

Aus der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg
und des Universitätsklinikums Gießen und Marburg, Standort Marburg

Direktor: Prof. Dr. Steffen Ruchholtz

**„Langzeitergebnisse nach vorderer
Kreuzbandplastik mit
Patellarsehnentransplantat“**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin

vorgelegt von: Anna Heverhagen (geb. Völzing)
aus: Gießen

Marburg, 2009

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg am
25.06.2009

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. med. M. Rothmund
Referent: Prof. Dr. med. S. Ruchholtz
Correferent: Prof. Dr. med. H. Kienapfel

Meinen Eltern

Das Knie

*Ein Knie geht einsam durch die Welt.
Es ist ein Knie, sonst nichts!
Es ist kein Baum! Es ist kein Zelt!
Es ist ein Knie, sonst nichts.*

*Im Kriege ward einmal ein Mann
erschossen um und um.
Das Knie allein blieb unverletzt -
als wär's ein Heiligtum.*

*Seitdem geht's einsam durch die Welt.
Es ist ein Knie, sonst nichts.
Es ist kein Baum, es ist kein Zelt.
Es ist ein Knie, sonst nichts.*

(Christian Morgenstern)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1 Historischer Überblick über den VKB-Ersatz.....	9
1.2 Das Knie und seine ligamentären Strukturen.....	12
1.2.1 Anatomie des vorderen Kreuzbandes.....	13
1.2.2 Funktion des vorderen Kreuzbandes.....	15
1.2.3 Verletzungsmechanismen des VKB.....	15
1.2.4 Pathomechanik des verletzten Knies.....	16
1.2.5 Folgeschäden des insuffizienten Kreuzbandes.....	17
1.3 Indikation zur vorderen Kreuzbandplastik.....	17
1.4 Komplikationen der vorderen Kreuzbandplastik.....	18
1.5 Alternativen zur VKB-Plastik mit Patellarsehne.....	19
2. Fragestellung	22
3. Patientenkollektiv und Methode	23
3.1 Patientenkollektiv.....	23
3.1.1 Verletzungszeitraum.....	23
3.1.2 Begleitverletzungen.....	23
3.1.3 Operatives Verfahren.....	24
3.1.4 Rehabilitation.....	26
3.2 Aktenauswertung.....	27
3.3 Untersuchungsbögen.....	27
3.3.1 IKDC-Evaluationsbogen.....	27
3.3.2 Marburger Knie-Untersuchungsbogen.....	28
3.4 Klinische Untersuchung.....	29

3.5 Instrumentelle Stabilitätsprüfung	33
3.6 Radiologische Kontrolle	33
3.7 Befragung	35
3.8 Längsschnittstudie	39
4. Ergebnisse	40
4.1 Patientenkollektiv	40
4.2 Begleitverletzungen	40
4.3 Klinische Untersuchung	41
4.3.1 IKDC Qualifikation und Evaluation	41
4.3.2 Untersuchungsbogen der Universität Marburg	46
4.4 Instrumentelle Stabilitätsprüfung	48
4.5 Radiologische Ergebnisse	48
4.6 Subjektive Einschätzung	56
4.7 Empirische Untersuchungen	61
4.8 Längsschnittstudie	64
4.8.1 Vergleichende klinische Untersuchung	64
4.8.2. IKDC Qualifikation und Evaluation	66
5. Diskussion	69
6. Zusammenfassung	81
7. Literaturverzeichnis	83
8. Lebenslauf	92
9. Verzeichnis der akademischen Lehrer	93
10. Danksagungen	94
11. Ehrenwörtliche Erklärung	96

1. Einleitung

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes gehört zu den häufigsten Bandrupturen des Menschen. In den industriellen Ländern wird aktuell eine jährliche Inzidenz von 1 je 1000 Einwohner geschätzt: mit steigender Tendenz. [Rupp, Kohn, 2002, Fu et al., 1999]

Sport stellt in unserer Gesellschaft durch die Reduzierung körperlicher Arbeit und zunehmendem Anspruch an die kognitiven Leistungen und Fähigkeiten einen wichtigen Ausgleichsfaktor dar. Des Weiteren hat das Bewusstsein für den eigenen Körper und der hohe Anspruch an die Freizeitgestaltung dazu geführt, dass viele Sportarten wie Fußball und Skifahren an Popularität und Verbreitung gewonnen haben. Es sind insbesondere junge Menschen, die sportlich aktiv sind und sich noch in der Ausbildung oder aber auch mitten im Erwerbsprozess befinden, die von Sportverletzungen wie der Ruptur des vorderen Kreuzbandes betroffen sind. Daraus ergibt sich, dass man möglichst eine Restitutio ad integrum anstrebt, um neben der Problematik, die sich aus einer vorderen Kreuzbandruptur für den Einzelnen ergibt, auch die daraus resultierenden sozioökonomischen Aspekte zu minimieren. [Rupp, Kohn 2002]

Bereits 1895 wurde die erste operative Versorgung eines rupturierten vorderen Kreuzbandes durch Robson durchgeführt. Es waren jedoch Jones und Brückner, die respektiv in den Jahren 1963 und 1966 die Grundlagen der heutigen Kreuzbandchirurgie etablierten. [Rupp, Seil, 2002]

Viele Jahre lang galt die vordere Kreuzbandplastik mit Patellarsehnentransplantat unter Mitnahme von Knochen-Blöcken aus Patella und Tibia zum Goldstandard. Auch 2002 ist die Patellarsehne das am häufigsten benutzte Transplantat, auch wenn sich seit Mitte der 90er das Semitendinosus-Grazilis-Transplantat, das im Jahre 1975 durch Cho eingeführt wurde, wachsender Beliebtheit erfreut. [Rupp, Seil, 2002]

Die operative Versorgung der vorderen Kreuzbandruptur wird heute trotz konservativer Therapiemöglichkeiten als Therapie der Wahl angesehen. Ausschlaggebend dafür sind insbesondere Alter des Patienten, Aktivitätsniveau, individuelle Situation, Morphotyp und Begleitverletzungen. Das Ziel der operativen Therapie liegt darin, die physiologische Kinematik des Kniegelenks zu restituieren, um dem Patient zu ermöglichen seine volle Arbeitsfähigkeit sowie seine Lebensqualität in Alltag und Freizeit wieder zu erlangen. [Haas, 2000]

Sekundärschäden wie Meniskusläsionen und Knorpeldefekte gilt es zu vermeiden, da diese mittel- bis langfristig zu einer Arthrose des Kniegelenks führen können. [Jomha et al., 1999]

Die Kreuzbandchirurgie befindet sich, wie kaum ein anderes Fachgebiet, in ständiger Neu- und Weiterentwicklung, da bis heute ein vollkommen stabiles und schmerzfreies Knie nicht garantiert werden kann, gleichzeitig der Anspruch des Patienten, aber auch des Operators, steigt. [Haas, 2000] Studien über mittelfristige Ergebnisse belegen immer wieder erneut, dass Patienten nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes unabhängig von der Transplantatwahl hinsichtlich der Stabilität ein gutes Ergebnis aufweisen, jedoch an vorderen Knieschmerzen leiden. [Kartus et al., 1999, Laxdal et al., 2005] Fraglich ist, ob die Entnahmemorbidity beim Patellarsehnen- im Gegensatz zum Semitendinosus-Grazilis-Transplantat höher ist. [Liden et al., 2007, Pinczewski et al., 2007] Eine kürzlich veröffentlichte kumulative Meta-Analyse zeigt, dass die mit einem Hamstring-Transplantat versorgten Patienten statistisch signifikant seltener an vorderen Knieschmerzen leiden. [Poolmann et al., 2007]

Arthroseentwicklung wird ebenfalls in mittelfristigen Studien in Zusammenhang mit einer vorderen Kreuzbandplastik und assoziierten Meniskusschäden beschrieben [Jäger et al., 2003, Pinczewski et al., 2007], wurde aber bisher in Langzeitstudien nur wenig dokumentiert.

Die Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie der Philipps-Universität Marburg ist eine der ersten Kliniken in Deutschland gewesen, die routine- und standardmäßig Patienten mit vorderer Kreuzbandruptur operativ mit dem mittleren Ligamentum-patellae-Transplantat mit anhängenden Knochenblöcken aus Patella und Tiberositas tibiae versorgt hat.

Patienten, die zwischen 1988 und 1991 nach diesem Verfahren in Marburg operiert wurden, wurden 15 bis 19 Jahre später nachuntersucht. Die Nachuntersuchung dieses Patientenkollektivs erfolgte unter Anwendung des International Knee Documentation Committee (IKDC)-Evaluationsbogens, des Knieuntersuchungsbogens der Klinik für Unfallchirurgie der Philipps-Universität Marburg, eines subjektiven Fragebogens, des KT1000 und radiologischer Kontrolle.

Die Studie „Langzeitergebnisse nach vorderer Kreuzbandplastik mit Patellarsehnen-Transplantat“ dokumentiert den Langzeiterfolg hinsichtlich einerseits

objektiver Parameter wie Bandstabilität, Zustand der Menisci und Arthroseprogredienz im medialen, lateralen oder patellofemorale Gelenkspalt, und andererseits subjektiver Parameter wie Entnahmemorbidität, Kniegelenksschmerzen, Wetterfühligkeit und allgemeiner Patientenzufriedenheit.

Des Weiteren wurden die Ergebnisse einiger Patienten, die bereits 1991 nachuntersucht wurden, mit den jetztigen Ergebnissen im Sinne einer Längsschnittstudie verglichen.

1.1 Historischer Überblick über den VKB-Ersatz

Die erste anatomische Beschreibung des vorderen Kreuzbandes findet man wahrscheinlich auf einer ägyptischen Papyrusrolle aus dem Jahre 3000 v. Chr. Die Namensgebung als „ligamenta genu cruciata“ erfolgte allerdings erst durch Claudius Galenus von Pergamon (ca. 129 – 199 n.Chr.). [Eberhardt et al., 2002] Er beschrieb die stabilisierende Funktion der Ligamente für Gelenke und erkannte, dass sie nicht Teile der Nerven sind und auch keine kontraktile Eigenschaften besitzen, so wie es bis zu diesem Zeitpunkt als allgemeine Meinung galt. [Snook, 1983]

Ligamente erfuhren in den nächsten 1600 Jahren nur sehr wenig Beachtung, da es keine chirurgischen Therapien für Band-Rupturen gab und somit nur konservative Therapien diskutiert wurden. Des Weiteren rückten gravierendere Erkrankungen in den Mittelpunkt des Interesses. [Snook, 1983]

1850 berichtete J. Stark zum ersten Mal von einer konservativen Behandlung einer vorderen Kreuzbandruptur. Er immobilisierte das Knie mit einer Gipsschiene und berichtete von einem guten Ergebnis mit nur leichter Bewegungseinschränkung. [Engelhardt, 2002]

Die erste operative Versorgung wurde im Jahre 1895 von M. Robson durchgeführt. Bei einem Bergarbeiter hatte er sowohl das vordere als auch das hintere Kreuzband, die femoral ansatznah ausgerissen waren, mit einer Primärnaht versorgt. 8 Jahre später untersuchte er den Patienten erneut und stellte fest, dass das Knie voll belastbar war. Der Patient war weiterhin im Bergbau aktiv und außer einem leichten Flexionsverlust und Schmerzen medialseitig bei Überlastung hatte er keinerlei Beschwerden. [Eberhardt et al., 2002]

In der Literatur wurde 1900 die erste Kreuzbandnaht von W. H. Battle beschrieben, der 2 Jahre zuvor einen Patienten mit einer Primärnaht versorgt hatte. Das Ergebnis

war zufriedenstellend, es wurden jedoch keine genaueren Angaben dazu gemacht. [Snook, 1983]

1913 erschien die erste Sammelstudie von H. Goetjes. Er hatte 30 Patientendaten zusammengetragen und kam zu dem Entschluß, dass bei Verdacht auf eine frische VKB-Ruptur eine Untersuchung in Narkose erfolgen sollte und empfahl bei tatsächlicher Ruptur des Kreuzbandes eine Primärnaht durchzuführen.

E. Hey-Groves veröffentlichte 1920 einen Fallbericht, in dem er die intraartikuläre Rekonstruktion mittels eines zusammengerollten Fascia-lata-Streifens beschrieb, die er 1917 durchgeführt hatte. Er platzierte das Band durch zwei Bohrkanäle, die vom Epicondylus zur Fossa intercondylica und durch die Tibia zur Eminentia intercondylica reichten. Er betonte zwar das Fehlen von Langzeitstudien, legte aber trotzdem den Grundstein für die moderne Bandchirurgie. [Snook, 1983]

Die erste Abhandlung über exakte Anatomie, Biomechanik, Diagnose, Therapie und den Verletzungsmechanismus des vorderen Kreuzbandes veröffentlichte 1918 Alwyn Smith. Er unterstützte das Konzept der Untersuchung und Diagnosestellung in Narkose, empfahl jedoch die Naht des Kreuzbandes nur bei veralteten Rupturen und dafür eine verlängerte Immobilisation bei frischen Verletzungen in Kombination mit Massagebehandlung und Elektrostimulation. [Snook, 1983] Ein erster Versuch von Smith, das vordere Kreuzband durch ein alloplastisches Transplantat in Form eines Seidenbandes zu ersetzen, scheiterte nach 11 Wochen.

In den Jahren 1936 und 1939 beschreibt Campbell die häufig miteinander einhergehende Verletzung von medialem Seitenband, medialem Meniscus und vorderem Kreuzband. Des Weiteren beschreibt er als Erster die Verwendung der Patellarsehne als Transplantat. [Snook, 1983]

Ebenfalls 1936 beschrieben Bosworth und Bosworth den ersten Versuch einer extraartikulären Rekonstruktion. Sie nähten einen Fascia lata-Streifen im Verlauf des vorderen Kreuzbandes an der medialen und lateralen Seite des Kniegelenks ein. [Snook, 1983]

O'Donoghue veröffentlichte 1950 eine Studie über 22 Leistungssportler, die sich nach akuter Verletzung einer Kreuzbandplastik unterzogen hatten. Er beschrieb insbesondere die chirurgische Technik im Detail und legte besonderen Wert auf eine akkurate Nachuntersuchung. Mit dieser Studie wurde insbesondere in den USA großes Interesse an der Kreuzbandchirurgie geweckt.

R. Augustine publizierte 1956 ein neues Konzept der Kreuzbandchirurgie. Er

beschrieb die intraartikuläre dynamische Rekonstruktion mit Hilfe einer gestielten Semitendinosussehne. [Snook, 1983]

1963 beschrieb K. Jones eine neue chirurgische Technik der Kreuzbandversorgung. Er verwendete ein distal gestieltes Transplantat des mittleren Drittels der Patellarsehne, das proximal mitsamt eines Knochenblocks in ganzer Länge der Patella präpariert wurde. Distal wurde das Transplantat ohne Bohrkanal unter dem Hoffa-Fettkörper hindurchgezogen und proximal durch einen Bohrkanal im Bereich des interkondylären Notch gezogen. [Rupp, Seil, 2002]. Jones ist Vordenker und Namensgeber modifizierter Operationstechniken mit Patellarsehnentransplantat, obwohl das Transplantat nach seinem Verfahren eine extrem unphysiologische Lage einnimmt.

Im deutschen Sprachraum wird auch von einer „Brückner-Plastik“ gesprochen. H. Brückner entwickelte 1966 eine gestielte Technik, bei der er einen proximal mit Patellablock entnommenen medialen Sehnenstreifen des Ligamentum patellae durch einen tibialen Bohrkanal in das Gelenk führte und in einen blind endenden femoralen Bohrkanal zog. Er entwarf ebenfalls ein Verfahren mit freiem Patellarsehnentransplantat mit Knochenblöcken sowohl patellar als auch tibial, sah diese Methode allerdings nur für Patienten vor, die an der ipsilateralen Seite schon voroperiert waren. [Rupp, Seil, 2002] Diese Alternativmethode ist wohl die erste Beschreibung eines Knochen-Sehne-Knochen-Transplantats der Patellarsehne.

Frühzeitig wurde ebenfalls über das Konzept eines allogenen Bandersatzes nachgedacht. Bereits 1930 präsentierte E. Bircher auf einem Kongreß eine Studie, die Patienten vorstellte, die nach vorderer Kreuzbandruptur mit einer Känguruhsehne versorgt wurden. Die Funktion des Knies nach einer solchen Behandlung beschrieb er als vorzüglich. Er entwickelte ebenso ein progressives Konzept der Nachbehandlung, indem er eine 7- bis 10-tägige Schienenbehandlung, gefolgt von einer frühen Mobilisation, empfahl. [Eberhardt et al., 2002]

Mitte der 80er Jahre wurden erstmals homologe Transplantate, insbesondere halbierte Achillessehnen und die Sehne des M. tibialis anterior, aber auch homologe Patellarsehnen und Fascia-lata-Streifen, als Kreuzbandersatz benutzt. Die Vermeidung von Entnahmestellenmorbidity, ein besseres kosmetisches Ergebnis durch Reduktion der Narben, freie Wahl von Transplantatgrößen und die höhere Verfügbarkeit, auch für Revisionseingriffe, führten zu positiven Erwartungen.

[Burger et al., 2000] Die gleichzeitige Verbreitung von Virusinfektionen, wie HIV und Hepatitis C, führten jedoch dazu, dass die Verwendung homologer Transplantate sich nicht durchsetzte.

Synthetische Bänder kamen ebenfalls schon seit längerer Zeit zum Einsatz. Bereits 1902 beschrieb F. Lange ein Verfahren, bei dem er künstliche Bänder aus Seide zusammen mit Semitendinosus- bzw. Semimembranosus-Sehnen benutzte. [Eberhardt et al., 2002]

Ludloff versorgte 1927 ebenfalls einen Patienten mit veralteter Kreuzbandruptur mit einem breiten autologem Faszienstreifen, der um einen zentralen Seidenfaden gewickelt war. [Eberhardt et al., 2002]

1973 wurde in den USA das erste Kunstband (Problast®) zur Implantation zugelassen. Die Resultate mit dem synthetischen Band waren allerdings schlecht und zeigten eine hohe Re-Rupturrate, chronische Synovialitiden und daraus folgende Gelenkarthrosen. [Eberhardt et al., 2002]. Von Kunstbändern als Transplantat oder Transplantataugmentation wurde allgemein Abstand genommen.

Die moderne Kreuzbandchirurgie sowie die operative Methode zum Zeitpunkt des vorderen Kreuzbandersatzes der Patienten dieser Studie werden in den weiteren Abschnitten erläutert.

1.2 Das Knie und seine ligamentären Strukturen

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des Menschen und verbindet Femur und Tibia. Es hat sechs Freiheitsgrade, die in drei Rotations- und in drei Translationsfreiheitsgrade eingeteilt werden. Flexion und Extension, die nach der Neutral-Null-Methode für das Kniegelenk $145-0-10^\circ$ betragen, sowie Außen- und Innenrotation ($35-0-15^\circ$ in 20° Flexion) und Ab- und Adduktion (mediale und laterale Aufklappbarkeit) gehören zu den Rotationsfreiheitsgraden. Anteroposteriore und mediolaterale Translation sowie Kompression/Distraktion stellen die Translationsbewegungen dar. [Jakob, Stäubli, 1990]

Das Knie wird über ligamentäre (statische) und muskuläre (dynamische) Strukturen stabilisiert. [Schiebler et al., 1999]. Das Kniegelenk teilt man - auch in der Arthroskopie - in vier Kompartimente auf.

Das mediale Kompartiment wird aus dem medialen Femurkondylus und dem medialen Tibiaplateau gebildet, die wiederum vom medialen Meniskus getrennt

werden. Der C-förmige mediale Meniskus ist mit dem medialen Seitenband und der Gelenkkapsel sowie dem hinteren Schrägband verwachsen. Zusammen bilden sie die passiven Stabilisatoren. Der Pes anserinus (Sehnenplatte des M. semitendinosus, M. gracilis, M. sartorius) und M. semimembranosus sind die muskulären Stabilisatoren. [Jakob, Stäubli, 1990, Schiebler et al., 1999]

Das laterale Kompartiment besteht analog aus lateralem Femurkondylus und lateralem Tibiaplateau. Auch hier bildet der dreiviertelringförmige laterale Meniskus einen Puffer zwischen den knöchernen Strukturen. Der laterale Meniskus, das laterale Seitenband und der Arkuatumkomplex bilden die passiven Stabilisatoren. Die aktiven Stabilisatoren sind M. biceps femoris, M. popliteus, M. gastrocnemius und der Tractus iliotibialis. [Jakob, Stäubli, 1990, Schiebler et al., 1999]

Femur und Patella bilden weiterhin das femoropatellare Kompartiment, das passiv von der Patellarsehne mit Hoffa-Fettkörper und Plicae medio-, latero- und infrapatellares sowie Recessus suprapatellaris stabilisiert wird. Der M. quadriceps bildet die dynamische Struktur.

