

**Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie
der Universität Würzburg**

Direktor: Professor Dr. med. M. Rudert

**Ein Vergleich zweier vorderer Kreuzbandersatzplastiken mit Patellarsehne vs.
Semitendinosus- und Gracilissehnen im 5 Jahresverlauf – eine prospektive,
randomisierte Studie**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von

Sebastian Johannes Schuhmann

aus Straubing

Würzburg, August 2009

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Th. Barthel
Korreferent: Univ. Prof. Dr. med. A. Weckbach
Dekan: Univ. Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 19.01.2010

Der Promovend ist Arzt.

Gewidmet

meiner Familie Hans, Anita und Anne Schuhmann,

und

meinen Freunden und Mäzenen

Uwe und Ute Teiwes

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

2 Material und Methodik

2.1 Patientenkollektiv

- 2.1.1 Patientenauswahl, Diagnosesicherung und Gruppeneinteilung
- 2.1.2 Unfallart und Alter der Verletzung zum OP-Zeitpunkt
- 2.1.3 Begleitverletzungen
- 2.1.4 Sonstige präoperative Befunde
- 2.1.5 Studienverlauf

2.2 Operationsmethoden

- 2.2.1 Rekonstruktion des ACL mit mittlerem Patellarsehnedrittel und Interferenzschrauben
- 2.2.2 Rekonstruktion des ACL mit Semitendinosussehne und Endobutton

2.3 Methodik

- 2.3.1 Postoperative Nachuntersuchungen in Abhängigkeit zum OP-Zeitpunkt
- 2.3.2 Patientenfragebögen
 - 2.3.2.1 IKDC
 - 2.3.2.2 Lysholm-Score
 - 2.3.2.3 Aktivitätsskala nach Tegner
 - 2.3.2.4 Visuelle Analogskala
- 2.3.3 Klinische Untersuchung
 - 2.3.3.1 Oberschenkelumfangmessung
 - 2.3.3.2 Inspektion und Palpation
 - 2.3.3.3 Bewegungsumfang
 - 2.3.3.4 Mediale und laterale Gelenköffnung
 - 2.3.3.5 Lachmann-Test
 - 2.3.3.6 Vorderes Schubladezeichen
 - 2.3.3.7 Pivot shift-Test
 - 2.3.3.8 Reversed Pivot shift-Test
 - 2.3.3.9 KT-1000 Arthrometermessung
 - 2.3.3.10 Einbeinsprungtest
 - 2.3.3.11 Knee Walking Test
- 2.3.4 Radiologische Kontrolle
- 2.3.5 Statistik

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse U5

- 3.1.1 Fragebogen
 - 3.1.1.1 IKDC
 - 3.1.1.2 Lysholm – Score
 - 3.1.1.2.1 Blockierung
 - 3.1.1.2.2 Instabilitätsgefühl
 - 3.1.1.2.3 Treppensteigen
 - 3.1.1.2.4 Schwellung
 - 3.1.1.3 Schmerz und Visuelle Analogskala
 - 3.1.1.4 Tegner-Aktivitätsskala
 - 3.1.1.5 Kniefunktion
 - 3.1.1.6 Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis

- 3.1.2 Klinische Untersuchung
 - 3.1.2.1 Oberschenkelumfangmessung
 - 3.1.2.2 Inspektion und Palpation
 - 3.1.2.3 Bewegungsumfang
 - 3.1.2.4 Mediale und laterale Gelenköffnung
 - 3.1.2.5 Lachmann-Test
 - 3.1.2.6 Vorderes Schubladenzeichen
 - 3.1.2.7 Pivot shift-Test
 - 3.1.2.8 KT-1000 Arthrometermessung
 - 3.1.2.9 Einbeinsprungtest
 - 3.1.2.10 Knee Walking Test und Entnahmestellemorbidität

- 3.1.3 Radiologische Kontrolle

3.2 Verlauf

- 3.2.1.1 IKDC
- 3.2.1.2 Lysholm-Score
- 3.2.1.3 Tegneraktivität
- 3.2.1.4 Visuelle Schmerzanalogskala
- 3.2.1.5 Oberschenkelumfang
- 3.2.1.6 Extensionsdefizit
- 3.2.1.7 Flexionsmangel
- 3.2.1.8 Lachmann – Test
- 3.2.1.9 Vorderes Schubladenzeichen
- 3.2.1.10 KT – 1000 Arthrometermessung
- 3.2.1.11 Einbeinsprungtest

3.3 postoperative Morbidität und Befunde bei U5

4 Diskussion

4.1 Klinische Ergebnisse

4.2 Literaturvergleich und Metaanalyse

5 Zusammenfassung

6 Anhang

6.1 IKDC-Evaluationsblatt

6.2 Patienten-Fragebogen

6.3 Lysholm-Score

6.4 Tegner-Aktivitätsskala

6.5 Röntgenevaluationsbogen nach Sherman

6.6 Tabelle Metaanalyse

7. Literaturverzeichnis

8. Lebenslauf

1. Einleitung

Im Zuge einer zunehmenden freizeit- und leistungssportlichen Betätigung der Gesamtbevölkerung steigt die Zahl an daraus hervorgehenden Verletzungen. Das Kniegelenk ist dabei mittlerweile das am häufigsten betroffene Gelenk des menschlichen Körpers [1].

Hierbei ist insbesondere die Häufigkeit von Verletzung des vorderen Kreuzbandes (VKB), die nicht zuletzt auch durch verbesserte klinische und apparative Diagnostik einen steilen Anstieg erfahren hat [2, 3], ein zunehmendes klinisches und medizinökonomisches Problem. Die Kosten allein für die operative Rekonstruktion der etwa 100 000 Kreuzbandrupturen [4] (0,38/1000/Jahr in Nordamerika), die sich jährlich in den USA ereignen und damit den häufigsten Operationsgrund an Kniegelenksbändern darstellen, beliefen sich in 2005 auf knapp eine Milliarde US-Dollar [5]. Während die meist sportassoziierten Verletzungen des Kreuzbandes in der Vergangenheit überwiegend in der jungen, gesunden und sportlich aktiven Bevölkerung auftraten, diagnostiziert und behandelt wurden, sind mehr und mehr auch höhere Altersgruppen davon betroffen. Während in den 1970er bis 1980er Jahren die Operationsgrenze aufgrund der eingeschränkten diagnostischen und operativen Möglichkeiten in Zusammenhang mit der mäßigen Blutversorgung und Heilungstendenz des VKB bei 35 Jahren lag, verschob sich die Altersgrenze aufgrund minimalinvasiver Rekonstruktionstechniken wesentlich nach oben auf heute ca. 65 Jahre.

Ob und wann operiert werden sollte, wird weiterhin ebenso kontrovers diskutiert wie die vielfältigen Methoden und verwendeten Transplantate zur Rekonstruktion, die sich im Laufe der Jahrzehnte seit Beginn der operativen Versorgung durch Robson [6] im Jahre 1903 einem starken Wandel unterzogen haben.

Robson operierte eine Ruptur des VKB durch Primärnaht mittels Catgut und bilanzierte acht Jahre später eine gute Gelenkfunktion ohne Zeichen von Instabilität. Die Primärnaht des vorderen Kreuzbandes nach frischer Ruptur wurde bis in die 1970er Jahre als Standard empfohlen [7-12] und regelmäßig durchgeführt, ist jedoch aufgrund unbefriedigender (Langzeit-)Ergebnisse [13-15] weitgehend verlassen worden und heute nicht mehr als Therapieoption für die ACL-Rekonstruktion angesehen [1, 2, 16-18].

Auf der Suche nach Alternativen bei ausgedehnten Bandzerstörungen und veralteten Rupturen und als sich zunehmend abzeichnete, dass die Rekonstruktion mittels Primärnaht nur unbefriedigend praktikabel war, rückte die Verwendung autologen Bandersatzmaterials ins Blickfeld des wissenschaftlichen Interesses.

Der russische Chirurg Grekow führte die erste Rekonstruktion des VKB am Menschen mit einem autologen Fascia-lata-Streifen durch, worüber 1914 berichtet wurde [19]. In der Folge entwickelten sich zahlreiche, oft nur geringfügig verschiedene Verfahren, die entweder reine Faszientransplantate oder Muskel-Faszien-Transplantate verwendeten, die distal bzw. proximal gestielt blieben oder frei entnommen wurden. Die meisten Verfahren waren angelehnt an die Methode von Hey-Groves [20], der 1917 einen proximal gestielten Tractus iliotibialis-Streifen durch Bohrkanäle in Femur und Tibia platzierte.

Im Jahre 1963 beschrieb Jones [21] eine völlig neue Technik unter Verwendung eines distal gestielten Transplantates des mittleren Patellarsehnedrittels, das unter Mitnahme eines Knochenblocks auf voller Sehnenlänge entnommen und das Vorläuferverfahren vieler modifizierter Techniken wurde. Im deutschen Sprachraum wurde oft auch von der „Brückner-Plastik“ [22] gesprochen, ein 1966 veröffentlichtes ähnliches Verfahren, bei dem das etwas längere mediale Patellarsehnedrittels verwendet, durch einen tibialen Bohrkanal in den Gelenkraum eingebracht und femoral in einem blind endenden Kanal verankert wurde.

1950 legte Lindemann [11] erste Ergebnisse zur Verwendung der Sehnen von M. gracilis und M. semitendinosus vor, was auf frühere Publikationen von AH. Edwards [23] von 1926 zurückging. Aufgrund der geringen Reißfestigkeit [24] wurde das Transplantat zu Beginn nur zögerlich eingesetzt. Noch 1994 wurden in Deutschland lediglich 13,5 % aller VKB-Rekonstruktionen mit STS-Transplantaten operiert [25]. In den letzten Jahren haben jedoch zahlreiche Vorteile der Hamstringsehnen, wie geringere Beeinträchtigung des Streckapparats und des Femoropatellargelenks, kleiner Hautschnitt und damit verbundene große Patientenakzeptanz zu verstärktem Einsatz geführt.

Da die Suche und Verwendung synthetischer Bandersatzmaterialien wie Dacron, Gore-Tex, Kohlefaser und das Leeds-Keio-Band [26-29] bisher ohne zufriedenstellenden Erfolg geblieben ist und die Problematik des Infektionsrisikos und der Verfügbarkeit von allogenen Transplantaten bestehen bleibt, hat sich die Verwendung

autologer Sehnentransplantate als Goldstandard für die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes etabliert. Hierbei entwickelte sich die 3-oder 4-fach gestielte Semitendinosus- und Gracilissehne neben dem mittleren Patellarsehnedrittel als das autologe Transplantat der ersten Wahl [30-32].

Beide Verfahren wurden zum Zeitpunkt des Studiendesigns (1998) im König-Ludwig-Haus am Lehrstuhl für Orthopädie der Universität Würzburg seit mehreren Jahren erfolgreich angewendet und als gleichwertig angesehen. Aufgrund des guten funktionellen Outcomes wurde bis zur Durchführung des klinischen Teils dieser Studie keinem der beiden Methoden der Vorzug gegeben.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Ergebnissen der arthroskopischen Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes in einem Kollektiv im König-Ludwig-Haus operierter Patienten zu einem Zeitpunkt mindestens 5 Jahre nach der Operation. Neben der Kontrolle unserer eigenen Qualitätsstandards in der Durchführung von Kreuzbandplastiken soll diese prospektiv-randomisierte Studie damit einen Beitrag dazu leisten, Unterschiede im mittelfristigen funktionellen wie subjektiven Out-come der VKB-Rekonstruktion mittels dieser Transplantate zu erkennen, sowie diese im Kontext der Erkenntnisse bereits bestehender aktueller Studien zu diskutieren.

2. Material und Methodik

2.1 Patientenkollektiv

2.1.1 Patientenauswahl, Diagnosesicherung und Gruppeneinteilung

Im Zeitraum vom 23.11.1998 bis zum 29.11.1999 wurde in der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg bei ca. 80 Patienten das vordere Kreuzband rekonstruiert. 62 dieser Patienten mit Knieinstabilitäten infolge primärer Kreuzbandrupturen wurden in eine prospektive, randomisierte Studie aufgenommen, die über einen Zeitraum von mehreren Jahren zwei verschiedene Rekonstruktionsverfahren miteinander vergleichen sollte. Zur Auswertung standen das mittlere Patellarseh-nendrittel- (Ligamentum patellae) Transplantat, beidseits fixiert mit Interferenzschrauben und das Mehrfach-Semitendinosussehnen- Transplantat mit Fixierung proximal mittels Endobutton und distal unter Verwendung einer Suture Disc.

Die Indikation zur OP wurde von einem erfahrenen Oberarzt nach klinischer Untersuchung und Diagnosesicherung gestellt. Anhand einer Randomisierung mittels Zufallsliste wurden die Patienten nach ihrer stationären Aufnahme einer der beiden OP-Techniken zugewiesen. Zur Dokumentation und um die Anonymität innerhalb der Studie zu wahren, bekam jeder der 62 Patienten eine Ziffer von 1-62, die er für den weiteren Verlauf der Studie behielt. Patienten mit ungeraden Ziffern wurden der Studiengruppe zugeteilt, bei welcher die Kreuzbandrekonstruktion mit dem Ligamentum Patellae (LP-Gruppe) erfolgte. Alle Patienten mit geraden Ziffern bekamen einen Kreuzbandersatz aus 3- oder 4-fach genommener Semitendinosussehne (ST-Gruppe).

Voraussetzung für die Aufnahme in die Studie waren streng einseitige und nicht komplexe Knieverletzungen. Jeder Patient wurde vor seiner Operation über das jeweilige Operationsverfahren und die Studie informiert und musste schriftlich seine Einwilligung geben.

Die 62 Studienteilnehmer setzten sich aus 45 Männern (72,58%) und 17 Frauen (27,42%) zusammen, wobei in der LP-Gruppe ein Verhältnis (Männer/Frauen) von 22/9 und in der ST- Gruppe ein Verhältnis von 23/8 bestand. 8 Patienten (12,90%) waren zum Operationszeitpunkt jünger als 20, 28 Patienten (45,16%) waren zwischen 20 und 29 Jahre alt, 20 (32,26%) waren zwischen 30 und 39 Jahre alt und 6 Patienten (9,68%) älter als 40. Bezüglich der Merkmale Geschlecht und Alter der Patienten weisen die beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede auf. Alle Parameter der Befragung und Untersuchung wurden zusätzlich mittels Kovarianzanalyse auf den Einfluss der Größen Alter bei Operation, Geschlecht, Alter der Verletzung und Begleitverletzungen untersucht. Dabei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (Geschlecht $p=1,00$, Alter $p=0,19$), so dass die Werte der Kovarianzanalyse nicht eigens aufgeführt werden (siehe 2.1.1).

