ligament, popliteofibular ligament, and popliteus tendon to applied loads." American Journal of Sports Medicine **32**(7): 1695-1701.
- (49) LaPrade, R. F. and F. Wentorf (2002). "Diagnosis and treatment of posterolateral knee injuries." Clinical Orthopaedics and Related Research(402): 110-121.
- (50) LaPrade, R. F., F. A. Wentorf, H. Fritts, et al. (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 **23**(12): 1341-1347.

- (51) LaPrade, R. F., J. K. Wozniczka, M. P. Stellmaker, et al. (2010). "Analysis of the static function of the popliteus tendon and evaluation of an anatomic reconstruction: the "fifth ligament" of the knee." American Journal of Sports Medicine **38**(3): 543-549.
- (52) Larson, R. V. (2001). "Isometry of the lateral collateral and popliteofibular ligaments and techniques for reconstruction using a free semitendinosus tendon graft." Operative Techniques in Sports Medicine **9**(2): 84-90.
- (53) Lee, D. W., J. G. Kim, S. J. Yang, et al. (2019). "Return to Sports and Clinical Outcomes After Arthroscopic Anatomic Posterior Cruciate Ligament Reconstruction With Remnant Preservation." Arthroscopy **35**(9): 2658-2668.
- (54) Levy, B. A., K. A. Dajani, J. A. Morgan, et al. (2010). "Repair versus reconstruction of the fibular collateral ligament and posterolateral corner in the multiligament-injured knee." American Journal of Sports Medicine **38**(4): 804-809.
- (55) Lindanger, L., T. Strand, A. O. Molster, et al. (2019). "Return to Play and Long-term Participation in Pivoting Sports After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction." American Journal of Sports Medicine **47**(14): 3339-3346.
- (56) Mardani-Kivi, M., Z. Azari and F. Hasannejad (2020). "Return to sport activity after anterior cruciate ligament reconstruction: A 6-10 years follow-up." Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma **11**(3): 319-325.
- (57) Marx, R. G., T. J. Stump, E. C. Jones, et al. (2001). "Development and evaluation of an activity rating scale for disorders of the knee." American Journal of Sports Medicine **29**(2): 213-218.
- (58) Moorman, C. T., 3rd and R. F. LaPrade (2005). "Anatomy and biomechanics of the posterolateral corner of the knee." Journal of Knee Surgery **18**(2): 137-145.
- (59) Noyes, F. R. and S. D. Barber-Westin (2005). "Posterior cruciate ligament revision reconstruction, part 1: causes of surgical failure in 52 consecutive operations." American Journal of Sports Medicine **33**(5): 646-654.
- (60) Rochecongar, G., S. Plaweski, M. Azar, et al. (2014). "Management of combined anterior or posterior cruciate ligament and posterolateral corner injuries: a systematic review." Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research **100**(8): 371-378.
- (61) Roos, E. M. and L. S. Lohmander (2003). "The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis." Health Qual Life Outcomes **1**: 64.
- (62) Roos, E. M., H. P. Roos, L. S. Lohmander, et al. (1998). "Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure." Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy **28**(2): 88-96.
- (63) Scheffler, S. and M. Strobel (2014). "Posterolaterale Instabilitäten des Kniegelenks." Arthroskopie **27**(3): 177-188.