Die Fossa intercondylaris mit vorderem und hinterem Kreuzband wird als das zentrale Kompartiment bezeichnet. Weiterhin gehören die Area intercondylaris anterior und posterior sowie die Eminentia intercondylaris dazu. [Jakob, Stäubli, 1990]

1.2.1 Anatomie des vorderen Kreuzbandes

Das vordere Kreuzband ist ein intraartikuläres aber extrasynoviales Band des Kniegelenks. Die Länge des Bandes variiert laut Literatur zwischen 31 (\pm 3) mm und 36 (\pm 6) mm [Odensten, Gillquist, 1985]. Sowohl am femoralen Ursprung als auch am tibialen Ansatz nimmt das vordere Kreuzband an Querschnittsfläche im Vergleich zu seinem mittleren Drittel, wo es einen längsovalen Querschnittsdurchmesser von 44 mm² bei Männern und 36,1 mm² bei Frauen hat, zu (femoral etwa 113 mm² und tibial etwa 136 mm²). [Harner et al., 1999]

Das vordere Kreuzband verläuft von der Innenfläche des Condylus lateralis ossis femoris schräg nach distal-vorne-medial bis hin zur Area intercondylaris tibiae, lateral des Tuberculum intercondylare mediale. Die Ursprungsstelle am Femur ist oval mit einem Längsdurchmesser von durchschnittlich 18 mm und einem

Querdurchmesser von durchschnittlich 11 mm. Die Form der Insertionsstelle an der Tibia ist variabel und beträgt durchschnittlich 17 mm in der Sagittal- und 11 mm in der Transversalebene. In 90° Flexion beträgt der Winkel zwischen Band und Längsachse des Femurs 28°. [Odensten, Gillquist, 1985, Petersen, Tillmann, 2002]

Mehrere unterschiedliche Faserbündel, die in Extension nahezu parallel verlaufen, sich jedoch in Flexion umeinander winden, bilden das vordere Kreuzband. Funktionell wird in ein anteromediales, ein intermediäres und ein posterolaterales Bündel unterschieden. [Amis, Dawkins, 1991] Keines der Faserbündel ist isometrisch, jedoch befinden sich die anteromedialen Fasern näher am Kniedrehpunkt, so dass sie bei Flexion von 70 – 90° gespannt sind und somit als „Führungsbündel“ bezeichnet werden. Die posterolateralen Bündel verlieren bei zunehmender Flexion an Spannung, rotieren um den Kniedrehpunkt und gelten deshalb als „Sicherungsbündel“ in 0 – 20° Flexion. [Fuss, 1989, Duthon 2006]

Das vordere Kreuzband besteht histologisch aus straffem Bindegewebe, dass zu 90 % aus straffen Kollagenfibrillen und zu 10% aus elastischen Fasern besteht. Im distalen Drittel des Bandes findet man zusätzlich ovale Knorpelzellen, so dass die Struktur an Faserknorpel erinnert. An den Insertionsstellen findet man Mechanorezeptoren an den chondralen Bandansätzen. [Petersen, 2002, Jakob, Stäubli, 1990]

Die arterielle Blutversorgung des vorderen Kreuzbandes erfolgt über Äste der A. genicularis media, die um das Band herum ein Netz von Synovialgefäßen bilden, die transversal in das Ligament eindringen. Diese anastomosieren mit longitudinal angeordneten endoligamentären Gefäßen. [Arnoczky, 1983]

Ein Nervengeflecht aus dem Ramus posterior des N. tibialis innerviert das vordere Kreuzband. Über die Synovialmembran erreicht das Nervengeflecht das Netz von Synovialgefäßen. [Arnoczky, 1983]

1984 gelang zum ersten Mal der Nachweis von Mechanorezeptoren am vorderen Kreuzband. [Schultz et al., 1984] Mittlerweile ist bekannt, dass neben Mechanorezeptoren auch diverse andere Rezeptoren, Pacini-Körperchen, Ruffini-Endigungen, Golgi-Apparat-ähnliche Organe sowie freie Nervenendigungen am Kreuzband existieren und maßgeblich an seiner Funktion beteiligt sind. [Johansson et al., 1991]

1.2.2 Funktion des vorderen Kreuzbandes

Das vordere Kreuzband hat eine stabilisierende Funktion. Seine Hauptfunktion besteht darin, die Subluxation der Tibia nach vorne zu verhindern sowie die Hyperextension des Kniegelenks zu hemmen. Bedingt sichert das vordere Kreuzband das Kniegelenk auch gegen varische und valgische Kräfte. In 20 – 30° Flexion hat das vordere Kreuzband seine maximale Wirksamkeit. Bei der Innenrotation wickeln sich die beiden Kreuzbänder umeinander, womit die Verdrehung des Unterschenkels nach innen begrenzt wird. Als sekundärer Stabilisator unterstützt es die medialen und lateralen Bandstrukturen. [Petersen, Tillmann, 2002]

Die Propriozeption ist eine weitere sehr wichtige (aktive) Funktion des vorderen Kreuzbandes. Wie bereits beschrieben, findet man Mechanorezeptoren am Verankerungsbereich mit Femur und Tibia und ebenfalls Vater-Pacini-Körperchen, Ruffini-Endigungen sowie freie Nervenendigungen. [Johansson, 1991] Die verschiedenen Mechanorezeptoren dienen als Sensoren für Stellung, Spannung, Bewegung und Beschleunigung des Kniegelenks. Demzufolge spielt die Propriozeption eine große mechanische Rolle in der Kinematik des Kniegelenks. Patienten mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes fehlt der Reflex zur Anspannung der gelenkstabilisierenden, ischiocruralen Muskulatur. [Beard et al., 1994]

1.2.3 Verletzungsmechanismen des VKB

Der klassische Unfallmechanismus ist das Außenrotation-Flexion-Valgustrauma. Prädisponierend für einen solchen Unfall sind „high-risk-pivoting“-Sportarten wie Fußball, Handball und Skifahren, bei denen der Oberschenkel (z.B. durch Innenrotation des Oberkörpers) gegen den fixierten Unterschenkel bzw. Fuß verdreht wird. Hierbei sind meistens Verletzungen der medialen Kapsel-Bandstrukturen begleitend.

Das Flexion-Varus-Innenrotationstrauma (z.B. durch überkreuzte Skier) ist ein weiterer Unfallmechanismus bei dem das vordere Kreuzband, diesmal häufig in Begleitung der anterolateralen Kapsel-Band-Strukturen, reißt. Beim Hyperextensionstrauma, das Folge einer Landung in flachem Gelände sein kann, rupturiert ebenfalls häufig das vordere Kreuzband.

Das Valgustrauma (klassisch beim Fußball, wo der Gegenspieler von außen gegen das feststehende Bein des Fußballers tritt) geht häufig mit dem Riss des vorderen Kreuzbandes und des Innenbandapparats einher, während beim Hyperflexionstrauma neben dem vorderen Kreuzband eher die Meniskushinterhörner verletzt werden. [Kohn et al., 2002]

Das vordere Kreuzband selbst kann an drei verschiedenen Stellen rupturieren. In 70 – 80 % der Fälle liegt die Ruptur im intraligamentären Bereich. 20 % der vorderen Kreuzbänder reißen am proximalen Übergang von Knochen zum Ligament und nur 2 % rupturieren am tibialen Ansatz. [Noyes et al., 1980,1984]

1.2.4 Pathomechanik des verletzten Knies

Das Kinematik des Kniegelenks beinhaltet eine Reihe an komplexen Translations- und Rotationsbewegungen, die von den durchgeführten Bewegungen, der Muskelaktivität und der individuellen Anatomie des Kniegelenks abhängen. Das vordere Kreuzband spielt dabei eine wesentliche stabilisierende Rolle, so dass seine Ruptur zu einer veränderten, pathologischen Kinematik führt. [Waite et al., 2005, Petersen, Tillmann, 2002]

Bei Kreuzband-insuffizienten Knien beobachtet man bei passiven klinischen Tests eine erhöhte ventrale Translation der Tibia gegenüber des Femurs. Die ebenfalls gestörte Propriozeption des Knies verursacht weiterhin eine funktionelle Instabilität. Durch das Überwiegen der Quadrizepsmuskulatur kommt es auch beim aktiven Streckvorgang zu einer Translation der Tibia. Diese pathologische Kinematik verursacht eine erhebliche Mehrbelastung der anderen Strukturen des Gelenks und der Sekundärstabilisatoren, die die Translation der Tibia bremsen müssen. Am meisten belastet werden das hintere Schrägband, das Semimembranosuseck und besonders das mediale Meniskushinterhorn. [McDaniel, Dameron, 1983, Friedrich, 1993, Waite et al., 2005, Lobenhoffer, Tschern, 1993].

Viele Patienten berichten nach einer vorderen Kreuzbandruptur von einem Instabilitätsgefühl bzw. Wegknicken („giving way“) des Knies, insbesondere auf unebenem Boden. Dieses Symptom lässt sich klinisch im Pivot-Shift-Test nachahmen und muss von einer klinischen Instabilität unterschieden werden. Manche

Patienten sind subjektiv asymptomatisch. Gute propriozeptive Fähigkeiten und muskuläre Kompensation bedingen die Symptomarmut, jedoch haben auch diese Patienten die pathologische Kinematik des Knies, was zu Langzeitkomplikationen führen kann. [Lobenhoffer, Tscherne, 1993]

1.2.5 Folgeschäden des insuffizienten Kreuzbandes

Die bereits beschriebene veränderte Kinematik des verletzten Knies führt zu einer Reihe von Folgeschäden.

Die Patienten entwickeln durch das insuffiziente vordere Kreuzband eine chronische anteriore Laxität und eine Rotationsinstabilität des Kniegelenks. Die mehrbelasteten Strukturen des Knies werden geschädigt, was sich insbesondere in Knorpel- und Meniskusläsionen und -rissen widerspiegelt. [McDaniel, Dameron, 1983, Friedrich, 1993] McDaniel und Dameron (1983) beobachteten, dass nach 10 Jahren des Kreuzbandverlustes nur noch 15 % der Patienten einen intakten Innenmeniskus aufweisen. Gerade Patienten nach Menishektomie sind prädestiniert für eine Arthrose, insbesondere des medialen Kompartiments des Kniegelenks.

Des Weiteren setzt das verletzte Knie Entzündungsmediatoren frei, die entzündliche Prozesse propagieren, was ebenfalls zu Knorpel- und Meniskusschäden führt, die langfristig in eine Arthrose münden können. [Friedrich, 1993]

1.3 Indikation zur vorderen Kreuzbandplastik

Immer wieder kommt die Frage nach, ob man Rupturen des vorderen Kreuzbandes operativ oder konservativ behandeln soll. Heute tendiert man dazu, die meisten Patienten operativ zu versorgen, aber es ist schwierig, vergleichende Daten zu erstellen, da in beiden Gruppen eine hohe Zahl an Patienten benötigt werden. [Frobell et al., 2007]

Die Indikation zur operativen Versorgung wird anhand des Alters des Patienten, seines Aktivitätsniveaus, des Ausmaßes der Verletzung und des natürlichen Morphotyps des Kniegelenks gestellt.

Das Aktivitätsniveau wird anhand von Skalierungssystemen erfasst. Zu den geläufigsten gehören die Tegner-Aktivitätsskala und der „IKDC“. Ab Level 7 der Tegner-Skala und Level I und II des IKDC-Score geht man von hoher körperlicher Aktivität aus und verbindet damit ein erhöhtes Risiko für Sekundärverletzungen.

Die initiale Laxität ist erhöht bei Begleitverletzungen, wie Ruptur der medialen und lateralen Seitenbandstrukturen. Patienten mit solchen kombinierten Instabilitäten profitieren wesentlich mehr von der operativen als von der konservativen Therapie. Das mediale oder laterale Seitenband muss dabei nicht zwingend genäht werden. Studien von Andersson und Gillquist (1992) belegen, dass bereits die Versorgung des stabilisierenden Pfeilers, also des vorderen Kreuzbandes, ohne Stabilisierung der Kollateralbänder eine gute Prognose hat.

Der Morphotyp des Patienten ist ebenfalls wesentlich bei einer Entscheidung für die operative Versorgung des rupturierten Kreuzbandes. Patienten mit hyperlaxen Bandstrukturen und überstreckbaren Gelenken neigen zur Dekompensation des Kniegelenks und Auslockerung der sekundären Stabilisatoren. Bei diesem Patientengut haben Langzeitstudien ergeben, dass das mediale Gelenk degeneriert und Innenmeniskusschäden vermehrt auftreten.

Patienten ohne primäre Laxität des Bandapparates des Knies, die keinen oder nur einen sehr geringen Pivot-Shift aufweisen, haben demzufolge bessere Chancen eine gute Kniegelenksfunktion, auch ohne operative Therapie beizubehalten. [Lobenhoffer, Tscherne, 1993]

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei jungen Patienten mit hohem Aktivitätslevel, bei großer initialer Laxität, signifikanten Kollateralbandverletzungen und bei ungünstigem Morphotyp die Entscheidung in jedem Falle in Richtung operativer Versorgung gehen sollte.

1.4 Komplikationen der vorderen Kreuzbandplastik

Wie bei jeder Operation stellen Wundheilungsstörungen, Wundinfektionen, Blutungen und Gefühlsstörungen im Narbenbereich die häufigsten postoperativen Komplikationen dar. Sensible Ausfälle oder Neurome mit neuropathischen Schmerzen kommen vor allem im Bereich der Außenseite des Kniegelenks und des proximalen Unterschenkels vor. Diese Regionen werden durch die Rr. infrapatellares

superior et inferior des N. saphenus versorgt, die durch die Schnittführung beim Bone-Tendon-Bone-Transplantat am ehesten verletzt werden. [Petersen, Tillmann, 2002]

Intraoperativ kommen selten Blutungen sowie Schädigungen an Femur und Tibia, Fraktur der Patella (Inzidenz 0 – 2 %) und Riß der Patellarsehne vor. [Tay et al., 2006] Die Menisci, Knorpel sowie das hintere Kreuzband können durch ihre Nähe zum Operationsgebiet verletzt werden.

Postoperativ können traumatische sowie atraumatische Re-Rupturen des Transplantates vorkommen. [George et al., 2006]

Auf lange Sicht spielen die Arthrofibrose und besonders die Gonarthrose eine wichtige Rolle (Langzeitkomplikationen). [Bosch, 2002]

1.5 Alternativen zur VKB-Plastik mit Patellarsehne

Die konservative Therapie stellt laut Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie und des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie (2002) eine Alternative zur vorderen Kreuzbandplastik dar und lässt sich in Beratung, medikamentöse und physikalische Therapie und Orthopädietechnik untergliedern.

In der Beratung werden die Patienten darüber aufgeklärt, welche Sportarten zu vermeiden sind und zu einer Verdrehung des Kniegelenks führen (wie z.B. Handball, Fußball...) und bei welcher sportlichen Betätigung das Knie vorteilhaft belastet wird und evtl. zusätzlich die stützende Muskulatur aufgebaut wird, wie z.B. beim Kraulschwimmen, Fahrradfahren und Reiten.

Die medikamentöse Therapie besteht in der Gabe von peripher wirksamen Analgetika, Antiphlogistika im Sinne der nicht steroidalen Antirheumatika, Symptomatic Slow Acting Drugs in Osteoarthritis und in der lokalen Applikation von Steroiden.

Funktionsverbesserung des Knies, Muskelaufbau der unterstützenden Muskulatur des Kniegelenks, Verbesserung der Koordination, Verhütung von Kontrakturen und Gelenkschutztraining sind Gegenstand der physikalische Therapie. Kryo- und Ultraschalltherapie, Ergotherapie und manuelle Lymphdrainage sind weitere

Möglichkeiten der physikalischen Therapie.

Die Orthopädietechnik ermöglicht den Patienten eine Entlastung bzw. einen Schutz des Kniegelenks. Darunter fallen Unterarmgehstützen, Gummikniekappen und Knieorthesen.

Die alternativen Möglichkeiten in der operativen Therapie sind eine Versorgung durch eine Naht des Kreuzbandes mit oder ohne Augmentation mit künstlichen Bändern oder aber die Versorgung mit anderen Transplantaten, wie z. B. der Hamstrings, der Quadrizepssehne oder Allografts.

Bei intraligamentären Rupturen des vorderen Kreuzbandes wurde einige Zeit das Kreuzband genäht und entweder mit autologem Material (z.B. Fascia lata-Streifen) oder aber mit resorbierbarem (PDS) oder nicht-resorbierbarem Kunststoffmaterial (Trevira, LAD, Prolad) augmentiert. [Lobenhoffer, Tscherne, 1993] Schnell hat sich aber gezeigt, dass eine hohe Versagerquote durch Abrieb des Kunstbandes noch während des Remodelings eine Re-Ruptur des Bandes verursacht, so dass die Verwendung von synthetischen Bandmaterialien nur noch in Einzelfällen indiziert ist. Des Weiteren wurden synoviale Reaktionen auf Abriebpartikel der Kunstbänder beobachtet. [Weiler et al., 2002]

Allografts, also unbehandelt bei -80° tiefgefrorene oder kryopräservierte artgleiche, aber spezieverschiedene Transplantate kommen durch ihr geringe Verfügbarkeit nur in speziellen Zentren mit eigener Gewebekbank zum Einsatz. Durch ihren geringen Einsatz verfügt man nur über sehr wenige Daten in Bezug auf die Erfolgsquote (Stabilität, Reruptur...), beobachtet aber einen guten Erfolg in Richtung der fehlenden Entnahmemorbidity. [Weiler et al., 2002]

Das Quadrizepssehnentransplantat eignet sich insbesondere bei Revisionseingriffen als Transplantat, da es als Primärtransplantat nur selten Verwendung findet. Das Transplantat wird am distalen Ende mit einem Knochenblock entnommen, während proximal ein 8 bis 9 cm langes freies Sehnenende liegt. Dies bedeutet, dass das Quadrizepssehnentransplantat auf der einen Seite eine Weichteilfixierung und auf der anderen Seite eine knöcherne Fixierung erfordert. Ein Vorteil gegenüber dem Patellarsehnentransplantat ist die größere Dicke und der Umfang des Transplantats bei gleicher Breite. Ein wesentlicher Nachteil ist die zur Entnahme erforderliche zusätzliche Hautinzision. [Höher, Tiling, 2000]

Das heute verbreiteteste Verfahren - neben der Kreuzbandplastik mit

Patellarsehnentransplantat - ist die Rekonstruktion mit dem Semitendinosus-Grazilis-Sehnentransplantat. 1975 wurde diese Technik durch Cho das erste Mal angewandt. Viele Jahre benutzte man die Semitendinosussehne nur selten als Transplantat, weil man von einer wesentlich geringeren Reißfestigkeit des Einzelstrangs im Vergleich zur Patellarsehne ausging. Noyes hatte 1984 eine Studie veröffentlicht, in der dargelegt wurde, dass die Semitendinosussehne nur 70 % der Reißfestigkeit des normalen vorderen Kreuzbandes besitzt (1216 N). Nach dem heutigen Standard benutzt man allerdings die Hamstringsehnen als Drei- oder Vierfachstrang und je nach Fixation auch gemeinsam die Semitendinosus und Grazilissehne, was die Reißfestigkeit wesentlich erhöht (bis zu 240 – 280 % des natürlichen vorderen Kreuzbandes). Weitere Vorteile sind ein nur sehr kleiner Hautschnitt und die geringe Entnahmemorbidität, vor allem dadurch, dass Patella und Tiberositas tibiae intakt bleiben. Dies ist besonders bei Patienten, die kniende Berufe ausüben, zu beachten. Des Weiteren ist es bei der Doppelkanaltechnik möglich, das anteromediale und posterolaterale Bündel des vorderen Kreuzbandes zu rekonstruieren. Die wesentlichen Nachteile der Semitendinosus-Plastik liegen darin, dass die Innenrotation durch die Entnahme der Sehnen gestört wird, wobei eine klinische Relevanz fraglich bleibt. Außerdem gehört der M. semitendinosus zu der ischiocruralen Muskulatur, die ein wesentlicher Agonist des vorderen Kreuzbandes darstellt. Zusätzlich zu dem Verlust des natürlichen vorderen Kreuzbandes möchte man natürlich vermeiden, dass die agonistischen Muskelgruppen geschädigt bzw. geschwächt werden. Neben einer aufwendigen Transplantatpräparation bestehen auch Besonderheiten bei der Transplantatfixierung, da keine Knochenblöcke zur Fixierung vorhanden sind. Das Fehlen der Knochenblöcke führt auch dazu, dass die ossäre Transplantatintegration länger dauert. [Strobel, Schulz, 2002]

2. Fragestellung

In dieser retrospektiven Studie wurden Patienten, die durch eine vordere Kreuzbandplastik mit augmentiertem (Kennedy-LAD) Patellarsehnentransplantat versorgt wurden, nach einem durchschnittlichen Zeitraum von 17 Jahren nachuntersucht.

In der Literatur existieren kaum Studien mit Langzeitergebnissen von Patienten mit vorderer Kreuzbandplastik, so dass nicht abgeschätzt werden kann, inwieweit die operative Versorgung Folgeschäden eines insuffizienten Kreuzbandes verhindern kann.

Bei der Nachuntersuchung wurden subjektive Beschwerden, objektive Befunde wie Stabilität und Funktion des Knies sowie eine röntgenologische Bewertung erhoben. Auf die Beurteilung der Arthroseprogredienz wurde wegen des Langzeitcharakters der Studie besonders Wert gelegt.

Ein ausgewähltes Patientenkollektiv wurde bereits 1991 nachuntersucht, so dass die damaligen Daten mit den neu erfassten Daten im Sinne einer Längsschnittstudie verglichen werden konnten.

Diese Studie befasst sich mit folgenden Fragen:

1. Wie beurteilen die Patienten ihr operiertes Knie nach 17 Jahren hinsichtlich:
 - Funktion
 - Aktivität
 - Schmerzfreiheit
 - Entnahmestellenmorbidity
2. Wie ist die Stabilität des operierten Kniegelenks nach 17 Jahren?
3. Sind Sekundärschäden trotz operativer Versorgung aufgetreten?
4. Inwieweit ist eine Arthrose aufgetreten?
5. Wie ist die Stabilität des operierten Knies jetzt im Vergleich zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung im Sinne einer Längsschnittstudie zu bewerten?

3. Patientenkollektiv und Methode

3.1 Patientenkollektiv

Für diese Studie wurden Patienten ermittelt, die an der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie der Philipps-Universität Marburg behandelt wurden. Es wurden diejenigen Patienten aus den Operationsbüchern identifiziert, die folgende Einschlusskriterien erfüllten:

1. es wurden sowohl weibliche als auch männliche Patienten berücksichtigt, deren Geburtsdatum nicht vor 1930 liegt,
2. die Patienten wurden zwischen 1988 und 1991 mit einem Patellarsehnentransplantat mit der unter 3.1.3. beschriebenen Operationstechnik versorgt, so dass ein Nachuntersuchungsintervall von mindestens 15 Jahren eingehalten werden konnte,
3. die Patienten hatten eine frische, möglichst isolierte Kreuzbandruptur ohne chronische Instabilität des Knies.

3.1.1 Verletzungszeitraum

Patienten mit chronischer Instabilität des Knies wurden von der Studie ausgeschlossen. Der Verletzungszeitraum sollte demzufolge maximal zwei bis vier Monate vor der OP betragen.

3.1.2 Begleitverletzungen

Typische Begleitverletzungen der vorderen Kreuzbandruptur betreffen in absteigender Häufigkeit die mediale Seite, die laterale Seite, das hintere Kreuzband und das hintere Kreuzband in Kombination mit den Seitenbandstrukturen. Das letzte Verletzungsmuster (Pentade nach Trillat) findet man meist bei Knieluxationen. [Lobenhoffer, 2002]

Patienten mit gleichzeitiger hinterer Kreuzbandverletzung wurden von der Studie

ausgeschlossen.

Begleitverletzungen wie Meniskusläsionen und Knorpelläsionen von weniger als Grad III nach der Outerbridge-Klassifikation [Bös, Ellermann, 2003] waren keine Ausschlusskriterien, insoweit nicht mehr als eine weitere Meniskus-, Knorpel- bzw. Bandläsion vorlag.

3.1.3 Operatives Verfahren

Die Patienten wurden durch ein alloplastisch augmentiertes, autologes Patellarsehnentransplantat versorgt.

In Allgemeinanästhesie wird die Stabilität des Knies erneut überprüft und es finden sich ein deutlich positiver Lachman- und Jerktest bei Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Bei isolierter Ruptur des vorderen Kreuzbandes ist das Knie medial- und lateralseitig stabil.

Zur Inspektion des Knies wird nach Anlage einer Blutsperre eine parapatellare mediale Arthrotomie durchgeführt, die am unteren Patellapol beginnt und dicht überhalb des Tibiakopfes endet. Dabei kann sich bei frischer Kreuzbandruptur blutiger-seröser Erguss entleeren. Nach gründlicher Spülung des Gelenkes werden die Kreuzbänder sowie die Menisken inspiziert. Bei intraligamentärer vorderer Kreuzbandruptur ohne Nahtversorgungsmöglichkeit werden nun die Bandstümpfe reseziert. Die Menisken werden evaluiert, der Knieinnenraum saniert und eventuelle Meniskusläsionen und/oder –risse refixiert oder partiell reseziert.

Die Zugangsinzision wird zur Transplantatentnahme nach proximal und distal verlängert und die präligamentäre Faszie nach lateral abpräpariert. Als nächster Schritt wird das Ligamentum patellae dargestellt und das 10 mm breite zentrale Drittel der Sehne mit beidseits anhängenden 25 mm langen Knochenlamellen aus der Patellavorderfläche und der Tiberositas tibiae im Sinne eines Bone-tendon-bone-Transplantates entnommen.