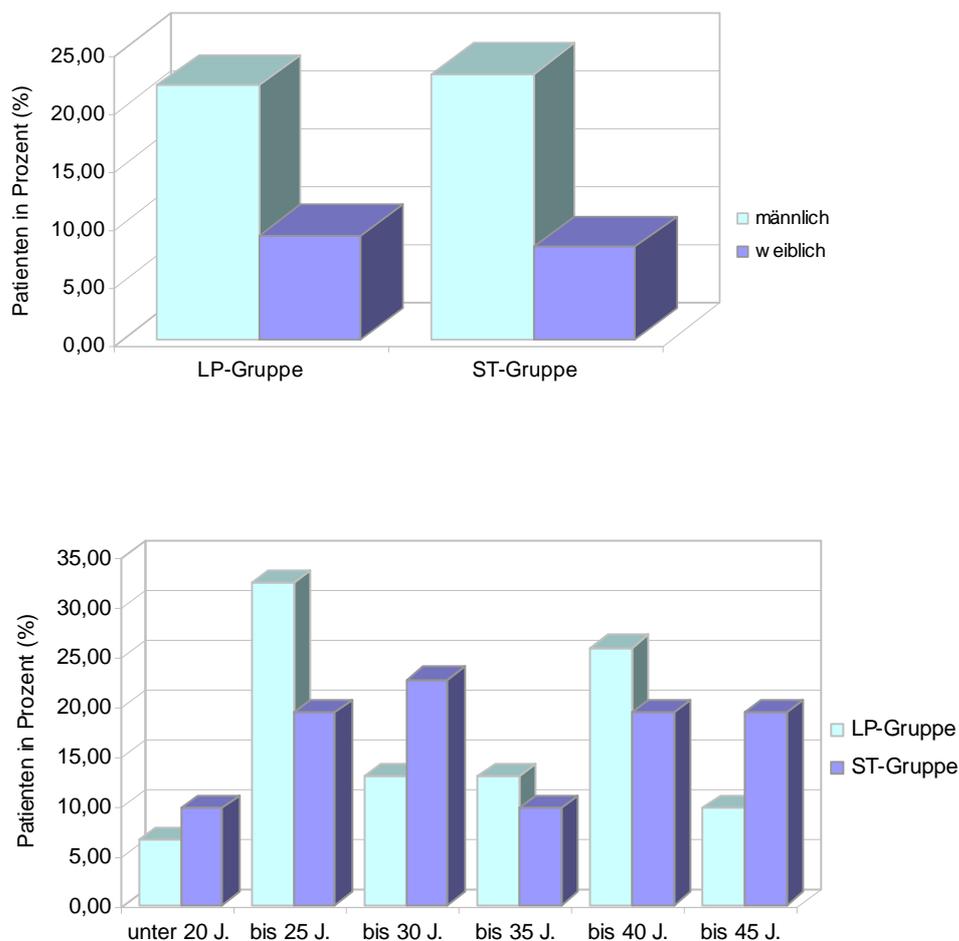


Abb. 1: a) Geschlechterverteilung und b) Alter der Teilnehmer zum Verletzungszeitpunkt

2.1.2 Unfallart und Alter der Verletzung zum OP-Zeitpunkt

55 Patienten (88,71%) erlitten ihre Verletzung als Folge eines Sporttraumas. Die restlichen 7 (11,29%) gaben an, sich auf dem Weg zur Arbeit oder während der Arbeit verletzt zu haben.

Die Definition der Akutphase in der Kreuzbandversorgung differiert in der Literatur erheblich. Die Zeiträume variieren zwischen 48h und 6 Wochen. Insgesamt ließen sich 23 Patienten (37,10%) sofort nach dem Trauma, in diesem Falle in einem Zeitraum zwischen Unfall und OP kürzer als 6 Wochen operieren. 14 Patienten (22,58%) ließen sich innerhalb des ersten halben Jahres, jedoch später als 6 Wochen nach ihrem Unfall operieren und 7 Studienteilnehmer (11,29%) warteten zwischen einem halben bis zu einem Jahr mit der Durchführung des Eingriffes. Die restlichen 18 (29,03%) stellten sich erst später als ein Jahr nach dem Verletzungszeitpunkt in der Klinik wegen Instabilitätsproblemen vor.

Bezüglich des Alters der Verletzung sind die beiden Kollektive nicht normalverteilt, sie weisen jedoch auch keine signifikanten Unterschiede auf ($p=0,116$). Aus diesem Grund wurde das Kriterium Alter der Verletzung trotz zahlreicher Arbeiten, die sich mit den Langzeitergebnissen nach Operation und der Kniemorbidität in Abhängigkeit vom Operationstermin befassen [33, 34], in dieser Studie nicht berücksichtigt.

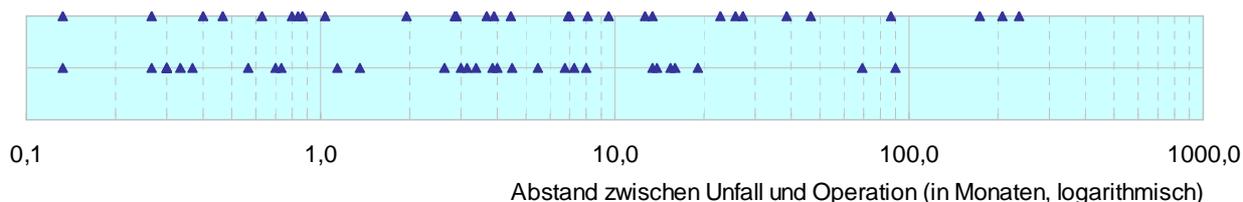


Abb. 2: Alter der Verletzung (1.Zeile: LP-Gruppe, 2.Zeile: ST-Gruppe)

2.1.3 Begleitverletzungen

Lediglich 10 Patienten (16,13%) hatten eine isolierte Ruptur des vorderen Kreuzbandes. 12 Studienteilnehmer (19,35%) hatten außer einer Ruptur des Kreuzbandes zusätzlich eine Beteiligung des Meniskus. Ein Patient hatte neben Meniskus und Kreuzband noch eine Läsion an einem Kollateralband, und 23 Patienten (37,10%) hatten eine kombinierte ACL-, Meniskus- und Knorpelverletzung. Endoskopisch stellte sich insgesamt bei 9 Patienten (14,51%) eine Knorpelläsion

heraus. 4 Teilnehmer (6,45%) hatten sowohl eine Beteiligung von Knorpel, Meniskus, Kollateralband und vorderem Kreuzband. Bei 2 (3,23%) wurde neben einer ACL-Ruptur zusätzlich eine Knorpel- und Kollateralbandbeteiligung diagnostiziert. In nur einem Fall wurde eine ACL- mit Kollateralbandruptur festgestellt.

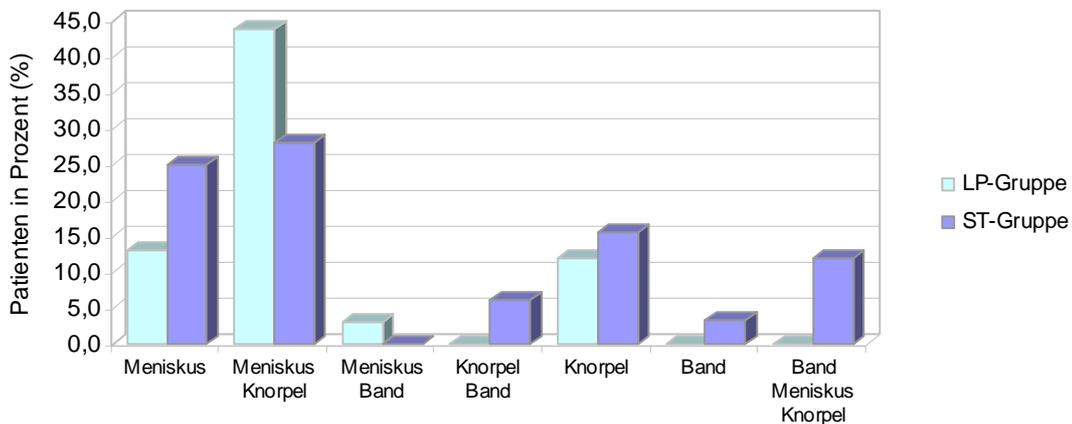


Abb. 3: Prozentuale Verteilung der Begleitverletzungen in beiden Kollektiven

2.1.4 Sonstige präoperative Befunde

Auf die Frage nach ihrem Aktivitätsniveau vor dem Verletzungszeitpunkt kreuzten die Teilnehmer der Studie auf einer Aktivitätsskala nach Tegner (siehe 2.3.4.3) folgende Werte an (in Klammern jeweils das Verhältnis von LP- zu ST-Gruppe):

1 Patient (1,61%) aus der Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz beurteilte seine Aktivität mit 10, 21 (11/10) Patienten (33,87%) hatten ein Aktivitätsniveau von 9.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Aktivitätsniveau nach Tegner	10	1	3,23			1	1,61
	9	11	35,48	10	32,26	21	33,87
	8	2	6,45	2	6,45	4	6,45
	7	7	22,58	7	22,58	14	22,58
	6	6	19,35	7	22,58	13	20,97
	5	2	6,45	2	6,45	4	6,45
	4	2	6,45	3	9,68	5	8,06
	0-3	-	-	-	-	-	-
	Gesamt	31	100,00	31	100,00	62	100,00

Tab. 1: Aktivitätsniveaus der Teilnehmer nach Tegner vor dem Verletzungszeitpunkt

Nur 4 (2/2) Studienteilnehmer (6,45%) bewerteten ihr Niveau mit 7 (22,58%) (7/7). 13 (6/7) Patienten (20,97%) kreuzten auf der Tegner-Skala die 6 an, 4 Patienten (6,45%) (2/2) die 5 und 5 Studienteilnehmer (8,06%) (2/3) die 4.

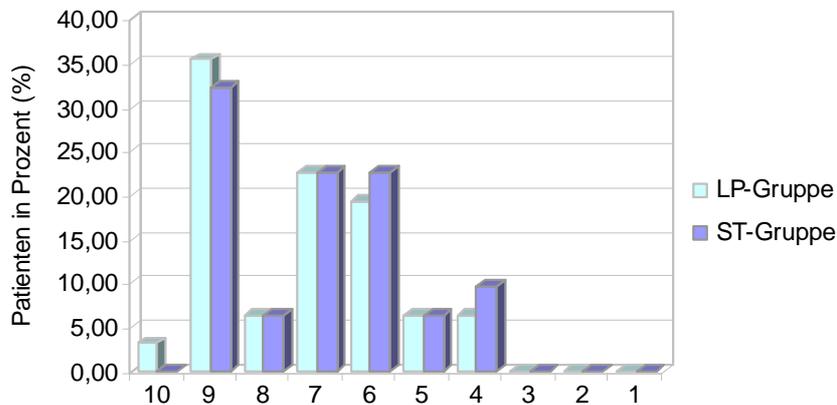


Abb. 4: Aktivitätsniveaus der Teilnehmer nach Tegner vor dem Verletzungszeitpunkt

Vor der Operation waren nach einer Klassifizierung anhand des Lysholm Scores (siehe 2.3.2.2) 23 (37,1%) von 62 Patienten als schlecht, 25 (40,32%) als mäßig, 10 (16,13%) als gut und lediglich 4 (6,45%) als sehr gut einzustufen. Die Aufteilung auf die einzelnen Gruppen stellt sich in der folgenden Tabelle dar:

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Lysholm Klasse	sehr gut	2	6,45	2	6,45	4	6,45
	gut	5	16,13	5	16,13	10	16,13
	mäßig	9	29,03	14	45,16	23	37,10
	schlecht	15	48,39	10	32,26	25	40,32
	Gesamt	31	100,00	31	100,00	62	100,00

Tab. 2: Präoperative Einteilung der Gruppen nach der Lysholm Klassifizierung

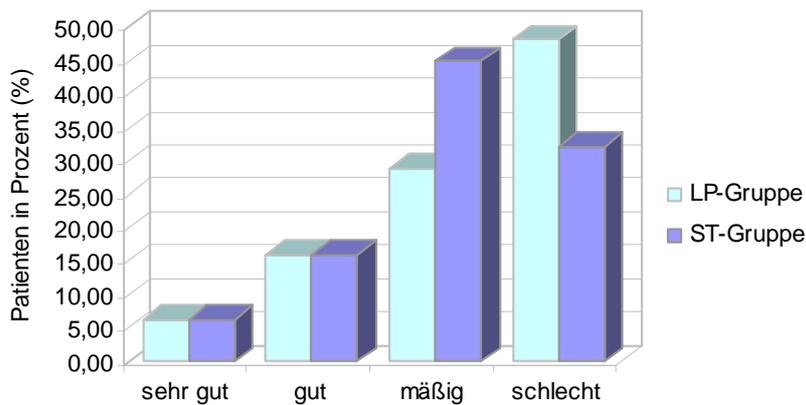


Abb. 5: Präoperative Einteilung der Gruppen nach der Lysholm Klassifizierung

Trifft man die Einteilung nach einem modifiziertem IKDC Evaluationsblatt (siehe 2.3.4.2), da bestimmte Tests präoperativ nur bedingt durchführbar waren, konnten sogar 52 Patienten (83,87%) als „stark abnormal“, sieben (11,29%) als „abnormal“ und nur drei (4,84%) als „fast normal“ eingestuft werden.

		LP Gruppe		ST Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
IKDC Gesamtqualifikation	Normal	-	-	-	-	-	-
	fast normal	2	6,45	1	3,23	3	4,84
	Abnormal	3	9,68	4	12,90	7	11,29
	stark abnormal	26	83,87	26	83,87	52	83,87
	Gesamt	31	100,00	31	100,00	62	100,00

Tab. 3: Präoperative Klassifizierung der Kollektive gemäß IKDC Evaluationsblatt

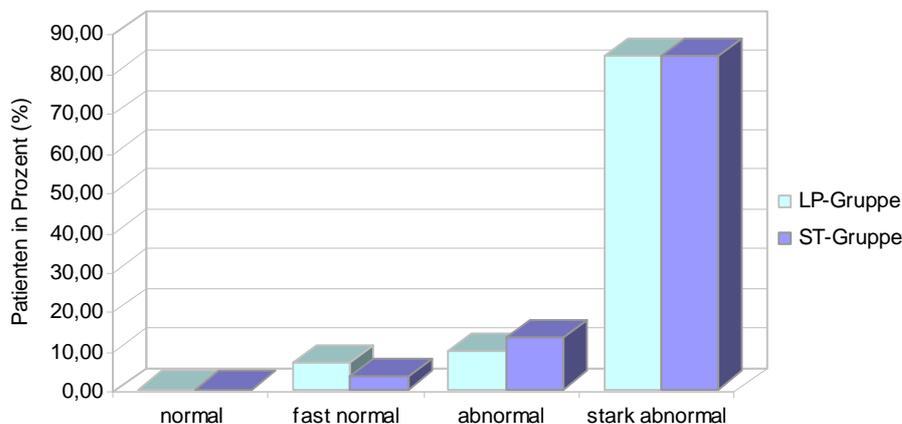


Abb. 6: Präoperative Klassifizierung der Kollektive entsprechend des IKDC

Auf die Frage nach Einschränkungen durch die Verletzung im alltäglichen Leben antworteten 11 Patienten (35,48%) mit Semitendinosussehnenerersatz, dass sie sich nur leicht eingeschränkt fühlten und 6 Studienteilnehmer (19,35%) empfanden keine Einschränkung zum Untersuchungszeitpunkt. 29,03% der Patienten (N=9) aus dem gleichen Kollektiv gaben an, eingeschränkt sowie 16,13% der Studienteilnehmer (N=5) stark eingeschränkt zu sein. Im Vergleich dazu empfanden lediglich 9,6% der Patienten (N=3) aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz „keine Einschränkung“ präoperativ, 29,03% dieser Gruppe (N=9) fühlten sich „leicht eingeschränkt“ und 35,48% (N=11) der Patienten aus diesem Kollektiv (N=11) fühlten sich „eingeschränkt“. 8 Studienteilnehmer (25,8%) gaben an, dass sie durch ihre Verletzung „stark eingeschränkt“ seien.

