

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Hinterer Kreuzbandersatz
mit autogenem versus allogenen Transplantatmaterial**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Anna Elisabeth Wienand
aus Warstein

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. A. Weiler
 2. Prof. Dr. med. W. Petersen
 3. Priv.-Doz. Dr. med. R. Becker

Datum der Promotion: 19.11.2010

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	6
1.1	Verletzungen des hinteren Kreuzbandes	6
1.1.1	Einführung	6
1.1.2	Inzidenz	6
1.1.3	Unfallmechanismen	6
1.2	Anatomie und Biomechanik	7
1.2.1	Anatomie des hinteren Kreuzbandes	7
1.2.2	Biomechanik des hinteren Kreuzbandes	8
1.3	Posterolaterale Gelenkecke	9
1.4	Diagnostik	11
1.4.1	Anamnese	11
1.4.2	Klinische Untersuchung	11
1.4.3	Bildgebende Verfahren	12
1.4.4	Arthroskopie	13
1.5	Klassifikation	14
1.6	Therapie	14
1.7	Transplantatmaterial	15
1.8	Operationstechniken	16
1.9	Aufgabenstellung	16
2	Material und Methoden	17
2.1	Patientenkollektiv	17
2.1.1	Einschlusskriterien	17
2.1.2	Ausschlusskriterien	17
2.1.3	Subgruppierung	18
2.1.4	<i>Matched Group</i> -Analyse	18

2.2	Operationstechnik.....	18
2.2.1	Arthroskopisch assistierter hinterer Kreuzbandersatz.....	18
2.2.1.1	Sehnenentnahme.....	18
2.2.1.2	Transplantatpräparation.....	19
2.2.1.3	Hinterer Kreuzbandersatz.....	19
2.2.2	Posterolaterale Stabilisierung.....	20
2.3	Nachbehandlung.....	22
2.4	Erfassung des Operationsergebnisses.....	22
2.4.1	Allgemeine klinische Untersuchung	22
2.4.2	Untersuchung der Bänder.....	23
2.4.2.1	Hinteres Kreuzband.....	23
2.4.2.2	Laterales Kollateralband und posterolaterale Ecke.....	24
2.4.2.3	Vorderes Kreuzband.....	24
2.4.2.4	Mediales Kollateralband	25
2.4.3	Radiologische Untersuchung.....	25
2.4.3.1	Stressaufnahmen mit dem Telos-Halteapparat.....	25
2.4.4	Bewertung der Kniefunktion nach IKDC-Score	27
2.4.5	Statistik und Datenanalyse	27
3	Ergebnisse	28
3.1	Epidemiologie	28
3.1.1	Subgruppierung	30
3.1.2	Alter.....	30
3.1.3	Geschlecht	30
3.1.4	Operierte Körperseite	31
3.1.5	Zeitraum zwischen Trauma und Operation.....	31
3.1.6	Ersetzte Bandstrukturen	32
3.1.7	Verletzungsursachen	33
3.1.8	Komplikationen.....	33
3.2	Radiologisch bestimmte hintere Schublade	34
3.2.1	Radiologisch bestimmte hintere Schublade: postoperativer Verlauf.....	35
3.2.2	Radiologisch bestimmte hintere Schublade: Versagerausschluss.....	37

3.3	Kniefunktion bewertet nach IKDC-Vorgaben	38
3.4	Allograft-HKB-Ersatz versus Autograft-HKB- Ersatz	39
3.4.1	Allograft versus Autograft: Reduktion der hinteren Schublade.....	40
3.4.2	Allograft versus Autograft: Reduktion der Seit-zu-Seit-Differenz.....	42
3.4.3	Allograft versus Autograft: Hintere Schublade im postoperativen Verlauf.....	43
3.4.4	Allograft versus Autograft: funktioneller Zustand nach IKDC-Vorgaben	45
4	Diskussion	47
4.1	Radiologisch ermittelte hintere Schublade.....	47
4.2	Zunahme der hinteren Schublade im postoperativen Verlauf.....	49
4.3	Allograft versus Autograft	51
4.4	Funktioneller Kniegelenkszustand bewertet nach IKDC	55
4.5	Schlussfolgerung	57
5	Zusammenfassung.....	59
6	Anhang	60
6.1	Literaturverzeichnis.....	60
6.2	Abkürzungsverzeichnis	68
6.3	Abbildungsverzeichnis	69
6.4	Tabellenverzeichnis.....	70
6.5	Erklärung.....	71
6.6	Danksagung.....	72
6.7	Lebenslauf.....	73

1 Einleitung

1.1 Verletzungen des hinteren Kreuzbandes

1.1.1 Einführung

Isolierte und mit anderen Bandläsionen kombinierte Verletzungen des hinteren Kreuzbandes (HKB) werden oft erst in einem Stadium der chronischen Schädigung festgestellt, da nach akutem Trauma eine Bandinsuffizienz nach Abklingen der Beschwerden über Jahre relativ symptomarm sein kann oder unzureichend diagnostiziert wird [1].

Das Risiko für die Entstehung einer medialen und retropatellaren Gonarthrose ist jedoch erhöht [2, 3]. Wird die Bandläsion posttraumatisch übersehen und nicht adäquat behandelt, besteht bei den meist jungen Patienten die Gefahr der Entwicklung einer irreversiblen Funktionseinschränkung des Kniegelenkes [1].