Das Transplantat wird nun vorbereitet, indem die dreieckförmigen Knochenblöcke in eine Trapezform gebracht werden, so dass sie einerseits den Knochentunnel passieren können, andererseits aber die Querschnittsfläche größtmöglich ausfüllen. Das Transplantat wird zur Augmentation mit der Vorderfläche nach oben und unter

Längszug in eine spezielle Halterung eingespannt. Das künstliche Band (meist Kennedy-LAD) wird beidseits unter Vorspannung angeschlossen und auf dem Transplantat liegend in der Halterung fixiert. Das synthetische Band wird mit einer fortlaufenden resorbierbaren Naht von Knochenblock zu Knochenblock vom Transplantat ummantelt, so dass es als coaxialer Stabilisator im Biotransplantat liegt. Der tibiale Tunnel muss nun präzise platziert werden, um postoperativ ein Notch-Impingement, Schmerzen, Ergussbildung, ein Extensionsdefizit und eine sekundäre Instabilität zu vermeiden. [Martinek, Imhoff, 2002] Dafür wird von ventromedial über einen zuvor korrekt platzierten Kirschner-Draht ein 9 mm Bohrkanal in Richtung der physiologischen Ansatzstelle des vorderen Kreuzbandes gebohrt. Nach gründlicher Lavage des Gelenkes erfolgt lateralseitig eine kurzstreckige Hockeystielschnittinzision oberhalb des Tractus und des iliotibialen Bandes. Der M. vastus lateralis wird abgehoben und der Femurschaft mit einem Hohmannhebel umfahren. Der femorale Bohrkanal wird nun geplant. Er muss im lateralen Sulcusbereich weit posterior und superior angelegt werden, und der Tunnel sollte so verlaufen, dass die Transplantatabwinkelung am Eingang möglichst gering ist. Malpositionierung des femoralen Bohrkanals kann zu erhöhter Transplantatspannung, verminderter Beweglichkeit, Instabilität, Transplantatversagen, Versagen der Transplantatfixation und Arthrose durch unphysiologische Belastungsspitzen im Bewegungsablauf führen. [Csizy, Friedrich, 2002] Bei 100° flektiertem Knie wird nun über den Führungsdraht retrograd der Knochenkanal in die Ansatzstelle des vorderen Kreuzbandes an die Innenfläche des lateralen Femurcondylus gebohrt. Das augmentierte Lig. patellae-Transplantat wird über den tibialen Bohrkanal in das Gelenk hineingeführt und durch den femoralen Bohrkanal hinausgeleitet. Es wird soweit durchgezogen, bis der Knochenblock im tibialen Tunnel gerade eben vollständig versenkt ist. Im Bereich des Tibiakopfes wird das Kennedy-LAD mit einem Staple verankert und das Trochanterband über einer Knochenbrücke verknotet. Bei 10° Flexion wird das Kombitransplantat lateral außenseitig angespannt und das Kennedy-LAD an den Femurcondylus mit einem Staple verankert, so dass das Kniegelenk stabil und frei durchbewegbar ist. Nach der Eröffnung der Blutsperre wird die Blutung mittels Diathermie gestillt und eine Redondrainage in das Gelenk eingelegt. Es erfolgt nun ein fortlaufender Nahtverschluß der beiden Schenkel des Lig. patellae. Einige Vicryleinzelnknopfnähte verschließen den Fettkörper und der parapatellare mediale Zugang wird durch eine

fortlaufende Naht versorgt. Zusätzlich wird eine subcutane Redondrainage eingelegt, Subcutis und Haut genäht. Es erfolgt nun ein fortlaufender Nahtverschluß zwischen Traktus und iliotibialem Band, Subkutannaht und Wundverschluß der Haut. Zuletzt wird ein Wattekompressionsverband sowie ein Knie-Immobilizer angelegt. [OP-Bericht Gotzen, 25.05.1988; Gotzen, Petermann, 1994]

3.1.4 Rehabilitation

Die Rehabilitation beginnt bereits präoperativ, d.h. in dem Zeitraum zwischen Diagnosestellung der vorderen Kreuzbandruptur und Operation. Dieser Zeitraum beträgt in der Regel zwischen 6 bis 10 Tagen und wird dazu genutzt, das verletzte Knie und den Patienten intensiv auf die Bandrekonstruktion vorzubereiten. Die Schwerpunkte liegen auf der Anwendung von Analgetika und Antiphlogistika, lokaler Kompressions- und Kryotherapie, passiven Extensionsübungen, aktiven Bewegungsübungen und muskulärer Kräftigung und Gangschulung. Präoperativ ist der Patient über den postoperativen Rehabilitationsverlauf und die Operation informiert worden. [Gotzen, Petermann, 1994]

Nach der operativen Versorgung führen alle Patienten, die am Universitätsklinikum der Philipps-Universität Marburg operiert werden, ein einheitliches Nachbehandlungskonzept durch.

Das postoperative Rehabilitationsprogramm lässt sich in drei Phasen gliedern.

Die erste Phase beginnt unmittelbar postoperativ mit unlimitierten aktiven und passiven Bewegungsübungen unter guter Analgesie. Die weiteren Schwerpunkte dieser Phase liegen in der Kräftigung der Muskulatur und der Gangschulung mit sukzessiv gesteigerter Belastung. Bis zur 4. postoperativen Woche findet letztere nur mit Abrollbelastung statt. Danach wird mit 20 kg Teilbelastung bis zur 6. postoperativen Woche und mit 50 % des Körpergewichts bis zur 9. Woche trainiert. Bei freier Extension wird anschließend mit Vollbelastung begonnen.

Während des stationären Aufenthalts werden weiterhin physiotherapeutische Innervations- und Funktionsschulungen der Muskulatur, isometrische Spannungsübungen, continuous passive motion (CPM), Kryo- und Elektrotherapie, manuelle Therapie zur Patellamobilisation und Lymphdrainage durchgeführt.

Die zweite Rehabilitationsphase erstreckt sich von der 12. bis zur 24. postoperativen Woche. In dieser Phase wird durch intensiviertes Muskeltraining die Beanspruchung des Knies unter Vollbelastung gesteigert.

In der dritten Phase, die bis zur 36. Woche andauert, sollte nach Normalisierung von Kraft, Ausdauer, Koordination und Schnelligkeit die Wiederaufnahme von sportlichen Aktivitäten erfolgen. [Gotzen, Petermann, 1994, Ziring et al., 2001]

3.2 Aktenauswertung

Die Operationsbücher der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungs- und Handchirurgie der Philipps-Universität Marburg wurden systematisch durchgesehen und die Patienten identifiziert, die die unter 3.1 beschriebenen Einschlusskriterien erfüllen.

Aus den Akten dieses Patientenkollektivs konnten die persönlichen Daten, die Krankengeschichte und der Operationsbericht gesichtet und systematisch aufgearbeitet werden.

Das Geschlecht, das Geburtsdatum und somit das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Operation, das Datum der Verletzung, das präoperative Bewegungsausmaß, die Indikation zur vorderen Kreuzbandplastik und das genaue Operationsdatum wurden registriert.

Des Weiteren konnten Anschrift und gegebenenfalls die Telefonnummer ermittelt werden, so dass die Patienten schriftlich oder telefonisch gebeten wurden, an einer Nachuntersuchung teilzunehmen.

3.3 Untersuchungsbögen

3.3.1 IKDC-Evaluationsbogen

Der International Knee Documentation Committee-Evaluationsbogen wurde 1987 von europäischen und amerikanischen Kniechirurgen entwickelt, um präoperative, postoperative und Nachuntersuchungsergebnisse einheitlich erfassen und

verschiedene Studien durch dieses Standardevaluationsblatt miteinander vergleichen zu können. [Hefti, Müller, 1993]

Das Evaluationsblatt ist ein einseitiges, kurzes, einfaches Formular, das sich in drei Teile gliedert.

Im Dokumentationsteil werden die persönlichen Daten des Patienten, Datum der Untersuchung, Zeit zwischen Unfall und Operation, betroffenes Knie, Zustand der Gegenseite und Morphotyp dokumentiert.

Der Qualifikationsteil beinhaltet acht Problemkreise. Vier Problemkreise werden evaluiert: die subjektive Beurteilung durch den Patienten, Symptome, wie Schmerzen, Schwellungen und „giving way“, der Bewegungsumfang beider Knie und die klinische Untersuchung des Bandapparats.

Vier weitere Problemkreise werden dokumentiert, aber nicht evaluiert. Dazu gehören kompartimentale Befunde, Symptome bei der Transplantatentnahmestelle, Röntgenbefunde und ein funktioneller Test (Einbeinsprung).

Im Evaluationsteil werden die Befunde der ersten vier Problemkreise des Qualifikationsteils in „normal“, „fast normal“, „abnormal“ und „stark abnormal“ eingeteilt. Die schlechteste Qualifikation innerhalb der Gruppe ergibt die Gruppenqualifikation (A, B, C oder D, respektiv als „normal“, „fast normal“, „abnormal“ und „stark abnormal“ zu werten). Für die Gesamtevaluation zählt wiederum die schlechteste Gruppenqualifikation.

Durch dieses Evaluationssystem wird verhindert, dass sich vorhandene Probleme hinter guten Gesamtscores verstecken lassen. [Hefti, Müller 1993]

3.3.2 Marburger Knie-Untersuchungsbogen

Der Knie-Untersuchungsbogen der Philipps-Universität Marburg ist ein weiterer Dokumentationsbogen, um die Inspektion der unteren Extremitäten und die klinischen Untersuchungen zu dokumentieren. Neben der unter 3.4. beschriebenen klinischen Stabilitätsprüfung der Kniegelenke, der Untersuchung der Menisken und allgemeinen Inspektion (Gangbild, Symmetrie, Erguss, Schwellung) werden hier auch Bewegungsausmaße und der objektive Test der instrumentellen Stabilitätsprüfung mittels KT-1000-Arthrometer festgehalten.

3.4 Klinische Untersuchung

Die klinischen Nachuntersuchungen fanden in den Räumen der Poliklinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie der Philipps-Universität Marburg während der Knie- und Schultersprechstunden statt.

In der körperlichen Untersuchung wurde zunächst auf das Gangbild und die Symmetrie bzw. Ansicht der Beine von anterior und seitlich geachtet. Die genaue Inspektion und Palpation des betroffenen Knies im Vergleich zum Gegenknie gibt Aufschluss über die Patella-Stellung, die passive seitliche Mobilität und die Schmerzhaftigkeit der Patella, die Ausrichtung des Lig. patellae, dem Zustand der Tiberositas tibiae und der Plica mediopatellaris. Auf eine Rötung, Schwellung und Überwärmung wurde ebenfalls geachtet.

Die Operationsnarben wurden auf Entzündungszeichen und Sensibilitätsstörungen hin beobachtet und ihre genaue Lage registriert.

Um Atrophie- bzw. Hypertrophiezeichen der Ober- und Unterschenkelmuskulatur zu erfassen, wurde der Muskelumfang einmal exakt über dem Gelenkspalt, dann 15 cm unterhalb und ebenfalls 10 cm und 20 cm oberhalb des Gelenkspalts gemessen und dokumentiert.

Hinweise auf einen Kniegelenkserguss wurden mittels des „Tanzende-Patella“-Tests erfasst. Dafür liegt der Patient auf dem Rücken und mit der einen Hand wird der Recessus suprapatellaris ausgestrichen, während die Patella mit der anderen Hand gegen das Femur gedrückt wird. Ein federnder Widerstand, die so genannte „tanzende Patella“, ist pathologisch und weist auf einen Kniegelenkserguss hin.

Der Bewegungsumfang des Knies wurde mittels Neutral-Null-Methode gemessen. Die physiologischen Bewegungsausmaße des Knies betragen 120 – 150° Flexion und bis zu 5 – 10° Hyperextension nach der Neutral-Null-Methode. Die Innen- und Außenrotation ist in Extension aufgehoben, während sie bei freihängendem Unterschenkel bei 90° Flexion des Knies etwa 10° Innenrotation und bis 25° Außenrotation betragen.

Der Seitenbandapparat wird in 20° Flexion geprüft, da in voller Extension ein

seitliches Aufklappen auch bei Ruptur des medialen Kollateralbands verhindert wird, wenn die hintere Kapsel und das hintere Kreuzband intakt sind. In 20° Flexion wird also das Lig. collaterale mediale bei entspannter hinterer Kapsel durch Valgusstress isoliert auf eine Verletzung untersucht. [Rüegsegger, 1993]

Das laterale Kollateralband wird auf gleiche Weise durch Varusstress überprüft.

Um den Zustand des vorderen Kreuzbands zu beurteilen, wurden der Vordere-Schubladen-Test, der Lachman-Test und der Pivot-Shift-Test durchgeführt.

Die vordere Schublade wird klassischerweise in 70 - 90° Flexion überprüft. Der Untersucher fixiert mit dem Gesäß den Fuß des Patienten, während er den Tibiakopf mit beiden Händen umfasst. Bei entspannter Muskulatur des Patienten wird nun die Tibia nach ventral gezogen. Die Ventraltranslation der Tibia gegenüber dem Femur sowie der Anschlag können so beurteilt werden. Dieser Test wird in Neutralstellung sowie Außen- und Innenrotation durchgeführt.

Als der aussagekräftigste, also sensitivste Test in der vorderen Kreuzband-Diagnostik gilt heute der Lachman-Test. [Rüegsegger, Jakob, 1993] Dabei liegt der Patient auf dem Rücken, das Kniegelenk ist 15 – 30° gebeugt. Die eine Hand umfasst das Femur, die andere verschiebt die Tibia nach ventral. Auch hier muss die stabilisierende Muskulatur des Patienten vollkommen entspannt sein. Bei einer nachweisbaren vermehrten Translation der Tibia nach ventral liegt eine vordere Kreuzbandruptur vor. Es wird ein weicher und ein harter Anschlag unterschieden. Des Weiteren wird der Lachman-Test in drei Grade unterteilt. Der Test kann einfach positiv (+; 3 – 5 mm), zweifach positiv (++; 5 – 10 mm) und dreifach positiv (+++; > 10 mm) im Vergleich zur Gegenseite ausfallen.

Der Pivot-Shift-Test wird ebenfalls in Rückenlage durchgeführt. Der Untersucher greift und fixiert mit einer Hand den lateralen Femurkondylus, während der Daumen die proximale Tibia oder Fibula palpiert. Die andere Hand hält den Unterschenkel in Innenrotation und Abduktion, so dass ein Valgusstress entsteht. Aus dieser Ausgangsstellung erfolgt nun eine schnelle Extensions-Flexions-Bewegung unter Schub des proximalen Unterschenkels nach ventral. [Buckup, 2005]

Bei rupturiertem vorderen Kreuzband subluxiert die Tibia bereits in Extension unter dem Valgusstress nach vorne. Vor allem das laterale Kompartiment subluxiert, da dessen Führung physiologischerweise weniger straff ist als die des medialen

Kompartiments. In 20 – 30° erreicht die Subluxation ihr Maximum. Bei 30° Flexion kommt es zu einer ruckartigen Reposition des subluxierten Tibiakopfes nach dorsal, unterstützt durch den Tractus iliotibialis, der hinter die Beugeachse gleitet und Flexion und Außenrotation begünstigt. [Rüeggsegger, Jakob, 1993] Der Pivot-Shift-Test kann noch etwas leichter und deutlicher ausgeführt werden, wenn die Hüfte sich dabei in Abduktion befindet und der Unterschenkel in Außenrotation steht. [Petermann et al., 1996]

Der Jerk-Test nach Hughston wird bei 60 – 70° Flexion in Rückenlage durchgeführt. Der Untersucher umfasst mit einer Hand den Fuß und rotiert dabei den Unterschenkel nach innen. Über die andere Hand setzt er einen Valgusstress. Bei vorderem Kreuzbandschaden subluxiert der laterale Tibiakopfanteil bei etwa 20° Flexion ruckartig nach vorne. [Buckup, 2005]

Der Zustand der Menisken wird ebenfalls überprüft, da ein enger Zusammenhang zwischen vorderer Kreuzbandruptur bzw. –plastik, Meniskusläsionen und Arthroseprogredienz besteht. Dazu werden Steinmann I und II, McMurray und Payr-Test durchgeführt.

Beim Steinmann I-Zeichen fixiert der Untersucher mit der linken Hand das flektierte Knie, mit der anderen umfasst er den Unterschenkel und führt forcierte Rotationsbewegungen des Unterschenkels bei unterschiedlich stark flektiertem Knie durch. Patienten mit Innenmeniskusschaden geben Schmerzen im Bereich des medialen Gelenkspalts bei forcierter Außenrotation an. Bei einer Außenmeniskusläsion äußern die Patienten Schmerzen im lateralen Gelenkspalt bei Innenrotation des Kniegelenks. [Buckup, 2005]

Zur Durchführung des Steinmann II-Zeichens fasst der Untersucher mit der linken Hand das Knie und tastet gleichzeitig die Gelenkspalte. Mit der anderen Hand wird der Unterschenkel knapp oberhalb der Knöchelgabel gehalten. Bei fixiertem Oberschenkel wird der Unterschenkel in eine Außen- bzw. Innenrotationsstellung gebracht und in axialer Richtung bei leichter Stauchung gebeugt und gestreckt. Wie beim Steinmann I-Zeichen deuten Schmerzen im jeweiligen Gelenkspalt auf die entsprechende Meniskusläsionen hin. Bei Flexion und leichter Außenrotation wandert der Druckschmerz nach medial und dorsal zum Lig. collaterale mediale. Bei erneuter

Extension wandert der Schmerz wieder nach ventral. Bei einem Außenmeniskusschaden wandert der Druckschmerz bei Innenrotation des Unterschenkels nach ventral bei Extension und nach dorsal bei Flexion. Der Steinmann II-Test wird weitestgehend für die Diagnostik der Innenmeniskusschädigung benutzt. [Buckup, 2005]

Beim McMurray-Test werden Knie- und Hüftgelenk stark gebeugt, und die eine Hand des Untersuchers umfasst das Knie, die zweite Hand den Fuß. Der Unterschenkel wird stark außenrotiert oder innenrotiert und dann eine Extensionsbewegung bis zu einer Flexion von 90° ausgeführt. Schmerzen beim Extendieren des Knies in Abduktion und Außenrotation deuten auf einen Innenmeniskusschaden hin, in Innenrotation auf eine Außenmeniskusläsion. Bei starker Flexion kann ein Schnappen auftreten, was ein Zeichen dafür ist, dass eine „Meniskuszunge“ im Hinterhorn eingeklemmt ist. Ein Schnappen bei 90° Flexion spricht für eine Läsion im Bereich des mittleren Meniskusabschnitts. [Buckup, 2005]

Der Payr-Test gibt weiterhin Aufschluß über die Lokalisation des Meniskusschadens. Mit einer Hand wird das Knie fixiert und Daumen und Zeigefinger tasten den medialen und lateralen Gelenkspalt. Die andere Hand führt das Sprunggelenk. Das Knie wird in maximale Flexion gebracht, während der Unterschenkel maximal außenrotiert unter leichtem Varusstress weiter in Richtung des gegenüberliegenden Hüftgelenks gebeugt wird. Schmerzen im dorsalen inneren Gelenkspalt deuten auf eine Läsion des Hinterhorns des Innenmeniskus hin. Unter Innenrotation und Valgusstress wird das Hinterhorn des Außenmeniskus überprüft. [Buckup, 2005]

Der Einbeinsprung oder auch „one-leg-hop“ ist ein funktioneller Test, bei dem die Funktionalität des operierten Beins im Verlauf gemessen werden kann. Es besteht eine positive Korrelation zwischen wiedererlangter Muskelstärke und Sprungweite. [Sekiya et al., 1998]

Der Patient steht bei dem Test auf einem Bein und springt aus dem Stand so weit wie möglich und landet anschließend wieder auf dem selben Bein. Der Test wird pro Seite drei Mal wiederholt und die Werte gemittelt. Der errechnete Wert des operierten Beins wird in Prozent des gesunden Beins angegeben.

3.5 Instrumentelle Stabilitätsprüfung

Zur Objektivierung der Kniegelenksstabilität, also zur instrumentellen Prüfung der anterioren Translation der Tibia gegenüber des Femurs, wurde das KT-1000-Arthrometer benutzt. Sensitivität und Spezifität des KT-1000-Arthrometers im Vergleich zu anderen Knie-Arthrometern wurde statistisch überprüft und bestätigt. [Anderson et al., 1992]

Bei der Anwendung des KT-1000 liegt der Patient auf dem Rücken und entspannt die gesamte Ober- und Unterschenkelmuskulatur. Beide Beine liegen so auf einer speziellen Vorrichtung, dass das Kniegelenk in 20° Flexion steht. Mit einem verstellbaren Gummiband wird das Arthrometer am Unterschenkel des Patienten fixiert, so dass die gebogene proximale Platte des Geräts auf der Patella liegt. Der Untersucher fixiert die Platte nun in dieser Stellung. Der Messschieber wird auf die Tiberositas tibiae gelegt. Bei Ausübung der ventralen Translation verschiebt sich nun der Messschieber. Der Wert jeder Messung kann auf einer Rundskala mit 1 mm Skalierung abgelesen werden. Dies ermöglicht den objektiven Vergleich der ventralen Translation von dem gesunden mit der des verletzten Beines.

3.6 Radiologische Kontrolle

Von dem betroffenen Knie des Patienten wurden konventionelle Röntgenaufnahmen angefertigt. Zum einen wurde das Knie in zwei Ebenen (a.p.- und seitlicher Strahlengang) und die Patella im axialen Strahlengang geröntgt.

Die a.p.-Aufnahme ermöglicht die Beurteilung des distalen Femurs, der proximalen Tibia, des Femorotibialgelenks, der Kreuzbandhöcker und des Fibulaköpfchens. In der seitlichen Aufnahme können die ventral und dorsal gelegenen Strukturen überlagerungsfrei beurteilt werden. Diese Aufnahme dient insbesondere der Patellahöhenbestimmung. Das Femoropatellargelenk wird über die axiale Aufnahme der Patella beurteilt. [Kohn et al., 2002]

Anhand der Röntgenbilder wurden weiterhin erste Befundungen wie die Beurteilung des medialen und lateralen Gelenkspalts, die Lage der Bohrkanäle des vorderen Kreuzbandtransplantats und – soweit noch vorhanden - der Krampen, die Präsenz von Osteophyten und anderen Arthrosezeichen durchgeführt.

In Zusammenarbeit mit der Klinik für Strahlendiagnostik des Zentrums für Radiologie des Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, wurden die Röntgenaufnahmen weiterhin anhand des Larsen Index, einer Skala zur Beurteilung der Arthroseprogredienz, durch einen Radiologen unabhängig klassifiziert.

