

**Aus der
Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Ludwigs-Maximilians-Universität München
(Direktor: Professor Dr. med. Dipl.- Ing. V. Jansson)**

**Patellasehndrittel Autograft versus Allograft beim Ersatz
des Vorderen Kreuzbandes**

**Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwigs-Maximilians-Universität zu München**

**vorgelegt von
Philipp Reich**

**aus
Fürstenfeldbruck
2007**

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. med. habil. Dr. Ing. W. Plitz

Mitberichterstatter: Professor Dr. med. Chr. Heeschen
Professor Dr. med. G.Sauter
Professor Dr. med. Euler

**Betreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:** Dr. med. H. Mayr

**Dekan der
medizinischen Fakultät:** Professor Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 15.11.2007

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	7
1.1 Geschichte der Chirurgie des Vorderen Kreuzbandes (VKB).....	7
1.2 Aktueller Aspekt der VKB- Chirurgie.....	8
1.3 Fragestellung.....	10
2. Material und Methoden	11
2.1 Studiendesign.....	11
2.1.1 Art der Studie.....	11
2.1.2 Methodik.....	11
2.1.3 Untersuchtes Patientenkollektiv.....	11
2.1.4 Einschluss- und Ausschlusskriterien.....	11
2.1.5 Nachuntersuchungszeitraum.....	12
2.2 Verwendetes Material und Operationstechniken.....	12
2.2.1 Art der Transplantate.....	12
2.2.2 Operationstechniken.....	13
2.3 Untersuchungsinstrumente.....	16
2.3.1 Klinische Untersuchung.....	16
2.3.2 Stabilitätsmessung mit dem KT1000.....	17
2.3.3 Radiologische Untersuchungen.....	18
2.3.4 Untersuchungsbögen.....	19
2.3.4.1 Studienspezifischer Fragebogen.....	19
2.3.4.2 IKDC 2000.....	20
2.3.4.3 Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm.....	20
2.3.4.4 Score nach Lysholm und Gillquist.....	21
2.4 Datenverarbeitung und Statistik.....	22
3. Ergebnisse	23
3.1 Deskriptive Daten des Patientenkollektivs.....	23
3.1.1 Seitenverteilung der operierten Kniegelenke nach Geschlecht und Transplantattyp.....	23
3.1.2 Geschlechtsspezifische Aufteilung nach Gewicht und Größe.....	23

3.1.3	Altersverteilung.....	24
3.1.4	Zeitabstand zwischen Trauma und Operation.....	25
3.1.5	Nachuntersuchungszeitraum.....	26
3.2	Ätiologie.....	27
3.2.1	Unfallursache.....	27
3.2.2	Sportliches Leistungsniveau.....	27
3.3	Beurteilung des Kniegelenkes vor OP.....	29
3.3.1	Funktionsfähigkeit des operierten Kniegelenkes vor der Operation.....	29
3.3.2	Schmerzen im operierten Kniegelenk vor der Operation.....	30
3.3.3	Präoperative radiologische Befunde.....	31
3.3.3.1	Präoperative Retropatellaarthrose im verletzten Kniegelenk.....	31
3.3.3.2	Präoperative Gonarthrose im verletzten Kniegelenk.....	31
3.4	Intraoperative Beobachtungen.....	32
3.4.1	Nebenbefunde.....	32
3.4.2	Weitere Eingriffe.....	35
3.4.3	Komplikationen.....	36
3.5	Perioperative Beobachtungen.....	36
3.5.1	Schmerzbelastung im perioperativen Verlauf.....	36
3.5.2	Dauer der perioperativen analgetischen Therapie.....	38
3.5.3	Dauer der Arbeitsunfähigkeit.....	39
3.5.4	Dauer der krankengymnastischen Therapie.....	40
3.6	Follow up des Kniegelenks.....	41
3.6.1	Subjektive Beurteilung der Minderung der Funktionsfähigkeit prä- / postoperativ.....	41
3.6.2	Aktivitätsscore nach Tegner & Lysholm.....	42
3.6.3	Score nach Lysholm & Gillquist.....	43
3.6.4	Gruppengrade in der Abschlussbeurteilung des IKDC 2000.....	44
3.6.5	Subjektive Beurteilung des Knies im IKDC 2000.....	45
3.6.6	Schmerzbelastung im täglichen Leben.....	46
3.6.7	Schmerzbelastung beim Knien auf der operierten Seite.....	47
3.7	Klinische Untersuchung der Funktionsfähigkeit beider Kniegelenke.....	47
3.7.1	Daten der körperlichen Untersuchung des operierten Kniegelenks.....	47
3.7.2	Funktionsfähigkeit des operierten Kniegelenkes im Vergleich zur Gegenseite.....	50

3.7.3	Extensionswerte des operierten Kniegelenks.....	51
3.7.4	Flexionswerte des operierten Kniegelenks.....	52
3.7.5	Streckdefizit des operierten Kniegelenks im Verhältnis zum Vergleichsknie.....	52
3.7.6	Beugedefizit des operierten Kniegelenks im Verhältnis zum Vergleichsknie.....	53
3.7.7	Ap-Translation im Lachman-Test.....	54
3.7.8	Pivot Shift Test.....	54
3.7.9	Mittelwerte der Umfangsmaße des operierten Beins.....	55
3.7.10	Differenzen der Mittelwerte der Umfangsmaße der Beine.....	57
3.7.11	Stabilitätsmessung mit dem KT 1000.....	59
3.7.12	Differenz der Mittelwerte der ap- Translation des operierten zum Vergleichsknie gemessen mit dem KT 1000.....	60
3.8	Auswertung der postoperativen Befunde der radiologischen Untersuchung.....	62
3.8.1	Aktuelle Retropatellaarthrose im operierten Kniegelenk.....	62
3.8.2	Aktuelle Gonarthrose im operierten Kniegelenk.....	63
3.8.3	Messungen der Patellahöhe nach Insall.....	64
3.8.4	Femorales Tunnelwidening.....	64
3.8.5	Tunnelwidening des tibialen Bohrkanals.....	65
3.8.6	Messungen der aktuellen Verkippung der Patella in ihrem Gleitlager nach Laurin.....	66
4.	Diskussion.....	67
4.1	Rahmenbedingungen.....	67
4.2	Methodik und Material.....	68
4.2.1	Methodik.....	68
4.2.2	Material.....	68
4.2.2.1	Aufbau der Untersuchung.....	68
4.2.2.2	Kollektivgröße.....	69
4.2.2.3	Vergleichbarkeit der Gruppen.....	69
4.3	Klinische Symptome präoperativ.....	72
4.4	Intraoperative Befunde.....	72
4.5	Befunde der Nachuntersuchung.....	73

4.5.1	Ergebnisse der körperlichen Untersuchung.....	75
4.5.1.1	Aufklappbarkeit und Krepitation.....	76
4.5.1.2	Transplantatentnahmemorbidity.....	77
4.5.1.3	„One legged hop Test“ (Einbeiniger Sprung-Test).....	77
4.5.1.4	Extension und Flexion.....	78
4.5.1.5	Lachman Test.....	78
4.5.1.6	Pivot shift Test.....	79
4.5.1.7	Umfangsmaße.....	79
4.5.2	Stabilitätsuntersuchung mit dem KT 1000.....	80
4.6	Röntgenbefunde.....	82
4.6.1	Gonarthrose.....	82
4.6.2	Patella.....	83
4.6.3	Tunnel-widening.....	84
4.6.4	Tilt Winkel.....	85
4.7	Schlussfolgerung.....	85
5.	Zusammenfassung.....	87
6.	Literaturverzeichnis.....	89
7.	Danksagung.....	109
8.	Lebenslauf.....	110

1. Einleitung

1.1 Geschichte der Chirurgie des Vorderen Kreuzbandes (VKB)

Seit Beginn der operativen Versuche zur Rekonstruktion des Vorderen Kreuzbandes hat sich ein großer Wandel vollzogen. Nachdem bereits um 3000 v.Chr. die Ägypter in anatomischen Studien, die sie auf Papyrus niederschrieben, die Kreuzbänder erwähnten, war es Hippokrates (460-370 v.Chr.), der eine Subluxation des Kniegelenks mit der Verletzung der Bänder in Zusammenhang brachte. Die Bezeichnung der „ligamenta genu cruciata“ und eine Beschreibung ihrer als stabilisierend erkannten Funktion geht auf Claudius Galen von Pergamon (199-129 v.Chr.) zurück. Eine erste biomechanische Arbeit über das Kniegelenk, die auch eine stabilisierende Funktion der Kreuzbänder in der a.-p.-Ebene herausstellte, wurde von den Gebrüdern Weber im Jahre 1836 vorgelegt. [Weber 1836]

Studien wie die von A. Bonnet [Bonnet 1845] im Jahre 1845, Stark [Stark 1850] 1850 und Segond 1879 [Segond 1879] versuchten die Wissenslage zu verbessern und führten im Zuge der rasanten Erschließung neuer Arbeitsfelder durch die Chirurgie zu den ersten operativen Interventionen.

Zu den Pionieren, die sich mit der primären Bandnaht mittels Catgut beschäftigten, zählten A.W. Robson 1903 [Robson 1903], W.Battle 1900 [Battle 1900] und H. Goetjes [Goetjes 1913], der 1913 die ersten statistischen Daten über die Versorgung von 30 Patienten vorlegte und eine Naht des VKB im Falle einer frischen Ruptur empfahl.

Auf Grund der oft unbefriedigenden Ergebnisse versuchte man in den folgenden Jahren, neue Methoden der Rekonstruktion zu entwickeln.

Autologe Materialien wie Fascien, Pes anserinus, Innenmeniskus oder die Patellasehne [Hölzel 1917, Nicoletti 1913] sowie heterologe Materialien wie Kängurusehne oder Rindersehnen wurden in Studien auf ihre Tauglichkeit hin überprüft und die Ergebnisse veröffentlicht. [Bonnet 1845, Micheli 1933, Stark 1850]

Die ersten Versuche mit synthetischen Materialien stellte F. Lange [Lange 1907] bereits 1907 an, als er Ersatzplastiken des Seitenbandes und des VKB aus Seidenfäden, die mit Quecksilberoxycyanatlösung vorbehandelt waren, zum Einsatz brachte.

Nach anfänglich geradezu euphorischen Beschreibungen, aber auch negativen Erfahrungen [Herz 1906], erlebte die Verwendung synthetischer Bänder in der Kreuzbandchirurgie in den 70er und Anfang der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts einen wahren Boom. [Dahlstedt 1990, Kennedy 1976, Wilk 1993]

Heute wird auf Grund der letztlich negativen Erfahrungen [Denti 1990, Eberhardt 2002, Engstorm 1993, Gillquist 1993, Kohn 2000, Rushton 1983] von der Verwendung von synthetischen Materialien Abstand genommen.

Auch die Operationsverfahren durchliefen einen starken Wandel. Ihr Entwicklungsprozess begann mit der klassischen Arthrotomie über den Payer-Zugang, der in den 80`er Jahren des letzten Jahrhunderts durch die Miniarthrotomie abgelöst wurde und schließlich in den 80`er und 90`er Jahren in der arthroskopisch assistierten Kreuzbandrekonstruktion mündete. [Harner 1994, O`Neill 1996, Shelbourne 1993]

Der vorläufige Abschluss in der Suche nach einer möglichst suffizienten Methode der VKB- Rekonstruktion ist heute erreicht durch die Verwendung von Knochen-Sehnen-Knochen Transplantaten des Lig. Patellae oder auch reinen Sehnentransplantaten der Semitendinosus- und Grazilissehne (Pes anserinus) sowie der Quadrizepssehne, die in arthroskopisch assistierten Operationen eingebracht werden. [Brückner 1966, Dye 1996, Höher 2000, Jones 1963]

1.2 Aktueller Aspekt der VKB-Chirurgie

Kaum ein Thema hat in den letzten Jahren mehr kontroverse Diskussionen entfacht als die Transplantatwahl für den Kreuzbandersatz. [Bartlett 2001, Becker 2002, Brand 2000, Eriksson 2001, Harner 1996, Höher 2000, O`Neill 1996, Weiler 2002]

Nachdem in klinischen Studien die Gleichwertigkeit der Ergebnisse verschiedener Transplantatalternativen gezeigt wurde, spielen mittlerweile Faktoren wie das Aktivitätsniveau, der Morphotyp oder auch Begleitverletzungen des Patienten eine bedeutende Rolle in der Transplantatwahl. [Eastlack 1999, Höher 2000, Weiler 2002]

Die durch den Gewebsquerschnitt bedingte geringere Reißfestigkeit von Hamstrings- und Quadrizepssehne wird durch Doppelung oder 4fache Faltung des Transplantates umgangen. Durch diese Technik wird eine hohe primäre Reißfestigkeit erlangt, es ergibt sich allerdings auch eine deutlich komplexere Kinematik im Verhältnis zum

einsträngigen Transplantat. Auf der anderen Seite bieten diese Transplantattypen gerade bei Patienten, die häufiger knienden Tätigkeiten nachgehen, den Vorteil der Schonung der Patellasehne und damit die Vermeidung von persistierenden retropatellaren Schmerzsyndromen. [Breitfuss 1996, Kartus 1999, Müller 2000, Sachs 1989, Sharkey 1997]

Allerdings wird auch beim Semitendinosustransplantat und hier insbesondere bei gleichzeitiger Entnahme von Semitendinosus- und Gracilissehne (Pes anserinus/ Hamstring) die Verminderung der Kraft der ischiocruralen Muskulatur kritisch diskutiert. [Feagin 1997, Fu 1996, Noyes 1984]

Das zentrale Drittel der Patellasehne mit anhängigen Knochenblöcken stellt eines der am häufigsten verwendeten Transplantate zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes dar. Das Verfahren gilt als „Goldener Standard“ und ist gegenüber anderen Techniken validiert. Heute kommt bei 30-50 % der Vorderen Kreuzbandplastiken das mittlere Patellasehnedrittel zu Einsatz. [Bartlett 2001, Becker 2002, Frank 1997, Fu 1995 und 1996, Höher 2000, Rupp 2002, Weiler 2002]

Bis zur Änderung des Transplantationsrechts im Jahre 2005 konnte eine steigende Zahl von Vorderen Kreuzbandplastiken mit Allografttransplantaten registriert werden. Die offensichtlichen Vorteile eines Fremdtransplantats liegen auf der Hand: die Morbidität an der Transplantatentnahmestelle entfällt, Reduktion des postoperativen Schmerz, Verkürzung der Operationszeit, kleinere Operationsnarben, freie Wahl der Transplantatgröße [Noyes 1984], Verfügbarkeit bei Revisionseingriffen, Möglichkeit der Lagerung [Wang 2001] und damit bessere Verfügbarkeit. [Barber 2003, Chang 2003, Fuchs 2002, Harner 1996, Indelicato 1992, Noyes 1996 und 2001, Peterson 2001, Saddemi 1993, Shelton 1997, Shino 1984, Valenti 1996, Vangsness 2003, Vorlat 1999]

Aber auch die Nachteile sind zu berücksichtigen: Die Anwendung dieser Transplantatform beinhaltet die Gefahr der Übertragung von Infektionserregern. [Asselmeier 1993, Conrad 1995, Sanzen 1997, Shutkin 1954, Tomford 1997, Update 2001 und 2002]

Durch die gegenwärtigen Aufbreitungsformen des Spendermaterials können durch Veränderungen der Kollagenstruktur Festigkeitsprobleme mit der Folge einer Elongation des Transplantats bis hin zu Rupturen entstehen. [Gibbons 1991, Gorschewski 2002, Jackson 1993, Peterson 2001, Rasmussen 1994, Siebold 2002, Smith 1996, Stringham 1996]

In tierexperimentellen Studien wurde von Cordrey et al. [Cordrey 1963] eine verzögerte Revaskularisation und damit ein langsamerer Einheilungs- und Umbauprozess der Allograft-Sehnen-Transplantate im Verhältnis zu autologen Transplantaten beschrieben. Jackson et al. [Jackson 1987, 1990 und 1993] bestätigten diese Ergebnisse und empfahlen postoperativ eine verzögerte Belastungssteigerung des operierten Kniegelenks. [Arnoczky 1986, Jackson 1993, Malinin 2002, Markolf 1996, Shino 1988]

Wenn man die verschiedenen Formen der Transplantataufbereitung wie die Sterilisation mit Gammastrahlung [Smith 1996] oder Äthylendioxid und die unterschiedlichen Konservierungsmethoden wie Gefriertrocknung oder Tiefgefrierung betrachtet, erscheint es verständlich, dass jede dieser Methoden unterschiedliche Einflüsse auf die Beschaffenheit des Transplantatgewebes [Indelicato 1990, Jackson 1990] und damit auf den Operationserfolg hat. [Indelicato 1992, Vangsness 2003] Hieraus erklären sich die durchaus kontroversen Meinungen, die es im Bezug auf die Allografttransplantate gibt.

Ziel dieser Arbeit ist es, zu überprüfen in wieweit Allografttransplantate, deren Haupteinsatzgebiet die Revisionsoperation [Becker 2002, Siebold 2002] darstellt als Transplantate bei Erstoperationen geeignet sind.

Zu diesem Zweck wurden die Ergebnisse zweier Patientenkollektive, von denen das eine mit einem Autografttransplantat, das andere mit einem Allografttransplantat (fresh frozen, plasmagereinigt) [Summitt 2001 (I/II), Wang 2001] versorgt wurde, miteinander verglichen.

1.3 Fragestellung

Sind die mittelfristigen Ergebnisse bei der Verwendung von Patellasehnen (BTB) Allografts für die primäre vordere Kreuzbandplastik vergleichbar mit den durch Patellasehnen Autograft erreichten Resultaten?

2. Material und Methoden

2.1 Studiendesign

2.1.1 Art der Studie

Es wurde eine retrospektive, klinische Untersuchung der mittelfristigen Ergebnisse von Patellasehnen Allograft im Vergleich zu Patellasehnen Autograft beim primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes durchgeführt.

2.1.2 Methodik

Verglichen wurden Patienten, die bei anteromedialer Knieinstabilität Grad II mit einem mittleren Patellasehndrittel Allograft versorgt wurden und am Operationstag zeitlich folgende Patienten, die bei gleicher Indikation mit einem mittleren Patellasehndrittel Autograft versorgt wurden. Allograft- und Autograftpatienten, deren Eingriff jeweils zeitlich am nächsten lag, wurden als Vergleichspaare herangezogen (matched pairs).

2.1.3 Untersuchtes Patientenkollektiv

Alle Patienten einer orthopädischen Klinik Münchens, die sich im Zeitraum März 2000 – Juli 2002 einer arthroskopischen Erstoperation mit Ersatz des vorderen Kreuzbandes unterzogen.

Die Zahl der Patienten, die mit einem allogenen Transplantat versorgt wurden, belief sich auf 15, so dass auch die Vergleichsgruppe der primär mit einem Autograft versorgten Patienten mit 15 angesetzt wurde.

2.1.4 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Es wurden lediglich Patienten in die Studie aufgenommen, die sich bei anteromedialer Instabilität Grad II einer Erstoperation am Kniegelenk, d.h. einem Ersatz des vorderen Kreuzbandes (VKB) unterziehen mussten.

Patienten mit gleichzeitiger Versorgung mehrer Kniebänder, Knorpelulcera oder einer Gonarthrose $>1^\circ$ [Wirth 1992] am gleichen Gelenk wurden ausgeschlossen.

2.1.5 Nachuntersuchungszeitraum

Der Mindestzeitraum zwischen Operation und Untersuchung wurde mit 12 Monaten festgesetzt. Eine Obergrenze für den Nachuntersuchungszeitraum wurde nicht festgelegt.

2.2 Verwendetes Material und Operationstechniken

2.2.1 Art der Transplantate

Bei den Spendertransplantaten handelt es sich um Patellasehnen mit anhängendem oberem und unterem Knochenblock. Sie werden post mortem entnommen.

Diese Spendertransplantate wurden über eine kommerziell geführte Gewebebank einer Universitätsklinik in den USA bezogen. Die Transplantate werden dort im BioCleanse™ Prozess gewonnen [Summitt 2001 (I/II), Wang 2001] und aufbereitet. Es handelt sich hierbei um ein spezielles Verfahren zur Gewinnung von Binde- und Stützgewebe zu Transplantationszwecken. Die Gefahr einer Übertragung von Infektionskrankheiten vom Spender zum Empfänger wird über drei Wege zu minimieren versucht:

- 1. Der Spender wird voruntersucht
- 2. Das Gewebe des Spenders wird getestet
- 3. Der sog. Kaltsterilisationsprozess.

Die Voruntersuchung des Spenders beinhaltet eine Risikobewertung des Verhaltens- und Lebensstils der Person, eine Familienanamnese mit medizinischer und sozialgeschichtlicher Beurteilung, die Auswertung möglicher Krankenakten sowie eine unabhängige sowohl medizinische als auch juristische Untersuchung durch unabhängige Prüfer.

Nach den Richtlinien der FDA (U.S. Behörde für Lebensmittel und Pharmazeutika) wird eine serologische Testung des Spendermaterials auf

- Syphilis
- Hepatitis Bs Antigen (HBs-Ag, Australien-Antigen)
- Hepatitis Bc Antikörper (Anti- HBc)

- Hepatitis C Antikörper (Anti-HCV)
- HIV-Virus I und II Antikörper
- HTLV Antikörper I und II
- HIV -1 PCR
- HCV/HIV NAT-Testung

sowie die Untersuchung einer 14 tägigen aeroben/anaeroben Blutkultur durchgeführt.

An diese Untersuchungen schließt sich der eigentliche Sterilisationsprozess an.

Hier wird im ersten Schritt durch einen Vakuum/Überdruck Verfahren Blut, Gewebsflüssigkeiten und Knochenmark vom Transplantat entfernt.

Im zweiten Schritt wird das Transplantat durch ein Niedertemperatur-Plasmareinigungsverfahren chemisch gereinigt. Eingesetzt werden Ascorbinsäure (Vitamin C), Polyvinylpyrrolidon Jod, und physiologische Kochsalzlösung. Der Prozess ist validiert [Summitt 2001 (I/II), Vangsness 2003, Wang 2001], pathogene Erreger wie HIV, Hepatitis B und C, Bakterien, Pilze und Sporen zu eliminieren.

Im dritten und letzten Schritt wird die Entfernung der im zweiten Schritt benutzten Reagentien mittels sterilen Wassers durchgeführt, wodurch die Biokompatibilität des Gewebes entscheidend erhöht wird.

Der Reinigungsprozess kommt ohne Hitze, Bestrahlung oder Gas aus. Durch dieses Konzept wird auf der einen Seite die strukturelle Integrität des Transplantats weitestgehend geschont. Auf der anderen Seite können unerwünschte Transplantatbestandteile effektiv entfernt werden, wobei auch die Gefahr einer Infektionsübertragung minimiert wird.

2.2.2 Operationstechniken

Die Patienten wurden durch eine arthroskopisch assistierte Operation, modifiziert nach Brückner-Jones behandelt. [Brückner 1966, Jones 1963]

Alle Operationen wurden durch den gleichen Operateur durchgeführt.

Das Arthroskop wird über einen ventro- lateralen bzw. antero- lateralen Zugang in das Kniegelenk eingebracht. Bei den Patienten, die mit einem Patellasehndrittel Autograft versorgt werden sollen, folgt hier zunächst die Anlage eines längs verlaufenden Hautschnittes medial neben dem Ligamentum patellae.

Daran schließt sich die Entnahme des mittleren Patellasehndrittels mit proximalem und distalem Knochenblock mit einer Breite von 10 mm an.

Im Falle einer Rekonstruktion mit einem Allograft- Transplantat entfällt dieser Schritt. Hier muss das steril verpackte Allograft aus seiner Verpackung entnommen werden und vorausgehend in 30° warmer 0,9% iger Kochsalzlösung rehydriert und aufgetaut werden. Hierauf folgt ein Vorspannen des Transplantats mit 7 kp über 5 Minuten, um die durch den Gefrierzustand eingetretene Längenänderung rückgängig zu machen. Nach einer makroskopischen Untersuchung auf eventuelle Schwächen oder Defekte erfolgt eine Präparation des Fresh Frozen- Allograft mit Zuschneiden der beiden anhängigen Knochenblöcke und die Armierung mit Ethibond.

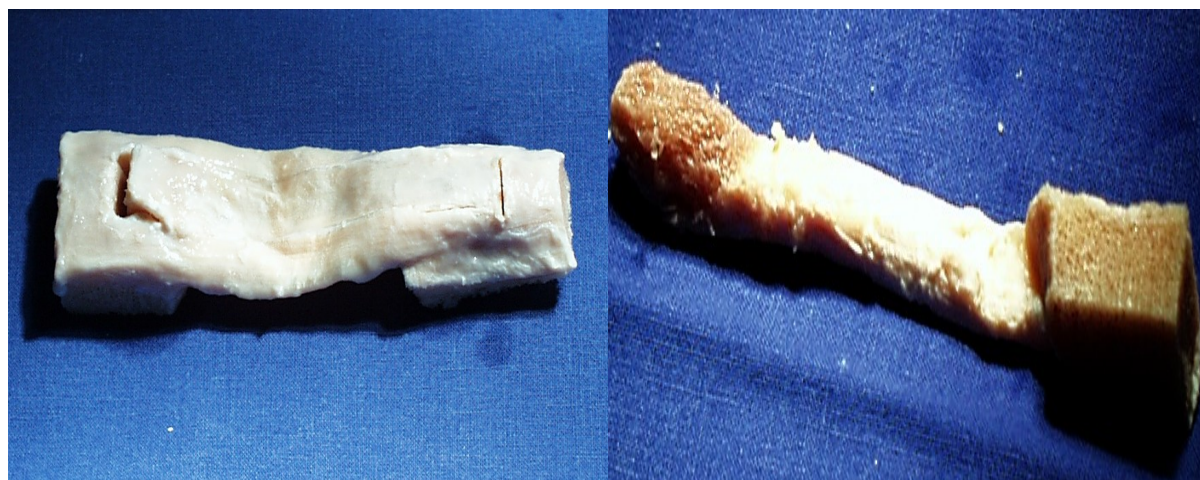


Abb.1: Allografttransplantat vor und nach der Präparation

Die Anlage eines Bohrkanals in den medialen Schienbeinkopf, der an der originären Kreuzbandinsertation im Gelenk endet, wird durchgeführt. Die Stärke der Bohrkanäle und der Transplantat- Knochenblöcke beträgt 10mm. Über den Bohrkanal wird mit dem tibialen Zielgerät der femorale Zielpunkt bestimmt. Der laterale Femurkondylus wird an dieser Stelle aufgebohrt. Anschließend werden die gelenkinnenseitigen Kanten der Bohrlöcher abgerundet. Das zwischenzeitlich präparierte und endständig armierte Patellasehndrittel wird über den tibialen Bohrkanal ins Gelenk eingebracht und der anhängende Knochenblock im femoralen Bohrloch versenkt. Nun erfolgt die Fixierung mit einer Titan Interferenzschraube 7x26 mm.

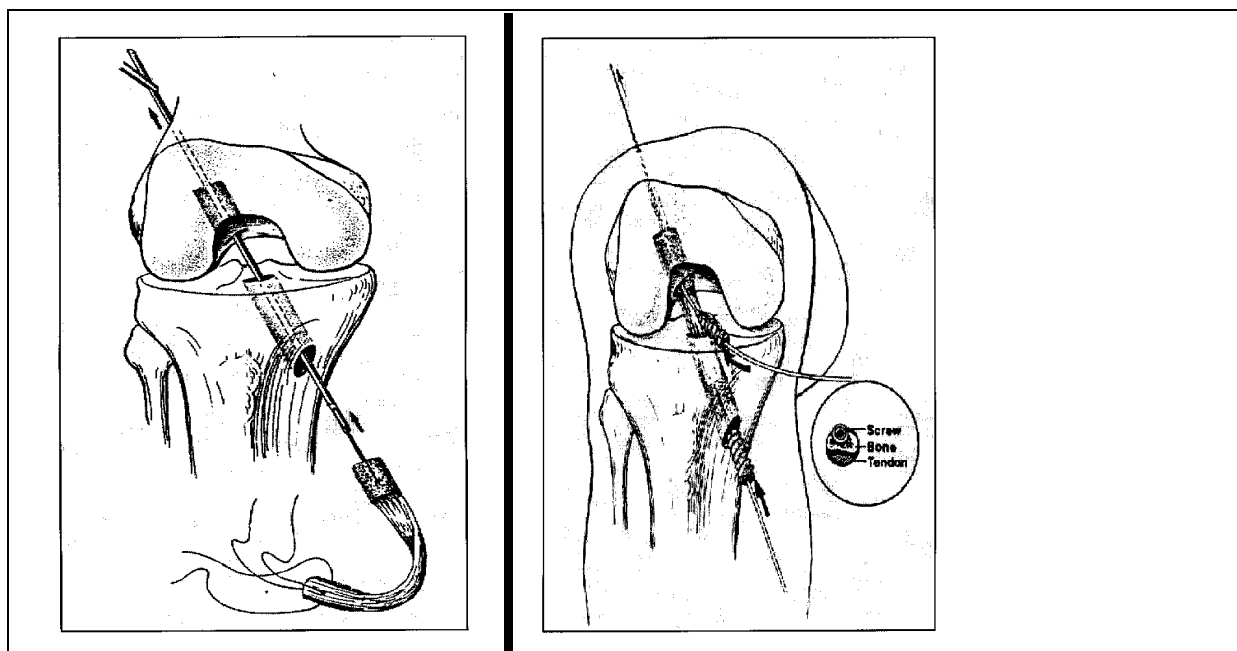


Abb. 2: Einzug des Transplantats und Fixierung durch Interferenzschrauben [Fu 2]

Bei Anspannen des Transplantats nach distal und der Bewegungsprüfung zeigt sich ein impingement- und spannungsfreier Verlauf.

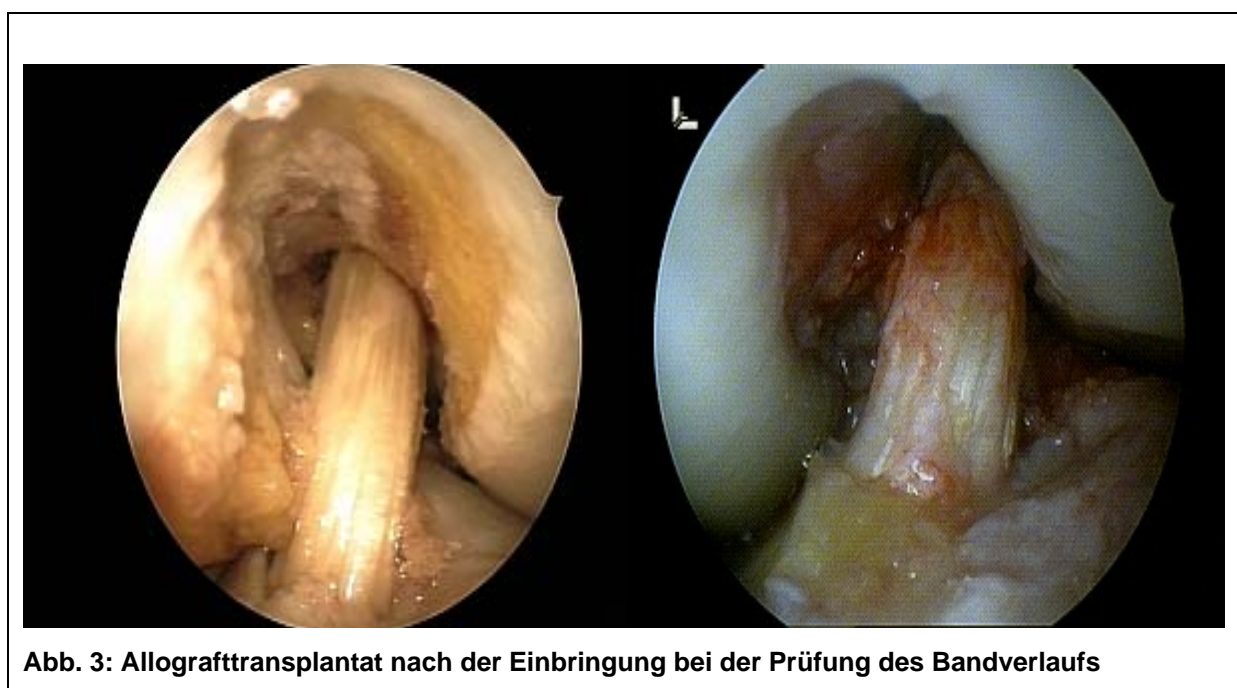


Abb. 3: Allografttransplantat nach der Einbringung bei der Prüfung des Bandverlaufs

Nun wird die Verschraubung des distalen Knochenblocks im Tibiakopf mittels Titan-Interferenzschraube 9x20 mm durchgeführt. Bei der Autotransplantation wird der Entnahmedefekt in der Patella durch einen entsprechenden Knochenblock aus dem Tibiakopf mittels exakten Einpassens wieder aufgefüllt.

Bei Allograft- Transplantaten wird der tibiale Bohrkanaal partiell mit intraoperativ gewonnener Spongiosa aufgefüllt.

Die Spülflüssigkeit wird abgesaugt.

Es folgt ein oberflächlicher Verschluss der Patellasehne sowie des Paratenons und anschließend der schichtweise Wundverschluss.

Abschließend wird ein steriler Verband sowie der Kompressionsverband angelegt.

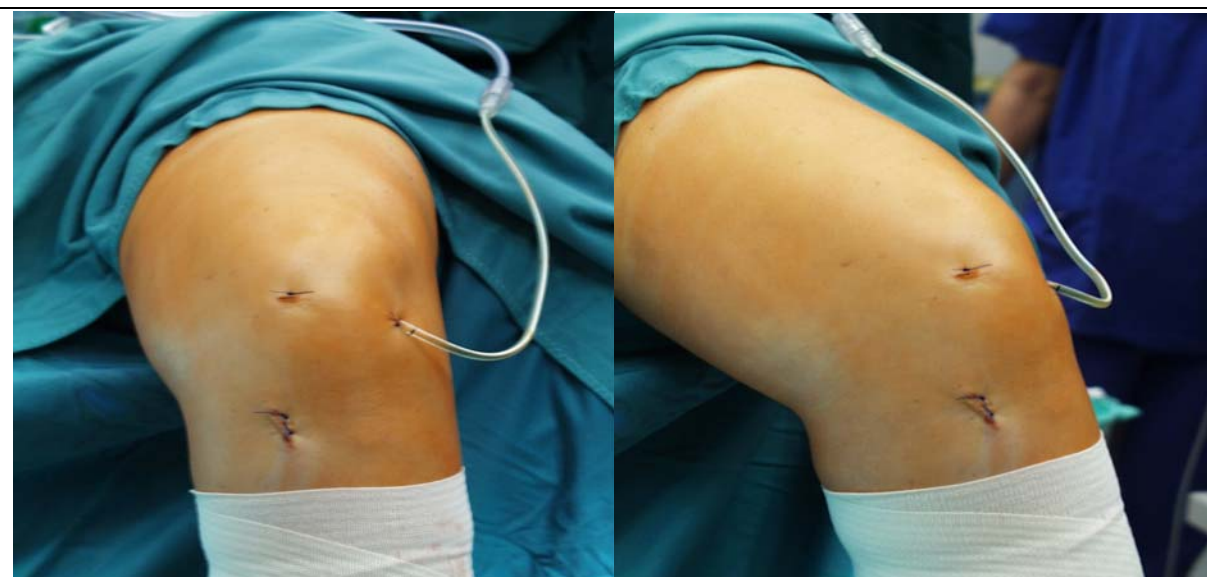


Abb.4: Darstellung des geringen Operationstraumas bei Verwendung eines Allograft

Postoperativ erhalten die Patienten für 2 Tage eine Cryo- Cuff- Manschette.

