

Aus der Klinik für Unfallchirurgie
Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. Christian Jürgens

Die `Cross-Pin` fixierte, autologe Ersatzplastik bei vorderer
Kreuzbandruptur mittels freier Quadrizepssehne
Beschreibung der mittelfristigen Ergebnisse einer neuartigen Methode

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
- Aus der Medizinischen Fakultät -

vorgelegt von
Oliver James Bisping
aus Winsen/Luhe
Lübeck 2008

1.Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Michael Wenzl

2.Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Christian Eckmann

Tag der mündlichen Prüfung: 13.02.2009

zum Druck genehmigt. Lübeck, den 13.02.2009

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach

-Dekan der medizinischen Fakultät-

Fee

EINLEITUNG	7
Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes	8
Theorie der "überschlagenen Viergelenkkette"	13
Autogener Kreuzbandersatz–Historie.....	15
BIOMECHANISCHE GRUNDLAGEN.....	19
Kraft-Dehnungs-Verhalten von Ligamenten	19
Reißfestigkeit	20
Steifigkeit.....	21
Fixation des Kreuzbandersatzes im Bohrkanal.....	23
Standardverfahren.....	24
VKB-Rekonstruktion mit dem mittleren Drittel des Ligamentum patellae.....	24
VKB-Rekonstruktion mit der Semitendinosussehne/Gracilis- Sehne	25
Die Quadrizepssehne als Kreuzbandersatz	26
ZIEL DER ARBEIT	30
FRAGESTELLUNG	31
PATIENTEN UND METHODE	32
Patienten	32
Studienorte	37
Operationsbeschreibung des Quadrizepssehnen-Transplantates	37
Beschreibung der Cross-Pin-Fixierung des Transplantates	42
Nachbehandlung	43
Algorithmus der klinischen Nachuntersuchung.....	44
SCORE-SYSTEME UND TEST-VERFAHREN	45
IKDC Score	45
Lysholm-Gillquist Score.....	45

Tegner Aktivitätsindex	45
Klinische Untersuchung untere Extremität und IKDC Messblatt	46
Single Leg Hop Test	46
KT-1000 Arthrometer	46
DATENSAMMLUNG/STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	47
EIGENE ERGEBNISSE	48
DISKUSSION	55
ZUSAMMENFASSUNG	65
LITERATURVERZEICHNIS.....	68
ANHANG	
DIAGRAMM- UND TABELLENVERZEICHNIS.....	82
FRAGE- UND UNTERSUCHUNGSBÖGEN	84
DANKSAGUNG	95
LEBENS LAUF.....	96
VERÖFFENTLICHUNGEN.....	97

Abkürzungen

Abb.	Abbildung
a-p	anterior-posterior
BTB	Bone-Tendon-Bone
BQT	Bone-Quadrizeps-Tendon
Fa.	Firma
L	Lactid
LG	Lactid-Glykolid
li	links
N	Newton
min	Minute
mm	Millimeter
MW	Mittelwert
OP	Operation
PDS	Polydioxanon
PLA	Polylactidsäure
QTB	Quadrizeps-Tendon-Bone
ROM	range of motion
SST	Semitendinosus-Sehne
STW	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
VKB	vorderes Kreuzband
VS	vordere Schublade

EINLEITUNG

Das Kniegelenk ist das am häufigsten verletzte Gelenk des menschlichen Körpers [63]. Dabei wird der Anteil der vorderen Kreuzbandverletzung an den Knie Traumata mit 10%-30% aller Knieinnenraumverletzungen[75] angegeben. Es handelt sich beim Verletzungsmechanismus um ein Verdreh-, Hyperflexions- oder Hyperextensionstrauma gepaart mit einer maximalen Quadrizepskontraktion.[35] Die Inzidenz der vorderen Kreuzbandverletzung liegt zwischen 0,3 und 0,38 pro 1000 Einwohner pro Jahr. [135] Diese Zahlen beziehen sich auf demographische Angaben Amerikas und rechnet man diese Häufigkeiten für Deutschland aus, so werden ca. 30000 Kreuzbandersatz-Operationen pro Jahr durchgeführt. Aufgrund der wachsenden Anzahl der Breitensportler, ist mit einer Zunahme der Kreuzbandersatzplastiken zu rechnen. Es gibt klar auszumachende Risikogruppen, wie Fußballspieler und Skifahrer, die etwa doppelt so häufig gegenüber anderen Kollektiven, Kreuzbandverletzungen erleiden.[40]

Für die Erzielung guter Behandlungsergebnisse sind nicht nur die technisch korrekte Durchführung der Operation unter Berücksichtigung der Biomechanik sondern auch die Auswahl des richtigen, für die Operation und die Nachbehandlung geeigneten Patientenkollektives entscheidend.

Unter vielen operativen Möglichkeiten des Kreuzbandersatzes haben sich die autologen Sehnentransplantate des M. semitendinosus und der Patellarsehne etabliert. Zahlreiche Studienergebnisse liegen über diese differenzierten Ersatzverfahren vor, mit nahezu vergleichbaren Ergebnissen.[5, 6, 48, 56, 88, 122, 150, 156]

Nicht nur die Auswahl des Ersatztransplantates sondern insbesondere auch die Fixierung des Transplantates ist entscheidend für die postoperative Stabilität und damit für den langfristigen Funktionserhalt des verletzten Kniegelenkes.[26-28, 150] Die zeitlich verzögert ablaufende Einheilung und die Umwandlung von der histologisch nachweisbaren Sehnen- zur Bandarchitektur, [23] bedarf einer gesicherten Fixierung des Transplantates.[28]

Nachdem der Kreuzbandersatz sowohl mit Semitendinosus- als auch mit Patellarsehne mit einer nicht zu unterschätzenden Entnahmemorbidität behaftet sein können, und immer wieder auch Rezidivoperationen nach primären Ersatz mit Semitendinosus- und

Patellarsehne durchgeführt werden müssen, stellt sich die Frage nach alternativen OP-Methoden und Transplantaten.

Ziel dieser Arbeit ist es, in diesem Kontext die Untersuchungsergebnisse der vorderen Kreuzbandplastik mit freiem, rein tendinösen Quadrizepssehnentransplantat mit tibialer und femoraler Cross-Pin-Fixierung zu präsentieren und mit den Daten der aktuellen Literatur anderer Methoden zu vergleichen.

Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes

Das Knie ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Anatomisch zugehörig zum Knie sind die Gelenkfläche bildenden Kondylen des distalen Femur, das Tibiaplateau, die Patella und mediale und laterale Bandstrukturen, die als Verbindung zwischen den beiden Knochenenden dienen. Diese Bandstrukturen fixieren auch die Patella, kontrollieren und vor allem sichern die natürlichen Bewegungsausmaße des Kniegelenkes. Die Gelenkflächen des Femur und der Tibia werden von Knorpelgewebe überzogen. Außen- und Innenmenisken tragen wesentlich zur Kongruenz der Oberflächen von Femur und Tibia bei, und wirken bewegungslimitierend [26290, 131]. Durch die konusartige Anatomie hat der Meniskus eine Bremskeilfunktion bei Ventralverschiebung der Tibia oder Dorsalverschiebung des Femur.

Lastübertragungen und somit eine stoßabdämpfende Funktion der Menisken resultieren aus der durch Bandverbindung der Vorder- und Hinterhörner aufrechterhaltenden Ringspannung.

Neben den stabilitätsbringenden Kniebinnenstrukturen und anatomisch entsprechend geformter Gelenkflächen, ergeben sich durch die Ansätze der dargestellten Muskeln, in Bezug auf die Funktion des vorderen Kreuzbandes synergistisch und antagonistisch aktiv stabilisierende Effekte (Abbildung 1).

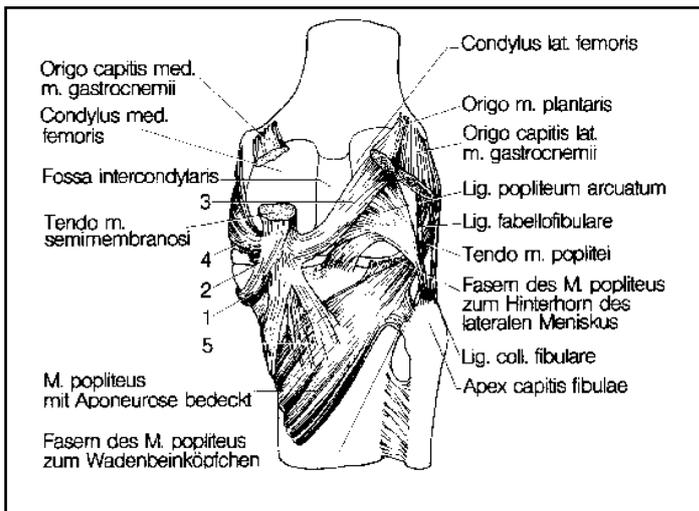


Abbildung 1: Rechtes Kniegelenk, Ansicht von dorsal. 1-5 = Ansätze des M. semimembranosus; 1 zur Medialseite, 2 zur Dorsalseite des medialen Tibiakondylus, 3 Lig. popliteum obliquum, 4 zur dorsalen Kapsel, zum hinteren Schrägband und medialen Meniskus, 5 zur Aponeurose des M. popliteus, zum Periost der Facies posterior und zum Margo medialis tibiae (aus WAGNER-SCHABUS (1982): Funktionelle Anatomie des Kniegelenks)

In der von Jacob und Stäubli verfassten Systematik der Kniearchitektur werden 4 Kompartimente des Kniegelenkes beschrieben, um die Komplexität des Bewegungsmusters des Kniegelenkes zu systematisieren. [91] Diese systematische Einteilung findet sich standardisiert in dem arthroskopischen Untersuchungsalgorithmus des Kniegelenkes wieder. Das mediale Kompartiment besteht aus dem medialem Femurkondylus und korrespondierendem Tibiaplateau, dem medialen Meniskus und Seitenband. Analog dazu wird das laterale Kompartiment beschrieben. Das zentrale Kompartiment, auch 'zentraler Pfeiler' genannt, besteht aus der Area intercondylaris mit den Kreuzbändern. Das Femoropatellargelenk, die Patella- und Quadrizepssehne und der Hoffa-Fettkörper bilden das femoropatellare Kompartiment.

Bei dieser Einteilung wurde das mediale. und das laterale Kniekompartiment in einen vorderen, mittleren und hinteren Anteil aufgeteilt und detailliert funktionell beschrieben. Den anatomischen Abschnitten wird jeweils eine biomechanische Funktion zugeteilt.

Durch die anatomischen Strukturen des vorderen und mittleren medialen Kompartimentes wird das Kniegelenk nach antero-medial stabilisiert. Das mediale Kollateralband, die Muskelzüge des M. vastus medialis und des M. obliquus und deren faserartige

Verbindungen zur Patella (Retinaculum patellae mediale) stabilisierenden dynamisch, und können durch ihre synergistische Wirkung eine eventuelle VKB-Insuffizienz kompensieren. Im mittleren Anteil des medialen Kniekompartimentes dominiert das Kollateralband mit seinem schichtartigen, untereinander nicht zusammenhängenden Aufbau. Die tiefen Schichten des Bandes sind mit dem Meniskushinterhorn verwachsen. Dies erklärt die Inzidenz der Kombinationsverletzung. Der Pes anserinus, gebildet aus den Sehnen des M. sartorius, M. gracilis und des M. semitendinosus, schützt das mediale Kollateralband. Faserverbindungen des Seitenbandes zum M. semimembranosus und M. adductor magnus können dynamisch stabilisierende Kräfte auf das Kollateralband ausüben und eventuelle Instabilitäten muskulär kompensiert.

Die anatomischen Strukturen des hinteren Drittels des medialen Kniekompartimentes, hinteres Schrägband, das meniskofemorale, und meniskotibiale Band und der M. adductor magnus bilden das sog. Semimembranosusecks und stabilisieren das Gelenk vor allem bei Flexion nach dorso-medial und wirken Außenrotationskräften entgegen. Zusammen mit der bereits erwähnten Funktion des medialen Meniskus wirken diese Strukturen synergistisch zum vorderen Kreuzband.

Eine analoge Einteilung des lateralen Kompartimentes erfolgte durch die Autoren.

Es resultiert durch die passiven Bandstrukturen, den Muskelansätzen des M. biceps femoris, M. popliteus und Tractus iliotibialis eine antero-laterale Rotationsstabilität. Zusätzlich stabilisieren diese Strukturen gegen Varusstress und bei forcierter Innenrotation.

Der Tractus iliotibialis macht den vorderen Anteil des lateralen Kniekompartimentes aus. Fasern des Retinaculum patellae laterale strahlen in den Tractus ein. Durch Kaplan-Fasern inseriert der Tractus am lateralen Femurkondylus und im weiteren Verlauf an der lateralen Tibiafläche am Tuberculum Gerdy. Der Tractus ist funktionell ein Seitenband des lateralen Kniegelenkspaltes und kann aufgrund seines über die Femurkondylen gleitenden Muskelansatzes, je nach Kniegelenkstellung, synergistisch zu Flexoren und Extensoren wirken. Im mittleren lateralen Kniekompartiment inseriert der M. biceps femoris hauptsächlich am Fibulaköpfchen und zu geringeren Anteilen an der Tibia. Dieses Kompartiment ist in Schichten aufteilbar. Die erste Schicht wird durch den Bicepsansatz gebildet wird. Dieser Muskel stabilisiert gegen Varusstress in Extension und Innenrotation

bei Flexion. Er ist Außenrotator und vor allem Antagonist des M. popliteus sowie Knieflexor.

Das einzelne laterale Kollateralband bildet die zweite Schicht des mittleren Kniekompartimentes ohne wesentliche Bandverzweigungen. Es wirkt synergistisch zum hinteren Kreuzband. Hinter dem Kollateralband verläuft in einer dritten Schicht die Popliteus-Sehne. Sie entspringt am Condylus lateralis femoris und verläuft nach dorso-kaudal in den Popliteusmuskelbauch.

Der Zentralpfeiler wird durch die Kreuzbandverläufe und der Area intercondylaris mit der knorpelüberzogenen Eminentia intercondylaris gebildet. Durch die knöchern Anatomie und den Kreuzbandverläufen bildet diese Region einen Drehzapfen des Kniegelenkes. Diese Drehzapfenfunktion entsteht aus der unterschiedlichen Länge der Femurkondylen. Resultierend sind eine früher endende Abrollbewegung im Vergleich der lateralen zur medialen Seite und eine entsprechende Schlußrotationsbewegung.

Das menschliche VKB ist im Mittel 30 mm lang und ca. 11 mm durchmessend. [104] Es verläuft vor dem HKB, entspringt fächerförmig an der hinteren interkondylären Fläche der lateralen Femurkondyle. Der anteriore Rand ist gerade, der posteriore konvex. [10] Es zieht durch die Fossa intercondylaris zur Area intercondylaris anterior tibiae, lateral des Tuberculum intercondylare mediale, wo es fächerartig unterhalb des Ligamentum transversum menisci anterior ansetzt. Die Fasern, die an der hinteren femoralen Fläche entspringen, ziehen hierbei um 90° rotierend zum vorderen Rand des Tibiaplateaus, wo sie unter dem Lig. Transversum auf einer Fläche von ca. 17 x 11 mm inserieren. [52] Dieser Faserverlauf ermöglicht die Gliederung des VKB in ein funktionelles, anteromediales und posterolaterales Bündel wobei einige Autoren noch ein intermediäres Bündel beschreiben. [45] [90, 137]

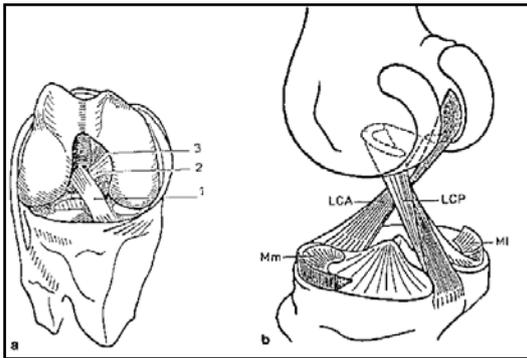


Abbildung 2 : Die Kreuzbänder des Kniegelenkes in der Ansicht von ventral (a) und lateral (b); 1=LCA=vorderes, 2=LCP=hinteres Kreuzband, 3=Lig. meniscofemorale posterius (aus KAPANDJI 1985): Funktionelle Anatomie der Gelenke, Bd.2 Untere Extremität

Das VKB wird gänzlich von einer synovialen Scheide umgeben und hierdurch von der Synovia getrennt. Es ist ein intraartikuläres, jedoch extrasynoviales Band. [169] Die Insertion dieses Bandes an Femur und Tibia erfolgt durch eine vierfache Übergangszone. Die Kollagenfasern des Bandes mit hoher Zugfestigkeit gehen in fibröses, anschließend nicht mineralisiertes Knorpelgewebe über, gefolgt von mineralisiertem Knorpelgewebe im Insertionsbereich in dem sie Schub- und Druckbelastungen aushalten müssen. [69]

In Extensionsstellung verläuft das vordere Kreuzband steil nach dorso-kranial. Bei Hyperextension schlägt das vordere Kreuzband in der am Dach gelegenen „Grant’s Notch“ an. In Flexionsstellung des Kniegelenkes verläuft es in der Endstellung nahezu horizontal. In passiver Streckstellung entstehen Kräfte von bis zu 120N im VKB.[34, 139] Bei Anspannung der Oberschenkelmuskulatur werden Kräfte bis 450N gemessen. [4] In biomechanischen Messungen wurde eine maximale Reißfestigkeit des VKB mit ca. 2160N und einer Steifheit mit ca. 240 N/mm analysiert. [207] [139]

Das VKB hat eine führende Funktion am Widerstand gegen Varus- und Valgusbelastungen und ist zu etwa 85% am Gesamtwiderstand gegen eine anteriore Translationsbewegung der Tibia beteiligt. Zudem begrenzt es die axiale Rotation. [40, 93, 177] Bei 6 möglichen Freiheitsgrade der Kniegelenkbewegungen, die sich aus drei Translationsebenen (ventral/dorsal, apikal/kaudal, dextra/sinistra) und den drei Rotationsebenen (Abduktion/Adduktion, Extension/Flexion, Außen- und Innenrotation) zusammensetzen, resultieren aus der Instabilität bei VKB-Ruptur signifikante biomechanische Veränderungen.

Da das VKB ein Kernstück der Kniegelenkkinematik darstellt, ist bei Verlust dieses zentralen Führungselementes das vermehrte Gelenkspiel erklärt. [132, 133] Subjektiv muss dies nicht zwangsläufig mit Beschwerden einhergehen, da die Stabilisierung des VKB-insuffizienten Kniegelenkes auch durch propriozeptiv gesteuerte, erhöhte Beanspruchung der aktiven Synergisten erfolgen kann.

Die Fähigkeit zur Kniegelenksstabilisierung nach VKB-Ruptur ist sehr unterschiedlich ausgeprägt. Es ist deshalb erforderlich, eine Unterscheidung zwischen einer klinisch asymptomatischen VKB-Verletzung und einer aus dieser Verletzung resultierenden Instabilität mit subjektiven Symptomen festzustellen, da sich hieraus klare Konsequenzen für das weitere therapeutische Vorgehen ergeben.[114]

Theorie der "überschlagenen Viergelenkkette"

Das biomechanische Prinzip der beiden Kreuzbänder besteht in einer „überschlagenen Viergelenkkette“ (Abbildung. 3), wobei die beiden Kreuzbänder Gelenkstangen darstellen und das Bewegungsausmaß des Kniegelenkes hierdurch vorgeben ist. [129, 133] Abhängig ist dieses Prinzip von ihrer räumlichen Versetzung zueinander, von der Längendifferenz der Kreuzbänder, vom Abstand der Drehpunkte der Kreuzbänder und von der Länge und Form des Tibiaplateaus. Das Modell beschreibt die Kinematik in der Sagittalebene, eine Rotation wird nicht berücksichtigt.[133]

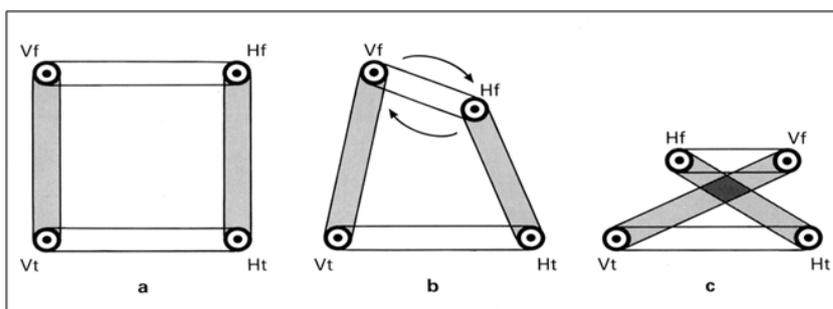


Abbildung 3: Schematisch dargestellte sich überschlagene Viergelenkkette, (VfVt: vorderes Kreuzband; HfHt: hinteres Kreuzband) ; modifiziert nach MÜLLER[133]

Die dynamische Darstellung der Roll-Gleitbewegung von Femur und Tibia veranschaulicht die Lageveränderung des vorderen und hinteren Kreuzbandes (Abbildung 4).

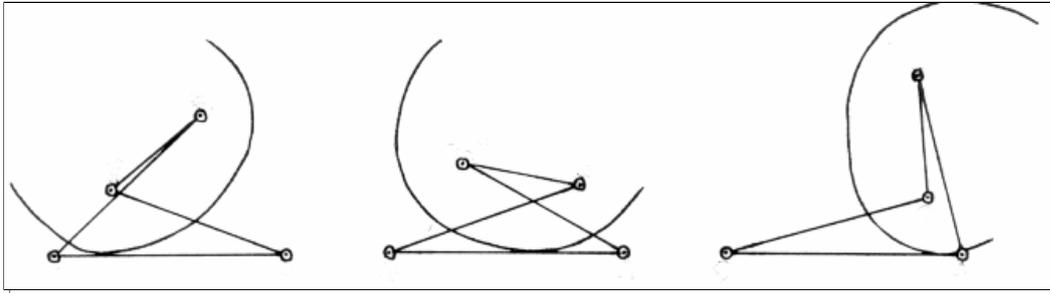


Abbildung 4: Drei Phasen aus dem Roll-Gleit-Bewegungsablauf am überschlagenen Viergelenkmodell. Die Kreuzbänder sind dabei zwei „starre Stangen“, die den Bewegungsablauf vorgeben. Modifiziert nach MÜLLER (1982)[133]

Zur Klärung der komplexen biomechanischen Bewegungsabläufe ist das Modell der Viergelenkkette nicht gänzlich geeignet. Die Burmester Kurve (Abb. 5), die neben den Kreuzbändern auch die Seitenbänder in die kinematischen Überlegungen mit einbezieht, stellt den komplexen Bewegungsablauf detaillierter dar.[133] Selbst bei der zufällig erscheinenden Verteilung der Ursprungs- und Ansatzpunkte der Kreuz- und Seitenbänder, lassen sich alle den geometrisch-kinematischen Festlegungen der Burmester Kurve zuordnen.[64, 196] Die Bandverläufe bedingen sich gegenseitig und das Drehzentrum liegt im Kreuzungspunkt der Kreuzbänder.

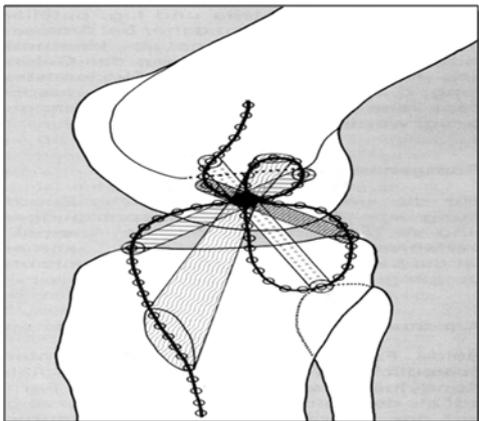


Abbildung 5: Burmester Kurve

Aus dem aus der Burmester Kurve resultierenden Drehzentrum lässt sich anhand der graphisch dargestellten Kniestellungen das Ergebnis bei falsch inserierenden Transplantaten anschaulich darstellen. Dieser Verhältnismäßigkeit, muss bei der operativen Rekonstruktion des Kreuzbandes Rechnung getragen werden.

Autogener Kreuzbandersatz–Historie

Mitte des 19. Jahrhunderts wurde mit der Arbeit von Amédée Bonnet über „die Behandlung von Gelenkerkrankungen“ der Grundstein für die moderne Kniechirurgie gelegt.[21, 22, 33] Er berichtete anhand von Kadaverstudien über die Mechanismen von Kniebandverletzungen und beschrieb Begleitphänomene wie Hämarthros und das Subluxationsphänomen der Tibia nach Ruptur des vorderen Kreuzbandes. In den folgenden Jahren wurden weitere Erkenntnisse über den Pathomechanismus der VKB-Ruptur gewonnen und erste konservative Behandlungsmethoden ausgearbeitet. [59, 138, 168, 187] [127]

Der erste Versuch einer Naht des vorderen Kreuzbandes bei einem verunfallten Minenarbeiter, mit aus dem Unfallereignis resultierender Knieinstabilität, wurde 1895 durch Mayo Robson im General Infirmary, Leeds, England, durchgeführt. Eine Veröffentlichung erfolgte erst im Jahre 1903 als Achtjahresresultat mit gutem Ergebnis.[157]

Goetjes führte 1913 Studien an Leichenkniegelenken durch. Erstmals erfolgten aus diesen Untersuchungsergebnissen die Empfehlungen einer diagnostischen Narkoseuntersuchung mit entsprechender simultaner Nahtversorgung des VKB bei Instabilitätszeichen.[71]

Die ersten Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbandes wurden Anfang des 20. Jahrhunderts von Hey Groves (1917) und Alwyn Smith (1918) durchgeführt. [84] [183] Beide verwendeten ein gestieltes Tractus-iliotibialis- Autotransplantat zur intraartikulären Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes. Diese Technik war der Vorläufer der modernen intraartikulären Kreuzbandchirurgie. Hey Groves veröffentlichte später seine klassische Arbeit über Anatomie, Funktion und Rekonstruktion des VKB. [33, 85] Zur gleichen Zeit modifizierte Alwyn Smith das genannte Operationsverfahren indem er das Tractus-iliotibialis-Autotransplantat, mit dem medialen Kollateralband verstärkt, durch den medialen

Femurcondylus zog und zusätzlich den Ansatz des M. sartorius vorverlagerte. [33] Smith war der erste, der einen Kreuzbandersatz bei chronischer Instabilität als indiziert sah. Das durch ihn beschriebene „Schlotterknie“ war der Ursprung der Forderung nach operativer Stabilisierung.