- (64) Schroter, S., J. Mueller, R. van Heerwaarden, et al. (2013). "Return to work and clinical outcome after open wedge HTO." Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy **21**(1): 213-219.
- (65) Serra Cruz, R., J. J. Mitchell, C. S. Dean, et al. (2016). "Anatomic Posterolateral Corner Reconstruction." Arthroscopy Techniques **5**(3): 563-572.
- (66) Shon, O. J., J. W. Park and B. J. Kim (2017). "Current Concepts of Posterolateral Corner Injuries of the Knee." Knee Surgery & Related Research **29**(4): 256-268.
- (67) Stannard, J. P., S. L. Brown, R. C. Farris, et al. (2005). "The posterolateral corner of the knee: repair versus reconstruction." American Journal of Sports Medicine **33**(6): 881-888.
- (68) Sugita, T. and A. A. Amis (2001). "Anatomic and biomechanical study of the lateral collateral and popliteofibular ligaments." American Journal of Sports Medicine **29**(4): 466-472.
- (69) Tegner, Y. and J. Lysholm (1985). "Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries." Clinical Orthopaedics and Related Research(198): 43-49.
- (70) Temponi, E. F., L. H. de Carvalho Junior, A. Saithna, et al. (2017). "Incidence and MRI characterization of the spectrum of posterolateral corner injuries occurring in association with ACL rupture." Skeletal Radiology **46**(8): 1063-1070.
- (71) van de Pol, G. J., M. P. Arnold, N. Verdonschot, et al. (2009). "Varus alignment leads to increased forces in the anterior cruciate ligament." American Journal of Sports Medicine **37**(3): 481-487.
- (72) Veltri, D. M., X. H. Deng, P. A. Torzilli, et al. (1995). "The role of the cruciate and posterolateral ligaments in stability of the knee. A biomechanical study." American Journal of Sports Medicine **23**(4): 436-443.
- (73) Vogrin, T. M., J. Höher, A. Aroen, et al. (2000). "Effects of sectioning the posterolateral structures on knee kinematics and in situ forces in the posterior cruciate ligament." Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy **8**(2): 93-98.
- (74) Wajsfisz, A., X. Bajard, S. Plaweski, et al. (2014). "Surgical management of combined anterior or posterior cruciate ligament and posterolateral corner tears: for what functional results?" Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research **100**(8): 379-383.
- (75) Wang, C. J. (2002). "Injuries to the posterior cruciate ligament and posterolateral instabilities of the knee." Chang Gung Medical Journal **25**(5): 288-297.
- (76) Wexler, G., B. R. Bach, Jr., C. A. Bush-Joseph, et al. (2000). "Outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction in patients with Workers' Compensation claims." Arthroscopy **16**(1): 49-58.
- (77) Zantop, T. and W. Petersen (2010). "[Modified Larson technique for posterolateral corner reconstruction of the knee]." Operative Orthopädie und Traumatologie **22**(4): 373-386.

(78) Zayni, R., J. P. Hager, P. Archbold, et al. (2011). "Activity level recovery after arthroscopic PCL reconstruction: a series of 21 patients with a mean follow-up of 29 months." Knee **18**(6): 392-395.

10. Anhang

10.1. KOOS-Score

Datum: ____/____/____ Geburtsdatum: ____/____/____

Patienten Nr: _____

ANLEITUNG: Dieser Ankreuzbogen befragt Sie, welchen Eindruck Sie von Ihrem Knie haben. Die dadurch gewonnene Information wird uns helfen zu überwachen, wie es Ihnen mit Ihrem Knie geht und wie gut Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Aktivitäten zu verrichten.

Beantworten Sie bitte jede Frage durch ankreuzen des zugehörigen Kästchens. Bitte nur ein Kästchen pro Frage ankreuzen. Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

Symptome

Diese Fragen beziehen sich auf Beschwerden von Seiten Ihres Kniegelenkes in der **vergangenen Woche**.

S1. Haben Sie Schwellungen an Ihrem Knie?

niemals selten manchmal oft immer

S2. Fühlen Sie manchmal ein Mahlen, hören Sie manchmal ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie Ihr Knie bewegen?

niemals selten manchmal oft immer

S3. Bleibt Ihr Knie manchmal hängen, oder blockiert es, wenn Sie es bewegen?

niemals selten manchmal oft immer

S4. Können Sie Ihr Knie ganz ausstrecken?

immer oft manchmal selten nie

S5. Können Sie Ihr Knie ganz beugen?

immer oft manchmal selten nie

Steifigkeit

Die nachfolgenden Fragen betreffen die Steifigkeit Ihres Kniegelenkes während der **letzten Woche**. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihr Kniegelenk zu bewegen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der letzten Woche erfahren haben.