1.1.2 Inzidenz

Verletzungen des HKB sind bei etwa 40 % aller Verletzungen des Kniegelenkes mit Hämarthros vorzufinden [4]. Das Verletzungsspektrum reicht dabei von der asymptomatischen isolierten Teilruptur des HKB bis zur Knieluxation. Über 95 % der HKB-Rupturen werden von weiteren Bandläsionen, Meniskusschäden, Knorpelschäden oder Frakturen begleitet [4]. Die Läsion der posterolateralen Gelenkecke als Synergist zum HKB mit resultierender rotatorischer Instabilität stellt dabei die häufigste Begleitverletzung dar [4].

1.1.3 Unfallmechanismen

Die häufigsten Verletzungsursachen sind mit 45 % Verkehrsunfälle, meist mit direktem prätibialen Anpralltrauma sowie mit 40 % Sportunfälle mit Sturz auf das gebeugte Knie [5]. Bei Beugung im Kniegelenk nimmt das HKB die gesamte nach posterior gerichtete Unfallenergie auf, da die sekundären Stabilisatoren in dieser Gelenkstellung entspannt sind [1]. Auch eine Hyperextension des Kniegelenkes oder Rotationstraumata können eine HKB-Ruptur bewirken [1].

Motorrad- sowie Fußballunfälle stellen mit je 25 % die häufigsten spezifischen Unfallursachen dar [5]. Nach hochenergetischen Traumata, z.B. im Rahmen von Verkehrsunfällen, sind meist komplexe Kapselbandläsionen, teils in Kombination mit Femur- und Tibiakopfluxationsfrakturen, aufzufinden [4].

1.2 Anatomie und Biomechanik

1.2.1 Anatomie des hinteren Kreuzbandes

Das HKB stellt die kräftigste ligamentäre Struktur des Kniegelenkes dar [6]. Vorderes und hinteres Kreuzband befinden sich intraartikulär, jedoch extrasynovial, da sie phylogenetisch von dorsal in das Kniegelenk eingewandert und somit lediglich ventral von Synovia bedeckt sind [7].

Die im Vergleich zum vorderen Kreuzband (VKB) stärkere Vaskularisierung des HKB erfolgt aus der A. media genua aus der A. poplitea [8]. Die A. poplitea befindet sich in enger topographischer Beziehung zur tibialen Insertion des HKB [9]. Fasern des N. tibialis und des N. obturatorius versorgen als N. articularis posterior Kreuzbänder, Menisken und Gelenkkapsel. Die Oberfläche der Kreuzbänder besitzt Propiorezeptoren [10].

Das 32-38 mm lange HKB verläuft von seinem Ursprung an der lateralen Seite des medialen Femurkondylus zur Insertionsfläche im Bereich der Area interkondylaris posterior des Tibiaplateaus [11].

Es können zwei Faserbündel unterschieden werden, die nach der relativen räumlichen Lage ihrer femoralen Insertionsgebiete benannt sind: das anterolaterale (AL) und das posteromediale (PM) Bündel [11]. Das AL-Bündel macht dabei den Hauptanteil des HKB aus. Es besitzt einen 4,3-fach größeren Durchmesser als das PM-Bündel [11, 12]. Das kürzere AL-Bündel verläuft in sagittaler Ebene zum Dach der interkondylären Notch, die längeren posteromedialen Fasern nehmen einen schrägen Verlauf vom medialen Femur zur lateralen Tibia [12].

Die Breite des HKB beträgt ca. 13 mm, wobei der Querschnitt zum Femur hin zunimmt und neben der Stärke der zwei Hauptbündel außerdem vom Vorliegen der meniskofemorale Ligamente abhängig ist [6]. Diese umschließen das HKB inkonstant als anteriores meniskofemorales (aMFL Humphrey) und als posteriores meniskofemorales Ligament (pMFL Wrisberg) [13]. In 91 % der untersuchten Knie wurde mindestens ein MFL, zumeist das pMFL, vorgefunden. Ihr Querschnitt kann bis zu 20 % des HKB-Querschnittes betragen [14].

1.2.2 Biomechanik des hinteren Kreuzbandes

Die Kreuzbänder stellen die primären Stabilisatoren in der Transversalebene dar. Dabei wirkt das VKB der anterioren Translation entgegen, das HKB verhindert eine posteriore Translation der Tibia gegenüber dem Femur [15].

Da das HKB einen großen Durchschnitt und einen großflächigen femoralen Ansatz besitzt, verändert sich die Kraftverteilung und die Spannung innerhalb des Bandes je nach Beugegrad des Kniegelenkes [16], (Abb. 1). Das angespannte AL-Bündel verhindert vor allem in Flexionsstellung von 40 - 120° eine posteriore Translation der Tibia, während es in Extensionsstellung entspannt im Gelenk vorliegt. In tiefer Beugung liegt es der Notch direkt an und verläuft zu steil, um Verschiebungen entlang der Transversalebene beeinflussen zu können [16]. Die Fasern des PM-Bündels verlaufen in extensionsnaher Stellung senkrecht zur Transversalebene und verhindern eine Hyperextension des Kniegelenkes. Auf eine posteriore Translationsbewegung haben sie keinen Einfluss. In mittleren Beugegraden liegt das PM-Bündel in entspanntem Zustand vor. Es gewinnt in tiefer Flexion an Bedeutung, da sich durch die Verlagerung des medialen Kondylus die Ansatzstelle des PM-Bündels nach anterior verschiebt und vom Tibiaplateau entfernt, wodurch die Fasern angespannt werden [16]. In extensionsnaher Stellung sichern posterolaterale und posteromediale Strukturen die Stabilisierung in der Transversalebene [17].