Ein Larsen Index Stadium 0 bedeutet ein radiologisch gesundes Gelenk in Balance zwischen Abnutzung und Regeneration. Leichte Abnormalitäten wie z.B. gelenknahe Osteoporose, periartikuläre Schwellung der Weichteile oder geringe, aber radiologisch nachweisbare Gelenkspaltminderung werden als Larsen Index Stadium I befundet. Patienten im Stadium II weisen röntgenologisch leichte, aber irreversible Abnormalitäten, wie eine gelenknahe Osteoporose, erste Erosionen der lasttragenden Gelenke und/oder eine eindeutige Gelenkspaltminderung auf. Im Stadium III zeigen sich ausgeprägte Erosionen der Gelenke bei eindeutiger Gelenkspaltminderung. Patienten mit schweren Erosionen und Deformitäten der Knochen befinden sich im Stadium IV. Bei Ausfall des Körperteils aufgrund von mechanischem Stress und Schmerz (Mutilation) wird das das Gelenk in das Stadium V klassifiziert. [Larsen et al., 1977]

<u>Larsen-Index</u>	
0	Normal
1	Leichte Abnormalität (gelenknahe Osteoporose, periartikuläre Schwellung der Weichteile und geringe, aber radiologisch nachweisbare Gelenkspaltminderung)
2	Leichte, aber irreversible Abnormalität (gelenknahe Osteoporose, erste Erosionen der lasttragenden Gelenke und eindeutige Gelenkspaltminderung)
3	Ausgeprägte Erosionen der Gelenke bei eindeutiger Gelenkspaltminderung
4	Schwere Erosionen und Deformitäten der Knochen
5	Ausfall des Körperteils, bedingt durch mechanischen Stress und Schmerz (Mutilation)

Abb. 1: Larsen-Index zur Klassifizierung der Gonarthrose

3.7 Befragung

Die an der Nachuntersuchung teilnehmenden Patienten erhielten einen das Knie betreffenden Auszug aus dem Gesundheitsfragebogen SF-36 (MOS-36 Item Short Form Health Survey). Der Fragebogen wird international eingesetzt und bringt Aufschluss über die Selbsteinschätzung des funktionellen Ergebnisses, die subjektive Einschätzung der Beschwerden im Alltag und der dadurch resultierenden Belastung. Die Validität und internationale Einsetzbarkeit ist in diversen Publikationen überprüft und bestätigt worden. [Stewart, 1988, Bullinger, 1998]

Es wurden Fragen zu dem betroffenen Knie in den letzten 7 Tagen gestellt. Dazu gehörten Fragen über Kniegelenksschmerzen, Schwellungen im Bereich des Ober- und Unterschenkels, Kniegelenkserguss, Instabilitätsgefühl im Kniegelenk, Schmerzen am unteren Patellarand, Muskelschmerzen oder -verspannungen am Oberschenkel, Einschränkung der Kniegelenksbeweglichkeit, Narbenschmerzen, Gefühlsstörungen im Bereich der Narbe und Unsicherheitsgefühl beim Laufen oder Stehen. Des Weiteren wurden die Patienten über eventuelle Kraftminderungen im Bereich des Ober- und Unterschenkels und im Fuß sowie zu Druckschmerzen über den eventuell noch vorhandenen Krampen, Wetterfühligkeit, Morgensteifigkeit des Kniegelenks und Probleme beim Treppensteigen befragt. Zuletzt sollten sie beurteilen, ob sie wegen eines oder mehrerer dieser Symptome niedergeschlagen waren.

Zu jedem einzelnen dieser Symptome konnten die Patienten zwischen „Hatte ich nicht“ oder „Hatte ich und belastet mich...“ wählen, wobei letzteres noch in „gar nicht“, „etwas“, „mäßig“, „stark“ oder „sehr stark“ einzuteilen war.

Fragebogen Knie

Sie wurden vor einiger Zeit am Knie operiert.

Im Folgenden sind Beschwerden aufgeführt, die im Zusammenhang mit Ihrer Erkrankung oder deren Behandlung auftreten können.

Bitte beurteilen Sie bei jedem Symptom, das Sie in den **letzten 7 Tagen** hatten, wie sehr Sie sich dadurch belastet fühlten.

Bei Symptomen, die bei Ihnen **nicht** aufgetreten sind, kreuzen Sie bitte „Hatte ich nicht“ an.

1. Kniegelenksschmerzen

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

2. Schwellungen im Bereich des Kniegelenkes

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

3. Schwellungen im Bereich des Unterschenkels

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

4. Kniegelenkserguss

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

5. Instabilitätsgefühl im Kniegelenk

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

Abb.2: Verwendeter Fragebogen, Seite 1

6. Muskelschmerzen oder Muskelverspannungen am Oberschenkel

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

7. Narbenschmerzen am Knie

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

8. Schmerzen am unteren Kniescheibenrand

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

9. Einschränkung der Kniegelenksbeweglichkeit

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

10. Gefühlsstörung über der Narbe am Kniegelenk

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

11. Unsicherheitsgefühl beim Laufen

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

12. Unsicherheitsgefühl beim Stehen

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

Abb.3: Verwendeter Fragebogen, Seite 2

13. Kraftminderung im Bereich des Unterschenkels und Fußes

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

14. Kraftminderung im Bereich des Oberschenkels

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

15. Druckschmerzen an der vorderen Unterschenkelseite über dem Metall

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

16. Wetterfühligkeit

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

17. Morgensteifigkeit des Kniegelenkes

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

18. Probleme beim Treppensteigen

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

19. Niedergeschlagenheit wegen eines oder mehrerer dieser Symptome

Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
	gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
-1	0	1	2	3	4

Abb.4: Verwendeter Fragebogen, Seite 3

3.8 Längsschnittstudie

1992 wurden in der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie des Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, bereits 21 der 47 Patienten im Rahmen einer Querschnittsstudie nachuntersucht. Die Daten der Nachuntersuchung von 1992 standen zur Verfügung, so dass für dieses ausgewählte Patientenkollektiv ein Vergleich der Klinik und der Stabilität des Knies sowie der Beschwerden der Patienten im Sinne einer Längsschnittstudie durchgeführt werden konnte.

4. Ergebnisse

4.1 Patientenkollektiv

Nach gründlicher Durchsicht der Operationsbücher konnten 164 Patienten identifiziert werden, die den Einschlusskriterien entsprachen. Davon sind 40 weiblichen (24,4 %) und 124 männlichen (75,6 %) Geschlechts.

59 Patienten waren unbekannt verzogen und konnten auch über Familienangehörige oder sonstige Recherchen nicht auffindig gemacht werden. 13 Patienten lehnten die Nachuntersuchung aus persönlichen Gründen ab. Die restlichen 44 Patienten reagierten weder auf wiederholtes Anschreiben noch auf Telefonate.

48 Patienten konnten für die Nachuntersuchung gewonnen werden, 1 Patient wurde jedoch aus der Studie ausgeschlossen, da er den Einschlusskriterien nicht mehr entsprach (der Patient hatte eine Reruptur bei adäquatem Trauma erlitten und wurde auswärts erneut operativ versorgt). Somit beträgt das Patientenkollektiv für die Studie 47 Personen (davon 12 weibliche (25,5 %) und 35 männliche (74,5 %) Patienten).

Das Nachuntersuchungsintervall von mindestens 15 Jahren konnte eingehalten werden. Der kürzeste zeitliche Abstand zwischen Operationsdatum und Nachuntersuchungsdatum beträgt 181 Monate (15 Jahre und einen Monat) und der Längste 234 Monate (19 Jahre und 6 Monate). Im Durchschnitt beträgt das Nachuntersuchungsintervall 201,5 Monate.

Das Durchschnittsalter bei der Nachuntersuchung beträgt 45,7 Jahre. Der älteste Patient war am Nachuntersuchungsdatum 65 Jahre alt, der Jüngste 32 Jahre.

Bei 27 der Patienten war die rechte Seite von der Verletzung betroffen, bei den restlichen 20 die linke Seite.

4.2 Begleitverletzungen

Patienten mit isolierter vorderer Kreuzbandverletzung wurden für die Studie favorisiert. Jedoch waren Meniskus- bzw. Knorpelläsionen mit weniger als Grad II der Outerbridge-Klassifikation oder leichte Läsionen des Seitenbandapparates keine

Ausschlusskriterien, insoweit nicht mehr als zwei weitere Meniskus- bzw. Bandläsionen vorlagen.

Bei 29 Patienten (61,7 %) lag eine isolierte vordere Kreuzbandruptur vor. 18 Patienten (38,3 %) hatten weitere Begleitverletzungen, davon fünf (10,6 %) mehrere Begleitverletzungen. Sechs Patienten wurden mit einer Innenmeniskus-Refixation, fünf mit einer Innenmeniskusteilresektion versorgt. Bei vier Patienten wurde der Außenmeniskus refixiert, bei fünf Patienten teilreseziert.

4.3 Klinische Untersuchung

4.3.1 IKDC-Qualifikation und Evaluation

Subjektive Beurteilung durch den Patienten

Die Patienten wurden gebeten, die Funktion ihres Kniegelenks in normal, fast normal, abnormal oder stark abnormal einzustufen.

20 Patienten (42,5 %) stufen die aktuelle Kniefunktion als normal ein und wurden somit in die Gruppenqualifikation A eingruppiert. In die Gruppenqualifikation B wurden die Patienten zugeteilt, die ihre Kniegelenksfunktion als fast normal einstufen, was auf 15 Patienten (31,9 %) zutraf. Als abnormal befanden 12 Patienten (25,6 %) ihre Kniefunktion und qualifizierten sich somit für die Gruppe C. Niemand beurteilte seine Kniefunktion als stark abnormal.

Gruppenqualifikation: subjektive Beurteilung (n = 47)

A	B	C	D
20 (42,5 %)	15 (31,9 %)	12 (25,6 %)	0 (0%)

Symptome

Die Patienten wurden weiterhin zu Schmerzen, Schwellungen und giving way ihres operierten Knies bei verschiedenen Aktivitätsniveaus befragt.

31 Patienten (66 %) gaben an, keine der beschriebenen Symptome zu haben und qualifizierten sich somit für die Gruppe A. 13 Patienten (27,7 %) gaben an, leichte Einschränkungen durch die Symptome zu haben und wurden der Gruppenqualifikation B zugeteilt. 3 Patienten (6,3 %) sahen deutliche Einschränkungen in ihrer Aktivität (Gruppenqualifikation C). Keiner der Patienten wurde in die Gruppe D eingruppiert.

Gruppenqualifikation: Symptome (n = 47)

A	B	C	D
31 (66 %)	13 (27,7 %)	3 (6,3 %)	0 (0%)

Bewegungsumfang

37 Patienten (78,7 %) wiesen ein Extensionsdefizit von weniger als 3° auf. 3 bis 5° Streckdefizit zeigten die Kniegelenke von 6 Patienten (12,8 %). 3 Patienten (6,4 %) wiesen eine Extensionseinschränkung von 6 bis 10° auf, während sich lediglich bei einem (2,1 %) Patienten ein Extensionsdefizit von über 10° zeigte.

Bei 38 Patienten (80,9 %) lag der Flexionsausfall bei 0 bis 5°. Zwischen 6 und 15° lag der Flexionsdefizit von 6 Patienten (12,8 %) und zwischen 16 – 25° bei 2 Patienten (4,2 %). Allein bei einem Patienten (2,1 %) zeigte sich ein Beugungsausfall im Gegensatz zur Gegenseite von über 25°. Es handelt sich dabei um denselben Patienten, der ebenfalls ein Extensionsdefizit von über 10° zeigte.

In die Gruppenqualifikation A wurden insgesamt 31 Patienten (66 %), die kein bzw. nur ein minimales Bewegungsdefizit aufwiesen, eingestuft. 10 Patienten (21,3 %) qualifizierten sich für die Gruppe B, während 5 (10,6 %) in die Gruppe C und einer (2,1 %) in die Gruppe D eingestuft werden mussten.

Gruppenqualifikation: Bewegungsumfang (n = 47)

A	B	C	D
31 (66 %)	10 (21,3 %)	5 (10,6 %)	1 (2,1 %)

Untersuchung des Bandapparates

Bei 36 Patienten (76,6 %) zeigte sich ein negativer Lachman-Test. 8 Patienten (17 %) hatten eine leichte anteriore Translation (+). Zweifach positiv zeigte sich der Lachman-Test bei 3 Patienten (6,4 %).

Lachman-Test (n = 47)

Negativ	(+)	(++)	(+++)
36 (76,6 %)	8 (17 %)	3 (6,4 %)	0 (0%)

Der durchgeführte Pivot-Shift-Test war bei 42 (89,4 %) der nachuntersuchten Patienten negativ. 3 Patienten (6,4 %) zeigten einen einfach positiven (+) und 2 Patienten (4,2 %) einen zweifach positiven (++) Pivot-Shift.

Pivot-Shift-Test (n = 47)

Negativ	(+)	(++)	(+++)
42 (89,4 %)	3 (6,4 %)	2 (4,2 %)	0 (0%)

Die Untersuchung der Kollateralbänder ergab eine geringfügige vermehrte mediale Aufklappbarkeit bei 4 Patienten (8,5 %). Die restlichen 43 Patienten (91,5 %) hatten einen festen Seitenbandapparat. Die mediale und laterale Aufklappbarkeit wurde in Varus- und Valgusrotation getestet.

Die Untersuchung des Bandapparats qualifizierte insgesamt 31 Patienten (66 %) für die Gruppenqualifikation A. 12 (25,5 %) weitere wurden in die Gruppenqualifikation B eingruppiert, während 4 Patienten (8,5 %) durch einen zweifach positiven Lachman- oder Pivot-Shift-Test in die Gruppe C eingruppiert wurden.

Gruppenqualifikation: Bandapparat (n = 47)

A	B	C	D
31 (66 %)	12 (25,5 %)	4 (8,5 %)	0 (0%)

Kompartimentelle Befunde

Im patellofemorale Kompartiment waren mäßige Krepitationen bei 4 Patienten (8,4 %) fühlbar. Mäßige Krepitationen waren ebenso bei einem Patienten (2,1 %) im medialen Kompartiment und bei einem weiteren Patienten im lateralen Kompartiment hörbar oder fühlbar.

Symptome an der Transplantatentnahmestelle

Die Patienten wurden nach Symptomen an der Transplantatentnahmestelle wie Druckdolenz, Irritation der Narbe und Gefühlsstörungen im Narbenbereich befragt und untersucht.

22 Patienten (46,8 %) gaben an, keine Beschwerden an der Transplantatentnahmestelle zu haben. 18 der Befragten (38,3 %) klagten über geringe Beschwerden, während 6 (12,8 %) die Symptome als „mäßig“ einstufen und 1 Patient (2,1 %) als stark.

Beschwerden an der Transplantatentnahmestelle (n = 47)

keine	gering	mäßig	stark
22 (46,8 %)	18 (38,3 %)	6 (12,8 %)	1 (2,1%)

Funktioneller Test

Beim Einbeinsprungtest wird die Sprungweite des operierten Beines im Vergleich zur gesunden Gegenseite evaluiert.

Bei 3 Patienten war der Einbeinsprung durch aktuelle Verletzungen des Fußes bzw. Gegenknies nicht durchführbar, somit ergibt sich n = 44.

41 Patienten (93,2 %) zeigten eine normale Funktion der Sprungkraft, während 3 Patienten (6,8 %) eine reduzierte Sprungweite (76 – 90 %) des operierten Beines zeigten.

Einbeinsprung (n = 44)

91 – 100 %	76 – 90 %	50 - 75 %	< 50 %
41 (93,2 %)	3 (6,8 %)	0 (0%)	0 (0%)

IKDC-Gesamtauswertung

Die Gesamtauswertung setzt sich aus den vier Problemkreisen „Subjektive Beurteilung“, „Symptome“, „Bewegungsumfang“ und „Untersuchung des Bandapparates“ zusammen. Die jeweils schlechteste Zuordnung zu einer Gruppe ergibt das Endergebnis.

Gruppe 1: subjektive Beurteilung (n = 47)

A	B	C	D
20 (42,5 %)	15 (31,9 %)	12 (25,6 %)	0 (0 %)

Gruppe 2: Symptome (n = 47)

A	B	C	D
31 (66 %)	13 (27,7 %)	3 (6,3 %)	0 (0 %)

Gruppe 3: Bewegungsumfang (n = 47)

A	B	C	D
31 (66 %)	10 (21,3 %)	5 (10,6 %)	1 (2,1 %)

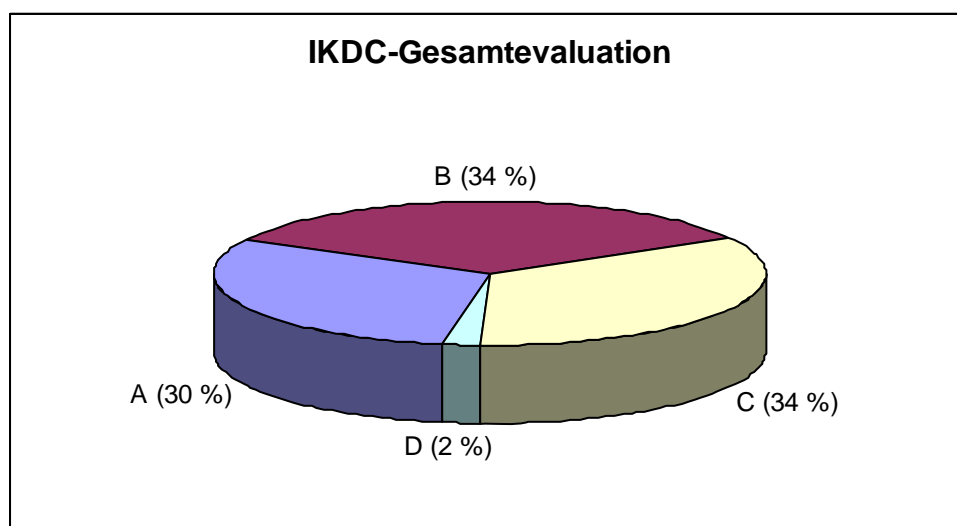
Gruppe 4: Bandapparat (n = 47)

A	B	C	D
31 (66 %)	12 (25,5 %)	4 (8,5 %)	0 (0 %)

In der Gesamtauswertung der IKDC-Evaluation zeigte sich für 14 Patienten (29,9 %) ein normales und für 16 Patienten (34 %) und ebenfalls für 16 Patienten (34%) ein fast normales bzw. abnormales Ergebnis. Ein stark abnormales Gesamtergebnis erzielte ein Patient (2,1 %).

Gesamtauswertung IKDC-Evaluation (n = 47)

A: normal	B: fast normal	C: abnormal	D: stark abnormal
14 (29,9 %)	16 (34 %)	16 (34 %)	1 (2,1 %)



4.3.2 Untersuchungsbogen der Universität Marburg

Zusätzlich zum IKDC-Untersuchungsbogen wurde der Untersuchungsbogen der Philipps-Universität Marburg zur genaueren klinischen Untersuchung und zusätzlichen Dokumentation angewandt.

Es wurden das Gangbild und die Achse der Beine aller Patienten beurteilt. Ein Patient hinkte leicht, das Gangbild aller anderen Patienten war normal. Bei einem Patienten fiel eine valgische Stellung beider Beine auf, bei einem weiteren eine Varusstellung.

Bei der Palpation der Tuberositas tibiae fiel bei 3 Patienten (6,4 %) eine Verdickung auf, während der ehemalige Bohrkanal bei 2 Patienten (4,26 %) druckdolent war.

Bei der Untersuchung der Patella-Mobilität in 30° Flexion fiel bei 2 Patienten auf, dass die Lateralisation der Patella schmerzhaft ist. Ein Patient hatte eine hypo-, eine weitere eine hypermobile Patella. Beim Patella-Gleitvorgang zeigte sich bei 7 Patienten (14,9 %) eine einfach positive Krepitation (+), bei einem Patienten eine zweifach positive (++) .

Ein leichter (+) Erguss fiel bei 2 der untersuchten Kniegelenke auf. 5 Knie (10,6 %) zeigten eine geringe Schwellung auf.

Bei der weiteren Überprüfung des Bandapparats zeigten sich klinisch bei 13 Patienten (27,7 %) eine vordere Schublade. Bei einem Patienten zeigte sich eine einfach positive Schublade lediglich in der Neutral-Null-Position, bei einem anderen nur zweifach positiv in Außenrotation. 3 Patienten (6,4 %) wiesen eine zweifach positive Schublade in Neutralstellung und Außenrotation sowie eine einfach positive Schublade in Innenrotation auf (Neutral: (++) , Außenrotiert: (++) , Innenrotiert: (+)). Bei 3 Patienten wurden Schubladen wie folgt beobachtet: zweifach positiv in Neutralstellung und Außenrotation, jedoch keine in Innenrotation (Neutral: (++) , Außenrotiert: (++) , Innenrotiert: (-)). Eine einfach positive Schublade in Neutralposition und Außenrotation, aber keine Schublade bei Innenrotation wiesen 5 Patienten (10,6 %) auf (Neutral: (+) , Außenrotiert: (+) , Innenrotiert: (-)).

Keiner der untersuchten Patienten zeigte bei der klinischen Untersuchung eine hintere Schublade.

Die Mehrzahl der Patienten zeigte bei den weiteren klinischen Untersuchungen keine Pathologien. Es wurden zusätzlich bei 9 Patienten (19,1 %) ein einfach positiver und bei einem Patienten ein zweifach positiver Jerk-Test beobachtet. 3 Patienten (6,4 %) hatten ein einfach positives Steinmann-Zeichen. Der Apley-Test war bei einem Patienten einfach positiv.

Des Weiteren wurde der Umfang des operierten und des gesunden Beines 20 cm und 10 cm oberhalb des Gelenkspalts, über dem Gelenkspalt und 15 cm unterhalb des

Gelenkspalts gemessen.

Verallgemeinert ist festzustellen, dass das operierte Bein in 83 % der Fälle (39 Patienten bei $n = 46$) einen geringeren Umfang hat als das Gegenknie. 20 cm oberhalb des Gelenkspalts waren die Oberschenkel im Durchschnitt 1,3 cm, 10 cm oberhalb des Gelenkspalts 0,8 cm dünner als die Gegenseite. Über dem Gelenkspalt war bei 22 Patienten (47,8 %) das operierte Knie breiter als das Gegenknie, durchschnittlich 1,6 cm. 15 cm unterhalb des Kniegelenks war die Umfang-Differenz jedoch nicht so deutlich. Das operierte Knie war im Durchschnitt 0,7 cm schmaler.

4.4 Instrumentelle Stabilitätsprüfung

Zur Objektivierung der Kniegelenksstabilität wurde das KT-1000-Arthrometer bei allen 47 Patienten benutzt ($n = 47$). Die anteriore Translation der Tibia gegenüber des Femurs wurde am operierten Knie im Vergleich zum Gegenknie gemessen.

Die durchschnittliche anteriore Translation des operierten Knies betrug 8,2 mm. Dieser Wert beträgt für die Gegenseite 6,8 mm.

Die Messung ergab bei 7 Patienten (14,9 %) eine identische anteriore Translationsstrecke der beiden Knie.

Bei 8 Patienten (17 %) wurde eine kürzere anteriore Translationsstrecke des operierten Knies im Gegensatz zum gesunden Knie gemessen. Im Durchschnitt konnte die Tibia 2,3 mm am gesunden Knie weiter nach anterior translatiert werden.

Die anteriore Translationsstrecke war bei der Mehrheit der Patienten (32 Patienten, 68,1 %) am operierten Knie länger als am Gegenknie. Die maximale Differenz der Verschieblichkeit beträgt 5 mm, die Minimale 1 mm. 2,3 mm konnte die Tibia im Durchschnitt weiter gegen das Femur verschoben werden.