Bis 4 Wochen postoperativ wird die Extension nur in der geschlossenen Kette durchgeführt. Übergang zur Vollbelastung 5 – 12 Tage postoperativ. Muskelaufbautraining frühestens 4 Wochen. Auf die Verwendung einer kniestabilisierenden Schiene wird verzichtet.

2.3 Untersuchungsinstrumente

2.3.1 Klinische Untersuchung

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde die Gesamtsymptomatik des Kniegelenkes durch die Prüfung der Beweglichkeit, der Stabilität und des Beinumfangs erfasst. Zusätzlich wurden Daten zu pathologischen Veränderungen wie Gelenksergüssen und Schmerzzuständen erhoben.

Die Patienten wurden über die Knie-Problematiken wie Auftreten von Schwellungen als Zeichen von Ergüssen z.B. nach sportlichen Aktivitäten sowie Instabilitäten in Form von giving-way Episoden befragt. Schmerzsymptomatiken wurden anhand einer Schmerzskala im normalen Leben und speziell beim Knien beurteilt.

Die Palpation diente zur Feststellung eines Gelenkergusses, von Schwellungen und Druckschmerzen. Als Bezugspunkt der Beurteilung diente das kontralaterale Kniegelenk.

Der Umfang beider Beine wurde am Oberschenkel 20 cm ober- und unterhalb des Gelenkspaltes, am Gelenkspalt sowie im Bereich der Fessel gemessen. Außerdem wurde der maximale Umfang des Unterschenkels bestimmt. Als Referenzparameter diente das contralaterale Bein.

Die passive Beweglichkeit des Kniegelenkes bis zur Schmerzgrenze wurde geprüft und nach der Neutral-Null-Methode dokumentiert. Als Bezug für ein Beuge- oder Streckdefizit wurde das kontralaterale Kniegelenk herangezogen. Es wurden sowohl Vergleiche zwischen den operierten Kniegelenken von Allo- und Autograftpatienten als auch Vergleiche zwischen den Differenzen der operierten zu den gesunden Kniegelenken bei Allograft und Autograft gezogen.

Bei der Durchbewegung der Kniegelenke wurde zugleich auf Blockierungen und Krepitationen im medialen, lateralen und retropatellaren Kompartiment als Zeichen einer Arthrose geachtet.

Alle Instabilitäten, also das Ausmaß der pathologischen Beweglichkeit und Subluxation wurde erfasst und in vier Schweregrade eingeteilt: keine Instabilität bei 0-2mm, geringgradige Instabilität bei 3-5 mm ($1^{\circ}/+$), mittelgradige Instabilität bei 6-10 ($2^{\circ}/++$) mm, und hochgradige Instabilität bei größer/gleich 10mm ($3^{\circ}/+++$). [Daniel 1990, Hefti 1993, O`Shea 1996]

2.3.2 Stabilitätsmessung mit dem KT1000

Mit dem KT-1000 Kniearthrometer (MEDmetrik Corporation San Diego, California) wurden Schubladenmessungen zur vorderen und hinteren Stabilität des Kniegelenks durchgeführt.

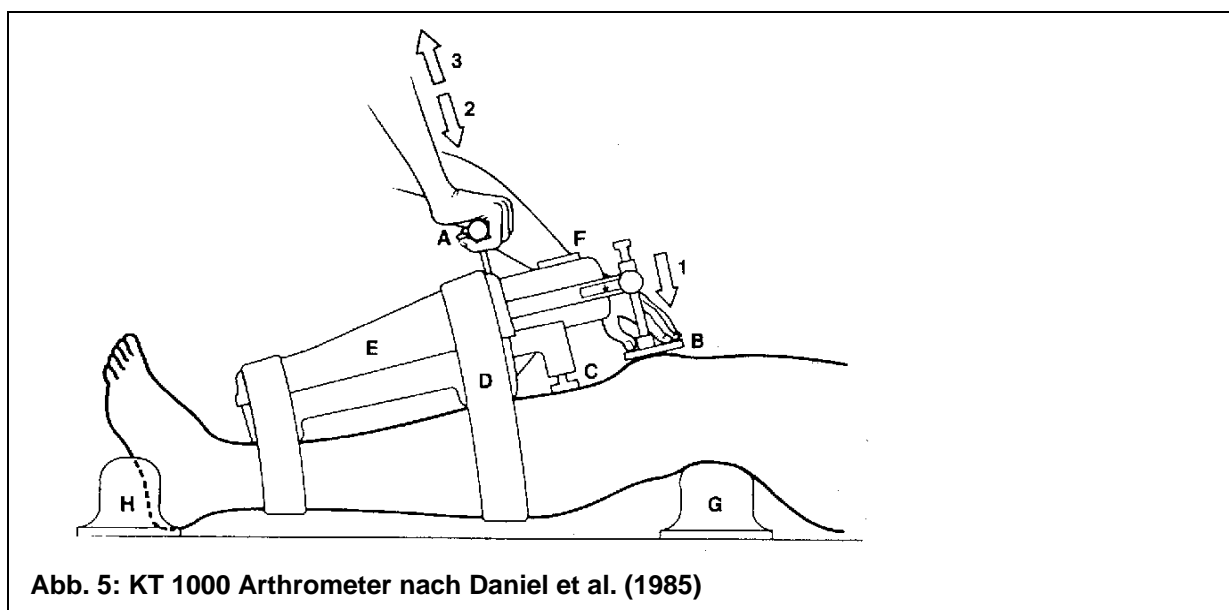


Abb. 5: KT 1000 Arthrometer nach Daniel et al. (1985)

Unter definiertem Zug von 66,75 Newton (15lb), 89 Newton (20lb), 133,5 Newton (30lb) sowie im active Displacement und maximum Displacement wurde in 30° Beugstellung [Daniel 1985, Markolf 1996] die Auslenkungen der Tibia gegen den Femur gemessen. Anteriore Krafteinwirkung auf die Tibia bewirkt ein gegeneinander gerichtetes Verschieben einer auf der Tuberositas tibiae fixierten gegen eine, auf der Patella aufliegende Messplatte.

Die Translation wurde in mm angegeben und jeweils mit dem kontralateralen Kniegelenk verglichen. Die einzelnen Messwerte besitzen auf Grund ihrer großen individuellen Streubreite als Absolutwerte des operierten Kniegelenks eine bedingte Aussagefähigkeit und sind somit nur im Bezug auf die Gegenseite beurteilbar. Da in der Normalpopulation Seitendifferenzen von bis 3mm gefunden wurden, wird eine Seitendifferenz von mehr als 3mm als pathologisch gesehen [Bach 1990, Daniel 1985, Sherman 1987].

Diese Untersuchung wurde auf Grund der Reproduzierbarkeit der mit dem KT1000 erhobenen Daten durchgeführt und ist als Ergänzung und Überprüfung der klinischen Untersuchung zu sehen. [Malcolm 1985, Sernert 2001, Steiner 1990, Wroble 1990]

2.3.3 Radiologische Untersuchungen

Für die radiologische Beurteilung wurden im Rahmen der Nachuntersuchung Röntgenbilder des operierten Kniegelenks in zwei Ebenen angefertigt. Diese wurden am stehenden Patienten in 30° Beugung aufgenommen. Untersucht wurde hiermit sowohl die nach Jäger und Wirth [Wirth 1992] eingeteilte arthrotische Veränderung des Kniegelenks als auch die Lage der Bohrkanäle.

Grad I: Initiale Gonarthrose mit angedeuteten Ausziehungen der Eminentia intercondylaris und der gelenkseitigen Patellapole.

Grad II: Mäßige Gonarthrose mit Ausziehungen auch an den Tibiakonsolen, mäßiger Verschmälerung des Gelenkspalts und beginnender Abflachung der Femurkondylen. Mäßige subchondrale Sklerosierung.

Grad III: Mittelgradige Gonarthrose mit hälftiger Verschmälerung des Gelenkspalts, deutlicher Entrundung der Femurkondylen, osteophytärer Randwulstbildung an den Tibiakonsolen, der Eminentia intercondylaris und den Innenkanten der Femurkondylen. Ausgeprägte subchondrale Sklerosierung.

Grad IV: Ausgeprägte Gonarthrose: Gelenkdestruktionen mit ausgeprägter Verschmälerung bis Aufhebung des Gelenkspalts und unruhiger Randkontur.

Zystische Veränderungen an Tibiakopf, Femurkondylen und Patella. Subluxationsstellung des Femurs gegenüber der Tibia.

Die Lage der Bohrlöcher wurde entsprechend der Unterteilung der Gelenkflächen von Femur und Tibia in a.p.- Richtung in 4 Segmente ausgewertet. [66]

Im seitlichen Röntgenbild konnte die Patellahöhe ausgemessen und der Insall-Index [Insall 1971] berechnet werden. Zur Befundung der Patellaverkipfung nach Laurin [Laurin 1978] fertigten wir eine tangentielle Aufnahme der Patella an.

2.3.4 Untersuchungsbögen

2.3.4.1 Studienspezifischer Fragebogen

Der speziell im Rahmen dieser Studie entwickelte Fragebogen zur Patientenuntersuchung diente der Erhebung von perioperativen Daten wie der

- Dauer der Krankengymnastik
- Dauer der Analgesie
- Schmerzbelastung im perioperativen Verlauf (Visuelle Analogskala) [Höher 1995]
- Dauer der Arbeitsunfähigkeit
- Bestimmung des präoperativen Zustandes der Kniegelenke
- subjektiven Beschwerden im täglichen Leben
- Befundung der prä- und postoperativen Röntgenbilder

Auch die aktuellen Daten der klinischen Untersuchung wurden mittels dieses Bogens festgehalten:

- Beinachse
- Allgemeine Laxität
- Mediale/Laterale Aufklappbarkeit
- Pivot Shift
- Crepitationen
- Tastbares freies Dissekat
- Druckschmerz
- Transplantatentnahmemorbidity
- Umfangsmaße der Beine

Die hiermit erhobenen Daten wurden nicht als Score dargestellt, sondern einzeln ausgewertet.

2.3.4.2 IKDC 2000

Das IKDC Knie-Evaluationsblatt wurde 1993 vom „International Knee Documentation Committee“, einer Gruppe amerikanischer (AOSSM; American Orthopaedic Society for Sports Medicine) und europäischer Chirurgen (ESSKA; European Society for Sports Medicine Knee Surgery and Arthroscopy) entwickelt. Heute dient der IKDC 2000 zur Einschätzung von Kniebandverletzungen, aber auch zur Bewertung der Ergebnisse der operativen Therapie z.B. der vorderen Kreuzbandplastik. Als Basisdokumentation soll er den Vergleich von wissenschaftlichen Untersuchungen sowohl aus dem amerikanischen als auch dem europäischen Raum ermöglichen. [Benedetto 1992, Fu 1996, Hefti 1993, Insall 1989, Irrgang 1998 und 2001, Sernert 2001]

Es werden vier Problemkreise evaluiert: die subjektive Beurteilung des Patienten, Symptome, Bewegungsumfang und Untersuchung des Bandapparates. Weitere vier Problemkreise werden lediglich dokumentiert, beeinflussen die Bewertung aber nicht: kompartimentelle Befunde, Symptome an der Transplantatentnahmestelle, Röntgenbefund und der funktionelle Test.

Jeder Parameter wird mit „normal“, „fast normal“, „abnormal“ und „stark abnormal“ bewertet.

Mit diesen Evaluationsbogen werden nicht wie bei einer Skala Einzelbefunde in Punktwerten und die Funktion des Kniegelenks durch deren Summe angegeben, sondern jeder Unterpunkt für sich bestimmt das Gesamtergebnis. Das schlechteste Einzelergebnis ist das Ergebnis der Gesamtevaluation: ist ein Knie hinsichtlich eines Parameters als „abnormal“ eingestuft worden, ist auch die Gesamteinstufung mit abnormal vorzunehmen. So wird verhindert, dass vorhandene Probleme hinter einer numerischen Gesamtskala versteckt werden. Ein Unterpunkt, der die Funktionsfähigkeit des Kniegelenks gut beschreibt, ist der „one-legged-hop“ Test (Einbeiniger Sprungtest). Die hier erhobenen Testergebnisse fließen sowohl in die Abschlussbeurteilung des IKDC 2000 als auch in eine gesonderte Darstellung ein.

Es wurde sowohl über die retrospektive als auch über die aktuelle Einschätzung des Kniegelenkes Daten erhoben.

2.3.4.3 Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm [Tegner 1985]

Die Tegner Aktivitätsskala wurde 1984 von Y. Tegner und J. Lysholm vorgestellt. Sie dient zur Ergänzung des Lysholm Scores [Lysholm 1982]. Beide Skalen zusammen

ergeben in Kombination eine bessere Darstellung der Funktion des Kniegelenks. Bei der Tegner-Aktivitätsskala ist die sportliche Aktivität in 11 Niveaus unterteilt. Dem Niveau 0-3 gehören Patienten an, die lediglich normale Arbeitstätigkeiten des täglichen Lebens ausüben können. Das Niveau 4 erreicht der Patient, wenn er Freizeitsport betreibt. Die Niveaus 5-10 können nur erreicht werden, wenn Freizeit- oder Leistungssport auf höherem Niveau betrieben werden.

2.3.4.4 Score nach Lysholm und Gillquist [Lysholm 1982]

Der Score nach Lysholm und Gillquist wurde 1982 vorgestellt. Es stellt eine reproduzierbare Methode zur Evaluierung von Ergebnissen bei Nachuntersuchungen von Verletzungen des vorderen Kreuzbandes dar.

Die Skala besteht zu 95% aus subjektiven und zu 5% aus objektiven Daten. Die Evaluation basiert also hauptsächlich auf der subjektiven Einschätzung der Funktionalität ihres Kniegelenks in täglichen Leben durch die Patienten selbst.

Es werden 8 Kriterien beurteilt, die über eine unterschiedliche Maximalpunktzahl gewichtet werden:

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| ➤ Hinken | maximal 5 Punkte |
| ➤ Benützen von Gehhilfen | maximal 5 Punkte |
| ➤ Treppensteigen | maximal 10 Punkte |
| ➤ In die Hocke gehen | maximal 5 Punkte |
| ➤ Instabilitätsgefühl | maximal 30 Punkte |
| ➤ Schmerzen | maximal 30 Punkte |
| ➤ Anschwellen des Kniegelenkes | maximal 10 Punkte |
| ➤ Oberschenkelatrophie | maximal 5 Punkte |

Die erreichbare Gesamtpunktzahl beträgt 100 Punkte. Die Unterpunkte Instabilität und Schmerzen werden mit einem Anteil von jeweils 30% am Gesamtergebnis am schwerwiegendsten gewichtet.

Das Gesamtergebnis beschreibt die Funktion wie folgt:

- 100-91 Punkte: sehr gut
- 90-84 Punkte: gut
- 83-65 Punkte: mäßig
- 64-0 Punkte: schlecht

Der Lysholm- Score repräsentiert die eigene Meinung des Patienten zu Funktion und Stabilität bzw. Instabilität des operierten Kniegelenks.

2.4 Datenverarbeitung und Statistik

Alle Daten wurden mit dem Tabellenkalkulierungsprogramm Excel 7.0 erfasst. Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Programms SPSS 13.0 durchgeführt.

Zur Darstellung der Ergebnisse wurde der Mittelwert berechnet. Das Maximum und Minimum sowie die Standardabweichung wurden für jeden Parameter angegeben.

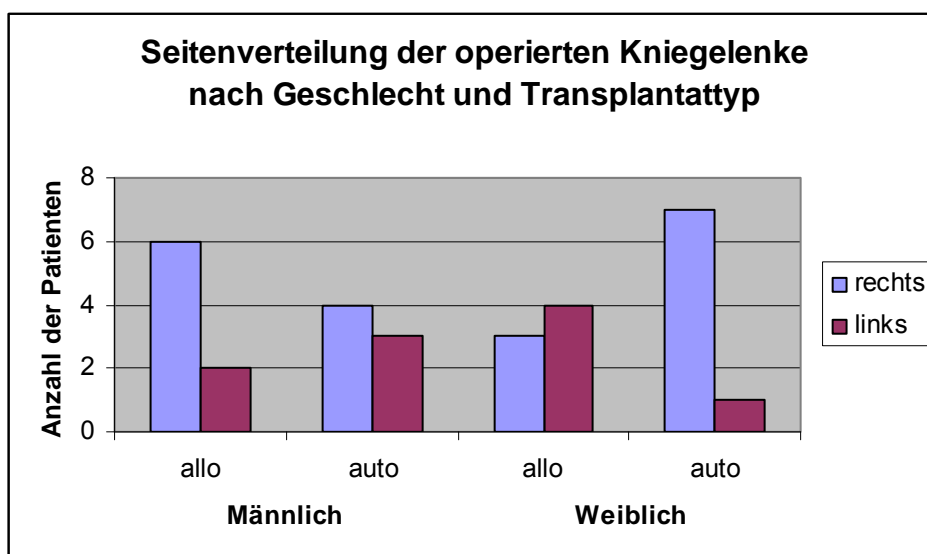
Für die statistische Auswertung der Daten wurden zur Prüfung der Voraussetzung der Normalverteilung der Kolmogorov- Smirnov-Anpassungstest und der Levene-Test benutzt. [Bamberg 1998, Raab 2004] Bei gepaarten Stichproben wurde der T-Test für gepaarte Stichproben angewendet, bei unabhängigen Stichproben der T-Test für unabhängige Stichproben. Außerdem kam der Chi-Quadrat-Test für Vierfeldertafeln zur Anwendung.

Das Signifikanzniveau wurde für $p < 0,05$ festgelegt.

3. Ergebnisse

3.1 Deskriptive Daten des Patientenkollektivs

3.1.1 Seitenverteilung der operierten Kniegelenke nach Geschlecht und Transplantattyp



Bei den mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patienten wurde 11 rechte und 4 linke Knie operiert.

Die Spendertransplantate wurden in 9 rechte und 6 linke Knie implantiert.

Die Seitenverteilung zeigte im Chi²-Test nach Pearson keine signifikanten Unterschiede in beiden Gruppen (p= 0,439).

3.1.2 Geschlechtsspezifische Aufteilung nach Gewicht und Größe

Untersucht wurden 50% Frauen (n=15) und 50% Männer (n=15). Bei den Allografttransplantaten war das Geschlechterverhältniss m/w: 8/7; bei den Autograftpatienten m/w: 7/8. Die männlichen Patienten hatten im Durchschnitt eine Größe von 180,8 cm (±7,6) und ein mittleres Gewicht von 78,2 Kg (±8,2).

Bei den Frauen betrug die Durchschnittsgröße 167,6 cm (±5,0) bei einem mittleren Gewicht von 66,6 Kg (±6,4).

Die Verteilung des Gewichtsdurchschnitts mit 71,50 kg ($\pm 8,00$) zu 73,00 kg ($\pm 10,17$) und der Durchschnittsgröße 173,53 cm ($\pm 6,97$) zu 173,73 cm ($\pm 9,87$) war zwischen der Auto- und der Allograftgruppe vergleichbar.

Tabelle 1: Gewichtsverteilung

Gewicht in kg	Männer	Frauen
Autograft	74,3 kg ($\pm 5,2$)	69,1 kg ($\pm 9,5$)
Allograft	78,9 kg ($\pm 9,6$)	66,3 kg ($\pm 6,0$)

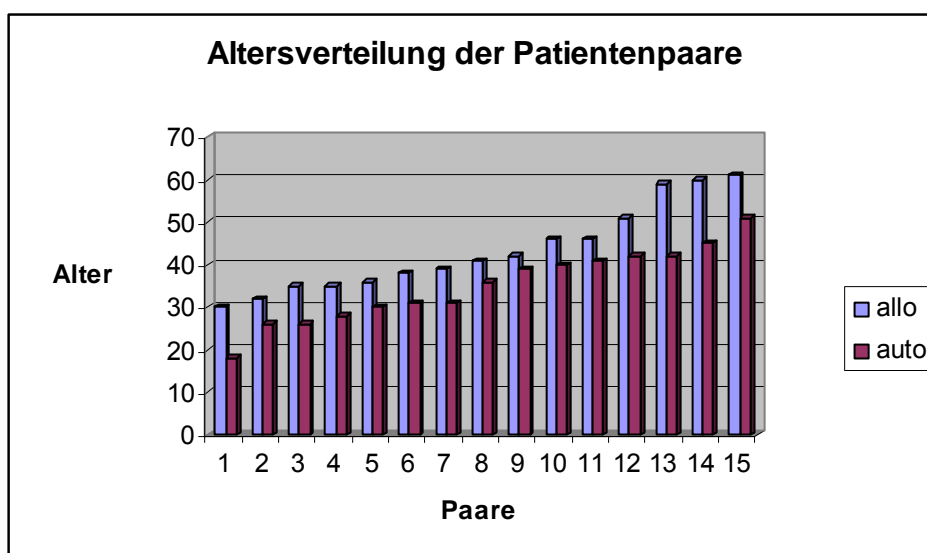
Tabelle 2: Größenverteilung

Größe in cm	Männer	Frauen
Autograft	178,6 cm ($\pm 6,3$)	169,1 cm ($\pm 4,0$)
Allograft	178,6 cm ($\pm 10,2$)	168,1 cm ($\pm 6,1$)

Der Chi²-Test nach Pearson ergab keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Geschlechterverteilung in beiden Gruppen. (Geschlecht: $p=0,715$)

Die statistische Aufarbeitung der Gewichts- und Größenverteilung (Gewicht: $p=0,657$; Größe: $p=0,949$) mit dem T-Test ergab ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

3.1.3 Altersverteilung



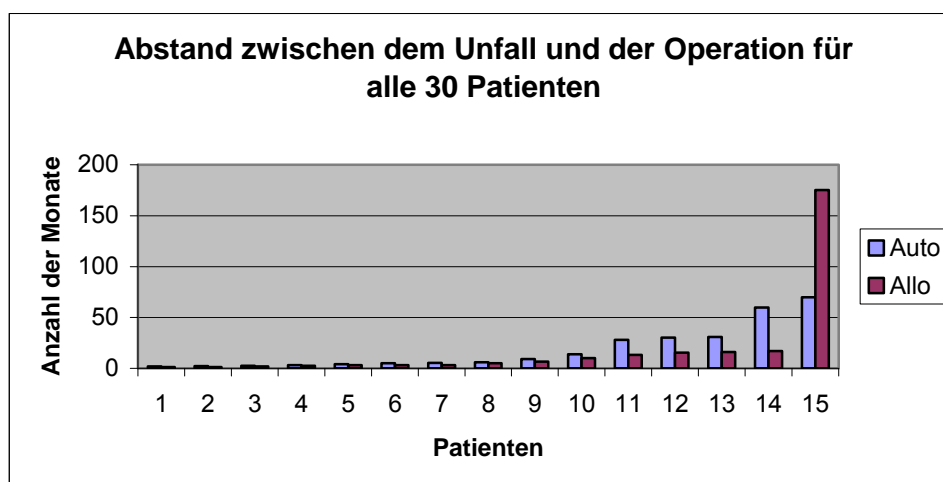
Die Altersverteilung der Patienten ($n= 30$) erstreckte sich von 18 bis 61 Jahre.

Tabelle 3: Altersverteilung

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
Patientenalter	30	18	61	39,23	10,291

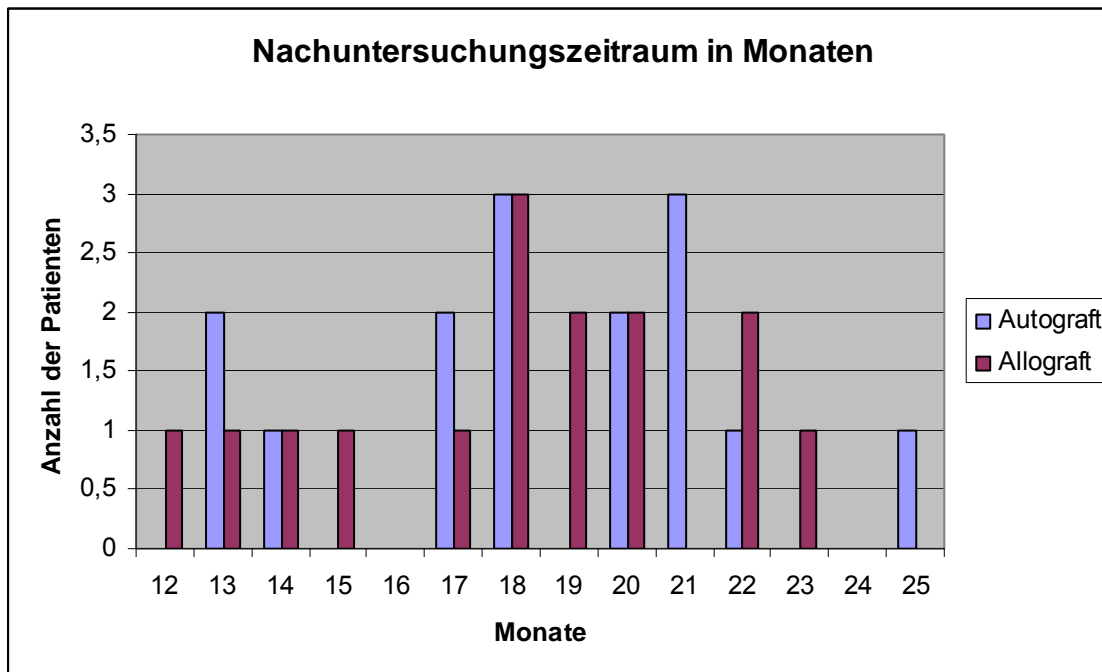
Das Durchschnittsalter betrug in der Kontrollgruppe 35,07 Jahre ($\pm 8,82$) während es bei den mit einem Fremdtransplantat behandelten Patienten mit 43,40 ($\pm 10,22$) nahezu 10 Jahre höher lag. In der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe lag ein Minimum von 30 und ein Maximum von 61 Jahren vor. Das höchste Alter in der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patientengruppe lag bei 51, das niedrigste bei 18 Jahren. Für beide Patientengruppen fand sich ein signifikanter Unterschied in der Altersverteilung ($p= 0,024$).

3.1.4 Zeitabstand zwischen Trauma und Operation



Der Mittelwert des zeitlichen Abstandes zwischen Unfall und Operation lang in der Autograft- Gruppe bei 18,17 Monaten ($\pm 21,47$). Bei der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe lag dieser Wert bei 18,31 Monaten ($\pm 43,72$). In dieser Gruppe war der geringste Zeitabstand zwischen Unfall und Operation 1,3 Monate ($n=2$ entspricht 13,3% der Patienten), der längste 175 Monate ($n=1$ entspricht 6,7% der Patienten). In der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe war der maximalen Zeitraum zwischen Unfall und Operation 70 Monate ($n=1$ entspricht 6,7% der Patienten), der kürzeste 2 Monate ($n=1$ entspricht 6,7% der Patienten). Es fanden sich für den zeitlichen Abstand zwischen Trauma und Operation im T-Test keine signifikanten Unterschiede ($p=0,991$).

3.1.5 Nachuntersuchungszeitraum

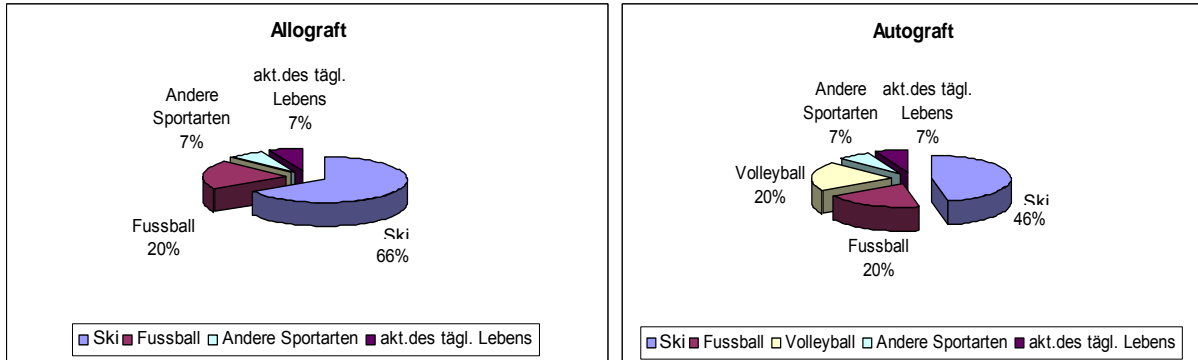


Der Mittelwert des Nachuntersuchungszeitraums lag in der Allograftgruppe bei 18,0 Monaten ($\pm 3,32$). Innerhalb der Kontrollgruppe lag dieser Wert bei 18,53 Monaten ($\pm 3,41$). Der kürzeste Zeitabstand zwischen Operation und Nachuntersuchung der Kontrollgruppe lag bei 13 Monaten ($n=2$ Patienten, entspricht 13,3%), der längste bei 25 Monaten ($n=1$ Patient, entspricht 6,7%). In der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe entsprach der kürzeste Nachuntersuchungszeitraum 12 Monaten ($n=1$, entspricht 6,75%), der längste 23 Monaten ($n=1$, entspricht 6,7%).

Zwischen beiden Gruppen konnten im T-Test keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p=0,668$).

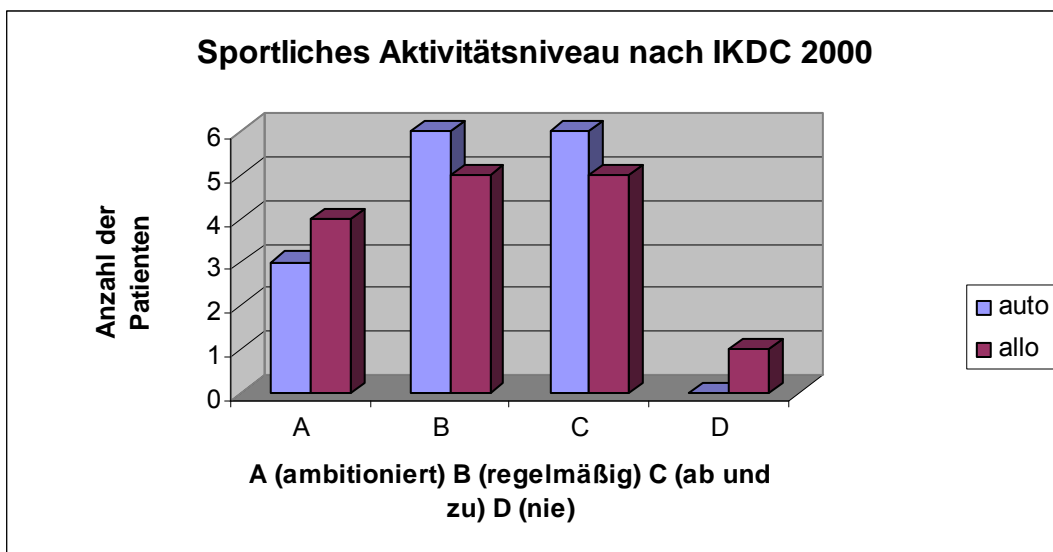
3.2 Ätiologie

3.2.1 Unfallursache



Sowohl in der Gruppe der mit einem Allograft versorgten Patienten als auch in der Kontrollgruppe zogen sich 93,3% (n=14) der untersuchten Personen ihre Verletzung beim Sport zu. Der größte Anteil entfiel auf Skiunfälle (n=10, entspricht 66% und n=7, entspricht 46%), aber auch auf Ballsportarten wie Fußball (n=3, entspricht je 20% beider Gruppen) und Volleyball (0 und 20%). Jeweils ein Patient (n=1, entspricht 6,7%) jedes Kollektivs zog sich seine Verletzung im Rahmen der Tätigkeiten des täglichen Lebens wie dem Schließen eines Dachfensters auf einem Stuhl stehend zu.

3.2.2 Sportliches Leistungsniveau



Die sportliche Aktivität wurde in 4 Kategorien eingeteilt:

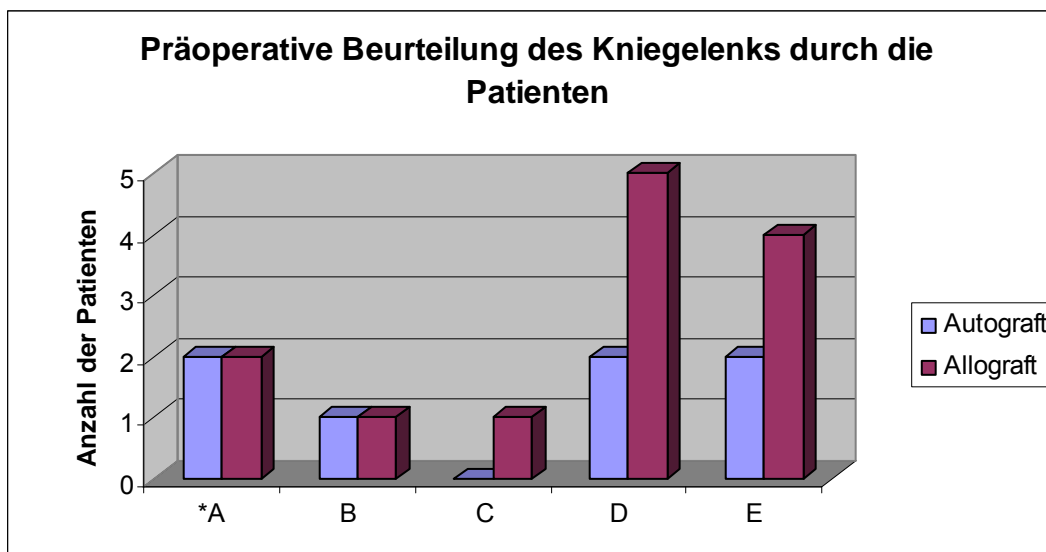
- Ich bin ambitionierter/e Sportler/in
- Ich bin gut durchtrainiert und treibe häufig Sport
- Ich treibe ab und zu Sport
- Ich treibe nie Sport

Als ambitionierte Sportler wurden diejenigen Patienten bezeichnet, die täglich Sport treiben, bzw. diesen auf deutlich überdurchschnittlichem Leistungsniveau ausüben (Autograft 20%, Allograft 26,7%). Die Gruppe B steht für mindestens einmal wöchentlich sportliche Betätigung (Autograft 40%, Allograft 33,3%). In Gruppe C fielen Patienten mit Freizeitsport durchschnittlich alle 1-2 Wochen (Autograft 40%, Allograft 33,3%). Die Personen der Gruppe D gaben keinerlei sportliche Aktivität an (Allograft 6,7%). Im sportlichen Leistungsniveau sind die Gruppen exakt gleich verteilt ($p=1,000$).