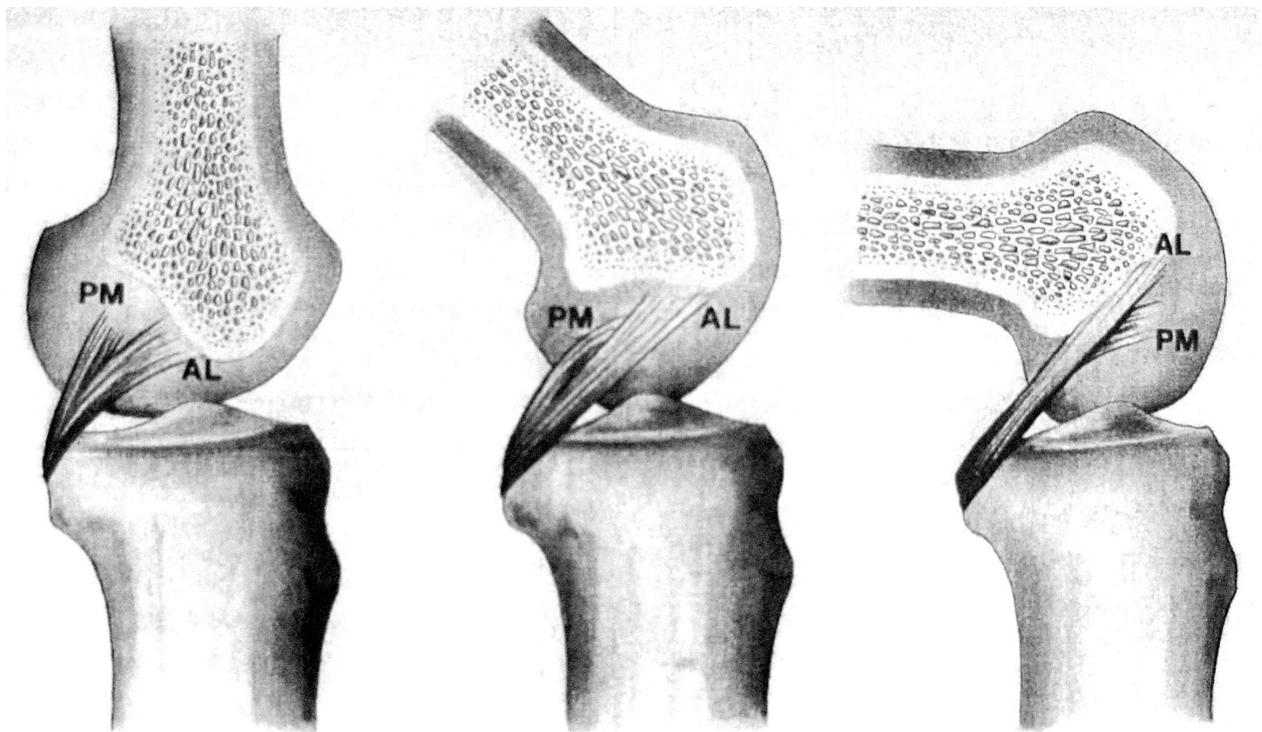


Abbildung 1: Biomechanik des HKB: in Streckung sind AL- und PM-Bündel gespannt. In Beugung spannt sich das AL-Bündel zunehmend an, das PM-Bündel entspannt sich. In 90° Flexion ist das AL-Bündel stark gespannt [18].

1.3 Posterolaterale Gelenkecke

Die posterolateralen Strukturen (Abb. 2) sind sekundäre Stabilisatoren in der Transversalebene [15]. Eine HKB-Ruptur wird in ca. 60 % von einer Verletzung posterolateraler Strukturen begleitet [4], woraus im Vergleich zur isolierten HKB-Ruptur eine gesteigerte posteriore Verschieblichkeit und Rotationsinstabilität resultiert [19, 20].

Der Aufbau der posterolateralen Gelenkecke ist dreischichtig [21]:

- oberflächliche Schicht: Fascia lata, Tractus iliotibialis, M. biceps femoris
- mittlere Schicht: Retinaculum patellae laterale, Lig. patellofemorale
- tiefe Schicht: Gelenkkapsel, Lig. collaterale laterale (LCL), Lig. arcuatum, Sehne des M. popliteus, Lig. popliteofibulare, Lig. fabellofibulare.

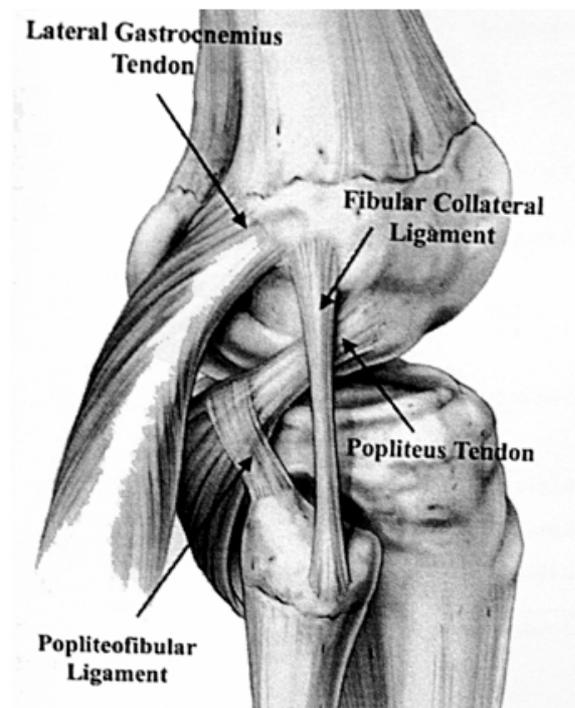


Abbildung 2: posterolaterale Gelenkecke [22].