Smith war auch der erste, der 1913 ein xenogenes Transplantat verwendet hat. Ein Behandlungserfolg wurde nicht erzielt und bis zum Ende des 20ten Jahrhunderts wurde dieses Ersatzverfahren zunächst nicht weiter angewendet.[184] Trotz Weiterentwicklung der Operationstechniken und der synthetischen Ersatzmaterialien scheiterten die xenogenen und synthetischen Transplantate dann an der fehlenden Belastbarkeit im Hinblick auf Reißfestigkeit und Dehnungsfähigkeit.[57, 95, 107, 118, 165]

Smith und Groves beschrieben erstmalig das klassische Phänomen des „pivot-shift“ bei VKB-Ruptur. [184] Von Groves et al. erfolgte 1920, die bis heute gültige Beschreibung der „giving-way-Symptomatik“.[72]

In den Jahren zwischen 1919 und 1930 wurden durch die Entwicklung von Arthrographie und Arthroskopie die Diagnostik und die Versorgung von Kreuzbandverletzungen grundlegend modifiziert. Der Schweizer Eugen Bircher und der Japaner Kenji Takagi waren die Pioniere der Kniegelenks-Arthroskopie. Verantwortlich für die apparative Entwicklung der Arthroscopie, implementierten sie das arthroskopische Vorgehen zum Standardverfahren in der Diagnostik und später auch in der Therapie des verletzten Kniegelenkes. [17, 18, 130]

Ab 1930 folgte dann eine Reihe von Fallberichten über verschiedene operative Verfahren zur Behandlung der VKB-Instabilität. [49, 51, 209] In den Jahren 1936 und 1939 berichteten Campbell et al. erstmalig über die Verwendung der Patellarsehne als Ersatz für ein frisch rupturiertes vorderes Kreuzband. [37, 38] Zeitgleich zum intraartikulären Kreuzbandersatz beschrieben und veröffentlichten D. Bosworth und B. Bosworth eine extraartikuläre Stabilisierung bei VKB-Ruptur durch einen Fascia-lata-Streifen beidseits der Kniegelenkspalten.[24] Zu diesem Zeitpunkt bestand Einigkeit über die Versorgungsnotwendigkeit einer Knieinstabilität nach VKB-Ruptur. Die von Mayo Robson und Goetjes bereits zu Beginn des 20 Jahrhunderts empfohlene operative Versorgung des

rupturierten VKB wurde durch die, zu diesem Zeitpunkt durchgeführten Untersuchungen bestätigt. [157] [71] [58, 141, 142] Keinesfalls bestand Einigkeit über die Art und Weise der Versorgung des rupturierten Kreuzbandes.

Im Jahr 1938 wurde durch Palmer die Knieinstabilität erstmals im Kontext aller das Kniegelenk ausmachender anatomischer Strukturen betrachtet. In seinem umfangreichen Werk berichtete er von klinischen sowie experimentellen Studien über Anatomie, Biomechanik, Diagnostik und Behandlung von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes. [151]

In den fünfziger und sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts begann die moderne Zeit der Kreuzbandchirurgie. O'Donoghue berichtete über Ergebnisse mit einer nach Hay-Groves modifizierten Methode und bestätigte die bereits postulierte Notwendigkeit einer frühen Diagnose und operativen Versorgung frischer Kreuzbandverletzungen[141]. In umfangreichen wissenschaftlichen Studien wurden teils neue, teils schon wieder in Vergessenheit geratene operative Techniken zur Versorgung von VKB-Rupturen veröffentlicht. O'Donoghue präsentierte erstmalig Behandlungsrichtlinien für die VKB-Ruptur. [13, 83, 112, 142, 188]

Mitte der siebziger Jahre galt das besondere Augenmerk, der Diagnosefindung und der Behandlung von Rotationsinstabilitäten des VKB-verletzten Kniegelenkes. Galway et al. beschrieben den bereits von Groves und Smith erwähnten „pivot-shift“ als pathognomonisch für die VKB-Insuffizienz. [117]

In den achtziger Jahren wurde vermehrt synthetisches Kreuzbandersatzmaterial verwendet. Materialien wie Nylon, Dacron, Teflon, Polypropylen sowie Carbonfäden fanden eine breite Verwendung.[43, 102, 128, 152, 161, 162] Aufgrund der schlechten biomechanischen Eigenschaften und daraus resultierend entsprechend schlechten Langzeitergebnissen und hoher Komplikationsraten werden diese Ersatzverfahren heute kaum mehr angewendet.

Mit Hilfe neuerer Techniken und besseren Wissens um die Kniegelenks-Kinematik wurden erstmals Hamstringsehnen (Sehnen des M. gracilis und semitendinosus), iliotibiales Band

und Patellarsehne als Ersatzmaterialien des rupturierten VKB zur Stabilisierung genutzt und die entsprechenden Techniken kontinuierlich verbessert. [7, 11, 52, 61]

Langzeitstudien verglichen verschiedenste Rekonstruktionstechniken im Zusammenhang mit postoperativer Immobilisierung und unterschiedlichen Rehabilitationsprotokollen.[14, 50, 61, 111, 126, 181] Erstmals wurden auch Vergleichsuntersuchungen zwischen operativer und konservativer Therapie nach Kreuzbandläsion durchgeführt. [8] Durch diese Studien wurde die Wichtigkeit des intakten vorderen Kreuzbandes als Voraussetzung für eine uneingeschränkte Langzeitfunktion des Kniegelenkes herausgearbeitet. Die Notwendigkeit der Rekonstruktion nach VKB-Ruptur wurde mit wissenschaftlichen Daten propagiert.[11, 50, 60, 81, 124, 140, 145-147, 213]

Da Studien-Ergebnisse konservativer Behandlungsmethoden im direkten Vergleich durchaus stark divergierten, blieb eine Restunsicherheit über die allgemein gültigen Behandlungsrichtlinien der Knieinstabilität. Somit erfolgte in der geschichtlichen Entwicklung der Behandlung der VKB-Ruptur über die Jahrzehnte ein Wechsel zwischen der Forderung der operative Versorgung und der ausschließlich konservativen Behandlung. Noyes entwickelte in den 80 Jahren daraus die „Drittelregel“. Dabei beschrieb er, dass 1/3 mit Instabilität nach Ruptur des VKB adäquat kompensieren, ein weiteres 1/3 wird kompensieren, mit Einschränkung der Belastungsfähigkeit und 1/3 wird sich im Verlauf einer operativ stabilisierenden Maßnahme unterziehen müssen.

Bis heute erbrachten zahlreichen Arbeiten den Nachweis des Vorteils einer operativen Therapie mit autologen Transplantaten bei VKB-Ruptur, insbesondere bei biologisch jungem Patientenkollektiv, mit mittlerem bis hohem Aktivitätsniveau. Durch den Verlust der Kreuzbandkontinuität resultiert eine ventrale Knieinstabilität und führt zur Desintegration des physiologischen Roll-Gleit-Mechanismusses des Knies. Zusätzlich fällt durch Nervenschäden die Propriozeption und damit die instabilitätsausgleichende Aktivierung der VKB-Synergisten aus.[73, 96] Der vorzeitige degenerative Verschleiß ist Folgezustand.[92, 176, 178-180, 202]

Nach zwischenzeitlicher Tendenz des eher konservativen Vorgehens fand aufgrund des Wissens um Sekundärschäden ein erneuter Richtungswechsel zum operativen Vorgehen statt, ohne dabei das eine oder andere Verfahren favorisieren zu wollen und zu können.

Aufgrund sehr unterschiedlicher interindividueller Patientenkollektive, divergierender Aktivitätsniveaus und resultierenden Lebensansprüche sowie anatomischer Vorbedingungen, ergeben sich bis heute hohe Anforderungen an die Indikationsstellung des Therapieverfahrens. Die Vor- und Nachteile entsprechender Ersatzverfahren müssen zudem abgewogen werden. In der Diskussion wird darauf spezifisch eingegangen.

BIOMECHANISCHE GRUNDLAGEN

Kraft-Dehnungs-Verhalten von Ligamenten

Die biomechanischen Eigenschaften eines elastischen Bandes und die Reaktion auf Beanspruchung durch Spannung (wird als Kraft definiert, die pro Flächeneinheit des Querschnitts in Längsrichtung wirkt), Dehnung (Verhältnis einer Längenänderung zur Ursprungslänge) und Geschwindigkeit müssen zunächst verstanden werden, um geeignete Transplantatverfahren und Fixationsmethoden zu entwickeln. Aus diesen Kenntnissen werden konsekutiv postoperative Physiotherapieverfahren abgeleitet.

Im Zugversuch an einem isolierten Band lassen sich seine spezifischen biomechanischen Eigenschaften darstellen. Wird bei konstanter Dehnungsgeschwindigkeit ein Kraft-Dehnungs-Diagramm aufgezeichnet, so ergibt sich der im Diagramm 1 dargestellte Kurvenverlauf.

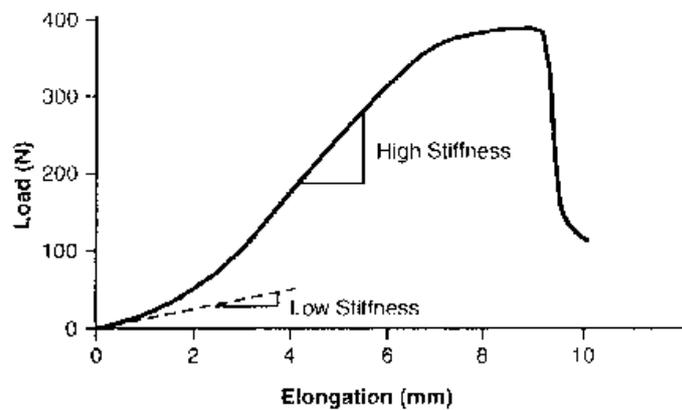


Diagramm 1 : charakteristisches Kraft-Dehnungs-Diagramm eines humanen Kniebandes. Aus LUCAS et al.: A primer of biomechanics (1999)

Zunächst verläuft die Kurve flach, d.h. eine Dehnung erfolgt ohne intraligamentäre Kraftzunahme (low stiffness).

Mit zunehmender Dehnung wird das Band steifer bis schließlich ein linearer Kraftanstieg resultiert (high stiffness). Dabei liegt zu diesem Zeitpunkt ein paralleler Faserverlauf vor. Zu diesem Zeitpunkt verhält sich die Faser noch elastisch.

Bei weiterer Dehnung kommt es dann zu irreversiblen Deformationen in der Struktur des Bandes. Das Band kann bei Entlastung nicht mehr zu seiner Originallänge zurückgeführt werden. Schließlich zerreißen einzelne Kollagenfaserbündel und bei weiterer Belastungserhöhung erfolgt die vollständige Ruptur.

Zusätzlich reduziert sich die Dehnungsfähigkeit eines Ligamentes wenn bei gleicher Zugkraftbeanspruchung die Zuggeschwindigkeit erhöht wird. Dabei ist die maximale Bruchlast umso höher, je schneller das Band elongiert wird.[103]

Außerdem ist die Dehnung eines Ligamentes bei gleicher Zugkraftbeanspruchung stark abhängig vom Spenderalter ist. Die Mittelwerte „junger“ Bänder sind signifikant höher. Dies konnte durch Woo et al. tierexperimentell bewiesen werden.[208]

Reißfestigkeit

Die Reißfestigkeit eines Bandes ist als das Maximum der Kurve im Kraft-Dehnungs-Diagramm des Zugversuches definiert.[42]

Die von unterschiedlichen Autoren ermittelte Reißfestigkeit des intakten VKB bzw. des VKB-Ersatzes mit Patellarsehne sowie mit 4-fach Semitendinosussehne zeigt einen linearen Zusammenhang mit der Belastungsgeschwindigkeit und ergibt nahezu identische Werte.[103, 139, 166] Die Quadrizepssehne zeigt in der biomechanischen Testung vergleichbare Werte.[79] Darüber hinaus ist in den genannten Meßversuchen die Art der Fixierung ausschlaggebend für die Belastbarkeit. Sie hat eine deutliche Auswirkung auf die Reißfestigkeit und damit auf die Transplantatfunktion. Eine direkte Befestigung des Transplantates am ursprünglichen Kreuzbandansatz hat deutlich höhere Reißfestigkeitswerte als z. B. die Endo-Button-Fixierung. Dies gilt sowohl für die Patellar- als auch Semitendinosussehne.[139, 166, 194] Die von Kim et al bestätigte Analyse der klinischen Ergebnisse in Bezug auf die Forderung der Transplantateinpassung in den Bohrkanal und die ansatznahe Fixierung finden Bestätigung in diesen Meßversuchen.

In einer anatomischen und morphometrischen Studie von Harris konnte eine höhere Reißfestigkeit von BQT-Transplantaten im Vergleich zu BPTB-Transplantaten nachgewiesen werden.

In einer Vergleichsuntersuchung von Stäubli et al. konnte, bei höherer Querschnittsfläche des BQT-Transplantates zum BPTB-Transplantates, nur eine gering höhere Reißfestigkeit nachgewiesen werden. [193] Ein signifikanter Unterschied lag nicht vor.

Steifigkeit

Die Berechnung der Steifigkeit eines Bandes kommt ohne die Bestimmung der Querschnittsfläche des Transplantates aus. Sie ist der Quotient aus Kraft (F) und absoluter Dehnung. Die Steifigkeit entspricht dem Verhältnis von Spannung (Kraft/Fläche) zur Dehnung. Dabei bedeutet ein kleiner Wert, dass schon bei geringer Belastung eine hohe Spannung erreicht wird. Eine Dehnung gelingt leicht.

Ein großer Wert bedeutet, dass eine hohe Belastung, somit eine große Kraft aufgewendet werden muss, um eine Dehnung zu erreichen. Das Material hat eine hohe Steifigkeit, bietet somit einer Zugkraft einen hohen Widerstand.

Da im Rahmen eines physiologischen Bewegungsablaufes des Kniegelenkes ab einer bestimmten Längenänderung die einwirkende Kraft zunimmt, wird die Steifigkeit des Bandes proportional größer. Bei unphysiologischer Beanspruchung des Bandes kommt es zunächst zu Mikroverletzungen der Fasern bis zur vollständigen Ruptur. Aus dieser Verhältnismäßigkeit und dem schematischem Modell der Vier-Gelenk-Kette erklärt sich die Notwendigkeit der korrekten Transplantatlage, die in Abbildung 3 schematisch dargestellt ist. [153]

Aus den Betrachtungen für Steifigkeit und Dehnungsfähigkeit resultiert eine operationstechnisch zu beachtende Notwendigkeit. Dabei haben alle Transplantate gemeinsam, dass ihr Faserverlauf im Gegensatz zum dem des ursprünglichen Ligamentes, in dem die Fasern torquiert, untereinander vernetzt und breitflächig inserierend sind, parallel verlaufen. Im originären Ligament kommen somit bei Bewegungsabläufen nicht alle Fasern gleichzeitig unter Zugkraft, ganz gegensätzlich zu den Transplantatfasern. Um diesen Nachteil ausgleichen zu können, sollten bei der operativen Rekonstruktion so genannte Isometriepunkte Ansatzstellen für die Plastiken sein. Diese Punkte sind die Ansatzareale, die bei Kniebewegung die geringste Längenänderung des Transplantates verursachen und somit den Schwachpunkt der parallel verlaufenden Faserarchitektur vermindern.[9, 44, 144].

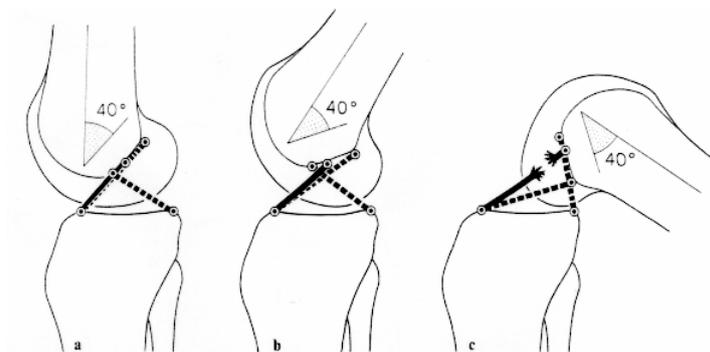


Abbildung 6: Falsch eingesetzte Kreuzbänder können sich während einer Flexion nicht auf Kreisbahnen bewegen; so erschlafft ein zu weit nach ventral (a) refixiertes vKB bei ca. 40° Flexion (b). Bei 120° Flexion muss es wegen mangelnder Länge zerreißen (c). Aus MÜLLER (1982): Das Knie

Fixation des Kreuzbandersatzes im Bohrkanal

In den letzten Jahrzehnten resultierten ständig Änderungen und Verbesserungen der Fixationsmethoden des Kreuzbandersatzes durch Studienergebnisse, weitergehende biomechanische Erkenntnisse sowie durch die Entwicklung bioresorbierbarer Materialien. Fixationsmethoden können beschrieben werden als extrakortikal, nichtanatomisch (Endo-Buttons, Krampen, Poller-Schrauben), oder die Graft Fixation erfolgt semianatomisch gelenknah, das heißt, nahe am Tunneleingang (Cross-Pins) oder anatomisch, mit der Gelenkoberfläche abschließend (Interferenzschrauben). [203] Dabei überbrückt jedes Verankerungssystem den sensiblen Zeitraum von Kreuzbandimplantation und vollständiger Einheilung und stellt somit eine mögliche Schwachstelle der Plastik dar. [204]

Die 1983 durch Lambert eingeführte Methode der Interferenz-Schrauben-Fixation ist auch heute noch als Goldstandard anzusehen.[110, 215, 216] Die Schrauben werden im Bohrkanal parallel zum Faserverlauf der Ersatzplastik eingebracht. Sollte ein Knochenblock vorhanden sein, wird dieser mit einem hohen Anpressdruck von ca. 400-500 N gut einheilen können und hat zudem eine hohe Primärfestigkeit. Mit der Entwicklung der bioresorbierbaren Materialien erfolgte der nächste Schritt in der Entwicklung der Fixationsmethoden. Vorteil dieser Materialien ist die Möglichkeit einer postoperativen, radiologischen Diagnostik durch MRT. Das Risiko der Graft-Verletzung aufgrund der Schnittschärfe des Schraubengewindes bioresorbierbarer Interferenzschrauben ist zudem verringert. [27] Nachteilig ist die mögliche Ausbildung von Osteolysen durch lokale Aktivierungsprozesse des Komplement-Systems im Rahmen der Resorptionsvorgänge der Poly-Laktid-Säure-Implantate. [198] [201]

Insbesondere der Anstieg der Hamstring-Ersatzplastiken im letzten Jahrzehnt hat zu alternativen Fixationssystemen geführt. So wurden verschiedene extra-anatomische Fixationsmöglichkeiten wie der Endo-Button© (Smith and Nephew, London, UK), Mitek-Anker (Mitek, Westwood, USA) oder der Trans-Fix © (Arthrex, Naples, USA) entwickelt. Die extra-anatomischen Fixationssysteme sind wegen der Probleme des „Bungeeseil-“ und des „Scheibenwischer-Effektes“ nicht länger primär verwendete Fixationssysteme und

werden vornehmlich nur noch als Ausweichmöglichkeit nach z.B. Schraubenausrisen eingesetzt. [203] Durch die extra-anatomische Fixation entsteht ein langes Transplantat-Fadenkonstrukt. Eine longitudinale und sagittale Bewegung des Kreuzbandes über den gesamten Tunnel resultiert während der Kniebewegung. Durch diese mögliche Transplantatbewegung kommt es scheinbar zu einer Infiltration des Knochenkanals und des ortständigen Knochens mit artikulären Zytokinen der Synovia, die als ursächlich für Osteolysen und Tunnelerweiterung angesehen werden. [134, 167, 203]

Durch Clark wurde deshalb 1998 eine semi-anatomische Fixationsmethode entwickelt, bei der die Fixation mittels Edelstahl-Stiften von 35 bzw. 70 mm Länge quer durch das Transplantat möglich wurde. [46] Inzwischen wurde diese Methode durch die Firma Mitek weiterentwickelt. Die Fixierung sowohl von BTB als auch Hamstring-Transplantaten ist mittels resorbierbaren Poly-Laktid-Säure Stiften (Rigidfix©, Mitek, Westwood, USA) über ein entsprechendes Zielinstrumentarium möglich. In biomechanischer Testung zeigten diese so genannten Cross-Pins eine, den biodegradierbaren Interferenzschrauben, gleichwertige Fixationskraft. [215, 216]

Wir haben als Fixationssystem in unserer Arbeit die Cross-Pins (Firma Mitek) zur Fixierung der mit Orthocord-Fäden durchflochtenen Enden der Transplantate verwendet.

Standardverfahren

VKB-Rekonstruktion mit dem mittleren Drittel des Ligamentum patellae

Im Jahr 1963 wurde durch Jones erstmals eine Technik zur Rekonstruktion des VKB beschrieben unter Verwendung des mittleren Drittels der Patellarsehne. [97, 98] Dieses Operationsverfahren mit Patellarsehnentransplantat ist das bisher am häufigsten eingesetzte Sehnenmaterial und wird auch als „golden Standard“ bezeichnet. [12, 114, 170, 171] Als BTB-Transplantat bietet es viele Vorteile hinsichtlich verschiedener Fixationsmöglichkeiten, guter Eigenschaften bei der ossären Transplantateinheilung und ein mechanisch ausreichend stabiles Gewebe. [68, 158, 206] Tierexperimentelle Studien konnten dies nachweisen.[205, 206] Strobel und Eichhorn haben Vor- und Nachteile der Patellarsehne zum Ersatz des VKB folgendermaßen zusammengefasst: [195]

Als Vorteil der Patellarsehne gelten die wählbare Transplantatbreite, die nahezu uneingeschränkte Verfügbarkeit, die Schwächung des Antagonisten des vorderen Kreuzbandes und der Erhalt der aktiven Innenrotation.

Nachteilig ist die traumatisierende Entnahme mit Störung des Streckapparates und einem möglicherweise resultierendem persistierendem, ventralen Knieschmerz, mit schmerzhaft eingeschränkter Kniebeugefunktion und ein im Seitenvergleich mittleres Quadrizepsmuskelfunktions-Defizit von bis zu 15% nach einem Jahr. Das Transplantat ist zudem relativ steif. Es besteht eine Zyklopsgefahr.

Zusätzlich werden als Entnahmemorbidität Patellafraktur und Patellarsehnenruptur genannt.[77, 160, 163, 173, 174]

Aufgrund dieser Entnahmemorbidität ist es zu einem Rückgang der Anzahl an BPTB-Ersatzplastiken des vorderen Kreuzbandes gekommen[131]. Andere Sehnenplastiken mit unterschiedlichem Morbiditätsprofil werden inzwischen häufiger als VKB-Plastik verwendet.

VKB-Rekonstruktion mit der Semitendinosussehne/Gracilis-Sehne

Nach Meinung vieler Autoren stellt die Semitendinosussehne (SST) die beste Alternative zum autologen Patellarsehnen-VKB-Ersatz dar. [5, 76, 89, 116, 119, 121, 122, 139, 150] Dabei ist allerdings die Patientenklientel mit Schädigungen des Innenbandapparates oder Berufsgruppen mit besonderer Beanspruchung des Innenbandes kein geeignetes Kollektiv, sich für diese Form des Ersatzes zu entscheiden. Um die mechanische Unterlegenheit der SST gegenüber der Patellarsehne auszugleichen, wird die SST, initial noch als Doppel- oder Dreifach-Strang verwendetes Transplantat, in letzter Zeit standardisiert als Vierfachstrang-Implantat verwendet. Als Vierfach-Strang Transplantat, mit einem Durchmesser von 8 mm, entspricht dies einer Querschnittsfläche von ca. 50 mm², die vergleichbar mit der, des originären VKB ist. [78] Die Technik der Rekonstruktion des VKB mit der Semitendinosussehne hat nach Strobel und Eichhorn ebenso wie die, der anderen Verfahren, mehrere Vor- und Nachteile. [195] Der sicher größte Vorteil dieser Technik ist die nahezu fehlende Entnahmestellen-Morbidität. Zudem ist der operative Zugang vergleichsweise kleiner und liegt in einem spannungsfreien Areal, sodass Wundheilungsstörungen eigentlich

nicht auftreten. Weichteilhämatome und Sensibilitätsstörungen durch Verletzung des N. infrapatellaris nach Sehnenentnahme werden durchaus beschrieben, sind aber sehr selten. Die Schwächung der Innenrotation bzw. die Einschränkung der dynamischen Gegenregulation bei forcierter Außenrotation ist nachteilig. Außerdem ist die Sehne nicht immer in gleicher Dicke und Länge vorhanden. Eine ausreichende Länge der SST, um das Transplantat als Vierfachstrang einsetzen zu können ist nicht voraussagbar. Bei geringem Sehnendurchmesser kann selbst mit einem Vierfachstrang eventuell nur eine Sehnenstärke von 6-7 mm im Durchmesser erreicht werden. Die biomechanische Belastungsmöglichkeit ist damit reduziert und in diesen Fällen wird empfohlen (insbesondere bei schwereren Patienten) ein alternatives Transplantat zu verwenden.

Zusätzlich zeigt sich ein schlechteres Einheilverhalten gegenüber den BTB-Transplantaten.[197]

Die Reißfestigkeit der Sehne mit Interferenzschraubenfixierung ist hoch und mit den Reißfestigkeitswerten der BTB-Transplantate vergleichbar.[30, 31] Außerdem kann die Sehne in der Rekonstruktion des VKB in der, in letzter Zeit propagierten Doppelkanaltechnik, hervorragend verwendet werden. Inwieweit die Doppelkanaltechnik Einfluss auf die Ergebnisse in der VKB-Ersatzchirurgie nehmen wird, werden Studien noch belegen müssen.

Die Quadrizepssehne als Kreuzbandersatz

In den 60er Jahren wird erstmals der Versuch unternommen, eine Quadrizepssehne als Kreuzbandersatz im Tierversuch bei Hunden zu verwenden. [58]

Die Erstbeschreibung einer Op-Technik des VKB-Ersatzes beim Menschen, die den mittleren Teil der Quadrizepssehne mit vollständiger Längenkontinuität bis zum Ansatz an der Patellarsehne als Transplantat nutzt, erfolgt 1979 durch Marshall.[125] Dabei wird das mittlere Drittel der Quadrizepssehne, die scharf abpräparierte Retinakulum-Oberfläche der Patella, die eingerollt und mit sich selbst vernäht wird, sowie die, im Ansatz belassene Patellarsehne (mittleres Drittel) durch ein tibiales Bohrloch gezogen und im Sinne eines gestielten Transplantates im regulären VKB-Verlauf nach intraartikulär verbracht.