Die Daten entsprechen der subjektiven Einschätzung der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

3.3 Beurteilung des Kniegelenkes vor OP

3.3.1. Funktionsfähigkeit des operierten Kniegelenks vor der Operation

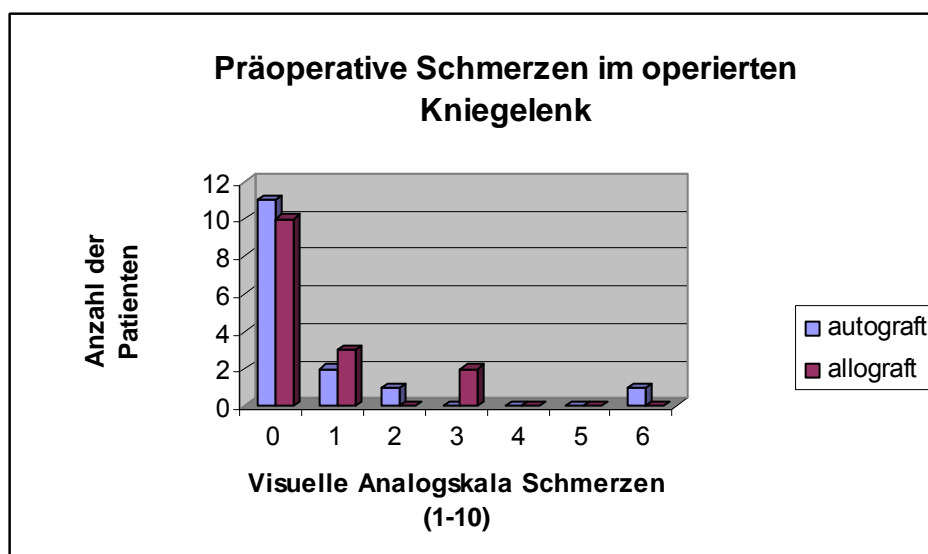


- * A= Bewegungsumfang eingeschränkt
- B= Kniegelenk überwärmt
- C= Rötung
- D= Erguss
- E= Schwellung

Vor der Operation gaben jeweils 2 Patienten (13,3%) aus beiden Gruppen Bewegungseinschränkungen im verletzten Kniegelenk an (exakt gleiche Verteilung im Chi²- Test, p=1,000; exakter Wert nach Fischer). Über eine Überwärmung klagte je 1 Patient (6,7%) jeder Gruppe (gleiche Verteilung im Chi²- Test, p=1,000; exakter Wert nach Fischer). Eine Rötung des zur Operation anstehenden Kniegelenks wies 1 Patient (6,7%) der Allograftgruppe auf (kein signifikanter Unterschied, p=1,000; exakter Wert nach Fischer).

An einen Gelenkserguss vor der Operation konnten sich von den mit einem Spendertransplantat versorgten 5 (33,3%) erinnern, in der Autograftgruppe waren es lediglich 2 Patienten (13,3%) (kein signifikanter Unterschied im Chi²-Test, p=0,390; exakter Wert nach Fischer). Eine Schwellung des Knies gaben 4 Patienten (26%) der Fremdtransplantatgruppe und 2 (13,3%) der Eigenspender an (kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen im Chi²-Test, p=0,651; exakter Wert nach Fischer).

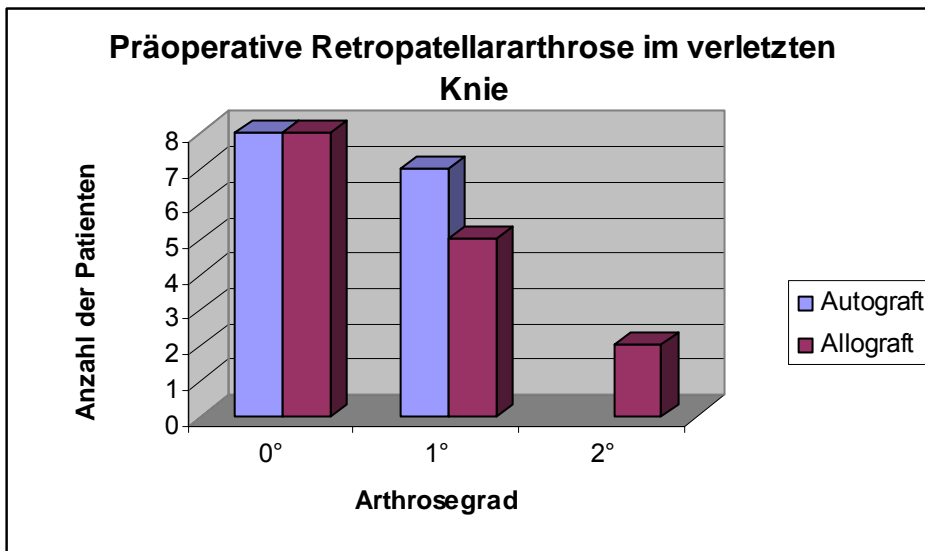
3.3.2 Schmerzen im operierten Kniegelenk vor der Operation



Die anamnestisch erhobenen Daten der präoperativen Schmerzbelastung erbrachten, dass in der Allograftgruppe 10 (66,7%) und in der Autograftgruppe 11 (73,3%) Patienten unmittelbar vor der Operation im verletzten Kniegelenk schmerzfrei gewesen waren. 5 Patienten (30,3%) mit Spendertransplantat gaben eine geringe bis mittlere Schmerzbelastung (Grad 1 und 3) an. In der mit dem eigenen Patellasehndrittel versorgten Gruppe zeigten 3 Patienten (20%) geringe Schmerzen. Lediglich 1 Patient (6,7%) aus der Kontrollgruppe gab stärkere Schmerzen (Grad 6) im Vorfeld der Operation an. Im T-Test zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen im Bezug auf die präoperative Schmerzsymptomatik ($p= 0,893$).

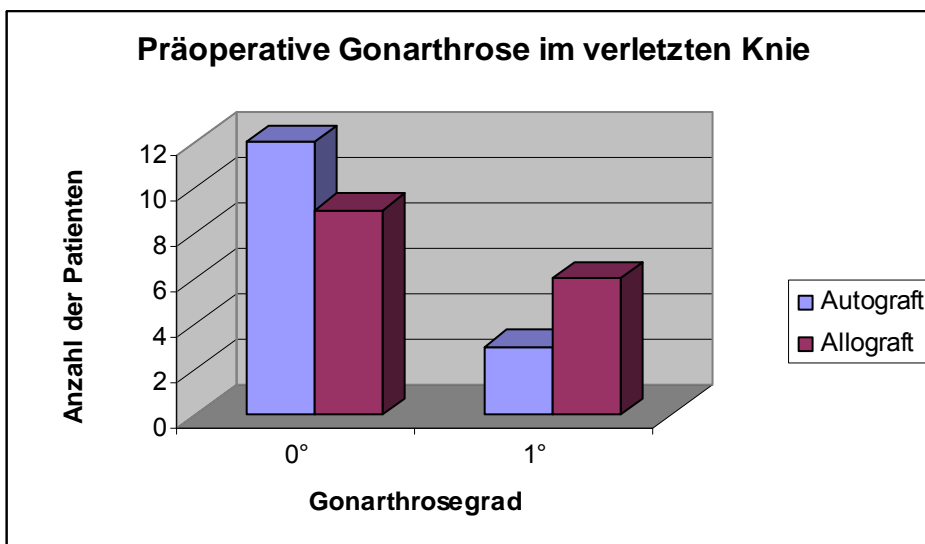
3.3.3 Präoperative radiologische Befunde

3.3.3.1 Präoperative Retropatellaarthrose im verletzten Kniegelenk



Bei der Auswertung der präoperativ angefertigten Röntgenbilder zeigte sich, dass aus beiden Gruppen jeweils 8 Patienten (53,3%) keine Zeichen einer Retropatellararthrose aufwiesen. In der Gruppe der Allograftpatienten wurde bei 5 Patienten (33,3%) eine erstgradige Retropatellararthrose diagnostiziert. Im Verhältnis dazu zeigten 7 Patienten (46,7%) der Autograftgruppe dieses Symptom. Lediglich 2 Patienten (13,3%), die mit einem Fremdtransplantat versorgt worden waren, wiesen eine Retropatellararthrose 2° auf. Beide Gruppen unterschieden sich in diesem Untersuchungsparameter nicht signifikant ($p=0,571$).

3.3.3.2 Präoperative Gonarthrose im verletzten Kniegelenk

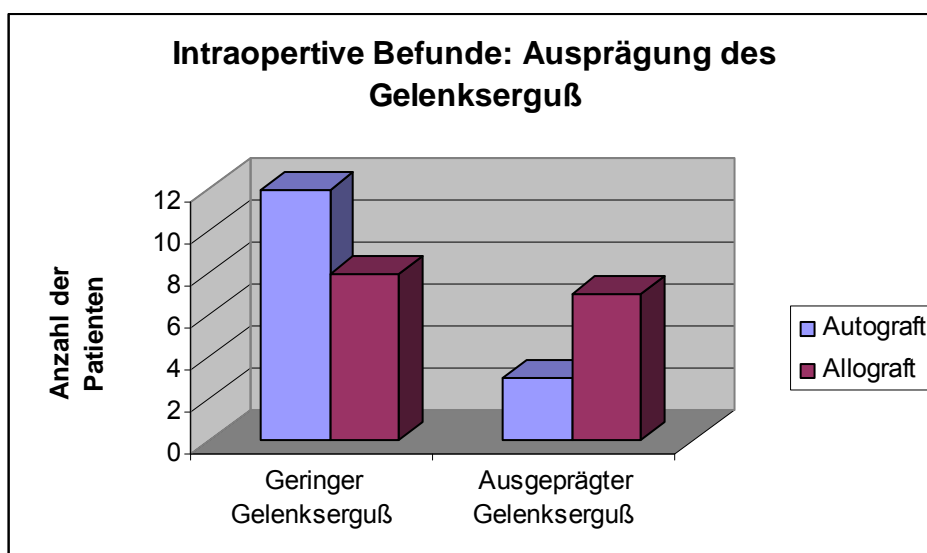


Im Rahmen der Befundung der präoperativ angefertigten Röntgenbilder zeigten sich bei 12 Patienten (80%) der Kontrollgruppe und 9 Patienten (60%) der mit einem Spendertransplantat versorgten keine Zeichen einer Gonarthrose. Eine Gonarthrose 1° wurde bei 3 Patienten der Autograftgruppe (20%) und 6 Patienten (40%) der Allograftgruppe gefunden. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p=0,247$).

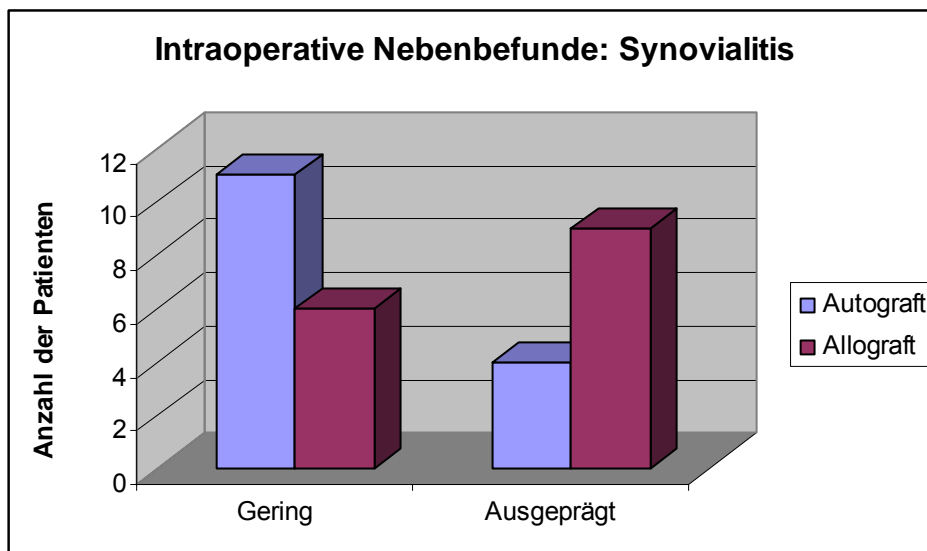
3.4 Intraoperative Beobachtungen

3.4.1 Nebenbefunde

Die folgenden intraoperativen Befunde wurden mittels der Operationsberichte erhoben.



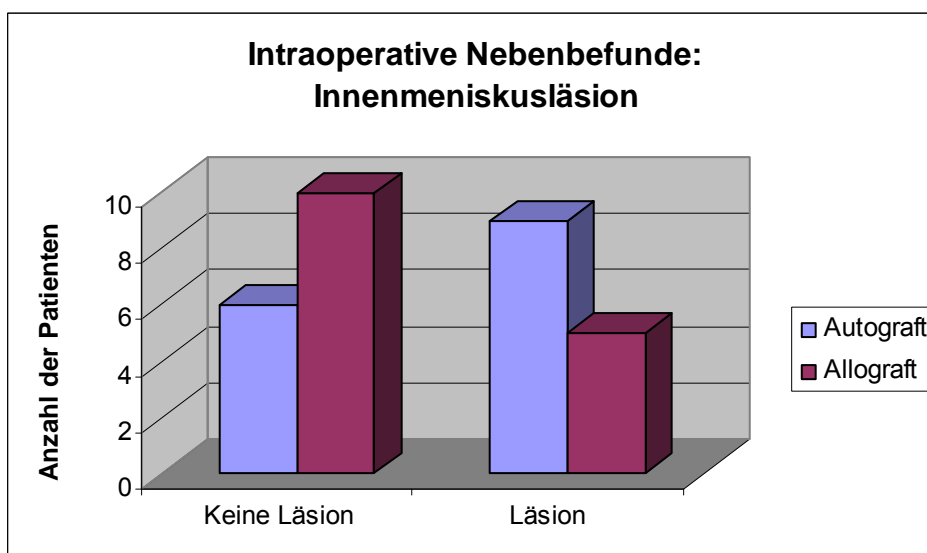
Die Ausprägung des präoperativen Gelenkserguss wurde in zwei Kategorien eingeteilt: Geringer und ausgeprägter Gelenkserguss. Bei den mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patienten zeigte sich in 12 Fällen ein geringer Erguss (80%) und in 3 Fällen ein ausgeprägter Erguss (20%). In der Gruppe der mit einem Spendertransplantat versorgten konnte in 8 (53,3%) Fällen ein geringer Erguss und in 7 (46,7%) Fällen ein ausgeprägter Erguss nachgewiesen werden. Es konnte im Chi²-Test nach Pearson kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen festgestellt werden ($p=0,121$).



Die intraoperativ vorgefundenen Synovialitis wurde nach ihrer Ausprägung in zwei Kategorien eingeteilt: Geringe und ausgeprägte Synovialitis.

In der Autograftgruppe fand sich keine bis maximal geringe Ausprägung in 11 Fällen (73,3%). Eine deutliche Synovialitis wurde in 4 Fällen (26,7%) nachgewiesen.

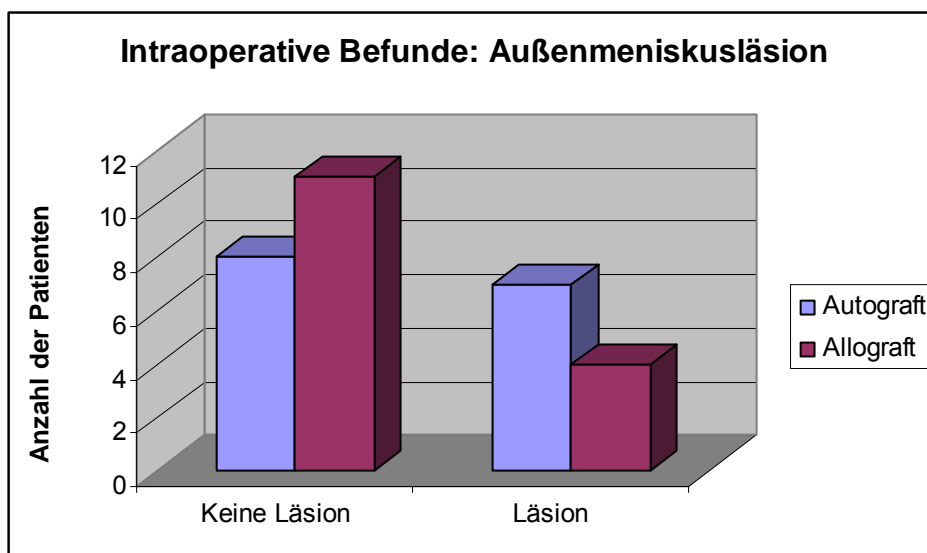
In der Allograftgruppe wurde eine gering ausgeprägte Synovialitis in 6 Fällen (40%) gefunden, eine starke Ausprägung in 9 Fällen (60%). Für beide Gruppen fand sich zum vorgegebenen Signifikanzniveau von 5% kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,065$).



Die intraoperativ erhobenen Befunde am Innenmeniskus wurden in zwei Kategorien eingeteilt: keine Läsion und Innenmeniskusläsion. Keine Läsion ihres Innenmeniskus wiesen von den mit dem eigenen mittleren Patasehndrittel versorgten Patienten 6

(40%) und von den mit einem Spendertransplantat versorgten 10 (66,7%) auf. Innenmeniskusläsionen zeigten dementsprechend 9 Patienten (60%) der Kontrollgruppe und 5 Patienten der Allograftgruppe.

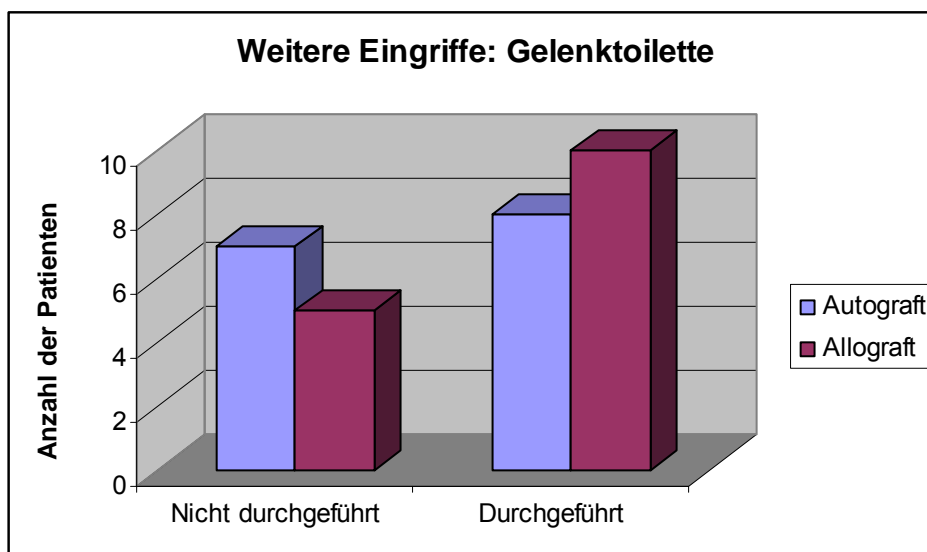
Es konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0,143$) im Chi²-Test nach Pearson zwischen den Patientengruppen gefunden werden.



Eine Läsion des Außenmeniskus wurde bei 4 Patienten der Allograftgruppe (26,7%) und 7 Patienten (46,7%) der Kontrollgruppe gefunden. Einen intakten Außenmeniskus zeigten folglich 11 Allograftpatienten (73,3%) und 8 Patienten (53,3%) der Autograftgruppe.

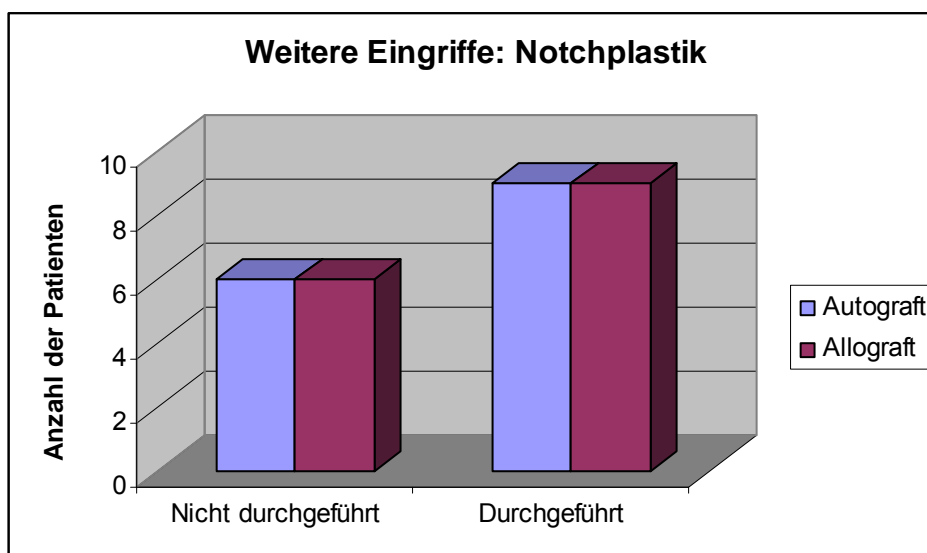
Für diesen Untersuchungsparameter wurde kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,256$) [Chi²-Test nach Pearson] zwischen den beiden Gruppen gefunden.

3.4.2 Weitere Eingriffe



Eine Gelenktoilette wurde bei 10 Patienten (66,7%), die mit einem Spendertransplantat versorgt wurden und 8 Patienten (53,3%) der Kontrollgruppe durchgeführt. Keine Gelenktoilette benötigten 5 Kniegelenke (33,3%) der Patienten der Allograftgruppe und 7 (46,7%) der Autograftgruppe.

Kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,456$) im Chi²-Test nach Pearson.



Eine Notchplastik wurde bei 9 Allograftpatienten (60%) und ebenfalls 9 Patienten (60%) der Autograftpatienten durchgeführt. Keine Notchplastik benötigten dementsprechend jeweils 6 Patienten (40%) der beiden Gruppen.

Gruppen sind exakt gleich verteilt ($p=1,000$).

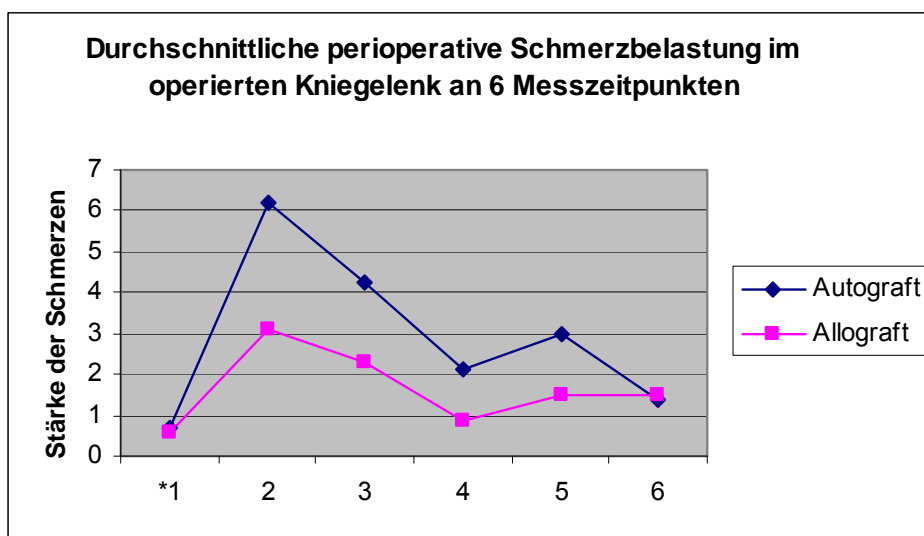
3.4.3 Komplikationen

Perioperative Komplikationen traten in 2 Fälle auf. Zum einen kam es bei einem mit einem Allografttransplantat versorgten Patienten zu postoperativen Gelenksergüssen im operierten Kniegelenk. Diese bildeten sich unter konservativer Therapie in einem Zeitraum von 6 Wochen vollständig zurück.

Eine Patientin der Kontrollgruppe entwickelte im Rahmen des stationären Aufenthaltes Fieber unklarer Genese. In diesem Fall wurde bei Verdacht einer Wundinfektion eine Antibiotika- Therapie durchgeführt, die zur vollständigen Remission der Beschwerden führte.

3.5 Perioperative Beobachtungen

3.5.1 Schmerzbelastung im perioperativen Verlauf



- * 1= Schmerzen im operierten Kniegelenk unmittelbar präoperativ (in Ruhe)
- 2 = Schmerzen im operierten Kniegelenk postoperativ am Op-Tag (in Ruhe)
- 3 = Schmerzen im operierten Kniegelenk zwei Tage postoperativ (in Ruhe)
- 4 = Schmerzen im operierten Kniegelenk 4 Wochen postoperativ (durchschnittliche Schmerzbelastung bei den Aktivitäten des täglichen Lebens)
- 5 = Schmerzen im operierten Kniegelenk bei funktioneller Therapie im Rahmen der Krankengymnastik
- 6 = Schmerzen im operierten Kniegelenk zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Die anamnestisch mittels visueller Analogskala (1= kein Schmerz bis 10= unerträglicher Schmerz) erhobenen Daten zur perioperativen Schmerzbelastung im operierten Kniegelenk umfassten 6 Messzeitpunkte:

- 1. Unmittelbar vor der Operation
- 2. Postoperativ am OP- Tag
- 3. Zwei Tage nach der Operation
- 4. Vier Wochen postoperativ außerhalb der funktionellen Therapie
- 5. Schmerzbelastung im Rahmen der funktionellen Therapie
- 6. Schmerzen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Die Mittelwerte der unmittelbar präoperativen Schmerzbelastung in Ruhe waren bei beiden Patientengruppen mit 0,67 ($\pm 1,59$) (Autograft) und 0,60 ($\pm 1,06$) (Allograft) relativ ähnlich (kein signifikanter Unterschied im T-Test, $p=0,893$). In der Allograft-Gruppe wurde die maximale Schmerzbelastung mit 3, in der Autograft- Gruppe mit 6 angegeben.

Am Operationstag gaben die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patienten eine durchschnittliche Schmerzbelastung in Ruhe von 6,20 ($\pm 2,70$) an, wobei der höchste Wert bei 9 und der niedrigste bei 1 lag.

Bei denen mit einem Spendertransplantat Versorgten lag der Mittelwert bei 3,07 ($\pm 1,98$), das Maximum bei 7 und das Minimum bei 0. Der T-Test nach Pearson ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p=0,01$).

Zwei Tage postoperativ wurde in der Autograft-Gruppe ein Mittelwert der Schmerzbelastung in Ruhe von 4,27 ($\pm 2,46$) bei einem Maximum von 8 und einem Minimum von 1 ermittelt. In der Allograft-Gruppe lagen die Werte zu diesem Zeitpunkt bei 2,27 ($\pm 1,79$) mit Maximum 6 und Minimum 0. Auch hier wurde im T-Test nach Pearson ein signifikanter Unterschied ermittelt ($p=0,017$).

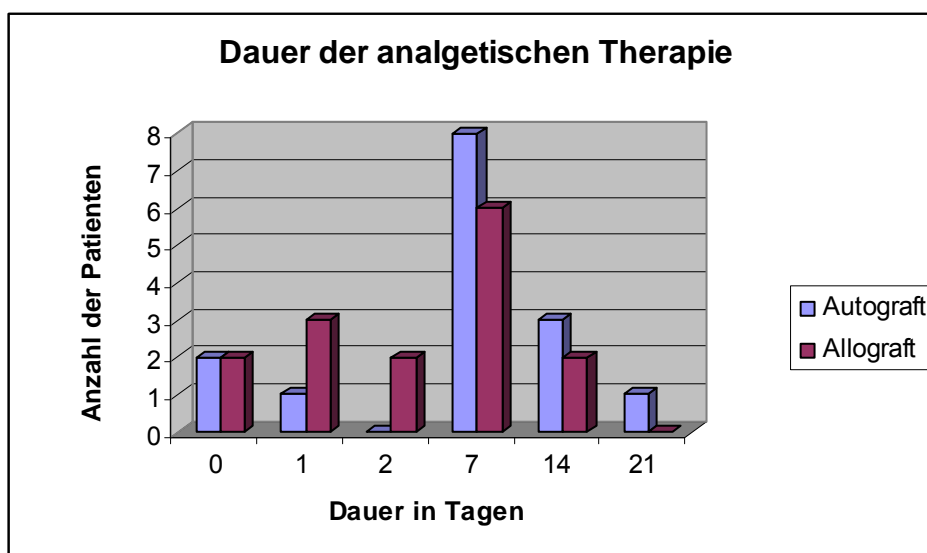
Nach einem Zeitraum von 4 Wochen wurde bei den Autograft-Patienten ein Mittelwert der Schmerzbelastung bei den Aktivitäten des täglichen Lebens von 2,13 ($\pm 1,96$) bei maximal 6 und minimal 0 ermittelt. In der Allograft- Gruppe war dieser Wert 0,87 ($\pm 1,56$) bei Maximum 5 und Minimum 0. An diesem Messzeitpunkt konnte zum vorgegebenen Signifikanzniveau von 5% kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,062$).

Der Mittelwert der Schmerzbelastung bei funktioneller Therapie im Rahmen der Krankengymnastik war bei der Kontrollgruppe 3 ($\pm 1,51$) und bei der mit einem

Spendertransplantat versorgten Gruppe 1,47 ($\pm 1,50$). Das Maximum wurde bei beiden Gruppen mit 5 und das Minimum mit 0 ermittelt. Bei der funktionellen Therapie konnte ein signifikanter Unterschied der Schmerzbelastung zwischen beiden Gruppen im T-Test festgestellt werden ($p=0,010$).

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lagen die Mittelwerte der Schmerzbelastung in der Allograft- und Autograftgruppe mit 1,47 ($\pm 1,92$) und 1,4 ($\pm 1,35$) sehr nah beieinander. In beiden Gruppen wurde keinerlei Schmerzbelastung als Minimum angegeben. Die Maxima lagen in der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe bei 4 und in der Allograftgruppe bei 7. Es ließ sich mit dem T-Test kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen feststellen ($p=0,913$).

3.5.2 Dauer der perioperativen analgetischen Therapie



Im Rahmen der Anamnese wurde auf den Zeitraum eingegangen, über welchen die Patienten Schmerzmittel benötigten. Die standardisierte Therapie erfolgte während der ersten vier postoperativen Tage mit Tramadol als Tropfen (3 x 50 mg/d). Anschließend wurde Ibuprofen in Tablettenform (3 x 600 mg) verabreicht. Zur Datenerfassung wurde für die Dauer der Analgetikatherapie in ein Schema mit 6 Gruppen gewählt:

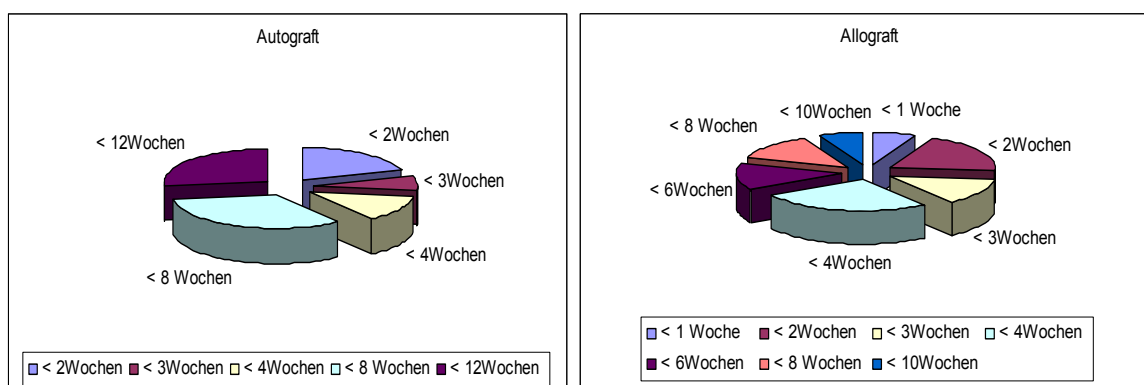
- keine Schmerzmittel postoperativ
- 1 Tag
- 2 Tage

- 1 Woche
- 2 Wochen
- 3 Wochen

Der Mittelwert der Dauer der analgetischen Therapie der Autograftpatienten lag auf der vorgegebenen Skala mit 1 bis 6 zu erreichenden Punkten bei 3,8 ($\pm 1,42$). Das Maximum lag in dieser Gruppe bei 6 (n=1 entspricht 6,7% der Patienten) d.h. bei einer postoperativen Schmerzmitteleinnahme über 3 Wochen, das Minimum bei 1 (n=2 entspricht 13,3% der Patienten), was für keinerlei postoperative Schmerzmitteleinnahme steht.

In der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe lag der Mittelwert bei 3,20 ($\pm 1,32$). In der Allograftgruppe wurde von 2 Patienten keine Schmerzmittel benötigt (n=13,3%). Von 2 Patienten (13,3%) wurden als Maximaldauer des Analgetikabedarfs 2 Wochen angegeben. Bei der statistischen Auswertung ergab sich im T-Test kein signifikanter Unterschied zwischen beiden untersuchten Patientengruppen ($p=0,242$).

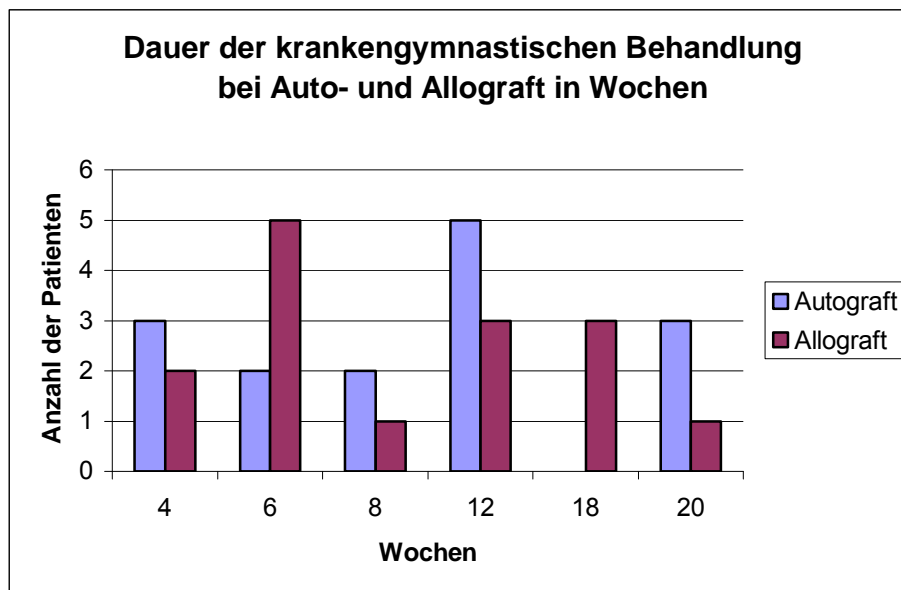
3.5.3 Dauer der Arbeitsunfähigkeit



Die durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit belief sich in der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe auf 7 Wochen ($\pm 3,91$) bei einem Maximum von 12 Wochen (n=4; entspricht 26,7%) und einem Minimum von 2 Wochen (n=3; entspricht 20%). In der Allograftgruppe belief sich der Mittelwert der Arbeitsunfähigkeit auf 4,47 Wochen ($\pm 2,61$). Das Maximum lag bei 10 Wochen (n=1; entspricht 6,7%) und das Minimum (n=1; entspricht 6,7%) bei einer Woche.

Für die Dauer der Arbeitsunfähigkeit konnte mit dem T-Test ein signifikanter Unterschied in beiden untersuchten Patientengruppen festgestellt werden ($p=0,046$).