Das im Querschnitt ovale LCL hat seinen femoralen Ansatz 1,4 mm proximal und 3,1 mm posterior des lateralen Epikondylus und zieht zum lateralen Anteil des Fibulaköpfchens. Seine durchschnittliche Länge wird mit 69,6 mm angegeben. Es ist der primäre Stabilisator gegen Varusstress [22].

Der aus M. popliteus, dessen Sehne sowie dem Ligamentum popliteofibulare bestehende Popliteuskomplex verläuft medial des LCL von der posteromedialen Tibia zur Insertionsstelle der Popliteusehne am lateralen Femurkondylus. Faserzüge setzen am Außenmeniskushinterhorn sowie über das Lig. popliteofibulare am Fibulaköpfchen an. Der Popliteuskomplex ist der primäre Stabilisator gegen Außenrotation der Tibia [23].

Bei Läsionen der posterolateralen Gelenkecke sind die Kräfte, die bei Varusstress und Außenrotation auf VKB und HKB wirken, deutlich erhöht [24]. Wird bei einer Kombinationsverletzung von HKB und den posterolateralen Strukturen lediglich das HKB rekonstruiert, so ist dies aufgrund der persistierenden rotatorischen Instabilität keine das Kniegelenk ausreichend stabilisierende Therapie [25]. Eine unerkannte Verletzung der posterolateralen Strukturen ist somit ein potentieller Faktor für das Versagen einer hinteren Kreuzbandplastik [24, 25].

1.4 Diagnostik

1.4.1 Anamnese

Patienten mit einer akuten HKB-Läsion berichten meist über eine eingeschränkte, schmerzhafte Kniebeugung sowie über Schmerzen in der Kniekehle und klagen bei ausgedehnten Bandzerreißen über ein Instabilitätsgefühl. Oft ist das Gelenk trotzdem belastbar. Ein intraartikulärer Erguss bei retrosynovialer HKB-Ruptur ist nicht obligat [1]. Die Unfallanamnese ist typisch (Knieanpralltrauma, Hyperflexion) [5]. Die Hauptsymptomatik bei chronischen Läsionen sind Schmerzen im patellofemorale Gelenk oder im medialen Kompartiment, sowie ein hauptsächlich in Flexion bestehendes Instabilitätsgefühl [26].

1.4.2 Klinische Untersuchung

Bei akuten Verletzungen des Kniegelenkes müssen vor der klinischen Untersuchung durch konventionelle Röntgenübersichtsaufnahmen Frakturen und knöchernen Bandausrisse ausgeschlossen werden [26].

Nach Inspektion, Palpation und Bewegungsumfangsbestimmung erfolgt die Stabilitätsprüfung der Ligamente im Seitenvergleich. Zur Beurteilung des HKB wird der hintere Schubladentest in 90° Flexion herangezogen (Abb. 3), um das Ausmaß der Tibiaverschiebung zu bestimmen [27]. Der Schubladentest fällt bei frischen Verletzungen nicht immer positiv aus und sollte stets durch den *step off*-Test ergänzt werden, durch welchen die am verletzten Kniegelenk verminderte Prominenz des medialen Tibiaplateaus in 90° Beugung festzustellen ist [26]. In einigen Fällen kann eine spontane hintere Schublade bei aufgestellten und flektierten Kniegelenken beobachtet werden [27].



Abbildung 3: Prüfung der hinteren Schublade in 90° Flexion: Neutralposition und hintere Schublade.

Um die häufig vorkommende Begleitverletzung posterolateraler Strukturen festzustellen, wird die Außenrotationsfähigkeit mit dem *dial*-Test (Abb. 4) in Streckung, 30° und 90° Beugung sowie in hinterer Schubladenposition im Seitenvergleich getestet [27]. Diese und die laterale Aufklappbarkeit des Gelenkspaltes sind bei Läsionen der posterolateralen Gelenkecke erhöht [19].



Abbildung 4: *Dial*-Test: vermehrte Außenrotation bei HKB-Insuffizienz in Kombination mit posterolateraler Instabilität rechts.

Bei allen Untersuchungstechniken ist darauf zu achten, dass sich die Tibia in Neutralstellung zum Femur befindet und die Translation von dieser Position ausgehend bewertet wird [27]. Der Zustand einer fixierten posterioren Subluxation kann die klinische Untersuchung erschweren und muss ausgeschlossen bzw. beim weiteren Vorgehen berücksichtigt werden [28].

1.4.3 Bildgebende Verfahren

Bei chronischer HKB-Insuffizienz sind auf Röntgenübersichtsaufnahmen häufig osteophytäre Ausziehungen im Bereich der Area intercondylaris posterior oder Verkalkungen im HKB-Verlauf nachweisbar [26]. Bei langjähriger Instabilität sind anhand von Belastungsaufnahmen in 45° p.a. nach Rosenberg [29] arthrotische Veränderungen im medialen Kompartiment sowie in der seitlichen Aufnahme im patellofemorale Gelenk zu beobachten.