Kornblatt veröffentlichte Langzeitergebnisse dieser Op-Technik 1988, die bis in das Jahr 1972 zurückreichten. [108] Mittelfristige Ergebnisse zeigten ein zufrieden stellendes

Ergebnis. Bei 20-40% der Patienten ließ sich jedoch ein pivot-shift-Zeichen nachweisen. [186] Daraus schlossfolgte er, dass die Stabilität dieses Transplantatverfahrens nicht ausreichend sei.

Biomechanische Testungen zeigten eine Schwäche dieses Transplantates im mittleren Anteil mit einer Reißfestigkeit gegenüber der ursprünglichen Sehne von nur 14 bis 21%. [139] Obgleich Anfang der neunziger Jahre eine Modifikation mit Doppelung im mittleren Drittel des Transplantates deutlich bessere Stabilität und Langzeitergebnisse aufwies, wurde dieses Verfahren generell kaum noch verwandt.[210, 212]

Blauth verfolgte bereits 1984 einen anderen Weg. Beschrieben wurde eine Technik bei der ein Quadrizepssehnen-Transplantat mit Knochenblock aus der Patella verwandt wurde. Der Quadrizepssehnenanteil wurde zweigeteilt. Dieses ermöglichte eine zweizügelige Implantation, um eine korrekte Anatomie des Kreuzband-Komplexes zu rekonstruieren. Ein Zügel wurde transcodylär zur Seite und ein Zügel in der „over-the-top“ Position ausgeleitet und beide Zügel am seitlichen Femurcondylus vereint, durch eine Schraube fixiert. [20] Die Ergebnisse der 71 Patienten wurden, ohne dezidiert dargestellt zu werden, als gut angegeben. Die Notwendigkeit der Zweizügeligkeit sah Blauth in der biologisch besseren Ernährung eines dünneren Sehnenstreifens und damit konsekutiv besseren Einheilungseigenschaften. Weitere Untersuchungen folgten von Blauth dazu nicht.

Fulkerson veröffentlicht 1995 eine technische Operationsbeschreibung eines Quadrizepssehnen-Knochenblock-Transplantates (QTB). Die Vorteile gegenüber den bisherigen Transplantat-Techniken sind für Fulkerson offensichtlich. [67] Die transarthroskopische Technik der Platzierung des Ersatzes unterscheidet sich von den bisher vorgestellten Verfahren nicht.

In den folgenden 10 Jahren werden dann zahlreiche kleinere Serien von VKB-Plastiken unter der Verwendung der Quadrizepssehne veröffentlicht. [39, 105, 106, 155, 182] In all diesen Studien ist jedoch die Sehne mit einem Knochenblock aus der Patella verwandt worden. (QT-B)

Mittlerweile favorisiert Fulkerson dieses Transplantat aufgrund der guten Nachuntersuchungsergebnisse, der Verfügbarkeit mit ausreichender Länge, grosser Querschnittsfläche und guter biomechanischer Ergebnisse. Durch die Operationstechnik, in

der der Operateur arthroskopisch das Gelenk vorbereitet und der Assistent zeitgleich das Transplantat entnimmt und präpariert, kann außerdem Op-Zeit eingespart werden.

Seit 1997 hat Fulkerson ca. 60 Patienten mit einem freien Quadrizepssehnenstransplantat versorgt, das mit bioresorbierbaren Schrauben und einer, an das Transplantat genähten Knochenscheibe und in einer kleineren Fallzahl über Haltenähte mit EndoButton oder Ankersystemen fixiert wird. [66]

Stäubli beschäftigte sich in den 90er Jahren intensiv mit diesem Transplantat, zunächst in klinischer Anwendung in mehr als 600 Fällen in 10 Jahren, um dann mit cryosectionaler Anatomie und biomechanischer Testung die Quadrizeps- und Patellarsehnenstruktur mit den jeweiligen mechanischen Eigenschaften zu evaluieren und vergleichend gegenüber zu stellen. Diese Testergebnisse wurden dann mit den biomechanischen Eigenschaften des originären VKB verglichen, die Woo et al 1991 ermittelte und in die Auswertung flossen zusätzlich die biomechanische Ergebnisse der Bone-Patellar-Tendon-Bone Transplantate, ermittelt von Noyes, Cooper und McKernan et al. mit ein. [189] [191] [193]

Stäubli ermittelte einen signifikanten Unterschied der Querschnittsfläche zugunsten des Quadrizepssehnenstransplantates im Vergleich zur Patellarsehne. Strukturell ähnelte das Quadrizepssehnenstransplantat damit dem originären VKB. Trotz der Unterschiede der Querschnittsfläche beider Transplantate im nicht-konditioniertem und mit 200 cyclischen Belastungen zwischen 50N und 800N, konditioniertem Untersuchungsintervall, wurden im Vergleich beider Transplantate keine signifikanten Unterschiede in der Belastungsfähigkeit gemessen. Das cyclische Belasten reduzierte allenfalls einen initialen Spannungsverlust beider Transplantate, erhöhte signifikant die Steifheit, vor allem im konditionierten Zustand. Ein signifikanter Unterschied der ermittelten Kräfte, die zum Transplantatversagen führten, resultierte daraus nicht. Beide Transplantate waren biomechanisch somit vergleichbar, obgleich strukturell unterschiedlich.

Biomechanische Messergebnisse von Woo et al. (1991) für die Steifheit des vorderen Kreuzbandes ergaben vergleichbare Werte mit denen der Quadrizeps- und Patellarsehnenenergebnisse von Stäubli. Dabei konnte ein nahezu identischer Wert bis zum Transplantatversagen für das vor allem nicht-konditionierte Quadrizepssehnenstransplantat ermittelt werden.

In einer biomechanisch vergleichend zusammenfassenden Arbeit von Fu et al. zeigten sich für die ultimativen Zugfestigkeitswerte des intakten vorderen Kreuzbandes (2160 +/-157N), ermittelt von Woo et al., vergleichbare Werte für die Zugfestigkeit der Quadrizepssehne (2352+/-495N) und der Bone-Patellar-Bone-Transplantate (2376+/-157N), die von Schatzmann et al. ermittelt wurden. [166]

Die biomechanische Eignung der Quadrizepssehne als VKB-Ersatz findet anhand dieser Untersuchungsergebnisse ihre Begründung.

Der Vollständigkeit halber, muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass in biomechanischen Studien der Patellarsehne von Noyes und McKernan et al. keine vergleichbaren Messwerte zu denen von Stäubli ermittelt werden konnten. Die zum Teil deutlichen Messwertunterschiede resultierten aus den nicht analogen Versuchsaufbauten. Ein Vergleich ist somit nicht möglich und begründet die Forderung nach identisch aufgebauten Nachuntersuchungsprotokollen.

In klinischer Nachuntersuchung beschreibt Theut, der seit 1994 die Quadrizepssehne zunächst noch mit Knochenblock und dann frei als VKB-Ersatz verwendet, die Ergebnisse dieser Methode an 45 Patienten mit gutem Ergebnis im KT 1000 Test, IKDC Test und Single leg-hop-test. [200] Die Fixierung erfolgt über an die Sehnenenden fixierte EndoPearl (Linvatec, Largo) oder 'poly-lactid-acid-balls' (PLLA) oder einer Knochenscheibe und im Bohrkanal fixiert mit bioresorbierbaren Interferenzschrauben oder Endo-Buttons (Smith & Nephew, Mansfield). Theut's Nachuntersuchungsergebniss von 68 Patienten mit freier Quadrizepssehne als Ersatzplastik aus dem Jahr 2003, zeigt ausgezeichnete Ergebnisse, die vergleichbar mit denen, der bisher durchgeführten Standardverfahren sind.[200]

2001 veröffentlicht Kim et. al eine Studie über 20 Kreuzbandersatzverfahren mit Quadrizepssehnen-Patellar-Bone-Plastiken mit zusammenfassend, ebenfalls vergleichbaren Ergebnissen zu den bereits vorgestellten Verfahren. Dabei weist er auf die notwendige straffe Einpassung der Sehne in den Bohrkanal hin, um eine entsprechend feste Einheilung der Plastik zu erzielen.[158] Essentiell ist zudem die ansatznahe Fixierung des Transplantates, um dem sog. instabilitätsinduzierendem Scheibenwischer-Effekt entgegen zu wirken.[94] Diese Erkenntnisse sind für jedes operative Ersatzverfahren essentiell und zu berücksichtigen.

In bisher durchgeführten Studien über die Quadrizepssehne als freies Transplantat ergeben sich im Vergleich zu den Standardverfahren keine wesentlichen Unterschiede im Bezug auf die Funktion des Kniegelenkes[39, 66, 105, 155, 182].

ZIEL DER ARBEIT

Ziel der Arbeit ist es gewesen, im Rahmen einer prospektiven Untersuchung eine Ergebnisanalyse über die Versorgung der vorderen Kreuzbandruptur mittels eines freien Quadrizepssehnen-Transplantates zu erstellen, das mit biodegradierbaren Cross-Pins transfixiert wurde. Diese in der Kombination mit einer freien Quadrizepssehne neuartige Fixationstechnik wurde erstmals im BG Unfallkrankenhaus Hamburg angewandt.

Die Operationsergebnisse der Versorgung der intraligamentären, vorderen Kreuzbandruptur über einen definierten Zeitraum, wurden in 3 Institutionen mit einem festgelegten Untersuchungsalgorithmus nachuntersucht.

Neben der subjektiven Beurteilung der Patienten wurden die postoperativen Ergebnisse mit dem Tegner Index, dem Lysholm-Gilquist Score und dem Messblatt des International Knee Documentation Committee (IKDC) beurteilt. [199], [115] [82]

Zur objektiven Beurteilung wurde der Lachmann-Test und Pivot-Shift überprüft und zur instrumentellen Quantifizierung wurden Messungen mit dem KT-1000 Arthrometer durchgeführt[80, 120].

Zusätzlich wurden der Single-Leg-Hop-Test und eine Umfangsmessung der unteren Extremitäten durchgeführt.

Diese Ergebnisse werden den zahlreichen in der Literatur publizierten Nachuntersuchungsergebnissen, der in Standardverfahren durchgeführten Kreuzbandplastiken, gegenübergestellt.

FRAGESTELLUNG

- Wie stellt sich die Stabilität des Kniegelenkes nach Rekonstruktion des VKB mit einem knochenfreien, mittels Polylactidstiften fixierten, Quadrizepssehnendrittels dar?
- Lassen die Ergebnisse die Schlussfolgerung zu, dass die freie, mit Polylactidstiften fixierte Quadrizepssehne ein Transplantat ist, dass auch als Primärtransplantat bei der VKB Rekonstruktion zu empfehlen ist?
- Wie stellen sich die Ergebnisse der freien Quadrizepssehnentransplantation im Vergleich zu den Ergebnissen nach VKB-Ersatzplastik mit Patellarsehne oder Semitendinosussehne dar?

PATIENTEN UND METHODE

Patienten

In dieser Studie eingeschlossen wurden alle Patienten, die von Januar 2004 bis Dezember 2005 in den 3 beteiligten Kliniken mit einer Kreuzbandplastik operativ versorgt wurden und bei welchen eine freie Quadrizepssehne als Transplantat vom ipsilateralen Bein verwandt wurde.

Dabei erfolgte der operative Kreuzbandersatz bei den Patienten, die bei nachgewiesener vorderer Kreuzbandruptur eine klinisch signifikante Instabilität hatten. Kooperationsfähigkeit und Motivation wurden vorausgesetzt. Außerdem wurden diejenigen operativ stabilisiert, die auch nach extensiver physiotherapeutischer Beübung keinen Stabilitätsgewinn verzeichnen konnten und klinisch Beschwerden angaben.

Das mögliche Studienpatientenkollektiv umfasste 64 Patienten.

Ein Ausschlußkriterium war die bereits operativ versorgte VKB-Ruptur. Bei 5 Patienten lag dieses Kriterium vor. Weiterhin wurden Patienten ausgeschlossen, bei denen das Nachuntersuchungsprotokoll nicht vollständig abgeschlossen werden konnte, da diese unbekannt verzogen waren. Dies traf auf 4 Patienten zu.

Insgesamt wurden 54 Patienten (93%) in das Studienprotokoll aufgenommen.

Es handelte sich um 46 Männer (83%) und 9 Frauen. Das durchschnittliche Körpergewicht lag bei 82 kg (60-138 kg), bei einer Körpergröße von 180 cm (163-204 cm). Insgesamt lag bei 11 Patienten eine Adipositas vor, da deren Body-Mass-Index über 25kg/m² betrug.

Das Durchschnittsalter lag zum Zeitpunkt der Operation bei 31 Jahren (15-55 Jahre, St.Abw. 10,7 J.). Das linke Knie war in 30 Fällen (55%) betroffen.

In unserem Kollektiv handelte es sich in einem hohen Maß um Verletzungen, die nach dem Verletzungsartenverfahren behandelt wurden (55,6%). Dabei waren 18 Patienten (33%) als Handwerker verunfallt. Im Rahmen eines Wegeunfalles behandelten wir 13 Patienten, die in einem Angestelltenverhältnis mit vornehmlich sitzender Tätigkeit beschäftigt waren. Jeweils 10 Patienten (18,5%) waren akademisch tätig oder Schülerinnen/Studentinnen. Zwei Patienten waren in Aushilfstätigkeit (je 1x Wachmann und Auslieferungsfahrer) tätig. Ein Patient war beschäftigungslos. (Diagramm 2)

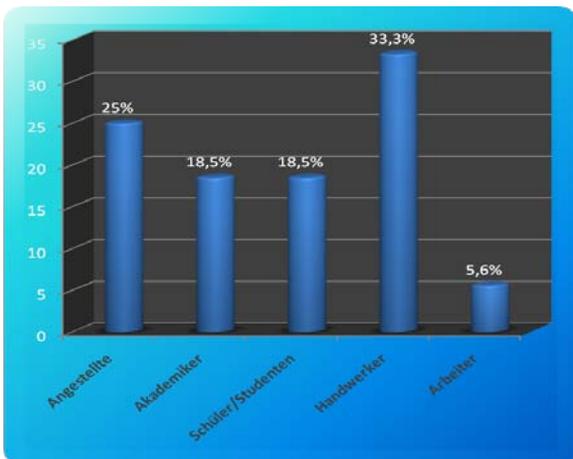


Diagramm 2: Berufsgruppen des Studienkollektivs

Insgesamt handelte es sich in 24 Fällen um Arbeits- oder Wegeunfälle (55,6%).(siehe Diagramm 3).

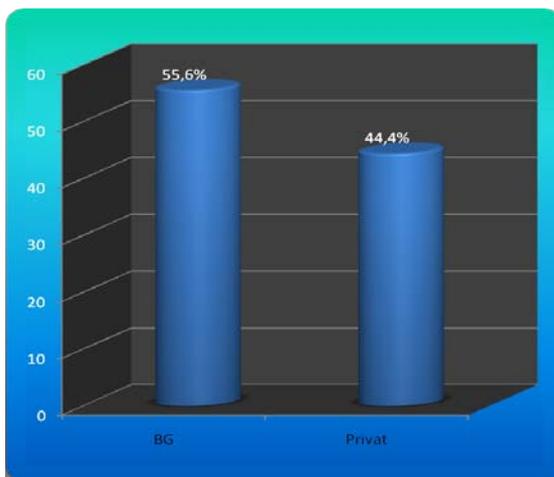


Diagramm 3: Verteilung des Versicherungsstatus: BG / GKV

Als Unfallursache, die zur VKB-Ruptur führte, lag in 22 Fällen eine Sportverletzung vor (46,7%) (Diagramm 4).

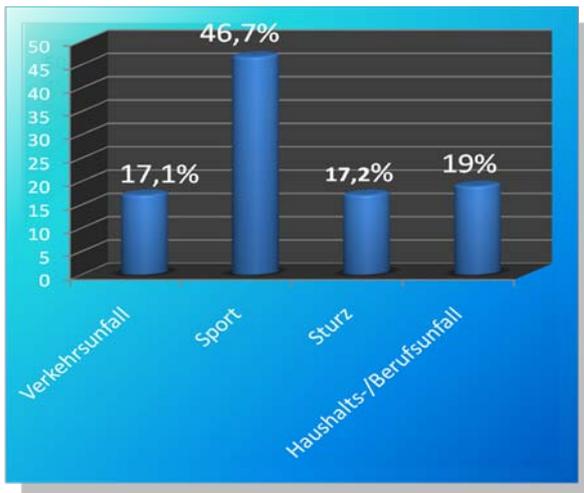


Diagramm 4: Ätiopathogenese der VKB-Ruptur

In 11 Fällen erfolgte vor dem VKB-Ersatz eine diagnostische Arthroskopie mit entsprechender Diagnosestellung einer VKB-Ruptur und Resektion der Kreuzbandstümpfe als Vorbereitung für einen VKB-Ersatz. Bei den im Vorfeld des Kreuzbandersatzes durchgeführten Arthroskopien wurde bei 5 Patienten einmal ein Außen- und Innenmeniskus refixiert (Mitek-Anker). Einmal erfolgte bei degenerativ vorliegendem IV° Knorpelschaden eine autologe Knorpeltransplantation. Bei unhappy-triad-Verletzung wurde einmal das mediale Seitenband und der mediale Meniskus durch Naht rekonstruiert. Sämtliche rekonstruktiven Eingriffe wurden in den, dem Studienprotokoll angeschlossenen Kliniken durchgeführt. In 6 Fällen wurden in auswärtigen Krankenhäusern eine diagnostische ASK durchgeführt und die Patienten dann zur definitiven Versorgung überwiesen.

Insgesamt handelte es sich bei 25 Patienten (46%) um eine isolierte vordere Kreuzbandruptur. Bei 9 Patienten (18%) war der Innenmeniskus und in 2 Fällen (4%) der Außenmeniskus und in 1 Fall (2%) Außen- und Innenmeniskus verletzt und wurde entsprechend operativ versorgt. Dabei erfolgte simultan mit dem VKB-Ersatz in 2 Fällen eine Außenmeniskusrefixation, in 2 Fällen eine kombinierte Außen- und Innenmeniskusrefixation sowie einmalig eine Innenmeniskusrefixierung und in weiteren 3 Fällen ein Shaving eines degenerativ geschädigten Innenmeniskus.

Eine ´unhappy-Triad-Verletzung´ im Sinne eines komplexen Kniebinnenschadens mit Ruptur des medialen Kollateralbandes, des Innenmeniskus und des vorderen Kreuzbandes sahen wir bei insgesamt 10 Patienten (19%). 2 Patienten (4%) zeigten intraoperativ im Rahmen des Kreuzbandersatzes einen II-III° Knorpelschaden.

Bei einem Patienten zeigte sich in einer präoperativ durchgeführten MRT eine intraspongiöse Fraktur des Femurcondylus, die außer einer entsprechenden Entlastungsphase keiner weiteren Therapie bedurfte (Diagramm 5).

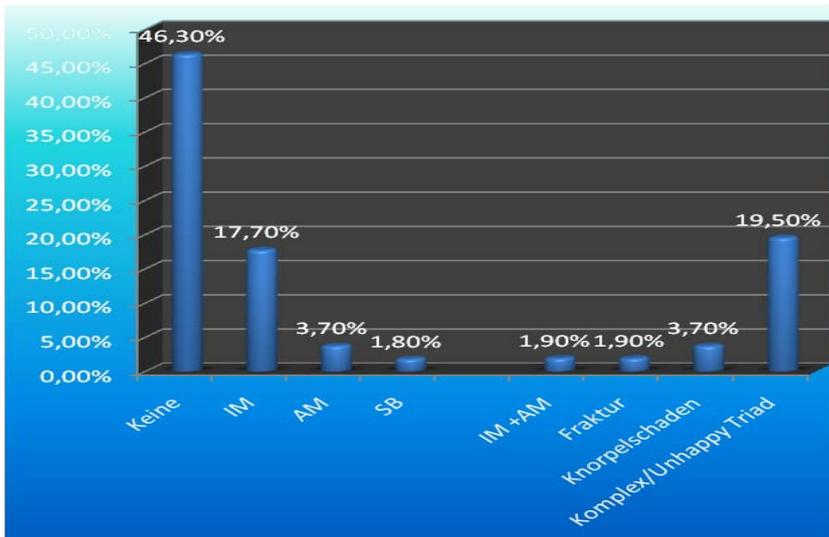


Diagramm 5: Begleitverletzungen der ipsilateralen Seite bei gesicherter vKB-Ruptur

In 32 Fällen (61%) erfolgte eine präoperative MRT-Diagnostik des Kniegelenkes (Diagramm 6).

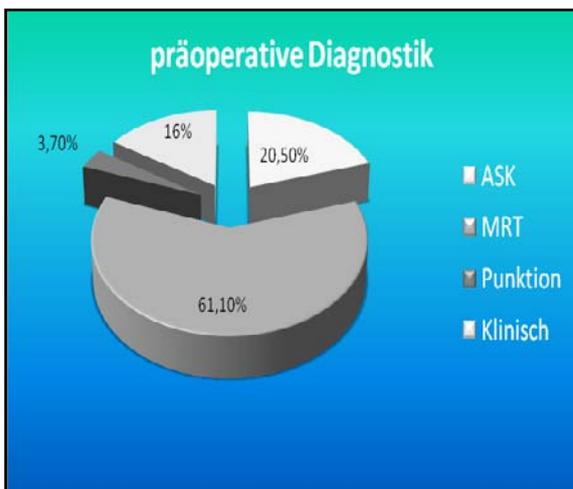


Diagramm 6: Präoperative Diagnostik

83% des Patientenkollektives hatten keine signifikanten Begleiterkrankungen. Internistische Begleiterkrankungen wie arterieller Hypertonus, COPD, Herzerkrankungen, Diabetes mellitus,

Ulcera oder eine Kombination aller genannten Erkrankungen bestanden bei 9 der Patienten. Diese Begleiterkrankungen waren medikamentös ohne Belastungseinschränkung behandelt.

Die durchschnittliche Zeit zwischen Unfallereignis und operativer Versorgung lag bei unserem Patientenkollektiv bei 9 Monaten, wobei 9 Patienten sich erst 1 – 6 Jahre nach dem Unfallereignis (13-79 Monate) einer stabilisierenden Operation unterzogen. Der Median ergibt einen Wert von 3,03 Monaten.

Bei 6 Patienten (11,2%) wurden Revisionsoperationen durchgeführt (Diagramm 7).

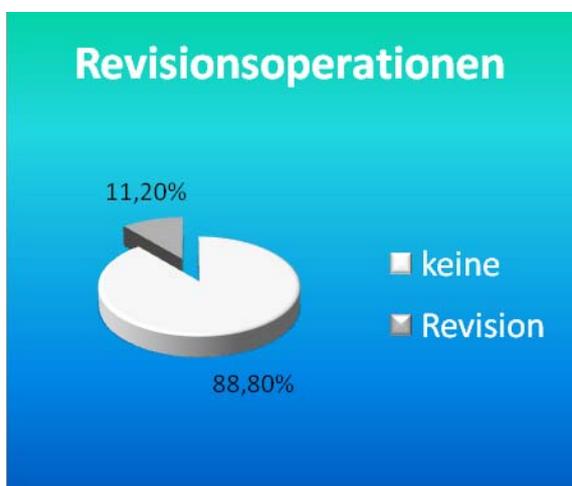


Diagramm 7: prozentualer Anteil der Revisionsoperationen

4 x wurde bei Patienten mit persistierender Bewegungseinschränkung nach VKB-Ersatz eine diagnostische Arthroskopie und Arthrolyse durchgeführt.

In einem Fall musste bei Fehllage eine Interferenzschraube entfernt und neu platziert werden.

Bei einem Patienten, bei dem aufgrund eines IV° Knorpelschadens eine autologe Knorpeltransplantation durchgeführt wurde, musste im Verlauf nach Monaten der Rehabilitation ein Oberflächenersatz implantiert werden. Ursächlich für die Revision war nicht eine persistierende Instabilität sondern der progressive Knorpelschaden mit Belastungsinsuffizienz und Schmerz.

Studienorte

Die Behandlung fand in 3 kooperierenden Zentren statt:

Die Zentren waren das Berufsgenossenschaftliche Unfallkrankenhaus Hamburg, das Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck und das Regio-Klinikum in Wedel.

Operationsbeschreibung des Quadrizepssehnen-Transplantates

Die Operation beginnt mit der standardgemäß durchgeführten Arthroskopie des Kniegelenkes mit entsprechender Lagerung, Anlage einer Oberschenkelblutsperre mit einem Druck von 350 mmHg und Durchführung einer Notch-Plastik. Simultan erfolgt die Transplantat-Entnahme durch den zweiten Operateur. (Abb. 4) Zu diesem Zwecke erfolgt ca. 3 cm oberhalb der Patella ein ca. 5 cm langer Längsschnitt, Längsspalten des Subkutangewebes und Darstellung der Quadrizepssehne. Die Entnahme erfolgt wechselnd in Streckung und Beugung, sodass die Inzision kurz gehalten werden kann. (Abbildung 7 und 8)



Abbildung 7 und 8: Transplantatentnahme, durch Entnahme in Extension und Flexion kann der Hautschnitt bei der Entnahme minimiert werden.