3.5.4 Dauer der krankengymnastischen Therapie

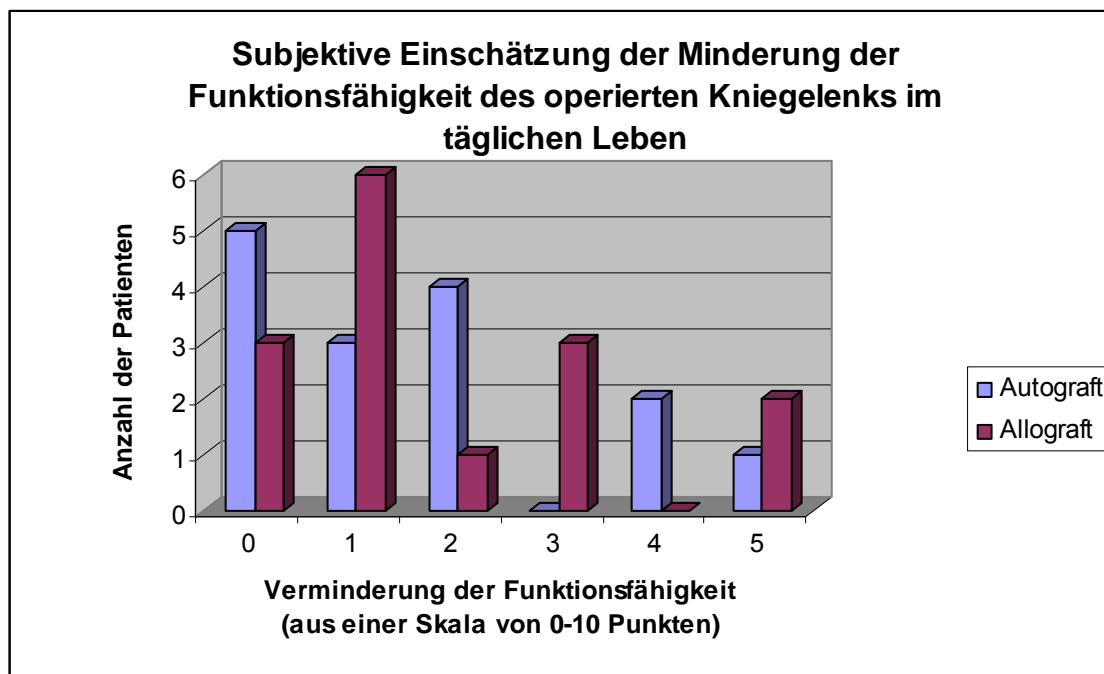


Alle Patienten unterzogen sich einer standardisierten krankengymnastischen Übungsbehandlung, die sich entsprechend der jeweiligen Eigeninitiative in der Dauer unterscheiden konnte.

Im Rahmen der Anamnese wurden die Patienten zu dem Zeitraum, in dem sie sich einer professionell unterstützten krankengymnastischen Übungsbehandlung unterzogen, befragt. Der Zeitraum wurde in Wochen bemessen. Es stellte sich heraus, dass die Allograftpatienten im Durchschnitt 10,4 Wochen ($\pm 5,71$) und die Autograftpatienten 10,67 Wochen ($\pm 5,74$) daran teilgenommen hatten. Der kürzeste Zeitraum lag in beiden Gruppen bei 4 Wochen (Allograft: $n=2$; entspricht 13,3%; Autograft: $n=3$; entspricht 20%). Die Maximaldauer wurde bei Allograft - und Autograftgruppe mit 20 Wochen angegeben. Diesen Zeitrahmen hielten von den Autograftpatienten 3 (entspricht 20%) und von den Allograftpatienten einer (entspricht 6,7%) ein. In der Dauer der krankengymnastischen Therapie konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden werden ($p=0,748$).

3.6 Follow up des Kniegelenks

3.6.1 Subjektive Beurteilung der Minderung der Funktionsfähigkeit prä- / postoperativ

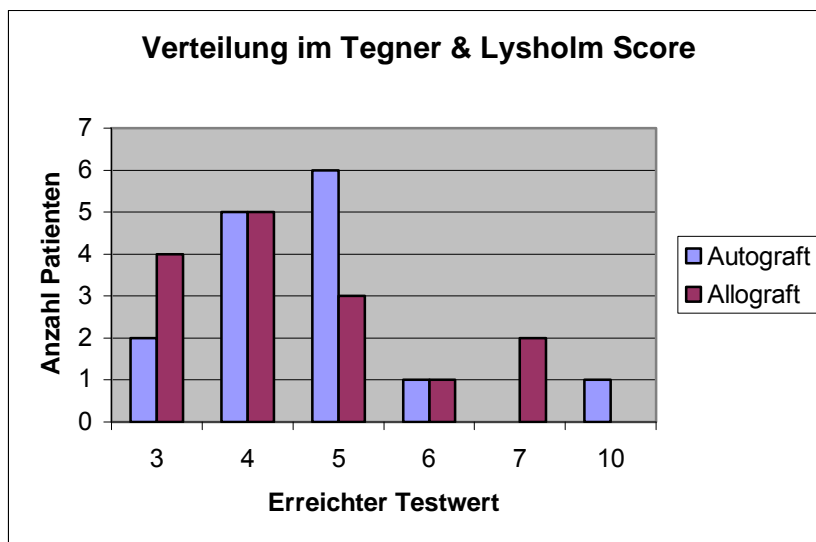


Die Daten der Einschätzung der Minderung der Funktionsfähigkeit des operierten Kniegelenks wurden im Rahmen des Formblattes zur subjektiven Beurteilung des Knies aus dem IKDC 2000 erhoben. Anhand zweier Skalen wurden der präoperative und anschließend der momentane Zustand des Kniegelenks durch die Patienten beurteilt. Die Skalen deckten den Bereich von 0 (kann keine Tätigkeiten des täglichen Lebens ausführen) bis 10 (keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten) ab. Aus der Differenz der prä- und postoperativen Werte wurde die Verminderung der Funktionsfähigkeit hergeleitet.

In der Gruppe der Allograftpatienten lag eine durchschnittliche Verminderung der Funktionsfähigkeit um 1,8 Punkte ($\pm 1,66$) vor. Bei den Patienten, welche mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgt worden waren, konnte ein Absinken um 1,6 Punkte ($\pm 1,64$) festgestellt werden. Keine postoperative Verschlechterung der Funktionsfähigkeit im täglichen Leben wurde von 5 Patienten (entspricht 33,3%) der Autograftgruppe und 3 Patienten (entspricht 20%) der Allograftgruppe angegeben. Das Maximum der subjektiven Funktionseinbußen wurde in beiden Gruppen bei jeweils 5 Punkten erreicht. Hierauf entfielen 2 Patienten (13,3%), die mit einem

Spendertransplantat versorgt worden waren und ein Patient (6,7%) der Kontrollgruppe. Für die subjektive Einschätzung der Minderung der Funktionsfähigkeit konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen gefunden werden ($p= 0,742$).

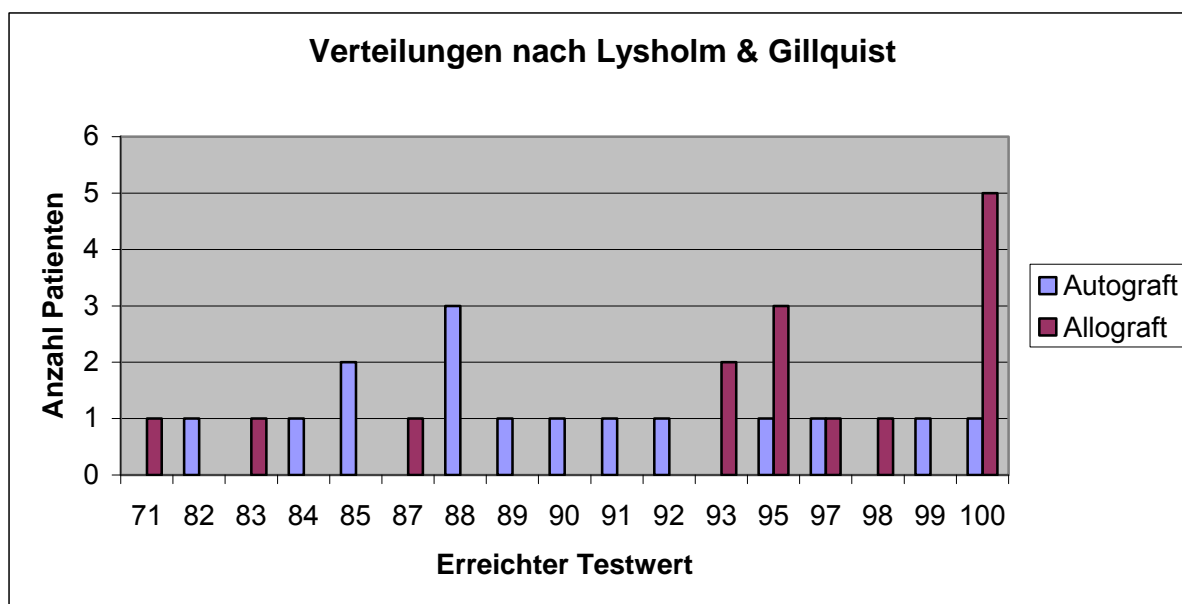
3.6.2 Aktivitätsscore nach Tegner & Lysholm



Die Erhebung des Aktivitätsscore nach Tegner & Lysholm Score zeigt bei der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe bei einem Maximum von 10 ($n=1$, entspricht 6,7%) und einem Minimum von 3 ($n=2$, entspricht 13,3%) einen Mittelwert von $4,80 (\pm 1,66)$. In der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe ergab sich ein Mittelwert von $4,47 (\pm 1,36)$ bei einem Maximum von 7 ($n=2$, entspricht 13,3%) und einem Minimum von ebenfalls 3 ($n=4$, entspricht 26,7%).

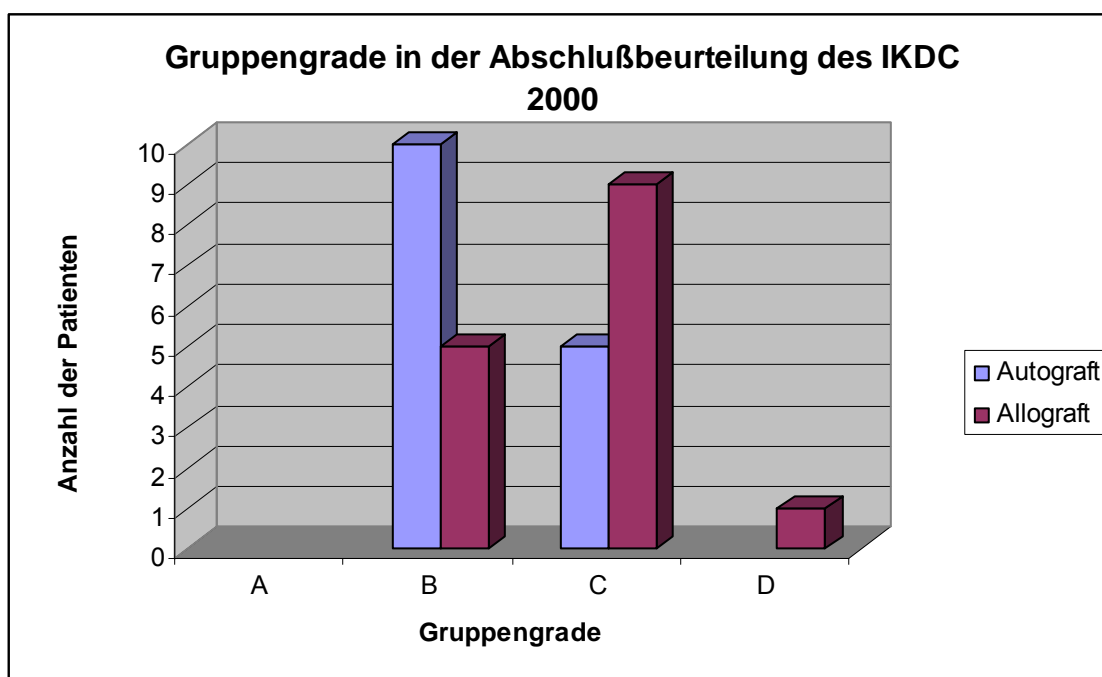
Die Auswertung des Tegner-Score zeigte im T-Test keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen beiden Patientengruppen ($p= 0,551$).

3.6.3 Score nach Lysholm & Gillquist



In der Erhebung des Score nach Lysholm und Gillquist erreichten die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patienten einen Mittelwert von 90,20 ($\pm 5,49$). Das Minimum in dieser Gruppe lag bei 82 ($n=1$, entspricht 6,7%) und das Maximum bei 100 ($n=1$, entspricht 6,7%). In der Gruppe, die mit einem Spendertransplantat versorgt worden war, lag der Maximalwert ebenfalls bei 100 ($n=5$, entspricht 33,3%) und das Minimum bei 71 ($n=1$, entspricht 6,7%). Der Mittelwert dieser Gruppe lag bei 93,80 ($\pm 8,06$). In der statistischen Auswertung fand sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen ($p=0,164$).

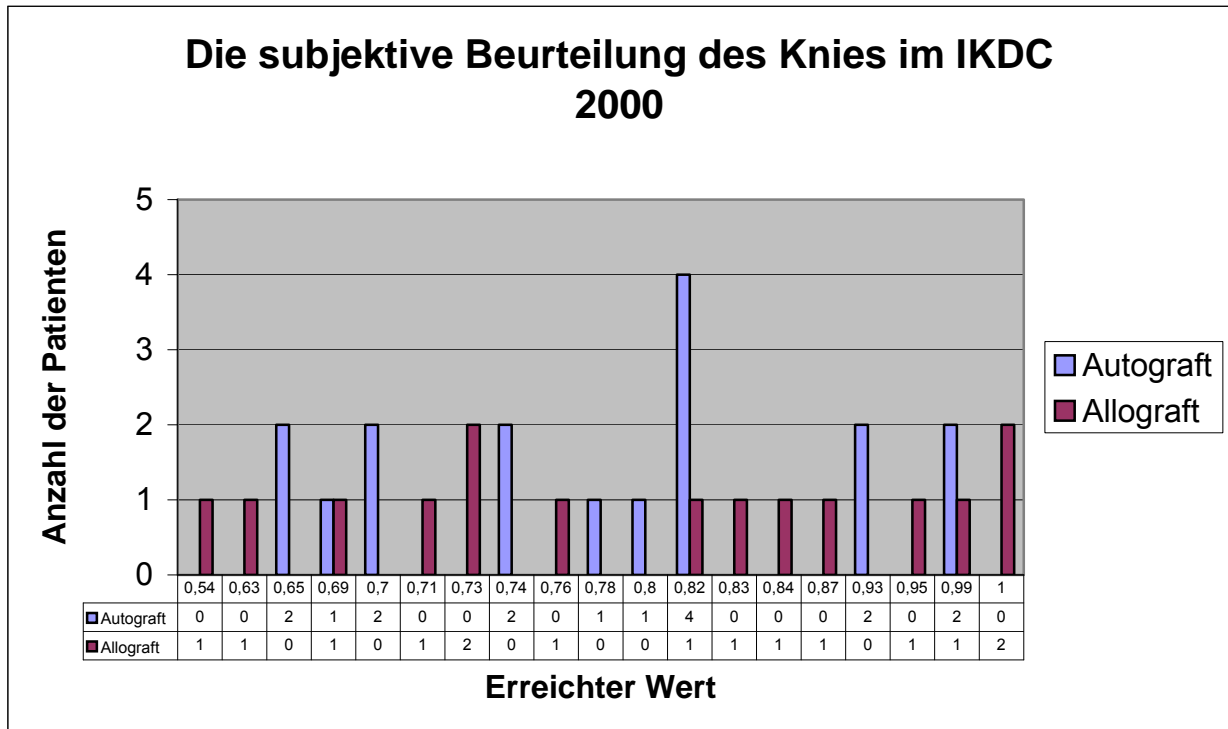
3.6.4 Gruppengrade in der Abschlussbeurteilung des IKDC 2000



In der Abschlussbeurteilung des IKDC 2000 des Formblatts zur Untersuchung des Knies erreichte keiner der Patienten den Abschlussgrad A. In der Gruppe der mit einem Spendertransplantat versorgten Patienten wurde ein Mittelwert von 2,73 erreicht ($\pm 0,59$). [A=1;B=2;C=3;D=4] Das Maximum mit B erreichten in dieser Gruppe 5 Patienten (33,3%). Ein Patient wurde mit D bewertet. (6,7%). Die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patienten erreichten einen Mittelwert von 2,33 ($\pm 0,49$). Hier lag das Maximum mit 10 Patienten (66,7%) ebenfalls in B. Das Minimum wurde in C von 5 Patienten (33,3%) erreicht.

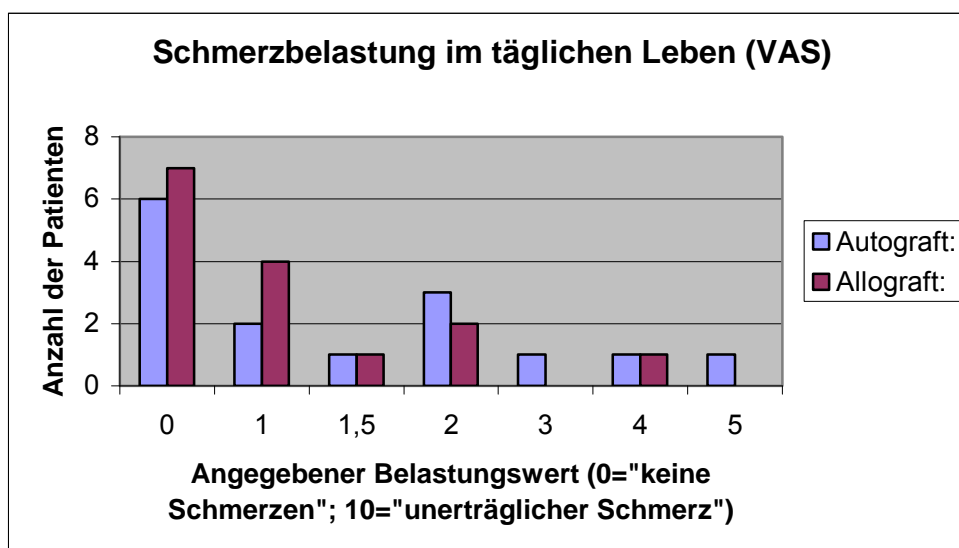
Für die Verteilung der Gruppengrade des IKDC 2000 konnte im T-Test kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden ($p=0,053$).

3.6.5 Subjektive Beurteilung des Knies im IKDC 2000



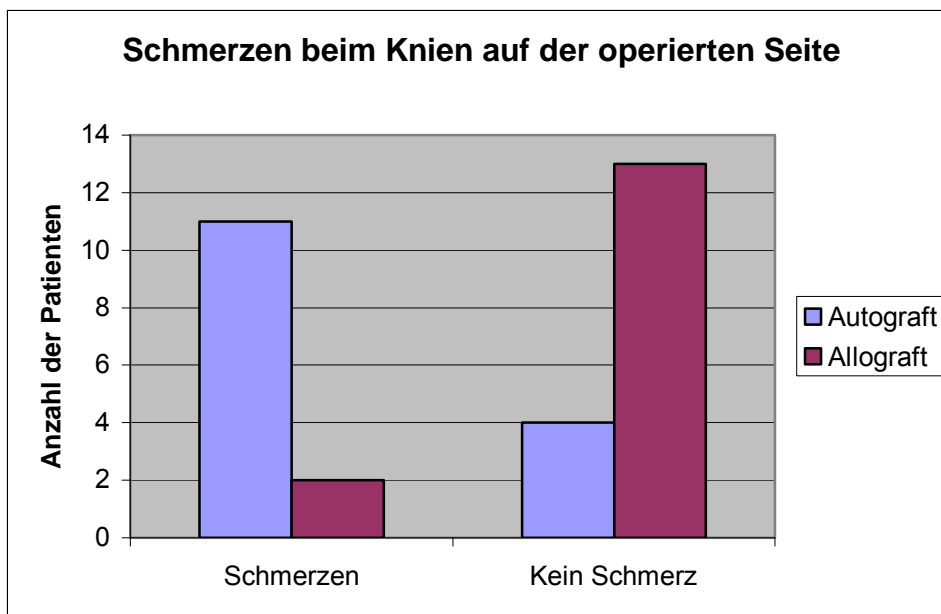
In der subjektiven Beurteilung des operierten Kniegelenkes im IKDC 2000 wurde von den mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patienten ein Mittelwert von 77,11 ($\pm 8,9$) in der Skala von 0-100 erreicht. Das Minimum in dieser Gruppe lag bei 65 ($n=2$; entspricht 13,3%). Das Maximum von 93 wurde von ebenfalls 2 Patienten (13,3%) erreicht. Die mit einem Spendertransplantat versorgten erreichten im Mittel einen Wert von 80,57 ($\pm 14,03$) bei einem Maximalwert von 100 ($n=2$; entspricht 13,3%) und einen Minimalwert von 54 ($n=1$; entspricht 6,7%). Zwischen beiden Patientengruppen konnte im T-Test kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden ($p=0,427$).

3.6.6 Schmerzbelastung im täglichen Leben



Mittels einer visuellen Analogskala wurden Daten zur subjektiven Schmerzangabe im täglichen Leben erhoben. Es konnten Werte zwischen 0= keinerlei Schmerzen bis 10= unerträglicher Schmerz angegeben werden. In der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe wurde ein Mittelwert von 0,9 ($\pm 1,14$) im Verhältnis zur Kontrollgruppe mit 1,43 ($\pm 1,59$) erreicht. Die Minima beider Gruppen lagen bei 0 und wurden von 46,7 % (n=7) der Allograftpatienten und 40% (n=6) der Autograftpatienten erreicht. Das Maximum der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe lag bei 4 (n=1; entspricht 6,7%) und bei 5 (n=1; entspricht 6,7%) in der Kontrollgruppe. Für diesen Untersuchungsparameter fand sich im T -Test kein signifikanter Unterschied in beiden Patientengruppen ($p=0,300$).

3.6.7 Schmerzbelastung beim Knien auf der operierten Seite



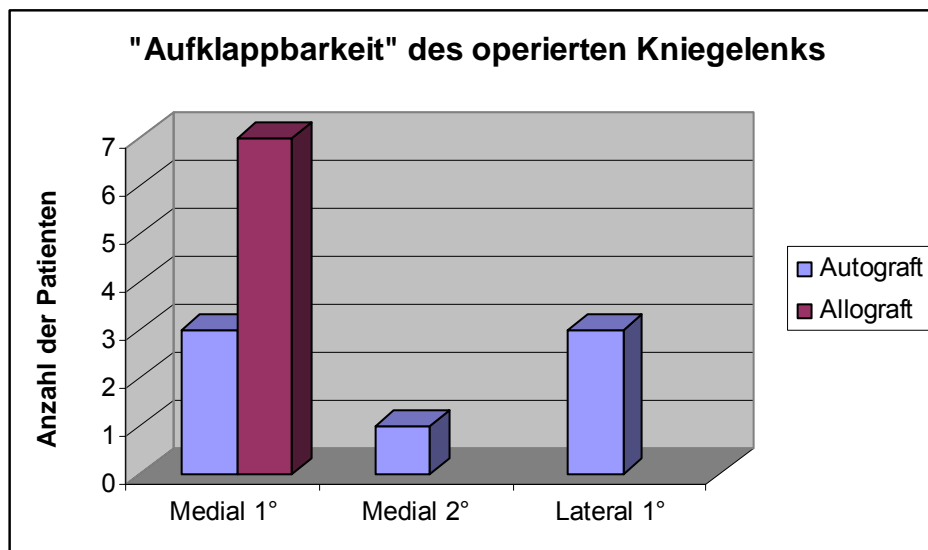
Die im Rahmen der Anamnese gestellte Frage, ob die Patienten auf dem operierten Kniegelenk momentan schmerzfrei knien können, verneinten 13,3% (n=2) der mit einem Allograft und 73,3% (n=11) der mit einem Autograft versorgten. Keine Schmerzen beim Knien hatten 26,7 % (n=4) der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Patienten und 86,7% (n=13) der Autograftgruppe. In der statistischen Aufarbeitung der Daten konnte im Chi²-Test nach Pearson ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden werden (p=0,001).

3.7 Klinische Untersuchung der Funktionsfähigkeit beider Kniegelenke

3.7.1 Daten der körperlichen Untersuchung des operierten Kniegelenks

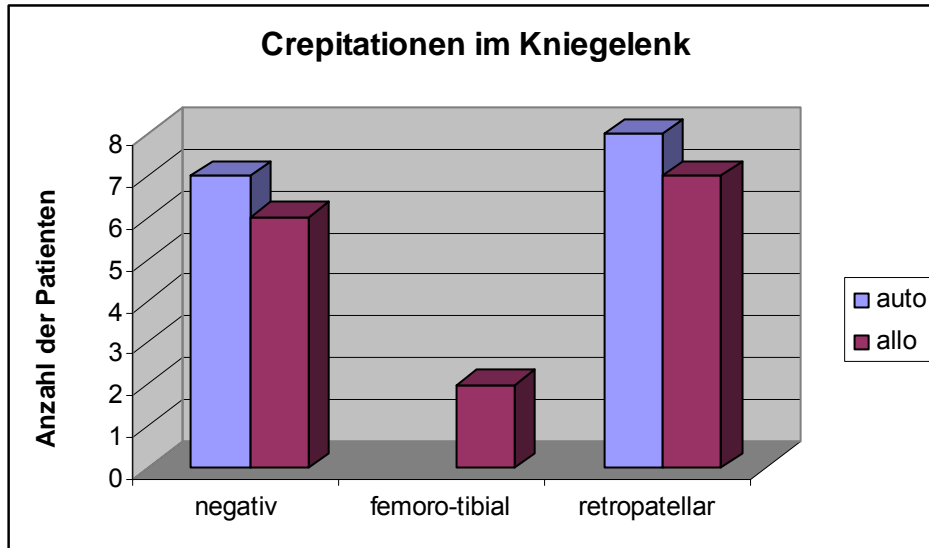
Im Rahmen der körperlichen Untersuchung stellte sich heraus, dass bei jeweils 4 Patienten beider Gruppen (26,7%) eine varische Beinachse zu diagnostizieren war. In der Allograftgruppe hatte ein Patient (6,7%) und in der Autograftgruppe 4 (26,7%) Patienten eine valgische Beinachse. Es findet sich kein statistischer Unterschied zwischen beiden Gruppen (p=0,312).

Eine allgemeine Laxität wurde bei je 3 Patienten (20%) beider Gruppen gefunden. Einen Kniegelenkerguss wurde bei einem Patienten (6,7%) der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe und 2 Patienten (13,3%) der Kontrollgruppe gefunden. Die Ausprägung war jeweils als gering zu bezeichnen.



Bei der Prüfung der Aufklappbarkeit zeigte sich bei 7 Patienten (46,7%) der Allograftgruppe eine mediale Aufklappbarkeit 1°. In der Kontrollgruppe fand sich bei 3 Patienten (20%) eine mediale Aufklappbarkeit 1°, bei einem Patienten (6,7%) eine mediale Aufklappbarkeit 2° und bei 3 Patienten (20%) eine laterale Aufklappbarkeit 1°. Im Verhältnis dazu wurde an den nicht operierten Kniegelenken der Allograftgruppe bei 2 Patienten (13,3%) eine mediale Aufklappbarkeit 1° gefunden. In der Kontrollgruppe wiesen ebenfalls 2 Patienten (13,3%) eine mediale Aufklappbarkeit 1° auf. Ein Patient dieser Gruppe zeigte eine laterale Aufklappbarkeit 1° am Vergleichsknie. Für beide Gruppen konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden ($p=0,133$).

Ein positives Pivot Shift Phänomen wurde bei 2 Patienten (13,4%) der Allograftgruppe und einem Patienten (6,7%) der Autograftgruppe gefunden. Es konnte kein statistisch relevanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden werden ($p=0,595$).

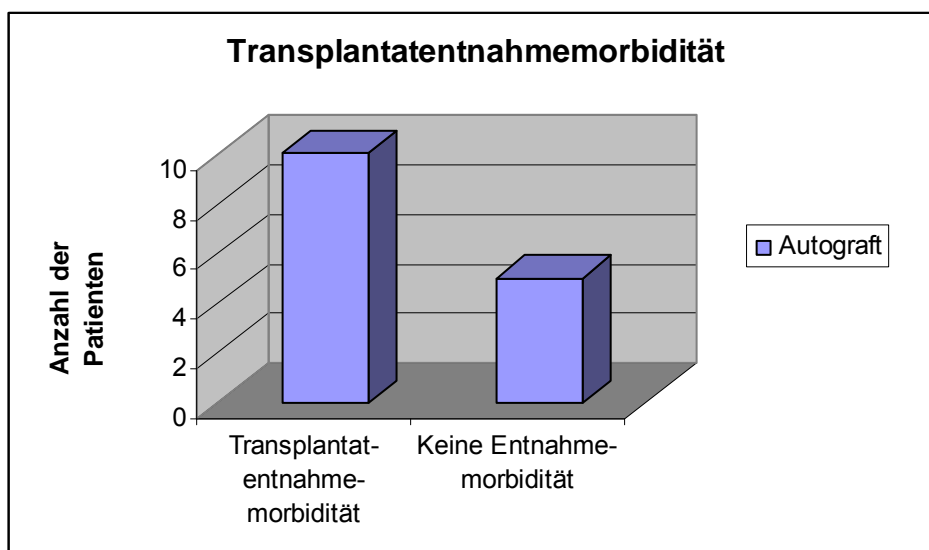


Crepitationen im operierten Kniegelenk konnten im Retropatellarbereich bei 8 Patienten (53,3%) der Kontrollgruppe und 7 Patienten (46,7%) der mit einem Spendertransplantat versorgten diagnostiziert werden. Bei 2 Patienten (13,3%) der Allograftgruppe fanden sich femoro-tibiale Crepitationen. Im Chi²-Test nach Pearson wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden (p=0,342).

Ein tastbares freies Dissekat wurde bei keinem Patienten gefunden.

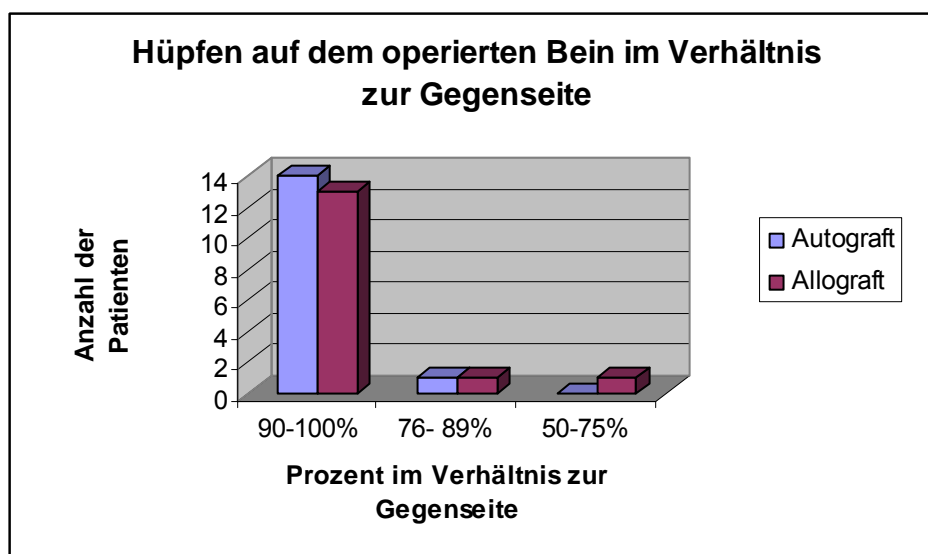
Ein Schnappen des operierten Kniegelenks wurde bei jeweils einem Patienten (je 6,7%) beider Gruppen diagnostiziert.

Eine Druckschmerzhaftigkeit des operierten Kniegelenks wurde einmal im medialen und einmal im retropatellaren Kompartiment von Patienten der Allograftgruppe angegeben.



Eine Transplantatentnahmemorbidity konnte verständlicherweise lediglich in der Gruppe, die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgt worden war, festgestellt werden. Beurteilt wurden im Rahmen der körperlichen Untersuchung der klinische Aspekt des Bereichs der Transplantatentnahmestelle sowie Druckschmerzhaftigkeiten oder Sensibilitätsdefizite. In Zusammenschau der Befunde wurde eine Unterteilung in a (keine Entnahmemorbidity), b (geringe Entnahmemorbidity), c (mäßige Entnahmemorbidity) und d (deutliche Entnahmemorbidity) vorgenommen. Es fand sich bei 10 Patienten (66,7%) eine als gering bewertete Transplantatentnahmemorbidity (a). Eine überschießende Narbenbildung oder sonstige Zeichen von Krankheitswert im Bereich der Hautnarben wurden bei keinem Patienten der beiden Gruppen gefunden.

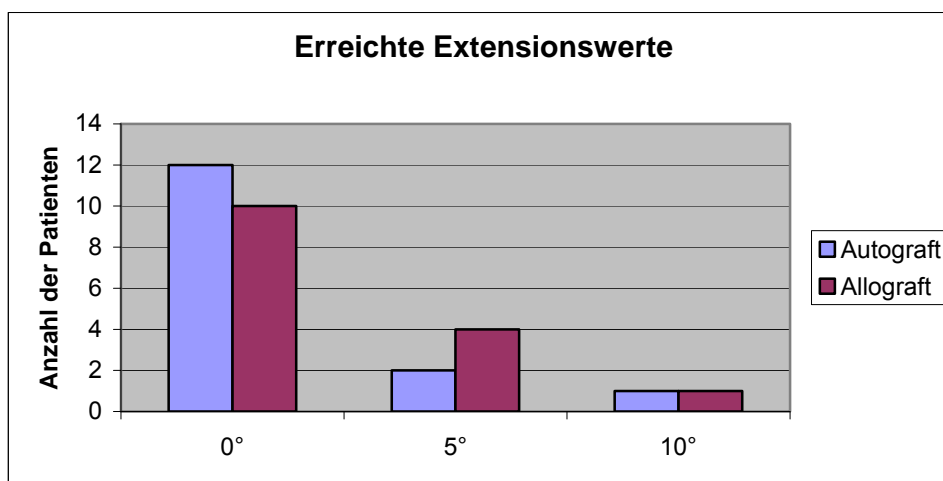
3.7.2 Funktionsfähigkeit des operierten Kniegelenkes im Vergleich zur Gegenseite



Als funktioneller Test wurden die Patienten auf die Fähigkeit, auf einem Bein zu hüpfen, getestet. Die Ergebnisse des operierten Beins wurden im Verhältnis zur gesunden Gegenseite betrachtet. Dargestellt wurden die erhobenen Daten in Prozent zur Gegenseite. In der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe erreichten 14 Patienten (entspricht 93,4%) einen Wert zwischen 90 und 100% der Gegenseite. Bei einem Patienten (entspricht 6,7%) wurde ein Wert zwischen 76 und 89% der Gegenseite ermittelt. In der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe erreichten 13 Patienten (entspricht 86,7%) einen Wert zwischen

90 und 100%, ein Patient (entspricht 6,7%) einen Wert zwischen 76 und 89% und ein Patient (entspricht 6,7%) einen Wert zwischen 50 und 75%. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden werden ($p=0,595$).

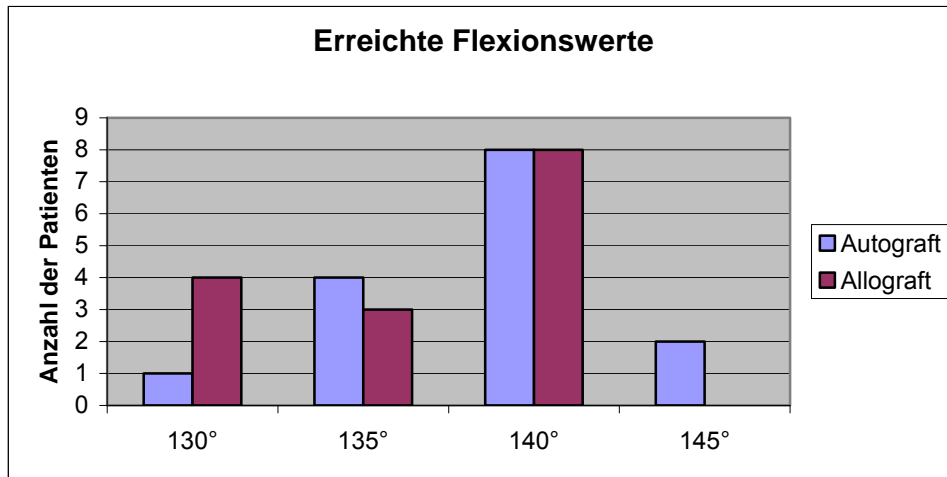
3.7.3 Extensionswerte des operierten Kniegelenks



Die im Rahmen der körperlichen Untersuchung durchgeführten Messungen der Extension erbrachten in der mit einem Allografttransplantat versorgten Gruppe einen Mittelwert der Extension des operierten Kniegelenks von $1,33^\circ (\pm 2,97)$. 10 Patienten dieser Gruppe erreichten eine maximale Extension von 0° (entspricht 66,7%), was dem Minimalwert dieses Patientenkollektivs entspricht. Den Maximalwert in der Allograftgruppe erreichte ein Patient mit 10° Extension im operierten Kniegelenk (entspricht 6,7%).