4.5 Radiologische Ergebnisse

Die Röntgenbilder von allen Studienteilnehmern wurden von einem Radiologen unabhängig von Klinik und Beschwerden des Patienten befundet und anhand des Larsen-Index klassifiziert.

Im Stadium 0, das dem Normalbefund entspricht, befanden sich 3 Patienten (6,4 %), während 17 Patienten (36,2 %) in das Stadium I eingeordnet werden konnten. Bei diesen Patienten zeigten sich geringe radiologisch nachweisbare Gelenkspaltvermindierungen, periartikuläre Weichteilschwellungen oder gelenknahe Osteoporosen. Die meisten, nämlich 21 Patienten (44,7 %), wurden als Larsen-Index Stadium II und 5 Patienten (10,6 %) als Stadium III bewertet. Bei den Patienten im Stadium II zeigten sich eindeutige Gelenkspaltschmälerungen und erste Erosionen der lasttragenden Gelenke. Ausgeprägte Erosionen bei eindeutiger Verschmälerung des Gelenkspalts sieht man im Stadium III. Lediglich ein Patient (2,1 %) befand sich im Stadium IV (schwere Erosionen und Deformitäten der Knochen) und keiner im Stadium V.



Abb. 5: Larsen-Index Stadium 0: linkes Knie a.p.



Abb. 6: Larsen-Index Stadium 0: linkes Knie seitlich



Abb. 7: Larsen-Index Stadium I: rechtes Knie a.p.



Abb. 8: Larsen-Index Stadium I: rechtes Knie seitlich



Abb. 9: Larsen-Index Stadium II: linkes Knie a.p.



Abb. 10: Larsen-Index Stadium II: linkes Knie seitlich



Abb. 11: Larsen-Index Stadium III: rechtes Knie a.p.



Abb. 12: Larsen-Index Stadium III: rechtes Knie seitlich



Abb. 13: Larsen-Index Stadium IV: rechtes Knie a.p.



Abb. 14: Larsen-Index Stadium IV: rechtes Knie seitlich

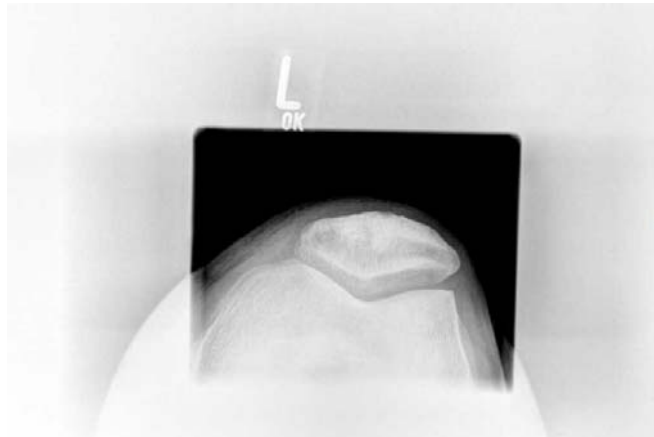


Abb. 15: Larsen Index Stadium 0: Patella axial

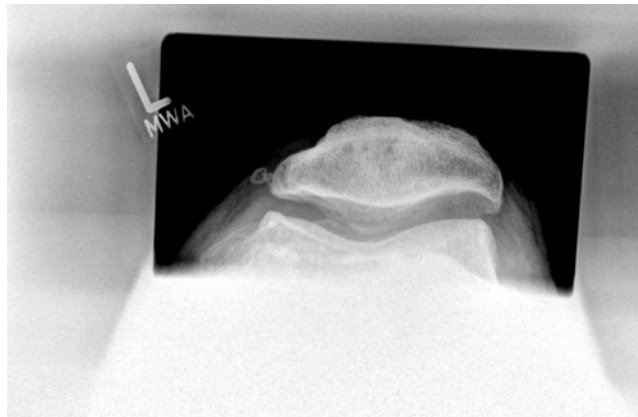


Abb. 16: Larsen Index Stadium II: Patella axial

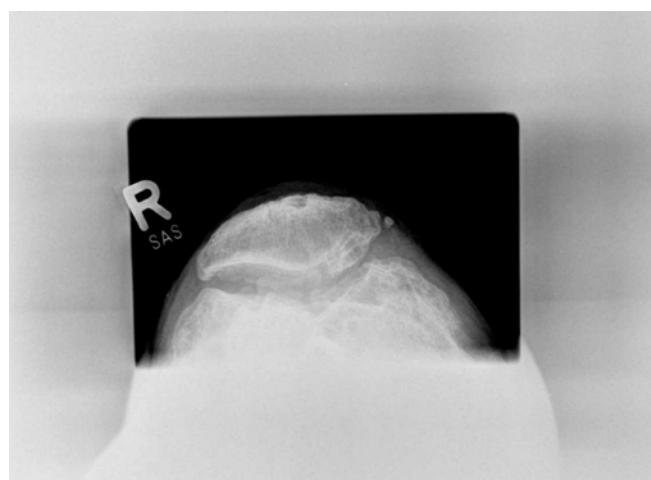


Abb. 17: Larsen Index Stadium IV: Patella axial

4.6 Subjektive Einschätzung

Alle Patienten beantworteten den subjektiven Fragebogen, so dass sich ein Kollektiv von 47 Patienten ergibt (n = 47).

Kniegelenkschmerzen

20 Patienten (42,6 %) gaben an, keine Kniegelenkschmerzen des operierten Knies zu haben. 12 Patienten (25,5 %) hatten Kniegelenkschmerzen, die sie etwas belasteten. Als mäßige Belastung empfanden weitere 11 (23,4 %) Patienten ihre Kniegelenkschmerzen und 3 Patienten (6,4 %) als stark. Ein Patient (2,1 %) fühlte sich stark durch die Schmerzen belastet.

Schwellungen im Bereich des Kniegelenks

Überhaupt keine Schwellungen im Bereich des Kniegelenks hatten 32 Patienten (68,1 %). Ein Patient (2,1 %) fühlte sich durch die Schwellungen gar nicht, 9 (19,1 %) etwas, 2 (4,2 %) mäßig, 3 (6,4 %) stark und keiner sehr stark belastet.

Schwellungen am Unterschenkel

Über Schwellungen am Unterschenkel klagten 5 Patienten, wovon diese 2 Patienten (4,2 %) gar nicht, 2 weitere (4,2 %) etwas und eine Person (2,1 %) mäßig belastete. 42 Patienten (89,4 %) gaben an, keine Schwellungen am Unterschenkel zu haben.

Kniegelenkserguss

3 Patienten (6,4 %) leiden stark unter Kniegelenksergüssen und einer mäßig. Ein Patient gab an, Kniegelenksergüsse zu haben, die ihn aber nicht belasten. Die Mehrheit, nämlich 89,4 % (42 Patienten) gaben an, keine Kniegelenksergüsse zu haben.

Instabilitätsgefühl im Kniegelenk

Keinerlei Instabilitätsgefühl im Kniegelenk hatten 29 Patienten (61,7 %), während 7 Patienten (14,9 %) angaben, dass das Symptom sie etwas belastet und 6 Patienten angaben, mäßig belastet zu sein. 5 weitere Patienten (10,6 %) sahen darin eine starke Belastung. Kein Patient fühlte sich durch die Instabilität sehr stark belastet, jedoch gab kein Patient an, eine Instabilität zu haben und dadurch überhaupt nicht belastet zu sein

Muskelschmerzen oder Muskelverspannungen am Oberschenkel

Ein Patient (2,1 %) leidet etwas, 3 Patienten (6,4 %) mäßig und ein weiterer stark unter Muskelschmerzen. 3 Patienten hatten Muskelschmerzen oder Verspannungen am Oberschenkel, stuften diese aber nicht als belastend ein. 39 der Befragten (83 %) berichteten über keinerlei derartiger Symptome.

Narbenschmerzen am Knie

35 Patienten (74,5 %) haben keine Narbenschmerzen. Jeweils 4 Patienten (8,5 %) empfanden den Schmerz als gar nicht oder etwas belastend. 3 (6,4 %) belastete das Symptom mäßig und einen sehr stark.

Schmerzen am unteren Kniescheibenrand

Schmerzen am unteren Kniescheibenrand hatten 35 der Befragten (74,5 %) gar nicht, während 12 weitere das Symptom kannten, wovon sich 2 (4,2 %) gar nicht, 5 (10,6 %) sich etwas und 5 weitere sich mäßig belastet fühlten.

Einschränkung der Kniegelenksbeweglichkeit

In der subjektiven Befragung gaben nur 17 Patienten (36,2 %) an, keine Beweglichkeitseinschränkung zu haben. 3 (6,4 %) fühlten sich dadurch überhaupt nicht belastet, während 11 (23,4 %) sich durchaus etwas belastet fühlten. Die Einschränkung der Kniegelenksbeweglichkeit belastete weiterhin 8 Patienten (19,1

%) mäßig und 7 Patienten (14,9) stark und ein Patient führte an, dadurch sehr belastet zu sein.

Gefühlsstörung über der Narbe am Kniegelenk

22 Patienten (46,8 %) hatten keine Gefühlsstörungen über der Narbe. 7 Patienten (14,9 %) bemerkten Gefühlsstörungen, empfanden diese aber nicht als belastend. Weitere 6 Patienten empfanden die Sensibilitätsstörung als etwas, 8 (19,1 %) als mäßig, 3 (6,4 %) als stark und ein Patient als sehr stark belastend.

Unsicherheitsgefühl beim Laufen

30 Patienten (63,8 %) fühlten sich beim Laufen absolut sicher. 3 (6,4 %) Patienten beklagten ein Unsicherheitsgefühl, das sie jedoch in keiner Weise einschränke. 6 der Befragten (12,8 %) fühlten sich etwas, 6 weitere mäßig und 2 (4,2 %) stark eingeschränkt.

Unsicherheitsgefühl beim Stehen

Mehr als die Hälfte der befragten Personen, nämlich 32 (68,1 %) fühlten sich zu jedem Zeitpunkt sicher beim Stehen. 2 Patienten (4,2 %) klagten über ein Unsicherheitsgefühl beim Stehen, das sie jedoch nicht belastet. Etwas belastet fühlten sich 9 Personen (19,1 %), einer mäßig, 2 stark und ein weiterer sehr stark.

Kraftminderung im Bereich des Unterschenkels und Fußes

Über obige Symptome klagten 9 Patienten (einer (2,1 %) war dadurch gar nicht, 3 (6,4 %) etwas, 4 (8,4 %) mäßig und einer stark belastet). 80,9 % der Patienten kannten das Symptom nicht.

Kraftminderung im Bereich des Oberschenkels

Etwas mehr Patienten klagten über eine Kraftminderung im Bereich des Oberschenkels. 2 (4,2 %) Patienten belastete dies stark, 3 weitere (6,4 %) mäßig, 5

(10,6 %) etwas und einen überhaupt nicht. 36 befragte Patienten (76,6 %) kannten solche Beschwerden nicht.

Druckschmerzen an der vorderen Unterschenkelseite über dem Metall

7 Patienten beantworteten die Frage nicht, da die Krampen der Transplantatfixation bereits im Rahmen einer Metallentfernung herausoperiert wurden. Keinen Druckschmerz über dem Metall empfanden 31 Patienten (66 %). Jediglich 3 Patienten (6,4 %) fühlten sich durch die Schmerzen etwas, weitere 4 (8,4 %) mäßig belastet. 2 Patienten hatten ebenfalls Druckschmerzen über der Krampe, die sie jedoch nicht belasteten.

Wetterfühligkeit

Die Mehrheit der Patienten gaben an, ein Ziehen bzw. Stechen im Bereich der Transplantatentnahmestelle beim Wetterumschwung zu empfinden. Eingestuft wurde das Phänomen als gar nicht belastend von 4 Patienten (8,4 %), als etwas belastend von 11 der Patienten (23,4 %), als mäßig belastend von 8 (16,8 %) der Befragten, als stark belastend von weiteren 4 Patienten und von einem Patient als sehr stark belastend. 19 Patienten (40,4 %) leiden überhaupt nicht unter Wetterfühligkeit.

Morgensteifigkeit des Kniegelenks

Etwas über die Hälfte (25) der Patienten (53,2 %) hatten keine Morgensteifigkeit im Kniegelenk. 3 Patienten (6,4 %) belastete das Symptom gar nicht, 9 (19,1 %) etwas, 6 (12,8 %) mäßig, 4 (8,4 %) stark. Keiner der Patienten fühlte sich dadurch sehr stark belastet.

Probleme beim Treppensteigen

26 Patienten (55,3 %) gaben an, keine Probleme beim Treppensteigen zu haben. 2 (4,2 %) gaben leichte Beschwerden an, die sie jedoch nicht belasteten. Etwas belastet fühlten sich 7 Patienten (14,9 %) und mäßig belastet 9 Befragte (19,1 %). Stark belasteten die Probleme 3 Patienten (6,4 %).

Niedergeschlagenheit wegen eines Symptoms oder mehrerer dieser Symptome

42 Patienten (89,4 %) waren wegen eines Symptoms oder mehrerer dieser Symptome nicht niedergeschlagen. 3 Patienten (6,4 %) berichteten über leichte Niedergeschlagenheit und 2 (4,2 %) über mäßige Niedergeschlagenheit.

Frage	Hatte ich nicht	Hatte ich und belastete mich...				
		gar nicht	etwas	mäßig	stark	sehr stark
Kniegelenksschmerzen	20 (42,6 %)	0 (0 %)	12 (25,5 %)	11 (23,4 %)	3 (6,4 %)	1 (2,1 %)
Schwellung am Kniegelenk	32 (68,1 %)	1 (2,1 %)	9 (19,1 %)	2 (4,2 %)	3 (6,4 %)	0 (0 %)
Schwellung am Unterschenkel	42 (89,4 %)	2 (4,2 %)	2 (4,2 %)	1 (2,1 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Kniegelenkserguss	42 (89,4 %)	1 (2,1 %)	0 (0 %)	1 (2,1 %)	3 (6,4 %)	0 (0 %)
Instabilitätsgefühl	29 (61,7 %)	0 (0 %)	7 (14,9 %)	6 (12,8 %)	5 (10,6 %)	0 (0 %)
Muskelschmerz Oberschenkel	39 (83 %)	3 (6,4 %)	1 (2,1 %)	3 (6,4 %)	1 (2,1 %)	0 (0 %)
Narbenschmerzen	35 (74,7 %)	4 (8,5 %)	4 (8,5 %)	3 (6,4 %)	0 (0 %)	1 (2,2 %)
Schmerz am Kniescheibenrand	35 (74,5 %)	2 (4,2 %)	5 (10,6 %)	5 (10,6 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Beweglichkeitseinschränkung	17 (36,2 %)	3 (6,4 %)	11 (23,4 %)	8 (19,1 %)	7 (14,9 %)	1 (2,1 %)
Gefühlsstörung über der Narbe	22 (46,8 %)	7 (14,9 %)	6 (12,8 %)	8 (19,1 %)	3 (6,4 %)	1 (2,1 %)
Unsicherheitsgefühl beim Laufen	30 (63,8 %)	3 (6,4 %)	6 (12,8 %)	6 (12,8 %)	2 (4,2 %)	0 (0 %)
Unsicherheitsgefühl beim Stehen	32 (68,1 %)	2 (4,2 %)	9 (19,1 %)	1 (2,1 %)	2 (4,2 %)	1 (2,1 %)
Kraftminderung Unterschenkel	38 (80,9 %)	1 (2,1 %)	3 (6,4 %)	4 (8,4 %)	1 (2,1 %)	0 (0 %)
Kraftminderung Oberschenkel	36 (76,6 %)	1 (2,1 %)	5 (10,6 %)	3 (6,4 %)	2 (4,2 %)	0 (0 %)
Druckschmerz über dem Metall	31 (66 %)	2 (4,2 %)	3 (6,4 %)	4 (8,4 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Wetterfühligkeit	19 (40,4 %)	4 (8,4 %)	11 (23,4 %)	8 (16,8 %)	4 (8,4 %)	1 (2,1 %)
Morgensteifigkeit im Kniegelenk	25 (53,2 %)	3 (6,4 %)	9 (19,1 %)	6 (12,8 %)	4 (8,4 %)	0 (0 %)
Probleme beim Treppensteigen	26 (55,3 %)	2 (4,2 %)	7 (14,9 %)	9 (19,1 %)	3 (6,4 %)	0 (0 %)
Niedergeschlagenheit	42 (89,4 %)	0 (0 %)	3 (6,4 %)	2 (4,2 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

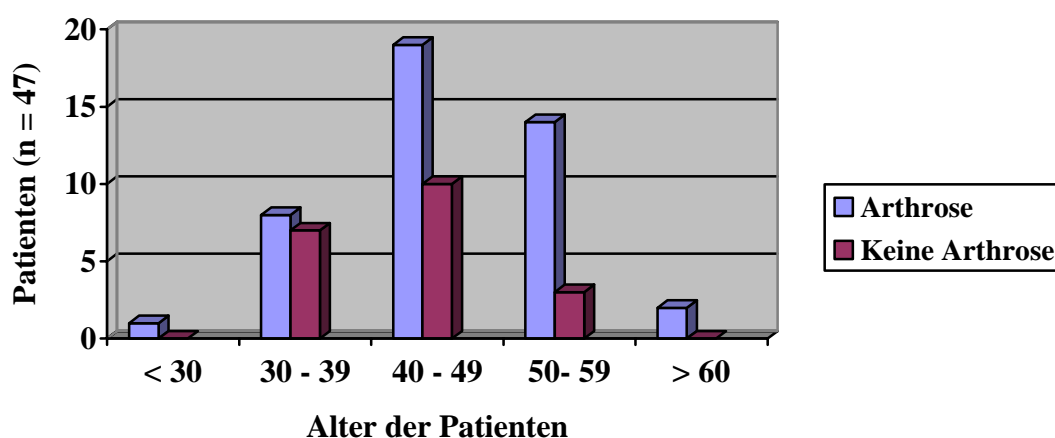
Abb. 18: Subjektiver Fragebogen: Ergebnisse (n = 47)

4.7 Empirische Untersuchungen

Zusammenhang zwischen Alter und Arthrose

Die Arthroseentwicklung korreliert signifikant mit dem Lebensalter der Patienten bei $p \geq 0,05$. Ältere Patienten haben also im Vergleich zu den jüngeren Patienten häufiger eine Arthrose entwickelt ($\chi^2 = 25,595$, $p = 0,095$, $df = 4$).

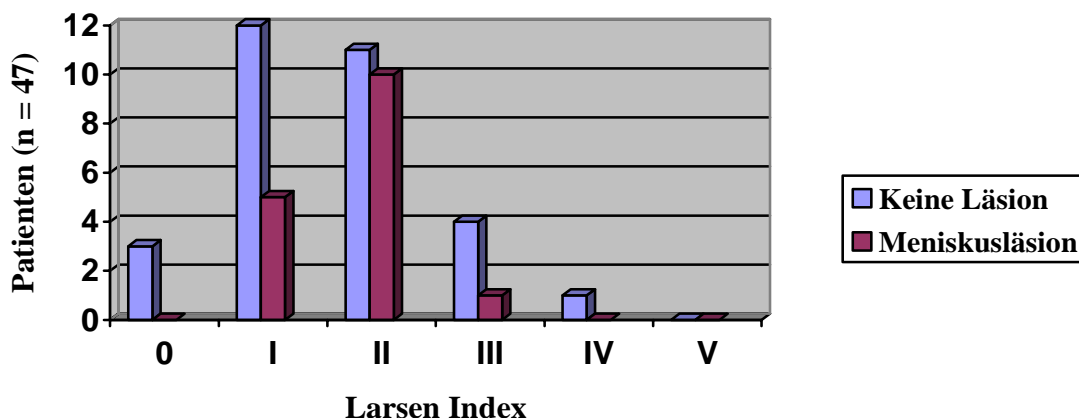
Abb. 19: Arthrose und Alter



Zusammenhang zwischen Arthroseprogredienz und Meniskuläsion

Die Arthroseprogredienz korreliert signifikant mit den Meniskuläsionen bei $p \geq 0,05$. Patienten mit Meniskuläsion ($n = 16$) haben somit häufiger eine Arthrose entwickelt als Patienten mit isolierter Kreuzbandruptur ($\chi^2 = 32,0614$, $p = 0,111$, $df = 5$).

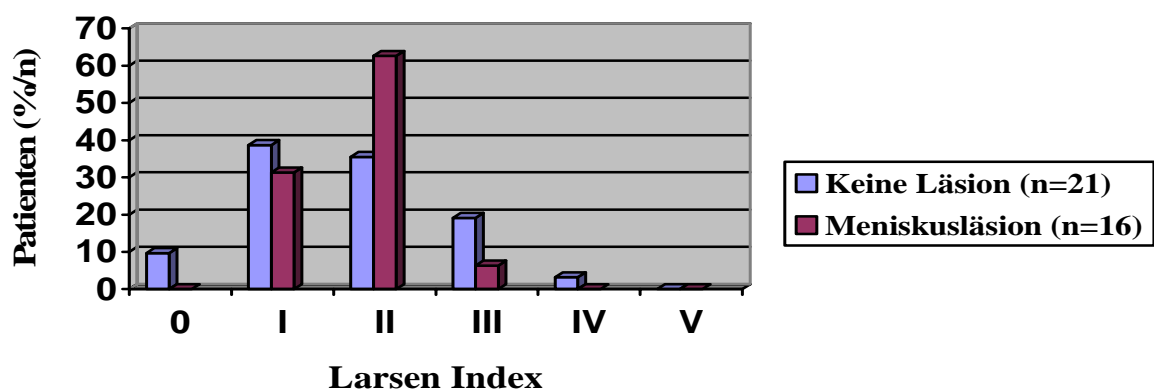
Abb. 20: Meniskuläsion und Arthrose (absolut)



Alle Patienten mit Meniskusläsion (n = 16) haben eine Arthrose entwickelt. 5 (31,3 %) dieser Patienten entwickelten eine Arthrose, die sich in den Larsen Index I klassifizieren ließen. 62,6 % der Patienten (10) haben eine Arthrose Grad II nach dem Larsen Index. Ein Patient den Arthrosegrad III.

In dem Kollektiv der Patienten ohne Meniskusläsion (n = 31) haben 90,3 % ebenfalls radiologisch arthrotische Veränderungen entwickelt. Die Verteilung ist jedoch anders und somit lassen sich 38,7 % in Grad I, 35,5 % in Grad II, 12,9 % in Grad III und 3,2 % in Grad IV des Larsen Index einteilen. Das entspricht respektive 12, 11, 4 und einem Patienten.