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

keine schwach mäßig stark sehr stark

S7. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit nach dem Sie saßen, lagen, oder sich ausruhten im **Verlauf des Tages**?

keine schwach mäßig stark sehr stark

Schmerzen

P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?

niemals monatlich wöchentlich täglich immer

Wie ausgeprägt waren Ihre Schmerzen in der **vergangenen Woche** als Sie z.B.:

P2. sich im Knie drehen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P3. Ihr Knie ganz ausstrecken?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P4. Ihr Knie ganz beugen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P5. auf ebenem Boden gehen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P6. Treppen herauf oder heruntergehen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P7. nachts im Bett liegen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P8. saßen oder lagen, z.B. auf der Couch?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P9. aufrecht stehen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

Aktivitäten des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Leistungsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit sich selbständig zu bewegen bzw. sich selbst zu versorgen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Welche Schwierigkeiten hatten Sie **letzte Woche** als Sie z.B.:

A1. Treppen herunterstiegen?

keine wenig einige große sehr große

A2. Treppen hinaufstiegen?

keine wenig einige große sehr große

A3. vom Sitzen aufstehen?

keine wenig einige große sehr große

Welche Schwierigkeiten hatten Sie **letzte Woche** als Sie z.B.:

A4. standen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A5. sich bückten um z.B. etwas vom Boden aufzuheben?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A6. auf ebenen Boden gingen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A7. ins Auto ein- oder ausstiegen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A8. einkaufen gehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A9. Strümpfe/Socken anziehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A10. vom Bett aufstehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A11. Strümpfe/Socken ausziehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A12. im Bett liegen und sich drehen, ohne das Knie dabei zu beugen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A13. in oder aus der Badewanne kommen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A14. saßen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A15. sich auf die Toilette setzen oder aufstehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A16. schwere Hausarbeit verrichteten (schrubben, Garten umgraben, ...)?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A17. leichte Hausarbeit verrichteten (Staub wischen, kochen, ...)?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sport und Freizeit

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit im Rahmen eher sportlicher Aktivitäten. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Hatten Sie Schwierigkeiten **letzte Woche** als Sie z.B.:

SP1. in die Hocke gingen?

keine wenig einige große sehr große

SP2. rannten?

keine wenig einige große sehr große

SP3. hüpfen?

keine wenig einige große sehr große

SP4. sich auf Ihrem kranken Knie umdrehen?

keine wenig einige große sehr große

SP5. sich hinknieten?

keine wenig einige große sehr große

Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie

Q1. Wie oft spüren Sie Ihr erkranktes Knie?

nie monatlich wöchentlich täglich immer

Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert um eventuell Ihrem Knie schadende Tätigkeiten zu vermeiden?

nicht wenig etwas stark vollständig

Q3. Wie sehr macht es Ihnen zu schaffen, daß Ihr Knie nicht stabil ist?

gar nicht wenig einiges schlimm sehr schlimm

Q4. Wie würden Sie insgesamt die Schwierigkeiten bewerten die Sie durch das Knie haben?

keine wenig etwas große sehr große

Vielen Dank für die Beantwortung aller Fragen dieses Fragebogens

10.2. Return-To-Sports-Fragebogen

Tegner Aktivitäts-Fragebogen - Derzeit

Kreuzen Sie bitte an, welches die anspruchsvollste Tätigkeit ist, die Sie ohne Einschränkungen

derzeit

ausführen können:

10	Nationale oder internationale Turniere	Fußball, Hallen- Ballsport mit Gegnerkontakt (z.B. Handball, Basketball)
9	Nationale oder internationale Turniere Regionale Turniere	Abfahrtslauf, Hallen- Ballsport ohne Gegnerkontakt (z.B. Squash, Badminton) Fußball, Hallen- Ballsport mit Gegnerkontakt
8	Turniersport	Hallen- Ballsport ohne Gegnerkontakt, Eishockey, Abfahrtslauf
7	Turniersport Freizeitsport	Tennis, Turnen, Ringen, Leichtathletik Fußball, Hallen- Ballsport, Querfeldeinlauf, Abfahrtslauf
6	Freizeitsport	Tennis, Leichtathletik, Turnen, Joggen mindestens fünf mal pro Woche
5	Arbeit Turniersport Freizeitsport	schwere körperliche Arbeit (z.B. Bauarbeit, Waldarbeit) Radfahren, Langlauf, Rudern Jogging auf unebenem Boden mind. 2x/Woche
4	Arbeit Freizeitsport	mittelschwere körperliche Arbeit (z.B. Lastwagenfahren, Bodenreinigung) Radfahren, Langlauf, Jogging auf ebenem Boden einmal wöchentlich
3	Arbeit Turnier- und Freizeitsport	leichte körperliche Arbeit (z.B. Krankenschwester) Schwimmen, Waldspaziergänge
2	Arbeit	leichte körperliche Arbeit Gehen auf unebenem Boden
1	Arbeit	sitzende Tätigkeit Gehen auf ebenem Boden
0	wegen Kniebeschwerden arbeitsunfähig oder berentet	