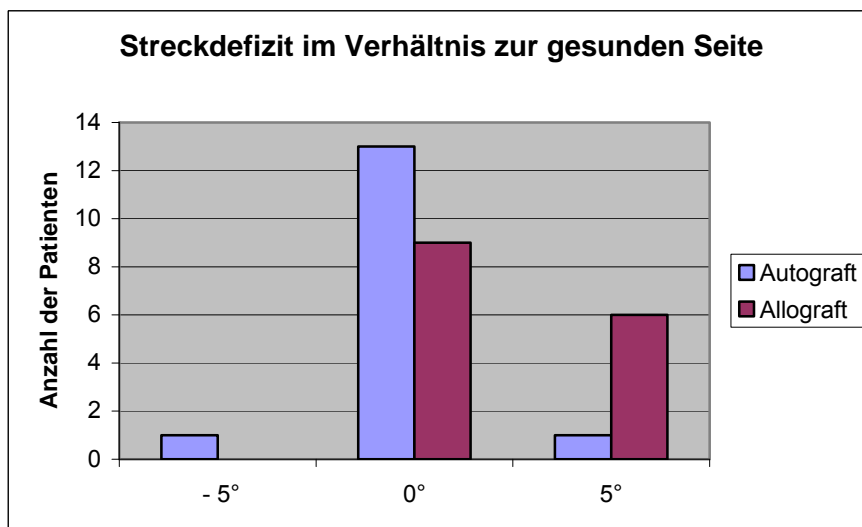
In der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe wurde ein Mittelwert der Extension von $1,87^\circ (\pm 3,07)$ bei einem Minimum von ebenfalls 0° ($n=12$; entspricht 80%) und einem Maximum von 10° ($n=1$; entspricht 6,7%) bestimmt. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen Allo- und Autograftgruppe gefunden ($p=0,632$).

3.7.4 Flexionswerte des operierten Kniegelenks



Bei den Flexionswerten der operierten Kniegelenke wurde in der Allograftgruppe ein Mittelwert von $136,7^\circ (\pm 4,42)$ ermittelt. In dieser Gruppe wurde ein Maximum der Beugung des operierten Kniegelenks von 140° ($n=8$; entspricht 53,3%) bei einem Minimum von 130° ($n=4$; entspricht 26,7%) erreicht. In der Kontrollgruppe wurde der Maximalwert der Beugung bei 145° von 2 Patienten erreicht (entspricht 13,4%). Der Mittelwert der Beugung lag bei $138,67^\circ (\pm 3,99)$ und das Minimum bei 130° ($n=1$; entspricht 6,7%). Es stellte sich kein statistisch signifikanter Unterschied für beide Gruppen dar ($p=0,140$).

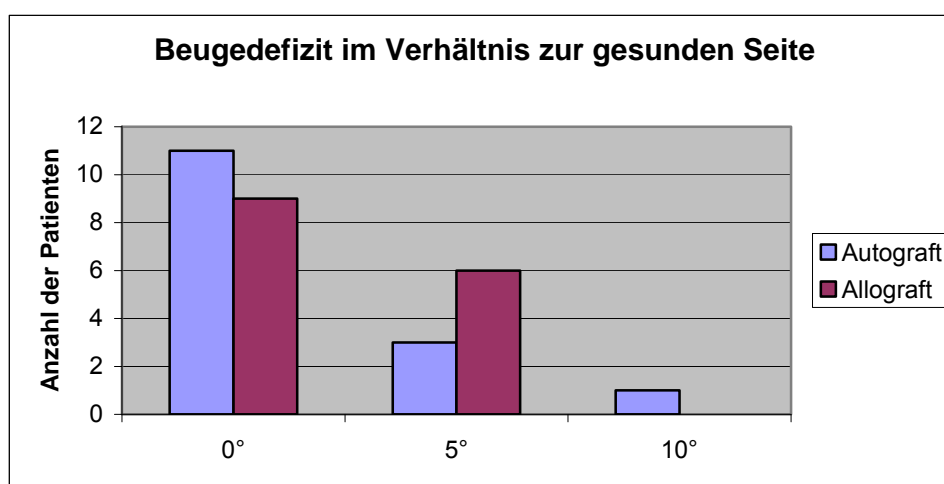
3.7.5 Streckdefizit des operierten Kniegelenks im Verhältnis zum Vergleichsknie



Zur Beurteilung der Streckung des operierten Kniegelenks wurden die Werte des nicht operierten Kniegelenks bestimmt und die Differenz ermittelt.

Der Mittelwert der Streckdifferenz des operierten Kniegelenks zum Vergleichsknie lag in der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe bei 1° ($\pm 2,07$). In dieser Gruppe lag das Minimum der Einschränkung bei 0° ($n=9$; entspricht 60%) und das Maximum bei 5° ($n=6$; entspricht 40%). In der Autograftgruppe konnte ein rechnerisches Minimum des Streckdefizits von -5° ($n=1$; entspricht 6,7%) sowie ein Maximum von 5° ($n=1$; entspricht 6,7%) berechnet werden. Der Mittelwert des Streckdefizits lag in dieser Gruppe bei 0° ($\pm 1,89$). Es wurde kein signifikanter Unterschied für beide Patientengruppen gefunden ($p=0,178$).

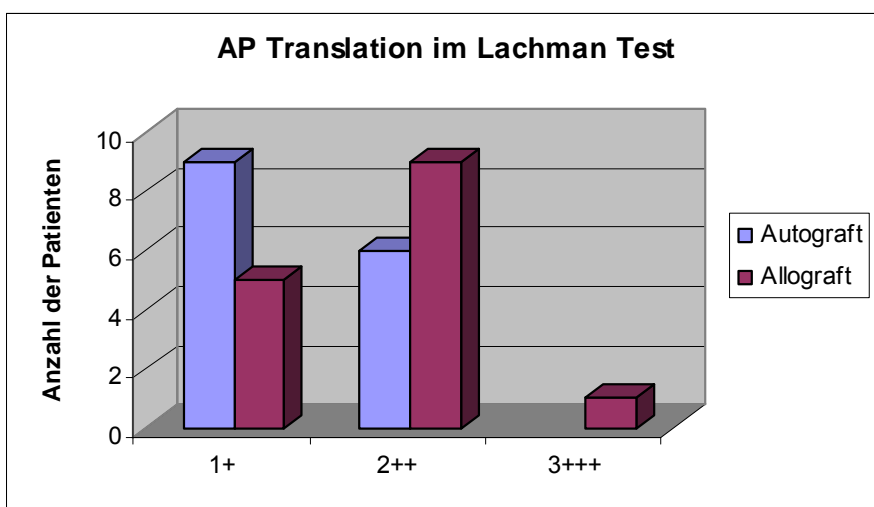
3.7.6 Beugedefizit des operierten Kniegelenks im Verhältnis zum Vergleichsknie



In der Allograftgruppe konnte ein Mittelwert des Beugedefizits des operierten Kniegelenks zum Vergleichsknie von 2° ($\pm 2,53$) ermittelt werden. Der Minimalwert lag bei gleichen Beugungswerten von operiertem und Vergleichsknie ($n=9$; entspricht 60%). Das maximale Beugedefizit lag bei 5° ($n=6$; entspricht 40%).

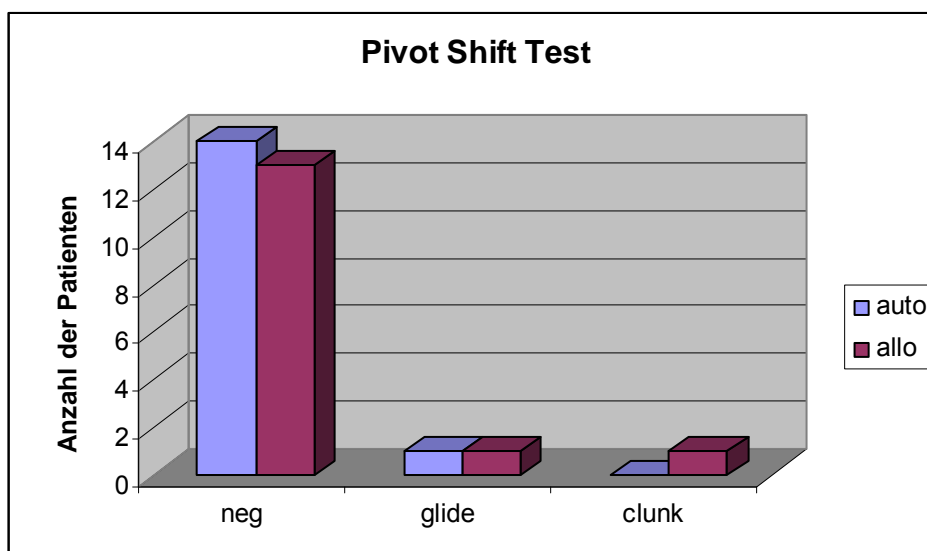
In der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe konnten gleiche Werte für die Beugung beider Kniegelenke bei 11 Patienten festgestellt werden (entspricht 73,3%). Ein maximales Beugedefizit wurde von einem Patienten (entspricht 6,7%) mit 10° erreicht. Der Mittelwert dieses Untersuchungsparameters lag in dieser Gruppe bei $1,67^\circ$ ($\pm 3,08$). Für diesen Untersuchungsparameter wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen gefunden ($p=0,749$).

3.7.7 Ap-Translation im Lachman-Test



Bei der Messung der Stabilität mit dem Lachman Test wurden das Ausmaß der möglichen Subluxation mit 1+ (3-5mm), 2++ (5,1-10mm) und 3+++ (mehr als 10mm) festgelegt. In der Autograftgruppe konnte bei 9 Patienten (n=60%) eine 1+ und bei 6 Patienten (n=40%) eine 2+ Laxität bestimmt werden. Der Durchschnittswert lag in dieser Gruppe bei 1,40 ($\pm 0,507$). In der Allograftgruppe wurde bei 5 Patienten eine 1+(n=33,3%) und bei 9 Patienten (n=60%) eine 2+ festgestellt. Ein Patient (n=6,7%) dieser Gruppe wies eine 3+++ auf. Es konnte ein Durchschnittswert von 1,73 ($\pm 0,594$) gefunden werden. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Patientengruppen gefunden werden ($p = 0,109$).

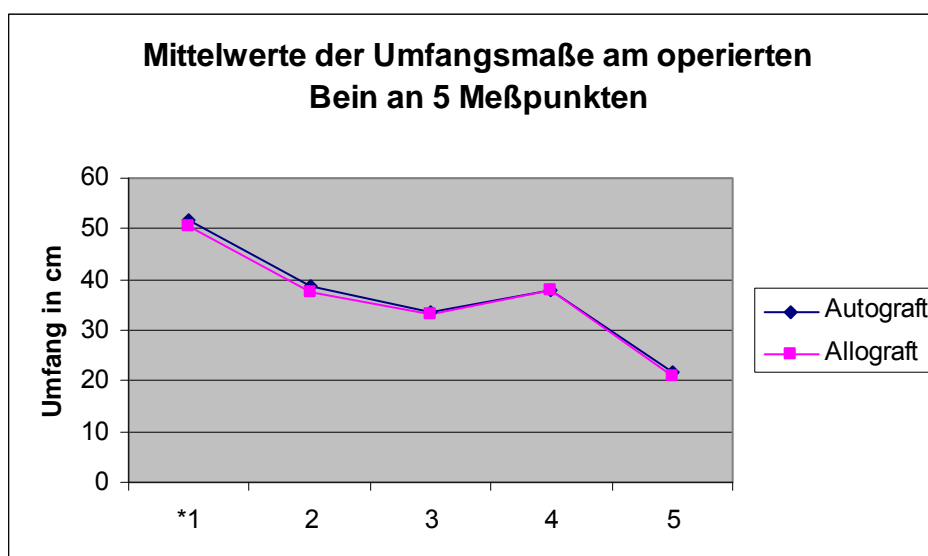
3.7.8 Pivot Shift Test



Der bei der körperlichen Untersuchung durchgeführte Pivot-Shift Test wurde nach Vorgaben des IKDC mit negativ, glide (+), clunk (++) und gross (+++) beurteilt. Es handelt sich bei diesem Test um ein manuelles Repositionsmanöver, das dazu dient, die Rollgleitbewegung des Kniegelenkes zu beurteilen. Bei 14 Patienten (93,3%) der Autograftgruppe und 13 Patienten (86,7%) der Allograftgruppe konnte der Test mit negativ bewertet werden. Bei je einem Patienten (6,7%) der beiden Gruppen wurde das Ergebnis mit glide (+) bewertet. Ein Patient der Allograftgruppe wurde mit +++ (clunk) bewertet. Im Man-Whitney U-Test zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Patientengruppen ($p=0,524$).

Darüber hinaus konnte keine statistische Korrelation zwischen dem einfach positiven (+) oder zweifach positiven (++) Testergebnis und einer subjektiven Einschränkung der Funktionsfähigkeit ($p=0,775$) oder einer gesteigerten Schmerzsymptomatik gefunden werden ($p=0,401$).

3.7.9 Mittelwerte der Umfangsmaße des operierten Beins



- *1= Mittelwerte des Umfangs 20 cm oberhalb des Gelenkspalts
- 2= Mittelwerte des Umfangs der Patella
- 3= Mittelwerte des Umfangs 20 cm unterhalb des Gelenkspalts
- 4= Mittelwerte des maximalen Unterschenkelumfangs
- 5= Mittelwerte des Fesselumfangs

Im Rahmen der körperlichen Untersuchung wurden die Umfangsmaße des operierten Beins an 5 festgelegten Messpunkten bestimmt.

20 cm oberhalb des Gelenkspaltes wurde in der Allograftgruppe ein Mittelwert des Umfangs von 50,73 cm ($\pm 3,69$) bestimmt. Das Minimum lag bei 43 cm und der Maximalwert bei 60cm. In der Autograftgruppe konnte der Mittelwert von 51,73 cm

($\pm 3,30$) bestimmt werden. Das Maximum lag bei 59 cm, das Minimum bei 46 cm. Es kann kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden ($p=0,441$).

Im Bereich der Patellasehne wurde in der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe ein Mittelwert von 37,47 cm ($\pm 1,85$) bei einem Minimum von 35 cm und einem Maximum von 41 cm bestimmt.

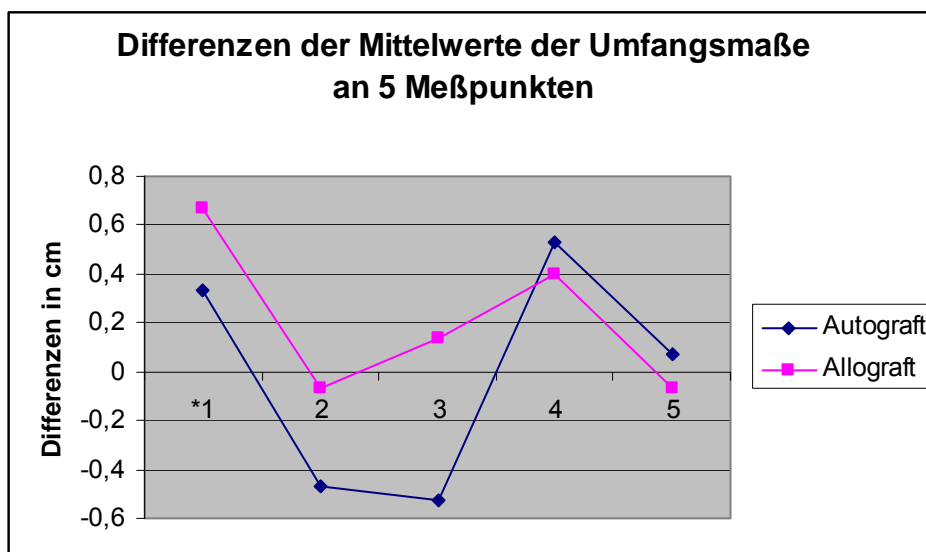
In der Kontrollgruppe lag dieser Wert bei 38,60 cm ($\pm 2,67$) bei einem Maximum von 45 cm und einem Minimum von ebenfalls 35 cm. Es liegt kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Patientengruppen vor ($p=0,187$).

Der Messpunkt 20 cm unterhalb des Gelenkspalts erbrachte für die Allograftgruppe einen Mittelwert von 33,13 cm ($\pm 2,95$) bei einem Maximum von 39 cm und einem Minimum von 29 cm. Die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgte Gruppe zeigte in diesem Punkt einen Mittelwert von 33,60 cm ($\pm 3,04$) bei einem Maximum von 39 cm und einem Minimum von 28 cm. Für diesen Untersuchungsparameter findet sich kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,673$).

Der Mittelwert des maximalen Unterschenkelumfangs war in der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe 37,80 cm ($\pm 1,52$) bei einem Maximum von 40 cm und einem Minimum von 35 cm. In der Kontrollgruppe lag dieser Mittelwert bei 38,0 cm ($\pm 2,30$) bei einem Maximum von 42 cm und einem Minimum von 35 cm. Zwischen den Gruppen gibt es keinen statistisch signifikanten Unterschied in diesem Untersuchungspunkt ($p=0,781$).

Die Messung des Fesselumfangs zeigte für die Allograftgruppe einen Mittelwert von 21 cm ($\pm 1,41$) bei einem Maximalwert von 24 und einem Minimum von 18 cm. In der Autograftgruppe lag hierfür der Mittelwert bei 21,67 cm ($\pm 1,45$) bei einem Maximum von 25 cm und einem Minimum von 20 cm. Es kann kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Patientengruppen gefunden werden ($p=0,212$).

3.7.10 Differenzen der Mittelwerte der Umfangsmaße der Beine



- *1= Differenz der Mittelwerte des Umfangs 20 cm oberhalb des Gelenkspalts (nicht operiertes- operiertes KG)
- 2= Differenz der Mittelwerte des Umfangs der Patella (nicht operiertes- operiertes KG)
- 3= Differenz der Mittelwerte des Umfangs 20 cm unterhalb des Gelenkspalts (nicht operiertes- operiertes KG)
- 4= Differenz der Mittelwerte des maximalen Unterschenkelumfangs (nicht operiertes- operiertes KG)
- 5= Differenz der Mittelwerte des Fesselumfangs (nicht operiertes- operiertes KG)

Zur Beurteilung der Umfangsmaße des operierten Beins wurden die Werte des Vergleichsbeins gemessen und die Differenz bestimmt.

In der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe fand sich ein Mittelwert der Differenz beider Beine 20 cm oberhalb des Gelenkspalts von 0,67cm ($\pm 1,54$). Die größte Differenz wurde mit 4 cm und das Minimum mit einem 1 cm größeren Umfang des operierten Beins bestimmt. In der Kontrollgruppe lagen diese Werte bei 0,33cm ($\pm 1,04$) als Mittelwert und 2 cm als Maximalwert. Auch hier lag das rechnerische Minimum bei einem um 2 cm größeren Umfang des operierten Beins. Im T-Test konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientenkollektiven gefunden werden ($p=0,494$).

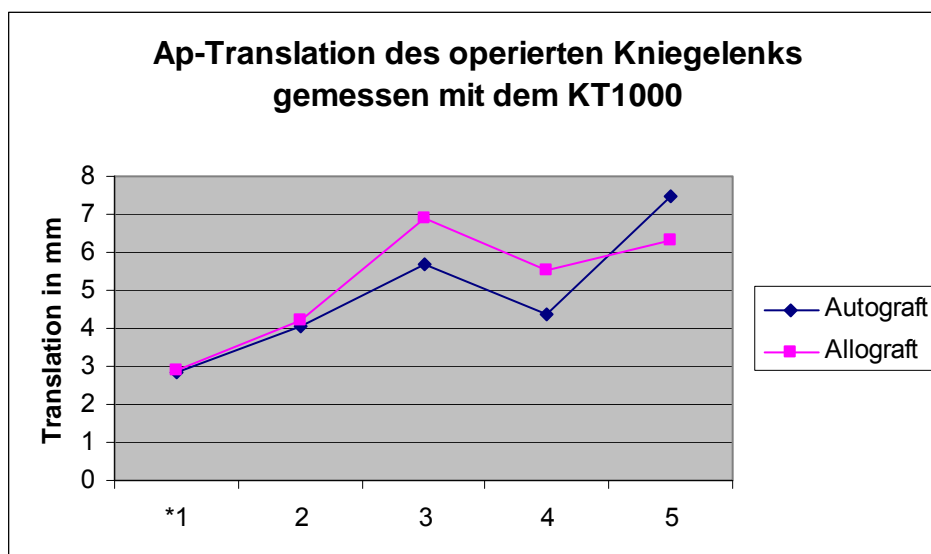
Im Bereich der Patella wurde in der Allograftgruppe ein Mittelwert der Beindifferenzen von -0,067 cm ($\pm 0,26$) bestimmt. Der Maximalwert lag bei gleichem Umfang beider Beine und das Minimum bei einem 1 cm stärkeren Umfang des operierten Knies. In der Autograftgruppe fand sich an diesem Messpunkt ein Mittelwert von -0,47 ($\pm 1,18$) bei einem Maximum von 1 und einem Minimum von -4 cm. Im T-Test stellte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen heraus ($p= 0,221$).

20 cm unterhalb des Gelenkspalts lag der Mittelwert der Differenzen in der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe bei 0,14 cm ($\pm 0,66$) mit einem Maximalwert von 1,00 und einem rechnerischen Minimum von -1. In der Kontrollgruppe wurde an diesem Punkt ein Maximum von 0 und ein Minimum von -6 bei einem Mittelwert von -0,53 ($\pm 0,91$) berechnet. Für diesen Untersuchungsparameter wurde ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen gefunden ($p=0,032$).

Im Bereich des maximalen Unterschenkeldurchmessers wurde in der Allograftgruppe ein Mittelwert der Differenzen beider Beine von 0,40 ($\pm 0,82$) bei einem Maximum von 2,00 cm und einem Minimum von einem um 1,00 cm größeren Umfang des operierten Beins berechnet. Das an diesem Messpunkt ermittelte Maximum der Differenzen lag bei den Autograftpatienten bei 2cm und das rechnerische Minimum bei -1 cm. Hier lag der Mittelwert der Differenzen beider Beine bei 0,53 cm ($\pm 0,99$). Es stellte sich im T-Test kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientenkollektiven dar ($p= 0,692$).

Der Mittelwert der Differenzen des Fesselumfangs lag in der Allograftgruppe bei -0,07 ($\pm 0,70$) bei einem Maximum von 1,00 und einem Minimum von -1,00. In der Kontrollgruppe wurde für diesen Messpunkt ein Mittelwert der Differenzen beider Beine von 0,07 ($\pm 0,26$) bei einem Maximum von 1,00 und einem Minimum von 0 gefunden. Im T-Test für inhomogene Varianzen konnte kein statistischer Unterschied zwischen beiden Patientengruppen gefunden werden ($p= 0,500$).

3.7.11 Stabilitätsmessung mit dem KT 1000



- *1= Mittelwerte der ap-Translation bei 66.75 Newton (15lb) Zugkraft
- 2= Mittelwerte der ap- Translation bei 89 Newton (20lb) Zugkraft
- 3= Mittelwerte der ap-Translation bei 133.5 Newton (30lb) Zugkraft
- 4= Mittelwerte der ap- Translation im active displacement Test
- 5= Mittelwerte der ap-Translation im maximum displacement Test

Die tibio-femorale Verschieblichkeit des operierten Kniegelenks unter definierter Zugkraft wurde mit dem KT 1000 bestimmt.

Bei einer Zugkraft von 66,75 N wurde in der Allograftgruppe eine durchschnittliche Verschiebung um 2,87 mm ($\pm 0,77$) ermittelt. Das Maximum lag hier bei 4,5 mm und das Minimum bei 2 mm. In der Gruppe, die mit dem eigenen mittleren Patellasehnedrittel versorgt worden war, lag in diesem Messpunkt der Mittelwert bei 2,83 mm ($\pm 0,99$) bei einem Maximum von 5 und einem Minimum von 1mm. Zwischen den beiden Kollektiven besteht kein signifikanter Unterschied in diesem Untersuchungspunkt ($p=0,919$).

Bei einer Zugkraft von 89 N wurde in der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe eine Verschieblichkeit der Tibia gegen die Patella von durchschnittlich 4,2 mm ($\pm 1,07$) gemessen. Das Maximum lag bei 6 mm und das Minimum bei 2,5 mm. An diesem Messpunkt lag der Mittelwert in der Autograftgruppe bei 4,03 mm ($\pm 1,28$) bei einem Maximum von 7 mm und einem Minimum von 2 mm. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden ($p=0,702$).

Unter einem Zug von 133,5 N konnte bei den mit einem Allograft versorgten Patienten eine maximale Auslenkung von 9 mm und eine minimale von 5 mm ermittelt werden. Der Mittelwert lag hier bei 6,87 mm ($\pm 1,46$). In der Vergleichsgruppe fand sich in diesem Punkt ein Mittelwert von 5,67 mm ($\pm 1,91$) bei einem Maximum

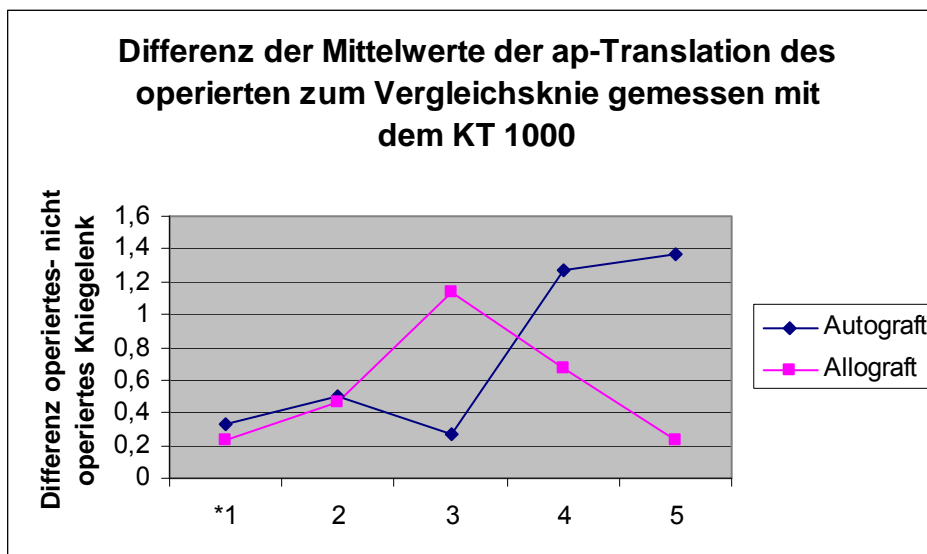
von 7 mm und einem Minimum von 3 mm. Hier unterschieden sich die Patientengruppen nicht signifikant ($p=0,063$).

Im active displacement Test hatte die Allograftgruppe einen Mittelwert von 5,53 mm ($\pm 1,41$), sowie ein Maximum von 9 mm und ein Minimum von 4 mm.

Die Werte der Vergleichsgruppe lagen hier bei einem Mittelwert von 4,37 mm ($\pm 1,23$) und einem Maximum von 7 mm sowie einem Minimum von 3 mm. Es wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen gefunden ($p=0,022$).

Beim maximum displacement Test erreichten die mit einem Allografttransplantat versorgten Patienten einen Mittelwert von 7,5 mm ($\pm 2,02$) bei einem Maximum von 11 mm und einem Minimum von 5 mm. Hier hatte die Autograftgruppe einen Mittelwert von 6,33 mm ($\pm 1,44$) sowie ein Maximum von 9 mm und ein Minimum von 4 mm aufzuweisen. Für diesen Untersuchungsparameter wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden ($p=0,080$).

3.7.12 Differenz der Mittelwerte der ap- Translation des operierten zum Vergleichsknie gemessen mit dem KT 1000



- *1= Mittelwerte der Differenz der ap-Translation bei 66.75 Newton (15lb) Zugkraft
- 2= Mittelwerte der Differenz der ap- Translation bei 89 Newton (20lb) Zugkraft
- 3= Mittelwerte der Differenz der ap- Translation bei 133.5 Newton (30lb) Zugkraft
- 4= Mittelwerte der Differenz der ap- Translation im active displacement Test
- 5= Mittelwerte der Differenz der ap- Translation im maximum displacement Test

Die tibio-femorale Verschieblichkeit beider Kniegelenke wurde mit dem KT1000 bestimmt. Um die Werte des operierten Kniegelenks beurteilen zu können, wurden sie mit den Werten des Vergleichsknies in Relation gesetzt.

In der mit einem Allografttransplantat versorgten Gruppe wurde bei einer Zugkraft von 66.75 N ein Mittelwert der Differenzen beider Kniegelenke von 0,23 mm ($\pm 0,90$) bestimmt. Das Maximum lag hier bei 2 mm und das Minimum bei einer um einen Millimeter größeren Translation des Vergleichsknies. In der Kontrollgruppe fand sich an diesem Messpunkt ein Mittelwert von 0,33 mm ($\pm 0,52$) bei einem Maximum von 1 mm und einem Minimum von -0,5 mm. Es konnte für diesen Messparameter kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen gefunden werden ($p=0,714$).

Bei einer Zugkraft von 89 N konnte in der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe ein Mittelwert der Differenzen von 0,47 mm ($\pm 1,20$) sowie ein Maximum von 2 mm und ein Minimum von -2 mm ermittelt werden. Die Werte der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe lagen bei einem Mittelwert von 0,50 ($\pm 0,76$) und einem Maximum von 2 mm, sowie einem Minimum von -1 mm. Es fand sich an diesem Messpunkt kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientenkollektiven ($p=0,928$).

Der Durchschnitt der Differenzen der Mittelwerte bei 133,5 N Zugkraft wurde in der Allograftgruppe mit 1,13 mm ($\pm 1,77$) bei einem Maximum von 4 mm und einem Minimum von -2 mm bestimmt. Die Werte der Vergleichsgruppe lagen an diesem Messpunkt bei einem Mittelwert von 0,27 ($\pm 1,45$), sowie einem Maximalwert von 2 mm und einem Minimum von -4 mm. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied für beide Patientengruppen gefunden werden ($p=0,159$).

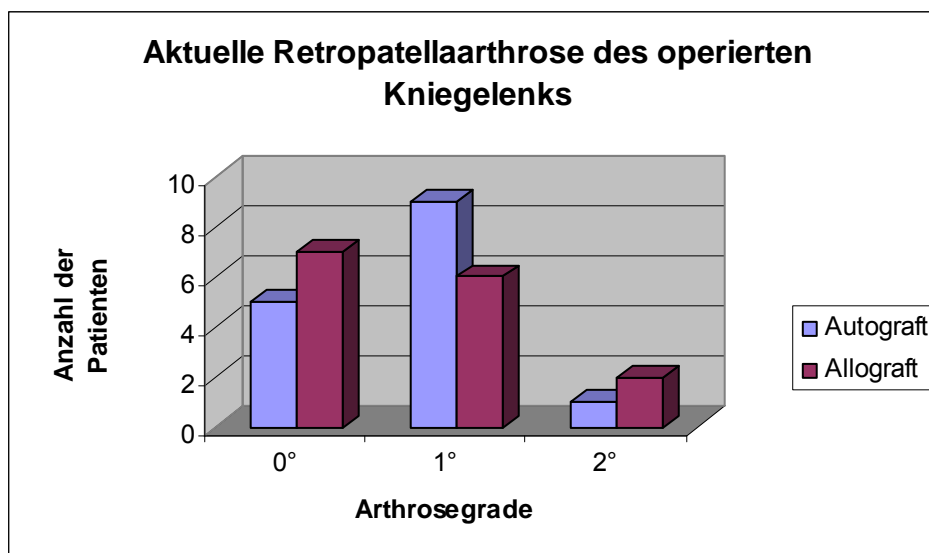
Im active Displacement Test konnte für die mit einem Spendertransplantat versorgten ein Mittelwert von 0.67 ($\pm 1,84$) bei einem Maximum von 5,5 mm und einem Minimum von -1 mm berechnet werden. Die Vergleichsgruppe hatte in diesem Messpunkt ein Minimum von -1 mm und ein Maximum von 5 mm. Hier lag der Mittelwert bei 1,27 mm ($\pm 1,45$). Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen wurde nicht gefunden ($p=0,771$).

Der maximum Displacement Test erbrachte für die Allograftpatienten eine durchschnittliche Differenz von 1,37 mm ($\pm 2,08$). Das Maximum in dieser Gruppe wurde mit 5,5 mm und das Minimum mit -1 mm ermittelt.

Die Vergleichsgruppe wies in diesem Punkt einen Mittelwert von 0,23 mm ($\pm 2,24$) bei einem Maximalwert von 4 mm und einem Minimum von -6 mm auf. Für diesen Unterpunkt wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden untersuchten Gruppen gefunden ($p=0,163$).

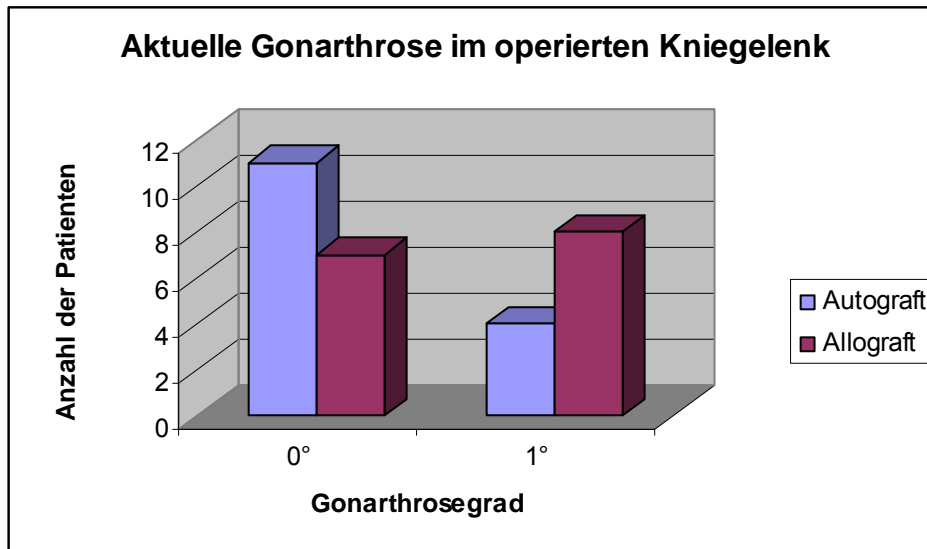
3.8 Auswertung der postoperativen Befunde der radiologischen Untersuchung

3.8.1 Aktuelle Retropatellaarthrose im operierten Kniegelenk



In den aktuellen Röntgenbildern des operierten Kniegelenks wiesen 7 Patienten (46,7%) der Allograftgruppe und 5 Patienten (33,3%) der Autograftgruppe keine Zeichen einer Retropatellaarthrose auf. Eine Retropatellaarthrose 1. Grades wurde bei 6 Patienten (40%), die mit einem Spendertransplantat versorgt worden waren, und 9 Patienten (60%) der Vergleichsgruppe diagnostiziert. Eine Retropatellaarthrose 2. Grades fand sich bei 2 (13,3%) Patienten der Allograft- und einem Patienten (6,7%) der Autograft- Gruppe. Es fand sich im T-Test kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen ($p=0,785$). Eine Verschlechterung der Retropatellaarthrose im Verhältnis zu den Vorbefunden konnte für 3 Patienten der Autograftgruppe und 1 Patienten der Allograftgruppe festgestellt werden.