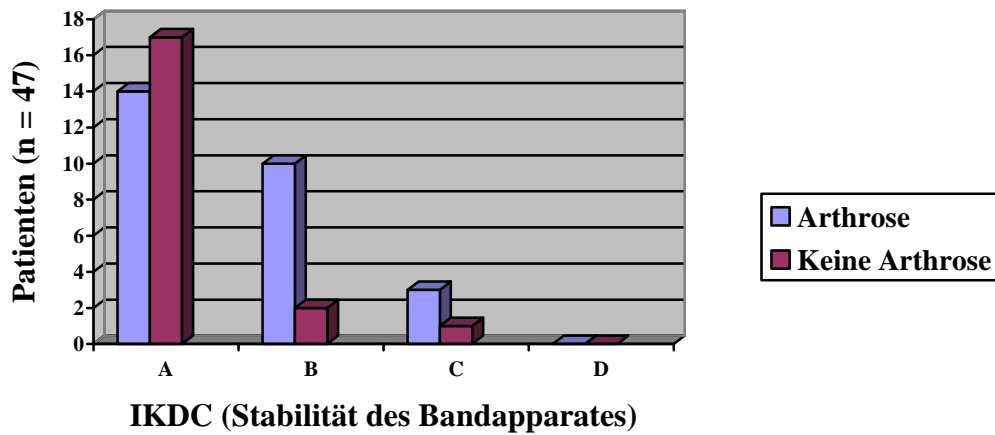
Abb. 21: Arthrose bei Patienten mit und ohne Meniskusläsion in %



Zusammenhang zwischen Arthroseprogredienz & klinischer Stabilität des Bandapparates

Die Arthroseprogredienz korreliert nicht signifikant mit der Stabilität bei $p \geq 0,05$. Patienten mit Instabilität haben somit häufiger eine Arthrose entwickelt als Patienten in der Nachuntersuchung mit einem stabilem Bandapparat ($\chi^2 = 32,04$, $p = 0,078$, $df = 3$).

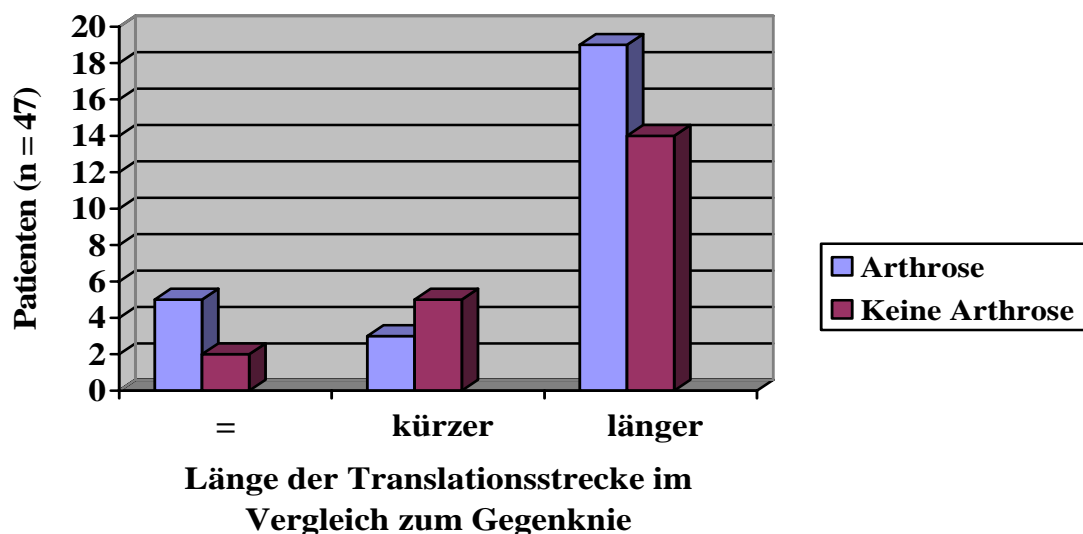
Abb. 22: Arthrose und Stabilität des Bandapparates



Zusammenhang zwischen Arthroseprogredienz und apparativ gemessener Translationsstrecke des operierten Knies im Vergleich zur Gegenseite

Die Arthroseprogredienz korreliert nicht signifikant mit der Stabilität bei $p \geq 0,05$. Patienten mit Instabilität des Kreuzbandtransplantates haben somit häufiger eine Arthrose entwickelt als Patienten mit stabilem Kreuzbandtransplantat in der Nachuntersuchung ($\chi^2 = 16,06$, $p = 0,059$, $df = 2$).

Abb. 23: Arthrose und Translationsstrecke des operierten Knies im Vergleich zum Gegenknie in der instrumentellen Stabilitätsprüfung



4.8 Längsschnittstudie

4.8.1 Vergleichende klinische Untersuchung

21 der 47 Studienpatienten wurden bereits 1992 in der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg nachuntersucht.

Bei diesem Patientenkollektiv handelte es sich bei 13 Patienten um das rechte und bei 8 Patienten um das linke Bein, das operiert wurde.

Beim Vergleich des Gangbildes und der Achsenstellung der Beine der Patienten im Jahre 1992 und 2006 gab es keine relevanten Unterschiede. Lediglich bei einem Patienten fiel 1992 eine gebeugte Haltung in der Seitenansicht des Beines auf, die sich 2006 als normalisiert darstellte.

Druckdolenz über der Tuberositas tibiae

Die Palpation der Tuberositas tibiae zeigte sich 1992 eine Druckdolenz bei 3 Patienten (14,28 %), während 2006 nur ein Patient eine Druckdolenz über dem ehemaligen Bohrkanal angab. Bei einem Patienten mit schmerzhafter Tuberositas tibiae in 1992 konnte man 2006 eine Verdickung an gleicher Stelle tasten.

Patella-Mobilität

Bei der Untersuchung der Patella-Mobilität in 30° Flexion fiel 1992 bei 3 Patienten (14,28 %) eine Hypomobilität auf, die sich 2006 normalisiert hatte. Lediglich ein Patient dieses Kollektivs klagte 2006 über Schmerzen bei Lateralisation der Patella.

Kniegelenkserguss und -schwellung

3 (14,28 %) der 21 untersuchten Patienten hatten 1992 einen Kniegelenkserguss. Einer dieser Patienten hatte auch 2006 einen leichten Erguss. Bei einem weiteren Patienten fiel 2006 ein leichter Kniegelenkserguss auf.

Ähnlich verhält es sich mit der Schwellung des Knies: 1992 war das Knie von einem Patienten gering und das eines anderen mäßig geschwollen. 2006 konnte an 3 Patienten (14,28 %) eine geringe Knieschwellung beobachtet werden, darunter auch ein Patient, bei dem 1992 das Knie geschwollen war. Bei diesem Patienten handelt es

um denselben, der ebenfalls in den beiden Jahren einen Kniegelenkserguss hatte.

Vordere Schublade

1992 zeigte sich bei 3 Patienten (14,28 %) eine vordere Schublade in der klinischen Untersuchung. Ein Patient hatte eine einfach positive Schublade (+) in der Neutralposition. Die beiden anderen Patienten (9,52 %) wiesen in Neutralposition sowie in Außenrotation eine einfach positive Schublade (+) auf. In Innenrotation konnte die Schublade nicht nachgewiesen werden.

2006 hatte ein Patient lediglich in der Neutralstellung eine einfach positive Schublade (+). 2 Patienten (9,52 %) wiesen in Neutralposition sowie in Außenrotation eine einfach positive Schublade (+) auf. Ein weiterer Patient hatte folgenden Befund: zweifach positive Schublade in Neutralposition (++), zweifach positive Schublade in Außenrotation (++), keine Schublade in Innenrotation (-). Eine zweifach positive Schublade in Außenrotation (++) zeigte sich bei einem Patienten.

Vergleichend ist festzustellen, dass einer der Patienten, der 1992 in Neutralposition sowie in Außenrotation eine einfach positive Schublade (+) aufwies, 2006 den Befund mit zweifach positiver Schublade in Neutralposition und in Außenrotation aufwies. Bei den anderen 2 Patienten handelt es sich in beiden Jahren um den gleichen Befund (bei dem einen Patienten einfach positiv (+) in Neutralstellung und bei dem anderen einfach positive Schublade (+) in Neutralposition und Außenrotation).

Keiner der Patienten zeigte eine hintere Schublade, weder 1992 noch 2006.

Bewegungsausmaß

Der Vergleich von Extension und Flexion nach der Neutral-Null-Methode des betroffenen Knies zeigt, dass bei 6 Patienten (28,6 %) die Beweglichkeit gleich geblieben ist, bei 8 Patienten (38,1 %) 2006 schlechter ist als 1992 und bei 7 Patienten (33,3 %) 2006 besser ist.

2 Patienten (9,52 %) haben 2006 eine Bewegungseinschränkung von 5° bei der Flexion im Vergleich zu 1992. 4 weitere Patienten (19,05 %) sind 10° in der Flexion eingeschränkt und bei jeweils einem Patienten besteht ein Flexionsdefizit von 15° und 20°.

3 Patienten (14,29 %) können 2006 das operierte Knie um 5° besser beugen als 1992, 3 (14,29 %) weitere um 10° und ein Patient um 20°.

Bei 4 Patienten (19,05 %) besteht bei der Gegenseite ebenfalls ein Flexionsdefizit von 10° im Jahr 2006, bei 4 weiteren (19,05 %) eine Verbesserung der Flexion von 10°. Ein Patient hat 2006 ein Hyperextensionsdefizit von 10°.

Bei 7 der 15 Patienten (46,7 %), bei denen entweder eine Zu- oder Abnahme der Flexion im Jahr 2006 zu beobachten ist, korreliert der Befund mit der Gegenseite, d.h. hat ein Patient 2006 ein Flexionsdefizit von 10° am operierten Knie, so hat er dies auch am nicht operierten Knie.

4.8.2. IKDC-Qualifikation und Evaluation

Analog zu der Nachuntersuchung in 2006 konnte anhand der ausführlichen Daten aus der Nachuntersuchung von 1992 der IKDC-Evaluationsbogen erstellt und evaluiert werden. Die Ergebnisse sind im folgenden dargestellt.

Subjektive Beurteilung durch den Patienten

Die Patienten wurden gebeten, die Funktion ihres Kniegelenks zu beurteilen. Die Ergebnisse konnten in normal, fast normal, abnormal oder stark abnormal zusammengefasst werden.

Es zeigte sich folgende tabellarisch zusammengefasste Verteilung.

Subjektive Beurteilung (n = 21)

	A	B	C	D
1992	12 (57,1 %)	8 (38,1 %)	1 (4,8 %)	0 (0 %)
2006	9 (42,9 %)	9 (42,9 %)	3 (14,3 %)	0 (0 %)

Symptome

Der Symptomenkomplex, der Schmerzen, Schwellungen und giving-way-Episoden des operierten Knies beinhaltet, wurde erhoben und die Patienten wurden in folgende Gruppen eingeordnet: Gruppe A hatte keine der beschriebenen Symptome, Gruppe B gaben leichte, Gruppe C deutliche Einschränkungen durch die Symptome an.

Symptome (n = 21)

	A	B	C	D
1992	11 (52,4 %)	9 (42,9 %)	1 (4,8 %)	0 (0 %)
2006	15 (71,4 %)	6 (28,6 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Bewegungsumfang

Der Bewegungsumfang in der Nachuntersuchung 1992 wurde bereits beschrieben. In der IKDC-Qualifikation ergab sich folgendes Resultat:

Bewegungsumfang (n = 21)

	A	B	C	D
1992	11 (52,4 %)	8 (38,1 %)	0 (0 %)	2 (9,5 %)
2006	13 (61,9 %)	4 (19 %)	3 (14,3 %)	1 (4,8 %)

Bandapparat

Die Untersuchung des Bandapparats qualifizierte insgesamt 16 Patienten (76,2 %) für die Gruppenqualifikation A. 4 (19 %) weitere wurden in die Gruppenqualifikation B eingruppiert, während ein Patient (4,8 %) in die Gruppe C eingruppiert wurde.

Bandapparat (n = 21)

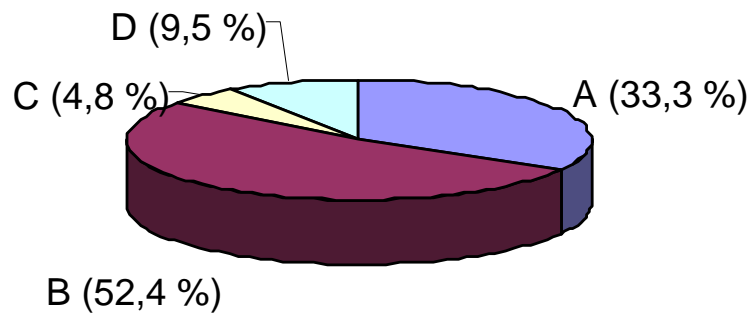
	A	B	C	D
1992	16 (76,2 %)	4 (19 %)	1 (4,8 %)	0 (0 %)
2006	18 (85,7 %)	3 (14,3 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

In der Gesamtauswertung der IKDC-Evaluation zeigte sich für 7 Patienten (33,3 %) ein normales, für 11 Patienten (52,4 %) ein fast normales und für einen Patienten (4,8 %) ein abnormales Ergebnis. Ein stark abnormales Gesamtergebnis erzielten zwei Patienten (9,5 %).

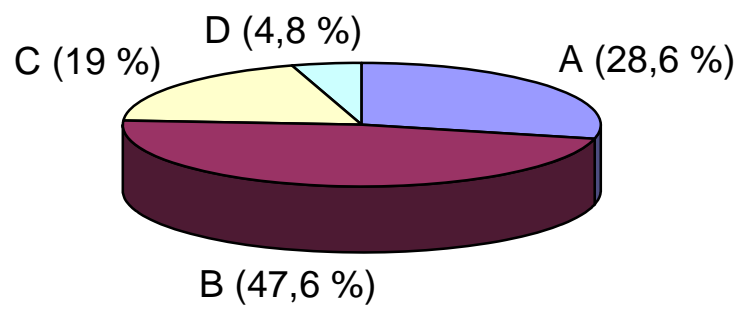
Gesamtauswertung IKDC-Evaluation (n = 21)

	A	B	C	D
1992	7 (33,3 %)	11 (52,4 %)	1 (4,8 %)	2 (9,5 %)
2006	6 (28,6 %)	10 (47,6 %)	4 (19 %)	1 (4,8 %)

IKDC-Gesamtevaluation (1992)



IKDC-Gesamtevaluation (2006)



5. Diskussion

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes und ihre Therapiemöglichkeiten erfahren großes Interesse, wenn man die stetig steigende Anzahl an wissenschaftlichen Publikationen über die Thematik betrachtet. Das liegt wohl darin begründet, dass einerseits die Inzidenz der vorderen Kreuzbandrupturen stetig steigt, aber ebenfalls an dem immer wachsenden Anspruch des Patienten aber auch des Operateurs, beste Resultate zu erreichen. Angestrebt werden auf lange Sicht gesehen u.a. Schmerzfreiheit, volles Bewegungsmaß und eine wirkungsvolle Arthroseprävention. Des Weiteren besitzt die Kreuzbandchirurgie eine sozioökonomische Dimension, da hauptsächlich junge Menschen betroffen sind, die mitten in der Ausbildung oder dem Erwerbsprozess stehen und gerade dann die restitutio ad integrum angestrebt werden muss. [Rupp et al., 2002]

In der Literatur findet man zahlreiche Studien, die kurz- bis mittelfristige Ergebnisse nach vorderer Kreuzbandplastik darlegen. Die Datenlage für einen Kreuzbandersatz mit dem mittleren Drittel der Patellarsehne ist sehr umfangreich und auch zufriedenstellend, sowohl hinsichtlich der Kniestabilität als auch der Entnahmemorbidität. Ob dieses Operationsverfahren jedoch die Arthroseprogredienz suffizient verhindert, kann nur in Langzeitstudien dargelegt werden. [Rupp et al., 2002, Beynon et al., 2005, Schierl et al., 1994]

In der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie der Philipps-Universität Marburg wurde bereits Mitte bis Ende der 80er Jahre ein großes Spektrum an Patienten mit vorderer Kreuzbandruptur mit dem Patellarsehnentransplantat versorgt.

Das Ziel dieser Studie ist es, Langzeitergebnisse bezüglich Bandstabilität, Patientenzufriedenheit und eben Arthrosegrad zu erfassen.

48 Patienten wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht, wovon jedoch einer den Einschlusskriterien nicht mehr entsprach und von der Studie ausgeschlossen wurde (Bei diesem Patienten rupturierte das Transplantat bereits nach 2 Jahren nach adäquaten Trauma, so dass er mit einem alternativen Transplantat versorgt wurde). Die verbleibenden 47 Studienteilnehmer setzen sich aus 12 weiblichen (25,5 %) und 35 männlichen (74,5 %) Patienten zusammen. Das Gesamtkollektiv der am vorderen Kreuzband operierten Patienten für die Jahrgänge 1988 bis 1991 setzte sich aus 41 weiblichen (24,5 %) und 126 männlichen (75,5 %) Patienten zusammen, so dass das

Studienkollektiv hinsichtlich Geschlecht repräsentativ ist. Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Durchschnitt 46 Jahre alt.

Das Nachuntersuchungsintervall beträgt im Durchschnitt 201,5 Monate (zwischen 15 Jahren und einem Monat und 19 Jahren und sechs Monaten), so dass die langfristige Komponente gegeben ist.

In der klinischen Nachuntersuchung zeigten die operierten Knie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zu 77 % einen negativen und zu 17 % einen einfach positiven Lachmann-Test. Die Stabilität der operierten Knie können somit als gut bis sehr gut beurteilt werden. Von ähnlich guten Ergebnissen wurde in der Studie von Pinczewski et al. mit einem Nachuntersuchungsintervall von 10 Jahren berichtet, wo der Lachmann-Test bei 79 % der Patienten negativ und bei 13 % einfach positiv war. Der Pivot-Shift-Test war bei 90 % negativ, was mit den Angaben der Literatur korreliert. [Jäger et al., 2002, Bach et al., 1998, Pinczewski et al., 2007]

Die anteriore Translation der Tibia gegenüber dem Femur wurde am operierten Knie im Vergleich zum Gegenknie mit dem KT-1000-Arthrometer gemessen, um einen objektiven und numerischen Wert der Kniegelenkstabilität zu erhalten. Dabei fiel auf, dass es mit der Methode nicht gelingt, exakt gleiche Verhältnisse herzustellen, denn lediglich bei 15 % der Patienten ergab die Messung der Translationsstrecke einen identischen Wert. Bei der Mehrheit der Patienten, nämlich bei 68,1 %, war die anteriore Translationsstrecke am operierten Knie länger als am Gegenknie. Im Durchschnitt konnte die Tibia 2,3 mm weiter gegen das Femur verschoben werden. In der Literatur findet man vergleichbare Werte. Es ist allgemein unzureichend untersucht, wie sich dies auf die komplexe Gelenkkinetik auswirkt. [Rupp et al., 2002] Jedoch hat diese Messung auch gezeigt, dass die Stabilität des Kniegelenks durch den vorderen Kreuzbandersatz mit dem Patellarsehnentransplantat auch nach einem so langen Zeitraum gewährleistet ist.

Der Bewegungsausmaß beider Knie wurde ausführlich untersucht und dokumentiert. Bei 80 % der Patienten lag ein Extensionsdefizit von weniger als 3° vor. Der gleiche Prozentsatz gilt für ein Flexionsdefizit von 0 bis 5°. 13 % der Patienten zeigten ein nur leichtes Defizit, was Extension oder Flexion betrifft. Die Endergebnisse für den Bewegungsumfang können somit ebenfalls als gut bis sehr gut eingestuft werden.

Die Untersuchung zur Entnahmestellenmorbidity erzielte etwas schlechtere Ergebnisse. 47 % der Patienten hatten zwar keinerlei Beschwerden an der

Transplantatentnahmestelle, jedoch stuften 38 % die Beschwerden als leicht und 13 % als mäßig ein. Insbesondere wurde immer wieder betont, dass das Hinknieen ein Problem darstelle. Jomha et al. berichten, dass bei 44 % der nachuntersuchten Patienten ein Knieschmerz an der Transplantatentnahmestelle 7 Jahre postoperativ beschrieben wird. [Jomha et al., 1999] In einer Studie von Müller wird dies relativiert, indem zwar angegeben wird, dass 35 % der Patienten Entnahmestellenschmerz haben, dass jedoch dieser Schmerz bei nur 4 % im Alltag ausgelöst wird und bei weiteren 6 % bei leichter sportlicher Belastung. 57 % der Patienten klagten über Entnahmestellenprobleme nur beim Hinknieen. [Müller et al., 2000]. Allgemein wird empfohlen, Patienten mit knieender Tätigkeit mit einem Alternativtransplantat zu der Patellarsehne zu versorgen. Es wird diskutiert, den Entnahmedefekt mit einem autologen Knochentransplantat, das beim Bohren des tibialen Tunnels gewonnen wird, aufzufüllen, um die patellofemorale Beschwerden zu reduzieren. Die Datenlage für den Nutzen dieser Maßnahme ist jedoch nicht eindeutig. [Müller et al., 2000, Pinczewski et al., 2007, Brandsson et al., 1998, Adam et al., 2002] Neueste vergleichende Studien belegen, dass zwischen Patienten mit Patellarsehnentransplantat und Patienten, die mit der Sehne des M. semitendinosus versorgt wurden, kein Unterschied der Entnahmestellenmorbidity zu beobachten ist. [Liden et al., 2007]

Die subjektive Beurteilung des operierten Knies durch die Patienten zeigt, dass 74 % der Patienten die Funktion ihres Knies als normal bzw. fast normal einstufen. Ein Viertel der Patienten sieht die Funktion des Kniegelenks als abnormal. Befragt man die Patienten nun konkret zu den Symptomen, wie Schmerzen, Schwellungen oder giving-way, so stellt sich heraus, dass 94 % der Patienten keine oder nur leichte Beschwerden an ihrem Knie haben und in ihrer Aktivität nicht eingeschränkt sind.

Der Einbeinsprung objektiviert die Angaben der Patienten, da er ein zuverlässiges Zeichen für die Beurteilung der Funktion des Kniegelenkes ist. [Hefti, Müller, 1993]. 93 % der Patienten erreichen eine normale, die restlichen 7 % eine fast normale Funktion beim Einbeinsprung. Auch diese Ergebnisse decken sich mit den Resultaten in der Literatur. [Jäger et al., 2003]

Auch in den weiteren Untersuchungen wurden nur wenige Pathologien festgestellt. Lediglich ein Patient hinkte, während das Gangbild bei allen anderen Patienten als normal beurteilt werden konnte. Die Tiberositas tibiae war bei 3 Patienten leicht

verdickt und der ehemalige tibiale Bohrkanal bei 2 Patienten druckdolent. Die Untersuchung der Patella blieb bis auf wenige Ausnahmen ohne pathologischen Befund.

Bei der Umfangmessung des Oberschenkels fiel jedoch auf, dass bei 83 % der Patienten der Oberschenkel des operierten Beines einen geringeren Umfang hat als der des gesunden Beines. Dies deckt sich mit den Aussagen vieler Patienten, das operierte Bein zu schonen und vermehrt das gesunde Bein einzusetzen. Am Unterschenkel ist die Atrophie der Muskulatur weniger ausgeprägt, jedoch ebenfalls vorhanden.