Bei der intraoperativen klinischen Untersuchung in Narkose war bei 43 Patienten (69,35%) der Lachmann-Test 3-fach positiv, 19 Patienten (30,65%) hatten einen 2-fach positiven Lachmann-Test. Zum genauen Vergleich beider Gruppen siehe auch Abb. 6. 48 Studienteilnehmer (77,42%) hatten bei der Überprüfung der vorderen Schublade keinen festen Anschlag und bei 14 (22,58%) war der Anschlag positiv.

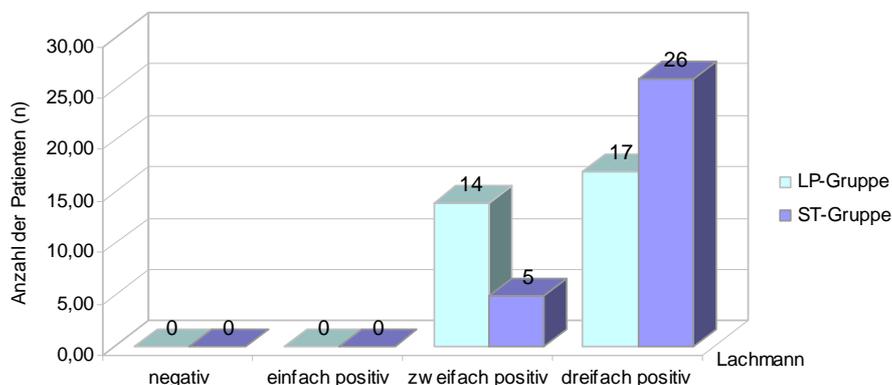


Abb. 7: Präoperativer Vergleich der Stabilitätsprüfung nach Lachmann

		LP Gruppe		ST Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Lachmann-Test	negativ	-	-	-	-	-	-
	einfach positiv	-	-	-	-	-	-
	zweifach positiv	14	45,16	5	16,13	19	30,65
	dreifach positiv	17	54,84	26	83,87	43	69,35
	Gesamt	31	100,00	31	100,00	62	100,00

Tab. 4: Präoperative Ergebnisse der Stabilitätsprüfung nach Lachmann in Narkose

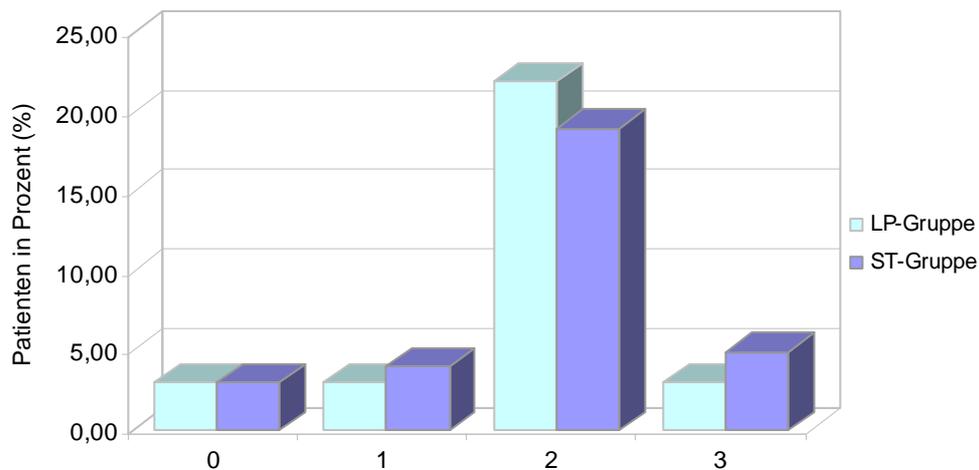


Abb. 8: Präoperativer Vergleich der Ergebnisse des Pivotshift Tests

		LP Gruppe		ST Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Pivotshift-Test	0	3	9,68	3	9,68	6	9,68
	1	3	9,68	4	12,90	7	11,29
	2	22	70,97	19	61,29	41	66,13
	3	3	9,68	5	16,13	8	12,90
	Gesamt	31	100,00	31	100,00	62	100,00

Tab. 5: Präoperative Ergebnisse des Pivotshift-Tests in Narkose

Die Beurteilung des Pivotshifts erfolgte intraoperativ. Bei 41 (66,13%) der Patienten konnte in Narkose ein 2-fach positives Shiften ausgelöst werden, 7 (11,29%) hatten ein einfach positives Shiften, 8 (12,90%) hatten sogar ein 3-fach positives Shiften. Bei 6 Patienten (9,77%) konnte kein Shiften ausgelöst werden.

2.1.5 Rehabilitation

Bei der stationären Entlassung erhielten alle Patienten eine 4-Punkt-Orthese der Fa. Don Joy, welche nur eine limitierte Bewegung mit Streckung/Beugung 0/0/90° erlaubte. Zusätzlich sollte das operierte Bein bis zur ersten Wiedervorstellung beim Gehen mit maximal 20 kg teilbelastet werden. Im Stand war die Vollbelastung von Anfang an erlaubt. Nach 6 Wochen wurde das Bewegungslimit aufgehoben, weiter Krankengymnastik verordnet und dem Patienten der sukzessive Übergang zur Vollbelastung in den nächsten 2 Wochen erlaubt. Die Rehabilitation wurde von allen Studienteilnehmern in externen Einrichtungen durchgeführt. Nach 6 Monaten sollten die Patienten langsam damit beginnen, ihre sportlichen Aktivitäten wieder aufzunehmen und nach einem Jahr wieder ohne Einschränkung Wettkampfsport betreiben können.

2.1.6 Studienverlauf

Alle teilnehmenden Patienten wurden 6 Wochen (U1), 12 Wochen (U2), 6 Monate (U3), ein Jahr (U4) sowie zu einem Zeitpunkt später als 5 Jahre (U5) nach ihrer Operation wieder ambulant einbestellt und nachuntersucht.

Die Ergebnisse der präoperativen sowie der ersten vier postoperativen Untersuchungen (U1-U4) waren Gegenstand der Inaugurationsdissertation von Brenner [35]. Die vorliegende Arbeit erfasst die Ergebnisse zum 5-Jahreszeitpunkt und prüft den Verlauf beider Kollektive auf Varianz gegenüber den präoperativen Befunden sowie denen von U4 ein Jahr nach der Operation.

2.2 Operationsmethoden

2.2.1 Rekonstruktion des ACL mit Lig. Patellae und Interferenzschrauben (nach Rupp)

Das von Jones [21] und Brückner [22] in seinen Grundzügen etablierte Konzept der Patellarsehnentransplantation hat sich seit vielen Jahren als Standardverfahren bewährt. Bei den Patienten der LP-Gruppe wurde nach Freilegung der

Patellarsehne vom unteren Patellapol bis zur Tuberositas tibiae das mittlere Patellarsehnendrittel inklusive 20 mm langer, trapezförmiger Knochenblöcke aus der Patella und Tuberositas tibiae entnommen. Die beiden Knochenblöcke wurden mit Mersilene-/Ethi-bondfäden armiert. Nun wurden über einen anterolateralen Arthroskopiezugang noch vorhandene VKB-Reste reseziert. Die Anlage der Bohrkanäle erfolgte weitgehend unabhängig vom verwendeten Transplantat. Dabei wurde nach Identifizierung der anatomischen Landmarken für die Bohrkanalzentrierung mittels eines Zielgeräts ein tibialer Bohrdraht medial der Tuberositas tibiae zum tibialen VKB-Ansatz positioniert und dann mit einem 10mm-Bohrer oder einer Hohlfräse überbohrt. Das femorale Zielgerät wurde durch den tibialen Bohrkanal eingeführt und platzierte den femoralen Bohrtunnel ausreichend posterior im Bereich des lateralen Femurkondylus. Die Bohrkandicke wurde so gewählt, dass sich die Knochenblöckchen straff darin einlegten. Nach Einzug des Transplantats erfolgte zunächst die proximale und dann die distale Fixation jeweils mittels einer dem Bohrkandurchmesser angepassten kanülierten Interferenzschraube. Falls bei der Bohrung Spongiosazylinder gewonnen wurden, konnten die Transplantatentnahmestellen damit aufgefüllt werden. Bei der anschließenden intraoperativen Funktionsprüfung wurde darauf geachtet, dass die Streckung frei und kein Impingement im Eingangsbereich der Fossa interkondylaris nachweisbar war.

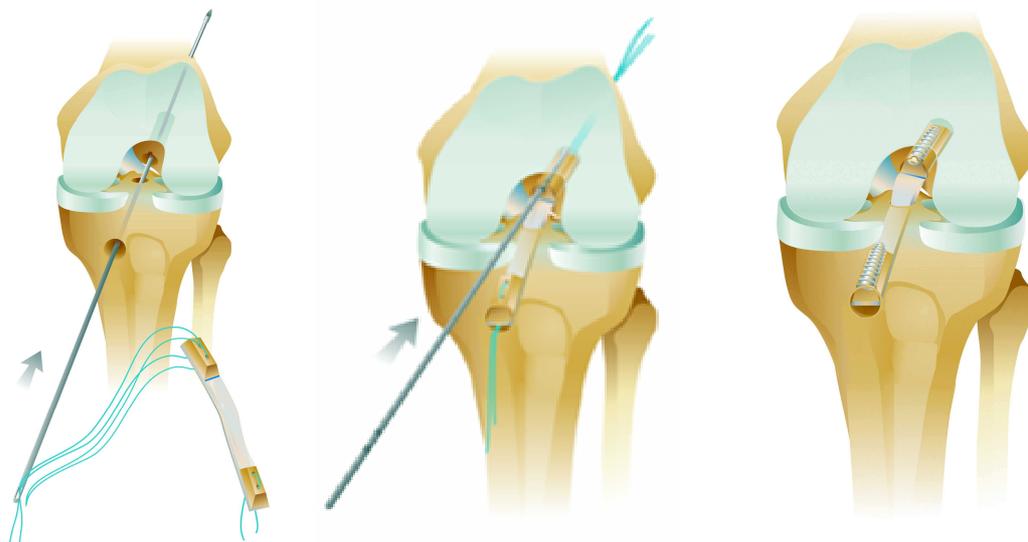


Abb. 9: Schematische Darstellung der Transplantateinbringung bei ACL-Rekonstruktion mit Lig. patellae,
Quelle: [35]

2.2.2 Rekonstruktion des ACL mit Semitendinosussehne und Endobutton (nach Strobel [36])

Zunächst wurde über einen Hautschnitt distal und medial der Tuberositas tibiae der Pes anserinus dargestellt, die Semitendinosussehne freipräpariert, mit einem Ethibondfaden armiert und unmittelbar an der Insertion abgelöst. Mithilfe eines Sehnenstrippers wurde die ST-Sehne in ihrem Verlauf nach proximal unter gleichzeitigem Zug mobilisiert und mit einer optimalen Länge von 24-30 cm entnommen. Das Transplantat wurde nun je nach Durchmesser und Länge 3- oder 4-fach gebündelt und an den Enden mit weiteren Ethibondfäden der Stärke 3 armiert.

Die Bohrkanalpositionierung erfolgte analog der Bohrung beim Patellasehnenverfahren. Der tibiale Bohrkanal wurde mit aufsteigenden Bohrergrößen bis zum Durchmesser des Transplantates gebohrt, danach der femorale Halbtunnel bis maximal 40 mm Tiefe. Anschließend wurde mit einem kleineren Bohrer in der Stärke des Endobuttons transfemorale gebohrt und die transfemorale Bohrkanallänge bestimmt.

Das vorbereitete Transplantat wurde unter Berücksichtigung der femoralen Bohrkanallänge mit dem femoralen Fixationsbutton verbunden und unter konstantem Zug von distal nach proximal eingezogen, bis der Button nach Verlassen des Bohrkanals durch Zug an den Fäden gekippt werden konnte und nach straffendem Zug nach distal auf der lateralen Femurkortikalis zu liegen kam. Die Fixation distal erfolgte über eine Fadenscheibe (Suture disc), über der die einzelnen Bündel des Transplantats separat mit Mersilene-/Ethibondfäden verknotet wurden. Die anschließende Funktionsprüfung wurde wie in 2.2.1 beschrieben durchgeführt.

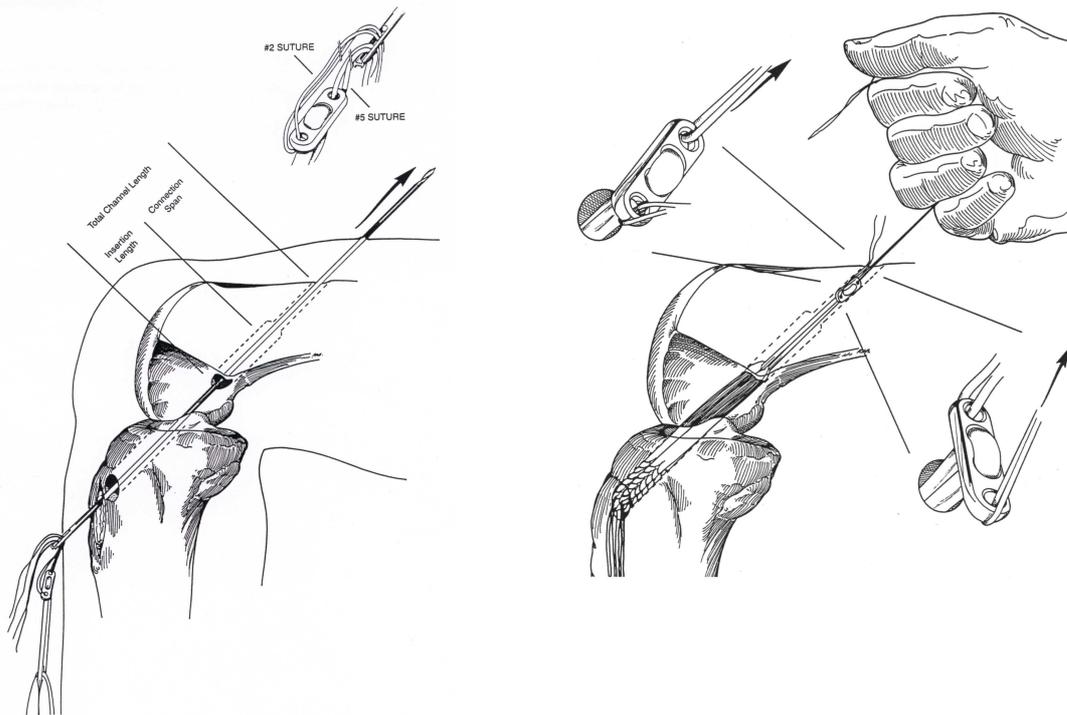


Abb. 10: Schematische Darstellung der Transplantateinbringung und -position bei ACL-Rekonstruktion mit Semitendinosus und Prinzip der proximalen Fixation mit Endobutton, Quelle: [35]

2.3 Methodik

2.3.1 Postoperative Nachuntersuchung U5 in Abhängigkeit zum OP-Zeitpunkt

Analog den Voruntersuchungen wurde bei U5 versucht, die Patienten in der Reihenfolge ihres OP-Datums vorzuladen. Dieses Vorgehen musste wegen mangelnder Verfügbarkeit der Patienten zu den vorgeschlagenen Terminen aufgegeben werden. Fortan wurden die Patienten zu den ihnen möglichen Terminen untersucht, was teilweise zu Abweichungen vom 5-Jahrestermin führte.