Um eine Läsion des HKB radiologisch nachzuweisen, werden gehaltene Röntgenaufnahmen angefertigt [26, 30, 31]. Ligamentäre Rupturen zeigen sich auf dem Röntgenbild anhand einer vermehrten Distanz zwischen den betroffenen artikulierenden Knochen im Vergleich zur intakten Gegenseite [32]. Dies ermöglicht bei standardisiertem Messverfahren eine Beurteilung des

funktionellen Zustandes des HKB durch eine objektive und reproduzierbare Quantifizierung der posterioren Tibiaverschiebung [30].

In der HKB-Diagnostik werden Stressaufnahmen deshalb von einigen Autoren eine größere Bedeutung zugesprochen als den klinischen Untersuchungsmethoden [26, 33, 34].

Bei frischen HKB-Verletzungen, die jedoch länger als 2 Wochen zurückliegen, werden zunächst keine Stressaufnahmen angefertigt, da dies zu einer Elongation der heilenden HKB-Anteile führen kann [1]. Der Verdacht auf eine HKB-Läsion kann in diesem Fall durch eine Magnetresonanztomographie bestätigt werden, die allerdings nur Aussagen bezüglich des strukturellen, nicht jedoch des funktionellen Zustandes des HKB ermöglicht [26].

1.4.4 Arthroskopie

Das HKB kann während einer Kniearthroskopie meist nur indirekt beurteilt werden, da die Darstellung seines gesamten Verlaufes modifizierte oder zusätzliche Portale erfordert [26, 35]. Während der Arthroskopie können Einblutungen des Fettkörpers, der das HKB überdeckt, oder Einrisse der Plica infrapatellaris Hinweise auf eine erlittene HKB-Läsion geben [26]. Das VKB liegt bei Insuffizienz des HKB aufgrund der posterioren tibialen Translation häufig in entspanntem und nur scheinbar elongiertem Zustand vor (*sloppy ACL sign*; Abbildung 5), [26]. Bei vorderem Schubladendruck spannt es sich an. Bei chronischer HKB-Insuffizienz sind Knorpelschäden vor allem am medialen Femurkondylus sowie im femoropatellaren Gelenk aufzufinden [3]. Darüber hinaus lässt sich die posterolaterale Stabilität durch Darstellung von lateralem Meniskus, Kapsel und Popliteussehne beurteilen.

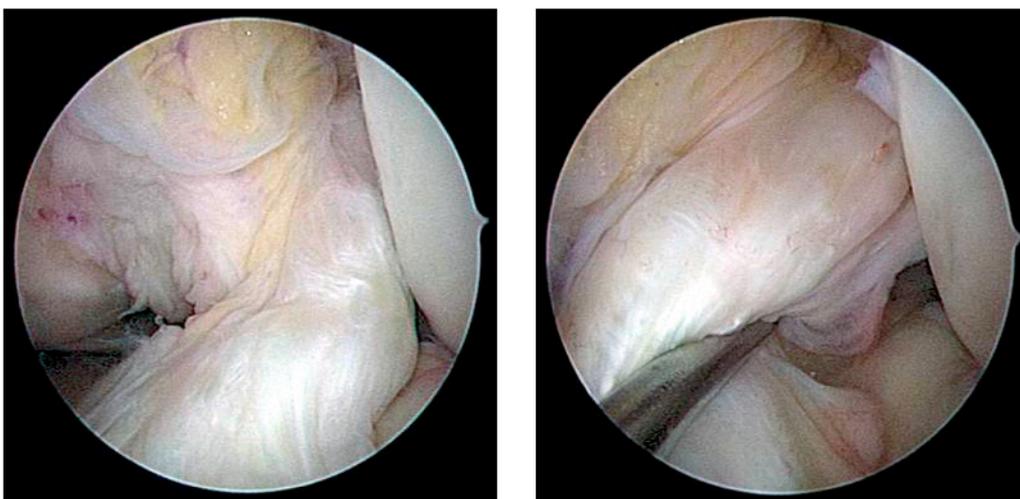


Abbildung 5: Arthroskopischer Befund bei HKB-Läsion: das VKB scheint durch die hintere Schubladenposition elongiert (*sloppy ACL*) [26].

1.5 Klassifikation

Im Rahmen der Diagnostik sollte eine HKB-Läsion klassifiziert werden, um verschiedene Therapiekonzepte in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere abwägen zu können. Bewährt hat sich die klinische Klassifikation nach Harner [36], welche sowohl Kombinationsverletzungen als auch die resultierenden Therapiemöglichkeiten miteinbezieht (Tab. 1).

Tabelle 1: Klassifikation der HKB-Läsion nach Harner [36].

Grad	A	B	C	D
Hintere Schublade	< 5 mm	5-10 mm	10-15 mm	> 15 mm
Hintere Schublade in Innenrotation	abnehmend	gleich bleibend	gleich bleibend	zunehmend
Varusinstabilität	-	-	+ /-	+
Diagnose	isoliert	isoliert	kombiniert	kombiniert
Therapieempfehlung	Physiotherapie	Operation, wenn symptomatisch	Operation	Operation

1.6 Therapie

Je nachdem ob es sich um eine isolierte HKB-Läsion handelt oder diese in Kombination mit weiteren Bandläsionen vorliegt, werden verschiedene Therapiekonzepte verfolgt. Verletzungen sämtlicher Band-, Knorpel- und Meniskusschäden sowie das Alter und das Aktivitätsniveau werden in die Therapieplanung einbezogen [26].