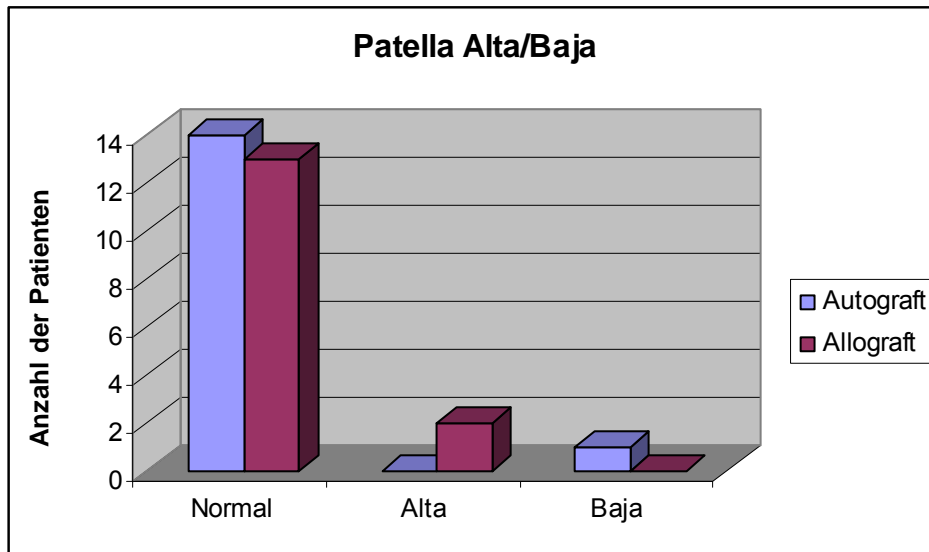
3.8.2 Aktuelle Gonarthrose im operierten Kniegelenk



In den aktuellen Röntgenbildern wiesen 7 Patienten (46,7%) der Allograft - und 11 Patienten (73,3%) der Autograftgruppe keine Zeichen einer Gonarthrose auf.

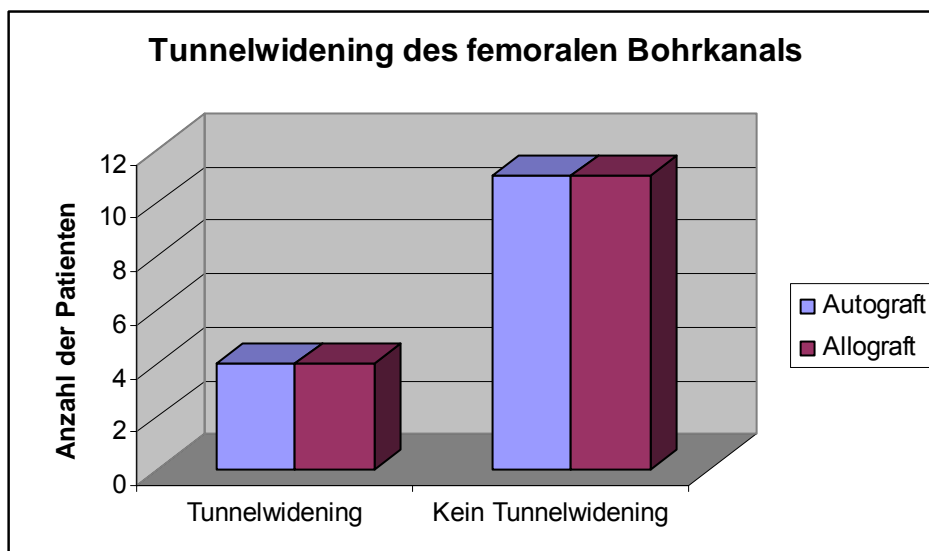
Eine Gonarthrose 1. Grades wurde bei 8 Patienten (53,3%), die mit einem Spendertransplantat und 4 Patienten (26,7%), die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgt worden waren, gefunden. Es konnte im T-Test kein statistisch signifikanter Unterschied für beide Patientengruppen nachgewiesen werden ($p=0,146$). Eine Verschlechterung der Gonarthrose im operierten Kniegelenk im Verhältnis zu den Vorbefunden musste bei einem Patienten (6,7%) der Autograftgruppe und 2 Patienten (13,3%), die ein Spendertransplantat erhalten hatten, festgestellt werden.

3.9.3 Messungen der Patellahöhe nach Insall [84]



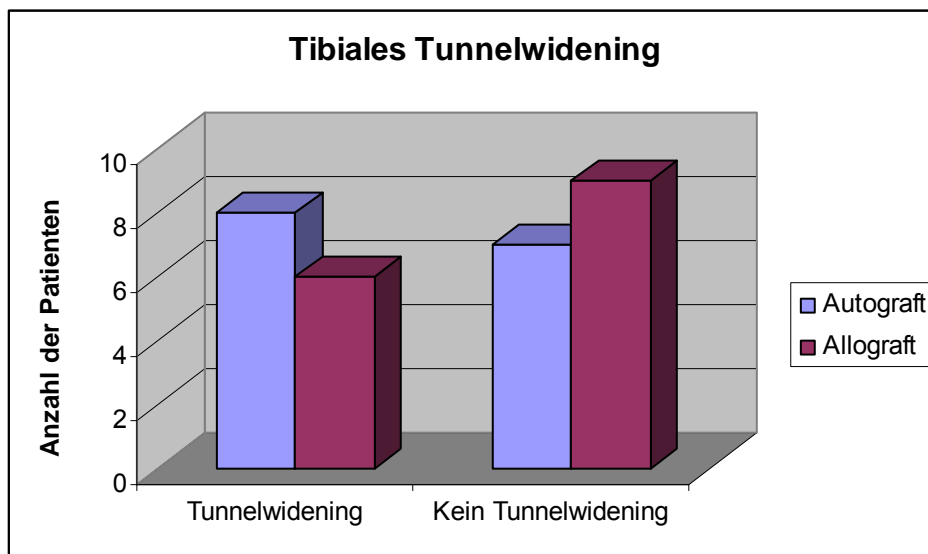
In der Ausmessung des Patellastandes konnte bei 2 der Autograftpatienten eine Patella alta (13,3%) und bei einem Patienten (6,7%) der Autograftgruppe eine Patella baja diagnostiziert werden. Bei 14 Patienten (93,3%) der mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgten Gruppe und 13 Patienten (86,7%), die mit einem Allograft versorgt worden waren, wurde eine normale Stellung der Patellahöhe festgestellt. Es wurde kein signifikanter Unterschied für beide Patientengruppen ($p=0,219$) festgestellt.

3.8.4 Femorales Tunnelwidening



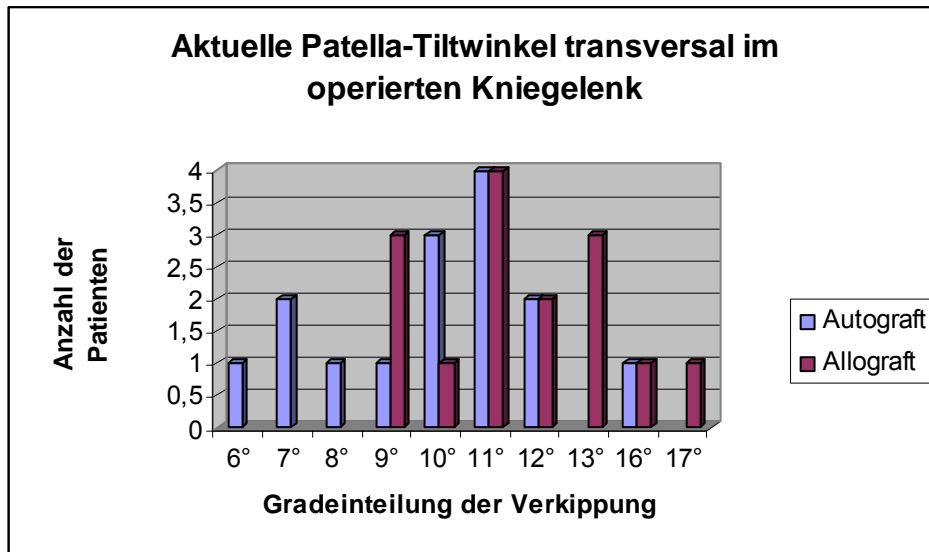
In der Befundung der Röntgenbilder der operierten Kniegelenke zeigte sich in beiden Gruppen bei jeweils 4 Patienten (26,7%) ein Tunnelwidening des femoralen Bohrkanals. Jeweils 11 Patienten (73,3%) beider Gruppen wiesen hier kein Tunnelwidening auf. Es konnte im Chi²-Test nach Pearson kein statistisch signifikanter Unterschied für beide Patientengruppen ($p= 1,00$) festgestellt werden.

3.8.5 Tunnelwidening des tibialen Bohrkanals



Ein tibiales Tunnelwidening wurde bei 6 Patienten (40%) der Allograftgruppe und 8 Patienten (53,3%) der Autograftgruppe gefunden. 7 Patienten der Kontrollgruppe und 9 Patienten, die mit einem Spendertransplantat versorgt worden waren, wiesen keine Zeichen eines tibialen Tunnelwidening auf. Auch hier fand sich im Chi²-Test nach Pearson kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen ($p= 0,464$).

3.9.6 Messungen der aktuellen Verkippung der Patella in ihrem Gleitlager nach Laurin [108]



Der Mittelwert der Patellaverkippung lag in der Allograftgruppe bei $11,80^\circ$ ($\delta=2,37$). Das Maximum dieses Parameters lag bei 17° und das Minimum bei 9° . In der Vergleichsgruppe wurde ein Mittelwert von $10,2^\circ$ bei einem Maximum von 16° und einem Minimum von 6° ermittelt. In der statistischen Aufarbeitung der Daten stellten sich die beiden untersuchten Patientengruppen als nicht signifikant unterschiedlich dar ($p=0,090$).

4. Diskussion

4.1 Rahmenbedingungen

Die allgemeine Steigerung der sportlichen Aktivität und hier speziell der Risikosportarten hat in den letzten Jahren zu einer deutlichen Erhöhung der Zahl der Verletzungen des Kniegelenks geführt. [Larson 1995] Dementsprechend ist die Inzidenz von Kreuzbandverletzungen deutlich gestiegen. Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes steigerte sich allein in Deutschland die Anzahl der Patienten, die im Rahmen einer Verletzung des vorderen Kreuzbandes einen stationären Klinikaufenthalt hatten, zwischen den Jahren 2000 und 2003 von 29.409 auf 34.706 Fälle. Die Zahl der Patienten, die während dieses Klinikaufenthaltes mit einer Operation therapiert wurden, stieg in diesem Zeitraum von 25.771 auf 28.009 Fälle. [Statistisches Bundesamt/Krankenhausstatistik 2005]

Die operative Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes stellt die Therapie der Wahl für Patienten dar, die Instabilitätsepisoden oder Einsschränkungen der Lebensqualität nach der VKB- Ruptur entwickeln.

In zahlreichen Studien werden die Vorteile einer operativen im Vergleich zur konservativen Therapie beschrieben. [Clancy 1988, Odensten 1985, Sandberg 1987] Andersson et al. [Andersson 1989] konnten zeigen, dass gerade für Patienten mit einem hohen sportlichen Aktivitätsniveau die operative Therapie Vorteile gegenüber konservativen Behandlungsformen bietet. [Fink 1996, Fuchs 2002, Satku 1986]

Durch aktuelle Operationstechniken können bei lediglich geringer operativer Morbidität gute bis sehr gute Ergebnisse erreicht werden. [Eberhardt 2004, Frank 1997, Fu 1996, Kohn 1994]

Als Ziele des operativen Eingriffs werden eine Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des Gelenks sowie eine Vermeidung der progressiven Schädigung weiterer Gelenkstrukturen angesehen. [Daniel 1994, Feagin 1976, Fink 1996, Gillquist 1999, Gollehon 1987, Jokl 1984, McDaniel 1983, Noyes 1983, Shirakura 1995 (I/II)]

Zur weiteren Minimierung des Operationstraumas wurden Möglichkeiten der Gewinnung von Allografttransplantaten entwickelt. Bei diesem Transplantattyp entfällt jegliche Entnahmemorbidität, wobei sich andererseits ein Restrisiko der

Krankheitsübertragung vom Spender auf den Empfänger ergibt. [Asselmeier 1993, Conrad 1995, Sanzen 1997, Shutkin 1954, Tomford 1997, Update 2001 und 2002]

4.2 Methodik und Material

4.2.1 Methodik

In der vorliegenden Studie wurden diejenigen klinischen Untersuchungsmethoden durchgeführt, die als relevante „wissenschaftliche Kriterien“ zur Beurteilung von Nachuntersuchungen nach vorderer Kreuzbandoperation“ empfohlen werden. [Höher 1998]

Zur Beurteilung der Langzeitfolgen der Operation auf die knöchernen Anteile wurden Röntgenbilder der Kniegelenke in zwei Ebenen angefertigt und im Vergleich mit den präoperativen Bildern ausgewertet. Die Entwicklung von Retropatellaarthrose und Gonarthrose wurden dokumentiert. Zur Bestimmung der Verkippung der Patella (Tilt-Winkel) wurden Tangentialaufnahmen angefertigt und ausgewertet.

Zur Beurteilung der Stabilität der Transplantate wurden die Kniegelenke mit dem KT1000 Arthrometer untersucht und die Ergebnisse von operiertem und Vergleichsknie miteinander in Relation gesetzt.

Die klinische Untersuchung der Kniegelenke diente der Bewertung des Reizzustandes, der Bewegungsausmaße, des Beinumfangs sowie der pathologischen Befunde. Auch die hier bewerteten Kriterien wurden im Verhältnis zu den prä- und intraoperativen Befunden beurteilt.

Zur Evaluation der Kniegelenke wurden der IKDC 2000, der Tegner Aktivitätsscore und der Lysholm- Score ausgewertet. Das Zielkriterium war der IKDC 2000 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Ein spezielles Augenmerk richtete sich auf die Schmerzbelastung im perioperativen Verlauf und die Dauer der Arbeitsunfähigkeit.

4.2.2 Material

4.2.2.1 Aufbau der Untersuchung

In der vorliegenden Studie wurden zwei Patientengruppen miteinander verglichen, die sich bei anteromedialer Instabilität II° im Kniegelenk einem primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes unterziehen mussten. Die eine Gruppe wurde mit einem Knochen-Patellasehnen-Knochen (BTB) Allograft, die andere mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel aus dem verletzten Kniegelenk versorgt. Durch die

zeitliche Bindung in der Operationsfolge zwischen Allo- und Autograft-Patienten wurde die Vergleichbarkeit zwischen beiden Gruppen hergestellt. Alle Operationen wurden von dem gleichen Operateur in standardisierter Technik durchgeführt.

4.2.2.2 Kollektivgröße

Bei der Beurteilung der Ergebnisse dieser Studie springt einem ein prinzipielles Problem ins Auge: Es wurden lediglich 15 Patienten mit dem hier untersuchten Allograft-Transplantat im Rahmen einer Primäroperation versorgt. Diese geringe Gesamtzahl der mit diesem Transplantat operierten und im Rahmen der Studie untersuchten Patienten stellt sich allerdings in einem anderen Licht dar, wenn man die finanziellen und ökonomischen Hintergründe der Transplantatentscheidung betrachtet. Zum ersten ist die Kollektivgröße der Patienten, die sich mit einem Spendertransplantat operieren lassen, klein. Da die Transplantatkosten in der Regel nicht von den Krankenkassen getragen werden, rekrutiert sich das hier angesprochene Klientel aus einer finanziell etablierteren und damit vom Lebensalter her fortgeschritteneren Bevölkerungsgruppe.

Zum zweiten ist zu berücksichtigen, dass diesem Klientel auf Grund des beruflichen Zeitdrucks daran gelegen ist, den zeitlichen Aufwand für den notwendigen Eingriff zu minimieren. Es bedarf einer suffizienten Argumentationsgrundlage und einer starken Arzt-Patienten-Bindung um eine erneute Einbestellung zu einer Nachuntersuchung zu rechtfertigen. Als positiv zu werten ist, dass sich alle 15 Patienten dieser Gruppe der Nachuntersuchung unterzogen, was wiederum auch auf die Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis schließen lässt.

Da die Versorgung mit dem eigenen mittleren Patellasehnen Drittel beim primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes als „Goldener Standard“ gilt [Fu 1996, Lobenhoffer 1993, Rupp 2002], gibt es für den Einsatz eines Allografttransplantates eine sehr enge Indikationsstellung. Diese wird zu einem Großteil von der persönlichen Entscheidung des Operateurs und des Patienten beeinflusst.

4.2.2.3 Vergleichbarkeit der Gruppen

Beide Gruppen waren bezüglich der Geschlechts-, Gewichts- und Körpergrößenverteilung vergleichbar. Auch in der Verteilung der operierten Kniegelenke zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

Ein signifikanter Unterschied wurde im Durchschnittsalter der Autograft-Gruppe zur Allograft-Gruppe festgestellt. Die Patienten der Gruppe, welche mit einem

Spendertransplantat versorgt worden waren, hatte durchschnittlich ein um nahezu 8 Jahre höheres Alter im Verhältnis zur Vergleichsgruppe (Allograft: 43,4 Jahre; Autograft: 35,07 Jahre). Zu erklären ist dieser Unterschied unter Umständen mit der erheblichen finanziellen Belastung, die bei Verwendung eines Allograft-Transplantats für den Patienten entsteht. Die Vergleichbarkeit beider Gruppen erscheint dennoch gegeben, wenn man die Ergebnisse im Tegner Aktivitätsskore betrachtet. Auch im sportlichen Aktivitätsniveau nach dem IKDC 2000 beider Gruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Wie die Studien von Blyth et al. [Blyth 2003, Plancher 1998] und Plancher et al. zeigten, können auch Patienten mit einem Alter von über 40 bzw. 50 Jahren von einer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes profitieren. In einer weiteren Studie von Kuechle et al. [Kuechle 2002] wurde beschrieben, dass Patienten mit einem Alter von ebenfalls über 40 Jahren nach einer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mit einem Allografttransplantat vergleichbare Nachuntersuchungsergebnisse zu jüngeren Patienten erreichen. Miller et al. berichten sogar über eine erfolgreiche Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes bei einem 84 jährigen Mann [Miller 2001]. Hier wird die Meinung vertreten, dass man sich bei der Indikationsstellung zu dieser Operation eher nach dem biologischen, denn nach dem chronologischen Alter richten sollte. [Bohnsack 2002, Damborg 2002].

Der durchschnittliche zeitliche Abstand zwischen Verletzung und Operation stellte sich für die beiden Gruppen ohne signifikanten Unterschied dar (18,17 und 18,31 Monate). Dieser Parameter wies eine große Streubreite der Messwerte zwischen 1,3 Monaten und ca. 15 Jahren auf. Es wurden keine Akuteingriffe durchgeführt, die Operationen fanden mit einer zeitlichen Verzögerung zum Unfallereignis statt.

Um die Gefahr einer postoperativen Arthrofibrose zu minimieren, wurde auf einen präoperativ möglichst reizlosen Zustand des verletzten Kniegelenks geachtet. Viele Autoren bewerten einen zu frühen Operationszeitpunkt als maßgeblichen Faktor für die Entstehung der Arthrofibrose [Daniel 1990, Fu 1990, Graf 1988, Harner 1992, Shelbourne 1991]. Laut Mohtadi et al. [Mohtadi 1991] reagiert das Kniegelenk auf zwei, innerhalb eines zu kurzen Zeitintervalls folgende Traumen hinsichtlich der Entstehung einer Arthrofibrose sehr aggressiv. Shelbourne [Shelbourne 1991] spricht sich für eine individuelle Betrachtung des einzelnen Patienten mit einer Einbeziehung

der persönlichen Faktoren wie Familie, Arbeit, soziales Umfeld und der Nebenfunde des Kniegelenks wie Schwellung, Bewegungsausmaß, Meniskusschaden usw. zur Festlegung des richtigen Operationszeitpunktes aus. Entsprechende Ergebnisse lieferte eine Studie von Mayr [Mayr 2004], der die Entstehung der Arthrofibrose nach der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes an 223 Patienten untersuchte. Hier konnten signifikante Zusammenhänge zwischen präoperativ bestehenden Bewegungseinschränkungen, Schmerzen, dem Reizzustand sowie einem frühen Beginn des Muskelaufbautrainings und der Entwicklung der Arthrofibrose gefunden werden. Auch DeHaven [DeHaven 2003] und Petersen [Petersen 1999] befürworten eine präoperative Wartezeit bis zum Abklingen der akuten, dem Verletzungsereignis folgenden Entzündungsreaktion des Kniegelenks.

O'Connor, Berbing et al. und de Roeck dagegen warnen vor einem zu langen Aufschub der Operation, da dadurch die Risikofaktoren für ein schlechteres postoperatives Outcome steigen. [Berbig 2000, De Roeck 2003, O'Connor 2005] Auch Hunter, Majors und Wegemann [Hunter 1996, Majors 1996, Wegmann 1997] beschrieben aufgrund ihrer Studien, dass postoperativ negative Ergebnisse wie das Auftreten von Bewegungseinschränkungen unabhängig vom Operationszeitpunkt auftreten.

Die Frage nach dem optimalen Operationszeitpunkt scheint somit noch nicht eindeutig geklärt.

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum stellte sich mit über 1,5 Jahren in der Verteilung inhomogen dar. Dies erklärt sich aus den teilweise sehr eng gesteckten Terminplänen einiger Patienten und der sich daraus ergebenden Verschiebung des Nachuntersuchungszeitpunktes. Bei dem hohen persönlichen Engagement, das im Bezug auf die Nachuntersuchung von den Patienten gefordert wurde, ist dies allerdings nicht vermeidbar. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum beider Gruppen stellte sich mit 18,60 und 18,93 Monaten vergleichbar dar.

Auch in Bezug auf die Unfallursache waren beide Patientengruppen miteinander vergleichbar. Der von Paletta [Paletta 1994] beschriebene Anstieg der Verletzungszahlen des vorderen Kreuzbandes beim Skifahren schlägt auch in

unserer Studie mit dem hohen Prozentsatz an Patienten, die sich bei dieser Sportart eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes zugezogen hatten, nieder.

Bei der subjektiven Einschätzung des eigenen sportlichen Aktivitätsniveaus nach dem IKDC 2000 wurde eine homogene Verteilung des Grades der sportlichen Betätigung beider Gruppen festgestellt.

4.3 Klinische Symptome präoperativ

Die präoperativen Voraussetzungen der operierten Kniegelenke wie Einschränkung des Bewegungsumfanges, Überwärmung, Schwellung, Erguss oder Rötung des Kniegelenks, wurden anamnestisch erhoben. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen. Auch die Bestimmung der präoperativen Schmerzbelastung sowie die Auswertung der radiologischen Vorbefunde zeigte eine weitgehende Vergleichbarkeit der beiden untersuchten Gruppen.

4.4 Intraoperative Befunde

Intraoperativ wurden Schädigungen weiterer Gelenkstrukturen wie der Menisken, und als Indiz für den Reizzustand des Gelenks, die Ausprägung des Gelenksergusses sowie die Entzündung der Synovialis beurteilt. Die Erweiterungen des operativen Eingriffs wie die Gelenktoilette und die Notchplastik wurden mit in die Analyse einbezogen. Die statistische Auswertung der in diesem Unterpunkt erhobenen Daten erbrachte eine homologe Verteilung der Befunde zwischen beiden Untersuchungsgruppen.

Wie allerdings Jarvela et al. [Jarvela 2001] zeigen konnten, bestehen im postoperativen Outcome zwischen Patienten, die eine isolierte Ruptur des vorderen Kreuzbandes aufweisen und Patienten, die zusätzliche Verletzungen des zu operierenden Kniegelenks haben, nur sehr geringe Differenzen. In dieser Studie wurden 72 Individuen, von denen 34 isolierte vordere Kreuzbandrupturen und 38 zusätzlich Schäden anderer Gelenkstrukturen aufwiesen, miteinander verglichen. 5-9 Jahre nach der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mit dem Patellasehnen Autograft stellten sich die Resultate beider Gruppen weitestgehend vergleichbar dar. Jäger [Jäger 2003] dagegen beschreibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Kniegelenksarthrose und der Meniskusschädigung in 10-Jahres Nachuntersuchungsergebnissen. Zur Vermeidung einer Folgearthrose bei der Ruptur des vorderen Kreuzbandes in Verbindung mit einer Meniskusschädigung wird ein Erhalt des Meniskus mittels Refixation empfohlen. [Jäger 2003]

Zur Beurteilung des Operationstraumas wurden die im Rahmen der Arthroskopie durchgeführten Erweiterungen des operativen Eingriffs wie die Gelenktoilette und die Notchplastik mit in die Untersuchung aufgenommen und statistisch ausgewertet. Auch hier zeigte sich eine homologe Verteilung der untersuchten Parameter zwischen Allograft- und Vergleichsgruppe. Diese Daten stellen einen wichtigen Referenzparameter zur Beurteilung des Operationsergebnisses dar, da zum Beispiel laut Cannon [Cannon 1991] Patienten unabhängig von der Methode der VKB-Transplantation und des Transplantattyps von einer Gelenktoilette profitieren.

Auch das Verhältnis der Notch zum Transplantat ist von großer Bedeutung. Bei einer bereits vorbestehenden Notchstenose, die statistisch zu einer Häufung der Verletzungen des vorderen Kreuzbandes führt, ist eine Notchplastik zur Vermeidung eines Impingements sinnvoll. [La Prade 1994]

4.5 Befunde der Nachuntersuchung

Im Vergleich der Nachuntersuchungsergebnisse der beiden untersuchten Patientengruppen ließen sich in den folgenden Unterpunkten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Patientengruppen finden:

1. Die perioperative Schmerzbelastung
2. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit
3. Transplantatentnahmemorbidität (lediglich bei Autograft-Patienten)
4. Schmerzbelastung beim Knien auf der operierten Seite

Zur Erhebung des wichtigen subjektiven Parameters der Schmerzbelastung wurden mittels der Visuellen Analogskala (VAS) Schmerzen im operierten Kniegelenk an sechs Zeitpunkten ermittelt. Dieser Parameter ist eng mit der Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis verknüpft. [Kocher 2002]

Es fanden sich signifikante Unterschiede in der Schmerzbelastung im postoperativen Verlauf zwischen den untersuchten Patientengruppen.

Wie auch Barber et al. [Barber 2003] und Poeling et al. [Poehling 2005] in ihren Arbeiten herausfanden, haben Patienten, die mit einem Spendertransplantat versorgt werden, eine geringere operationsbedingte Schmerzbelastung.

In eine Studie von Asano [Asano 2002] zeigen ältere und weibliche Patienten eine deutlich stärkere Ausprägung der Schmerzbelastung. Wir konnten diese Ergebnisse nicht bestätigen.

Präoperativ zeigten sich in unserer Studie gleiche Schmerzniveaus in beiden Kollektiven. Auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnten vergleichbare Ergebnisse ermittelt werden.

Über den postoperativen Zeitraum (4 Wochen) wurden von Patienten der Autograftgruppe in der visuellen Analogskala Schmerz signifikant höhere Werte angegeben.

Es muss davon ausgegangen werden, dass die Schmerzbelastung direkt korreliert mit der höheren operativen Morbidität, die mit der Entnahme des eigenen mittleren Patellasehndrittels einhergeht. Diese Annahme wird auch in zahlreichen anderen Studien bestätigt. [Graf 1988, Roberts 1998, Sharkey 1997]

Untermauert wird diese These von der Tatsache, dass zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Vergleichbarkeit im Schmerzniveau zwischen den Gruppen begleitet wurde von annähernd gleichen Ergebnissen sowohl in der Lysholm Skala als auch in der subjektiven Beurteilung des Kniegelenks im IKDC 2000. Zusätzlich konnten in der „Subjektiven Einschätzung der Minderung der Funktionsfähigkeit des operierten Kniegelenks“ zwischen beiden Kollektiven keine signifikanten Unterschiede gefunden werden.

Der überwiegende Vorteil der Allografttransplantate liegt offensichtlich in der Minderung der perioperativen Belastung, was sich auch in einem signifikanten Unterschied in der Dauer der Arbeitsunfähigkeit widerspiegelt. Die Patienten der Allograftgruppe hatten eine statistisch signifikant niedrigere Rate an Krankheitstagen im Vergleich zu den Patienten der Kontrollgruppe. Auch die Studie von Gorschewsky et al. [Gorschewski 2002] kommt zu dem Ergebnis, dass Patienten, die mit einem Spendertransplantat versorgt werden, signifikant kürzer arbeitsunfähig sind als Patienten, die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgt werden. Gerade dieser Aspekt sollte unter Berücksichtigung der volkswirtschaftlichen Hintergründe bei der Operationsplanung in Betracht gezogen werden.

Von zahlreichen Autoren wird die Transplantatentnahmemorbidität im Bereich der Patellasehne untersucht. [Deehan 2000, Kohn 2000, Müller 2000] Wie nicht anders

zu erwarten, zeigten auch in unserer Studie diejenigen Patienten, die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgt worden waren, signifikant öfter Schmerzen beim Knien auf dem operierten Kniegelenk. ($p=0,001$; T-Test bei unabhängigen Stichproben)

Anders als in den Studien von Kartus et al. [Kartus 1997 und 1999], der Kniegelenksschmerzen und die Probleme beim Knien in Verbindung mit einem Beweglichkeitsdefizit des Gelenks brachte, wurde in unserer Studie lediglich ein Zusammenhang zwischen der Transplantatentnahme und der Stärke der angegebenen Schmerzen gefunden.

Wir fanden keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Bewegungsdefizit und der Stärke der Schmerzen im täglichen Leben bei beiden untersuchten Patientengruppen ($p=0,551$; T-Test bei unabhängigen Stichproben).

Es erscheint allerdings nicht gerechtfertigt, den vorderen Knieschmerz nach VKB-Ersatzplastik mit dem mittleren Patellasehndrittel ausschließlich der Transplantatentnahme zuzuschreiben. Man muss vielmehr davon ausgehen, dass es sich um eine komplexe Fehlentwicklung mit multifaktorieller Genese handelt. Laut der Studie von Rubinstein et al. [Rubinstein 1994] wurde bei der Entnahme des Transplantats von der Gegenseite in keinem Fall postoperativ ein vorderer Knieschmerz beobachtet. Zudem fanden Eriksson et al. [Eriksson 2001] keinen Unterschied in der Ausprägung des vorderen Knieschmerz beim Vergleich von mittleren Patellasehnentransplantaten und Semitendinosustransplantaten. Auch Feller et al. [Feller 2001] bestätigte diese Ergebnisse beim Vergleich von Hamstring und Patellasehnentransplantaten. Neben der Transplantatentnahme sind offensichtlich weitere Faktoren wie das Initialtrauma und die daraus resultierenden Begleitverletzungen sowie von der Transplantatentnahme unabhängige Sekundärveränderungen beispielsweise des Hoffa-Fettkörpers relevant. [Rupp 2002]

4.5.1 Ergebnisse der körperlichen Untersuchung

Die Unzufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis korreliert nach Untersuchungen von Kocher [Kocher 2002] signifikant mit pathologischen Befunden wie Kniegelenksergüssen, Schwellungen, Krepitationen, Schmerzen, glide- und klunk- Phänomenen beim Pivot shift Test, sowie Bewegungseinschränkungen oder Instabilitäten.

Die im Rahmen der körperlichen Untersuchung erhobenen Daten zu Beinachsen, dem Vorhandensein einer allgemeinen Laxität sowie des zum Nachuntersuchungszeitpunkt vorhandenen Kniegelenkserguss, zeigten in unserer Studie eine weitestgehende Vergleichbarkeit der untersuchten Gruppen.

Zu bedenken sind beispielsweise Beinachsenfehlstellungen in der Operationsplanung. Von Imhoff [Imhoff 2004] wurde das gehäufte Auftreten von osteochondralen Läsionen und Osteoarthritis bei jungen Patienten mit varischer Beinachse in Verbindung mit einer chronischen Instabilität beschrieben. Hier sprach man sich für eine Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes in Verbindung mit einer Umstellungsosteotomie aus. Die durch eine Varusfehlstellung bedingte übermäßige Belastung der medialen Gelenkanteile in Verbindung mit einer chronischen Instabilität sieht auch Lobenhoffer [Lobenhoffer 1998] als unbedingtes Kriterium für die Operationsindikation.

Eine allgemeine Laxizität konnte bei jeweils 3 Patienten beider Gruppen diagnostiziert werden. Sie definiert sich in Abgrenzung von dem Begriff der Instabilität bei der Ruptur als Zustand einer definierten anatomischen Struktur, die physiologischerweise auf Grund der Konstitution des Patienten keine Spannung zeigt. [Kocher 2002]

Gerade beim hyperlaxen Morphotyp ergibt sich auf Grund der eingeschränkten Kompensationsfähigkeit des lockeren Binde- und Stützgewebes in Verbindung mit dem Verlust des Zentralpfeilers bei VKB- Ruptur ein erhöhtes Risiko von Sekundärverletzungen. [Lobenhoffer 1993]

Ein Kniegelenkserguss im operierten Kniegelenk als Zeichen einer weiterhin bestehenden Reizung konnte bei einem Patienten der Allograft- und zwei Patienten der Autograftgruppe gefunden werden. Die Ausprägung wurde in allen Fällen als sehr gering bezeichnet.

4.5.1.1 Aufklappbarkeit und Krepitation

Die nach Daniel et al. [Daniel 1990] beurteilte Aufklappbarkeit der Kniegelenke zeigten eine vergleichbare Verteilung zwischen den Gruppen. Eine mediale Aufklappbarkeit wurde bei 4 Patienten der Autograftgruppe und 7 Patienten der Allograftgruppe gefunden. Eine laterale Aufklappbarkeit wiesen 3 Patienten der Autograftgruppe auf. Bei allen Patienten konnte ein Anschlag des medialen und des

lateralen Seitenbandes festgestellt werden. Es konnte keine Korrelation zwischen diesen pathologischen Befunden und stärkeren Schmerzbelastungen ($p=0,731$; T-Test bei unabhängigen Stichproben) oder Einschränkungen in der sportlichen Betätigung ermittelt werden. ($p=0,296$; Chi²-Test nach Pearson)

Krepitation:

Große Bedeutung bei der Beurteilung der Zerstörung von Oberflächen der Gelenkanteile hat die Untersuchung der Krepitation. [Kohn 2000 (I)]

In unserer Studie zeigte sich eine homologe Verteilung dieses Befundes zwischen den Gruppen. Die mit einem Spendertransplantat operierten Patienten wiesen ebenfalls in 46,7% der Fälle retropatellare Krepitationen auf. Zusätzlich wurden in dieser Gruppe zwei Fälle von femoro-tibialen Krepitationen festgestellt. Auch Noyes et al. [Noyes 1984 und 1996] konnten bei der Verwendung von Allografttransplantaten das Auftreten von Krepitationen feststellen.

Es konnte allerdings kein signifikanter Zusammenhang zwischen Krepitationen im Kniegelenk und Schmerzsymptomen oder Bewegungseinschränkungen gefunden werden.