Die Zeitspanne vom OP-Zeitpunkt zu U5 lag für das LP-Kollektiv im Mittel bei 67,65 Monaten (5,63 Jahre), für das ST-Kollektiv bei 66,06 Monaten (5,50 Jahre). Bei den Fragebögen war der mittlere Abstand zum OP-Zeitpunkt 68,1 Monate (5,67 Jahre) bzw. 67,8 Monate (5,64 Jahre) für das ST-Kollektiv.

Zunächst wurde den Patienten in der Ambulanz ein der Einjahresuntersuchung entsprechender Fragebogen ausgehändigt, den sie so genau wie möglich

beantworten mussten. Im Anschluss daran erfolgte wieder eine standardisierte, klinische Untersuchung, die ich gemeinsam mit dem anwesenden Oberarzt durchführte. Die Ergebnisse wurden in einem dafür entworfenen Formular dokumentiert (siehe Anhang und 2.3.3 Fragebögen). Zum Abschluss wurden bei jedem Patienten Röntgenstandardaufnahmen in a.-p. und seitlichem Strahlengang in der Röntgenabteilung der Klinik angefertigt. Auf axiale Kniegelenksaufnahmen zur Beurteilung des femoropatellaren Gleitlagers wurde verzichtet, da vergleichbare Aufnahmen aus den Voruntersuchungen nicht vorlagen.

Allen Patienten, die sich nicht zu einer klinischen Untersuchung bei uns einfanden, wurden die verwendeten Fragebögen auf dem Postweg zugeschickt und weitere Fragen, wie z.B. zu Entnahmestellebeschwerden, telefonisch gestellt.

Ebenso konnten auf diese Weise Unklarheiten beim Ausfüllen der Fragebögen geklärt und weitere Informationen zu Zustand und Funktion des Knies sowie evtl. stattgefundener Diagnostik und Behandlung außerhalb unserer Klinik gewonnen werden. Bei mehreren Patienten konnten auf diese Weise Befunde von Hausärzten und niedergelassenen Orthopäden einbezogen werden.

2.3.2 Patientenfragebögen

Obwohl eine festgelegte Empfehlung [37] für die Inhalte von klinischen Nachuntersuchungen existiert, sollte in jedem Fall kritisch hinterfragt werden, ob das ermittelte Gesamtergebnis zu einem Probanden auch die tatsächliche subjektive Zufriedenheit und Leistungsfähigkeit des Patienten nach einer vorderen Kreuzbandoperation widerspiegelt. Es ist durchaus möglich, dass Nachuntersucher etwas messen, was der Patient nicht fühlt und umgekehrt, der Patient etwas fühlt, was ein Nachuntersucher nicht messen kann. Im Anhang finden sich die Patientenfragebögen und Dokumentationsbögen, wie sie daher bei U5 und den vorhergehenden Untersuchungen verwendet wurden. Die Fragebögen wurden aus den vorhergehenden Untersuchungszyklen übernommen, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Ziel war, neben den klinischen Untersuchungsergebnissen möglichst viele subjektive und objektive Parameter zur Funktionalität zu erhalten.

Die Patienten erhielten zunächst einen Fragebogen, der in Anlehnung an den Lysholm-Score [38] hauptsächlich die funktionellen Aspekte erfasst und gleichzeitig eine Beurteilung nach dem integrierten IKDC-Evaluationsbogen ermöglicht.

Der IKDC-Score [39] wird von seinen Beschreibern, Hefti und Müller, eigentlich nicht als Score bezeichnet, sondern als Evaluationssystem, da er auch Faktoren enthält, die sich nicht numerisch ausdrücken lassen. Die Gesamtauswertung der IKDC-Evaluation befindet sich vorweg im Fragebogenteil, da sie sowohl subjektive Patientenangaben als auch einen klinischen Untersuchungsteil enthält. Integriert ist in den Fragebogen außerdem die von Price [40] beschriebene visuelle Analogskala zur Messung des Schmerzempfindens und soll die im Lysholm-Score erfragten Schmerzsymptome quantitativ präzisieren. Zuletzt beinhaltet der Bogen eine Frage zur Zufriedenheit des Patienten mit dem Operationsergebnis mit einer dreirangigen Skala von „sehr zufrieden“ über „zufrieden“ bis „unzufrieden“. Zur Aktivitätsbeurteilung wird der von Tegner und Lysholm 1985 publizierte numerische Score, die „Tegner- Aktivitätsskala“ [41], beigefügt.

2.3.2.1 IKDC

Im Rahmen der Gründung des International Knee Documentation Comitee (IKDC) etablierten Hefti und Müller 1987 ein neues Evaluationssystem, welches zum Standard für alle zukünftigen Arbeiten über die Ergebnisse von Kniebandverletzungen wurde. Das von ihnen veröffentlichte Evaluationsblatt enthält einen Dokumentationsteil, einen Qualifikationsteil und einen Evaluationsteil und ist insgesamt nach 8 Aspekten gegliedert.

In die Wertung miteinbezogen werden die 4 Kategorien subjektive Beurteilung durch den Patient, Symptome, Bewegungsumfang und Untersuchung des Bandapparats (Lachmann-Test, totale a.p. Translation, Pivot-shift, Gelenkeröffnung). Die schlechteste Qualifikation innerhalb der Gruppe ergibt die Gruppenqualifikation, die schlechteste Gruppenqualifikation zählt für die Gesamtevaluation, welche in „A,B,C“ und „D“ eingeteilt werden. Hierbei ist „A“ (normal) als bestes Ergebnis zu werten und „D“ (stark abnormal) als schlechtestes. Zur Auswertung der Ergebnisse in der

Varianzanalyse wurden die dimensionslosen Werte A bis D in numerische Werte umgewandelt, wobei A einer 1 und D einer 4 entspricht.

Im Dokumentationsteil werden neben den Patientendaten auch kompartimentale Befunde, Symptome an der Transplantatentnahmestelle, Röntgenbefunde und funktionelle Testung aufgeführt, die jedoch nicht direkt in die Gesamtqualifikation des IKDC eingehen. Sie wurden gesondert ausgewertet und diskutiert. Das IKDC-Evaluationsblatt wurde von uns bei U5 wie bereits in allen Voruntersuchungen verwendet.

2.3.2.2 Lysholm-Score

Der in 6.3 als deutsche Modifikation abgebildete Lysholm-Score [38] wurde 1982 von Lysholm und Gillquist als neues Evaluationssystem veröffentlicht. Bei diesem Score, der hauptsächlich zur Beurteilung der funktionellen Aspekte dient, können durch die Bewertung von 8 Symptomen (Hinken, Gehilfen, Blockierungen, Instabilität, Schmerzen, Schwellung, Treppensteigen, tiefe Hocke) mit unterschiedlicher Gewichtung eine maximale Punktzahl von 100 erreicht werden. Das Ergebnis wird in 4 Abstufungen eingeteilt: sehr gut (95-100), gut (84-94), mäßig (65-83) und schlecht (<65).

2.3.2.3 Aktivitätsskala nach Tegner

Bei der von Tegner und Lysholm 1985 veröffentlichten Aktivitätsskala [41] handelt es sich um eine Einteilung in 11 aufsteigende Aktivitätslevel (0-10). Sie reicht von Arbeitsunfähigkeit über Arbeit unterschiedlicher Schwere bis Freizeitsport bzw. Hochleistungssport in verschiedenen Sportarten und dient der Erfassung des jeweiligen Aktivitätsniveaus. Die Patienten geben das höchste von ihnen erreichte Aktivitätslevel an. Durch die standardisierten Stufen der Skala ist ein objektiver Vergleich des Aktivitätsniveaus zu unterschiedlichen Zeitpunkten (prä-, postoperativ) möglich. Zur Vermeidung von Verzerrungen wurden für das präoperative Niveau die vor 5 Jahren erhobenen Werte verwendet und mit den aktuellen verglichen.

2.3.2.4 Visuelle Analogskala

Bei der visuellen Analogskala (VAS) nach Price [40] wird die Schmerzstärke vom Patienten auf einer 100 mm langen, dimensionslosen horizontalen Linie eingetragen. Die vom Patienten angegebene Schmerzstärke wurde anschließend abgemessen und notiert. Wichtig ist dabei auch, vom Patienten Angaben zu erhalten, bei welchen Aktivitäten und nach welcher Zeit die Schmerzen auftreten.

2.3.3 Klinische Untersuchung

2.3.3.1 Morphotyp

Unter dem Begriff Morphotyp wird die Stellung der Beinachsen und die konstitutionelle Laxität bewertet. Die Beinachsenstellung wurde am stehenden Patienten in der Frontalebene beurteilt und als „varus“, „normal“ oder „valgus“ dokumentiert. Die Laxität wurde an verschiedenen Gelenken überprüft und entsprechend als „lax“, „normal“ oder „straff“ notiert.

2.3.3.2 Oberschenkelumfangmessung

Die Oberschenkelumfänge wurden 10 cm kranial vom Kniegelenksspalt gemessen und das Ergebnis der verletzten Seite von der gesunden Seite abgezogen. Hierdurch sollen eventuelle Muskelatrophien aufgrund von Schonung und daraus resultierende Kraftminderungen festgestellt werden. Messungen, bei denen die Differenz einen größeren Umfang des operierten Beins ergeben, werden als gleichwertig angesehen und mit der Differenz 0 registriert.

2.3.3.3 Inspektion und Palpation

Zu Beginn der Untersuchung wurde das operierte Knie auf eine Schwellung hin inspiziert und die Wundverhältnisse beurteilt. Ein Erguss wurde durch Palpation ausgeschlossen oder verifiziert.

Beim passiven Durchbewegen des Kniegelenkes mit auf der Kniescheibe aufgelegter Hohlhand wurde das Ausmaß der patellofemorale Krepitation befundet. Je nach Befund wurde es nach der im IKDC vorgeschlagenen Einteilung in „keine“, „gering/mäßig“, „schmerzhaft“ und „schmerzhaft hörbar“ klassifiziert. Die Symptome Entnahmestellemorbidität, Druckdolenz und Parästhesien wurden in die Klassen „keine“, „gering“, „mäßig“, und „stark“ eingeteilt und in der Kategorie Entnahmestellemorbidität (3.1.2.10) ausgewertet.

2.3.3.4 Bewegungsumfang

Die passive Beweglichkeit beider Kniegelenke wurde mit einem Winkelmesser gemessen und nach der Neutral-Null-Methode dokumentiert. Ein Flexionsmangel wurde ermittelt, indem der Bewegungsumfang der verletzten Seite mit der gesunden Seite in Relation gesetzt wurde. Der Mangel an Extension wurde nicht mit der gesunden Seite verglichen, sondern auf die anatomische Nullstellung bezogen [39]. Die Ergebnisse wurden dokumentiert und analog zum IKDC bewertet. Ein Extensionsmangel von weniger als 3° wurde mit „A“ bewertet, 3-5° galten als „B“, 6-10° als „C“ und ein Streckmangel über 10° wurde mit „D“ dokumentiert. Ein Flexionsausfall von 0-5° wurde mit „A“ bezeichnet, 6-15° mit „B“, 16-25° mit „C“ und alles über 25° wurde als „D“ gewertet.

2.3.3.5 Mediale und laterale Gelenköffnung

Dieser Test dient der Untersuchung und dem Befund der Kollateralbänder. Zur Beurteilung des Ausmaßes der Aufklappbarkeit wurde auf das Kniegelenk, welches sich in 20-30° Flexionsstellung befand, ein Varus- bzw. Valgusstress ausgeübt. Der Test wurde wie von Winkel et al. [42] beschrieben durchgeführt. Die Einteilung erfolgte analog dem IKDC und ist für die Valgusrotation und für die Varusrotation gleich. Hier wird eine Aufklappbarkeit von 0-2 mm mit „A“, 3-5 mm mit „B“, 6-10 mm mit „C“ und über 10 mm mit „D“ bewertet.

2.3.3.6 Lachmann-Test

Der nach seinem Mentor benannte Test wurde erstmals von Torg et al. [43] 1976 veröffentlicht. Knaepler et al. [44] beschreiben den Lachmantest als sehr zuverlässig bei der Diagnostik von isolierten vorderen Kreuzbandrupturen. Zusammen mit einem Anschlagphänomen gilt er mit einer Sensitivität von 95% als zuverlässigste Methode bezüglich der Aussagekraft über Funktion und der Diagnostik von isolierten Rupturen am vorderen Kreuzband nach König [45], ohne das Anschlagphänomen ist er jedoch nur eingeschränkt sensitiv.

Beim liegenden Patienten wird das zu testende Knie in 20-30° gebeugter Position gehalten, idealerweise liegt dabei die Ferse des Beines auf der Liege auf. Der Untersucher umfasst den Ober- und Unterschenkel mit beiden Händen so, dass die Hände sich in der Kniekehle berühren. Dann wird versucht, eine ventrale Translation der Tibia in Bezug auf den Femur zu provozieren. Das Ergebnis wird subjektiv in 4 Grade unterteilt.

Der Lachmantest gilt als positiv, wenn Ober- und Unterschenkel um 0,5 cm oder mehr gegeneinander verschiebbar sind, das vordere Kreuzband ist dann mit ziemlicher Sicherheit geschädigt. Analog der IKDC Auswertung gelten hier 0-2 mm „Lachmann negativ“, 3-5 mm entsprechen „1+“, 6-10 mm sind als Lachmann „2+“ zu bezeichnen und jede Verschiebbarkeit nach anterior größer 10 mm ist als Lachmann „3+“ zu werten. Bei dieser Untersuchung soll ebenfalls der Anschlag charakterisiert werden. Er kann Hinweise über Stabilität oder Erhalt des vorderen Kreuzbandes geben und wird in „fest“, „federnd weich“ oder „fehlend“ eingeteilt.