Wenn eine isolierte Instabilität des HKB mit einer hinteren Schublade von weniger als 10 mm im Seitenvergleich vorliegt, sollte zunächst konservativ behandelt werden: posttraumatisch durch Ruhigstellung in der *posterior tibial support*-Orthese (PTS-Schiene, medi PTS®, medi GmbH & Co. KG, Bayreuth), bei chronischer HKB-Läsion mittels Muskelaufbau der Agonisten des HKB unter physiotherapeutischer Anleitung [26].

Bei kombinierten HKB-Läsionen erfolgt meist einzeitig die Rekonstruktion oder Refixation der betroffenen Strukturen [37].

Bei chronischer Instabilität muss das Vorliegen einer fixierten hinteren Schublade vor einer HKB-Rekonstruktion ausgeschlossen bzw. durch das Tragen einer PTS-Schiene oder bei gleichzeitig bestehendem Streckdefizit durch eine arthroskopische Arthrolyse behandelt werden [28].

Die Beinachse muss berücksichtigt werden. Bei posterolateraler Instabilität und Varustyp oder bei beginnender Degeneration des patellofemorales und medialen femorotibialen Gelenkes sollte eine valgusierende und den *tibial slope* erhöhende Korrekturosteotomie vor einer HKB-Rekonstruktion angedacht werden [38, 39].

1.7 Transplantatmaterial

Als Transplantatmaterial stehen ipsi- und kontralaterale patienteneigene Sehnen zur Verfügung. Darüber hinaus kommen insbesondere bei komplexen Rekonstruktionen und Revisionseingriffen Allotransplantate zur Verwendung [26]. Geeignetes Transplantatmaterial sind Hamstringsehnen, mittleres Patellarsehnedrittel und Quadrizepssehne als Autograft sowie zusätzlich Achilles-, Quadrizeps- und Tibialis-anterior-Sehne allogener Herkunft [40].

Die Verwendung von autogener Patellarsehne mit Knochenblock ermöglicht eine Knochen-zu-Knochenheilung im Tunnel, stellt jedoch einen Risikofaktor für die Entstehung einer fixierten hinteren Schublade dar [28] und verstärkt die beim HKB-Patienten vorhandene typische patellofemorale Schmerzsymptomatik [40]. Bei hingegen geringer Entnahmemorbidität von Semitendinosus- und Gracilissehnen gelingt es meist problemlos, sowohl HKB, posterolaterale Gelenkecke als auch ggf. VKB aus autogenem Material zu rekonstruieren [26].

Die Verwendung von Allotransplantaten ist in Deutschland an das Einhalten strenger Sicherheitsauflagen gebunden. Die Genehmigung von Gewebezubereitung und deren Verwendung regelt das Arzneimittelgesetz (AMG). Zuständig für die Genehmigung von Gewebezubereitung nach § 21a AMG ist das Paul-Ehrlich-Institut, zuständig für die Be- und Verarbeitung, Konservierung, Lagerung oder das Inverkehrbringen von Gewebe und Gewebezubereitung nach § 20 c AMG sind die Arzneimittelüberwachungsbehörden der Bundesländer.

Die Spenderauswahl erfolgt nach Zustimmung zur Gewebeentnahme und Feststellung der Spendedauglichkeit gemäß §§ 3, 4 und 8 des Transplantationsgesetzes. Nach Spenderauswahl (Anamnese, Klinik), Labortests (mikrobiologische Untersuchung von Gewebeprobe und Virusserologie, optional PCR) erfolgt eine Inaktivierung des entnommenen Gewebes durch chemische Verfahren (Peressigsäure, Ethanol), thermischer Behandlung mit feuchter Hitze, Gammabestrahlung oder eine Kombination der genannten Methoden [41]. Nach erneuter Sterilitätskontrolle wird das Gewebe zur Lagerung unter kontrollierten Bedingungen (Kryokonservierung, Gefrier-trocknung) freigegeben. Nichtsterilisierte *fresh frozen* Transplantate sind aktuell in Deutschland nicht mehr erhältlich.

1.8 Operationstechniken

Verschiedene Operationstechniken des HKB-Ersatzes sind erprobt und anerkannt [26, 36, 40]. Die operative Versorgung variiert z.B. im Operationszeitpunkt (akut/verzögert), im Vorgehen (offen chirurgisch/arthroskopisch) und in der Rekonstruktionstechnik (Einzel-/Doppelbündeltechnik). Diverse Möglichkeiten bestehen zudem bei der Transplantatfixierung: femoral erfolgt die anatomische Platzierung mit Fixierung in Insertionsnähe oder extraanatomisch/kortikal. Tibial kann mit Knochentunnel oder ohne Knochentunnel über eine direkte Fixation in *tibial inlay*-Technik gearbeitet werden [40].

1.9 Aufgabenstellung

Die Ergebnisse nach einem HKB-Ersatz sind oft unbefriedigend. Das Operationsergebnis ist von der Komplexität der Verletzung, der Erfahrung des Kliniklers und Operateurs und der Operationstechnik abhängig.

Im Rahmen der vorliegenden Dissertationsschrift soll auf folgende Fragen eingegangen werden:

1. In welchem Ausmaß lässt sich die hintere Schublade durch einen hinteren Kreuzbandersatz reduzieren?
2. Kommt es im postoperativen Verlauf zu einer Zunahme der hinteren Schublade?
3. Gibt es einen Unterschied hinsichtlich der Stabilität und Zunahme der hinteren Schublade zwischen einem hinteren Kreuzbandersatz mit Autografts und Allografts?