(Krepitationen-Schmerz: $p=0,134$ [T-Test bei unabhängigen Stichproben];

Krepitation-Bewegungseinschränkung $p=0,491$ [Chi²-Test nach Pearson])

4.5.1.2 Transplantatentnahmemorbidity

Bei der Transplantatentnahmemorbidity muss unterschieden werden zwischen dem hauptsächlich kosmetisch zu bewertenden Problem der Narbenbildung im Bereich der Haut und den Defekten, die bei der Entnahme der Knochenblöcke in Tibia und Patella entstehen. Bei keinem der untersuchten Patienten konnten überschießende Narbenbildungen oder Hautdefekte festgestellt werden. Die lediglich die Autograftgruppe betreffenden Entnahmestellen der Knochenblöcke wiesen teilweise eine leichte Druckschmerzhaftigkeit oder ähnliche, von den Patienten lediglich als gering störend empfundene Symptomen auf.

Ernste Probleme wie die in der Literatur beschriebenen Patellafrakturen

[Stein 2002, Viola 1999] oder Verknöcherungen bzw. Rupturen der Patellasehne

[Erdogan 2004] mussten nicht beobachtet werden.

4.5.1.3 Einbeiniger Sprung-Test („One legged hop Test“)

Der von uns durchgeführte Funktionstest „one legged hop Test“ erbrachte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen. ($p=0,595$) Dieser Test wurde in einer Arbeit von Rudolph et al. [Rudolph 2000] beschrieben, der zwei Patientengruppen mit Rupturen des vorderen Kreuzbandes (Copers vs. Non-copers) miteinander verglich. Hier wurde die These vertreten, dass die erreichten Testergebnissen viel stärker von der individuellen Kompensationsfähigkeit der Patienten als von der messbaren Stabilität des Kniegelenks beeinflusst werden.

Auch Sekiya et al [Sekiya 1998] konnten keine Korrelationen zwischen der Laxizität des Bandersatzes und den Sprungergebnissen finden. Es wurde lediglich ein Zusammenhang zwischen Muskelstärke und dem Sprungindex beschrieben.

4.5.1.4 Extension und Flexion

Die im Rahmen der körperlichen Untersuchung erhobenen Daten der Extension und Flexion der operierten Kniegelenke zeigten keine Unterschiede zwischen den beiden Patientenkollektiven. Auch die aus der Differenz des operierten zum Vergleichsknie ermittelten Defizite bei Beugung und Streckung stellten sich als vergleichbar dar. Anders als bei Fu [Fu 1996], der in einer Studie das vermehrte Auftreten eines Streckdefizits bei der Verwendung von Autografttransplantaten (mittleres Patellasehndrittel) im Vergleich zu Allografttransplantaten feststellen konnte, zeigten sich in unserer Untersuchung keine derartigen Unterschiede zwischen beiden Patientengruppen. Insgesamt konnten mit einem durchschnittlichen Streckdefizit von 1° in der Allograftgruppe und sogar 0° in der Vergleichsgruppe erfreulich niedrige Werte ermittelt werden. Ähnlich positiv stellten sich auch die Durchschnittswerte des Beugedefizits im operierten Kniegelenk mit 2° in der Allograft- und $1,67^\circ$ in der Autograftgruppe dar.

4.5.1.5 Lachman Test

Zur klinischen Stabilitätsuntersuchung hat sich in den letzten Jahren gegenüber der Prüfung der vorderen Schublade zunehmend der Lachman-Test durchgesetzt. [Kohn 2000, O`Shea 1996] Abhängig vom Ausmaß der möglichen Translation werden Werte von 3-5 mm als +, Werte von 5-10 mm als ++ und Werte größer 10 mm als +++ klassifiziert. In unserer Untersuchung konnten keine statistisch relevanten Unterschiede in der Gruppenbewertung beim Lachman-Test gefunden werden ($p=0,109$). Bei einem Patienten der Allograftgruppe wurde eine ap-Translation von

größer 10 mm gefunden. Möglicherweise stellt dieser „Ausreißer“ den Grund für den etwas höheren Durchschnittswert in der mit einem Spendertransplantat versorgten Gruppe dar. [Durchschnittswert mit Ausreißer: 1,73, ohne Ausreißer: 1,64]

Alle Patienten wiesen einen festen Anschlag am Endpunkt der ap-Translation im Lachman Test auf.

4.5.1.6 Pivot shift Test

Der von uns nach Vorgaben des IKDC 2000 bewertete Pivot shift Test stellt einen dynamischen anterioren Subluxationstest dar [Bull 1998]. Wir konnten im Rahmen unserer Untersuchung keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen beiden Patientengruppen finden. Es fand sich keine Korrelationen zwischen den als einfach positiv (+) oder zweifach positiv (++) bewerteten Testergebnissen und negativen Beurteilungen bei subjektiver Patientenzufriedenheit oder auch erhöhten Transplantat laxizitäten ($p=0,380$).

Auch Seitz [Seitz 1994] et. al. beobachteten in ihrer Studie bei einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 8,5 Jahren (nach VKB-Plastik mit dem mittleren Patellasehnenendrittel), dass 9 % der untersuchten Patienten ein positives Pivot shift Phänomen aufwiesen.

4.5.1.7 Umfangsmaße

Als weiteres klinisches Kriterium der Einschätzung des Operationserfolgs wurden die Umfangsmaße der Beine an 5 definierten Messpunkten bestimmt. Durch diesen Parameter lassen sich sowohl Weichteilschwellungen als auch der Muskelzuwachs beurteilen. Zur Einschätzung der Werte wurden die Daten des operierten in Relation zum gesunden Vergleichsknie gesetzt. Prinzipiell ist sowohl nach der Ruptur wie auch nach der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes und der anschließenden individuell langen Immobilisationsphase mit einer Atrophie der umgebenden Muskulatur zu rechnen [Freiwald 1992].

In unserer Studie konnten keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen der Allograft- und der Autograftgruppe in Bezug auf die durchschnittlichen Umfangsmaße des operierten Beins gefunden werden.

Bei der Betrachtung der Differenzen der Umfangsmaße zeigte sich, dass beide Patientengruppen einen geringfügig größeren Durchmesser 20 cm oberhalb des Gelenkspaltes am nicht- operierten Kniegelenk im Verhältnis zum operierten

aufwiesen. Erklären lässt sich dieser Befund durch die geringere Muskelmasse am operierten Bein. Dies weist auf eine weiterhin bestehende leichte Schonung des operierten Kniegelenks hin. Laut Studien von Börnert sind in diesem Bereich der M. rectus femoris und der M. intermedius für die Umfangsmessungen entscheidend [Börnert 1994].

Im Bereich des Kniegelenks konnte in beiden Gruppen ein minimal höherer Durchschnittsumfang des operierten Kniegelenks gefunden werden. Mit einem weiterhin bestehenden, durchschnittlich sehr gering ausgeprägten Reizerguss des verletzten Kniegelenks können diese Ergebnisse erklärt werden. Signifikante Unterschiede zwischen den Patientengruppen fanden sich nicht.

Im Bereich des Messpunktes 20 cm unterhalb des Gelenkspaltes konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Patientenkollektiven festgestellt werden ($p=0,032$). Auch dieser Parameter ist hinweisend für ein weiterhin bestehendes muskuläres Defizit. Die Allograftgruppe wies in diesem Untersuchungsparameter einen geringfügig höheren Durchmesser des nicht-operierten im Vergleich zum operierten Kniegelenk auf. In der Vergleichsgruppe konnte durchschnittlich ein höherer Durchmesser des operierten im Verhältnis zum nicht operierten Kniegelenk gefunden werden.

An den zwei folgenden Messpunkten wurden geringfügig höhere Durchmesser der nicht-operierten Beine im Vergleich zu den operierten gefunden. Zwischen den Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied. Die beiden Parameter des maximalen Unterschenkelumfangs sowie des Fesselumfangs können Hinweise auf muskuläre Defizite sowie Störungen im Lymphabfluss geben.

4.5.2 Stabilitätsuntersuchung mit dem KT 1000

In Studien konnte gezeigt werden, dass es im Rahmen des postoperativen Einheilungs- und Regenerationsprozess in den unterschiedlichen Autografttransplantattypen ähnliche Umbauprozesse stattfinden. [Falconiero 1998, Jung 1997, Scranton 1998] Laut Rougraff benötigt die Einheilung von Patellasehnen Autografts bis zu 3 Jahren, wobei sich einem schnellen Umbau während der ersten 10 Monate eine langsame Reifungsphase von bis zu 2 Jahren anschließt. Die Transplantate erscheinen nach diesem Zeitraum in Zellmuster, Gefäßversorgung und Kollagenausrichtung ähnlich, aber nicht gleich dem Original. [Rougraff 1993]

Laut den Studien von Shino et al [Shino 1988], die auch von Malinin [Malinin 2002] bestätigt werden, dauert der Umbauprozess bei Allografttransplantaten ebenfalls zwischen 18 Monaten und 2 Jahren.

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich der Einheilungsprozess der Transplantate der beiden untersuchten Gruppen in einem noch nicht vollständigen, aber bereits für Bewertung der Festigkeit repräsentativen Stadium befand.

Die Messungen der Laxität der Transplantate mit dem KT 1000 stellt eine der am häufigsten in der Literatur beschriebenen Beurteilungsformen des Erfolgs der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes dar. [Harter 1989, Kuechle 2002, Malcolm 1985, Malinin 2002, Miller 2001, Noyes 1984 und 1996, O'Neill 1996, Petersen 1999, Saddemi 1993, Sherman 1987]

In unserer Studie konnten in Bezug auf die Transplantatelongation keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Transplantattypen gefunden werden. Sowohl in den Werten der durchschnittlichen Transplantatelongation als auch in den Differenzwerten zwischen den Kniegelenken konnte eine weitestgehende Vergleichbarkeit der Ergebnisse festgestellt werden. Als pathologisch zu wertende Differenzen der untersuchten Kniegelenke von größer 3mm [Kohn 2000] mussten in den Durchschnittswerten der Gruppen nicht festgestellt werden.

Die in der Literatur beschriebene Zunahme der anteroposterioren Laxität sowohl von Autograft- [Beynon 2005] als auch von Allografttransplantaten [Jackson 1993, Peterson 2001] konnte nicht nachvollzogen werden. Beispielweise berichtet Gorschewski [Gorschewski 2002] über eine vermehrte Transplantatelongation bei Verwendung von Tutoplast -Transplantaten. Hier wird ein Zusammenhang zwischen einer höheren sportlichen Aktivität und der Elongation von Spendertransplantaten gesehen. Zu berücksichtigen ist, dass es sich in diesem Fall um lösungsmittelkonservierte und gammasterilisierte Transplantate handelt. Dieser Unterschied im Allograft macht einen Vergleich der Ergebnisse mit unseren schwierig.

Die mit dem KT 1000 erhobenen Daten lassen allerdings bei genauerer Betrachtung auf ein uneinheitliches Dehnungsverhalten von Eigen- und Fremdtransplantat schließen.

In den Durchschnittswerten der Transplantatelongationen unter ansteigender Zugbelastung lässt sich der unterschiedliche E-Mode der beiden Transplantattypen erkennen. Die in unserer Studie untersuchten Allografttransplantate wiesen bei einer Zugkraft zwischen 89 und 133,5 Newton eine höhere Laxität, aber unter der maximalen Belastung eine geringere Dehnbarkeit im Vergleich zu den Autografttransplantaten auf.

Noch deutlicher erkennbar wird das unterschiedliche Elongationsverhalten in den Differenzwerten von operiertem zum Vergleichsknie.

Hier zeigte sich sehr anschaulich die größere Laxität im mittleren Messbereich hin zu einer deutlich geringeren Dehnbarkeit im Bereich der maximalen Belastung. Die Differenzen zwischen den Gruppen bewegen sich allerdings auf einem derart niedrigen Zahlenniveau, dass zum 5% Signifikanzniveau keine statistisch signifikanten Unterschiede gegeben sind. Dies korreliert auch mit den subjektiven Empfindungen der Patienten, da die mit einem Allograft operierten Patienten nicht signifikant häufiger über Instabilitäten oder Unsicherheiten berichteten.

Vergis et al. [Vergis 1998] untersuchten die Unterschiede zwischen statischer und dynamischer Ap-Translation anhand von Patienten mit einer Ruptur an einem der beiden vorderen Kreuzbänder und einer gesunden Vergleichsgruppe. Die Ergebnisse zeigten, dass die verletzten Kniegelenke bei der statischen Testung im Vergleich sowohl zu den Referenzknien als auch zu den Kniegelenken der gesunden Kontrollgruppe eine signifikant höhere Ap-Translation aufweisen. Bemerkenswert ist allerdings, dass sich die Differenz zwischen verletztem und Vergleichsknie eines Patienten in der dynamischen Untersuchung egalisierte. Beide Kniegelenke zeigten hier ähnliche Laxitäten. Es wurde die abschließende These vertreten, dass auch das gesunde Kniegelenk nach Verletzungen der Gegenseite mechanische Veränderungen und somit die Gesamtsituation verbessernde Anpassungen erlebt. [Vergis 1998, Wexler 1998]

4.6 Röntgenbefunde

4.6.1 Gonarthrose

Die Arthrosebefunde stellen ein wichtiges Kriterium für die Befundung des Kniegelenkes dar. Laut Studien von Gillquist et al. haben Patienten mit einer Ruptur

des vorderen Kreuzbandes ein 10fach höheres Risiko für die Entwicklung einer Arthrose des Kniegelenks. Hier wird allerdings auf das oft langsame und oft nicht von klinischen Symptomen begleitete Fortschreiten der Arthrose hingewiesen. [Gillquist 1999]. Der von Eberhardt [Eberhardt 2004] in diesem Zusammenhang beschriebene Zusammenhang zwischen einer gesteigerten anterior-posterioren Translation im Verhältnis zum Vergleichsknie und der beschleunigten Progression der Osteoarthrose konnte nicht beobachtet werden. In unserer Studie wurden sowohl die Vorbefunde der Kniegelenke als auch der Zustand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bewertet. Es konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede in Bezug auf das Auftreten oder die Entwicklung von Retropatella- und Gonarthrosezeichen zwischen beiden Patientengruppen gefunden werden. Insgesamt konnten Veränderungen im Grad der Gonarthrose bei lediglich 6,7% der Allograftpatienten und 13,3% der Autograftpatienten beobachtet werden.

Die von Shino [Shino 1993] mittels second-look Arthroskopie nachgewiesene Verschlechterung der Arthrosezeichen im Femoro-Patellargelenk bei 93 von 187 Kniegelenken nach vorderer Kreuzbandplastik mit dem mittleren Patellasehndrittel wurde in dieser Studie nicht beobachtet. Radiologisch konnte bei 20 % der Patienten der Autograftgruppe und bei 6,7 % der Patienten der Allograftgruppe eine Steigerung der Retropatellararthrose gefunden werden. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Patientengruppen ließen sich nicht nachweisen.

4.6.2 Patella

Auch in der Stellung der Patella konnten keine signifikanten Unterschiede zum 5% Signifikanzniveau gefunden werden. Es wurde lediglich ein Fall einer Patella baja in der Gruppe gefunden, die mit dem eigenen mittleren Patellasehndrittel versorgt worden war. Von Dandy [Dandy 1994] wird die Verkürzung der Patellasehne um mehr als 10% nach der Entnahme des mittleren Drittels als ein Grund für das Auftreten eines postoperativen Schmerzsyndroms im Bereich der Patella gesehen. Wie in dieser Vergleichsstudie wurde auch in unserem Fall die Patellasehnen nach der Transplantatentnahme mit einer Naht verschlossen. Noyes [Noyes 1984] spricht sich für eine intensive krankengymnastische Mobilisation zur Vermeidung der Entwicklung einer Patella baja aus. Auch von Breitfuss et al. wird dieses Problem diskutiert. [Breitfuss 1996] Seine Studie kommt zu dem Ergebnis, dass man bei der Transplantatwahl sehr genau darauf achten sollte, ob ein Patient im Rahmen seiner

Arbeit spezielle Anforderungen wie die Einnahme einer knienden Position erfüllen muss. In diesem Fall sollte von dem mittleren Patellasehndrittel als Ersatz des vorderen Kreuzbandes abgesehen werden.

Im Gegensatz zu der Autograftgruppe fanden sich bei den Patienten, die mit einem Spendertransplantat versorgt worden waren, zwei Fälle einer Patella alta.

4.6.3. Tunnelwidening

Das Phänomen der knöchernen Tunnelaufweitung (Bone-tunnel-enlargement) findet in den letzten Jahren immer stärkeres Interesse. Die radiologisch nachzuweisenden Veränderungen können bei fast allen verwendeten Implantaten und Fixationsformen nachgewiesen werden. [Höher 1998, Zijla 2000]

Es werden verschiedene Pathomechanismen ursächlich diskutiert:

1. unspezifische Entzündungsreaktionen
2. Fremdkörperimmunantwort
3. toxische Zellnekrosen z.B. durch die implantierten Metalle, Nahtmaterialien oder in diesem speziellen Fall chemische Rückstände in den Allografttransplantaten.
4. Hitzeschäden durch das Bohren
5. Mikrobewegungen des Implantats im Tunnel

In der hier vorliegenden Studie zeigten sich bei jeweils 26,7% der Patienten beider Gruppen messbare Erweiterungen des femoralen Bohrkanals. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieses Phänomen unabhängig von der Transplantatwahl auftrat.

Erweiterungen des tibialen Bohrkanals wurde bei 40% der Allograft- und 53,3% der Autograftgruppe gefunden. Laut Hogervorst steht die Länge des Transplantats im Bohrkanal in signifikantem Zusammenhang zu der Ausprägung und Progredienz der Kanalveränderung. Bei einer Länge von über 14 mm im tibialen Tunnel konnte szintigraphisch eine deutliche Vermehrung der umgebenden Knochenaktivität bestimmt werden. [Hogervorst 2000]

Es muss allerdings erwähnt werden, dass zwischen dem Phänomen der Tunnelerweiterung und der letztendlichen Einheilung des Transplantats sowie der Stabilität des Kniegelenkes kein Zusammenhang zu bestehen scheint. [Harris 2002, Peyrache 1996]

4.6.4 Tilt-Winkel

Auch die Verlagerung und Verkippung der Patella (shift and tilt) in ihrem Geleitleger stellt ein immer häufiger diskutiertes Problem in der Chirurgie des vorderen Kreuzbandes dar. Die nach Laurin [Laurin 1978] bestimmten Werte der Verkippung der Patella sollten bei 15-20° Beugung laut Gerber [Gerber 1998] 15° nicht übersteigen. Die aus dem Tilt-Effekt resultierenden Probleme wurden hier anhand von Knieendoprothesen untersucht. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem Tilt >15° und einer peripatellaren Schmerzsymptomatik gesehen. Tyler [Tyler 2002] konnte in seiner Studie zeigen, dass Patienten mit einer Patellasehnentendinitis einen abnormalen Tilt-Winkel in der Sagittalebene aufwiesen. In der hier vorliegenden Untersuchung konnten bei je einem Patienten der untersuchten Gruppen Werte von 16° der Verkippung bestimmt werden. Bei einem Patienten der Allograftgruppe fand sich ein Tiltwinkel von 17°. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Verkippung und einer gesteigerten Schmerzsymptomatik konnte nicht gefunden werden.

[p(Allograft): 0,055;p(Autograft):0,823].

4.7 Schlussfolgerung

Bei der Verwendung der in dieser Studie untersuchten Allografttransplantate zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes kam es im postoperativen Verlauf zu keinerlei ernstesten, transplantatbedingten Komplikationen. Transplantatrupturen, Infektionsübertragungen vom Spender zum Empfänger oder sonstige auf ein Therapieversagen hindeutende Befunde wurden nicht beobachtet.

Beide hier untersuchten Transplantattypen erreichten auf hohem Niveau vergleichbare Ergebnisse in Bezug auf die Gesamtfunktionalität der operierten Kniegelenke.

Die Nachuntersuchungsergebnisse der subjektiven Patientenzufriedenheit, Transplantatfestigkeit sowie der zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bestehenden Symptome von Krankheitswert geben Anlass zu einer positiven Bewertung der Operationsergebnisse.

Es konnte eine weitestgehende Vergleichbarkeit beider Transplantatformen festgestellt werden.

In einer detaillierten Analyse der erhobenen Daten kann man die Vorteile des Spendertransplantats erkennen: Durch den Wegfall der Transplantatentnahme kommt es zu einer Minderung des Operationstraumas. Diese Tatsache spiegelt sich in unserer Arbeit in den Punkten der perioperativen Schmerzbelastung sowie in der Arbeitsunfähigkeit wieder.

Auch die für bestimmte Berufsgruppen sehr problematischen Begleiteffekte der Verwendung von Autografttransplantaten wie die Schmerzhaftigkeit beim Knien treten bei Spendertransplantaten nicht auf.

Auf der anderen Seite ist die etwas größere Laxität der Spendertransplantate sowie das nicht zu vernachlässigende Kriterium der Kosten zu beachten.

Auf Grund der von uns erhobenen Daten stellt die Verwendung von B-PT-B Allografttransplantaten, die im BioCleanse™ Prozess gewonnen werden, eine sinnvolle Erweiterung der operativen Möglichkeiten dar. Allerdings muss gerade beim primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes der Einsatz dieser Transplantatform in Bezug auf die einzelnen Patienten differenziert gesehen werden.

Das Transplantat bietet eindeutige Vorteile für eine Klientel, welche sich bei etablierteren finanziellen Rahmenbedingungen in Verbindung mit restringierten zeitlichen Möglichkeiten einen möglichst geringen Zeitaufwand der Operation wünscht.

Auch für Patienten, die im Rahmen ihrer Arbeit häufig kniende Positionen einzunehmen haben, kann das Umgehen der Transplantatentnahme günstige Auswirkungen auf das letztendliche Outcome haben.

Es sollte allerdings immer die Gefahr einer Infektionsübertragung in die Entscheidung bei der Transplantatwahl mit einbezogen werden.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse befürworten wir die Verwendung der im Rahmen dieser Studie untersuchten Allografttransplantate. Unter Berücksichtigung einer sehr restriktiv gestellten Indikation ergeben sich für bestimmte Patientengruppen eindeutige Vorteile. Für die überwiegende Anzahl der Patienten sollte mit Blick auf die Risiken und die momentane Rechtslage das eigene mittlere Patellasehndrittel das Mittel der Wahl beim primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes bleiben.

5. Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Studie wurden die Langzeitergebnisse nach primärer operativer Therapie der Ruptur des vorderen Kreuzbandes unter Verwendung zweier Transplantattypen mit einander verglichen.

Ziel der Studie war es, anhand der Nachuntersuchungsergebnisse Aussagen machen zu können, ob die mit einem Spendertransplantat (mittleres Patellasehndrittel, fresh frozen, plasmagereinigt) erreichbaren Ergebnisse vergleichbar sind mit den als goldener Standard geltenden Ergebnissen des mittleren Patellasehndrittel Autograft.

15 Patienten, die sich dem primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit einem Allografttransplantat unterzogen hatten, wurden mit den in der Operationsfolge zeitlich unmittelbar folgenden, aber mit dem eigenen, ipsilateralen mittleren Patellasehndrittel operierten Patienten zu Vergleichspaaren (matched-pairs) zusammengefasst.

Die Nachuntersuchung beinhaltete neben der Anamnese klinische Tests der Stabilität und des Bewegungsumfangs sowohl des operierten Kniegelenks als auch der Gegenseite. Diese differenzierte Datenerhebung umfasste die Kriterien des IKDC 2000, der Tegner- und der Lysholm-Skala, eine Stabilitätsmessung mit dem KT 1000 und eine radiologische Befundung.

In der Stabilitätsuntersuchung fand sich sowohl in der klinischen als auch bei der Untersuchung mit dem KT1000 eine weitestgehende Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Transplantatformen.

Auch die Röntgenuntersuchung und die Auswertung der mit dem IKDC 2000 erhobenen Daten, der Tegner- und Lysholmskala zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

Statistisch relevante Unterschiede konnten für die Untersuchungsparameter der perioperativen Schmerzbelastung, für die Dauer der Arbeitsunfähigkeit, die Schmerzbelastung beim Knien auf der operierten Seite und natürlich die Transplantatentnahmemorbidität gefunden werden.

Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse konnte die Vergleichbarkeit der beiden untersuchten Transplantatformen in den medizinisch/technisch relevanten Gesichtspunkten gezeigt werden.

Vorteile des Spendertransplantats zeigten sich überwiegend in Untersuchungsparametern, die den Bereich der durch die Transplantatentnahme hervorgerufenen Kollateralschäden, bewerten.

Im Rahmen dieser Studie konnten wir die Vorteile, die ein Umgehen der Transplantatentnahme bietet, darstellen. In Relation gesetzt mit den Nachteilen des Risikos einer Gewebstransplantation und den deutlich höher anzusetzenden Transplantatkosten ist die Indikation für ein Allografttransplantat sehr restriktiv zu stellen.

Es bleibt abschließend der Entscheidung des Operateurs und des Patienten überlassen, die hier dokumentierten Vorteile der umgangenen Transplantatentnahme mit den Risiken, die ein Fremdtransplantat birgt, abzuwägen und eine individuelle Entscheidung zu treffen.

6. Literaturverzeichnis

1. ANDERSSON, C.; ODENSTEN, M.; GOOD, L.; and GILLQUIST, J. (1989):
Surgical or non-surgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament. A randomized study with long-term follow-up.
J Bone Joint Surg [Am], Aug 1989; 71: 965 - 974.
2. ARNOCZKY, S. P.; WARREN, R. F.; and ASHLOCK, M. A. (1986):
Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft. An experimental study.
J Bone Joint Surg [Am], Mar 1986; 68: 376 - 385
3. ASANO H., MUNETA T., SHINOMIYKA K. (2002):
Evaluation of clinical factors affecting knee pain after anterior cruciate ligament reconstruction.
J Knee Surg.:2002 Winter; 15(1): 23-8
4. ASSELMEIER M.A., CASPARI R.B., BOTTENFIELD S. (1993):
A review of allograft processing and sterilisation techniques and their role in transmission of human immunodeficiency virus.
AM J Sports Med 1993; 21(2):170-175;
5. ATTMANSPACHER W., DITTRICH V., STEDTFELD H.W. (1999):
Mittelfristige Ergebnisse nach erneutem Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit dem mittleren Patellarsehndrittel.
Arthroskopie 1999; 12:198-203
6. BACH B.R., WARREN R.F., FLYNN W.M., KROLL M., WICKIEWIECZ T.L. (1990):
Arthrometric evaluation of knees that have a torn anterior cruciate ligament.
J Bone Joint Surg. [Am], Oct 1990; 72: 1299 - 1306.
7. BAMBERG, G., BAUR F. (1998):
Statistik
Oldenbourg 1998; ISBN 3-486-24748-4
8. BARBER F.A., McGUIRE D.A., JOHNSON D.H. (2003):
Should allografts be used for routine anterior cruciate ligament reconstructions?
Arthroscopy 2003; 19(4):421-425
9. BARTLETT R., CLATWORTHY M.G., NGUYEN T.N. (2001):
Graft selection in reconstruction of the anterior cruciate ligament.
J Bone Joint Surg [Br], Jul 2001; 83-B: 625 - 634.
10. BATTLE W. (1900):
A case after open sectionn of the knee joint for irreducible traumatic dislocation.
Clin Soc London Trans:1900; 33:232
11. BECKER R., RÖPKE M., NEBELUNG W. (2002):
Anterior cruciate ligament reconstruction- graft options and fixation techniques.
Zentralbl Chir.:2002 Oct;127(10):842-9
12. BENEDETTO K.P. (1992):
Internationaler Knieuntersuchungsbogen.
Mitteilungen der Deutschsprachigen Gesellschaft für Arthroskopie: 1992; (AGA), Nr. 4

13. BERBIG R., RILLMANN P. (2000):
Timing of the surgery of rupture of the anterior cruciate ligament. Effects of acute or delayed surgery on arthrofibrosis rate and work disability.
Unfallchirurg: 2000; 103(9):726-730
14. BEYNNON B.D., JOHNSON R.J., ABATE J.A., NICHOLS C.E., FLEMING B.C., POOLE A.R., ROOS H. (2005):
Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals.
AM J Sports Med.: 2005; Mar.; 33(3): 347-359
15. BLYTH M.J., GOSAL H.S., PEAKE W.M., BARLETT R.J. (2003):
Anterior cruciate ligament reconstruction in patients over the age of 50 years: 2- to 8-year follow up.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.:2003; (4): 204-211
16. BÖRNERT K., FRÖHNER G. (1994):
Die sonographische Diagnostik bei Störungen des neuromuskulären Systems Kniegelenk nach Kreuzbandverletzungen;
Akt. Traumatol.: 1994; 24: 232-238
17. BOHNSACK M., RUHMANN O., LUCK K., WIRTH C.J. (2002):
The influence of age on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction.
Z Orthop.: 2002; 140(2): 194-198
18. BONNET A. (1845):
Traité des maladies des articulations.
Baillière, Paris: 1845
19. BRAND J., WEILER A., CABORN D., BROWN C., JOHNSON D. (2000):
Current concepts : Graft fixation in cruciate ligament surgery.
AM J Sports Med.: 2000; 28: 761- 774
20. BREITFUSS H., FRÖHLICH R., POVACZ P., RESCH H., WICKER A. (1996):
The tendon defect after anterior cruciate ligament reconstruction using the midthird patellar tendon - a problem for the patellofemoral joint?
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.:1996; 3(4):194-198
21. BRÜCKNER H. (1966):
Eine neue Methode der Kreuzbandplastik
Chirurg: 1966; 37:413-414
22. BULL A.M.J., AMIS A.A. (1998):
The pivot-shift phenomenon: a clinical and biomechanical perspective.
The Knee: 1998; 5:141-158
23. BUSH- JOSEPH C.A., HURWITZ D.E., PATEL R.R., BAHRANI Y., GARRETSON R., BACH B.R., ANDRIACCHI T.P. (2001):
Dynamic function after anterior cruciate ligament reconstruction with autologous patellar tendon.
AM J Sports Med: 2001; 29(1): 36-41
24. CANNON W.D. Jr., VITTORI J.M. (1991):
The role of arthroscopic debridement after anterior cruciate ligament reconstruction.
Arthroscopy: 1991; 7(4): 344-349

25. CHANG S.K.Y., EGAMI D.K., SHAIEB M.D., KAN D.M., RICHARDSON A.B. (2003): Anterior cruciate ligament reconstruction: Allograft versus autograft. Arthroscopy: 2003 May-June; 19(5):453-62
26. CLANCY W.G., RAY M., ZOLTAN D.J. (1988): Acute tears of the anterior cruciate ligament. Surgical versus conservative treatment. J Bone and Joint Surg [Am] 1988; Vol 70-A, Issue 10 :1483-1488
27. CONRAD E.U., GRETCH D.R., OBERMEYER K.R., MOOGK M.S., SAYERS M., WILSON J.J., STRONG D.M. (1995): Transmission of the hepatitis-C virus by tissue transplantation. J Bone Joint Surg [Am], Feb 1995; 77: 214 - 224.
28. CORDREY L.J., McCORKLE H., HILTON E. (1963): A comparative study of fresh autogenous and preserved homogenous tendon grafts in rabbits. J Bone Joint Surg [Br], 1963, 45-B (1): 182-195.
29. DAHLSTEDT L., DALEN N., JONSSON U. (1990): Goretex prosthetic ligament vs Kennedy ligament augmentation device in anterior cruciate ligament reconstruction. Acta Orthop Scand: 1990; 61:217-224
30. DAMBORG F., NISSEN N., KUUR E. (2002): Reconstruction of the anterior cruciate ligament in patients over 40 years of age. Ugeskr Laeger: 2002; 164(9): 1217-1220
31. DANDY D.J., DESAI S.S. (1994): Patellar tendon length after anterior cruciate ligament reconstruction. J Bone Joint Surg [Br] 1994;76-B (2): 198-199.
32. DANIEL D.M., MALCOLM L.L., LOSSE G., STONE M.L., SACHS R., BURKS R. (1985): Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. J Bone Joint Surg [Am], Jun 1985; 67: 720 - 726.
33. DANIEL D.M., STONE M.L., DOBSON B.E., FITHIAN D.C., ROSSMAN D.J., KAUFMAN K.R. (1994): The fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. AM J Sports Med:1994; 22: 5
34. DANIEL D.M., AKESON W.H., O'CONNOR R.L. (1990): Knee ligaments: Structure, function, injury and repair. Complications of Knee Surgery 1990; Raven Press, New York; 505-520
35. DEBRUNNER A.M. (2002): Orthopädie; Orthopädische Chirurgie Verlag Hans Huber 2002: 4. Auflage
36. DEEHAN D.J., SALMON L.J., WEBB V.J., DAVIES A., PINCZEWSKI L.A. (2000): Endoscopic reconstruction of anterior cruciate ligament with an ipsilateral patella tendon autograft. A prospective longitudinal 5-year study. J Bone Joint Surg [Br] 2000 : 82-B (7): 984-991.
37. DE HAVEN K.E., COSGAREA A.J., SEBASTIANELLI W.J. (2003):

Arthrofibrosis of the knee following ligament surgery.
Instr Course Lect.: 2003; 52:369-381

38. DENTI M., AROSIO A., MONTELEONE M., PERETTI G. (1990):
Preliminary assessment of anterior cruciate ligament reconstruction with Leeds-Keio artificial Ligament.

Am J Knee Surg: 1990; 3:181-186

39. DE ROECK N.D., LANG-STEVENSON A. (2003):
Meniscal tears sustained awaiting anterior cruciate ligament reconstruction.

Injury: 2003; 34 (5): 343-345

40. DYE S.F. (1996):
The future of the anterior cruciate ligament restoration.

Clin Orthop Relat Res. :1996; N 325: 130-139

41. EASTLACK M.E., AXE M.J., SNYDER-MACKLER L. (1999):
Laxity, instability, and functional outcome after ACL injury: copers versus noncopers

Medicine&Science in Sports&Exercise 1999; Vol. 31(2):210-215

42. EBERHARDT C., BÖHME T., KURTH A.H., JÄGER A. (2004):
Langzeitergebnisse nach primärem Bandersatz des vorderen Kreuzbandes mit dem mittleren Patellasehndrittel.

Akt Traumatol: 2004; 34: 207-212

43. EBERHARDT C., JÄGER A., SCHWETLICK G., RAUSCHMANN M.A. (2002):
History of surgery of the anterior cruciate ligament

Orthopäde: 2002 Aug; 31(8):702-9

44. ENGSTORM B., WREDMARK T., WESTBLAD P. (1993):
Patellar tendon or Leeds-Keio graft in the surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures. Intermediate results.

Clin Orthop Relat Res. 1993: Oct (295): 190-7

45. ERDOGAN F., AYDINGOZ O., KESMEZACAR H., ERGINER R. (2004):
Calcification of the patellar tendon after ACL reconstruction. A case report with long term follow up.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 2004; 12(4): 277-279

46. ERIKSSON K., HAMBERG P., LOFGREN A.C., BREDENBERG M., WESTMAN I., WREDMARK T. (2001):
A prospective and randomized comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of anterior cruciate ligament.

J Bone Joint Surg [Br] 2001; 83-B: 348-354

47. FALCONIERO R.P., DiSTEFANO V.J., COOK T.M. (1998):
Revascularisation and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans.