2.3.3.7 Vorderes Schubladezeichen

Beim Schubludentest wird das zu untersuchende Knie im Gelenk 70-90° gebeugt und die Translation der Tibia gegenüber dem Femur in Neutralposition (0°), in Innenrotations- (15°) und in Außenrotationsstellung (30°) des Unterschenkels befundet. Die Klassifizierung erfolgt wie beim oben beschriebenen Lachmantest. Dieser Test dient vor allem der Beurteilung einer Rotationsinstabilität, d.h. einer Mitbeteiligung von Kollateralbändern, Kapsel und Menisci. Laut De Haven [46] reicht

er für die Prüfung der Dysfunktion des ACL als alleiniger Test nicht aus, da der Anteil an falsch negativen Ergebnissen zu hoch ist.

2.3.3.8 Pivot shift- Test

Beim Pivot shift-Test handelt es sich um ein dynamisches, vorderes Subluxationsphänomen der Tibia gegenüber dem Femur. Er dient ebenfalls als klinischer Nachweis einer vorderen Kreuzbandruptur. Bei positivem Befund, d.h. bei einer Kreuzbandinsuffizienz, wird das laterale Tibiaplateau in Streckstellung nach ventral subluxiert.

Die Ferse des auf dem Rücken liegenden Patienten wird gefasst, das gestreckte Bein unter Rotation des Unterschenkels nach innen angehoben. Die andere Hand des Untersuchers erzeugt durch Druck gegen den Oberschenkel proximal des Kniegelenkes einen Valgusstress. Mit zunehmender Flexion (ab ca. 40°) gelangt der Tractus Iliotibialis hinter die Bewegungsachse und reponiert die Tibia mit einem deutlich sicht- und/oder hörbaren Schnappen ruckartig nach dorsal. Kommt dieses Subluxationsphänomen im Alltag unter bestimmten Belastungen vor, spricht man von „giving-way“.

Er bringt den Vorteil gegenüber dem weniger schmerzhaften Lachmann-Test, dass er zur Beurteilung der Gelenkstabilität der posterolateralen Gelenkstrukturen und damit zur weiteren OP-Planung dient. Lobenhoffer und Tscherne halten den Test, v.a. in Verbindung mit dem Schubladephänomen für das diagnostisch signifikanteste Kriterium einer ACL-Ruptur [47].

Die Einteilung erfolgte wie von Jakob et al. [48] beschrieben. Shiften in maximaler Innenrotation, jedoch keine Subluxation in Neutralstellung und Außenrotation, gilt als „1+“. Shiften in Innenrotation und Neutralstellung, jedoch nicht in Außenrotation zählt als „2+“. Als „3+“ wird ein Subluxationsphänomen in allen 3 Positionen bewertet, wobei es in Innenrotation weniger deutlich ausfällt. Der Test konnte wegen seiner Schmerzhaftigkeit beim rupturierten Kreuzband präoperativ nur in Narkose durchgeführt werden sowie bei U4 nach einem und U5 nach fünf Jahren.

2.3.3.9 Reversed Pivot shift-Test

Der von Müller et al. [49] beschriebene Reversed pivot shift dient als Nachweis einer posterolateralen Kniegelenksinsuffizienz. Bei Extension des gebeugten Knies mit Valgusstress von lateral schnappt das Tibiaplateau ab ca. 30-40° aus der hinteren Subluxationsstellung mehr oder weniger deutlich wieder in die Normalposition. Ein leichtes Schnappen gilt als „1+“, ein mäßiges Schnappen als „2+“ und das deutliche Schnappen als „3+“.

2.3.3.10 KT-1000 Arthrometermessung

Um die Tibiatranslation gegenüber dem Femur objektiv beurteilen zu können, wurde neben dem Lachmann-Test (siehe 2.3.4.6) zusätzlich eine instrumentelle Stabilitätsmessung mit dem KT-1000 Arthrometer (MEDmetric, San Diego, California, USA) durchgeführt.

Gemäß der Anleitung von Daniel et al. [50] sollte es jedem Untersucher möglich sein, eine reproduzierbare Messung zu erhalten. Bei der 5-Jahresuntersuchung wurde die KT-1000 Arthrometermessung von mir persönlich sowie anschließend zur Kontrolle vom betreuenden Oberarzt durchgeführt.

Der Patient befindet sich dazu in Rückenlage, der distale Femur liegt auf einer Rolle auf, um so die Kniegelenke entspannt in eine 20-30° Flexionsstellung zu bringen. Durch Stützen an den Füßen werden die Unterschenkel in eine leichte Außenrotationsstellung (0-10°) gebracht. Das Arthrometer wird am Unterschenkel fixiert, sodass das Patellasensorkissen die Patella zwischen den femoralen Kondylen stabilisiert. Das Instrument wird durch einen einmaligen Druck von 89 N nach posterior mit anschließendem Loslassen in eine Referenzposition gebracht, von welcher aus dann die passive vordere Verschieblichkeit gemessen wird. Beginnend mit der gesunden Seite werden 3 definierte, nach anterior wirkende Kräfte (89 N, 101 N und maximale manuelle Verschiebung) auf beide Kniegelenke ausgeübt. Die Translation, gemessen in mm, kann jeweils von einer mechanischen Anzeige abgelesen werden. Für die Auswertung wird jeweils das Ergebnis der operierten Seite vom Ergebnis der gesunden Gegenseite abgezogen.

2.3.3.11 Einbeinsprungtest

Der von Daniel et al. [51] beschriebene Test dient der Beurteilung der Kniefunktion und dem Abschätzen der Kraft, bezogen auf das gesunde Bein. Der Ablauf stellt sich wie folgt dar: der Patient führt einbeinig, mit jedem Bein, zwei Sprünge aus, wobei er die Hände auf dem Rücken verschränkt hält. Er muss mit demselben Bein landen, mit dem er abgesprungen ist. Als Absprungs- und Landepunkt gilt jeweils der Aufsattpunkt der Großzehe. Die Distanz dazwischen wird mit einem Maßband gemessen und in cm angegeben. Aus beiden Versuchen wird der Mittelwert errechnet und die Sprungweite als Quotient aus operiertem und unverletztem Bein in Prozent angegeben. Die Klassifikation erfolgt entsprechend dem IKDC Knie-Evaluationsblatt.

2.3.3.12 Knee Walking Test

Da viele vergleichende Studien der letzten Jahre zeigten, dass die funktionellen Unterschiede dieser beiden ACL-Rekonstruktionsverfahren auf der Basis objektiver Testverfahren oft nicht signifikant sind, obwohl Unterschiede in der subjektiven Zufriedenheit der Patienten bestehen, müssen Parameter in die Evaluation integriert werden, die diese objektiv nicht quantifizierbaren Umstände berücksichtigen. Es stellte sich heraus, dass auch bei optimalem funktionellem Ergebnis der ACL-Rekonstruktion nicht unerhebliche Probleme, und damit Unzufriedenheit des Patienten, mit Beschwerden im Bereich der Transplantatentnahmestelle verbunden sind, die sich unter dem Begriff „donor site morbidity“ [52] oder anterior knee pain subsumieren lassen und die nur sehr schwer und unter großem therapeutischen Aufwand zu verbessern sind.

Zu den spezifischen postoperativen Problemen im Zusammenhang mit der Transplantatentnahme gehören neben regelmäßigen postoperativen Komplikationen wie Wundheilungsstörungen oder Infektionen, Schmerzen bei Aktivität im Bereich der Patellarsehne, Wetterfühligkeit im Narbenbereich, Unfähigkeit zu knieenden Tätigkeiten und die im IKDC-Formblatt (siehe 6.1) unter Punkt 6 subsumierten Symptome „Druckdolenz, Irritation, Gefühlsstörung“.

Eine weitere Möglichkeit, die Probleme der Transplantatentnahmestelle in Form eines Tests zu objektivieren, ist der so genannte Kneeling oder Knee Walking Test [53]. Der Schmerz beim Knien („Kneeling Pain“) hat in der Vergangenheit Aufmerksamkeit in der Literatur zugunsten des Hamstring-Verfahrens bekommen. Beim Knee Walking Test muss der Patient auf unbedeckten Knien eine im Behandlungsraum abgesteckte Distanz von 5m zurücklegen und anschließend eventuell vorhandene Beschwerden bei der Ausführung beschreiben. Wichtig ist dabei die Beurteilung im Seitenvergleich. Die Einteilung nach subjektiven Befunden erfolgt gemäß dem IKDC-Blatt in die Klassen normal, fast normal, abnormal und stark abnormal.

Der Test wurde in den ersten Untersuchungszyklen der Studie noch nicht durchgeführt, in der 5-Jahresuntersuchung wegen der Bedeutung der Entnahmestellemorbidität jedoch aufgenommen.

2.3.4 Radiologische Kontrolle

Bei der stationären Aufnahme und direkt postoperativ wurden von jedem Patienten zwei Röntgenaufnahmen (a.-p., seitlich) angefertigt, um eventuelle Frakturen oder knöcherne Begleitverletzungen auszuschließen bzw. um die korrekte Transplantat- und Materiallage zu kontrollieren. Weiterhin bestehen von allen relevanten Patienten vergleichbare Aufnahmen in zwei Ebenen von der Untersuchung nach einem Jahr.

Zur Kontrolle und Beurteilung des Operationsergebnisses fertigten wir bei der 5-Jahresuntersuchung zwei Röntgenaufnahmen (a.-p., seitlich) von jedem untersuchten Patienten an. Hier wurde besonders auf die richtige Positionierung der Fixationen wie Interferenzschrauben, Endobuttons und der Fadenscheiben geachtet. Ein weiteres Augenmerk galt dem Bohrkanal, inwieweit dieser reossifiziert oder eventuell erweitert (tunnel widening) war.

Die Beurteilung der Bilder erfolgte anhand des 1991 von Sherman et al. [54] veröffentlichten Scores (siehe 6.5), der aus zwei Teilen besteht. Zunächst wird im Periarticular Score (P-Score) auf Ausziehungen an den einzelnen Strukturen des perartikulären Apparats untersucht. Im Idealfall sind hierbei 10 Punkte zu erreichen.

Im zweiten Abschnitt (D-Score) wird die mögliche Degeneration des Gelenks anhand von Sklerose, Gelenkspaltverschmälerungen, subchondralen Zysten oder freien Gelenkkörpern untersucht. 16 Punkte bedeutet, keine Anzeichen von Degeneration liegen vor. Der Gesamtscore (T-Score) ist die Summe von P- und D-Score mit maximal 26 Punkten.

Auch wurden damit die von der IKDC-Evaluation geforderten Röntgenbefunde „arthrotische Veränderungen im patello-femorale, medialen und lateralen Gelenkspalt“ erhoben. Im IKDC selbst gehen die radiologischen Veränderungen jedoch nicht in die Gesamtbewertung ein, weswegen wir obige Klassifikation verwendet und die Befunde aus dem IKDC nicht getrennt diskutiert haben.

2.3.5 Statistik

Die Datenverarbeitung erfolgte für alle verwendeten Merkmale zunächst mit MS Excel. Die statistische Auswertung wurde in Kooperation mit einer diplomierten Psychologin der Orthopädischen Klinik mit dem Statistikprogramm SPSS Version 14.0 durchgeführt.

Zunächst wurden alle Variablen für beide Gruppen mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung untersucht. Sofern diese gewährleistet war, kam für quantitative Daten der T-Test für unabhängige Stichproben zur Anwendung, um auf relevante Unterschiede zwischen den beiden Kollektiven zu prüfen. Sofern sich eine nicht normale Verteilung einer Variablen herausstellte, was mehrmals der Fall war, wurde mittels des nichtparametrischen U-Tests von Mann and Whitney auf Unterschiede geprüft. Wenn es sich bei einem Parameter um qualitative Daten, wie beispielsweise den IKDC-Klassifizierungen, handelte, kamen der Fisher-Test für zweidimensionale Parameter bzw. der Chi-Quadrat-Test für mehrdimensionale Daten zum Einsatz.

Bei allen Verfahren gilt, dass bei einem Signifikanzwert kleiner oder gleich 0,05, relevante Unterschiede in den Ergebnissen bestehen. Bei mehrdimensionalen Kreuztabellen wurde dann zusätzlich geprüft, wo sich die Unterschiede genau befinden.

Aufgrund der schwankenden Gesamtzahl N bei den verschiedenen Untersuchungsgrößen wird in den nachfolgenden Auswertungen jeweils angeführt, auf welches Gesamtkollektiv sich die Prozentangaben beziehen. Aus dem gleichen Grund werden bei allen graphischen Darstellungen Prozentangaben verwendet, um durch die ungleichen Kollektivgrößen von LP- und ST-Transplantierten keine optischen Verzerrungen zu erhalten.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse U5

Im Laufe der ersten fünf Untersuchungszyklen $U_{\text{präop}}$ bis U4 waren 2 Patienten, einer aus jedem der beiden Kollektive, aus der Studie genommen worden, weil sie nicht mehr zu den Nachuntersuchungsterminen erschienen und nicht erreichbar waren.

Weitere 2 Teilnehmer, wieder aus jeder Gruppe einer, mussten wegen früher krankheitsbedingter Rearthroscopien ebenfalls ausgeschlossen werden. Bei dem Patient aus der LP-Gruppe, welcher während des Untersuchungszeitraumes U2-U3 an Leukämie erkrankte und auf eine Knochenmarktransplantation wartete, musste aufgrund einer fortbestehenden Synovitis die tibiale Interferenzschraube entfernt werden. In der Vergleichsgruppe hatte ein Patient, welcher an Neurodermitis erkrankt war, die sich auch im Kniekehlenbereich manifestierte, einen tiefen Gelenkinfekt. Hier wurde nach 4 Monaten der Endobutton entfernt. Beide Patienten stellten sich zwar bis zum Ende der Studie zur Verfügung, nach längerem Abwägen entschlossen wir uns dennoch, sie nicht in das Ergebnis einzubeziehen. Das Kollektiv beschränkte sich damit ab U4 auf die verbleibenden 58 Patienten.

Im Rahmen der 5-Jahres-Nachuntersuchung gestaltete es sich gegenüber den vorhergehenden Untersuchungszyklen schwierig, weiterhin die Vollständigkeit der beobachteten Patienteneinheit zu erhalten. Zunächst mussten die derzeitigen Aufenthaltsorte aller 58 Patienten bestimmt werden. Auch nach eingehender amtlicher Recherche konnte von 4 Patienten keine Kontaktadressen ermittelt

werden, sodass sie aus diesem Grund aus der Studie ausgeschlossen werden mussten. Von ihnen konnten weder klinische Ergebnisse noch subjektive Parameter in Form von Fragebögen ermittelt werden. Es handelt sich dabei um 3 Teilnehmer der LP-Gruppe und 1 Teilnehmer der ST-Gruppe.

Von den übrigen 54 Patienten konnten die erforderlichen Daten zur Kontaktaufnahme ermittelt werden. Davon konnten 44 Teilnehmer (22 LP/22 ST) im Zeitraum von Mai 2004 bis November 2005 ambulant untersucht werden, sodass von diesen der komplette Befundstatus vorliegt, der eine klinische Untersuchung auf der Basis der IKDC-Bögen mit Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in 2 Ebenen und die 2 Fragebögen umfasst (siehe auch 2.3.2 Patientenfragebögen).