Es wurde eine retrospektive Studie mit prospektiver Datenerfassung durchgeführt. Zum Vergleich der Stabilität von Auto- und Allografts dient eine *matched group*-Analyse.

2 Material und Methoden

Ein Patientenkollektiv wurde vor und bis zwei Jahre nach arthroskopisch assistiertem HKB-Ersatz untersucht und die Reduzierung der radiologisch bestimmten hinteren Schublade sowie der funktionelle Zustand des Kniegelenkes festgestellt. Die erfassten Daten ermöglichen eine Analyse der Operationsergebnisse in Hinblick auf den Stabilitätsgewinn.

2.1 Patientenkollektiv

Zwischen Mai 2000 und Dezember 2006 wurden im Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité Campus Virchow Klinikum, Sektion Arthroskopie und Sporttraumatologie, 230 Patienten mit einem arthroskopisch assistierten HKB-Ersatz versorgt. In die Auswertung der Operationsergebnisse wurden die Patienten nach den im Folgenden aufgezeigten Ein- und Ausschlusskriterien einbezogen.

2.1.1 Einschlusskriterien

- Primärer Ersatz des HKB
- Einzelbündeltechnik (Rekonstruktion anterolaterales Bündel)
- Einheitliches OP-Team/Operateur
- Vorliegen von präoperativen Untersuchungsergebnissen
- Nachuntersuchungen bis mindestens 12 Monate postoperativ
- Bei der *matched group*-Analyse Autograft versus Allografts: allogene *fresh frozen*-Transplantate

2.1.2 Ausschlusskriterien

- Revisionsersatz des HKB
- Doppelbündeltechnik
- Offene Technik
- Refixation
- Fehlende präoperative gehaltene Röntgenaufnahmen (z.B. bei akuter Knieluxation)
- *Follow-up* Untersuchungen bis < 12 Monate postoperativ
- Bei der *matched group*-Analyse Autograft versus Allografts: mit Peressigsäure behandelte allogene Transplantate

2.1.3 Subgruppierung

Zur Analyse der Daten erfolgte eine Subgruppierung der in die Untersuchung einbezogenen Patienten:

- Gesamtkollektiv anhand von Ein- und Ausschlusskriterien
- Erfolgreiche Rekonstruktionen (Reduktion der hinteren Schublade > 50%; ISAKOS-Konsens, Florenz 2002)
- HKB-Rekonstruktion unter Verwendung von Allografts
- *Matching partner* der Patienten, bei denen Allografts verwendet wurden

2.1.4 Matched Group-Analyse

Patienten mit Allograft-Rekonstruktionen wurde ein entsprechendes Vergleichskollektiv von Patienten mit Autograft-Rekonstruktionen gegenübergestellt.

Matching-Parameter waren:

- Ausmaß der präoperativen hinteren Schublade
- Begleitverletzungen und deren Versorgung (posterolateral, VKB etc.)
- Geschlecht
- Alter bei Operation
- Gleicher Nachuntersuchungszeitraum

2.2 Operationstechnik

Die untersuchten Patienten wurden mit einer Einzelbündelrekonstruktion des AL-Bündels in tibialer Tunneltechnik und femoraler *inside-out*-Technik mit Fixation des Transplantates in Hybridtechnik versorgt [37, 42].

2.2.1 Arthroskopisch assistierter hinterer Kreuzbandersatz

2.2.1.1 Sehnenentnahme

Die Sehnen der Pes anserinus werden nach Hautschnitt und Sartoriusfaszienninzision dargestellt und die Semitendinosussehne und die Gracilissehne mit einem Sehnenstripper proximal abgelöst. Distal wird die Sehneninsertion periostal umschnitten und gelöst, die Sehnenlänge beträgt durchschnittlich 26-32 cm. Die Sehnenentnahme erfolgt auch am kontralateralen Bein, wenn zusätzlich zum HKB-Ersatz eine posterolaterale Stabilisierung oder/und eine VKB-Ersatzplastik erforderlich ist und autogenes Material verwendet werden soll.

2.2.1.2 Transplantatpräparation

Die Sehnen werden von Muskelresten gesäubert und die Sehnenenden mit durchgreifenden Nähten armiert. Um die erwünschte Transplantatlänge von mindestens 10 cm zu erreichen, wird die Semitendinosussehne dreifach, die Gracilissehne doppelt gelegt. Durch die so entstandenen Schlaufen der Semitendinosussehnen wird je ein Durchzugsfaden gezogen, welcher das Einführen des Transplantates in das Kniegelenk ermöglicht. Die 2 cm lange femorale Strecke wird markiert. Das tibiale Ende wird zur Sicherung und Stabilisierung zusätzlich vernäht. Für die Hybridfixation wird dem femoralen Ende eine dem Transplantatdurchmesser entsprechend große biodegradierbare Polylaktid-Kugel (Endopearl®, ConMed Linvatec Deutschland GmbH) aufgeknotet.

2.2.1.3 Hinterer Kreuzbandersatz

Für den arthroskopisch assistierten Ersatz des HKB in femoraler *inside-out*- und tibialer Tunneltechnik werden vier Arthroskopieportale benötigt. Die diagnostische Arthroskopie erfolgt über ein hohes anterolaterales Portal. Danach werden ein hohes mediales Arbeitsportal und ein tiefes anterolaterales Portal angelegt. Das posteromediale Portal dient der Darstellung des HKB von dorsal mitsamt seiner tibialen Insertionsstelle.