Hier wird ein mittlerer Sehnenstreifen mit einer Stärke von ca. 10mm mit dem Schlittenmesser auf ganzer Länge entnommen. Sollte das Transplantat unterhalb der

Mindestlänge von 7.5 cm liegen, wäre die Entnahme eines distalen Knochenblocks aus der Patella möglich. Die Entnahmestärke der Quadrizepssehne entspricht der vollen Dicke des M. rectus femoris und partiell der Dicke des M. vastus intermedius, dessen hinteres Blatt stehen gelassen wird, so dass das Kniegelenk nicht eröffnet wird. Sollte das hintere Blatt dennoch eröffnet werden, kann eine Naht das Kniegelenk verschließen, um einen Druckverlust durch Wasseraustritt während der Operation zu vermeiden. Der Sehnendefekt wird mit fortlaufender 1er Vicrylnaht verschlossen. Nach Einlage einer subkutanen Redon erfolgt der Einzelknopfsubcutanverschluss mit Vicryl und Hautverschluss mit Klammernaht. Dann wird das proximale und distale Ende je nach Länge zwischen 2 ½ und 3 cm mit einem semi-resorbierbaren Faden (Orthocord ©, Fa. Mitek) durchflochten. (Abbildung 9)

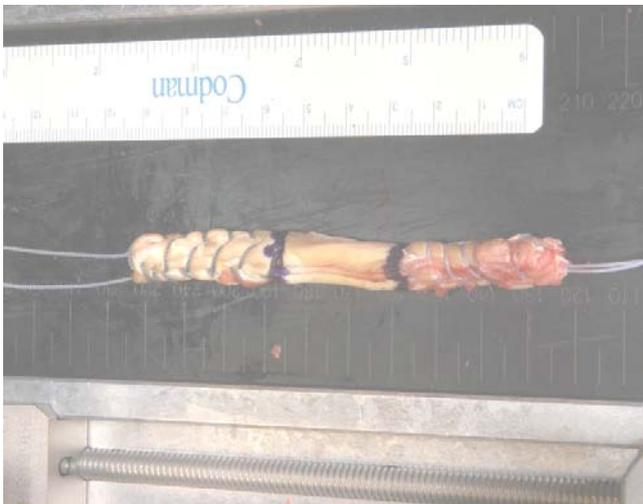


Abbildung 9: Zur besseren Fixierung ist es notwendig die Sehne mit Orthocord©-Fäden beidseitig zu durchflechten.

Hiermit wird ein Widerlager für die Crosspins geschaffen. Das Durchflechten der Sehnenenden erfolgt in einem Spanngerät in der das Transplantat einem longitudinalen Zug ausgesetzt wird und somit auf Vorspannung gebracht wird. Die Sehne wird dabei mit Farbmarkierungen in 1/3 Abschnitte eingeteilt. Der intraartikuläre Verlauf der Quadrizepssehne beträgt in der Regel 25 – 30 mm. Proximal und distal werden die Enden mit einem kräftigen Faden für den ossären Durchzug zusätzlich armiert. Die Transplantatpräparation wird vom Assistenten durchgeführt während simultan die Bohrkanäle tibial und femoral angelegt werden.

Mittels Zielgerät (50°/50mm) erfolgt das Setzen des K-Drahtes des tibialen Bohrkanals antero-medial bei ca. 8.00 Uhr, über den entsprechend der Stärke des Transplantates aufgebohrt wird. Das Zielgerät wird dabei ca. 7 mm vor dem hinteren Kreuzband aufgesetzt wobei zusätzlich die Landmarken des Innenrandes des Außenmeniskusvorderhornes und die Spitze des medialen Kreuzbandhöckers zur sicheren, transarthroskopisch kontrollierten Platzierung, genutzt werden. (Abbildung 10)

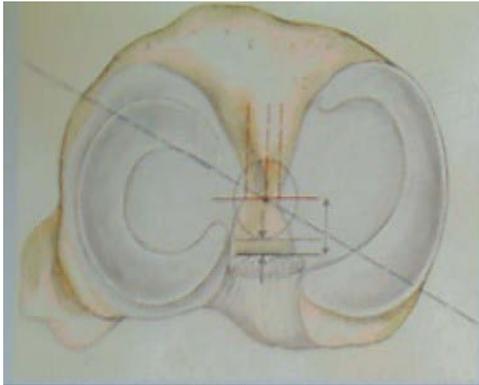


Abbildung 10: schematische Darstellung der Positionierung der Austrittsstelle des tibialen Bohrkanals (Mittelpunkt des Kreises) von Pässler et al. aus Unfallchirurg 2004

Die Positionierung des K-Drahtes wird zusätzlich in seitlicher Bildwandlerkontrolle überprüft. Dabei sollte der Austrittspunkt im grünen Bereich der schematischen Darstellung nach z.B. der Quadrantenmethode nach Harner liegen. (Abbildung 11) Die korrekte Position beider Kanäle vermindert die Gefahr eines Transplantatimpingements, einer permanente Überdehnung des Transplantates mit Stabilitätsverlust, einer Drucküberbelastung mit sekundären Knieinnenraumschäden und der Entstehung einer Arthrofibrose.



Abbildung 11: schematische Darstellung der idealen als grüne Flächen gekennzeichnete Ein- und Austrittspunkte der Bohrkanäle nach der Quadrantenmethode nach Harner

In Einkanal-Technik wird durch den tibialen Bohrkanal mittels Hinterstellhaken der femorale Bohrkanal eingestellt. Dabei wird der Draht transarthroskopisch und bildwandlormorphologisch in der sagittalen Schnittebene unmittelbar vor der Over-the-top-Position und in der a.p.Schnittebene zwischen 10-11 Uhr für das rechte Knie und 1-2 Uhr für das linke Knie positioniert.

Das femorale Bohren eines K-Drahtes mit Öse über den Hinterstellhaken wird in der intraoperativen Durchleuchtung positioniert und kontrolliert. (Abbildung 12)



Abbildung 12: Lagekontrolle des Führungsdrahtes der Bohrkanalplatzierung intraoperativ in der Durchleuchtung

Über den transtibial eingebrachten K-Draht erfolgt die Überbohrung entsprechend der Stärke des Transplantates. Die Tiefe der Bohrung ist entsprechend der proximalen Länge des Transplantates (in der Regel 25 – 30 mm). Abschließend wird über den eingebrachten K-

Draht trans-tibial das Zielgerät (mit dem Führungsstab der entsprechenden Dicke der Bohrung) für die femoralen Crosspins (Rigid Fix© ST, Fa. Mitek) eingebracht und von lateral über Stichinzisionen nacheinander die Bohrhülsen mit Trokar für die Crosspins platziert. (Abbildung 13)



Abbildung 13: Positionierung der Cross-Pin-Trokare über das Zielinstrumentarium

Der Trokar wird jeweils entfernt, die Bohrhülsen belassen. Anschließend dasselbe Vorgehen für die tibialen Crosspins mit einem gesonderten Zielgerät (Abb. 12). Die Lage der Pins wird durch arthroskopische Sicht in den Bohrkanaal überprüft. Dann wird arthroskopisch kontrolliert das Transplantat transtibial durchgezogen bis in den lateralen Femurcondylus (Abbildung 14)

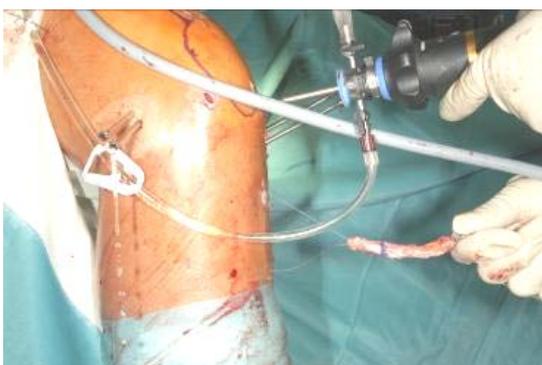


Abbildung 14: Einzug des Transplantates

Bei festem Sitz erfolgt das Einschlagen der Crosspins im Bereich der laterale Femurkondyle. (Abbildung 15 und 16)



Abbildung 15 und 16: Einschlag der Cross-Pins und positionierte tibiale und femorale Cross-Pins bei transtibialer K-Drahtbohrung nach femoral

Abschließend, in 0°-Stellung des Kniegelenkes, unter kräftigem Zug des Transplantates erfolgt das Einschlagen der tibialen Crosspins (Rigid Fix© ST, Fa. Mitek). Dann erfolgt die arthroskopische Kontrolle des Verlaufes des Kreuzbandes, zum Ausschluss eines Impingements und Stabilitätsprüfung des Kniegelenkes. Danach dann Einlage einer intraartikulären Redondrainage, die Applikation von Carbostesin (Firma Astra-Zeneca) intraartikulär und die Hautnaht der Portstellen.

Zum Abschluss wird die Blutsperr nach elastischer Wickelung des Beines und Anlage einer Genu-Cast-Schiene (Firma Adef/Lübeck) geöffnet.

Beschreibung der Cross-Pin-Fixierung des Transplantates

Es handelt sich hierbei um ein komplettes, durch die Firma DePuy Mitek entwickeltes System zur Fixierung von VKB Transplantaten. Die in dieser Studie verwendeten Cross-Pins, wurden ursprünglich für die Verwendung bei Semitendinosus-Transplantaten entwickelt. (Abbildung 17)

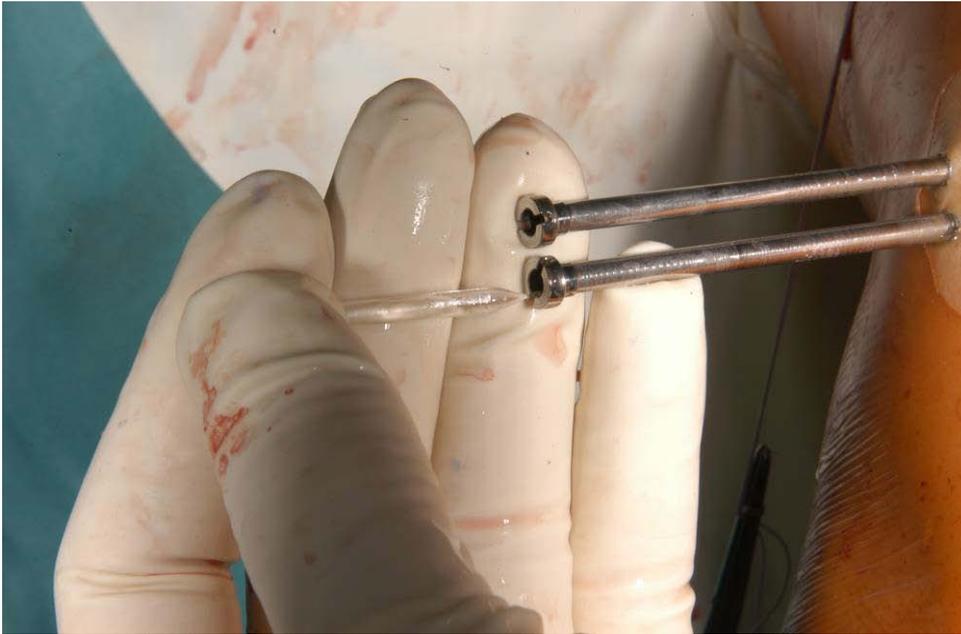


Abbildung 17: Cross-Pin-Platzierung über die Bohrhülsen

Der femorale Rigidfix ST Cross-Pin besitzt eine Stärke von 3,3mm und besteht aus 100% Polylactidsäure. Geliefert werden diese Pins mit 2 Trokarhülsen sowie einem Verriegelungstrokar zum Einmalgebrauch. Das Einbring-System besteht aus jeweils einem Rahmen für tibiale und femorale Insertion, hierzu geliefert werden Führungsstäbe in den üblichen Stärken der Bohrkanäle.

Als Warnhinweis wird in der Packungsbeilage angegeben, dass bei relativ kleinen Tibiaköpfen eine Fixierung technisch bedingt unmöglich sein kann. Dies war in dieser Studie 2 mal (4%) der Fall.

Nachbehandlung

Postoperativ erfolgte die sofortige Mobilisation mit einer Teilbelastung von 10 kg für 3 Wochen. Parallel erfolgte die passive konstante Beübung in einer Motorschiene, schmerzadaptiert frei bis 0-0-90°. Eine Knieorthese (Genu-Cast, Firma Adef/Lübeck) wurde für insgesamt 6 Wochen verwandt, die Bewegung wurde hierbei auch auf 0-0-90° limitiert. Zusätzlich erfolgte Krankengymnastik und Physiotherapie, Muskelkräftigung aktiv in der geschlossenen, später in der offenen Kette sowie mittels TENS Gerät.

Algorithmus der klinischen Nachuntersuchung

Es erfolgte in allen Fällen eine standardisierte Nachuntersuchung mit subjektiven Angaben, klinisch objektiven Untersuchungsdaten und instrumentellen Untersuchungen. Zur Auswertung der erhobenen Daten wurden subjektive und objektive Score-Systeme verwendet. Zuerst erfolgte die detaillierte Anamneseerhebung. Bei der Erhebung wurden der Lysholm Score und der Tegner Aktivitätsscore verwendet. [115] [199] Im Anschluss wurde eine klinische Untersuchung durchgeführt. In dieser Untersuchung fand die gleichzeitige Durchführung von funktionellen Tests statt. Das IKDC Messblatt für die untere Extremität wurde verwendet.^[1-3, 82] An technischen Hilfsmitteln wurde das KT-1000 Arthrometer eingesetzt.

Die Ergebnisse der jeweiligen Untersuchung wurden erfasst und unter der Berücksichtigung der Kriterien des IKDC (International Knee Documentation Committee) überprüft.^[1-3]

SCORE-SYSTEME UND TEST-VERFAHREN

IKDC Score

Bei der Bewertung der IKDC Kriterien handelt es sich um die subjektive Beurteilung mit der Ermittlung der patientengebundenen Einschätzung des Aktivitätsniveaus im Sport und Alltag. Weitere Untergruppen sind die Kniefunktion, Symptome mit Beurteilung von Schwellung, Schmerz, sogenannter Giving-Way-Symptomatik und der Bewegungsumfang.

Dabei wurde zur Einschätzung der Kniegelenkfunktion eine visuelle Analogskala von 0-10 verwendet bei der 10 die beste Funktion wiedergibt. Diese Einschätzung erfolgte patientenseits für die prätraumatische und postoperative Funktion des Kniegelenkes (siehe Anlage).

Lysholm-Gillquist Score

In den Lysholm Score fließen rein subjektive Empfindungen des Patienten ein. [115] Hierbei werden Symptome wie Schmerzen, Schwellung, Blockierung, Instabilität, Unterstützung beim Gehen, Hinken, Treppensteigen, Hocken und das Aktivitätsniveau vor und nach dem Unfall beurteilt und mit Punkten bewertet. Hieraus ergibt sich eine Gesamtpunktzahl, die in eine jeweilige Funktionsgruppe eingeordnet werden kann (siehe Anlage).

Tegner Aktivitätsindex

Beim Tegner Aktivitätsindex wird der Aktivitätslevel vor und nach der Kreuzbandplastik bestimmt und die Veränderung auf einer Skala von 1-10 angegeben (siehe Anlage)

.[199]

Klinische Untersuchung untere Extremität und IKDC Messblatt

Im Rahmen der klinischen Untersuchung erfolgte eine genaue Inspektion im Seitenvergleich bezüglich der Beinachsen, Schwellungen und Hämatome und Umfangsdifferenzen der unteren

Extremität. Die sensomotorische Funktion als auch die Durchblutung wurden klinisch erfasst. Die Palpation der Kniegelenke erfolgte zum Nachweis von Schmerzpunkten und Gelenkergüssen, zur Beurteilung der Entnahmestelle und zur Überprüfung der Patellaverschieblichkeit. Ebenso wurde die Beweglichkeit überprüft und in Freiheitsgraden nach der Neutral-Null-Methode angegeben. Zur Überprüfung der Menisci wurden die Zeichen nach Steinmann geprüft und dokumentiert. Die mediale und laterale Seitenbandstabilität wurde erhoben. Zur Stabilitätsprüfung des vorderen Kreuzbandes wurde das Schubladenphänomen in 90° Beugstellung, der Lachmann Test [57] sowie der pivot-shift Test durchgeführt. [40, 57, 88, 117]

Bei der Auswertung des klinischen IKDC wurde zunächst eine Punktverteilung der Einzelgruppen des IKDC vorgenommen, welche jeweils mit A (sehr gut), B (gut), C (mäßig) oder D (schlecht) bewertet wurden. Das Endergebnis entspricht dem schlechtesten Gruppenergebnis.

Single Leg Hop Test

Die Durchführung des Einbeinsprunges aus dem Stand mit der verletzten und gesunden Seite wurde als „Single leg hop test“ beschrieben. [55] Die Auswertung erfolgte als prozentualer Wert von verletzter zu unverletzter Extremität.

KT-1000 Arthrometer

Eine wichtige Untersuchungsmethode ist der objektive, instrumentierte Lachmann Test mit dem KT-1000 Arthrometer. Dabei werden mit Verbindungen zum Tibiakopf und der Patella Messwerte ermittelt, die der relativen Bewegung der beiden Punkte gegeneinander entspricht. Translationsbewegungen können somit messtechnisch aufgedeckt werden. Die Sensitivität des Testes liegt zwischen 90% und 96%. [16, 53, 123, 175] Um das Ausmaß einer möglichen vorderen Instabilität zu bestimmen, wurde bei allen Patienten die Translation der Tibia in Bezug auf die Patella in anteriorer Richtung vermessen. Dabei werden zwei Sensoren, die am Messgerät angebracht sind, zum einen auf die Tuberositas tibiae und zum anderen auf die Patella aufgesetzt. Über einen Hebel wird eine definierte Kraft in anteriorer Richtung ausgeübt. Das Messgerät registriert die relative Bewegung als eine Änderung des Winkels zwischen den beiden Sensoren und zeigt das Ausmaß der Translation in Millimetern auf einer Skala an.

Hierzu wird eine Plastikrolle unter den Oberschenkel geschoben und das Kniegelenk in eine definierte Beugstellung von 30° gebracht. Die Sprunggelenke werden mit einem Plastikgestell gestützt, damit die Beugung beider Kniegelenke und die Außenrotation der Beine gleich sind. Die instrumentelle Messung erfolgt immer zunächst am unverletzten Kniegelenk des Probanden. Die Messungen erfolgen bei einer aufgebrauchten Kraft von 89 N.(Abbildung 15)



Abbildung 18: KT-1000 Arthrometer

Eine Seitendifferenz bis 3mm wurde dabei als vollständige Stabilität gewertet. Ein Unterschied von 3-5mm bedeutete eine Teilstabilität und über 5mm Seitendifferenz wurde als Transplantatversagen eingestuft.

DATENSAMMLUNG/STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die Datensammlung erfolgte mittels einer Excel-Tabelle (Microsoft Excel, Version Office XP, Microsoft, Richmond, USA). Die statistische Ausarbeitung erfolgte mittels den Programmen SPSS, (SPSS Inc, Version 16.0.1, USA) sowie SAS (SAS Institute, Cary, USA).

EIGENE ERGEBNISSE

Die durchschnittliche Operationszeit betrug 94 Minuten (69-177 min). Es zeigt sich hierbei eine deutliche Lernkurve. Während die durchschnittliche Operationszeit bei den ersten 20 Patienten bei 112 Minuten lag, verkürzte sich dieser Wert auf durchschnittlich 79 Minuten bei den letzten 20 Patienten der Studie.

In 15% handelte es sich um eine ansatznahe Kreuzbandruptur. In 85% lag eine intraligamentäre Ruptur vor. In allen Fällen war das gewonnene Transplantat verwendungsfähig, d.h. die Quadrizepssehne war sowohl lang als auch breit genug. In allen Fällen war die Transplantation erfolgreich, es musste in keinem Fall intraoperativ ein Alternativtransplantat entnommen werden.

Der Durchmesser der femoralen Bohrung lag im Mittel bei 8,77mm (7-10mm). Tibial wurde im Mittel auf 9,14mm (7-11mm) aufgebohrt. Die Transplantatlänge war durchschnittlich 89,42mm (75-110mm) lang.

Zwei mal konnte bei sehr kleinem Tibiakopf (beides weibliche Patientinnen) keine Cross-Pin-Fixierung durchgeführt werden, sodass hier bioresorbierbare Interferenzschrauben gewählt wurden (3,8%). (Diagramm 8) In einem dieser Fälle erfolgte nach 5 Tagen eine Revision nachdem sich die Interferenzschraube lockerte und eine deutliche Instabilität resultierte. Es erfolgte eine Refixierung, der weitere Verlauf war unauffällig.

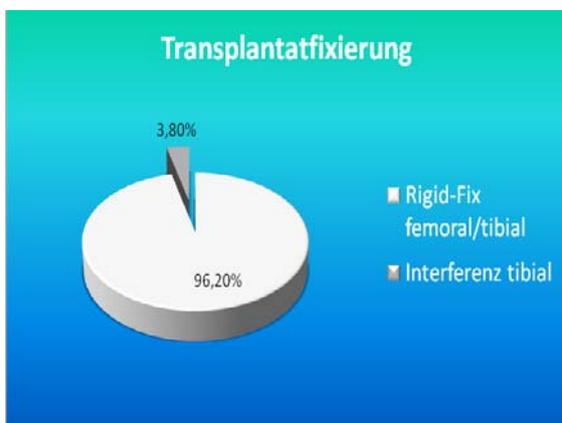


Diagramm 8: Transplantatfixierung

Weitere intraoperative Komplikationen waren nicht zu verzeichnen. Postoperative allgemeine oder spezielle Komplikationen traten im Rahmen dieser Studie nicht auf. Insbesondere fanden sich keine Fälle tiefer Venenthrombosen, Infektionen oder Nervenschädigungen.

Bei 4 Patienten erfolgte im Verlauf (Durchschnittlich nach 9,4 Monaten) eine Rearthroscopie bei Kniebeschwerden. In 2 Fällen erfolgte hierbei eine Arthrolyse und Narkosemobilisation. In 2 weiteren Fällen erfolgte eine Innenmeniskusteilresektion.

Bei allen Patienten war eine Wiederaufnahme der bisherigen beruflichen Tätigkeit möglich. Sowohl die Zeit der Arbeitsunfähigkeit (Mittelwert 8,3 Wochen, Minimum 2 Wochen, Maximum 22 Wochen) als auch die Dauer der Rehabilitation (Mittelwert 11,4 Wochen, Minimum 6 Wochen, Maximum 26 Wochen) variierte stark. Es kam in keinem Fall zu einer Ruptur der Quadrizepssehne.

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 14 Monate nach Quadrizepssehnenplastik (9-24 Monate). Sensibilitätsstörungen und anteriorer Knieschmerz wurden nicht ermittelt. Die Narbe der Transplantatentnahmestelle wurde im Mittel mit 38mm vermessen. In 3 Fällen war die Narbenbildung im Sinne einer leichten Keloidbildung etwas wulstig. Es bestand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Mittel eine Umfangsdifferenz im Oberschenkelbereich zu ungunsten der operierten Seite von 9,5% im Seitenvergleich.

Im statistisch berechneten Mittel lag die maximale Knieextension bei $1,7^\circ$ (0 bis 10°), das Defizit im Vergleich zur kontralateralen Seite lag bei durchschnittlich $2,1^\circ$ (0° bis 10°). Die maximale Knieflexion lag bei $129,3^\circ$ (Min. 110° , Max. 140°). Die Differenz im Vergleich zur kontralateralen Seite betrug durchschnittlich $4,1^\circ$ (0° bis 20°) Minderung der Flexion.

Bei 17 Patienten (32%) zeigte sich eine I° vordere Schublade, bei 8 Fällen (15%) ein I° positiver Lachmann. (Diagramme 9 und 10). Der Pivot Shift Test war bei allen Patienten negativ.

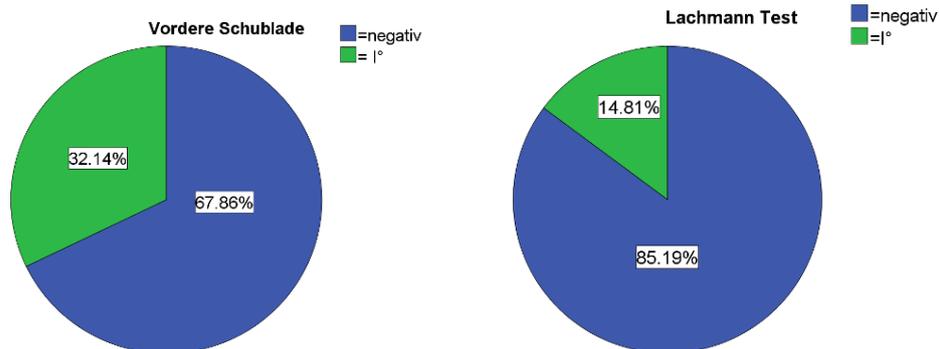


Diagramme 9 und 10: Kreisdiagramme von vorderem Schubladen- und Lachmann Test

Eine Auswertung der anterioren Stabilität mit dem KT 1000 Arthrotometer zeigte eine Seitendifferenz von im Mittel 1,53mm zu ungunsten der operativ versorgten Seite (min. 0,2mm, max. 4,1mm, Standardabweichung 1,01) (Diagramm 11).

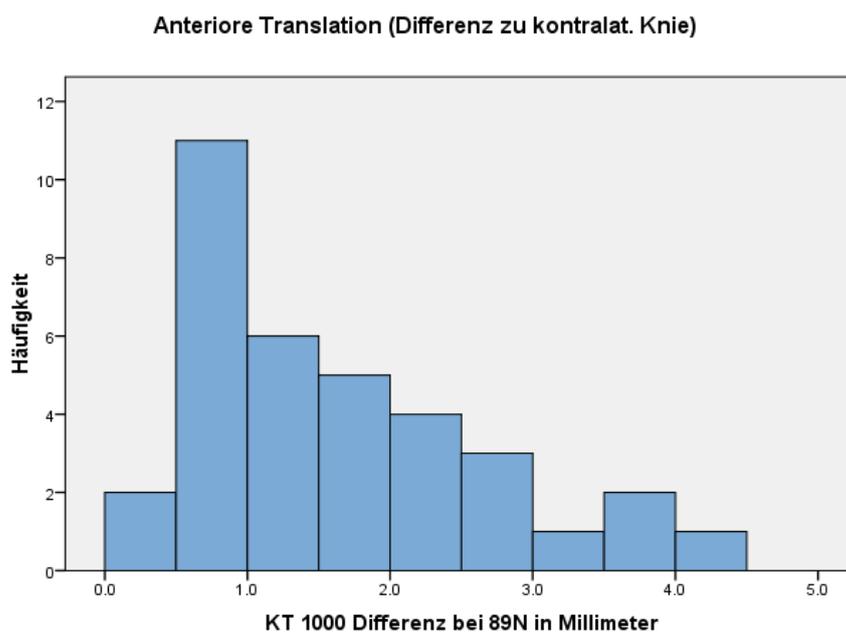


Diagramm 11: Ergebnisse der KT1000 Messung, n=54

Bei der Untersuchung des Single Leg Hop Test erreichten die untersuchten Patienten im Mittel 87.67% der Sprungdistanz des nicht operierten Beines (Min. 70, Max. 100%).