5 Teilnehmer (2 LP/3 ST) konnten sich aufgrund zu großer Entfernung zur Klinik nicht zu einer klinischen Untersuchung einfinden. Weitere 5 Teilnehmer wollten aufgrund Beschwerdefreiheit und mangelnder Zeit nicht zu einer Untersuchung kommen (2 LP/3 ST). Bei diesen 10 Patienten wurde versucht, das größtmögliche Maß an Information zum Zustand des Knies mittels Zusendung von Fragebögen und fernmündlicher Befragung zu erhalten.

Dadurch liegen von insgesamt 54 Teilnehmern (26 LP/28ST) auch Fragebögen vor, die den Lysholm-Score, die Tegner-Aktivitätsskala sowie den Knee-Walking-Test umfasst.

Während der Untersuchungen stellten wir fest, dass bei einem Patienten der Semitendinosusgruppe zwischen U4 und U5 eine Ruptur des transplantierten Kreuzbands eingetreten und eine erneute Rekonstruktion, diesmal mit der Patellarsehne vorgenommen war. Wir konnten seinen Fall daher nicht in die Ergebnisse aufnehmen, da es sich zuletzt nicht mehr um das zu untersuchende Kreuzband handelte. Er wird als traumatische Transplantatruptur registriert.

Ein weiterer Patient erlitt 2 Jahre postoperativ bei einem Sportunfall ein Rotationstrauma mit Hämarthros und persistierender Instabilität. Unsere klinische Untersuchung und Bildgebung ergaben deutliche Zeichen für eine erneute Ruptur des transplantierten Bandes. Aufgrund ausreichender Belastbarkeit des Knies und Zufriedenheit von Seiten des Patienten wurde bis Studienabschluss keine weitere

Diagnostik und Therapie veranlasst. Auch diesen Patienten mussten wir aufgrund der traumatischen Ruptur der Studie entziehen.

Das Kollektiv reduzierte sich somit um weitere 2 Patienten der ST-Gruppe und es verblieben nach Abschluss des klinischen Teils der Studie im November 2005 22 Patienten der LP-Gruppe und 20 der ST-Gruppe, die untersucht wurden und deren Ergebnisse im Folgenden verwendet werden. Von insgesamt 26 Transplantierten jeder Gruppe liegen zusätzlich Fragebögen vor.

Aus den mittels Fragebögen, klinischer Untersuchung und radiologischer Kontrolle von diesen Patienten erhobenen Befunden wurden die nun folgenden Ergebnisse berechnet und mit den präoperativen Befunden sowie den Operationsergebnissen nach 1 Jahr verglichen (U4).

3.1.1 Fragebogen

3.1.1.1 IKDC

Als Grundlage für die klinische Untersuchung diente uns das von Hefti und Müller entworfene IKDC Knie-Evaluationsblatt (siehe 6.1). Die Bewertung nach dem IKDC-Evaluationssystem war bereits präoperativ sowie 1 Jahr nach der Operation durchgeführt worden.

Auf die für die Gesamtauswertung wichtigen Teilaspekte oder auf gruppenspezifische Auffälligkeiten wird nachfolgend im Ergebnisteil eingegangen. Wie in 2.3.2.1 beschrieben erfolgt die Einteilung der Ergebnisse in „normal“ = „A“, „fast normal“ = „B“, „abnormal“ = „C“ und „stark abnormal“, was einem „D“ entspricht.

Dementsprechend wurden 16 der 42 Patienten (38,10%) mit einem normalen Kniegelenk („A“), bewertet. Davon entfallen 8 auf die LP-Gruppe (36,36%), ebenfalls 8 auf die ST-Gruppe (40,00%). Die Wertung B, fast normal, erhielten 23 Patienten (54,76%), 13 Patienten (59,09%) mit Patellarsehnen- und 10 (50%) mit Semitendinosussehnentransplantat. Das Kniegelenk von 1 Patienten (4,55%) aus dem LP-Kollektiv und 1 Studienteilnehmer (5,00%) aus der ST-Gruppe musste mit C, einem abnormalen Kniegelenk bewertet werden. Aufgrund eines einzelnen

Teilaspektes in der Kategorie Symptome, in welchem erfragt wird, welche Aktivitäten ohne Schwellung ausgeführt werden können, erhielt 1 Patient (gesamt 2,38%) aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenerersatz (5%) auch in der Gesamtevaluation eine Wertung D. Dies entspricht einem „stark abnormalen“ Kniegelenk. Der statistische Unterschied ist jedoch mit 0,729 nicht signifikant.

Wenn man den nicht numerischen Werten des IKDC-Scores Zahlen von 1-4 zuordnet, um für diesen Parameter einen Trend der Kollektive auszumachen, hat das LP-Kollektiv auf einer Skala von 1-4 analog zu A-D einen Durchschnitt von 1,68, das ST-Kollektiv schneidet mit 1,75 leicht schlechter ab.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		N	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
IKDC U5	Normal	8	36,36	8	40,00	16	38,10
	fast normal	13	59,09	10	50,00	23	54,76
	Abnormal	1	4,55	1	5,00	2	4,76
	stark abnormal	-	-	1	5,00	1	2,38
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 6: Gesamtqualifikation entsprechend der Klassifizierung nach IKDC bei U5

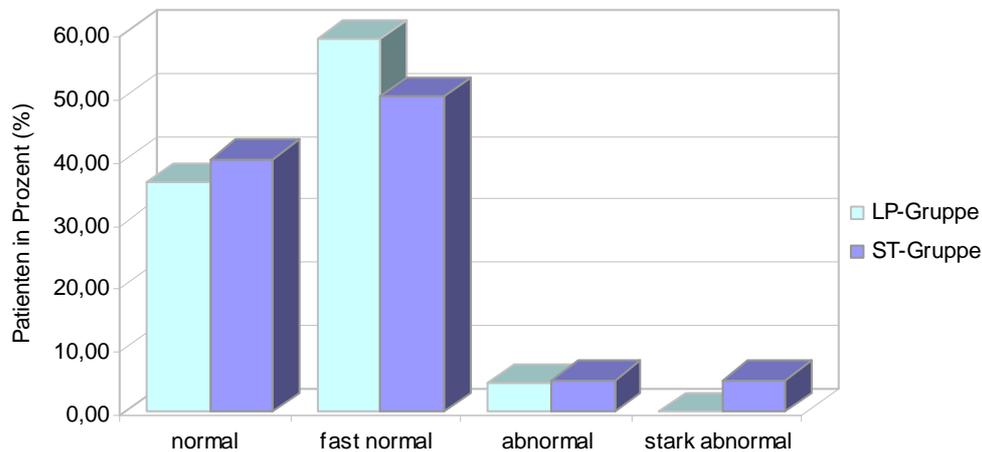


Abb. 8: Gesamtqualifikation des IKDC bei U5

3.1.1.2 Lysholm – Score

Der Score setzt sich aus acht Symptomen zusammen, welche mit Punkten bewertet werden und auf die im Folgenden eingegangen wird. Die Symptome, die in beiden

Gruppen seit U3 völlig unauffällig waren, wie „Hinken“ und die Frage nach „Gehilfen“, wird im Einzelnen nicht mehr erwähnt. Auch die „Tiefe Hocke“ konnte von allen ausgeführt werden und hat sich im Vergleich zum Einjahresbefund nicht verändert .

Nach mehr als 5 Jahren erreichten beide Kollektive im Durchschnitt ein gutes Ergebnis. Die Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz erzielte dabei im Mittel eine Punktzahl von 90,62, die Kontrollgruppe mit Lig. patellae lag bei einem Mittelwert von 89,27 Punkten.

Ein „sehr gutes“ Ergebnis, was einer Punktzahl zwischen 95 und 100 Punkten entspricht, erreichten 12 Patienten (46,15%) aus dem LP-Kollektiv, die gleiche Wertung bekamen 13 Patienten (50,00%) aus der ST-Gruppe. Ein immer noch gutes Ergebnis, zwischen 84 und 94 Punkten, erzielten 8 Studienteilnehmer (30,77%) mit Ligamentum-patellae-Ersatz und 9 (34,62%) mit Semitendinosussehnenersatz. In die Kategorie „mäßig“, mit weniger als 84 aber noch über 65 Punkten, wurden 4 Patienten (15,38%) aus der LP-Gruppe und 2 Patienten (7,69%) aus der ST-Gruppe eingestuft. Je 2 Patienten (je 7,69%) aus beiden Gruppen mussten mit weniger als 65 Punkten erneut als „schlechtes“ Ergebnis bewertet werden. Statistisch signifikante Unterschiede lagen dabei nicht vor ($p=0,858$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Klasse	sehr gut	12	46,15	13	50,00	25	48,08
	gut	8	30,77	9	34,62	17	32,69
	mäßig	4	15,38	2	7,69	6	11,54
	schlecht	2	7,69	2	7,69	4	7,69
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 7: Verteilung entsprechend der Klassifizierung nach Lysholm bei U5

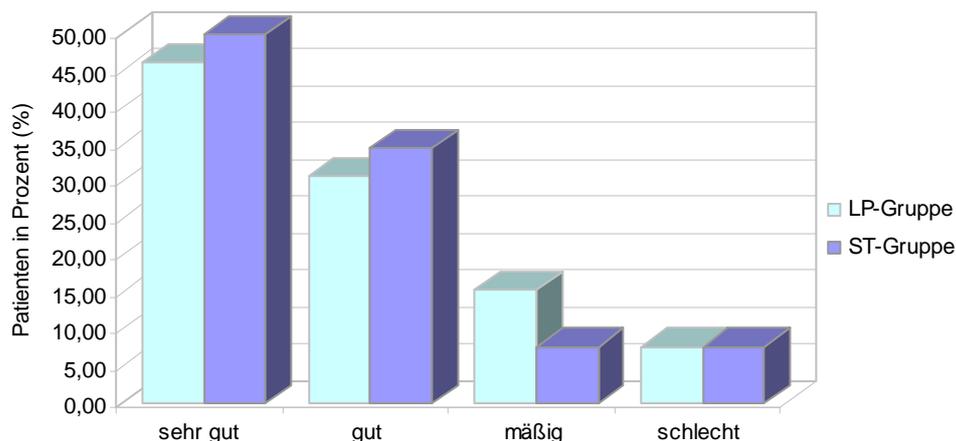


Abb. 9: Verteilung nach Lysholm bei U5

3.1.1.2.1 Blockierung

Der Aspekt „Blockierung“ oder „Einklemmungserscheinungen“ ist eines der acht Merkmale, aus denen sich der Lysholm-Score zusammensetzt. Keiner der Patienten gab eine vollständige Blockierung, die schlechtest mögliche Antwort, an.

20 Teilnehmer (76,92%) der LP-Gruppe und 23 (88,46%) der ST-Gruppe verneinen Blockierung und Einklemmungserscheinungen vollständig. 3 LP-Patienten (11,54%) und 2 ST-Patienten (7,69%) haben keine Blockierung aber Einklemmungserscheinungen. Lediglich 1 Studienteilnehmer (3,84%) der ST-Gruppe und 3 der LP-Gruppe (11,54%) klagen über gelegentliche Blockierungen. Die Messergebnisse wiesen keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen auf ($p=0,94$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Blockierung	keine Symptome (1)	20	76,92	23	88,46	43	82,69
	Einklemmungserscheinungen ohne Blockierungen (2)	3	11,54	2	7,69	5	9,62
	gelegentliche Blockierungen (3)	3	11,54	1	3,85	4	7,69
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 8: Verteilung von Blockierungserscheinungen nach Lysholm bei U5

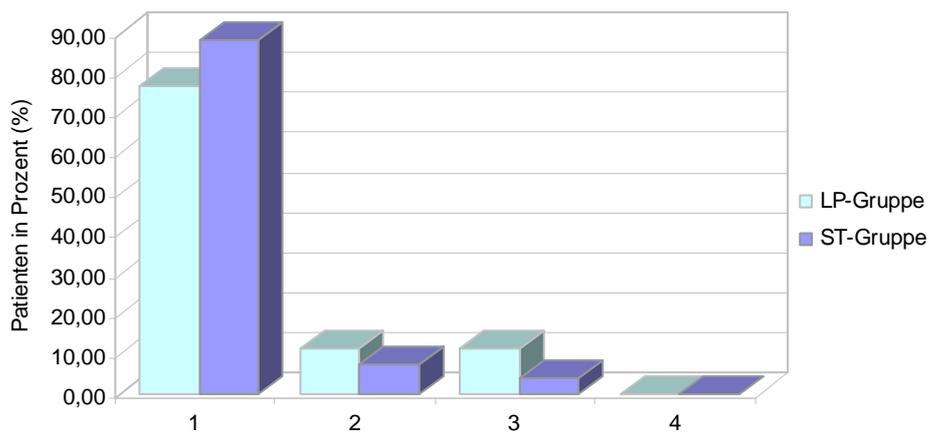


Abb. 10: Verteilung von Blockierungen nach Lysholm bei U5

1 = keine Blockierung, keine Einklemmungserscheinungen
 2 = Einklemmungserscheinungen
 3 = gelegentliche Blockierung
 4 = momentane Blockierung

3.1.1.2.2 Instabilitätsgefühl

23 Patienten der LP-Gruppe (88,47%) und 24 aus der ST-Gruppe (90,31%) gaben keine bis gelegentliche leichte Instabilitäten bei Sport oder starker Belastung an. 2 LP-Patienten (7,69%) krenzten regelmäßige Instabilität bei Sport oder starker Belastung an. Instabilitäten im Alltag wurden von 2 ST-Transplantierten und 1 LP-Patienten angegeben. Der Unterschied ist nicht signifikant ($p=0,55$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Instabilität	keine Instabilität	14	53,85	14	53,85	28	53,85
	gelegentlich beim Sport/ starker Belastung	9	34,62	10	38,46	19	36,54
	regelmäßig beim Sport/ starker Belastung	2	7,69	-	-	2	3,85
	gelegentlich bei alltäglicher Belastung	-	-	1	3,85	1	1,92
	häufig bei alltäglicher Belastung	1	3,85	1	3,85	2	3,85
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 9: Verteilung von Instabilitätserscheinungen nach Lysholm bei U5

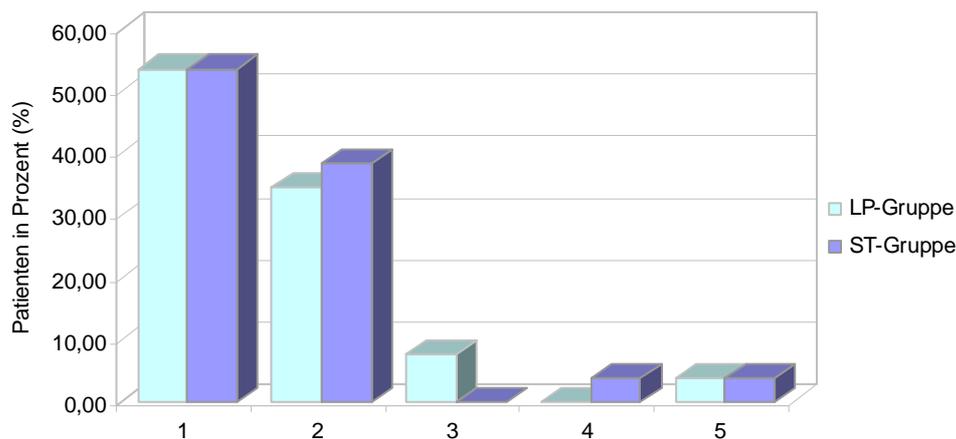


Abb. 11: Verteilung von Instabilitätserscheinungen nach Lysholm bei U5

2 = gelegentlich beim Sport/ starker Belastung
 3 = regelmäßig beim Sport/ starker Belastung
 4 = gelegentlich bei alltäglicher Belastung
 5 = häufig bei alltäglicher Belastung

3.1.1.2.3 Treppensteigen

Fast alle Patienten beider Gruppen konnten problemlos Treppensteigen.