Die femorale Tunnelposition liegt anatomisch im Zentrum des anterolateralen Bündels. Das posteromediale Bündel und die meniskofemorale Bänder bleiben erhalten. Über das tiefe anterolaterale Portal wird ein Zieldraht positioniert und entsprechend dem Transplantatdurchmesser überbohrt.

Über das posteromediale Arbeitsportal wird nun die tibiale Insertion des HKB mit Hilfe eines Spiegels dargestellt und präpariert. Ein Zieldraht wird von der ventralen Tibia eingebracht, bis er etwa 15 mm unterhalb der Innenmeniskusoberkante in der HKB-Insertion die gewünschte Position erreicht und überbohrt wird.

Zur Transplantatpassage wird über den tibialen Tunnel ein Passagefaden mit Schlaufe eingeführt und durch den femoralen Tunnel ausgeleitet. Der kräftige Passagefaden des Transplantates wird nun über die Schlaufe eingebracht und das Transplantat bis zur Markierung in den femoralen Tunnel eingezogen.

Die Verankerung erfolgt femoral von intraartikulär ausgehend auf Gelenkniveau (Abb. 6) mit einer biodegradierbaren Interferenzschraube (MegaFix™, Karl Storz GmbH, Tuttlingen). Die tibiale Verankerung wird ggf. erst nach der posterolateralen Stabilisierung durchgeführt. Dazu

wird eine weitere Interferenzschraube in 80° Knieflexion unter maximalem vorderen Schubladendruck eingebracht. Zur Sicherung der Verankerung werden abschließend die Armierungsfäden über einer Knochenbrücke auf der Tibiavorderkante verknötet (Abb. 6).

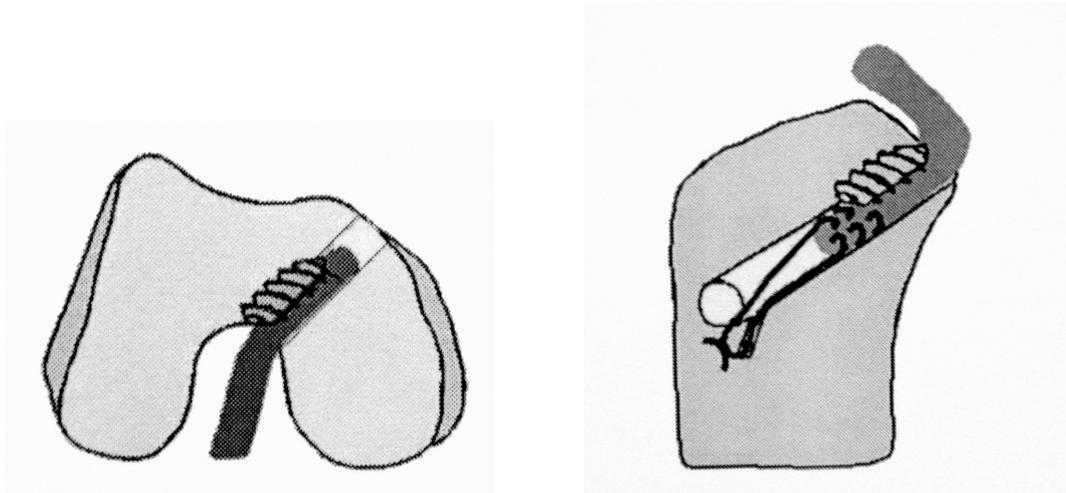


Abbildung 6: Transplantatfixation: Femoral gelenknahe Fixation mit Interferenzschraube, *inside-out*-Technik. Tibial gelenknahe Fixation mit Interferenzschraube und Sicherung der Fixation durch Verknöten der Armierungsfäden über eine Knochenbrücke [40].

2.2.2 Posterolaterale Stabilisierung

Die posterolaterale Stabilisierung erfolgt unter Anwendung der nach Strobel modifizierten Larson-Technik [43, 44] mittels Semitendinosusehne. Im Gegensatz zum HKB-Ersatz handelt es sich dabei nicht um eine anatomische, sondern um eine isometrische, dreiecksförmige Rekonstruktion (Abb. 7).

Die Sehne wird auf eine Länge von 23 cm gekürzt und an beiden Enden armiert. Nach Darstellung des Fibulaköpfchens und der Bizepssehne wird in das Fibulaköpfchen von anterior ein Zieldraht positioniert und dieser unter Schutz des N. peroneus überbohrt. Über eine zweite Hautinzision über dem Epicondylus lateralis femoris wird der Tractus iliotibialis dargestellt und gespalten, so dass bei gebeugtem Knie ein Kirschner-Draht anterior und kranial des Epikondylus eingebracht werden kann. Die Semitendinosusehne wird so eingezogen, dass der anteriore Anteil vor der Tibialis-anterior-Faszie und der dorsale Anteil unterhalb des Tractus iliotibialis und unterhalb der Bizepssehne in zwei unabhängigen Weichteiltunneln verlaufen. Nach Überprüfung des Isometrieverhältnisses wird der Draht überbohrt. Auf die Transplantatenden wird eine Polylaktid-Kugel (Endopearl®, ConMed Linvatec Deutschland GmbH) aufgeknotet. Das Transplantat wird in den femoralen Tunnel eingezogen und mit einer biodegradierbaren Interferenzschrau-