Bei der zusammenfassenden Auswertung des IKDC Knie-Untersuchungsbogens zeigte sich bei 90,7% der nachuntersuchten Patienten ein Ergebnis A oder B, also „Sehr gut“ oder „Gut“. D und definiert als „Schlecht“ fand sich in keinem Fall. (Diagramm 12)

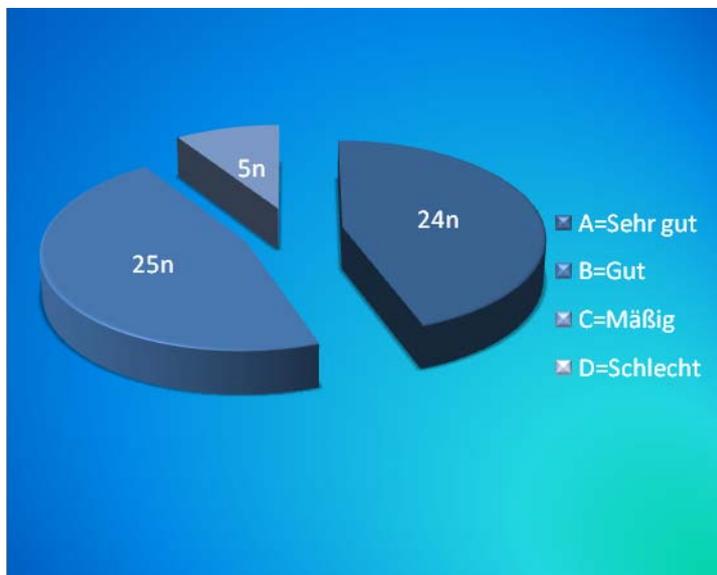


Diagramm 12: Detaillierte Ergebnisse des IKDC Untersuchungsbogen

Die nachuntersuchten Patienten wurden über Ihre Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis befragt. Insgesamt 50 Patienten gaben an „Zufrieden“ oder „Sehr Zufrieden“ zu sein, 4 Patienten äußerten sich als „Unzufrieden“ (Diagramm 13)

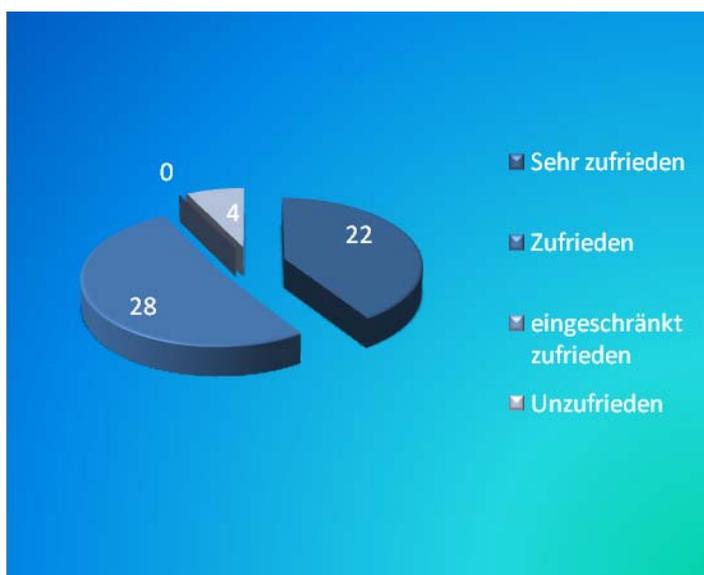


Diagramm 13: Angaben über die Zufriedenheit mit dem erreichten Operationsergebnis.

Es erfolgte weiter eine Befragung über das Auftreten von Schmerzen bei der Belastung des Kniegelenkes, z.B. bei der Arbeit oder beim Sport. Die Beantwortung erfolgte mittels einer visuellen Analog Skala von 0 bis 9. Bei 85% der Patienten lag die Antwort innerhalb des Bereiches von 0 bis 3 (Diagramm 14).

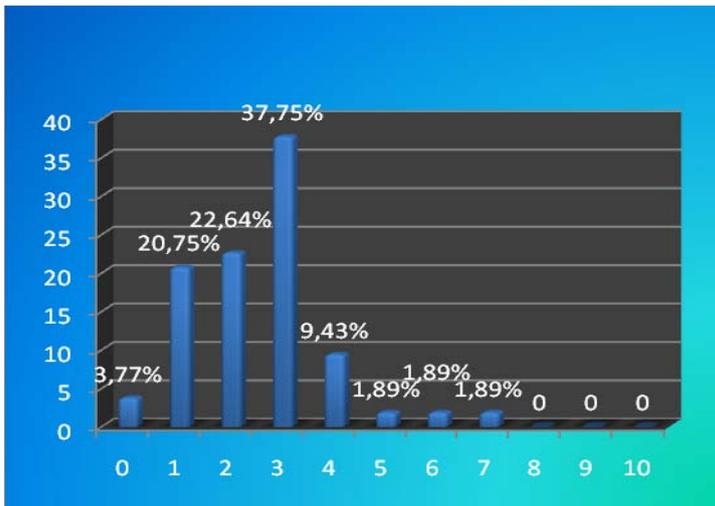


Diagramm 14: Visuelle Analogscala 1-10

Der Tegner Aktivitäts-Index wurde vor dem Auftreten der Knieverletzung im Mittel (n=54) mit 5,35 Punkten (Min. 3, Max. 10 Punkte, Std.Abw. 1,32) angegeben. Der Index zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde im Mittel mit 4,22 Punkten (Min. 1, Max. 10 Punkte, Std.Abw. 1,59) angegeben. Es resultiert hiermit eine Differenz von prä- zu postoperativem Indexwert von 0,96 Punkten im Mittel.

Die Auswertung des Lysholm-Gilquist Score ergab bei einem Minimalwert von 20 und einem Maximalwert von 100 einen Durchschnittswert von 80,8 Punkten bei einer Standardabweichung von 11,8 Punkten.

Die von den Testautoren empfohlene Gruppierung von Ergebnissen sieht die folgende Zuordnung vor:

- <70 Punkte Schlecht
- 70 bis <80 Punkte Zufriedenstellend
- 80 bis <90 Punkte Gut
- 90 bis 100 Punkte Sehr Gut

Folgend dieser Einteilung zeigte sich bei 3 Patienten (5,6%) ein schlechtes Ergebnis (Diagramm 15). Bei 35 Patienten war das Ergebnis als sehr gut oder gut einzuordnen (64,8%).

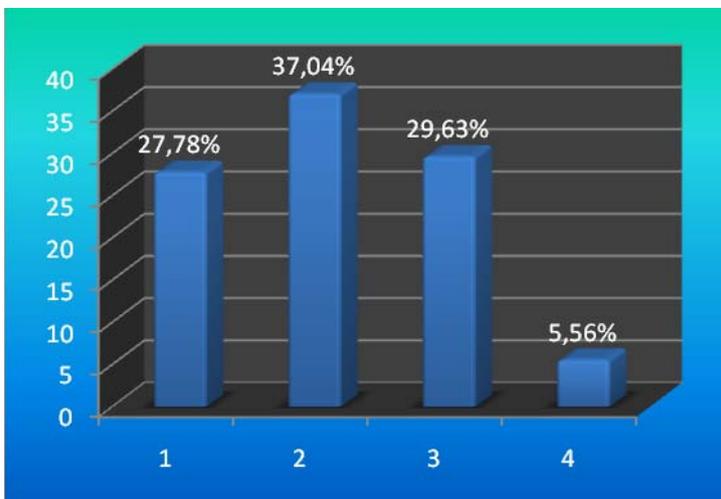


Diagramm 15: Detaillierte Auswertung des Lysholm-Score in Prozent.

Die Auswertung des IKDC Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies ergab für die Gesamtpunktzahl einen Mittelwert von 68,1 Punkten (29-87 Punkte, Std. Abw. 12,2). Wie vom IKDC empfohlen, wurden zur Ermittlung des Gesamtergebnisses die Ergebnisse für die Einzelpunkte addiert und dann zu einer Skala mit dem Bereich 0 bis 100 transformiert. Diese von uns als IKDC 100 benannte Auswertung ergab einen Mittelwert von 78,3 Punkten bei einem minimalen Wert von 33,5 und maximalen Wert von 100 Punkten (Std.Abw. 14,1).

In 4 von 54 Fällen des nachuntersuchten Kollektives wurde ein schlechtes Ergebnis im subjektiven IKDC oder Lysholm Test erzielt. Es erfolgte eine konkrete Evaluation der Fälle, da sich eine statistische Korrelation mit dem klinischen Ergebnis nicht nachweisen ließ.

Bei einem Fall zeigte sich im Rahmen der Kreuzbandplastik ein traumatischer Knorpelschaden, simultan zur Kreuzbandplastik erfolgte eine Knorpeltransplantation.

In einem weiteren Fall, bei einem 21 Jahre alten Mann, als Verkäufer tätig, der als Fußgänger angefahren wurde, bestand eine ipsilaterale Weber B Fraktur, die konservativ im Gips mit Entlastung für 6 Wochen behandelt wurde. Die subjektive Beurteilung nach 12 Monaten war schlecht. Der IKDC-Score 100 lag bei 70 und der Lysholm-Score bei 71. Der KT1000

Differenzwert mit 1,2mm und ohne den Hinweis einer Instabilität im pivot-shift oder Lachmann und einem relativ guten Wert im Hop-Test mit 84% wiesen auf kein Transplantatversagen hin. Die Tegner-Differenz wurde mit 1 angegeben. Ein wesentliches Beuge- oder Streckdefizit konnte nicht evaluiert werden. Der ursächliche Zusammenhang des schlechten Ergebnisses konnte nicht mit einer Insuffizienz der Ersatzplastik direkt ermittelt werden.

Ein 31 Jahre alter, sportlich sehr aktiver Patient, als Jurist tätig, wurde ähnlich schlecht im IKDC- und Lysholm-Score evaluiert. Der Lachmann und pivot-shift-Test blieben ebenfalls ohne Nachweis einer Instabilität. Der Patient berichtete nicht über eine Giving-Way-Symptomatik sondern über eine persistierende Schmerzsymptomatik beim Treppensteigen und Knien sowie beim Einnehmen der Hockstellung. Diese Einschränkung führte zu dem schlechten subjektivem Nachuntersuchungsergebnis.

Bei einer 39 Jahre alten Lehrerin erfolgte die Versorgung bei nachgewiesener Kreuzbandruptur, 7 Monate nach dem Unfallereignis. Die Diagnose wurde durch eine Arthroskopie unmittelbar nach dem Unfall gestellt. Ein partielles Meniskusshaving wurde durchgeführt und die Kreuzbandstümpfe reseziert. Bei persistierender Instabilität nach extensiver Physiotherapie erfolgte verzögert die Plastik. Nach 14 Monaten zeigte sich bei der Nachuntersuchung ein schlechter IKDC-Score 100 mit 65, ein Lysholm-Score von 69 und ein Tegner Differenzwert von 4. Der Hop-Test ergab 90%, Lachmann war I° positiv bei festem Anschlag und der KT 1000 wies eine Differenz von 0,9mm auf. Die Flexion war endgradig eingeschränkt. Eine leichte Belastungsinsuffizienz mit 2 cm Muskelminderung für den Oberschenkel ließ sich nachweisen.

Zusammenfassend konnte in der Nachuntersuchung in allen 4 Fällen mit schlechtem Ergebnis im IKDC- und Lysholm-Score kein Transplantatversagen im Sinne einer Instabilität nachgewiesen werden. Ein Hinweis darauf, dass es sich um ein schlechtes transplantatabhängiges Resultat handelte, fand sich also nicht.

DISKUSSION

Transarthroskopisch eingebrachte autologe Ersatzplastiken stabilisieren ein VKB-insuffizientes, rotationsinstabiles Kniegelenk. Die Ersatzplastiken führen für den Patienten in hohem Maße zum Rückgewinn der uneingeschränkten Kniefunktion mit Erreichen prätraumatischer Aktivitätsniveaus unter gleichzeitiger Prävention von Sekundärschäden.[35, 62, 92, 99, 100] Dies ist mit einer Vielzahl klinischer Daten gut dokumentiert.

Allografts, synthetische und xenogene Transplantatverfahren erzielten in Nachuntersuchungen eindeutig schlechtere Ergebnisse, so dass nicht weiter darauf eingegangen wird.

Diese Studie zeigt, dass die freie Quadrizepssehne mit tibialer und femoraler Cross-Pin-Fixierung als Primärimplantat in der Kreuzbandchirurgie, mit vergleichbar guten Ergebnissen in der Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der als „Gold-Standard“ bezeichneten etablierten Verfahren der BPTB- und SST-Transplantate, verwendet werden kann. Dabei sind die biomechanischen Eigenschaften der Quadrizepssehne vergleichbar und wie bereits dargestellt, bei der Ermittlung messtechnischer biomechanischer Werte im konditionierten Zustand sogar gering besser, gegenüber denen, der Patellar- und Semitendinosus-Sehne. In anatomischen Studien zeigte sich ein durchschnittlich längerer Sehnenverlauf mit größerer Querschnittsfläche in vivo. [26, 65, 74, 79, 167, 192-194, 215] Im Hinblick operationstechnischer Ansprüche ist dies ein deutlicher Vorteil der Quadrizepssehne.

Die unterschiedlichen Fixationsmethoden sind neben der, im Vergleich zum originären Kreuzband gering bis äquivalenter biomechanischer Leistungsfähigkeit eines Kreuzbandtransplantates, ein auf das subjektive und objektive Outcome beeinflussendes Maß in der Kreuzbandchirurgie.[87, 109] In biomechanischen Tests unterschiedlicher Fixationsmethoden mit biodegradierbaren und metallischen Interferenzschrauben, mit oder ohne Knochenblock am Transplantat und EndoButton Fixierung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.[30, 32] Die Cross-Pin-Fixierung verschiedener Transplantate

zeigte in Vergleichsuntersuchungen mit anderen Fixationsmethoden vergleichbar gute klinische Resultate.[150]

Ishibashi konnte nachweisen, dass vor allem die ansatznahe Befestigung des Transplantates eine wichtige Voraussetzung für einen stabilen Einheilungsprozess und damit für ein suffizientes Langzeitergebnis darstellt. [94] Dieses Ergebnis wurde von Kurosaka bestätigt, der eine größere Steifheit der ansatznahen Interferenzschrauben-Fixierung des Patellarsehnen-Transplantates nachwies. [109] Zusätzlich wird durch die ansatznahe, den Bohrkanal vollständig verschließende Transplantatfixierung das lokale Einschwellen von Synovialflüssigkeit, das für die gestörte Einheilung des Transplantats verantwortlich zu sein scheint, entgegen gewirkt. Der Scheibenwischer- und Bungee-Seil-Effekt und einer daraus resultierenden Bohrkanalerweiterung kann mit dieser Fixationsart suffizient verhindert werden. [36, 86] Inwieweit die gestörte Transplantateinheilung langfristige Auswirkung auf die Stabilität und damit das klinische Ergebnis haben wird, muss allerdings noch belegt werden. [47] Es wurde aber nachgewiesen, dass eine Korrelation zwischen Einheilung und biomechanischer Belastungsfähigkeit des Transplantates besteht.[158] Eine unvollständige knöchernende Integration des Transplantates impliziert rückschliessend somit eine schlechtere Langzeitstabilität.

Die in dieser Studie neue Technik der femoralen und tibialen Cross-Pin-Fixierung bei Quadrizepssehnen-Transplantaten wird der Forderung einer ansatznahen Fixierung gerecht und führt, begründet durch die genannten Studienergebnisse zum histologischen und biomechanischen Verhalten von Kreuzbandtransplantaten, sukzessive zu einer guten Einheilung des Transplantates und voraussichtlich dadurch auch zu einem langfristigen Stabilitätsverlust. Zusätzlich resultiert aus dieser Fixationsmethode eine geringere Entnahmemorbidität als bei BTB-Transplantaten. Durch die Verwendung eines resorbierbaren Materials ist eine MRT-morphologische Untersuchung ohne Artefaktbildung möglich. Bei eventuellen Revisionseingriffen besteht keine Notwendigkeit der Entfernung des Fixationsmaterials.

Vergleiche der Nachuntersuchungsergebnisse aus dieser Studie mit denen anderer Studien können abschätzend gemacht werden. Allerdings gilt es dabei zu berücksichtigen, dass trotz der Verwendung objektiver Score-Systeme, in der Gegenüberstellung die Studien in Bezug

auf die Zusammensetzung des Patientenkollektives mit unterschiedlichen biometrischen Daten und divergierender Aktivitätsniveaus, simultan vorliegender intraartikulärer Verletzungen oder degenerativer Vorschäden, der Art der Transplantatverwendung und – fixierung, der rehabilitativen Behandlung und der Nachuntersuchungsintervalle, zum Teil deutliche Unterschiede aufzeigen.

Um einen abschätzenden Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit anderen Ergebnissen der etablierten Verfahren machen zu können, erfolgt zunächst die Darstellung und Interpretation der Vergleichsuntersuchungen der Semitendinosus/Gracilis-, versus Bone-Patellar-Tendon-Bone Transplantate, soweit die Nachuntersuchungsalgorithmen und die Studiendesigns dies ermöglichen. Offensichtliche, gravierende Unterschiede im postoperativen Outcome konnten nicht ermittelt werden.[5, 48, 70, 121, 149, 150, 156, 204, 214] Eine von Corry durchgeführte Studie, die der Forderung eines gut vergleichbaren Kollektives entsprach, wird an dieser Stelle exemplarisch zusammengefasst. Dabei wurden 4-fach Hamstring-Transplantate mit Bone-Patellar-Tendon-Bone Transplantaten, die mit Interferenzschrauben tibial und femoral fixiert wurden, nachuntersucht. Die vergleichende Aussagefähigkeit dieser Studie wurde dabei deutlich erhöht, da im Hinblick auf das gewählte Patientenkollektiv, keine Unterschiede zu verzeichnen waren und es sich ausschließlich um eine akute, isolierte VKB-Ruptur handelte, die innerhalb eines 12 wöchigen Zeitintervalls, bei zurückgewonnener, normaler Kniebewegungsfähigkeit, in identischer Operationstechnik versorgt wurde. Jeweils 90 Patienten mit gleichzusetzenden Kriterien wurden für jedes Operationsverfahren aus einem Kollektiv von insgesamt 705 Patienten in einem Zeitraum von 2 Jahren, mit gleichen subjektiven und objektiven Score-Systemen nachuntersucht. Im Lysholm-Score wurden 86% in beiden Gruppen mit gut bis exzellent beurteilt. 82% in der Patellarsehnen-Gruppe und 89% in der Hamstring-Gruppe erreichten im IKDC ein gutes bis sehr gutes Ergebnis, wobei 81% einen negativen Lachmann-Test in der Patellarsehnen-Gruppe gegenüber 75% in der Hamstringsehnen-Gruppe hatten. Bei 91% bzw. 82% fand sich in der Patellar-/Hamstring-Gruppe kein pivot-shift-Zeichen. 97% bzw. 99% erzielten im Single-Leg-Hop-Test bis 80% der Sprungdistanz zur kontralateralen Seite. Zusammengefasst waren die Ergebnisse hinsichtlich der Stabilität, der Bewegungsfähigkeit und genereller subjektiver Einschätzung vergleichbar, berücksichtigt man in der multiplen Regressionsanalyse eine schwache Korrelation

zwischen KT 1000, IKDC und Lysholm Score. In beiden Gruppen wurden I-II° Aktivitätsniveaus erreicht, wobei signifikant mehr Patienten der Patellarsehnen-Gruppe ein I° Aktivitätsniveau erreichten. Im KT 1000 Test und im Lachmann-Test wurde für Frauen in der Hamstring-Gruppe eine höhere Bandlaxizität ermittelt, ohne das Outcome zu beeinflussen. Der KT 1000 Test war signifikant besser in der Patellarsehnen-Gruppe. Nicht signifikant war eine nach 2 Jahren noch bestehende Oberschenkelumfangsminderung in der Patellarsehnen-Gruppe. Ein persistierender Knieschmerz beim Knien in der Nachuntersuchung nach 2 Jahren bestand bei 31% der Patienten der Patellarsehnen-Gruppe. Nur 6% in der Hamstring-Gruppe äußerte diese Beschwerdesymptomatik.

Im Vergleich dieser Untersuchungsdaten von Corry, dessen Studiendesign auf einen sehr guten Vergleich angelegt war, zu den bereits oben angegebenen vergleichenden SST/BPTP-Arbeiten, konnten die dargestellten Untersuchungsergebnisse im Wesentlichen bestätigt werden und alle Arbeiten zeigten keinen tatsächlichen Vorteil des einen oder anderen Transplantat-Verfahrens. Ausnahme blieb eine stark variierende Anzahl der Patienten der Patellarsehnen-Gruppe, die ein persistierendes Schmerzempfinden beim Knien angaben. Eine Re-Ruptur-Rate von 1-8% war den Studien zu entnehmen. Dabei muß berücksichtigt werden, dass es sich, wie zum Beispiel in der Studie von Corry, um Patientenkollektive handelte, die ein I-II° Aktivitätsniveau nach Kreuzbandersatz ausübten und sich aufgrund der hohen sportlichen Belastung 3-12% der Patienten in diesen Studien, sich eine kontralaterale Kreuzbandruptur zuzogen.

Diese Ergebnisse der genannten vergleichenden Studien, korrespondieren mit Resultaten einzeln durchgeführter Studien der beiden genannten etablierten Verfahren.[12, 44, 56, 97, 101, 110, 111, 113, 119, 197] Hinsichtlich der Aussagekraft der Studienergebnisse soll an dieser Stelle die Studie von Deehan beispielhaft dargestellt werden. Charakteristisch in diesem Fall und vor allem durchaus vergleichbar mit dem Studiendesign von Corry, ist, dass die Nachuntersuchungsergebnisse einem hoch motivierten, jungen Patientenkollektiv entstammen, das sich hinsichtlich biometrischer Daten und der ursprünglichen und gewünschten, postoperativ zu erreichenden hohen Aktivitätsniveaus, entstammen. Zusätzlich wurde ausschließlich eine isolierte, akute vordere Kreuzbandruptur in allen Fällen durch ein BPTB-Transplantat mit tibialer und femoraler Interferenzschrauben-Fixierung durch den gleichen Operateur versorgt. Sowohl das präoperative als auch postoperative

Physiotherapieprogramm wurde bei allen Patienten dieser Studie gleichermaßen durchgeführt. Andere Studien differenzierten ihre Einschlusskriterien nicht so detailliert, obgleich die Ergebnisse der objektiven und subjektiven Score-Systeme denen, der von Deehan gewonnen Ergebnissen, glichen.

In einem Untersuchungszeitraum von 5 Jahren beurteilten 95% von 80 nachuntersuchten Patienten in der subjektiven Einschätzung des IKDC eine normale bis fast normale Kniefunktion zurückgewonnen zu haben. 84% erreichten ein I-II° Aktivitätsniveau nach 2 Jahren. Nach 5 Jahren übten aber nur noch 69% der Patienten einen Sport mit I-II° Aktivitätsniveau aus. Entscheiden aber dabei war, dass nur 23% ihre sportlich Belastung reduzierten wegen einer schlechteren Kniefunktion während bei den anderen Patienten die Lebensumstände eine Reduzierung der sportlichen Aktivität erforderte. Bei 90% respektive 98% fand sich kein Lachmann bzw. `pivot-shift`. In der KT 1000 Messung ergab sich bei 80% ein anteriorer Tibiavorschub von weniger als 3 mm. Im Single-Leg-Hop-Test wurde im Mittel 89% der Sprungdistanz der kontralateralen Seite erreicht. Bei 44% lag auch nach 5 Jahren ein persistierender Schmerz beim Knien vor und 34% beklagten Schmerzen an der Entnahmestelle. 3 Re-Rupturen bei 11% Rupturen auf der kontralateralen Seite sprechen für die hohe sportliche Belastungsfähigkeit.

Insgesamt werden mit allen genannten Studien vergleichbare Werte erzielt, berücksichtigt man die Tatsache, dass zum Teil erhebliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Kollektive und der Operationstechnik als auch der Nachbehandlung vorlagen.

In einer prospektiv randomisierten Studie von Rose, die sich primär dem Vergleich von 2 unterschiedlichen Fixationsmethoden von Hamstring-Transplantaten widmete, erzielten in beiden Gruppen 90% der Patienten eine normale bis fast normale Kniefunktion. Die Werte für Lysholm, als auch die Stabilitätsprüfung zeigten keinen Unterschied innerhalb beider Gruppen und waren identisch mit denen von Deehan ermittelten Werte.[159] In einer Studie von Maeda, in der 41 Patienten mit Semitendinosus-Transplantaten versorgt, innerhalb von 48 Monaten nachuntersucht wurden, erreichten 83% eine normale bis fast normale Kniefunktion. 71% zeigten im KT 1000 einen Messwert kleiner als 3 mm im Seitenvergleich. Insgesamt wurde das Ergebnis als gut bewertet und ist im Wesentlichen mit allen anderen Studienergebnissen vergleichbar.[119]

Zusammenfassend setzen die subjektiv und objektiv erhobenen guten postoperativen Resultate der BPTB- und Semitendinosus-Transplantate einen Maßstab. Allerdings ist die Entnahmemorbidität der BPTB-Transplantate mit in 19-38% persistierendem, patellofemoralem Schmerz hoch und unterscheidet sich deutlich im Vergleich zu anderen Transplantat-Verfahren.[19, 25, 29, 54, 143]. Es werden Patella-Frakturen beschrieben[41] und persistierende Beugeeinschränkungen.[29, 131]

Die Semitendinosus-Entnahmemorbidität ist deutlich geringer. Dennoch wird Kraftminderung bei Rotationsbewegung beschrieben und aufgrund der Anatomie dieses Transplantates ist der Scheibenwischer-Effekt pathognomonisch.[181, 185] [148]

In ersten BQT-Ersatzplastiken Mitte der 80-er und Anfang der 90-er Jahre sind die Nachuntersuchungsergebnisse von Stanish et al. und Yasuda et al. keinesfalls ohne Zweifel. [211] Dabei wies Stanish auf die Notwendigkeit eines selektierten, sportlich aktiven Patientenkollektives hin, das einem geeigneten Rehabilitationsprogramm unterzogen werden sollte.[186] Die Verwendung der Quadrizepssehne blieb zunächst nur als Revisionstransplantat favorisiert. Mittlerweile wird die Quadrizepssehne, insbesondere bei nahezu fehlender Entnahmemorbidität, zunehmend häufiger verwendet. Erstmals wurde die Sehne als freies Transplantat von Fulkerson 1995 als VKB-Ersatz implantiert.[67] Die Nachuntersuchungsergebnisse bisheriger Studien unterscheiden sich nur unwesentlich in den subjektiven und objektiven Score-Auswertungen weder untereinander noch im Vergleich zu denen der „Standardverfahren“.[66, 88, 136, 182, 200] In der Langzeitstudie (5,5 Jahre Median) von Howe waren 92% der Patienten subjektiv mit dem Ergebnis sehr zufrieden oder zufrieden. Nur 5% waren unzufrieden und 3% enttäuscht. Insgesamt beklagten nur noch 5% eine postoperative Giving-Way-Symptomatik, die aber bei 93% der Patienten präoperativ vorlag. 91% der Patienten gaben keine Einschränkung der Kniefunktion gegenüber der präoperativen Belastbarkeit an. Allerdings erreichten postoperativ nur 82% das präoperative Aktivitätsniveau. 15% konnten dies nicht erreichen, obgleich dies sich nicht signifikant aus den klinischen Untersuchungsergebnissen ableiten ließ. 90% hatten keinen 'pivot-shift', 89% keinen Lachmann und 88% hatten für Beugung und Streckung insgesamt eine Bewegungseinschränkung von weniger als 10°. Im Rahmen der Langzeitstudie konnte aufgezeigt werden, dass bei insgesamt 66% der Patienten radiologisch eine degenerative Verschleißumformung zu verifizieren war, die aber nicht signifikant mit

dem klinischen Untersuchungsergebnis korrelierte. In der abschließenden Bewertung des Belastungsschmerzes, der Giving-Way-Symptomatik, der erreichten Funktion, des Lachmann-Testes, der messtechnischen Laxizitätsprüfung mit dem Genucom und dem Pivot-Shift-Zeichen waren 76% der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden. Eine Prozentzahl die im Vergleich zunächst niedrig scheint aber in der Gegenüberstellung mit anderen Studien, die gleiche oder bessere Ergebnisse erzielten, handelte es sich dabei nicht um Langzeitstudien und die verwendeten Score- und Rating-Systeme waren unterschiedliche, sodass unterschiedliche Untersuchungskriterien einen anderen Stellenwert in der Bewertung der Ergebnisse hatten.