Auffallend ist, dass die Patienten ihr operiertes Knie in der subjektiven Gesamtwertung schlechter einschätzen, als wenn man sie zu den einzelnen Problemkreisen befragt. Des Weiteren scheinen sie ihr gesundes Kniegelenk gegenüber dem - objektiv betrachtet - klinisch und funktionell gleichwertigem operierten Kniegelenk zu favorisieren. Zu diskutieren wäre hier die Frage, welche Rolle die Propriozeption des vorderen Kreuzbandes spielt. Es befinden sich Mechanorezeptoren, Vater-Pacini-Körperchen, Ruffini- und freie Nervenendigungen am Verankerungsbereich mit Femur und Tibia, die als Sensoren für Stellung, Spannung, Bewegung und Beschleunigung des Kniegelenks dienen. [Johansson et al., 1991]. Patienten mit vorderem Kreuzbandtransplantat fehlt diese wichtige Funktion der Propriozeption weitestgehend, was dazu führt, dass sie ihr Knie nicht richtig wahrnehmen und dadurch „unterschätzen“, ohne dafür jedoch objektivierbare Symptome anführen zu können. Um diese Beobachtung zu objektivieren, müssten jedoch weitere Untersuchungen, wie z.B. eine Elektromyographie durchgeführt werden. Es konnte jedoch beobachtet werden, dass Patienten mit rekonstruiertem Knie eine bessere Propriozeption aufweisen als Patienten, die konservativ behandelt wurden. [Anders et al., 2007, Engelhardt et al., 2002]

Der subjektive Fragebogen spiegelt dies ebenfalls wieder. Befragt man die Patienten zu den Symptomen wie Schwellungen am Kniegelenk und am Unterschenkel, Muskelschmerzen, Narbenschmerzen, Schmerzen am Kniescheibenrand, Kraftminderungen an Ober- und Unterschenkel, so geben 70 bis 90 % der Patienten an, dieses Symptome nie gehabt zu haben. Auffällig oft hingegen wird von Beweglichkeitseinschränkungen berichtet. 40 % der Patienten haben laut subjektivem Fragebogen keine Bewegungseinschränkung. 60 % haben jedoch subjektiv eine Bewegungseinschränkung, die 25 % der Patienten etwas, 15 % mäßig und 15 % stark

belastet. In der klinischen Untersuchung zeigte sich jedoch, dass 66 % der Patienten keine und weitere 20 % nur leichte Bewegungseinschränkung haben. Ein Unsicherheitsgefühl beim Laufen wird weiterhin von fast 36 % der Patienten angegeben, obwohl es klinisch dafür keinen Anhalt gibt.

Im Fragebogen wurde nach der Niedergeschlagenheit wegen der verschiedenen Symptome am Knie gefragt und es stellte sich heraus, dass 90 % der Patienten keine Niedergeschlagenheit verspürten, obwohl ein Viertel der Patienten angegeben hatte, dass sie die Funktion ihres Kniegelenks als abnormal einstufen. Es waren nur 5 Patienten, die sich etwas bis mäßig von der Niedergeschlagenheit aufgrund der Symptome belastet fühlten.

Interessanterweise gab ein hoher Prozentsatz der Befragten Wetterfähigkeit des Kniegelenks bzw. der Narbe an und man thematisierte und kommentierte diese Frage während des Gesprächs. Ein Ziehen bis hin zu deutlichen Narbenschmerzen wurde beschrieben. 9 % belastete dies gar nicht, 20 % etwas, 18 % mäßig, 9 % stark und 2 % sogar sehr stark.

Insgesamt können die Ergebnisse der Befragung der Patienten bzgl. der Beschwerden als gut bis sehr gut beurteilt werden. Dies spiegelt sich allerdings nicht im Gesamtergebnis des IKDC-Evaluationsbogens wider. Hier wird das Kniegelenk von 34 % der Patienten als abnormal und als stark abnormal von einem Patienten beurteilt. Der Grund dafür scheint darin zu liegen, dass das Gesamtergebnis der Gesamtbeurteilung durch das jeweils schlechteste Ergebnis in einer Untergruppe bestimmt wird. Somit kann ein schlechter Wert in einer Untergruppe (z.B. in der subjektiven Beurteilung) zu einem schlechten Gesamtergebnis führen, obwohl alle anderen Untergruppen gute Werte erzielt haben. Durch dieses Evaluationssystem soll verhindert werden, dass sich vorhandene Probleme hinter guten Gesamtscores verstecken lassen. [Hefti, Müller, 1993] Es ist jedoch fraglich, ob die Kniegelenksfunktionalität als abnormal eingestuft werden kann, wenn alle Parameter „normal“ bis „fast normal“ sind, lediglich ein Parameter aber „abnormal“.

Die radiologischen Zeichen einer post-traumatischen Gonarthrose zeichnen sich bei den meisten Patienten trotz Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes ab. Lediglich 3 Patienten haben nach einem durchschnittlichen Zeitraum von 17 Jahren keine radiologisch darstellbaren Veränderungen entwickelt. All diese Patienten hatten eine

isolierte Kreuzbandruptur. Patienten mit isolierter vorderer Kreuzbandruptur haben laut Literatur ein zehnfach erhöhtes Risiko, eine Gonarthrose zu entwickeln als Personen ohne vordere Kreuzbandruptur. [Gillquist, Messner, 1999) In dieser Studie konnten 36,2 % in das Stadium I und 44,7 % in das Stadium II des Larsen-Index eingeteilt werden, darunter einige Patienten mit Meniskusteilresektion. Bereits im Stadium II sind deutliche arthrotische Veränderungen evident, die zu funktionellen Einschränkungen führen können. Patienten mit Meniskusteilresektion haben ein 20-fach erhöhtes Risiko für die frühe Arthroseentwicklung. Nach komplexeren Verletzungen (vorderes Kreuzband in Begleitung von Meniskus- und/oder Kollateralbandschaden) haben 50 bis 70 % der Patienten nach 15 bis 20 Jahren radiologisch darstellbare Veränderungen. [Gillquist, Messner, 1999, Cohen et al., 2007] In unserem Patientenkollektiv zeigte sich, dass 55,4 % der Patienten eine Arthrose Grad II oder schlechter nach dem Larsen Score entwickelt haben. Das ist eine um das zehnfach erhöhte Prävalenz der Gonarthrose im Vergleich zur Normalbevölkerung laut aktueller Lehrmeinung. [Niethard, 2003] Die Schwere der Arthrose unterscheidet sich jedoch zwischen den 2 Kollektiven: Patienten mit Meniskusbegleitverletzung entwickelten zu fast 63 % eine Arthrose zweiten Grades nach Larsen, während nur 35,5 % der Patienten ohne Meniskusverletzung eine Arthrose Grad II zeigten. Vergleichend dazu gibt es folgende Daten: nach einem Nachuntersuchungsintervall von 4 Jahren haben 94 % der in der Akutphase operierten Knie und 89 % der chronischen Knieverletzungen noch keine radiologischen Veränderungen. [Shelbourne, Gray, 1997]

Um für jeden Patienten individuell bestimmen zu können, inwieweit die Arthrose auf das Trauma und den daraus resultierenden vorderen Kreuzbandersatz zurückzuführen ist, hätte sich eine Bildgebung des Gegenknies angeboten, um altersbedingte arthrotische Veränderungen zu erfassen. Weiterhin ist anzumerken, dass Patienten mit Problemen mit dem operierten Knie eher dazu bereit waren, an der Studie teilzunehmen, so dass davon auszugehen ist, dass bei der subjektiven Beurteilung des Knies eine Verschiebung in Richtung „schlechtere Werte“ stattgefunden hat.

Um den Effekt der operativen vorderen Kreuzbandrekonstruktion auf Stabilität, Funktion, Patientenzufriedenheit und Arthroseprogredienz observieren zu können, ist eine Kontrollgruppe notwendig. Kostogiannis et al. haben eine Kohorte von ursprünglich 100 Patienten 15 Jahre lang nach isolierter vorderer Kreuzbandruptur

prospektiv untersucht. Bei 22 der 100 Patienten wurden wegen rezidivierenden giving-way-Episoden das vordere Kreuzband rekonstruiert und die Patienten von der Studie ausgeschlossen. Nach 15 Jahren wurden 67 Patienten nachuntersucht, wovon 49 (73 %) gute bis sehr gute Ergebnisse erzielten. 14 Patienten (21 %) hatten im normalen Alltag Probleme mit ihrem Knie und 19 % der Patienten mussten wegen Symptomen am Knie operiert werden. Zu der Arthroseprogredienz wurde nicht Stellung genommen. Von Anfang an wurden die Patienten angewiesen, ihr Aktivitätsniveau zu reduzieren, insbesondere durch Vermeidung von Kontaktsportarten. [Kostogiannis et al., 2007]

Der hohe Prozentsatz an guten bis sehr guten Ergebnissen läßt sich dadurch erklären, dass die Patienten mit den größten Stabilitäts-Problemen (giving-way-Episoden) operativ rekonstruiert und somit aus der Studie genommen wurden und weiterhin die in der Studie verbleibenden Patienten keinem hohen Aktivitätslevel ausgesetzt waren. Um die Langzeitergebnisse der nichtrekonstruierten Kniegelenke vollständig beurteilen zu können, ist eine röntgenologische Untersuchung und Befundung unabdinglich.

In der Studie von McDaniel et al. wurden 52 konservativ behandelte Kniegelenke 10 Jahre nach der vorderen Kreuzbandruptur beurteilt. Die Autoren schreiben, dass zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 41 Knie an den Menisken operiert waren (30 mediale, 8 laterale und 7 bilaterale Meniskektomien). Des Weiteren bestand eine hohe Inzidenz anteriorer Laxizität und Rotationsinstabilität. In der Röntgenuntersuchung ergab sich folgendes Bild: 7 Kniegelenke konnten als normal eingestuft werden, bei 28 bestand eine Abflachung der Femurkondylen oder eine Osteophytenbildung, 11 weitere zeigten eine mediale und 1 Kniegelenk eine laterale Gelenkspaltverminderung. 5 Kniegelenke zeigten eine deutliche Arthrose mit Gelenkspaltverminderung, Osteophyten und subchondraler Sklerose. [McDaniel et al., 1983]

Zusammenfassend lassen sich die nicht-rekonstruierten Kniegelenke nach vorderer Kreuzbandruptur gegenüber den Kniegelenken mit Ersatzplastik als unterlegen beurteilen. Die Patienten sind in ihrem Aktivitätslevel eingeschränkt, haben eine erhöhte Instabilität des Gelenks trotz muskulärer Kompensation, so dass von einer erhöhten Arthroseprogredienz auf lange Sicht ausgegangen werden muss. [Andersson, Gillquist, 1992]

Die Längsschnittstudie stellt dar, wie sich das operierte Knie auf lange Zeit gesehen entwickelt. 21 der 47 Studienpatienten hatten bereits 1992 an einer postoperativen Querschnittstudie teilgenommen, so dass vergleichende Ergebnisse zwischen den Jahren 1992 und 2006 gewonnen werden konnten.

Während 1992 bei 3 Patienten (14,3 %) eine Druckdolenz über dem Bohrkanal auszulösen war, traf das 2006 nur noch auf einem Patienten zu. Weiterhin fiel bei der ersten Nachuntersuchung bei 3 Patienten (14,3 %) eine Hypomobilität der Patella und bei 5 Patienten (23,8 %) eine leichte Krepitation beim Patella-Gleitvorgang auf. Bei der zweiten Nachuntersuchung 2006 waren diese Beschwerden nur noch bei einem Patienten vorhanden. Ähnliches ist für den Kniegelenkserguss und die Schwellung des Knies zu beobachten: 1992 hatten 3 Patienten einen Kniegelenkserguss, 2006 nur noch einer davon. Die Schwellung, die ursprünglich bei 3 Patienten zu sehen war, lag 2006 nur noch bei einem Patienten vor. Allerdings hatten 2 weitere Patienten (9,5 %) 2006 ein geschwollenes Knie. Aus diesen Daten lässt sich schließen, dass diese Beschwerden mit der Zeit abnehmen und die Strukturen um das operierte Knie sich beruhigen. Gleichzeitig scheinen neue Reize und Probleme für das Knie aufzutreten, die nach langer Zeit zu einer Schwellung führen.

Patienten, bei denen bei der klinischen Untersuchung 1992 eine Schublade auffiel wiesen diese 2006 ebenfalls auf. Einer der Patienten, der 1992 in Neutralposition sowie in Außenrotation eine einfach positive Schublade (+) aufwies, zeigte 2006 den Befund mit zweifach positiver Schublade in Neutralposition und in Außenrotation. Bei den anderen beiden Patienten blieb der Befund gleich: einfach positiv (+) in Neutralstellung bei dem einen Patienten und einfach positive Schublade (+) in Neutralposition und Außenrotation bei dem anderen Patienten. Somit muss man nicht von einer Verschlechterung des Befundes 14 Jahre später ausgehen, jedoch erhöht eine Instabilität des Knies die Wahrscheinlichkeit bzw. den Schweregrad einer Gonarthrose.

Die Entwicklung der Beweglichkeit des operierten Knies nach 14 Jahren scheint keinem Trend zu unterliegen: bei 28,6 % der Patienten blieb die Beweglichkeit gleich, 38,1 % der Patienten hatten ein Flexionsdefizit bei der Nachuntersuchung in 2006 und 33,3 % hatten eine Zunahme der Beweglichkeit. Bemerkenswert ist, dass bei 46,7 % der Patienten, die eine Zu- bzw. Abnahme der Flexion in 2006 hatten, sich dieser Befund in dem nicht-operierten Knie widerspiegelt. Dies verdeutlicht, dass äußere Faktoren wie z.B. Alter, Mobilität und sportliche Betätigung die

Gelenksbeweglichkeit beeinflussen können.

Interessant ist ebenfalls der Vergleich der IKDC-Evaluation zwischen den 2 Untersuchungszeitpunkten. In der Befragung nach den subjektiv wahrgenommenen Symptomen gaben 1992 57,1 % der Patienten eine normale Funktion ihres Knies an. 2006 lag der Prozentsatz bei 42,9 %. Nur knapp 5 % beschrieben 1992 ihre Kniefunktion als abnormal, während es in 2006 immerhin 15 % der Patienten waren. Die funktionelle Zufriedenheit war 1992 also wesentlich höher. Anders verhält es sich für die Gruppenqualifikation der Symptome. 1992 gaben 52,4 % der Patienten an, keine Einschränkungen wegen Schmerzen oder Schwellungen zu haben. 2006 waren es 71,4 %. Leichte Einschränkungen hatten 1996 fast 43 % und 28,6 % im Jahr 2006. Der Bewegungsumfang konnte von 61,9 % der Patienten als normal in 2006 und von 19 % als fast normal eingestuft werden. Normal war der Bewegungsumfang von 52,4 % der Patienten 1992 und fast normal von 38,1 %. Allerdings hatten 9,5 % der Patienten einen stark abnormalen Bewegungsumfang in 1992, was 2006 bei nur einem Patienten zu beobachten war. Der Bewegungsumfang hat sich also im Verlauf der Zeit verbessert. Der Bandapparat erzielte 2006 jedoch deutlich bessere Ergebnisse (85,7 % in Gruppe A, 14,3 % in Gruppe B) als 1992 (76,2 % in Gruppe A, 19 % in Gruppe B, 4,8 % in Gruppe C).

Die Gesamtauswertung des IKDC-Bogens zeigt, dass 1992 das Knie von der Mehrheit der Patienten als fast normal beurteilt wurde. 2006 wurden 47,6 % der operierten Knie als fast normal und 19 % als abnormal eingestuft. Auffällig ist lediglich die Einstufung von 9,5 % der Patienten in „stark abnormal“ im Jahr 1992. Dies ist jedoch auf einen schlechten Wert bei der Beweglichkeit zurückzuführen, der für die Gesamtauswertung ausschlaggebend ist. An dieser Stelle sollte erneut überdacht werden, ob ein Patient wegen eines schlechten Wertes in der IKDC-Qualifikation in eine inferiore Gruppe eingebracht werden sollte.

Zur Optimierung der Kreuzbandversorgung werden immer wieder neue Verfahren erprobt. Darunter fallen Versuche mit Robotik und Navigation, mit verschiedenen Verankerungsmöglichkeiten und Transplantaten und mit biologischen Interventionsmöglichkeiten.

Die häufigste Ursache für das Versagen der Kreuzbandrekonstruktion ist die Fehlpositionierung der Kreuzbandtransplantate. Die Robotik und Navigation zur Optimierung der Position der Bohrkanäle hat sich jedoch nicht durchgesetzt.

[Südkamp, Haas, 2000]

Das Transplantat der Patienten dieser Studie wurden mit Metallkrampen fixiert, die nach 2 Jahren – so die damalige Empfehlung – wieder entfernt werden sollten. Heute wird die Verwendung von biodegradierbaren Interferenzschrauben oder eine press-fit Verankerung präferiert, womit eine zweite Operation zur Metallentfernung bzw. das Problem mit retinierten Metallimplantaten vermieden werden soll. Eine ungestörte bildgebende Diagnostik und eine Reduzierung des Risikos der Transplantatschädigung ist ebenfalls geboten. Verschiedene Studien belegen mittlerweile, dass biodegradierbare Interferenzschrauben mit dem gleichen Erfolg wie Metallschrauben eingesetzt werden können. [Weiler et al., 2000, Südkamp, Haas, 2000]

Es gibt eine lange Diskussion über den Einsatz verschiedener Transplantate. Der vordere Kreuzbandersatz mit der Patellarsehne hat sehr gute klinische Ergebnisse erzielt, was die Kniestabilität betrifft, jedoch wird die Entnahmestellenmorbidity kontrovers diskutiert. Die Verwendung von Mm. semitendinosus und gracilis haben den Vorteil der minimalen Invasivität sowie des schnellen Regenerationspotentials der Sehnenstruktur und der Muskelkraft. Weiterhin haben die Hamstring-Sehnen eine hohe Zugkraft und simulieren die komplexe Bündelstruktur des vorderen Kreuzbandes [Südkamp, Haas, 2000].

Allerdings schreiben Beynnon et al., dass nur das 4-Strand-Hamstring-Sehnentransplantat ähnliche klinische und funktionelle Resultate erzielt wie die Patellarsehne. Ein Transplantat mit 2 Strängen ist dem Patellarsehnentransplantat unterlegen. [Beynnon et al., 2005]

Es gibt neue Studien zu biologisch hergestellten künstlichen Transplantaten, die gute Resultate *in-vivo* im Tierversuch erzielt haben. Cooper et al. haben ein biodegradierbares polyL-lactide „3D-braided tissue-engineered ligament“ (TEL) als Bandersatz hergestellt, das zusätzlich die Eigenschaft besitzt, Wachstum und Phänotyp der Kreuzbandzellen durch inkorporierte Wachstumssubstanzen zu stimulieren bzw. exprimieren. Nach 12 Wochen konnte man histologisch Kollagenfibrillen entlang des Bandes nachweisen, die einem deutlichen mechanischen Widerstand standhielten. Insgesamt zeigte das Kunstband in der histologischen und mechanischen Evaluation sehr gute Heil- und Regenerationsergebnisse. [Cooper et al., 2007]

Weitere biologische Interventionsmöglichkeiten bringt die Anwendung von

Wachstumsfaktoren. In *in-vitro* und ersten *in-vivo* Modellen konnte der positive Effekt von transforming growth-factor- β (TGF- β), dem epidermal growth factor (EGF), dem basic fibroblast growth factor (bFGF) oder dem platelet derived growth factor (PDGF) auf Zellmigration und –proliferation sowie die Produktion von extrazellulären Matrixproteinen geprüft werden. Die verzögerte ossäre Integration des Hamstring-Transplantates könnte somit beschleunigt werden und insofern einen Vorteil in der Rehabilitation darstellen. [Südkamp, Haas, 2000]

Durch einen Gentransfer über verschiedene Vektoren könnten die Wachstumsfaktoren überexprimiert werden. Im Transplantat findet nach autologer Implantation ein Remodelling statt. Dabei kommt es zwischenzeitlich zu einer Verringerung der Reißfestigkeit des Transplantates. Das Transplantat wird mit einem stark vaskularisierten und zellreichen synovialen Gewebe umhüllt. Die Angiogenese ist eine wichtige Voraussetzung für Zellproliferation und Matrixsynthese im Transplantat. Hier kann man sich den Gentransfer also zunutzemachen und das Remodelling beschleunigen. Die Revaskularisierung kann durch chemotaktische Faktoren wie FGF-2, PDGF, TGF- β oder den vaskulären endothelialen Wachstumsfaktor gefördert werden. TGF- β eignet sich ebenfalls zur Typ-I-Kollagenexpression. Nach adenoviralem Ex-vivo-Transfer einer cDNS für BMP-2 konnte am Semitendinosustransplantat bereits nach 8 Wochen eine biomechanisch relevante Verbesserung der Steifigkeit und ossären Integration beobachtet werden. [Madry, 2002] Das große wissenschaftliche Interesse an diesen neuen Verfahren spiegelt ebenfalls wider, dass sich die Kreuzbandchirurgie in stetiger Weiterentwicklung befindet und Langzeitergebnisse elementar für die Identifikation und Beseitigung von Fehlerquellen sind. Unsere Studie zeigt, dass Co-Morbidität wie Meniskusläsion, postoperative Instabilität im Sinne eines zu langen Transplantats und das Alter zwischen guten und schlechten Ergebnissen unterscheidet.

Als Fazit kann festgestellt werden, dass die vordere Kreuzbandplastik mit Patellarsehnentransplantat nach durchschnittlich 17 Jahren zu guten funktionellen Ergebnissen mit einer guten Kniegelenksstabilität führt, so dass diese Technik neben der Versorgung mit der Semitendinosusehne weiterhin als eine der Therapien der Wahl gewertet werden kann. Heute augmentiert man das Transplantat jedoch nicht mehr mit dem Kennedy-LAD, da Studien ergeben haben, dass es zwischen

augmentierten und nicht-augmentierten Tranplantaten keine statistischen Unterschiede gibt, was die Stabilität, Funktion oder Aktivitätsscore angeht. [Muren et al., 2003]

Die deutliche Arthroseprogredienz und die Entnahmestellenmorbidity sind unfall- und operationsabhängige Faktoren. Zur Reduktion und Prävention der Komplikationen und Langzeitschäden empfiehlt sich eine frühzeitige Indikation zur Kreuzbandversorgung nach Trauma, der Erhalt des Meniskus durch Refixation im Falle einer begleitenden Meniskusverletzung, Erhalt eines normalen Körpergewichts und kniegelenksschonende sportliche Aktivitäten.

6. Zusammenfassung

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes ist eine der häufigsten Bandrupturen des Menschen und wird in den industriellen Ländern aktuell - mit steigender Tendenz – auf eine jährliche Inzidenz von 1 je 1000 Einwohner geschätzt.

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, Daten über die Langzeitergebnisse von Patienten, die bei einer vorderen Kreuzbandruptur mit einem Patellarsehnentransplantat versorgt wurden, zu erhalten. Die Datenlage für Langzeitergebnisse ist spärlich, jedoch ist die Gewinnung von Daten dringend notwendig, um die Versorgung der Patienten mit einem bestimmten Transplantat zu rechtfertigen und zu optimieren. Alle Patienten wurden zwischen 1988 und 1991 in der Klinik für Unfallchirurgie der Universitätsklinik Marburg operiert.

Es wurden insgesamt 47 Patienten nachuntersucht, davon waren 35 (74,5 %) männlich und 12 (25,5 %) weiblich. Das Nachuntersuchungsintervall betrug im Durchschnitt 201,5 Monate nach der operativen Versorgung. Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag bei ca. 46 Jahren.