Tegner Aktivitäts-Fragebogen – Vor der Verletzung

Kreuzen Sie bitte an, welches die anspruchsvollste Tätigkeit war, die Sie ohne größere Einschränkungen

vor der Verletzung

ausführen konnten:

10	Nationale oder internationale Turniere	Fußball, Hallen- Ballsport mit Gegnerkontakt (z.B. Handball, Basketball)
9	Nationale oder internationale Turniere	Abfahrtslauf, Hallen- Ballsport ohne Gegnerkontakt (z.B. Squash, Badminton)
	Regionale Turniere	Fußball, Hallen- Ballsport mit Gegnerkontakt
8	Turniersport	Hallen- Ballsport ohne Gegnerkontakt, Eishockey, Abfahrtslauf
7	Turniersport	Tennis, Turnen, Ringen, Leichtathletik
	Freizeitsport	Fußball, Hallen- Ballsport, Querfeldeinlauf, Abfahrtslauf
6	Freizeitsport	Tennis, Leichtathletik, Turnen, Joggen mindestens fünf mal pro Woche
5	Arbeit	schwere körperliche Arbeit (z.B. Bauarbeit, Waldarbeit)
	Turniersport	Radfahren, Langlauf, Rudern
	Freizeitsport	Jogging auf unebenem Boden mind. 2x/Woche
4	Arbeit	mittelschwere körperliche Arbeit (z.B. Lastwagenfahren, Bodenreinigung)
	Freizeitsport	Radfahren, Langlauf, Jogging auf ebenem Boden einmal wöchentlich
3	Arbeit	leichte körperliche Arbeit (z.B. Krankenschwester)
	Turnier- und Freizeitsport	Schwimmen, Waldspaziergänge
2	Arbeit	leichte körperliche Arbeit Gehen auf unebenem Boden
1	Arbeit	sitzende Tätigkeit Gehen auf ebenem Boden
0	wegen Kniebeschwerden arbeitsunfähig oder berentet	

Activity Rating Scale – Derzeit

In der linken Spalte sind verschieden sportliche Tätigkeiten angegeben (Rennen, schnelle Richtungswechsel, Abbremsen, Drehbewegungen).

Bitte geben Sie zu jeder dieser Tätigkeit/Sportart an, wie häufig Sie diese

derzeit

ausüben.

Bitte tragen Sie ein Kreuz in das entsprechende Feld ein.

Zu jeder Tätigkeit muss eine Häufigkeit angegeben werden, es müssen also insgesamt vier Kreuze gemacht werden

	Weniger als 1x im <u>Monat</u>	1x im <u>Monat</u>	1x in der <u>Woche</u>	2-3x in der <u>Woche</u>	4x in der <u>Woche</u> oder öfters
Rennen: Sportarten mit Rennen und Laufen; Joggen					
Schnelle Richtungswechsel: Sportarten mit schnellen Richtungswechseln beim Laufen/Rennen					
Abbremsen: Sportarten mit schnellem Abbremsen/Anhalten beim Laufen/Rennen					
Drehbewegungen: Sportarten, bei welchen sich Ihr Körper dreht während der Fuß auf dem Boden steht; z.B. Ski, Inline Skaten, einen Ball werfen, treten oder schlagen (z.B. Fußball, Handball, Tennis, Squash, Golf usw.)					

Activity Rating Scale – Vor der Verletzung

In der linken Spalte sind verschieden sportliche Tätigkeiten angegeben (Rennen, schnelle Richtungswechsel, Abbremsen, Drehbewegungen).

Bitte geben Sie zu jeder dieser Tätigkeit/Sportart an, wie häufig Sie diese

vor der Verletzung

ausgeübt haben.

Bitte tragen Sie ein Kreuz in das entsprechende Feld ein.