In den Studien von Chen, Slullitel und Noronha wurden hinsichtlich der subjektiven und objektiven Scores vergleichende Ergebnisse zu allen Studien erzielt. Wesentlich war aber der Nachweis einer deutlich reduzierten Entnahmestellenmorbidity. [136] [39]

Im Hinblick der postoperativen, isokinetischen Kraftmessungen der Oberschenkelmuskulatur nach Quadrizeps- oder Patellarsehnen-Ersatzplastiken ergeben sich keine Unterschiede.[39, 211]

Die Quadrizepssehne ist aus biomechanischer Sicht mindestens gleichwertig und besser zu den genannten Transplantaten. [26, 79, 189, 190, 192] Dennoch ist bisher in allen Studien immer ein modifiziert eingebrachter Knochenblock oder ein Polylactid-Ball an das Sehnenende fixiert worden und mit Interferenzschrauben oder EndoButton im Knochenkanal verankert worden. Das hier gewählte Verfahren ist neu und Vergleiche mit anderen Studien, die diese Fixationsmethode bei Quadrizeps-Sehnen- Transplantation gewählt haben, liegen nicht vor.

Das Nachuntersuchungsintervall von im Mittel 14 Monaten ist im Vergleich zu den vorliegenden Quadrizeps-Studien (2Jahre-10Jahre) kurz.[39, 66, 79, 88, 105, 136, 155, 164, 182, 200, 211]

Insgesamt handelt es sich bei allen Studien mit mindestens 40 aber maximal 83 Patienten um verhältnismäßig kleine Kollektive.

Eine durchschnittliche Operationszeit von 94 Minuten bei entsprechendem Lernkurvenverlauf ist höher als alle anderen Vergleichswerte, soweit diese dargestellt wurden. Am Ende dieser Studie betrug die durchschnittliche Operationsdauer 70 Minuten

und das Transplantat konnte simultan zur arthroskopischen Vorbereitung des Kniegelenkes gehoben und präpariert werden. Das simultane Vorgehen ist ein zeitsparender Faktor dieser Operationstechnik.

Wie in den vergleichenden Untersuchungen wurden unmittelbare postoperative Komplikationen nicht festgestellt.

Angaben zu Patientenkollektiven und insbesondere biometrische Daten konnten aus den zu vergleichenden Nachuntersuchungsprotokollen nicht ermittelt werden. In dieser Studie handelt es sich um ein ausgesprochen inhomogenes Patientenkollektiv mit stark variierenden individuellen Unterschieden hinsichtlich des Alters, des Aktivitätsniveaus, der sportlichen Fitness und der Berufsausbildung. Ein hoher Anteil berufsgenossenschaftlich Versicherter hat zwar in der statischen Auswertung gegenüber den gesetzlich Krankenversicherten keinen signifikanten Unterschied in der Auswertung der subjektiven und objektiven Scoresysteme erbracht aber auch innerhalb dieser Versichertengruppen bestanden große individuelle Unterschiede.

Eine Seitendifferenz von weniger als 3mm im KT1000 zeigte sich bei 96% der Patienten und ist im Vergleich zu Studien der Standardverfahren ein hervorragendes Ergebnis. Durchschnittlich zeigt sich eine Differenz zwischen 84-89% von weniger als 3mm.[15, 122, 172] In allen Untersuchungen ist kein Hinweis auf ein Transplantatversagen mit mehr als 5 mm Differenz gefunden worden.

Das Ergebnis des Single-Leg-Hop-Testes mit knapp 87% ist hoch. Der unterste Wert in den Vergleichsstudien lag bei 75% (Fulkersen) und der höchste Wert bei 92% (Theut).

85% der Patienten gaben unter Belastung auf der visuellen Analogscala nur ein geringes Schmerzniveau an (max. 3 auf VAS). In der Langzeit-Studie von Howe waren 93% ohne Belastungsschmerz. Dieser Wert ist annähernd zu vergleichen, betrachtet man das kurze Nachuntersuchungsintervall. Der IKDC 100 mit 78,3 bestätigte ein vergleichbar gutes Ergebnis auch wenn dieser Wert etwas niedriger war, als in dem von Theut nach untersuchtem Patientenkollektiv (IKDC 100=86). Dies scheint begründet durch das sehr uneinheitliche Patientenkollektiv, ohne dies statistisch beweisen zu können.

Eine Beinumfangsdifferenz von 9,5% entspricht einer, als normal zu bewertenden postoperativen Differenz nach Kreuzbandersatz und weist somit auf keine

transplantatspezifische Problematik hin. Eine dynamische Kraftmessung wäre erforderlich, um ein Defizit besser evaluieren zu können, ist in dieser Studie aber nicht durchgeführt worden. Nach Yasuda haben 85% der männlichen Patienten und nur 70% der weiblichen Patienten das volle Kraftmaß nach einem Jahr erreichen können. Rückschliessend bedeutet ein Kraftdefizit eine Muskelminderung und somit sind auch diese Daten annähernd vergleichbar.

Ein geringes Beugedefizit liegt zum Zeitpunkt der Untersuchung vor. Dokumentierte postoperative Beugeeinschränkung bei 2,3% der Pat. innerhalb eines Zeitraumes von 3 Monaten bis zu 4 Jahren werden in der Literatur angegeben.[154]

Der Tegner-Aktivitäts-Index weist mit einer Differenz von 0,96 auf ein gutes zurückgewonnenes Bewegungsausmaß hin. Dieses Ergebnis korrespondiert mit den Ergebnissen der Vergleichsstudien.

5,6% der Patienten sind unzufrieden wobei in der Nachuntersuchung kein Hinweis auf ein Transplantatversagen vorliegt. Diese Zahl findet sich ebenso in den Vergleichsstudien.[88]

Sehr zufrieden und zufrieden mit dem Operationsergebnis sind 90% der Patienten. Auch dieses Ergebnis wird annähernd durch nahezu alle, in dieser Studie genannten Vergleichsuntersuchungen, erzielt.

Ein persistierendes patello-femorales Schmerzsyndrom oder andere Anzeichen einer Transplantatentnahmemorbidität, insbesondere sekundäre Quadrizpesschenrupturen, liegen nicht vor.

Sämtliche genannte Nachuntersuchungen, einzeln oder im Vergleich durchgeführt, ergeben ähnliche Resultate in der Auswertung der subjektiven und objektiven Scoresysteme soweit die Untersuchungsalgorithmen dies zulassen.

Innerhalb dieser Studie ergibt sich statistisch ermittelt kein Unterschied der subjektiven und objektiven Beurteilung im Hinblick auf das Geschlecht, des Alters und Versichertenstatus sowie des sportlichem Aktivitätsniveaus. Kein signifikanter Einfluss auf die Bewertung ergibt sich aus den Begleitverletzungen und dem im Mittel von 9 Monaten sehr langem Zeitraum zwischen Unfallereignis und operativer Versorgung. Berücksichtigt werden muss dabei, dass bei 9 Patienten eine Kreuzbandersatzplastik nach 13-79 Monaten durchgeführt wurde und somit dieser sehr hohe Mittelwert erklärt wird.

Anhand vergleichbarer postoperativer Ergebnisse gegenüber denen, der etablierten Transplantatverfahren und insbesondere guter, biomechanischer Eigenschaften, ist die Quadrizepssehne ein geeignetes Primärtransplantat zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes.

Die fehlende Entnahmemorbidität bestätigt diese Einschätzung.

Die resultierende Stabilität des Kniegelenkes ist gut und mit Standardverfahren absolut vergleichbar.

Die anatomischen Vorteile der Sehne sind beschrieben.

Die erstmals mit dem Quadrizepssehnentransplantat gewählte Cross-Pin-Fixierung scheint durch das klinische Nachuntersuchungsergebnis, die bereits in biomechanischen Tests nachgewiesenen, stabilen Fixationscharakteristika zu bestätigen.

Die Einheilung des Transplantates und damit die Garantie eines langfristigen Stabilitätsverlustes scheinen durch diese Fixationsmethode gegeben. Zumal im Vergleich zur Interferenzschraube die ossäre Kontaktfläche für den Einheilungsprozess des Transplantates grösser und eine Beschädigung durch scharfe Schraubengewindgänge ausgeschlossen ist.

Das Einbringen der Cross-Pins ist über das entsprechende Zielinstrumentarium operationstechnisch einfach und sicher.

Im Falle einer Revisionsoperation muss das Fixationsmaterial nicht entfernt werden.

Die Vorteile des bioresorbierbaren Materials für eine MRT Untersuchung sind bei fehlender Artefaktbildung unabhängig zur Fixationsmethode bekannt.

Die Korrelation der subjektiven und objektiven Ergebnisse zeigt keinen signifikanten Unterschied.

ZUSAMMENFASSUNG

In der Behandlung, der aus der Ruptur des vorderen Kreuzbandes resultierenden, klinisch symptomatischen Kniegelenkinstabilität, etablierte sich in jahrzehntelangen Untersuchungen anatomisch- biomechanischer Grundlagen des Kniegelenkes, die Notwendigkeit des Ersatzes des insuffizienten, vorderen Kreuzbandes, und das, mit stetig wachsender Inzidenz im Verlauf der letzten Jahre.

Durch die Fortschritte der Operationstechniken, und in Kenntnis zahlreicher Studienergebnisse biomechanischer Eigenschaften xenogener, allogener und autologer Transplantate dominieren zwei Ersatzverfahren. Durch Evaluation der patientenseitigen subjektiven und objektiven Ergebnisse mit Hilfe einer Vielzahl von Score-Systemen, erfolgte die Beurteilung und Vergleichbarkeit der Ersatzverfahren. Mit jeweiligen Vor- und Nachteilen ist derzeit noch die autologe Patellar-Sehne das Standardverfahren in der Kreuzbandersatz-Chirurgie, unmittelbar gefolgt durch die Semitendinosus-Plastik. In analoger Weise erfolgte mit wachsender Erfahrung und technischer Entwicklung die Einschätzung unterschiedlicher anatomischer, semi-und extraanatomischer Fixationsmethoden, der mit Knochenblöcken endenden oder als freie Sehnenenden vorliegenden Transplantate. Dabei sind metallische oder bioresorbierbare Schrauben oder Stifte und Faden-Anker-Systeme als Fixationsmöglichkeiten hinsichtlich der biomechanischen Leistungsfähigkeit in zahlreichen Studien nachuntersucht und aus dem resultierenden Ergebnissen, analog zu den Ergebnissen der unterschiedlichen Sehnentransplantate, ergeben sich Vor- als auch Nachteile der jeweiligen Fixationsmethoden.

Auf der Suche nach Alternativen, um die Nachteile der Standardverfahren und der jeweiligen Fixationsmethoden aufheben zu können, ohne das Wissen um die Vorteile dieser Operationserfahren außer acht zu lassen, war es Ziel dieser Studie, Untersuchungsergebnisse über die freie Quadrizepssehnen-Ersatz-Plastik zu erheben und mit denen der Standardverfahren zu vergleichen. Das Fixationsverfahren der freien Quadrizepssehne mit bioresorbierbaren Cross-Pins ist dabei in dieser Studie neuartig weil sowohl tibial als auch femoral diese Fixierung durchgeführt wurde.

In diese prospektive Studie wurden 54 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 31 Jahren (St.-Abw. 10,7 Jahre) aufgenommen. Es handelte sich hinsichtlich der biometrischen Daten um ein sehr inhomogenes Patientenkollektiv, das zwischen Januar 2004 und Dezember 2005, in 3 miteinander kooperierenden Kliniken mit einer freien, transarthroskopisch eingebrachten Quadrizepssehnen-Plastik bei traumatischer VKB-Ruptur operativ versorgt und im Mittel 14 Monate postoperativ nachuntersucht wurde. In 47% handelte es sich um eine Sport bedingte Verletzung. In nur 46% handelte es sich um eine isolierte VKB-Ruptur und bei 21% lag ein behandlungsbedürftiger, komplexer Kniebinnenschaden oder eine III-IV° Knorpelschädigung vor.

Die klinische Nachuntersuchung erfolgte durch die Evaluation der subjektiven und objektivierbaren Einschätzung des Operationsergebnisses mit Hilfe des IKDC-, des Lysholm-Gilquist-Scores sowie des Tegner-Aktivitätsindex, des Single-Leg-Hop-Testes, der Umfangsbestimmung der unteren Extremitäten und der Stabilitätsprüfung durch das KT1000 Arthrometer, des Lachmann- und des `pivot-shift`-Testes.

92,5% der Patienten waren sehr zufrieden oder zufrieden. 90% wurden im IKDC mit sehr gut oder gut bewertet. Im Single-Leg-Hop-Test konnte 88% der Sprungdistanz der gesunden Seite erreicht werden. Der Lysholm-Score lag bei 80 und der Tegner-Aktivitätsindex bei 0,96. Auf einer visuellen Analogskala gaben 85% ein Schmerzniveau von 0-3 an. Im KT1000 Differenzwert wurde im Mittel mit 1,53 mm bemessen. Bei 15% der Patienten fand sich ein I° positiver Lachmann-Test. Ein positiver Pivot-Shift-Test fand sich bei keinem Patienten. Die Umfangsdifferenz betrug 9,5% Minderung zur gesunden Seite. Eine Entnahmemorbidität resultierte nicht. 4 mal erfolgte eine Revisions-Arthroskopie (2xArthrolyse/2x Meniskusresektion medial). Ein Transplantatversagen konnte nicht ermittelt werden.

Im Vergleich zu den Studienergebnissen der etablierten VKB-Ersatzverfahren, erwies sich die freie Quadrizepssehne in der Kombination mit einer Cross-Pin-Fixierung zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes als ein gleichwertiges Verfahren, welches in Zukunft auch auf Grund der geringen Entnahmemorbidität als primäres Ersatzverfahren an Bedeutung gewinnen kann.

Im nächsten Schritt müssen randomisierte , prospektive Studien zum direkten Vergleich mit einem der etablierten Verfahren durchgeführt werden, um den exakten Stellenwert dieser neuartigen OP-Methoden evaluieren zu können.

LITERATURVERZEICHNIS

1. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSSM) - Scoring form for the subjective module of the IKDC form in comparison to a healthy group of same age and gender.* 2000 [cited 25.05.2005]; American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSSM). Accessed 25.05.2005]. Available from: <http://www.sportsmed.org/downloads/Excel/>.
2. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSSM): International Knee Documentation Committee Forms.* 2000 [cited 25.5.2005]; Available from: http://www.sportsmed.org/research/docs/IKDC_deutsch.pdf.
3. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSSM): International Knee Documentation Committee Forms - Normative Data* 2000 [cited 25.05.2005]; Available from: <http://www.sportsmed.org/downloads/Excel/>.
4. Adam, F., D. Pape, et al., [*Biomechanical properties of interference screw implantation in replacement of the anterior cruciate ligament with patellar and hamstring transplants. An experimental study using roentgen stereometry analysis (RSA)*]. *Orthopade*, 2001. **30**(9): p. 649-57.
5. Aglietti, P., R. Buzzi, et al., *Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction.* *Am J Sports Med*, 1994. **22**(2): p. 211-7; discussion 217-8.
6. Amiel, D., J.B. Kleiner, and W.H. Akeson, *The natural history of the anterior cruciate ligament autograft of patellar tendon origin.* *Am J Sports Med*, 1986. **14**(6): p. 449-62.
7. Amiel, D., J.B. Kleiner, et al., *The phenomenon of "ligamentization": anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon.* *J Orthop Res*, 1986. **4**: p. 162-172.
8. Andersson, C., M. Odensten, and J. Gillquist, *Knee function after surgical or nonsurgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament: a randomized study with a long-term followup period.* *Clin Orthop Relat Res*, 1991. **220**: p. 255-263.
9. Arms, S.W., M.H. Pope, et al., *The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction.* *Am J Sports Med*, 1984. **12**(1): p. 8-18.
10. Arnoczky, S.P., *Anatomy of the anterior cruciate ligament.* *Clin Orthop Relat Res*, 1983(172): p. 19-25.
11. Arnoczky, S.P., G.B. Tarvin, and J.L. Marshall, *Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. An evaluation of graft revascularization in the dog.* *J Bone Joint Surg Am*, 1982. **64**: p. 217-224.
12. Arnoczky, S.P., R.F. Warren, and M.A. Ashlock, *Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft. An experimental study.* *J Bone Joint Surg Am*, 1986. **68**(3): p. 376-85.
13. Augustine, R.W., *The unstable knee.* *Am J Surg* 1956. **92**: p. 380-388.
14. Aune, A.K., A. Ekeland, and P.W. Cawley, *Interference screw fixation of hamstring vs patellar tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction.* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1998. **6**(2): p. 99-102.

15. Aune, A.K., I. Holm, et al., *Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up.* Am J Sports Med, 2001. **29**(6): p. 722-8.
16. Bach, B.R., Jr., R.F. Warren, et al., *Arthrometric evaluation of knees that have a torn anterior cruciate ligament.* J Bone Joint Surg Am, 1990. **72**(9): p. 1299-306.
17. Bircher, E., *Die Arthroendoskopie.* Zentralbl Chir, 1921: p. 1460-1461.
18. Bircher, E., *Beitrag zur Pathologie und Diagnose der Meniscus-Verletzung.* Bruns Beitr Klin Chir, 1922. **127**: p. 239-250.
19. Blauth, W., *[2-strip substitution-plasty of the anterior cruciate ligament with the quadriceps tendon].* Unfallheilkunde, 1984. **87**(2): p. 45-51.
20. Blauth, W., *Die zweizügelige Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes mit der Quadricepssehne.* Unfallheilkunde, 1984. **87**: p. 45-51.
21. Bonnet, A., *Traité des maladies des articulations.* Baillière, 1845. **Paris**: p. pp 1-1,300.
22. Bonnet, A., *Traité de thérapeutique des maladies articulaires.* Baillière, 1853(Paris): p. pp 354-357.
23. Bosch, U. and W.J. Kasperczyk, *[The healing process after cruciate ligament repair in the sheep model].* Orthopade, 1993. **22**(6): p. 366-71.
24. Bosworth, B. and Bosworth, *Use of fascia lata to stabilise the knee in cases of ruptured crucial ligaments.* J bone Joint Surg, 1936. **18**: p. 178-179.
25. Boszotta, H. and K. Prunner, *Refilling of removal defects: impact on extensor mechanism complaints after use of a bone-tendon-bone graft for anterior cruciate ligament reconstruction.* Arthroscopy, 2000. **16**(2): p. 160-4.
26. Brand, J., Jr., D. Hamilton, et al., *Biomechanical comparison of quadriceps tendon fixation with patellar tendon bone plug interference fixation in cruciate ligament reconstruction.* Arthroscopy, 2000. **16**(8): p. 805-12.
27. Brand, J., Jr., A. Weiler, et al., *Graft fixation in cruciate ligament reconstruction.* Am J Sports Med, 2000. **28**(5): p. 761-74.
28. Brand, J.C., Jr., D. Pienkowski, et al., *Interference screw fixation strength of a quadrupled hamstring tendon graft is directly related to bone mineral density and insertion torque.* Am J Sports Med, 2000. **28**(5): p. 705-10.
29. Breitfuss, H., R. Frohlich, et al., *The tendon defect after anterior cruciate ligament reconstruction using the midthird patellar tendon--a problem for the patellofemoral joint? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1996. 3(4): p. 194-8.*
30. Brown, C.H., Jr., A.T. Hecker, et al., *The biomechanics of interference screw fixation of patellar tendon anterior cruciate ligament grafts.* Am J Sports Med, 1993. **21**(6): p. 880-6.
31. Brown, C.H., Jr., M.E. Steiner, and E.W. Carson, *The use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. Technique and results.* Clin Sports Med, 1993. **12**(4): p. 723-56.
32. Brown, G.A., F. Pena, et al., *Fixation strength of interference screw fixation in bovine, young human, and elderly human cadaver knees: influence of*

- insertion torque, tunnel-bone block gap, and interference. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1996. **3**(4): p. 238-44.
33. Burnett, Q.M., 2nd and P.J. Fowler, *Reconstruction of the anterior cruciate ligament: historical overview. Orthop Clin North Am*, 1985. **16**(1): p. 143-57.
 34. Butler, D.L., E.S. Grood, et al., *Biomechanics of ligaments and tendons. Exerc Sport Sci Rev*, 1978. **6**: p. 125-81.
 35. Caborn, D.N. and B.M. Johnson, *The natural history of the anterior cruciate ligament-deficient knee. A review. Clin Sports Med*, 1993. **12**(4): p. 625-36.
 36. Cameron, M., A. Buchgraber, et al., *The natural history of the anterior cruciate ligament-deficient knee. Changes in synovial fluid cytokine and keratan sulfate concentrations. Am J Sports Med*, 1997. **25**(6): p. 751-4.
 37. Campbell, W., *Repair of ligaments of the knee. Surg Gynecol Obstet*, 1936: p. 964.
 38. Campbell, W., *Reconstruction of the ligaments of the knee. Am J Surg*, 1939. **43**: p. 473-480.
 39. Chen, C.H., W.J. Chen, and C.H. Shih, *Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. J Trauma*, 1999. **46**(4): p. 678-82.
 40. Chick, R.R. and D.W. Jackson, *Tears of the anterior cruciate ligament in young athletes. J Bone Joint Surg Am*, 1978. **60**(7): p. 970-3.
 41. Christen, B. and R.P. Jakob, *Fractures associated with patellar ligament grafts in cruciate ligament surgery. J Bone Joint Surg Br*, 1992. **74**(4): p. 617-9.
 42. Claes, L., *Biomechanical properties of human ligaments. Aktuelle Probl Chir Orthop*, 1983. **26**: p. 10-7.
 43. Claes, L. and R. Neugebauer, *In vivo and in vitro investigation of the longterm behavior and fatigue strength of carbon fibre ligament replacement. Clin Orthop Relat Res*, 1985. **196**: p. 99.
 44. Clancy, W.G., Jr., D.A. Nelson, et al., *Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. J Bone Joint Surg Am*, 1982. **64**(3): p. 352-9.
 45. Clark, J.M. and J.A. Sidles, *The interrelation of fiber bundles in the anterior cruciate ligament. J Orthop Res*, 1990. **8**(2): p. 180-8.
 46. Clark, R., R.E. Olsen, et al., *Cross-pin femoral fixation: a new technique for hamstring anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. Arthroscopy*, 1998. **14**(3): p. 258-67.
 47. Clatworthy, M.G., P. Annear, et al., *Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1999. **7**(3): p. 138-45.
 48. Corry, I.S., J.M. Webb, et al., *Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. Am J Sports Med*, 1999. **27**(4): p. 444-54.
 49. Cotton, F.J. and G.M. Morris, *Artificial ligaments at the knee: Technique. New Engl J Med*, 1934. **210**: p. 1331.
 50. Curl, J.F.W., *Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5 year follow-up study. Am J Sports Med*, 1976. **4**: p. 95-100.