Zusätzlich wurde bei 21 der 47 Studienpatienten ein Vergleich der Stabilität des Knies und der Beschwerden der Patienten im Sinne einer Längsschnittstudie durchgeführt, da für dieses ausgewählte Patientenkollektiv Daten einer 1992 durchgeführten Querschnittsstudie zur Verfügung standen.

Evaluiert wurden die Ergebnisse mit dem IKDC-Evaluationsbogen und dem Marburger Knie-Untersuchungsbogen. Des Weiteren wurden die Bandstabilität instrumentell mit dem KT-1000-Arthrometer gemessen, der Arthrosegrad von der Klinik für Strahlendiagnostik unabhängig bestimmt und die Patienten zu ihrem subjektiven Empfinden befragt.

In der IKDC-Gesamtevaluation konnten 66 % der Patienten hinsichtlich Bewegungsumfang und Bandapparat als normal und über 10 % als fast normal eingestuft werden. Bei 76,6 % der Patienten zeigte sich ein negativer Lachmann-Test und bei 89,4 % eine negativer Pivot-Shift-Test.

Die instrumentelle Stabilitätsprüfung ergab, dass bei 68,1 % der Patienten die anteriore Translation der Tibia gegen das Femur verlängert war, im Durchschnitt jedoch nur um 2 mm.

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen zeigte eine deutliche Arthroseprogredienz klassifiziert nach dem Larsen Index bei 57 % der Patienten.

89 % der Patienten gaben bei der subjektiven Befragung an, keine Niedergeschlagenheit wegen eines oder mehrere ihrer Symptome zu verspüren.

Die Längsschnittstudie hat gezeigt, dass sich Beschwerden der Patienten wie z.B. Druckdolenz über dem Bohrkanal oder Schmerzen bei Lateralistaion der Patella im Verlauf bessern bzw. nicht mehr vorhanden sind. Weiterhin konnte man beobachten, dass Patienten, die in der Nachuntersuchung 1992 Schmerzen oder Instabilitäten des Knies aufwiesen, ebenfalls 2006 ähnliche oder gleiche Beschwerden zeigten. Patienten, die 1992 beschwerdefrei waren, waren dies auch 2006. Zusammenfassend zeigt sich ein ähnliches Resultat nach dem IKDC in 1992 und 2006: das Knie von 85,7 % der Patienten konnte 1992 und 76,2 % in 2006 als normal bzw. fast normal eingestuft werden.

Die hohe subjektive Patientenzufriedenheit und die guten Langzeitergebnisse bezüglich Bewegungsumfang und Bandapparat des operierten Knies weisen darauf hin, dass trotz erhöhter Arthroseinzidenz im Vergleich zur Normalbevölkerung die Versorgung einer vorderen Kreuzbandruptur mittels mittlerem Drittel der Patellarsehne als Transplantat eine durchaus adäquate und zufriedenstellende Behandlung darstellt.

7. Literaturverzeichnis

Adam, F., Pape, D., Kohn, D., Seil, R.

Length of the patellar tendon after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft: a prospective clinical study using Roentgen stereometric analysis

Arthroscopy. 2002; 18 (8): 859 – 864

Amis, A.A., Dawkins, G.P.C.

Functional Anatomy of the anterior cruciate ligament

J Bone Joint Surg Am. 1991; 73: 260 – 267

Anders, J.O., Venbrocks, R.A., Weinberg, M.

Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft

Int Orthop. 2008; 32 (5): 627 - 633

Anderson, A.F., Snyder, R.B., Federspiel, C.F., Lipscomb, A.B.

Instrumented evaluation of knee laxity: a comparison of five arthrometers

Am J Sports Med. 1992; 20: 135 – 140

Andersson, C., Gillquist, J.

Treatment of acute isolated and combined ruptures of the anterior cruciate ligament. A long-term follow-up study

Am J Sports Med. 1992; 20 (1): 7 – 12

Arnoczky, S.P.

Anatomy of the anterior cruciate ligament

Clinical Orthopaedics. 1983; 172: 19 - 25

Bach, B.R., Tradonsky, S., Bojchuk, J., Levy, M.E., Bush-Joseph, C.A., Khan, N.H.

Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft. Five- to nine-year follow-up

Am J Sports Med. 1998; 26 (1): 20 – 29

Beard, D.J., Kyberd, P.J., O'Connor, J.J., Fergusson, C.M., Dodd, C.A.

Reflex hamstring contraction latency in anterior cruciate ligament deficiency.

J Orthop Res. 1994; 12 (2): 219 – 228

Beynon, B., Johnson, R., Abate, J., Fleming, B., Nichols, C.

Treatment of Anterior Cruciate ligament, Part I

Am J Sports Med. 2005; 33 (10): 1579 -1602

Beynon, B., Johnson, R., Abate, J., Fleming, B., Nichols, C.

Treatment of Anterior Cruciate ligament, Part II

Am J Sports Med. 2005; 33 (11): 1751 – 1767

Bös, L., Ellermann, A.

Arthroskopische Diagnostik und Klassifikation von Knorpelschäden

Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2003; 54 (6): 181 - 183

Bosch, U.

Arthrofibrose

Orthopäde. 2002; 31: 785 – 790

Brandsson, S., Faxén, E., Eriksson, B.I., Kälebo, P., Swärd, L., Lundin, O., Karlsson, J.

Closing patellar tendon defects after anterior cruciate ligament reconstruction: absence of any benefit.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1998; 6 (2): 82 – 87

Buckup, K.

Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln. Untersuchungen – Zeichen – Phänomene.

Thieme, 3., überarb. Auflage, 2005

Bullinger, M., Alonso, J., Apolone, G., Leplège, A., Sullivan, M., Wood-Dauphinee, S., Gandek, B., Wagner, A., Aaronson, N., Bech, P., Fukuhara, S., Kaasa, S., Ware, J.E. Jr.

Translating health status questionnaires and evaluating their quality: the IQOLA Project approach. International Quality of Life Assessment.

Journal of clinical epidemiology. 1998; 51 (11): 913 - 923

Burger, C., Prokop, A, Andermahr J., Jubel, A., Rehm, K.E.

100 Jahre Kreuzbandchirurgie: Die Beantwortung der wichtigsten Fragen in der Literatur der 90er Jahre

Akta Traumatologica. 2000; 30: 73 – 87

Cohen, M., Amaro, J.T., Ejnisman, B., Carvalho, R.T., Nakano, K.K., Peccin, M.S., Teixeira, R., Laurino, C.F., Abdalla, R.J.

Anterior cruciate ligament reconstruction after 10 to 15 years: association between meniscectomy and osteoarthritis

Arthroscopy. 2007; 23 (6): 629 – 634

Cooper, J.A., Jr, Sahota, J.S., Gorum, W.J. 2nd, Carter, J., Doty, S.B., Laurencin, C.T.

Biomimetic tissue-engineered anterior cruciate ligament replacement

Proc Natl Acad Sci U.S.A. 2007; 104 (9): 3049 -3054

Csizy, M., Friedrich, N.F.

Bohrkanallokalisierung in der operativen Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes

Orthopäde. 2002; 31: 741 – 750

Duthon, V.B., Barea, C., Abrassart, S., Fasel, J.H., Fritschy, D., Menetrey J.

Anatomy of the anterior cruciate ligament

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006; 14 (3): 204 – 213

Eberhardt, C., Jäger, A., Schwetlick, G., Rauschmann, M.A.

Geschichte der Chirurgie des vorderen Kreuzbandes

Orthopäde. 2002; 31: 702 – 709

Engelhardt, M., Freiwald, J., Rittmeister, M.

Rehabilitation nach vorderer Kreuzbandplastik

Orthopäde. 2002; 31: 791 – 798

Friederich, N.F.

Kniegelenkfunktion und Kreuzbänder. Biomechanische Grundlagen für Rekonstruktion und Rehabilitation

Orthopäde. 1993; 22: 334 – 342

Frobell, R.B., Lohmander, L.S., Roos, E.M.

The challenge of recruiting patients with anterior cruciate ligament injury of the knee into a randomized clinical trial comparing surgical and non-surgical treatment.

Contemp Clin Trials. 2007; 28 (3): 295 – 302

Fu, F.H., Bennett, C.H., Lattermann, C., Ma, C.B.

Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction

Am J Sports Med. 1999; 27 (6): 821 – 830

Fuss, F.K.

Anatomy of the cruciate ligaments and their function in extension and flexion of the human knee joint

Am Journal Anat. 1989; 184: 118 – 122

George, M.S., Dunn, W.R., Spindler, K.P.

Current concepts review: revision anterior cruciate ligament reconstruction

Am J Sports Med. 2006; 34 (12): 2026 – 2037

Gillquist, J., Messner, K.

Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of gonarthrosis

Sports Med. 1999; 27 (3):143 – 156

Gotzen, L., Petermann, J.

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Sportler

Chirurg. 1994; 65: 910 – 919

Haas, N.P.

Kreuzbandchirurgie – Ein ewig aktuelles Thema

Chirurg. 2000; 71: 1023

Harner, C.D., Baek, G.H., Vogrin, T.M., Carlin, G.J., Kashiwaguchi, S., Woo, S.L.Y.

Quantitative analysis of anterior cruciate ligament insertions

Arthroscopy. 1999; 15: 741 – 749

Hefti, F., Müller, W.

Heutiger Stand der Evaluation von Kniebandläsionen

Orthopäde. 1993; 22: 351 – 362

Höher, J., Tiling, T.

Differenzierte Transplantatauswahl in der Kreuzbandchirurgie

Chirurg. 2000; 71: 1045 – 1054

Jakob, R.P., Stäubli, H.-U.

Kniegelenk und Kreuzbänder: Anatomie, Biomechanik, Klinik, Rekonstruktion, Komplikationen, Rehabilitation

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1990

Jäger, A., Welsch, F., Braune, C., Eberhardt, C., Kappler, C.

10-Jahres-Ergebnisse nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion mit dem Patellarsehnentransplantat

Zeitschrift für Orthopädie und Ihre Grenzgebiete. 2003; 141: 42 – 47

Johansson, H., Sjölander, P., Sojka, P.,

A sensory role for the cruciate ligaments

Clin Orthop. 1991; 268: 161 – 178

Jomha, N.M., Borton, D.C., Clingeleffer, A.J., Pinczewski, L.A.

Long-term osteoarthritic changes in anterior cruciate ligament reconstructed knees

Clin Orthop Relat Res. 1999; 358: 188 – 193

Kartus, J., Magnusson, L., Stener, S., Brandsson, S., Eriksson, B., Karlsson, J.

Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction, a 2 – 5 year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 1999; 7: 2 – 8

Kohn, D., Schneider, G., Dienst, M., Rupp, S.

Diagnostik der Ruptur des vorderen Kreuzbandes

Orthopäde. 2002; 31: 719 – 730

Kostogiannis, I., Ageberg, E., Neuman, P., Dahlberg, L., Friden, T., Roos, H.

Activity level and subjective knee function 15 years after anterior cruciate ligament injury: a prospective longitudinal study of nonreconstructed patients

Am J Sports Med. 2007; 35 (7): 1135 - 1143

Larsen, A., Dale, K., Eek, M.

Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films.

Acta Radiol Diagn. 1977; 18 (4): 481 - 491

Laxdal, G., Kartus, J., Ejerhed, L., Sernert, N., Magnusson, L., Faxen, E., Karlsson, J.

Outcome and risk factors after anterior cruciate ligament reconstruction: a follow-up study of 948 patients

Arthroscopy. 2005; 21 (8): 958 – 964

Liden, M., Ejerhed, L., Sernert, N., Laxdal, G., Kartus, J.

Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized study with a 7-year follow-up

Am J Sports Med. 2007; 35 (5): 740 – 748

Lobenhoffer, P.

Komplexe vordere Knieinstabilität

Orthopäde. 2002; 31: 770 – 777

Lobenhoffer, P., Tscherne, H.

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes, Heutiger Behandlungsstand

Unfallchirurg. 1993; 96: 150 – 168

Madry, H.

Genstransfer in der Kreuzbandchirurgie

Orthopäde. 2002; 31: 799 – 809

Martinek, V., Imhoff, A.B.

Revision nach fehlgeschlagener VKB-Plastik

Orthopäde. 2002; 31: 778 – 784

McDaniel, W.J., Dameron, T.B.

The untreated anterior cruciate ligament rupture

Clinical orthopaedics and related research. 1983; 172: 158 – 193

Müller, B., Rupp, S., Kohn, D., Seil, R.

Entnahmestellenproblematik nach vorderer Kreuzbandplastik mit dem mittleren Drittel der Patellarsehne

Unfallchirurg. 2000; 103: 662 – 667

Muren, O., Dahlstedt, L., Dalén, N.

Reconstruction of acute anterior cruciate ligament injuries: a prospective, randomised study of 40 patients with 7-year follow-up. No advantage of synthetic augmentation compared to a traditional patellar tendon graft.

Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2003; 123 (4):144-147

Niethard, F.U., Pfeil, J.

Orthopädie

Georg Thieme Verlag, 2003

Noyes, F.R., Bassett, R.W., Grood, E.S., Butler, D.L.

Arthroscopy in acute traumatic hemarthros of the knee

J Bone Joint Surg Am. 1980; 50: 687 -695

Noyes, F.R., Butler, D.L., Grood, E.S., Zernicke, R.F., Hefzy, M.S.

Biomechanical analysis of the human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions

J Bone Joint Surg Am. 1984; 66: 344 - 352

Odensten, M., Gillquist, J.

Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction.

J Bone Joint Surg Am. 1985; 67 (2):257-62

Petermann, J., Trus, P., Kunneke, M., Gotzen, L.

The pivot-shift test in relation to hip position and lower leg rotation. A clinical analysis

Unfallchirurg.1996; 99 (3): 191 – 195

Petersen, W., Tillmann, B.

Anatomie und Funktion des vorderen Kreuzbandes

Orthopäde. 2002; 31: 710 – 718

Pinczewski, L., Deehan, D., Salmon, L., Russell, V., Clingeleffer, A.

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: 523 – 536

Pinczewski, L., Lyman, J., Salmon, L.J., Russell, V.J., Roe, J., Linklater, J.

A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial

Am J Sports Med. 2007; 35 (4): 564 – 574

Poolmann, R.W., Farrokhyar, F., Bhandari, M.

Hamstring tendon autograft better than bone patellartendon bone autograft in ACL reconstruction. A cumulative meta-analysis and clinically relevant sensitivity analysis applied to a previously published analysis

Acta Orthop. 2007; 78:3, 350 -354

Rupp, S., Kohn, D.

Vorderes Kreuzband im Mittelpunkt des Interesses

Orthopäde. 2002; 31: 701

Rupp, S., Seil, R., Jäger, A., Kohn, D.

Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit dem Patellarsehnentransplantat
Orthopäde. 2002; 31: 751 – 757

Rüegsegger, M., Jakob, R.P.

Diagnostik frischer und chronischer Kniegelenksverletzungen
Orthopäde. 1993; 22: 343 – 350

Schiebler, T.H., Schmidt, W., Zilles, K.

Anatomie
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1999

Schierl, M., Petermann, J., Trus, P., Baumgärtel, F., Gotzen, L.

Anterior cruciate and medial collateral ligament injury. ACL reconstruction and functional treatment of the MCL
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1994; 2 (4): 203 -206

Schultz, R.A., Miller, D.C., Kerr, C.S., Micheli, L.

Mechanoreceptors in human cruciate ligaments
J Bone Joint Surg. 1984; 66: 1072 – 1076

Sekiya, I., Muneta, T., Ogiuchi, T., Yagishita, K., Yamamoto, H.,

Significance of the single-legged hop test to the anterior cruciate ligament-reconstructed knee in relation to muscle strength and anterior laxity.
Am J Sports Med. 1998; 26 (3): 384 -388

Shelbourne, K.D., Gray, T.

Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-year followup
Am J Sports Med. 1997; 25 (6), 786 – 795

Snook, G.A.

A short history of the anterior cruciate ligament and the treatment of tears
Clinical Orthopaedics. 1983; 172: 11 – 13

Stewart, A.L., Hays, R.D., Ware, J.E. jr.

The MOS short-form general health survey. Reliability and validity in a patient population.
Medical care. 1988; 26 (7): 724 - 735.

Strobel, M.J., Schulz, M.S.

VKB-Rekonstruktion mit dem Semitendinosus-Grazilis-Sehnentransplantat
Orthopäde. 2002; 31: 758 – 769

Südkamp, N.P., Haas, N.P.

Neue Wege in der Kreuzbandchirurgie
Der Chirurg. 2000; 71: 1024 – 1033

Tay, G.H., Warriar, S.K., Marquis, G.

Indirect patella fractures following ACL reconstruction
Acta Orthopaedica. 2006; 77 (3): 494 – 500

Waite, J.C., Beard, D.J., Dodd, C.A., Murray, D.W., Gill, H.S.

In vivo kinematics of the ACL-deficient limb during running and cutting
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005; 13 (5): 377 – 384

Weiler, A., Hoffman, R., Stähelin, A., Helling, H., Südkamp, N.P.

Current concepts: biodegradable implants in sports medicine – the biological base
Arthroscopy. 2000; 16 (3): 305 – 321

Weiler, A., Scheffler, S., Höher, J.

Transplantatauswahl für den primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes
Orthopäde. 2002; 31: 731 – 740

Ziring, E., Ishaque, B., Petermann, J., Gotzen, L.

Arthroscopic and clinical evaluation after isolated, augmented anterior cruciate ligament replacement: A prospective study
Unfallchirurg. 2001; 104 (2): 158 – 166

Dt. Ges. f. Orthopädie und orthopäd. Chirurgie + BV d. Ärzte f. Orthopädie (Hrsg.)

Leitlinien der Orthopädie
Dt. Ärzte-Verlag, 2. Auflage, Köln 2002

8. Lebenslauf

Name: Anna Eleonora Heverhagen

Geburtsdatum: 1980

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: verheiratet

Schulbildung

1985 – 1987 Deutsche Schule Athen, Griechenland

1987 – 1990 Marienschule, Siegen

1990 – 1995 Lycée Français de La Marsa - Karthago, Tunesien

1995 – 1998 Evangelisches Gymnasium, Siegen

Studium

1998 – 2001 Studium an Queen Mary, University of London, England

Juni 2001: **Bachelor of Science (BSc) in Biochemie/Genetik und Mikrobiologie**

2001 - 2007 Studium der **Humanmedizin** an der Philipps-Universität Marburg, Charité Berlin und New York University

Seit 01/2008 **Assistenzärztin** in der Klinik für Visceral-, Thorax- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg (Prof. Dr. M. Rothmund, Prof. Dr. D. Bartsch)

9. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren in Marburg, Berlin, London und New York:

Adolph, Alter, Aumüller, Aust, Barth, Bartsch, Basler, Bauknecht, Baumann, Becker, Behr, Benes, Berger, Bertalanffy, Bien, Boudriot, Brück, Campbell, Cramer, Curran, Czubayko, Daut, Dominguez, Duckett, Dünne, Eberhart, Ellenrieder, Elphick, Ekkernkamp, Engenhardt-Cabillic, Faulkes, Feil, Fendrich, Fensterer, Flatow, Fuchs-Winkelmann, Geks, Gerdes, Gress, Gotzen, Görg, Görg, Goldmann, Gudermann, Hassan, Heathcote, Hausman, Hertl, Herzum, Hildrew, Hoffmann, Hofmann, Hörle, Hoyer, Hüske, Kalmus, Kalz-Tosberg, Kalinowski, Kanngiesser, Kienapfel, Kill, Klenk, Klingmüller, Klose, Köhler, Koolmann, Kretschmer, Krieg, Kroh, Kroll, Kühne, Kuhlmann, Kwee, Lackner, Langer, Leitch, Lemke, Löffler, Löffler, Lohoff, Lukasewitz, Maier, Maisch, Malcolm, Martin, Max, Moll, Moosdorf, Mueller, Müller, Nachtigall, Neelsen, Neubauer, Nichols, Noack, Oertel, Poppke, Printz, Remmler, Renz, Richter, Rigby, Röhm, Röper, Rolfes, Rominger, Rothmund, Ruchholtz, Schädel-Höpfner, Schäfer, Schäfer, Schierl, Schlosser, Schmidt, Schnabel, Schönborn, Schuffert-Raguse, Seitz, Spierer, Spies, Steinfeldt, Steiniger, Steinkamp, Stiletto, Vogelmeier, Voigt, Voss, Wagner, Wagner, Weihe, Weinfeld, Werner, Wilke, Wittschiebe, Wulf, Wündisch, Zentgraf, Zettl, Zwiorek.

10. Danksagungen

Herrn Prof. Dr. med. Steffen Ruchholtz, Direktor der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie des Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, danke ich ganz herzlich für die Überlassung des interessanten Themas, die Möglichkeit, meine Promotion an seiner Klinik durchzuführen und für die Bereitstellung der erforderlichen Daten und Räumlichkeiten.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. Mathias Schierl, meinem Betreuer, Oberarzt in der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, und ärztlicher Leiter des Therapiezentrums Reha-Fit Marburg für die stetige Unterstützung bei der Konzeption und Durchführung der Arbeit sowie der Betreuung und Beratung bei der Untersuchung der Patienten.

Herrn PD Dr. med. Marc Kalinowski, stellvertretender Direktor der Klinik für Strahlendiagnostik des Zentrums für Radiologie des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, danke ich ganz besonders für die Beratung bei allen radiologischen Fragen, die Befundung der angefertigten Röntgenbilder und die Bereitstellung dieser Bilder für meine Dissertation.

Bedanken möchte ich mich darüber hinaus bei allen weiteren Mitarbeitern der Poliklinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie für die Unterstützung und Hilfe bei fachlichen und organisatorischen Problemen.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Prof. Dr. med. Detlef Bartsch, Direktor der Klinik für Visceral-, Thorax- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, für die Vermittlung von Motivation zur klinischen und wissenschaftlichen Arbeit, die ich durch die Beschäftigung an seiner Klinik täglich erfahre.

Ganz herzlich danke ich meinen Eltern, Frau Margrit Völzing und Herrn PD Dr. phil. Paul-Ludwig Völzing, für die liebevolle, ausdauernde und vielseitige Unterstützung

während meines gesamten Studiums. Meinem Vater danke ich darüber hinaus für das stetige und konstruktive Korrektur-Lesen dieser Arbeit.

Meinem Mann, Herrn Prof. Dr. rer. physiol. Dr. med. Johannes Heverhagen danke ich von ganzem Herzen für die Durchsicht dieser Arbeit, die konstruktive Kritik und die umfangreiche und vielfältige Unterstützung bei der Fertigstellung meiner Dissertation.

Ich danke weiterhin allen meinen Freunden, die mich während der Durchführung und Auswertung dieser Arbeit wohlwollend und unterstützend begleitet haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt zu guter Letzt allen Patienten, die die Bereitschaft und Geduld gezeigt haben, an dieser Studie teilzunehmen und somit die Fertigstellung dieser Dissertation überhaupt erst ermöglicht haben.

11. Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die im Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel „Langzeitergebnisse nach vorderer Kreuzbandplastik mit Patellarsehnentransplantat“ in der Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie unter Leitung von Prof. Dr. S. Ruchholtz und Dr. M. Schierl ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Marburg, den 27.03.2009