Zu jeder Tätigkeit muss eine Häufigkeit angegeben werden, es müssen also insgesamt vier Kreuze gemacht werden

	Weniger als 1x im <u>Monat</u>	1x im <u>Monat</u>	1x in der <u>Woche</u>	2-3x in der <u>Woche</u>	4x in der <u>Woche</u> oder öfters
Rennen: Sportarten mit Rennen und Laufen; Joggen					
Schnelle Richtungswechsel: Sportarten mit schnellen Richtungswechseln beim Laufen/Rennen					
Abbremsen: Sportarten mit schnellem Abbremsen/Anhalten beim Laufen/Rennen					
Drehbewegungen: Sportarten, bei welchen sich Ihr Körper dreht während der Fuß auf dem Boden steht; z.B. Ski, Inline Skaten, einen Ball werfen, treten oder schlagen (z.B. Fußball, Handball, Tennis, Squash, Golf usw.)					

Sportaktivitäts-Fragebogen

Nachfolgend ist eine Liste mit 32 häufigen Sportarten abgebildet.

Bitte kreuzen Sie alle Sportarten an, welche Sie vor der Verletzung regelmäßig ausgeübt haben und welche Sie derzeit regelmäßig ausüben.

Anleitung zum Ausfüllen: Beispiele anhand der Sportart Fußball:

1. Wenn Sie vor der Verletzung regelmäßig Fußball gespielt haben und auch derzeit noch regelmäßig Fußball spielen, dann kreuzen Sie bitte **beide Kästchen** nach der Sportart Fußball.
2. Wenn Sie vor der Verletzung regelmäßig Fußball gespielt haben, derzeit aber nicht mehr Fußball spielen, dann kreuzen Sie nur **„vor Verletzung“** an.
3. Wenn Sie vor der Verletzung kein Fußball gespielt haben, derzeit aber regelmäßig Fußball spielen, dann kreuzen Sie nur **„derzeit“** an.
4. Wenn Sie niemals regelmäßig Fußball gespielt haben, dann kreuzen sie **kein Kästchen** an.

	vor Verletzung	derzeit
Nordic Walking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jogging	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inline Skating/Skateboarding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bergwandern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bergsteigen/Klettern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radfahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mountainbiking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwimmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fitness-/Krafttraining	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aerobic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gymnastik/Turnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wassergymnastik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alpin Ski	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langlauf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snowboard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eishockey	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Eislauf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Golf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tennis Einzel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tennis Doppel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tischtennis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Badminton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fußball	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handball	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Basketball	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volleyball	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kampfsport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tanzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasserski	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rudern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Häufigkeit von sportlichen Tätigkeiten

Kreuzen Sie bitte an, wie häufig Sie **vor der Verletzung** Sport betrieben haben:

- weniger als 1 mal pro Woche
- 1 mal pro Woche
- 2 mal pro Woche
- 3 mal pro Woche
- 4 mal pro Woche
- 5 mal pro Woche
- 6 mal pro Woche
- 7 mal pro Woche (täglich)

Kreuzen Sie bitte an, wie häufig Sie **derzeit** Sport treiben:

- weniger als 1 mal pro Woche
- 1 mal pro Woche
- 2 mal pro Woche
- 3 mal pro Woche
- 4 mal pro Woche
- 5 mal pro Woche
- 6 mal pro Woche
- 7 mal pro Woche (täglich)

Dauer von sportlichen Tätigkeiten

Geben Sie bitte an, wie viele Stunden pro Woche Sie vor der Verletzung Sport betrieben haben:

_____ Stunden pro Woche

Geben Sie bitte an, wie viele Stunden pro Woche Sie derzeit Sport betreiben:

_____ Stunden pro Woche

Leistungsniveau von sportlichen Tätigkeiten

Leistungsniveau vor der Verletzung:

- Profi
- Amateur mit Teilnahme an Wettkämpfen
- Freizeitsportler
- kein Sport

Derzeitiges Leistungsniveau:

- Profi
- Amateur mit Teilnahme an Wettkämpfen
- Freizeitsportler
- kein Sport

Sofern Sie die sportlichen Tätigkeiten im Vergleich zu vor der Verletzung eingeschränkt haben, weshalb in erster Linie:

- Beschwerden des Kniegelenks
- Beschwerden an anderen Körperstellen
- Aus anderen Gründen (Familie, Karriere, andere Interessen, etc.)