51. D Bosworth, B.B., *Use of fascia lata to stabilize the knee in cases of ruptured crucial ligaments*. J Bone Joint Surg, 1936: p. 178-179.
52. Daniel, D.M. and W.H. Akeson, *Knee Ligaments - Structure, Function, Injury and Repair*. 1 ed. ed, ed. R. Press. 1990, New York.
53. Daniel, D.M., R. Sachs, et al., *Instrumented measurement of anterior laxity in patient with acute anterior cruciate ligament disruption*. Am J Sports Med 1985. **13**(6): p. 401- 407.
54. Daniel, D.M., M.L. Stone, et al., *Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study*. Am J Sports Med, 1994. **22**(5): p. 632-44.
55. Daniel, D.M., M.L. Stone, et al., *A measurement of lower limb function: The one leg hop distance*. Am J Knee Surg, 1988. **1**: p. 212-4.
56. Deehan, D.J., L.J. Salmon, et al., *Endoscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with an ipsilateral patellar tendon autograft. A prospective longitudinal five-year study*. J Bone Joint Surg Br, 2000. **82**(7): p. 984-91.
57. Denti, M., M. Bigoni, et al., *Long-term results of the Leeds-Keio anterior cruciate ligament reconstruction*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1995. **3**(2): p. 75-7.
58. DH O'Donoghue, C.R., Jr., GR Frank, SC Jack, R Kenyon *Repair of the anterior cruciate ligament in dogs*. J Bone Joint Surg, 1966. **48**: p. 503-519.
59. Dittel, L., *Ueber intraarticuläre Verletzungen am Knie*. Wiener Med Jahrbücher, 1876: p. pp 319-334.
60. Drongowski, R.A., A.G. Coran, and E.M. Wojtys, *Predictive value of meniscal and chondral injuries in conservatively treated anterior cruciate ligament injuries*. Arthroscopy, 1994. **10**(1): p. 97-102.
61. Elmqvist, L.G., R. Lorentzon, et al., *Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Long-term effects of different knee angles at primary immobilization and different modes of early training*. Am J Sports Med, 1988. **16**(5): p. 455-62.
62. Feagin, J.A., Jr., *The syndrome of the torn anterior cruciate ligament*. Orthop Clin North Am, 1979. **10**(1): p. 81-90.
63. Fink, C., A. Genelin, et al., *[The treatment of fresh anterior cruciate ligament ruptures in relation to age and level of sports activity]*. Schweiz Z Med Traumatol, 1994(1): p. 26-9.
64. Friederich, N.F., W. Müller, and W.R. O'Brien, *Klinische Anwendung biomechanischer und funktionell anatomischer Daten am Kniegelenk*. Orthopäde, 1992. **21**: p. 41-50.
65. Fu, F.H., C.H. Bennett, et al., *Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction*. Am J Sports Med, 1999. **27**(6): p. 821-30.
66. Fulkerson, J.P., *Central quadriceps free tendon for anterior cruciament ligament reconstruction*. Op Tech Sports Med, 1999. **7**(4): p. 195-200.
67. Fulkerson, J.P. and R. Langeland, *An alternative cruciate reconstruction graft: the central quadriceps tendon*. Arthroscopy, 1995. **11**(2): p. 252-4.
68. Garth, W.P.J., *Current concepts regarding the anterior cruciate ligament* Orthop Rev, 1992. **21**: p. 565-75.

69. Girgis, F.G., J.L. Marshall, and A. Monajem, *The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis*. Clin Orthop Relat Res, 1975(106): p. 216-31.
70. Gobbi, A., S. Mahajan, et al., *Patellar tendon versus quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective clinical investigation in athletes*. Arthroscopy, 2003. **19**(6): p. 592-601.
71. Goetjes, *Kadaverstudien am Leichenkniegelenk*. Deutsche Zeitschrift Chirurgie, 1913. **123**: p. 216-231.
72. Groves, E.W.H., *The cruciate ligaments of the knee joint. Their function, rupture and the operative treatment of the same*. Br J Surg, 1909. **7**: p. 505.
73. Halata, Z., B.Y. Cooper, et al., *Sensory nerve endings in the hard palate and papilla incisiva of the goat*. Exp Brain Res, 1999. **129**(2): p. 218-28.
74. Hamner, D.L., C.H. Brown, Jr., et al., *Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques*. J Bone Joint Surg Am, 1999. **81**(4): p. 549-57.
75. Hanna, A.W., P.B. Pynsent, et al., *A new computer-based triage tool for patients with knee disorders*. Knee, 2000. **7**(2): p. 79-86.
76. Hara, K.M.K.Y.E.K.H.N.S.K.N., *Biomechanical comparisons of anterior cruciate ligament: reconstruction procedures with flexor tendon graft*. J Orthop Sci 5, 2000: p. 585-92.
77. Harner, C.D., J.J. Irrgang, et al., *Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction*. Am J Sports Med, 1992. **20**(5): p. 499-506.
78. Harner, C.D., G.A. Livesay, et al., *Comparative study of the size and shape of human anterior and posterior cruciate ligaments*. J Orthop Res, 1995. **13**(3): p. 429-34.
79. Harris, N.L., D.A. Smith, et al., *Central quadriceps tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. Part I: Morphometric and biomechanical evaluation*. Am J Sports Med, 1997. **25**(1): p. 23-8.
80. Harter, R.A., L.R. Osternig, and K.M. Singer, *Instrumented Lachman tests for the evaluation of anterior laxity after reconstruction of the anterior cruciate ligament*. J Bone Joint Surg Am, 1989. **71**(7): p. 975-83.
81. Heaton, J.A.T.C.L., *Natural history of anterior cruciate tears*. Am J Sports Med 7, 1979: p. 305-313.
82. Hefti, F. and W. Müller, *[Current state of evaluation of knee ligament lesions. The new IKDC knee evaluation form]*. Orthopäde, 1993. **22**(6): p. 351-62.
83. Helfet, A., *Function of the cruciate ligament of the knee joint*. Lancet, 1948. **1**: p. 665-667.
84. Hey-Groves, E.W., *Operation for repair of the crucial ligaments*. Lancet, 1917: p. 674-675.
85. Hey Groves, E.W., *The cruciate ligaments of the knee joint. Their function, rupture and the operative treatment of the same*. Br J Surg, 1919. **7**: p. 505.
86. Hoher, J., G.A. Livesay, et al., *Hamstring graft motion in the femoral bone tunnel when using titanium button/polyester tape fixation*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1999. **7**(4): p. 215-9.

87. Hoher, J., H.D. Moller, and F.H. Fu, *Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction?* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1998. **6**(4): p. 231-40.
88. Howe, J.G., R.J. Johnson, et al., *Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps patellar tendon graft. Part I. Long-term followup.* Am J Sports Med, 1991. **19**(5): p. 447-57.
89. Howell, S.M. and M.A. Taylor, *Brace-free rehabilitation, with early return to activity, for knees reconstructed with a double-looped semitendinosus and gracilis graft.* J Bone Joint Surg Am, 1996. **78**(6): p. 814-25.
90. Hughston, J.C., *Knee Ligaments - Injury and Repair.* 1st ed. ed. 1993, St. Louis: Mosby.
91. Hunziker, B.B., R.P. Jakob, and H.U. Stäubli, *Chirurgische Anatomie des Kniegelenkes*, in *Kniegelenk und Kreuzbänder*, R.P. Jakob and H.U. Stäubli, Editors. 1990, Springer-Verlag: Berlin. p. 32-49.
92. Indelicato, P.A. and E.S. Bittar, *A perspective of lesions associated with ACL insufficiency of the knee. A review of 100 cases.* Clin Orthop Relat Res, 1985(198): p. 77-80.
93. Inoue, M., E. McGurk-Burleson, et al., *Treatment of the medial collateral ligament injury. I: The importance of anterior cruciate ligament on the varus-valgus knee laxity.* Am J Sports Med, 1987. **15**(1): p. 15-21.
94. Ishibashi, Y., T.W. Rudy, et al., *The effect of anterior cruciate ligament graft fixation site at the tibia on knee stability: evaluation using a robotic testing system.* Arthroscopy, 1997. **13**(2): p. 177-82.
95. Jarvinen, M., L. Jozsa, et al., *Effect of anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon or prosthetic ligament on the morphology of the other ligaments of the knee joint. An experimental study in dogs.* Clin Orthop Relat Res, 1995(311): p. 176-82.
96. Johansson, H., P. Sjolander, and P. Sojka, *A sensory role for the cruciate ligaments.* Clin Orthop Relat Res, 1991(268): p. 161-78.
97. Jones, K.G., *Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. a Technique Using the Central One-Third of the Patellar Ligament.* J Bone Joint Surg Am, 1963. **45**: p. 925-32.
98. Jones, K.G., *Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament.* J Bone Joint Surg Am, 1970. **52**(4): p. 838-9.
99. Kannus, P. and M. Jarvinen, *Conservatively treated tears of the anterior cruciate ligament. Long-term results.* J Bone Joint Surg Am, 1987. **69**(7): p. 1007-12.
100. Kannus, P. and M. Jarvinen, *Long-term prognosis of nonoperatively treated acute knee distortions having primary hemarthrosis without clinical instability.* Am J Sports Med, 1987. **15**(2): p. 138-43.
101. Kaplan, M.J., J.G. Howe, et al., *Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps patellar tendon graft. Part II. A specific sport review.* Am J Sports Med, 1991. **19**(5): p. 458-62.
102. Kennedy, J., *Application of prosthetics to anterior cruciate reconstruction and report.* Clin Orthop 172, 1983. **172**: p. 125-128.

103. Kennedy, J.C., R.J. Hawkins, et al., *Tension studies of human knee ligaments. Yield point, ultimate failure, and disruption of the cruciate and tibial collateral ligaments.* J Bone Joint Surg Am, 1976. **58**(3): p. 350-5.
104. Kennedy, J.C., H.W. Weinberg, and A.S. Wilson, *The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. As determined by clinical and morphological studies.* J Bone Joint Surg Am 1974. **56**(2): p. 223-35.
105. Kim, D.W., J.O. Kim, et al., *Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon composite autograft.* Arthroscopy, 2001. **17**(5): p. 546-50.
106. Kim, S.J., K.A. Jung, and D.H. Song, *Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous quadriceps tendon.* Arthroscopy, 2006. **22**(7): p. 797 e1-5.
107. Klein, W. and K.U. Jensen, *Synovitis and artificial ligaments.* Arthroscopy, 1992. **8**(1): p. 116-24.
108. Kornblatt, I., R.F. Warren, and T.L. Wickiewicz, *Long-term followup of anterior cruciate ligament reconstruction using the quadriceps tendon substitution for chronic anterior cruciate ligament insufficiency.* Am J Sports Med, 1988. **16**(5): p. 444-8.
109. Kurosaka, M., S. Yoshiya, and J.T. Andrich, *A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction.* Am J Sports Med, 1987. **15**(3): p. 225-9.
110. Lambert, K.L., *Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate ligament insufficiency.* Clin Orthop Relat Res, 1983(172): p. 85-9.
111. Lerat, J.L., F. Chotel, et al., *[The results after 10-16 years of the treatment of chronic anterior laxity of the knee using reconstruction of the anterior cruciate ligament with a patellar tendon graft combined with an external extra-articular reconstruction].* Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1998. **84**(8): p. 712-27.
112. Lindstrom, N., *cruciate ligament plastics with meniscus.* Acta Orthop Scand, 1959. **29**: p. 150-151.
113. Lipscomb, A.B., R.K. Johnston, and R.B. Snyder, *The technique of cruciate ligament reconstruction.* Am J Sports Med, 1981. **9**(2): p. 77-81.
114. Lobenhoffer, P. and H. Tscherne, *Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes: Heutiger Behandlungsstand* Unfallchirurg, 1993. **96**: p. 150- 168
115. Lysholm, J. and J. Gillquist, *Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale.* Am J Sports Med, 1982. **10**(3): p. 150-4.
116. Ma, C.B., K. Francis, et al., *Hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of bioabsorbable interference screw and endobutton-post fixation.* Arthroscopy, 2004. **20**(2): p. 122-8.
117. MacIntosh, R.G.A.B.D., *"Pivot shift": A clinical sign of symptomatic anterior cruciate deficiency.* J Bone Joint Surg (B), 1972. **54**: p. 763-764.
118. Macnicol, M.F., I.D. Penny, and L. Sheppard, *Early results of the Leeds-Keio anterior cruciate ligament replacement.* J Bone Joint Surg Br, 1991. **73**(3): p. 377-80.

119. Maeda, A., K. Shino, et al., *Anterior cruciate ligament reconstruction with multistranded autogenous semitendinosus tendon*. Am J Sports Med, 1996. **24**(4): p. 504-9.
120. Malcom, L.L., D.M. Daniel, et al., *The measurement of anterior knee laxity after ACL reconstructive surgery*. Clin Orthop Relat Res, 1985(196): p. 35-41.
121. Marder, R.A., *Arthroscopic-assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament*. West J Med, 1991. **155**(2): p. 172.
122. Marder, R.A., J.R. Raskind, and M. Carroll, *Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons*. Am J Sports Med, 1991. **19**(5): p. 478-84.
123. Markolf, K.L. and H.C. Amstutz, *The clinical relevance of instrumented testing for ACL insufficiency. Experience with the UCLA clinical knee testing apparatus*. Clin Orthop Relat Res, 1987(223): p. 198-207.
124. Marshall, J.F.J., *The natural history and diagnosis of anterior cruciate insufficiency*. Clin Orthop, 1980. **147**: p. 29-38.
125. Marshall, J.L., R.F. Warren, et al., *The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction*. Clin Orthop Relat Res, 1979(143): p. 97-106.
126. Matthews, L.S., S.J. Lawrence, et al., *Fixation strengths of patellar tendon-bone grafts*. Arthroscopy, 1993. **9**(1): p. 76-81.
127. Menzel, A., *Ueber die Erkrankung der Gelenke bei dauernder Ruhe*. Arch Klin Chir, 1871. **12**: p. 990-1011.
128. Meyers, J.F., W.A. Grana, and P.A. Lesker, *Reconstruction of the anterior cruciate ligament in dog. Comparison of results obtained with three different porous synthetic materials*. Am J Sports Med, 1979. **7**: p. 85-96.
129. Micheli, L.J. and T.E. Foster, *Acute knee injuries in the immature athlete*. Instr Course Lect, 1993. **42**: p. 473-81.
130. MS Burman, H.F., L Mayer *Arthroscopy of the knee-joint*. J Bone Joint Surg, 1934. **16**: p. 255-268.
131. Muller, B., S. Rupp, et al., *[Donor site problems after anterior cruciate ligament reconstruction with the middle third of the patellar ligament]*. Unfallchirurg, 2000. **103**(8): p. 662-7.
132. Müller, W., *Verletzungen der Kreuzbänder*. Zentralbl Chir, 1977. **102**: p. 974-981.
133. Müller, W., *Das Knie: Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellungschirurgie*. 1982, Berlin Heidelberg New York: Springer.
134. Nebelung, W., R. Becker, et al., *Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side*. Arthroscopy, 1998. **14**(8): p. 810-5.
135. Nielsen, A.B. and J. Yde, *Epidemiology of acute knee injuries: a prospective hospital investigation*. J Trauma, 1991. **31**(12): p. 1644-8.
136. Noronha, J.C., *Reconstruction of the anterior cruciate ligament with quadriceps tendon*. Arthroscopy, 2002. **18**(7): p. E37.
137. Norwood, L.A. and M.J. Cross, *Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities*. Am J Sports Med, 1979. **7**(1): p. 23-6.

138. Noulis, G., *Entorse du genou Thèse*. 1875. **Ref Type: Thesis/Dissertation** (Faculté de Paris, Derenne, Paris): p. No 142 1-53.
139. Noyes, F.R., D.L. Butler, et al., *Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions*. J Bone Joint Surg Am, 1984. **66**(3): p. 344-52.
140. Noyes, F.R., G.H. McGinniss, and L.A. Mooar, *Functional disability in the anterior cruciate insufficient knee syndrome. Review of knee rating systems and projected risk factors in determining treatment*. Sports Med, 1984. **1**(4): p. 278-302.
141. O'Donoghue, D., *Surgical treatment of the major injuries to ligaments of the knee*. J Bone Joint Surg, 1950: p. 721-738.
142. O'Donoghue, D., *An analysis of end results of surgical treatment of major injuries to ligaments of the knee*. J Bone Joint Surg (A), 1955. **37**: p. 1-13.
143. O'Brien, S.J. and R.F. Warren, *Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third patellar tendon*. J Bone Joint Surg, 1991. **73**: p. 278-286.
144. O'Brien, W.R. and N.F. Friederich, *Functional anatomy of the cruciate ligaments and their substitutes*, in *Scientific Exhibit, 56th Annual Meeting AAOS, Las Vegas*. 1989.
145. Odensten, M. and J. Gillquist, *Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction*. J Bone Joint Surg Am, 1985. **67**(2): p. 257-62.
146. Odensten, M., P. Hamberg, et al., *Surgical or conservative treatment of the acutely torn anterior cruciate ligament. A randomized study with short-term follow-up observations*. Clin Orthop Relat Res, 1985(198): p. 87-93.
147. Odensten, M., J. Lysholm, and J. Gillquist, *The course of partial anterior cruciate ligament ruptures*. Am J Sports Med, 1985. **13**(3): p. 183-6.
148. Ohkoshi, Y., C. Inoue, et al., *Changes in muscle strength properties caused by harvesting of autogenous semitendinosus tendon for reconstruction of contralateral anterior cruciate ligament*. Arthroscopy, 1998. **14**(6): p. 580-4.
149. Otero, A.L. and L. Hutcheson, *A comparison of the doubled semitendinosus/gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction*. Arthroscopy, 1993. **9**(2): p. 143-8.
150. Paessler, H.H. and D.S. Mastrokalos, *Anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendons, bone patellar tendon, or quadriceps tendon-graft with press-fit fixation without hardware. A new and innovative procedure*. Orthop Clin North Am, 2003. **34**(1): p. 49-64.
151. Palmer, I., *On the injuries of the ligaments of the knee joint*. Acta Chir Scand, 1938. **2**: p. 282.
152. Pässler, H., J. Stadler, and R. Berger, *Erste Ergebnisse der operativen Behandlung von 200 veralteten Kreuzbandrupturen mit einem Kunststoffband*. Hefte Unfallheilk, 1987 **189**: p. 963.
153. Passler, H.H. and J. Hoher, *[Intraoperative quality control of the placement of bone tunnels for the anterior cruciate ligament]*. Unfallchirurg, 2004. **107**(4): p. 263-72.

154. Paulos, L.E., T.D. Rosenberg, et al., *Infrapatellar contracture syndrome. An unrecognized cause of knee stiffness with patella entrapment and patella infera*. Am J Sports Med, 1987. **15**(4): p. 331-41.
155. Pederzini, L., E. Adriani, et al., *Technical note: double tibial tunnel using quadriceps tendon in anterior cruciate ligament reconstruction*. Arthroscopy, 2000. **16**(5): p. E9.
156. Pinczewski, L.A., D.J. Deehan, et al., *A five-year comparison of patellar tendon versus four-strand hamstring tendon autograft for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament*. Am J Sports Med, 2002. **30**(4): p. 523-36.
157. Robson, A.M., *Ruptured cruciate ligaments and their repair by operation*. Ann Surg, 1903. **37**: p. 716-718.
158. Rodeo, S.A., S.P. Arnoczky, et al., *Tendon-healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog*. J Bone Joint Surg Am, 1993. **75**(12): p. 1795-803.
159. Rose, T., P. Hepp, et al., *Prospective randomized clinical comparison of femoral transfixation versus bioscrew fixation in hamstring tendon ACL reconstruction--a preliminary report*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006. **14**(8): p. 730-8.
160. Rosenberg, T.D., J.L. Franklin, et al., *Extensor mechanism function after patellar tendon graft harvest for anterior cruciate ligament reconstruction*. Am J Sports Med, 1992. **20**(5): p. 519-25; discussion 525-6.
161. Rostrup, O., *Reconstruction of the anterior cruciate ligament*. West J Surg Obstet Gynecol 72, 1964: p. 199-202.
162. Rubin, R.M., J.L. Marshall, and J. Wang, *Prevention of knee instability. Experimental model for prosthetic anterior cruciate ligament*. Clin Orthop Relat Res, 1975. **113**: p. 212-236.
163. Sachs, R.A., D.M. Daniel, et al., *Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction*. Am J Sports Med, 1989. **17**(6): p. 760-5.
164. Santori, N., E. Adriani, and L. Pederzini, *ACL reconstruction using quadriceps tendon*. Orthopedics, 2004. **27**(1): p. 31-5.
165. Savarese, A., E. Lunghi, et al., *Remarks on the complications following ACL reconstruction using synthetic ligaments*. Ital J Orthop Traumatol, 1993. **19**(1): p. 79-86.
166. Schatzmann, L., P. Brunner, and H.U. Staubli, *Effect of cyclic preconditioning on the tensile properties of human quadriceps tendons and patellar ligaments*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1998. **6 Suppl 1**: p. S56-61.
167. Scheffler, S.U., N.P. Sudkamp, et al., *Biomechanical comparison of hamstring and patellar tendon graft anterior cruciate ligament reconstruction techniques: The impact of fixation level and fixation method under cyclic loading*. Arthroscopy, 2002. **18**(3): p. 304-15.
168. Segond, P., *Recherches clinique et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse*. Prog Méd 16, 1879: p. 297-421.

169. Seitz, H., T. Hausner, et al., *Vascular anatomy of the ovine anterior cruciate ligament. A macroscopic, histological and radiographic study.* Arch Orthop Trauma Surg, 1997. **116**(1-2): p. 19-21.
170. Shelbourne, K.D., T.E. Klootwyk, et al., *Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program.* Am J Sports Med, 1995. **23**(5): p. 575-9.
171. Shelbourne, K.D. and F.J. Liotta, *ACL reconstruction using an abnormally thick autogenous patellar tendon graft.* Am J Knee Surg, 1999. **12**(2): p. 79-81.
172. Shelbourne, K.D. and K.C. Stube, *Anterior cruciate ligament (ACL)-deficient knee with degenerative arthrosis: treatment with an isolated autogenous patellar tendon ACL reconstruction.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1997. **5**(3): p. 150-6.
173. Shelbourne, K.D. and R.V. Trumper, *Preventing anterior knee pain after anterior cruciate ligament reconstruction.* Am J Sports Med, 1997. **25**(1): p. 41-7.
174. Shelbourne, K.D., J.H. Wilckens, et al., *Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation.* Am J Sports Med, 1991. **19**(4): p. 332-6.
175. Sherman, O.H., K.L. Markolf, and R.D. Ferkel, *Measurements of anterior laxity in normal and anterior cruciate absent knees with two instrumented test devices.* Clin Orthop Relat Res, 1987(215): p. 156-61.
176. Shoemaker, S.C., D. Adams, et al., *Quadriceps/anterior cruciate graft interaction. An in vitro study of joint kinematics and anterior cruciate ligament graft tension.* Clin Orthop Relat Res, 1993(294): p. 379-90.
177. Shoemaker, S.C. and D.M. Daniel, *The limits of knee motion. In vitro studies, in Knee ligaments. Structure, function, injury and repair,* A.W. Daniel D, O'Connor JJ Editor. 1990, Raven Press: New York. p. 153- 161.
178. Shoemaker, S.C. and K.L. Markolf, *In vivo rotatory knee stability. Ligamentous and muscular contributions.* J Bone Joint Surg Am, 1982. **64**(2): p. 208-16.
179. Shoemaker, S.C., K.L. Markolf, and G.A. Finerman, *In vitro stability of the implanted total condylar prosthesis. Effects of joint load and of sectioning the posterior cruciate ligament.* J Bone Joint Surg Am, 1982. **64**(8): p. 1201-13.
180. Shoemaker, W.C., P.L. Appel, et al., *Clinical trial of an algorithm for outcome prediction in acute circulatory failure.* Crit Care Med, 1982. **10**(6): p. 390-7.
181. Simonian, P.T., S.D. Harrison, et al., *Assessment of morbidity of semitendinosus and gracilis tendon harvest for ACL reconstruction.* Am J Knee Surg, 1997. **10**(2): p. 54-9.
182. Slullitel, D., A. Blasco, and G. Periotti, *Full-thickness quadriceps tendon: An easy cruciate reconstruction graft.* Arthroscopy, 2001. **17**(7): p. 781-3.
183. Smith, A., *The diagnosis and treatment of injuries of the crucial ligaments.* Br J Surg, 1918: p. 176-189.
184. Smith, R.J.A., *On rupture of the crucial ligaments of the knee and on fractures of the spine of the tibia.* Br J Surg, 1913 **1**: p. 70-89.

185. Soon, M., C.P. Neo, et al., *Morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft*. Ann Acad Med Singapore, 2004. **33**(2): p. 214-9.
186. Stanish, W.D., J. Kirkpatrick, and R.M. Rubinovich, *Reconstruction of the anterior cruciate ligament with a quadriceps patellar tendon graft. Preliminary results*. Can J Appl Sport Sci, 1984. **9**(1): p. 21-4.
187. Stark, J., *Two cases of ruptured ligaments of the knee-joint*. Edinburgh Med Surg, 1850 **74**: p. 267-271.
188. Starr, D., *Repair of old ligamentous injuries of the knee*. Clin Orthop, 1962. **23**: p. 162.
189. Stäubli, H.U., *The knee and the cruciate ligaments*. 1992, Berlin: Springer Verlag.
190. Staubli, H.U., L. Schatzmann, et al., *Mechanical tensile properties of the quadriceps tendon and patellar ligament in young adults*. Am J Sports Med, 1999. **27**(1): p. 27-34.
191. Stäubli, H.U., L. Schatzmann, et al., *Quadriceps endon and patellar ligament: cryosectional anatomy and structural properties in young adults*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1996. **4**: p. 100-110.
192. Stäubli, H.U., L. Schatzmann, et al., *Quadriceps tendon and patellar ligament: cryosectional anatomy and structural properties in young adults*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1996. **4**: p. 100-110.
193. Stäubli, H.U., L. Schatzmann, et al., *Mechanical Tensile Properties of the Quadriceps Tendon and Patellar Ligament in Young Adults*. Am J Sports Med, 1999. **28**(1): p. 27-34.
194. Steiner, M.E., A.T. Hecker, et al., *Anterior cruciate ligament graft fixation. Comparison of hamstring and patellar tendon grafts*. Am J Sports Med, 1994. **22**(2): p. 240-6; discussion 246-7.
195. Strobel, M. and J. Eichhorn, *Aktueller Stand und operative Technik der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes*. . Akt Chir, 1995. **30**: p. 210-220.
196. Strobel, M. and H.W. Stedtfeld, *Diagnostik des Kniegelenkes*. 2. ed. 1991, Berlin Heidelberg New York: Springer
197. Strobel, M.J. and M.S. Schulz, *[Anterior cruciate ligament reconstruction with the semitendinosus-gracilis tendon transplant]*. Orthopade, 2002. **31**(8): p. 758-69.
198. Tegnander, A., L. Engebretsen, et al., *Activation of the complement system and adverse effects of biodegradable pins of polylactic acid (Biofix) in osteochondritis dissecans*. Acta Orthop Scand, 1994. **65**(4): p. 472-5.
199. Tegner, Y. and J. Lysolm, *Rating Systems in the Evaluation of Knee Ligament Injuries*. Clinical Orthopedics and Related Research, 1985. **198**: p. 43-49.
200. Theut, P.C., J.P. Fulkerson, et al., *Anterior cruciate ligament reconstruction utilizing central quadriceps free tendon*. Orthop Clin North Am, 2003. **34**(1): p. 31-9.
201. Thietje, R., M. Faschingbauer, and H.J. Nurnberg, *[Spontaneous fracture of the tibia after replacement of the anterior cruciate ligament with absorbable*

- interference screws. A case report and review of the literature*]. Unfallchirurg, 2000. **103**(7): p. 594-6.
202. Thompson, W.O. and F.H. Fu, *The meniscus in the cruciate-deficient knee*. Clin Sports Med, 1993. **12**(4): p. 771-96.
 203. Voigt, C., M. Schönaich, and H. Lill, *ACL Reconstruction: State of the Art*. Europ J Trauma, 2006. **32**(4): p. 332-339.
 204. Wagner, M., M.J. Kaab, et al., *Hamstring tendon versus patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction using biodegradable interference fit fixation: a prospective matched-group analysis*. Am J Sports Med, 2005. **33**(9): p. 1327-36.
 205. Weiler, A., R.F. Hoffmann, et al., *Tendon healing in a bone tunnel. Part II: Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep*. Arthroscopy, 2002. **18**(2): p. 124-35.
 206. Weiler, A., R. Peine, et al., *Tendon healing in a bone tunnel. Part I: Biomechanical results after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep*. Arthroscopy, 2002. **18**(2): p. 113-23.
 207. Woo, S.L., S.S. Chan, and T. Yamaji, *Biomechanics of knee ligament healing, repair and reconstruction*. J Biomech, 1997. **30**(5): p. 431-9.
 208. Woo, S.L., C.A. Orlando, et al., *Tensile properties of the medial collateral ligament as a function of age*. J Orthop Res, 1986. **4**(2): p. 133-41.
 209. WR Cubbins, A.C., JJ Callahan, *A new method of operating for the repair of the ruptured crucial ligaments of the knee joint*. Surg Gynecol Obstet, 1932. **54**: p. 299-306.
 210. Yasuda, K., Y. Ohkoshi, et al., *Muscle Weakness after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Patellar and Quadriceps Tendon*. Bull Hosp Jt Dis, 1991. **51**(2): p. 175-85.
 211. Yasuda, K., Y. Ohkoshi, et al., *Quantitative evaluation of knee instability and muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar and quadriceps tendon*. Am J Sports Med, 1992. **20**(4): p. 471-5.
 212. Yasuda, K., Y. Tomiyama, et al., *Arthroscopic observations of autogeneic quadriceps and patellar tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction of the knee*. Clin Orthop Relat Res, 1989(246): p. 217-24.
 213. Youmans, W., *The so-called "isolated" anterior cruciate ligament tear or anterior cruciate ligament syndrome: A report of 32 cases with some observation on treatment, its effect on results*. Am J Sports Med, 1978. **6**: p. 26-30.
 214. Yunes, M., J.C. Richmond, et al., *Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis*. Arthroscopy, 2001. **17**(3): p. 248-257.
 215. Zantop, T., A. Weimann, et al., *Initial fixation strength of two bioabsorbable pins for the fixation of hamstring grafts compared to interference screw fixation: single cycle and cyclic loading*. Am J Sports Med, 2004. **32**(3): p. 641-9.