Arthroscopy 1998; 14(2): 197-205

48. FEAGIN J.A. Jr., CURL W.W. (1976):
Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow-up study.

AM J Sports Med: 1976 May-June; 4(3):95-100

49. FEAGIN J.A., WILLS R.P., LAMPERT K.L., MOTT H.W., CUNNINGHAM R.R. (1997):

Anterior cruciate ligament reconstruction. Bone-patella tendon-bone versus semitendinosus anatomic reconstruction.

Clin Orthop Relat Res.: 1997; 341:69-72

50. FELLER J.A., WEBSTER K.E., GAVIN B. (2001):

Early postoperative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patella tendon versus hamstring graft.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 2001; 9:260-266

51. FINK C., HOSER C., BENEDTTO K.P., HACKL W., GABL M. (1996):

Langzeitergebnisse nach konservativer oder operativer Therapie der vorderen Kreuzbandruptur.

Unfallchirurg:1996; 99: 964-969

52. FRANK C.B., JACKSON D.W. (1997):

Current Concepts Review - The Science of Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament J. Bone Joint Surg [Am], Oct 1997; 79: 1556 - 76.

53. FREIWALD J. (1992):

Veränderungen von Umfangsmassen, isometrischen und isokinetischen Kraftwerten nach Schädigung des Kniegelenks unter besonderer Berücksichtigung neurophysiologischer Ursachen.

Diss. Dortmund: 1992;

54. FUCHS R., WHEATLEY W., URIBE J.W., HECHTMANN K.S., ZVIJAC J.E.,

SCHURHOFF M.R. (2002):

Intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon allograft in the skeletally immature patient.

Arthroscopy: 2002 Oct; 18(8):824-8

55. FU F.H., SCHULTE K.R. (1996):

Anterior cruciate ligament surgery 1996. State of the art ?

Clin Orthop Relat Res 1996; N 325: 19-24

56. FU F.H. (1995):

Arthroskopie allograft anterior cruciate ligament reconstruction.

Operativ techniques in Sports Med.: 1995; 3-3:148-156

57. FU F.H., DANIEL D., GILLQUIST J. (1990):

Management of anterior cruciate ligament injuries.

Contemp Orthop.: 1990; 21:393-424

58. GERBER B. E., MAENZA F. (1998):

Shift and Tilt of the bony patella in total knee replacement.

Orthopäde: 1998 Sept; 27(9):629-636

59. GIBBONS M.J., BUTLER D.L., GROOD E.S., BYLSKI-AUSTROW D.I., LEVY M.S., NOYES F.R. (1991):

Effect of gamma irradiation on the initial mechanical material properties of goat bone-patella-bone allografts.

Clin Orthop Relat Res 1991; 9:209-218

60. GILLQUIST J. (1993):

Kreuzbandprothesen: Techniken, Ergebnisse und Perspektiven.

Orthopädie: 1993; 22:381-385

61. GILLQUIST J., MESSNER K. (1999):
Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of gonarthrosis.
Sports Med.: 1999; 27(3): 143-156
62. GOETJES H. (1913):
Über Verletzungen der Ligamenta cruciata des Kniegelenks.
Dtsch Z Chir.: 1913; 123: 221-289
63. GOLLEHON D.L., TORZILLI P.A., WARREN R.F. (1987):
The role of the posterolateral and cruciate ligaments in the stability of the human knee. A biomechanical study.
J Bone Joint Surg [Am], Feb 1987; 69: 233 - 242
64. GORSCHESKI O., BROWA A., VOGEL U., STAUFFER E. (2002):
Clinico-histologic comparison of allogenic and autologous bone-tendon-bone using one-third of the patellar tendon in reconstruction of the anterior cruciate ligament.
Unfallchirurg: 2002 Aug; 105(8):703-14
65. GRAF B., UHR F. (1988):
Complications of intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction.
Clin. Sports Med.: 1988; Oct; 7(4): 835-848
66. HARNER C.D., IRRGANG J.J., PAUL J., DEARWATER S., FU F.H. (1992):
Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction.
AM J Sports Med:1992; 20:499-506
67. HARNER C.D., MARKS P.H., FU F.H., IRRGANG J.J., SILBY M.B., MENGATO R. (1994):
Anterior cruciate ligament reconstruction; endoscopic versus two-incision technique.
Arthroscopy: 1994; Oct; 10(5):502-512
68. HARNER C.D., OLSON E., IRRGANG J.J., SILVERSTEIN S., FU F.H., SILBEY M. (1996) :
Allograft versus Autograft in anterior cruciate ligament reconstruction.
3-to 5- year outcome.
Clin Orthop Relat Res 1996; N 324: 134- 144
69. HARRIS N.L., INDELICATO P.A., BLOOMBERG M.S., MEISTER K., WHEELER D.L. (2002):
Radiographic and histologic analysis of the tibial tunnel after allograft anterior cruciate ligament reconstruction in goats.
AM J Sports Med: 2002 May-Jun; 30(3):368-73
70. HARTER R.A., OSTERNIG L.R., SINGER K.M. (1989):
Instrumented Lachman tests for the evaluation of anterior laxity after reconstruction of the anterior cruciate ligament.
J Bone Joint Surg [Am], Aug 1989; 71: 975 - 983.
71. HEFTI F., MÜLLER W., JAKOB R.P., STAUBLI H.U. (1993):
Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 1993; 1(3-4):226-234
72. HERZ M. (1906):
Die chirurgische Behandlung paralytischer Schlottergelenke- Seidenligament oder Arthrodesen?
Münch Med Wochenschrift: 1906; 51:2527-2529

73. HÖHER J., BACH T., KLEIN J., NEUGEBAUER E., TILING T. (1994):
Wissenschaftliche Kriterien zur Beurteilung von Nachuntersuchungen nach vorderer Kreuzbandoperation.
Arthroskopie 1994; 7:208-214
74. HÖHER J., MÖLLER H.D., FU F.H. (1998):
Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction?
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.:1998;6(4):231-40
75. HÖHER J., TILING T. (2000):
Differential transplant selection in cruciate ligament surgery.
Chirurg 2000 Sept.; 71(9):1045-54
76. HÖHER J., MUSTER A., KLEIN J., EYPASCH E., TILING T. (1995):
Validation and application of a subjective knee questionnaire.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 1995; 3(1): 26-33
77. HÖLZEL P. (1917):
Fall von Zerreißung beider Kreuzbänder des linken Kniegelenks, geheilt durch Ersatz aus dem luxierten äußeren Meniskus.
Münch Med Wochenschrift: 1917; 28:928-929
78. HOGERVORST T., VAN DER HART C.P., PELS RIJCKEN T.H., TACONIS W.K. (2000):
Abnormal bone scans of the tibial tunnel 2 years after patella ligament anterior cruciate ligament reconstruction: correlation with tunnel enlargement and tibial graft length.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 2000; Dez., VOL. 8 (6): 322-328
79. HUNTER R.E., MASTRANGELO J., FREEMAN J.R., PURNELL M.L., JONES R.H. (1996):
The impact of surgical timing on postoperative motion and stability following anterior cruciate ligament surgery.
Arthroscopy: 1996 Dec; 12(6):667-674
80. IMHOFF A.B., LINKE R.D., AGNESKIRCHNER J. (2004):
Corrective osteotomy in primary varus, double varus and triple varus knee instability with cruciate ligament replacement.
Orthopäde: 2004; 33(2): 201-207
81. INDELICATO P.A., BITTAR E.S., PREVOT T.J., WOODS G.A., BRANCH T.P., HUEGEL M. (1990):
Clinical comparison of freeze-dried and fresh frozen patellar tendon allografts for anterior cruciate ligament reconstruction of the knee.
AM J Sports Med: 1990 Juli-Aug; 18(4):335-42
82. INDELICATO P.A., LINTON R.C., HUEGEL M. (1992):
The results of fresh-frozen patellar tendon allografts for chronic anterior cruciate ligament deficiency of the knee.
AM J Sports Med: 1992; 20:118-121
83. INSALL J.N., DORR L.D., SCOTT R., SCOTT W.N. (1989):
Rational of the knee society clinical rating system.
Clin Orthop: 1989; 248:13-14
84. INSALL J., SALVATI E. (1971):

Patella position in the normal knee joint.

Radiology: 1971; 101:101-104

85. INSALL J.N. (1981):

Patella pain syndroms and chondromalacia patellae.

Instr. Course Lectures:1981; 30; 342-356

86. IRRGANG J.J., HO H., FU F.H., HARNER C.D. (1998):

Use of International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction.

Surg. Sports Traumatol. Arthrosc: 1998; 6(2):107-114

87. IRRGANG J.J., ANDERSON A.F., BOLAND A.L., HARNER C.D., KUROSAKA M., NEYRET P., RICHMOND J.C., SHELBORNE K.D. (2001):

Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form.

AM J Sports Med: 2001 Sept-Oct; 29(5): 600-613

88. JACKSON D.W., GROOD E.S., GOLDSTEIN J.D., ROSEN M.A., KURZWEIL P.R., CUMMINGS J.F., SIMON T.M. (1993):

A comparison of patellar tendon autograft and allograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in the goat model.

AM J Sports Med: 1993; 21:176-185

89. JACKSON D.W., GROOD E.S., ARNOCKY S.P., BUTLER D.L., SIMON T.M. (1987):

Freeze dried anterior cruciate ligament allografts. Preliminary studies in a goat model.

AM J Sports Med: 1987; 15:295-303

90. JACKSON D.W., WINDLER G.E., SIMON T.M. (1990):

Interarticular reaction associated with the use of freeze-dried, ethylene oxide-sterilized bone-patella tendon-bone allografts in the reconstruction of the anterior cruciate ligament.

AM J Sports Med: 1990; Vol. 18, No 1, 1-11

91. JÄGER A., WELSCH F., KAPPLER C. (2003):

10-Jahres-Ergebnisse nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion mit dem Patellasehndrittel.

Z Orthop Ihre Grenzgeb.: 2003; 141: 42-47

92. JARVELA T., KANNUS P., JARVINEN M. (2001):

Anterior cruciate ligament reconstruction in patients with or without accompanying injuries: re-examination of Subjects 5 to 9 years after reconstruction.

Arthroscopy: 2001; 17(8): 818-825

93. JOKL P., KAPLAN N., STOVELL P., KEGGI K. (1984):

Non-operative treatment of severe injuries to the medial and anterior cruciate ligaments of the knee.

J Bone Joint Surg [Am], Jun 1984; 66: 741 - 744.

94. JONES K.G. (1963):

Reconstruction of the anterior cruciate ligament. A technique using the central one-third of the patellar ligament.

J Bone Joint Surg [Am], Jul 1963;45:925-932

95. JUNG Y.B. (1997):

Arthroscopic second look findings of an anterior cruciate ligament bone-patella ligament-bone autograft.

Bull Hosp Int Disease: 1997; 56(3): 154-160

96. KARTUS J., MAGNUSSON L., STENER S., BRANDSSON S., ERIKSSON B.I., KARLSSON J. (1999):

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

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.:1999; 7(1):2-8

97. KARTUS J., STENER S., LINDAHL S., ENGSTROM G., ERIKSSON B.I., KARLSSON J. (1997):

Factors affecting donor-site morbidity after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patella tendon-bone autografts.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 1997; 5(4): 222-228

98. KENNEDY J.(1976):

Synthetic cruciate ligaments-preliminary report.

J Bone Joint Surg [Am]., Apr 1976; 58: 350 - 355.

99. KLEIPOOL A.E.B., ZIJL J.A.C., WILLEMS W.J. (1998):

Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone allograft.A prospective study with an average follow up of 4 years.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.:1998; 6(4):224-30 (ISSN: 0942-2056)

100. KOCHER M.S, STEADMAN J.R., BRIGGS K., ZURAKOWSKI D., STERETT W.I., HAWKINS R.J. (2002):

Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction.

J Bone Joint Surg [Am], Sep 2002; 84: 1560 - 1572.

101. KOHN D. (2000):

Das Knie

2000; Georg Thieme Verlag (ISBN 3-13-117581-8)

102. KOHN. D., RUPP S. (2000):

Strategien zu Revisionseingriffen bei fehlgeschlagener vorderer Kreuzbandrekonstruktion.

Chirurg: 2000;71:1055-1065

103. KOHN D., SANDER-BEUERMANN A. (1994):

Donor-site morbidity after harvest of a bone-tendo-bone patellar autograft.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 1994; 2:219-223

104. KUECHLE D.K., PEARSON S.E., BEACH W.R., FREEMAN E.L., PAWLOWSKI D.F., WHIPPLE T.L., CASPARI R.B., MEYERS J.F. (2002):

Allograft anterior cruciate ligament reconstruction in patients over 40 years of age.

Arthroscopy: 2002 Oct; 18(8):845-53

105. LANGE F. (1907):

Künstliche Bänder aus Seide.

Münch Med Wochenschr.:1907; 17: 834-836

106. LA PRADE R.F., BURNETT Q.M. 2nd (1994):

Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study.

Am J. Sports Med.: 1994; 22: 198-203

107. LARSON R.V. (1995):
Prognosis for untreated ACL tears: indications for reconstruction, preoperativ evaluation.
Am. Academy of Orthopaedic Surgeons: 1995; AAOS Instructional Course Lectures; Orlando
Marriott
108. LAURIN C.A., LÉVESQUE H.P., DUSSAULT R., LABELLE H., PEIDES J.P. (1978):
The abnormal lateral patellofemoral angle: a diagnostik roentgenographic sign of recurrent
patellar subluxation.
J Bone Joint Surg [Am], Jan 1978; 60: 55 - 60.
109. LOBENHOFFER P. (1998):
Golden standard: Patella tendon-plasty-technique and management of postoperative
complications.
Zentralbl Chir.: 1998; 123(9): 981-993
110. LOBENHOFFER P., TSCHERNE H. (1993):
Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Heutiger Behandlungsstand.
Unfallchirurg: 1993; 96: 150-168
111. LYSHOLM J., GILLQUIST J. (1982):
Evaluation of knee ligament surgery results with spezial emphasis on use of a scoring scale.
AM J Sports Med.: 1982; 10/3:150-153
112. MAJORS R.A., WOODFIN B. (1996):
Achieving full range of motion after anterior cruciate ligament reconstruction.
AM J Sports Med.: 1996 May-Jun; 24(3): 350-355
113. MALCOLM L.L., DANIEL D.M., STONE M.L., SACHS R. (1985):
The mesurement of anterior knee laxity after ACL reconstructive surgery.
Clin Orthop Relat Res: 1985; N196:35-41
114. MALININ T.I., LEVITT R.L., BASHORE C., TEMPLE T., MNAYMNEH W. (2002):
A study of retrieved allografts used to replace anterior cruciate ligaments.
Athrosopy: 2002 Feb; 18(2):163-70
115. MARKOLF K.L., BURCHFIELD D.M., SHAPIRO M.M., DAVIS B.R., FINERMAN G.,
SLAUTERBECK J.L. (1996):
Biomechanical consequences of replacement of the anterior cruciate ligament with a patellar
ligament allograft.
Part I: Insertion of the graft and anterior-posterior testing.
J Bone Joint Surg [Am], Nov 1996; 78: 1720 - 7.
116. MARKOLF K.L., BURCHFIELD D.M., SHAPIRO M.M., DAVIS B.R., FINERMAN G.,
SLAUTERBECK J.L. (1996):
Biomechanical consequences of replacement of the anterior cruciate ligament with a patellar
ligament allograft.
Part II: Forces in the graft compared with forces in the intact ligament.
J Bone Joint Surg [Am], Nov 1996; 78: 1728 - 34.
117. MAYR H.O., WEIG T.G., PLITZ W. (2004):
Arthrofibrosis following ACL reconstruction--reasons and outcome.
Arch Orthop Trauma Surg.: 2004; 124(8): 518-522
118. McDANIEL J.W., DAMERON T.B. (1983):
The untreated anterior cruciate ligament rupture.
Clin Orthop Relat Res: 1983 Jan-Feb; 172:158-163

119. McGUIRE D.A. (2003):
Should allografts be used for routine anterior cruciate ligament reconstructions ?
Arthroscopy: 2003; 19(4):421-425
120. MICHELI E. (1933):
Riconstruzione di ligamenti crociate del ginocchio con tendine di canguro.
Boll Soc Piemont Chir.: 1933; 3:874-883
121. MILLER M.D., SULLIVAN R.T. (2001):
Anterior cruciate ligament reconstruction in an 84-year-old man.
Arthroscopy: 2001; 17(1): 72-72
122. MOHTADI N.G.H., WEBSTER-BOGAERT S., FOWLER P.J. (1991):
Limitation of motion following anterior cruciate ligament reconstruction. A case-control study.
AM J Sports Med: 1991 Nov.-Dez.; 19(6): 620-625
123. MÜLLER B., RUPP S., KOHN D., SEIL R. (2000):
Entnahmestellenproblematik nach vorderer Kreuzbandplastik mit dem mittleren Drittel der Patellarsehne.
Unfallchirurg: 2000; 103:662-667
124. NICOLETTI V. (1913):
Plastiche e trapianti die tessuti in sostituzione dei ligamenti articolari.
Gaz lsp Clin.: 1913; 34:996
125. NOYES F. R., BARBER-WESTIN S.D. (2001):
Revision anterior cruciate surgery with use of bone-patellar tendon-bone autogenous grafts.
J Bone Joint Surg [Am], Aug 2001; 83: 1131 - 1143
126. NOYES F.R., BARBER-WESTIN S.D. (1996):
Reconstruction of the anterior cruciate ligament with human allograft. Comparison of early and later results.
J Bone Joint Surg [Am], Apr 1996; 78: 524 - 37.
127. NOYES F.R., BUTLER D.L., GROOD E.S., ZERNICKE R.F., HEFZY M.S. (1984):
Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repairs and reconstructions.
J Bone Joint Surg [Am], March 1984; 66: 344 - 352.
128. NOYES F.R., MOOAR P.A., MATTHEWS D.S., BUTLER D.L. (1983):
The symptomatic anterior cruciate-deficient knee, Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals.
J Bone Joint Surg [Am], Feb 1983; 65: 154 - 162.
129. O'CONNOR D.P., LAUGHLIN M.S., WOODS G.W. (2005):
Factors related to additional knee injuries after anterior cruciate ligament injury.
Arthroscopy: 2005 Apr.; 21(4):431-438
130. ODENSTEN M., HAMBERG P., NORDIN M., LYSHOLM J., GILLQUIST J. (1985):
Surgical or conservative treatment of the acutely torn anterior cruciate ligament- A randomized study with shortterm follow-up observations.
Clin Orthop: 1985; 198:87-93
131. O'NEILL D.B. (1996):
Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques.
J Bone Joint Surg [Am], Jun 1996; 78: 803 - 813.

132. O`SHEA K.J., MURPHY K.P., HEEKIN R.D., HERZWURM P.J. (1996):
The diagnostic accuracy of history, physical examination, and radiographs in the evolution of traumatic knee disorders.
Am J. of Sports Med.: 1996; 24(2): 164-167
133. PALETTA G.A, WARREN R.F. (1994):
Knee injuries and Alpine skiing. Treatment and rehabilitation.
Sports Med.: 1994; 17(6): 411-423
134. PETERSEN W., LAPRELL H. (1999):
Combined injuries of the medial collateral ligament and the anterior cruciate ligament. Early ACL reconstruction versus late ACL reconstruction.
Arch Orthop Trauma Surg.: 1999; 119(5-6): 258-262
135. PETERSON R.K., SHELTON W.R., BOMBOY A.L. (2001):
Allograft versus autograft patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction: A 5-year follow up.
Arthroscopy: 2001 Jan; 17(1):9-13
136. PEYRACHE M.D., DJIAN P., CHRISTEL P., WITVOET J. (1996):
Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 1996; 4:2-8
137. PLANCHER K.D., STEADMAN J.R., BRIGGS K.K., HUTTON K.S. (1998):
Reconstruction of anterior cruciate ligament in patients who are at least forty years old. A long-term follow-up and outcome study.
J Bone Joint Surg [Am], Feb 1998; 80: 184 - 197.
138. POEHLING G.G., CURL W.W., LEE C.A., GINN T.A., RUSHING J.T., NAUGHTON M.J., HOLDEN M.B., MARTIN D.F., SMITH B.P. (2005):
Analysis of outcomes of anterior cruciate ligament repair with 5-year follow-up: allograft versus autograft.
Arthroscopy: 2005; 21(7):774-785
139. RAAB G., UNGER A., UNGER F. (2004):
Methoden der Marketing-Forschung
Gabler Lehrbuch: 2004; ISBN: 3-409-12074-2
140. RASMUSSEN T.J., FEDER S.M., BUTLER D.L., NOYES F.R. (1994):
The effects of 4 mrad gamma irradiation on the initial mechanical properties of bone-patellar tendon-bone grafts.
Arthroscopy: 1994; Apr. 10: 188-197
141. ROBERTS T.S. (1998):
Complications of anterior cruciate reconstruction.
In Sprague NF, ed: Complications in arthroscopy.
Raven, New York: 1998; 169-177
142. ROBSON A.W. (1903):
Ruptured crucial ligaments and their repair by operation.
Ann Surg.: 1903; 37:716-718
143. ROUGRAFF B., SHELBOURNE K.D., GRETH P.K., WARNER J. (1993):
Arthroscopic and histologic analysis of human patellar tendon autografts used for anterior cruciate ligament reconstruction.

AM J Sports Med.: 1993; 21(2):277-284

144. RUBINSTEIN R.A., SHELBORNE K.D., VanMETER C.D., McCARROLL J.C., RETTIG A.C. (1994):

Isolated autogenous bone-patellar tendon-bone graft site morbidity.
Am J Sports Med.: 1994; 22:324-327

145. RUDOLPH K.S., AXE M.J., SNYDER-MACKLER L. (2000):

Dynamic stability after ACL injury: who can hop?
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 2000; 8(5): 262-269

146. RUPP S., SEIL R., JÄGER A., KOHN D. (2002):

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

147. RUSHTON N., DANDY D.J., NAYLOR C.P. (1983):

The clinical, arthroscopic and histological findings after replacement after replacement of anterior cruciate ligament with carbon-fiber.
J Bone Joint Surg [Br], 1983, 65-B (3): 308-309.

148. SACHS R.A., DANIEL D.M., STONE M.L., GARFEIN R.F. (1989):

Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction.
AM J Sports Med.: 1989; 17:760

149. SADDEMI S.R., FROGAMENI A.D., FENTON P.J., HARTMAN JA., HARTMAN W. (1993):

Comparison of perioperative morbidity of anterior cruciate ligament autografts versus allografts.
Arthroscopy: 1993; 9:519-524

150. SANDBERG R., BALKFORS B., NISSON B., WESTLIN N. (1987):

Operative versus non-operative treatment of recent injuries to the ligaments of the knee. A prospective randomized study.
J Bone Joint Surg [Am], Oct 1987; 69: 1120 - 1126.

151. SANZEN L., CARLSSON A. (1997):

Transmission of human T-cell lymphotropic virus type 1 by a deep-frozen bone allograft.
Acta Orthop Scand.: 1997; 68:72-74

152. SATKU K., KUMAR V.P., NGOI S.S. (1986):

Anterior cruciate ligament injuries. To counsel or to operate?
J Bone Joint Surg [Br], 1986, 68/3: 458-461.

153. SCRANTON P.E. jr. (1998):

Mechanisms of anterior cruciate ligament neovascularisation and ligamentization.
J Orthop Res.: 1998; 14(7):702-716

154. SEGOND (1879):

Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entrose.
Prog Med.: 1879; 16:297-421

155. SEITZ H., CHRYSOPOULOS A., EGKER E., MOUSAVI M. (1994):

Langzeitergebnisse nach vorderem Kreuzbandersatz im Vergleich zur konservativen Therapie.
Chirurg: 1994; 65:992-998

156. SEKIYA I., MUNETA T., OGIUCHI T., YAGISHITA K., YAMAMOTO H. (1998):
Significance of the Single-Legged Hop Test to the anterior Cruciate Ligament-reconstructed Knee in Relation to Muscle Strength and Anterior Laxity.
Am J. of Sports Med.: 1998; 26:384-388
157. SERNERT N., KARTUS J., KOHLER K., EJERHED L., KARLSSON J. (2001):
Evaluation of the reproducibility of the KT 1000 arthrometer
Scand J Med Sci Sports: 2001; 11(2): 120-125
158. SERNERT N., KARTUS K. STERNER S., LARSSON J., ERIKSSON B.I.,
KARLSSON J. (1999):
Analysis of subjective, objective and functional examination tests after anterior cruciate ligament reconstruction. A follow-up of 527 patients.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.: 1999; 7(3): 160-165
159. SHARKEY N.A., DONAHUE S.W., SMITH T.S., BAY B.K., MARDER R.A. (1997):
Patella strain and patellofemoral contact after bone-patellar tendon-bone harvest for anterior cruciate ligament reconstruction.
Arch Phys Med Rehabil.: 1997; 78(3):256-63
160. SHELBOURNE K.D. (1993):
Miniarthrotomie versus arthroscopic assisted anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft.
Arthroscopy: 1993; 9:72-75
161. SHELBOURNE K.D., WILCKENS J.H., MOLLABASHY A., DeCARLO M. (1991):
Arthrofibrosis on acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation.
AM J Sports Med: 1991; 19:332-336
162. SHELTON W.R., PAPENDICK L., DUKES A.D. (1997):
Autograft versus allograft anterior cruciate ligament reconstruction.
Arthroscopy: 1997 Aug.; 13(4):446-9
163. SHERMAN O. H., MARKOLF K.L., FERKEL R.D. (1987):
Measurement of anterior laxity in normal and anterior cruciate absent knees with two instrumented test devices.
Clin Orthop Relat Res: 1987; N 215: 156-161
164. SHINO K., INOUE M., HORIBE S., NAGANO J., ONO K. (1988):
Maturation of allograft tendons transplanted into the knee: An arthroscopic and histological study.
J Bone Joint Surg [Br], 1988 : 70-B (4): 556-560.
165. SHINO K., KAWSAKI T., HIROSE H., GOTOH I., INOUE M., ONO K. (1984):
Replacement of the anterior cruciate ligament by an allogenic tendon graft. An experimental study in the dog.
J Bone Joint Surg [Br], 1984;66-B (5): 672-681.
166. SHINO K., NAKAGAWA S., INOUE M., HORIBE S., YONEDA M. (1993):
Deterioration of the patellofemoral articular surfaces after anterior cruciate ligament reconstruction.
AM J Sports Med.: 1993; 21/2:206-211
167. SHIRAKURA K., KOBUNA Y., KIZUKI S., TERAUCHI M., FUKASAWA N. (1995):
Untreated acute anterior cruciate ligament tears of the knee: progression and the influence of associated injuries.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.: 1995; 3(2) 62

168. SHIRAKURA K., TERAUCHI M., KIZUKI S., MORO S., KIMURA M. (1995):
The natural history of untreated anterior cruciate tears in recreational athletes.
Clin Orthop Relat Res: 1995; August; (317):227-36

169. SHUTKIN N.M. (1954):
Homologous-serum hepatitis following the use of refrigerated bone-bank bone.
J Bone Joint Surg [Am], 1954 Jan; 36A: 160-162

170. SIEBOLD R., BUELOW J.-U., BOES L., ELLERMANN A. (2002):
Primary- and Revision- Rekonstruktion of the Anterior Cruciate Ligament with Allografts: A
Retrospektive Study Including 325 Patients.
Zentralbl Chir.: 2002 Oct; 127(10):850-4

171. SMITH C.W., KEARNEY J.N., YOUNG I.S. (1996):
Mechanical properties of tendons: changes with sterilisation and preservation.
J Biomech Eng.: 1996;118:56-61

172. STARK J. (1850):
Two cases of ruptured crucial ligaments of the knee-joint.
Med Surg (Edinburgh): 1850; 5:267-271

173. STATISTISCHES BUNDESAMT, KRANKENHAUSSTATISTIK (2005):
VIII A - Gesundheit: (ZwSt Bonn), 2005

174. STEIN D.A., HUNT S.A., ROSEN J.E., SHERMAN O.H. (2002):
The incidence and outcome of patella fractures after anterior cruciate ligament
reconstruction.
Arthroscopy: 2002; 18(6): 578- 583

175. STEINER M.E., BROWN C., ZARINS B., BROWNSTEIN B., KOVAL P.S., STONE P.
(1990):
Measurement of anterior-posterior displacement of the knee.
J Bone Joint Surg [Am], Oct 1990; 72-A: 1307 - 1315.

176. STERNEMANN H.O. (1973):
Die Kreuzbandplastiken des Kniegelenks. Ein vereinfachtes Verfahren durch Verwendung
freier, konservierter Sehnentransplantate.
Arch Orthop Unfallchir.: 1973; 74: 329-337

177. STRINGHAM D. R., PELMAS C.J., BURKS R.T., NEWMAN A.P., MARCUS R.L.
(1996):
Comparison of anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft or
allograft.
Arthroscopy: 1996; 12(4):414-421

178. SUMMITT M.C., BIANCHI J.R., KEESLING J.E., ROBERTS M., MILLS CR. (2001):
Mechanical Evaluation of soft tissue treated through a new tissue cleanig process.
Procoeedings of the 25th Annual Meeting of the American Association of Tissue Banks:
2001; Washington DC, August 25-29.

179. SUMMITT M.C., BIANCHI J.R., KEESLING J.E., ROBERTS M., MILLS CR. (2001):
Biomechanical testing of bone treated through a new tissue cleaning process .
Procoeedings of the 25th Annual Meeting of the American Association of Tissue Banks:
2001; Washington DC, August 25-29.

180. TEGNER Y., LYSHOLM J. (1985):
Rating system in the evaluation of knee ligament injuries.
Clin Orthop Relat Res: 1985; 198; 43-49
181. TOMFORD W.W. (1997):
Transmission of disease through musculo skeletal transplantation.
Portland Bone Symposium: 1997; pp 410-420
182. TORG J.S., CONRAD W., KALEN V. (1976):
Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete: The Lachman's Test.
Am J Sports Med.: 1976; 4: 84-93
183. TYLER T.F., HERSHMAN E.B., NICHOLAS S.J., BERG J.H., McHUGH M.P. (2002):
Evidence of abnormal anteroposterior patellar tilt in patients with patellar tendinitis with use
of a new radiographic measurement.
Am J Sports Med.: 2002; May-Jun; 30(3):396-401
184. UPDATE (2001):
Septic arthritis following anterior cruciate ligament reconstruction using tendon allografts-
Florida and Louisiana.
MMWR Morb Mortal Wkly Rep.: 2001; 50:1081-1083
185. UPDATE (2002):
Allograft associated bacterial infections- United States, 2002.
MMWR Morb Mortal Wkly Rep.: 2002; 51: 207-210
186. VALENTI NIN J.R., LEYES M., SCHWEITZER D. (1996):
Anterior cruciate ligament reconstruction with fresh-frozen patellar tendon allografts: sixty
cases with 2 years` minimum follow-up.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.: 1996; 4(3):137-42
187. VANGSNESS C.T., GARCIA I.A., MILLS R.C., KAINER M.A., ROBERTS M.R.,
MOORE M.T. (2003):
Allograft Transplantation in the Knee: Tissue Regulation, Procurement, Processing, and
Sterilisation.
Am J Sports Med.: 2003; 31:474-481
188. VERGIS A., GILLQUIST J. (1998):
Sagittal plane translation of the knee during stair walking. Comparison of healthy and
anterior cruciate ligament-deficient subjects.
Am J Sports Med.: 1998; Nov.-Dez.; 26(6):841-846
189. VIOLA R., VIANELLO R. (1999):
Three cases of patella fracture in 1,320 anterior cruciate ligament reconstructions with bone-
patella tendon-bone autograft.
Arthroscopy: 1999; 15(1): 93-97
190. VORLAT P., VERDONK R., ARNAUW G. (1999):
Long-term results of tendon allografts for anterior cruciate ligament replacemernt in revision
surgery and in cases of combined complex injuries.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.: 1999; 7(5):318-22
191. WANG J.C., KOPF P.K., SCURTI G., ROBERTS M., BIANCHI JR. (2001):
Batch processed allograft bone versus single donor processing for antimicrobial capacity.
Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Cervical Spine Research Society:
Monterey, California, 2001

192. WEBER W. (1836):
Mechanik der menschlichen Gehwekzeuge.
Dietrichsche Buchhandlung, Göttingen: 1836;
193. WEGMANN (1997):
VKB: früh oder später.
12. Jahreskongress der GOTS: 1997; München 27.-29. Juni
194. WEILER A., SCHEFFLER S., HOHER J. (2002):
Transplantatauswahl für den primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes
Orthopäde: 2002 Aug; 31(8):731-740
195. WEXLER G., HURWITZ D.E., BUSH-JOSEPH C.A., ANDRIACCI T.P., BACH B.R. jr. (1998):
Functional gait adaptations in patients with anterior cruciate ligament deficiency over time.
Clin Orthop Relat Res: 1998; Mar.: (348):166-175
196. WILK R.M., RICHMOND J.C. (1993):
Dacron ligament reconstruction for chronic anterior cruciate ligament insufficiency.
Am J Sports Med.: 1993; 21:374-379
197. WIRTH C.J. (1992):
Das Kniegelenk:
1992; Thieme, Praxis für Orthopädie
198. WROBLE R.R., VAN GINKEL L.A., GROOD E.S., NOYES F.R., SHAFFER B.L. (1990):
Repeatability of the KT-1000 arthrometer in a normal population.
Am J Sports Med.: 1990; Vol. 18, No.4: 396-401
199. ZIJL A.C.J., KLEINPOOL A.E.B., WILLEMS W.J. (2000):
Comparison of tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft or allograft.
Am J Sports Med.: 2000 Jul-Aug; 28(4):547-51

7. Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie dem Initiator und Betreuer dieser Arbeit Dr. med. Hermann Mayr und hier im speziellen seiner kompetenten und zeitweise von großer Geduld geprägten Unterstützung.

Auch meiner Familie und besonders meiner Schwester Susanne gilt für materielle und fachlich herausragende Hilfestellungen mein Dank.

8. Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Philipp Reich
Anschrift: Eibenstr. 5A, 82256 Fürstenfeldbruck (Wohnsitz: Leoldstr.81, 80802 München)
Familienstand: ledig
Geburtsdatum: 2. April 1974
Geburtsort: Fürstenfeldbruck
Eltern: Heintz Reich, Facharzt für Chirurgie
Dr. Ute Reich, geb. Senges, Arbeitsmedizinerin
Geschwister: Ursula Reich, geb. 1975, Assistenzärztin
Susanne Elisabeth Reich, geb. 1977, Betriebswirtschaftlerin
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung:

1980 bis 1984 Grundschule an der Philipp – Weiss –Strasse, Fürstenfeldbruck
1984 bis 1993 Viscardi-Gymnasium, Fürstenfeldbruck
1993 bis 1995 Graf Rasso Gymnasium, Fürstenfeldbruck

Wehrdienst:

Ausgemustert

Berufliche Ausbildung:

SS 1996 Beginn des Medizinstudiums an der LMU, München

Famulaturen:

WS 1999/2000 Innere Medizin, Krankenhaus St. Marien, Amberg (4 Wochen)
SS 2000 Infektiologie, Universitätskrankenhaus München-Schwabing (4 Wochen)
WS 2000/2001 Urologie/Chirurgie, Cho Ray Hospital, HoChiMinh City, Vietnam (4 Wochen)
SS 2001 Orthopädie, Klinikum Innenstadt, LMU (4 Wochen)
SS 2001 Orthopädie, Gemeinschaftspraxis Schmidt Münch Mayr, München-Solln (4 Wochen)

Abschluss des Studiums mit der Approbation am 27.05.2004

Berufliche Tätigkeit:

Seit 08/2004 Assistenzarzt in den Fachgebieten Chirurgie und Urologie im Klinikum Starnberg

München, 01. April 2006

Philipp Reich