Lediglich 2 LP-Transplantierte (7,69%) und 3 ST-Träger (11,54%) verspüren leichte Einschränkungen. Der Unterschied ist nicht signifikant ($p=0,82$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Treppensteigen	keine Probleme	24	92,31	23	88,46	47	90,38
	leichte Einschränkung	2	7,69	3	11,54	5	9,62
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 10: Probleme beim Treppensteigen nach Lysholm bei U5

3.1.1.2.4 Schwellung

Der Parameter Schwellung des Kniegelenks wurde auch bei der klinischen Untersuchung berücksichtigt, bezieht sich hier aber auch auf die Anamnese des Patienten zu Schwellungen vor und während der Untersuchungsphase. Obwohl wie in 3.1.2.2 angegeben nur bei 3 Patienten eine manifeste Schwellung zum Untersuchungszeitpunkt vorlag, klagten 8 Patienten der LP-Gruppe (30,08%) und 6 Patienten der ST-Gruppe (23,08%) über Schwellungsereignisse nach starker

Belastung. Ein Semitendinosustransplantiertes klagte über Schwellung auch nach alltäglicher Belastung (3,85%). Die Unterschiede sind nicht signifikant ($p=0,78$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Schwellung	keine Schwellung	18	69,23	19	73,08	37	71,15
	nur nach starker Belastung	8	30,77	6	23,08	14	26,92
	nach alltäglicher Belastung	-	-	1	3,85	1	1,92
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 11: Auftreten von Schwellungen des Knies nach Lysholm bei U5

3.1.1.3 Schmerz und Visuelle Analogskala

Bei diesem Teilaspekt wurden zunächst die Patienten mittels des in den Lysholm-Score integrierten Parameters nach qualitativen Aspekten eventuell vorhandener Schmerzsymptome befragt. Sofern Knieschmerzen angegeben wurden, konnten die Patienten anschließend die Schmerzstärke auf dem dimensionslosen Strahl der visuellen Analogskala von 0-100 mm quantitativ angeben.

Die Mehrzahl der Patienten beider Kollektive hatte entsprechend dem Lysholm-Score keine Knieschmerzen bzw. gelegentlich leichte Schmerzen bei starker Belastung. Das entspricht 22 der LP-Patienten (84,61%) und 24 der ST-Patienten (92,30%). Deutliche Schmerzen bei starker Belastung traten bei 3 LP-Transplantierten (11,54%) und 1 ST-Transplantierten (3,85%) auf. Deutlichere Schmerzen nach Belastung in Abhängigkeit von der Gehstrecke kamen nur bei jeweils einem Patienten beider Kollektive vor (je 3,85%). Mit $p=0,53$ sind die Unterschiede nicht signifikant.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Schmerzen	keine Schmerzen	12	46,15	12	46,15	24	46,15
	unregelmäßig und leicht bei starker Belastung	10	38,46	12	46,15	22	42,31
	deutlich bei starker Belastung	3	11,54	1	3,85	4	7,69
	deutlich bei Gehstrecke > 2km	-	-	1	3,85	1	1,92
	deutlich bei Gehstrecke < 2km	1	3,85	-	-	1	1,92
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 12: Auftreten von Schmerzen unter Belastung nach Lysholm bei U5

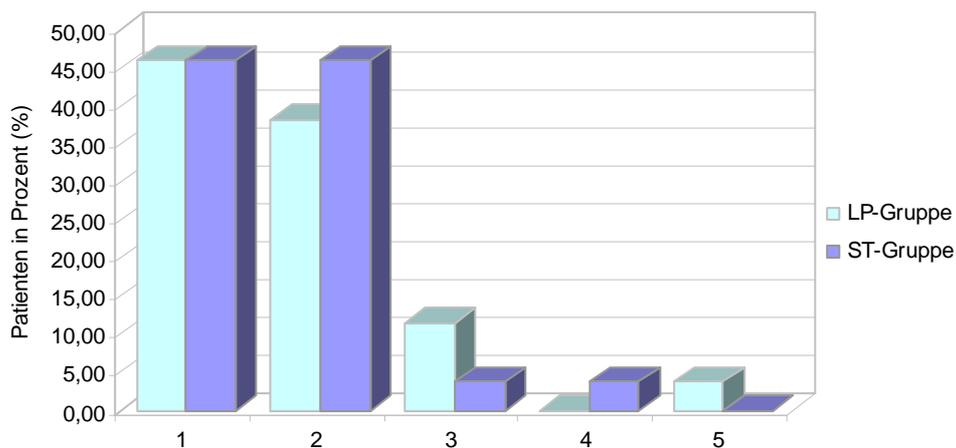


Abb. 12: Auftreten von Schmerzen bei Belastungen nach Lysholm bei U5

- 1 = keine Schmerzen
- 2 = unregelmäßig und leicht bei starker Belastung
- 3 = deutlich bei starker Belastung
- 4 = deutlich bei Gehstrecke > 2km
- 5 = deutlich bei Gehstrecke < 2km

Auf der visuellen Analogskala zeigt sich dann eine ähnliche Verteilung. Die Mehrzahl der Patienten mit positiver Schmerzanamnese gab Intensitäten im unteren Drittel der Skala an. Nur einige wenige Patienten mit insgesamt schlechtem Befund des Knies gaben Intensitäten von mehr als 30% an. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen ist hier mit $p=0,01$ deutlich signifikant mit höheren Werten im ST-Kollektiv.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
VAS in U5 in %	0-5	11	42,31	13	48,15	24	45,28
	6-10	3	11,54	2	7,41	5	9,43
	11-20	6	23,08	4	14,81	10	18,87
	21-30	3	11,54	2	7,41	5	9,43
	31-40	1	3,85	3	11,11	4	7,55
	41-50	-	-	1	3,70	1	1,89
	61-70	1	3,85	1	3,70	2	3,77
	71-80	-	-	1	3,70	1	1,89
	81-90	1	3,85	-	-	1	1,89
	Gesamt	26	100,00	27	100,00	53	100,00

Tab. 13: Schmerzintensität in Prozent anhand der Visuellen Analogskala bei U5

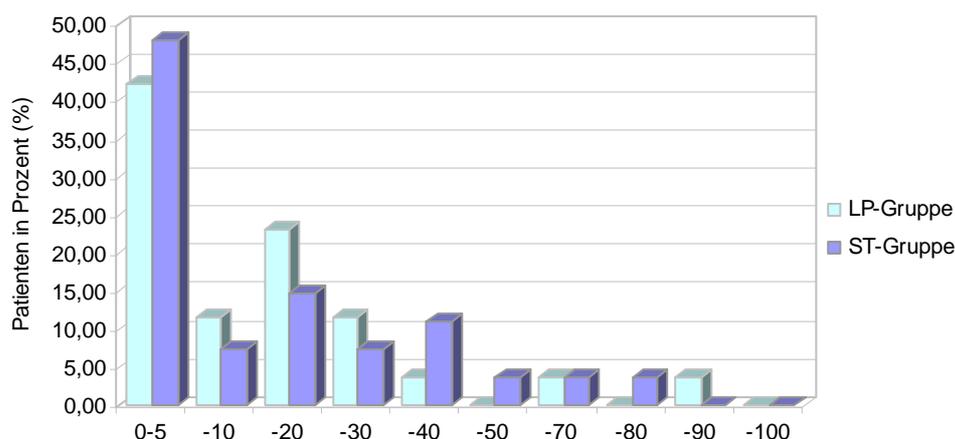


Abb. 13: Schmerzintensität in % anhand der VAS in U5

Die Frage nach den Aktivitäten, die ohne Schmerz ausgeführt werden können, ergab entsprechend dem IKDC folgende Verteilung. Aktivitäten mit belastender Rotation und Kontaktsportarten konnten von 65,38% (n=17) der Studienteilnehmer mit Lig. patellae Ersatz ausgeführt werden, in der ST-Gruppe waren dies nur 50,00% (n=13). Aktivitäten, einschließlich schwerer körperlicher Arbeit, Skifahren und Tennis, konnten von 15,38% (n=4) des LP-Patientenkollektivs und von 26,92% (n=7) des ST-Kollektivs wahrgenommen werden. Ihr Aktivitätsmaximum bei leichter körperlicher Arbeit, Joggen oder Springen hatten 5 Teilnehmer (19,23%) der LP-Gruppe im Vergleich zu 4 Teilnehmern (24,14%) der ST-Gruppe. 2 Patienten aus der ST-Gruppe (7,69%) gaben an, nur sitzende Tätigkeiten ohne Schmerzen ausführen zu können. Die Ergebnisse zeigten statistisch keinen signifikanten Unterschied ($p=0,47$).

	LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Aktivität ohne Schmerzen						
A (belastende Rotation und Kontaktsportarten)	17	65,38	13	50,00	30	57,69
B (Skifahren, Tennis oder schwere körperliche Arbeit)	4	15,38	7	26,92	11	21,15
C (Joggen, Springen oder leichte körperliche Arbeit)	5	19,23	4	15,38	9	17,31
D (nur sitzende Tätigkeiten)	-	-	2	7,69	2	3,85
Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 14: Schmerzfremie Aktivität entsprechend des IKDC bei U5

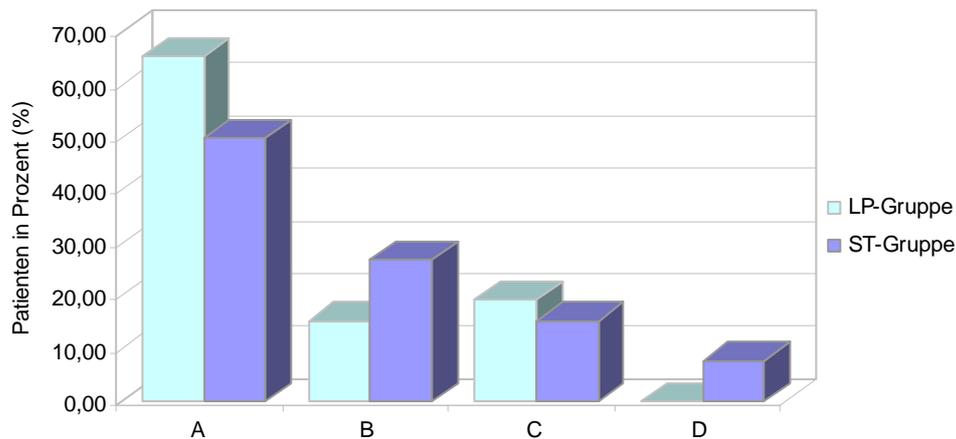


Abb. 14: Schmerzfreie Aktivität entsprechend des IKDC bei U5

3.1.1.4 Tegner-Aktivitätsskala

Alle Patienten haben zur Eingangsuntersuchung und zu U4 sowie bei U5 eine Einordnung ihres aktuellen persönlichen Aktivitätsniveaus in die Skala nach Tegner angegeben.

Das Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz erreichte bei U5 im Mittel ein Aktivitätsniveau von 5,62. Die ST-Kontrollgruppe lag mit einem Durchschnittswert von 5,54 leicht darunter. Eine „10“ in der Aktivitätsskala konnte nur ein Teilnehmer der ST-Gruppe im kanadischen Profi-Football erreichen. Kein Patient gab eine Null an, was einer Arbeitsunfähigkeit bzw. Berentung wegen Kniegelenkserkrankung entspräche. Die weitere Verteilung ist Tabelle 15 zu entnehmen. Beide Gruppen wiesen mit $p=0,28$ statistisch keinen signifikanten Unterschied auf.

Da die Tegner-Aktivitätsskala lediglich zur Einstufung des Aktivitätsniveaus dient und auch in der gesunden Bevölkerung eine Streuung zeigt, lassen sich bei Betrachtung nur eines Zeitpunktes keine Rückschlüsse auf den Zustand eines Knies ziehen. Die Tegnerskala wird daher im Verlauf unter Einbeziehung der präoperativen sowie der 1-Jahres-Ergebnisse diskutiert (siehe 3.2.1.3).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Tegneraktivitätslevel	10	-	-	1	3,85	1	1,92
	9	1	3,85	1	3,85	2	3,85
	8	2	7,69	2	7,69	4	7,69
	7	5	19,23	5	19,23	10	19,23
	6	6	23,08	3	11,54	9	17,31
	5	4	15,38	5	19,23	9	17,31
	4	6	23,08	6	23,08	12	23,08
	3	2	7,69	2	7,69	4	7,69
	2	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	1	3,85	1	1,92
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 15: Beurteilung des Aktivitätsniveaus nach Tegner, 5 Jahre postoperativ

3.1.1.5 Kniefunktion

Die Frage „Wie funktioniert Ihr Knie?“, die sowohl in den Fragebogen integriert war als auch im Untersuchungsteil des IKDC vorkommt, beantworteten in beiden Gruppen mehr als 90% mit „normal“ oder „fast normal“ und hatten keine oder eventuell leichte Probleme damit. Kein Patient stufte die Funktion seines Knies als abnormal oder stark abnormal mit deutlichen Problemen ein. Es lag kein statistisch signifikanter Unterschied vor ($p=0,49$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Funktion	normal, ohne Probleme	17	65,38	16	61,54	33	63,46
	fast normal, leichte Probleme	8	30,77	8	30,77	16	30,77
	abnormal, deutliche Schwierigkeiten	1	3,85	2	7,69	3	5,77
	Gesamt	26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 16: Subjektive Beurteilung der Funktion des operierten Knies zu U5. Einteilung entsprechend des IKDC.

3.1.1.6 Zufriedenheit mit Operationsergebnis

Über drei Viertel der Kreuzbandtransplantierten (76,92%) erklärte sich 5 Jahre nach der Operation mit dem Ergebnis als sehr zufrieden. Allerdings gaben auch 2 Patienten der ST-Gruppe an, mit dem Ergebnis aufgrund des ungünstigen funktionellen Kniezustandes unzufrieden zu sein.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Zufriedenheit	sehr zufrieden	19	73,07	21	80,77	40	76,92
	zufrieden	7	26,93	3	11,54	10	19,23
	unzufrieden	-	-	2	7,69	2	3,85
Gesamt		26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 17: Überblick über die Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis.