10.3. Return-To-Work-Fragebogen

- 1) Wie viele Tage oder Wochen waren Sie nach der Operation von der Arbeit verhindert? (Bei mehreren Einzel-Operationen bitte die jeweiligen Ausfallzeiten getrennt notieren)

- 2) Welchen Beruf führten Sie **VOR** der Operation aus?

- 3) Führten Sie **NACH** der Operation einen anderen Beruf aus? Falls ja, welchen?

- 4) In welche der folgenden Kategorien bezüglich Intensität würden Sie Ihre Arbeitsstelle **VOR** der Operation einordnen?

Bitte ankreuzen	Intensität	Beispiel
<input type="checkbox"/>	geringe Anstrengung	Büroarbeit (am Schreibtisch)
<input type="checkbox"/>	moderate Anstrengung	leichte Arbeitsgeräte, längeres Stehen oder Gehen
<input type="checkbox"/>	schwere Anstrengung	10-15 kg Gewicht tragen, Treppen oder Leiter ohne Gewicht besteigen
<input type="checkbox"/>	schwerste Anstrengung	über 50 kg Gewicht tragen, Klettern mit schwerer Last, harte Arbeit in ermüdender Körperhaltung (Graben, Schaufeln)

- 5) In welche der folgenden Kategorien bezüglich Intensität würden Sie Ihre Arbeitsstelle **NACH** der Operation einordnen? (nur, falls nach der Operation die Arbeitsstelle oder -intensität gewechselt wurde)

Bitte ankreuzen	Intensität	Beispiel
<input type="checkbox"/>	geringe Anstrengung	Büroarbeit (am Schreibtisch)
<input type="checkbox"/>	moderate Anstrengung	leichte Arbeitsgeräte, längeres Stehen oder Gehen
<input type="checkbox"/>	schwere Anstrengung	10-15 kg Gewicht tragen, Treppen oder Leiter ohne Gewicht besteigen
<input type="checkbox"/>	schwerste Anstrengung	über 50 kg Gewicht tragen, Klettern mit schwerer Last, harte Arbeit in ermüdender Körperhaltung (Graben, Schaufeln)

11. Vorveröffentlichung

Die Ergebnisse dieser Studie wurden bereits in folgender Publikation veröffentlicht:

Titel: Combined posterolateral knee reconstruction: ACL-based injuries perform better compared to PCL-based injuries

Autoren: Patricia M. Lutz, Michael Merkle, Philipp W. Winkler, Stephanie Geyer, Elmar Herbst, Sepp Braun, Andreas B. Imhoff & Matthias J. Feucht

Zeitschrift: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy (KSSTA)

Datum: 23.01.2021

DOI: 10.1007/s00167-020-06409-3

Link: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-020-06409-3>

12. Danksagung

Bei folgenden Personen möchte ich mich herzlich für die Unterstützung während der letzten Jahre bedanken:

Prof. Dr. med. Andreas Imhoff

für die Möglichkeit, die Dissertation in der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie durchführen zu dürfen.

Prof. Dr. med. Sepp Braun

für die freundliche Betreuung der Arbeit und die Geduld bis zur Fertigstellung.

Prof. Dr. med. Matthias Feucht

für die vielen konstruktiven Anregungen, welche die Fortführung und Fertigstellung der Arbeit überhaupt erst ermöglichten.

PD Dr. med. Patricia Lutz

für die kompetente, freundliche und hilfreiche Unterstützung während des Schreibprozesses und des Korrekturlesens.

PD Dr. med. univ. Elmar Herbst, PhD

für die Hilfe bei der Themensuche und die schnelle, unkomplizierte Kommunikation.

Allen Patientinnen und Patienten

für die Beantwortung der Fragebögen und die Teilnahme an der Studie.

Meinen Eltern Karin und Reinhard Merkle, sowie meiner Schwester Lisa

für die langjährige Unterstützung in allen Lebenslagen und das Ermöglichen der vielen bereichernden Erfahrungen während des Studiums.

Meinen Freunden, insbesondere Yannick und Ferdi,

für die fortwährende Motivation und die zahlreichen unterhaltsamen Momente während der letzten Jahre!