216. Zantop, T., B. Welbers, et al., *Biomechanical evaluation of a new cross-pin technique for the fixation of different sized bone-patellar tendon-bone grafts*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2004. **12**(6): p. 520-7.

DIAGRAMM- UND TABELLENVERZEICHNIS

Diagramm 1:	Kraft-Dehnungs-Diagramm aus Lucas et al: A primer of Biomechanics (1999)	Seite 21
Diagramm 2:	Berufsgruppen des Studienkollektives	Seite 35
Diagramm 3:	Verteilung des Versicherungsstatus	Seite 35
Diagramm 4:	Ätiopathogenese der VKB-Ruptur	Seite 36
Diagramm 5:	Begleitverletzung bei gesicherter VKB-Ruptur	Seite 37
Diagramm 6:	Präoperative Diagnostik	Seite 37
Diagramm 7:	Prozentualer Anteil der Revisionsoperationen	Seite 38
Diagramm 8:	Transplantatfixierung	Seite 50
Diagramm 9 + 10:	Kreisdiagramm von vorderem Schublade- und Lachmann-Test	Seite 52
Diagramm 11:	Ergebnisse der KT1000 Messung	Seite 52
Diagramm 12:	Ergebnisse IKDC Untersuchungsbogen	Seite 53
Diagramm 13:	Zufriedenheit mit Operationsergebnis	Seite 53
Diagramm 14:	Visuelle Analogscala	Seite 54
Diagramm 15:	Auswertung Lysholm-Score in Prozent	Seite 55
Abbildung 1:	Funktionelle Anatomie des Kniegelenkes aus Wagner-Schabus (1982)	Seite 9
Abbildung 2:	Funktionelle Anatomie von Kapandji (1985)	Seite 12
Abbildung 3:	Viergelenkkette nach Müller (1982)	Seite 14
Abbildung 4:	Roll-Gleit-Bewegungsablauf am Viergelenkmodell modifiziert nach Müller (1982)	Seite 14
Abbildung 5:	Burmester Kurve	Seite 15
Abbildung 6:	Kreuzbandverlauf bei Flexion und Extension aus Müller: das Knie (1982)	Seite 24

Abbildung 7 + 8:	Transplantatentnahme	Seite 39
Abbildung 9:	Transplantatvorbereitung	Seite 40
Abbildung 10:	Positionierung des tibialen Bohrkanals von Pässler aus Unfallchirurg (2004)	Seite 41
Abbildung 11:	Quadrantenmethode nach Harner aus Unfallchirurg (2004)	Seite 42
Abbildung 12:	Intraoperative Lagekontrolle der Bohrkanalplatzierung	Seite 42
Abbildung 13:	Cross-Pin-Positionierung	Seite 43
Abbildung 14:	Einzug des Transplantats	Seite 43
Abbildung 15 + 16:	Einschlag der Cross-Pins	Seite 44
Abbildung 17:	Cross-Pin-Platzierung über die Bohrhülsen	Seite 45
Abbildung 18:	KT-1000-Arthrometer	Seite 49

Anhang mit Frage- und Auswertungsbögen

Untersuchungsbogen KNIE / IKDC / Lysholm / Tegner

Nachname des Patienten _____

Geburtsdatum ____/____/____

Datum der Verletzung: ____/____/____

Datum Untersuchung: ____/____/____

Betroffenes Knie: rechts links
Kontralateral: normal nahezu normal abnormal stark abnormal
Allgemeine Laxizität: verminderte Laxizität normal erhöhte Laxizität
Beinachse: eindeutig Varus normal eindeutig Valgus
Patellastellung: baja normal alta
Subluxation/Dislokation der Patella: zentriert subluxierbar subluxiert disloziert
Bewegungsausmaß (Streckung/Beugung):
Betroffene Seite: passiv ____/____/____ aktiv ____/____/____
Normale Seite: passiv ____/____/____ aktiv ____/____/____

Hauptbeschwerde: _____

Aktivität, bei der die Verletzung auftrat: Aktivität des tägl. Lebens
 Sport
 Verkehrsunfall
 Arbeit

Verletzungsmechanismus: allmähliches Eintreten ohne Trauma
 Beginn mit Trauma ohne Kontakt
 plötzlicher Beginn ohne Trauma
 Beginn mit Trauma und Kontakt

Frühere Operationen:

Meniskusoperation: Mediale Meniskektomie Laterale Meniskektomie
 Mediale Meniskusrefixation Laterale Meniskusrefixation

Bänderoperation: Naht des vorderen Kreuzbandes (VKB)
 Ersatzplastik des VKB
 Extraartikuläre Rekonstruktion VKB
 Naht des hinteren Kreuzbandes (HKB)
 Intraartikuläre Ersatzplastik des HKB
 Rekonstruktion der posterolateralen Gelenkecke
 Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale mediale
 Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale laterale

Operationen am Streckapparat:

Naht des Lig. Patellae
 Naht der Quadrizepssehne

Operationen bei femoropatellarer Instabilität:

- Eingriffe am Streckapparat
- Weichteileingriff
- mediale Doppelung/Raffung
- Lateral Release
- Eingriffe am Knochen
- Versetzung der Tuberositas tibiae nach**
- proximal distal medial latera anterior
- Patellektomie

Operation bei Arthrose:

- Osteotomie
- Operation am Gelenkknorpel
- Glätten
- Abrasion
- Anbohren
- Mikrofrakturierung
- Autologer osteochondraler Transfer/Mosaikplastik
- Sonstiges

Gesamtzahl bisheriger Operationen _____

Transplantattyp VKB: ipsilateral kontralateral

- Lig. patellae
- Einzel-Hamstring Transplantat
- Hamstring Transplantat (Doppelbündel)
- Hamstring Transplantat (Vierfachbündel)
- Quadrizepssehnen-Transplantat
- Allotransplantat

Bildgebende Untersuchungen:

- MRT
- CT
- Knochenszintigraphie

Befunde: _____

Gelenkknorpel: _____

Knochen: _____

Nachuntersuchungsdatum:

SIEBEN GRUPPEN

GRUPPENGRAD

	Normal	Fast Normal	Abnormal	Deutlich abnormal
	A	B	C	D
1. Erguß:	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> leicht	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
2. Passives Bewegungsdefizit:				
• Streckdefizit	<input type="checkbox"/> < 3°	<input type="checkbox"/> 3-5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> > 10°
• Beugedefizit	<input type="checkbox"/> 0-5°	<input type="checkbox"/> 6-15°	<input type="checkbox"/> 16-25°	<input type="checkbox"/> > 25°
3. Ligamentuntersuchung: (manuell, instrumentell, Röntgen)				
• Lachman Test (25° Beugung) manuell, max.	<input type="checkbox"/> -1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm
• Vorderer Endpunkt:	<input type="checkbox"/> fest		<input type="checkbox"/> unsicher	
• Gesamt AP-Translation (25°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm
• Gesamt AP-Translation (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm
• Hintere Schublade (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm
• Valgusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm
• Varusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm
• Außenrotationstest (30°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°
• Außenrotationstest (90°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°
• Pivot shift	<input type="checkbox"/> gleich	<input type="checkbox"/> +Gleiten	<input type="checkbox"/> ++(dumpf)	<input type="checkbox"/> +++ (laut)
4. Kompartimentbefunde:	Krepitation		Krepitation mit	
• Krepitation anterior (PF)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz
• Krepitation mediales Komp.	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz
• Krepitation laterales Komp.	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz
5. Transplantatentnahme-Morbidität:	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
6. Röntgenbefund:				
Medialer Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
Lateraler Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
Femoropatellar-Gelenk	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
Vorderer Gelenkspalt (sagittal)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
Hinterer Gelenkspalt (sagittal)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich
7. Funktionstest				
Hüpfen auf einem Bein (in % der gegenüberliegenden Seite)	<input type="checkbox"/> ≥ 90%	<input type="checkbox"/> 89-76%	<input type="checkbox"/> 75-50%	<input type="checkbox"/> < 50%

DEMOGRAPHISCHES FORMBLATT

Nachname _____ Vorname: _____

Geburtsdatum ____/____/____

Geschlecht: Männlich Weiblich

Ihre Größe: _____ cm Ihr Gewicht: _____ kg

Beruf _____

Heutiges Datum: ____/____/____

Nachstehend finden Sie eine Liste häufig vorkommender Gesundheitsbeschwerden. Bitte kreuzen Sie in der ersten Spalte „Ja“ oder „Nein“ an, und gehen Sie dann zum nächsten Punkt weiter. Wenn Sie an den genannten Beschwerden oder Krankheiten leiden, geben Sie bitte in der zweiten Spalte an, ob Sie dafür Medikamente erhalten oder anderweitig behandelt werden. In der letzten Spalte geben Sie bitte an, ob Ihre Aktivitäten durch diese Beschwerden oder Krankheiten eingeschränkt werden.

	Haben Sie diese Beschwerden?		Sind Sie deswegen in Behandlung?		Sind Ihre Aktivitäten dadurch eingeschränkt?	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Herzkrankheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hoher Blutdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asthma oder Lungenkrankheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diabetes (Zuckerkrankheit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geschwür oder Erkrankungen des Magens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Darmerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nierenerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lebererkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anämie (Blutarmut)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übergewicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Depression	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gelenkentzündung, degenerative Arthritis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rheumatoide Arthritis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rückenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. Rauchen Sie Zigaretten?

- Ja
- Nein, ich habe das Rauchen in den letzten sechs Monaten aufgegeben.
- Nein, ich habe das Rauchen vor mehr als sechs Monaten aufgegeben
- Nein, ich habe nie geraucht.

2. Welchen Schulabschluss haben Sie?
- Hauptschule
 - Realschule
 - Mittlere Reife
 - Abitur
 - Fachausbildung
 - Universität
3. Wie intensiv ist Ihre sportliche Betätigung?
- Ich bin ambitionierte/r Sportler/in.
 - Ich bin gut durchtrainiert und treibe häufig Sport.
 - Ich treibe ab und zu Sport.
 - Ich treibe nie Sport.

FORMBLATT ZUR BEURTEILUNG DES GEGENWÄRTIGEN GESUNDHEITZUSTANDES*

* Dieses Formblatt enthält Fragen aus dem SF-36 Health Survey (SF-36 Fragebogen zur Gesundheit). Wiedergabe mit freundlicher Genehmigung des Medical Outcomes Trust, Copyright © 1992.

1. Wie würden Sie Ihren allgemeinen Gesundheitszustand beurteilen:

- hervorragend
- sehr gut
- gut
- mäßig
- schlecht

2. Wie würden Sie Ihren derzeitigen Allgemeinzustand im Vergleich zu Ihrem Zustand vor einem Jahr beurteilen?

- viel besser als vor einem Jahr
- etwas besser als vor einem Jahr
- etwa genauso wie vor einem Jahr
- etwas schlechter als vor einem Jahr
- viel schlechter als vor einem Jahr

3. Es folgt eine Liste von Aktivitäten, die an einem typischen Tag anfallen können. Werden Sie bei diesen Aktivitäten durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand eingeschränkt? Wenn ja, in welchem Umfang?

	Ja, sehr eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, nicht eingeschränkt
a. Anstrengende Aktivitäten wie Laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sportarten teilnehmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Mäßig anstrengende Aktivitäten wie z.B. einen Tisch umstellen, staubsaugen, Kegeln oder Golf spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Lebensmittel hochheben oder tragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Mehrere Treppen hochsteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Eine Treppe hochsteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Sich bücken, knien oder in die Hocke gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Mehr als 1,5 km gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Mehrere Straßenblöcke gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Einen Straßenblock gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Sich baden oder anziehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Verfassung Schwierigkeiten bei Ihrer Arbeit oder bei anderen normalen täglichen Aktivitäten? Bitte Zutreffendes ankreuzen.

	JA	NEIN
a. Ich musste die vorgesehene Zeit für meine Arbeit oder andere Aktivitäten reduzieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Ich konnte nicht soviel leisten, wie ich wollte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Ich war in meiner Arbeit oder in anderen Aktivitäten eingeschränkt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Ich hatte Schwierigkeiten, meine Arbeit oder andere Aktivitäten auszuführen. (Ich musste mich z.B. besonders anstrengen.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme Schwierigkeiten bei Ihrer Arbeit oder bei anderen normalen täglichen Aktivitäten? Sie waren z. B. deprimiert oder unruhig. Bitte Zutreffendes ankreuzen.

	JA	NEIN
a. Ich musste die vorgesehene Zeit für meine Arbeit oder andere Aktivitäten reduzieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Ich konnte nicht soviel leisten, wie ich wollte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Ich habe meine Arbeit oder anderen Aktivitäten nicht so sorgfältig wie gewöhnlich ausgeführt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Inwieweit haben Ihre körperliche Verfassung oder seelischen Probleme Ihre normalen gesellschaftlichen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen in den vergangenen 4 Wochen beeinträchtigt?

- überhaupt nicht
- etwas
- mäßig stark
- ziemlich stark
- extrem stark

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen vier Wochen?

- keine Schmerzen
- sehr gering
- gering
- mäßig stark
- stark
- sehr stark

8. Inwieweit wurde Ihre normale Arbeit (Arbeit außerhalb des Hauses und Hausarbeit) in den vergangenen 4 Wochen durch Ihre Schmerzen beeinträchtigt?

- überhaupt nicht
- etwas
- mäßig stark
- ziemlich stark
- extrem stark

9. Die folgenden Fragen betreffen Ihren Gemüts- und Allgemeinzustand in den vergangenen 4 Wochen. Kreuzen Sie bitte für jede Frage die Antwort an, die Ihre Situation am besten beschreibt. Wie oft hatten Sie dieses Gefühl in den vergangenen 4 Wochen?

	immer	fast immer	ziemlich oft	manchmal	gelegentlich	nie
a. Waren Sie durchweg voll Energie und Schwung?	<input type="checkbox"/>					
b. Waren Sie sehr nervös?	<input type="checkbox"/>					
c. Waren Sie ruhig und gelassen?	<input type="checkbox"/>					
d. Hatten Sie viel Energie?	<input type="checkbox"/>					
e. Fühlten Sie sich niedergeschlagen und traurig?	<input type="checkbox"/>					
f. Fühlten Sie sich erschöpft?	<input type="checkbox"/>					
g. Waren Sie glücklich?	<input type="checkbox"/>					
h. Fühlten Sie sich müde?	<input type="checkbox"/>					

10. Wie häufig wurden Ihre gesellschaftlichen Aktivitäten (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) in den vergangenen 4 Wochen durch Ihre körperliche Verfassung oder seelischen Probleme beeinträchtigt?

- immer
- fast immer
- ziemlich häufig
- manchmal
- selten
- nie

11. Inwieweit sind die folgenden Aussagen in Bezug auf Ihre Person **RICHTIG** oder **FALSCH**?

	unbedingt richtig	überwiegend richtig	ich weiß nicht	überwiegend falsch	falsch
a. Ich glaube, ich bin etwas krankheitsanfälliger als andere Leute	<input type="checkbox"/>				
b. Ich bin so gesund wie jeder andere.	<input type="checkbox"/>				
c. Ich erwarte, daß sich mein Gesundheitszustand verschlechtert.	<input type="checkbox"/>				
d. Mein Gesundheitszustand ist ausgezeichnet.	<input type="checkbox"/>				

FORMBLATT ZUR SUBJEKTIVEN BEURTEILUNG DES KNIES

SYMPTOME:

Wählen Sie zur Beurteilung der Symptome die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.

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

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

2. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen? Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (Nie) und geht mit zunehmender Häufigkeit der Schmerzen bis zu 10 (ständig Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nie	<input type="checkbox"/>	ständig Schmerzen										

3. Wie stark sind Ihre Schmerzen? Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (keine Schmerzen) und geht mit zunehmender Stärke der Schmerzen bis zu 10 (unerträgliche Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Keine Schmerzen	<input type="checkbox"/>	unerträgliche Schmerzen										

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

- überhaupt nicht
- etwas
- ziemlich
- sehr
- extrem

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

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

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

- Ja Nein

7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche, durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit, einhalten können?
- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
 - Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
 - Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
 - Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
 - Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

SPORTLICHE BETÄTIGUNG:

8. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?
- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
 - Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
 - Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
 - Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
 - Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

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

	Überhaupt nicht schwierig	minimal schwierig	ziemlich schwierig	extrem schwierig	unmöglich
a. Treppensteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Treppe hinuntergehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Auf dem vorderen Knie knien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Hockstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Normal sitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Vom Stuhl aufstehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Geradeaus laufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Beim Gehen (bzw. Laufen wenn Sie Sportler/in sind), schnell anhalten und starten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Funktion:

10. Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10 beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0 die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise auch Sport, auszuführen?

Funktionsfähigkeit **VOR** der Knieverletzung:

Kann keine täglichen Aktivitäten ausführender

Keine Einschränkung täglichen Aktivitäten

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>										

DERZEITIGE Funktionsfähigkeit ihres Kniegelenkes:

Kann keine täglichen
Aktivitäten ausführen

Keine Einschränkung
der täglichen Aktivitäten

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Lysholm-Gillquist-Knie-Fragebogen – die Fragen beziehen sich auf Ihr operiertes Knie

1. Hinken

Nie
Etwas oder nach Belastung
Häufig/ Konstant

2. Kniebelastung

voll Belastungsfähig
nur mit Handstock/Krücke
Vollbelastung unmöglich

3. Treppensteigen

Ohne Probleme
etwas eingeschränkt
nur Stufe für Stufe
unmöglich

4. In die Hocke gehen

Ohne Probleme
etwas eingeschränkt
nur zur Hälfte
unmöglich

5. Kniestabilität

Nie Instabilitätsgefühl
Beim Sport oder körperlicher Anstrengung selten Instabilitätsgefühl
Beim Sport oder körperlicher Anstrengung oft Instabilitätsgefühl
Bei alltäglichen Verrichtungen selten Instabilitätsgefühl
Bei alltäglichen Verrichtungen oft Instabilitätsgefühl
Bei jedem Schritt Knieinstabilität

6. Knieschwellung

Nie
Nach wegnicken
Nach körperlicher Anstrengung
Nach normaler Betätigung

Immer

7. Knieschmerzen

- Nie Knieschmerzen
- Ab und zu, leichter Schmerz nach körperlicher Anstrengung
- Deutlicher Schmerz, nach wegnicken
- Deutlicher Schmerz, nach körperlicher Anstrengung
- Deutlicher Schmerz, nach laufen von mehr als 2 Kilometern
- Deutlicher Schmerz, nach laufen von weniger als 2 Kilometern
- Deutlicher Dauerschmerz

8. Muskelverlust Oberschenkelmuskel

- kein Unterschied zwischen linkem und rechtem Oberschenkelmuskel
- Umfangsdifferenz von 1-2 cm
- Umfangsdifferenz von mehr als 2 cm

Aktivitätslevel nach Tegner

Bitte tragen Sie ihre Selbsteinschätzung der eigenen Aktivitäten aus unten gegebener Liste ein, dem Aktivitätsniveau vor und nach der Verletzung entspricht.

Vor Unfall/ Operation: Level _____ **Jetzt: Level** _____

Level 10	Leistungssport mit starker Kniebelastung z.B. Fußball, Tennis auf Bundesligaebene
Level 9	Leistungssport mit starker Kniebelastung auf regionaler Ebene, andere Leistungssportarten
Level 8	Anderer Leistungssportarten, z.B. Leichtathletik, Squash, Badminton etc.
Level 7	Freizeitsport mit starker Kniebelastung z.B. Fußball, Tennis mindestens 5x wöchentlich
Level 6	Anderer Freizeitsport mindestens 5x wöchentlich
Level 5	Schwere berufliche körperliche Belastung (z.B. Maurer, Steinsetzer etc.) Leistungssport Fahrrad, Skilanglauf etc. Anderer Freizeitsport mindestens 2x wöchentlich
Level 4	Mittelgradige berufliche körperliche Belastung
Level 3	Leichte berufliche körperliche Belastung mit gelegentlichem schweren heben.
Level 2	Leichte berufliche körperliche Belastung Gehen auf unebenem Grund möglich, Bergwandern jedoch nicht.
Level 1	Sitzende Tätigkeit
Level 0	Krankschreibung oder Berentung wegen Knieproblemen

Persönliche Anmerkungen.....

DANKSAGUNG

Ich bedanke mich bei Herrn PD Dr. med. Michael Wenzl für die Überlassung des Themas und der Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit und bei Herrn Prof. Dr. med. Christian Jürgens, Direktor der Abteilung für Unfallchirurgie und Orthopädie der Universitätsklinik Schleswig-Holstein Campus Lübeck.

Für die Überlassung der Untersuchungsdaten aus der Regio-Klinik Wedel möchte ich mich bei Herrn. Dr. med. Queitsch bedanken.

Ganz herzlich sage ich „Dankeschön“ Arndt Peter Schulz, der mir als ständiger Ansprechpartner außerordentlich hilfreich war und mich wahrlich als guter Freund mit viel Geduld bei der Durchführung meiner Arbeit begleitet hat.

Vielen Dank auch an Franz Bader.

Vor allem aber danke ich meiner Mutter und meinem Vater, die mich in jeder nur erdenklichen Art und Weise unterstützten, mir immer wieder den Glauben an mich selbst stärkten und deren Verständnis und Geduld ich bewundere.

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name: Oliver James Bisping
Geburtsdatum: 15.11.1967
Geburtsort: Winsen/Luhe
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: ledig

Schulbildung

1974-1978 Grundschule Winsen/Luhe
1978-1988 Abitur Gymnasium Winsen/Luhe

Hochschulbildung

1990 - 1998 Medizinstudium Universitätsklinikum Eppendorf/Hamburg
1993 Physikum
1994 Erstes Staatsexamen
1997 Zweites Staatsexamen
1998 Drittes Staatsexamen

Berufliche Laufbahn

1998-1999 Arzt im Praktikum Allgemein- und Visceralchirurgie AK Altona/Hamburg
12/1999 Approbation als Arzt
01/2000 Assistenzarzt Gefäß- und Thoraxchirurgie AK Altona
02/2001 Assistenzarzt Allgemein- und Visceralchirurgie AK Altona
03/2003 Prüfung Bereichsbezeichnung Rettungsmedizin
04/2004 Assistenzarzt Unfall- und Wiederherstellungschirurgie AK Altona
09/2005 Assistenzarzt Unfall- und Wiederherstellungschirurgie Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Campus Lübeck
02/2006 Facharzt für Chirurgie

VERÖFFENTLICHUNGEN

Société Internationale de Chirurgie Orthopedique et de Traumatologie (SICOT)- 5th ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 29 August-1 September 2007, Marrakech, Marokko

Oliver James Bisping, Christian Queitsch, Jörg Sühwold, Christian Jürgens, Arndt P. Schulz QUADRICEPS FREE TENDONAS A FIRST LINE GRFAT FOR ACL DEFICIENCY-MID TERM RESULTS.

Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 71. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, 93. Tagung der Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie und 48. Tagung des Berufsverbandes der Fachärzte für Orthopädie und Unfallchirurgie, 24-27.10.2007, Berlin

Bisping O.J., Schulz A.-P., Fuchs s., Faschingbauer M., Jürgens c., Queitsch C. Die freie Quadrizepssehne als Standardimplantat zur VKB-Plastik-Mittelfristige Ergebnisse
Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2007. DOC
W19-276

European Federation of National Association of Orthopaedics and Traumatology, 9th Effort Congress in Nice, 29.May-1.June 2008

Schulz A., Bisping O., Bahri N, Götze S., Faschingbauer M, Jürgens C.. Early Results after primary ACL reconstruction with a bone free Quadriceps Tendon graft in 54 cases. A multi-center study.
Abstract in JBJS

Poster Doktorandentagung der Universität Lübeck, St. Petri, Lübeck, 06.06.2007

Oliver James Bisping
Die Ersatzplastik bei vorderer Kreuzbandruptur mittels freier Quadrizepssehne