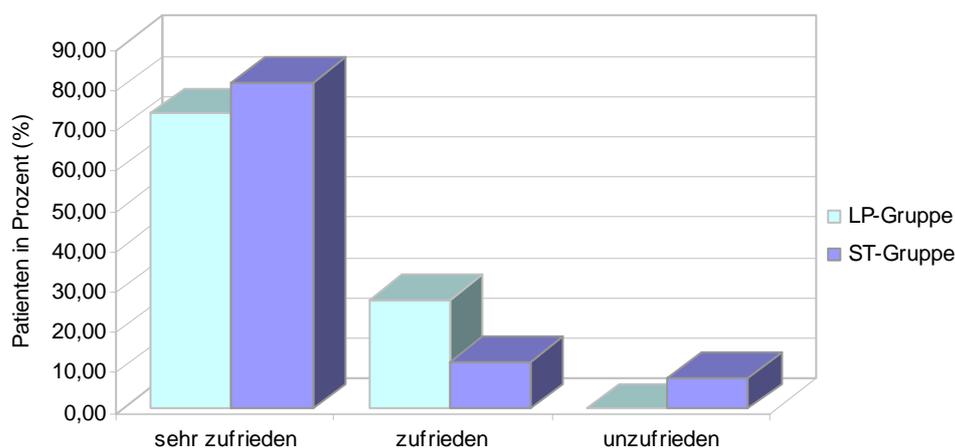


Abb. 15: Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis bei U5

3.1.2 Klinische Untersuchung

Gegenüber der 1-Jahresuntersuchung, bei der noch 58 der in die Studie eingeschlossenen Patienten erschienen, standen für die klinische Untersuchung von U5 aus oben genannten Gründen nur mehr 42 Teilnehmer zur Verfügung (Verlust 30%), von denen 22 zur LP-Gruppe und 20 zur ST-Gruppe gehörten. Die Prozentangaben in Klammern beziehen sich jeweils auf diese beiden Kollektive als Hundert.

3.1.2.1 Oberschenkelumfangmessung

Eine messbare Differenz im Umfang des Oberschenkels nach der in 2.3.3.1 beschriebenen Methode zeigte sich bei mehr als der Hälfte der untersuchten Patienten. Geht man jedoch davon aus, dass Differenzen von bis zu einem Zentimeter auch in nichtoperierten Kollektiven vorkommen und somit als normal anzusehen sind und rechnet daher die 8 Patienten mit einem Zirkumferenzunterschied zugunsten des operierten Beins dem indifferenten Teil hinzu, lag bei 12 LP-Patienten (54,55%) und 14 ST-Patienten (70,00%) kein relevanter Unterschied vor. Insgesamt 16 Patienten fielen danach durch eine Umfangminderung des operierten gegenüber dem gesunden Bein von mindestens 1cm Umfang oder mehr auf. Hierbei entfielen 10 Patienten auf die LP-Gruppe (45,47%), die 6 weiteren auf die ST-Gruppe (30,00%). Die genaue Verteilung ist Tabelle 18 zu entnehmen.

	cm	LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Differenz*	-2	1	4,55	1	5,00	2	4,76
	-1	4	18,18	2	10,00	6	14,29
	0	7	31,82	11	55,00	18	42,86
	1	6	27,27	4	20,00	10	23,81
	2	2	9,09	1	5,00	3	7,14
	3	2	9,09	1	5,00	3	7,14
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 18: Ergebnisse der Oberschenkelumfangmessung bei U5 im Seitenvergleich, (neg. Differenzwerte bedeuten Umfang operiertes Bein > Umfang gesundes Bein)

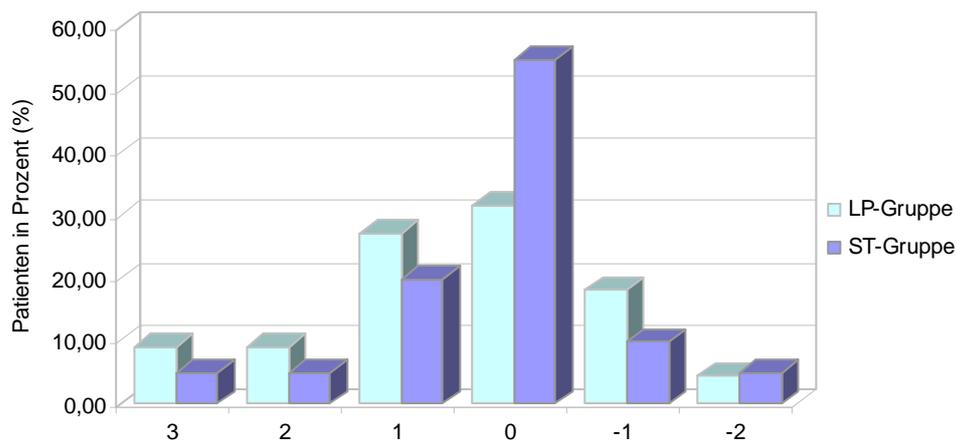


Abb. 8: Ergebnisse der Oberschenkelumfangmessung bei U5 im Seitenvergleich

3.1.2.2 Inspektion und Palpation

Bei keinem der untersuchten Patienten konnte anamnestisch oder klinisch eine patellofemorale Krepitation gefunden werden. Bei 3 der in 3.1.1.2.4 angegebenen Patienten konnten wir zu U5 tatsächlich eine klinisch manifeste, wenn auch leichte Schwellung des Kniegelenks finden. Einer der Patienten (4,55%) gehörte dabei zur Gruppe mit Patellarsehnentransplantat und 2 (10,00%) zum Vergleichskollektiv mit ST-Sehne. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=0,60$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Schwellung	keine Schwellung	21	95,45	18	90,00	39	92,86
	Schwellung	1	4,55	2	10,00	3	7,14
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 19: Vorliegen einer klinisch manifesten Knieschwellung bei U5

Je ein Patient aus beiden Kollektiven präsentierte sich zum Untersuchungszeitpunkt mit klinisch relevantem, aber nicht punktionsbedürftigem Gelenkerguss, das entspricht 4,55% der LP-Gruppe und 5,00% der ST-Gruppe. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=1,00$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Erguss	kein Erguss	21	95,45	19	95,00	40	95,24
	leichter Erguss	1	4,55	1	5,00	2	4,76
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 20: Vorliegen eines klinisch manifesten Kniegelenksergusses bei U5

3.1.2.3 Bewegungsumfang

Beim Messen des Bewegungsausmaßes stellten sich deutliche interindividuelle Unterschiede heraus. Einen tatsächlichen Extensionsmangel von mehr als 3° im Seitenvergleich hatte aber nur 1 Patient des Kollektivs mit Semitendinosussehnenersatz (5,00%). Die Messergebnisse zeigten statistisch keinen signifikanten Unterschied ($p=0,83$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Extensionsdefizit	< 3°	22	100,00	19	95,00	41	97,62
	3-5°	-	-	1	5,00	1	2,38
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 21: Extensionsmangel bei U5

Bei der Untersuchung der passiven Beugung fiel ein Patient des LP-Kollektivs (4,45%) sowie 2 aus der Vergleichsgruppe (10,00%) durch ein Beugedefizit auf, welches zwischen 6° und 15° lag. Ein weiterer ST-Patient (5,00%) hatte einen Mangel in der Beugung von mehr als 16°. Der Rest wies keine oder nur eine geringe Einschränkung der Flexion von weniger als 5° auf. Die Messergebnisse wiesen keinen signifikanten Unterschied auf ($p=0,43$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Flexionsdefizit	< 5°	21	95,45	17	85,00	38	90,48
	6-15°	1	4,55	2	10,00	3	7,14
	16-25°	-	-	1	5,00	1	2,38
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 22: Flexionsmangel bei U5

3.1.2.4 Mediale und laterale Gelenköffnung

Bei der Untersuchung der lateralen Gelenköffnung (Valgusrotation) zu U5 fiel ein Patient jeder Gruppe auf, dessen Knie sich durch Varusstress zwischen 3 und 5mm aufklappen ließ. Das entspricht 4,55% der LP-Gruppe und 5% der ST-Gruppe. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=1,00$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Varusrotation	Normal	21	95,45	19	95,00	39	92,86
	leichte Gelenköffnung: 3-5mm	1	4,55	1	5,00	3	7,14
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 23: Laterale Gelenköffnung bei U5

Auch bei der Valgusrotation zeigte sich bei der LP-Gruppe 1 Patient (4,55%) mit verstärkter medialer Gelenköffnung von mehr als 2mm, das ST-Kollektiv hatte hierbei 2 Patienten (10,00%). Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=1,00$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Valgusrotation	Normal	21	95,45	19	95,00	40	95,23
	leichte Gelenköffnung: 3-5mm	1	4,55	1	5,00	2	4,77
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 24: Mediale Gelenköffnung bei U5

3.1.2.5 Lachmann-Test

Bei der Stabilitätsprüfung nach Lachmann (siehe 2.3.3.5) wurde bei 8 Patienten der LP-Gruppe (36,36%) ein einfach positiver Test diagnostiziert, ein einzelner Patient zeigte einen zweifach positiven Test (4,54%). Bei den restlichen 13 Studienteilnehmern (59,01%) fiel der Test negativ aus. In der Vergleichsgruppe hatten ebenfalls 8 Patienten (40,00%) einen einfach positiven Lachmann-Test sowie

ein Patient einen zweifach positiven Befund (5,00%). Die übrigen 11 hatten ein negatives Testergebnis (55,00%). Ein statistisch signifikanter Unterschied lag nicht vor ($p=0,97$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		N	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Lachmann	normal: 0-2mm	13	59,09	11	55,00	24	57,14
	1fach positiv: 3-5mm	8	36,36	8	40,00	16	38,10
	2fach positiv: 6-10mm	1	4,55	1	5,00	2	4,76
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 25: Ergebnisse des Lachmantests bei U5

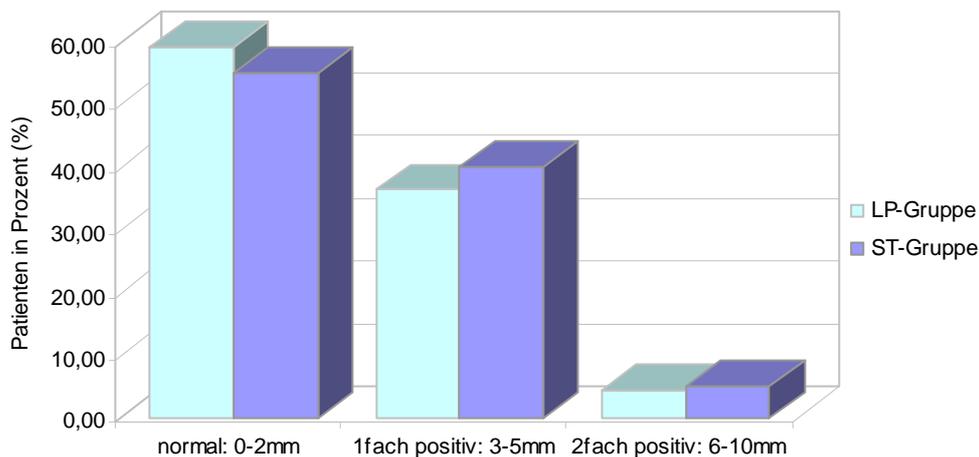


Abb. 9: Ergebnisse des Lachmantests bei U5

3.1.2.6 Vorderes Schubladenzeichen

Bei der Prüfung der vorderen Schublade zeigte sich bei 5 der LP-Patienten (22,73%) und 6 der ST-Patienten (30,00%) eine Translation zwischen 3 und 5 mm. Die restlichen 17 (77,27%) bzw. 14 (70,00%) hatten einen normalen Befund bis 2mm Verschiebbarkeit. Ein statistisch signifikanter Unterschied lag nicht vor ($p=0,73$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	N	Prozent (%)	n	Prozent (%)
a.p.-Translation	0-2mm	17	77,27	14	70,00	31	73,81
	3-5mm	5	22,73	6	30,00	11	26,19
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 26: Ergebnisse des Tests der Vorderen Schublade bei U5

3.1.2.7 Pivot shift-Test

Erfreulicherweise war bei U5 bei keinem der 42 verbliebenen Patienten ein sichtbarer Pivot shift erkennbar. Ebenso hatte keiner der Patienten ein Reversed-Pivot-Shift Phänomen, was auf eine posteriore Kniegelenksinstabilität hingewiesen hätte.

3.1.2.8 KT-1000 Arthrometermessung

Die instrumentelle Messung der a.p.-Translation in leichter Beugung mittels des KT1000-Arthrometers wurde bei U5 weiterhin durchgeführt und die Ergebnisse gemäß IKDC bzw. der Einteilung nach Sherman ausgewertet. Betrachtet wurden hierbei vor allem die individuellen Differenzen der Translation im Seitenvergleich, da hohe absolute Werte zwar auf eine erhöhte Verschieblichkeit des Kniegelenks hinweisen können, jedoch bei Beidseitigkeit auch Ausdruck einer konstitutionellen Laxizität des Kniegelenks sein können.

Insgesamt zeigten sich kaum auffällige Differenzen in der a.p.-Translation des Kniegelenks. In beiden Gruppen wurden unter standardisierten Bedingungen nur wenige Patienten in die Gruppe B oder C eingeordnet, was einer Verschieblichkeit von mehr als 2mm entspricht, mit einem Trend der ST-Gruppe zu höheren Werten bei steigender Krafteinwirkung, der jedoch nicht signifikant war ($p_{89}^*=0,31$, $p_{101}^{**}=0,33$, $p_{\max}^{***}=0,08$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	N	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Differenz KT 1000 89N*	A	20	90,91	16	80,00	36	85,71
	B	2	9,09	4	20,00	6	14,29
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00
Differenz KT 1000 101N**	A	19	86,36	15	75,00	34	80,95
	B	3	13,64	5	25,00	8	19,05
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00
Differenz manuell max***	A	18	81,82	14	70,00	32	76,19
	B	3	13,64	6	30,00	9	21,43
	C	1	4,55	-	-	1	2,38
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 27: Verteilung der Ergebnisse der arthrometrischen Translation analog des IKDC

Sherman [54] bezeichnet Translationsdifferenzen kleiner als 3 mm als „Erfolgsgruppe“ (a), Patienten mit Differenzen größer als 5 mm werden als „Misserfolgsgruppe“ (c) betitelt. Diejenigen, die Unterschiede zwischen 3 mm und 5 mm vorweisen, als „Grauzone“ (b). Klassifiziert man die Ergebnisse nach Sherman, erhält man folgende Werte für die KT-1000 Messung.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	N	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Differenz Sherman 89	A	20	90,91	16	80,00	36	85,71
	B	1	4,55	4	20,00	5	11,90
	C	1	4,55			1	2,38
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00
Differenz Sherman 101	A	19	86,36	15	75,00	34	80,95
	B	2	9,09	5	25,00	7	16,67
	C	1	4,55			1	2,38
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00
		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	N	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Differenz Sherman max	A	18	81,82	14	70,00	32	76,19
	B	2	9,09	6	30,00	8	19,05
	C	2	9,09			2	4,76
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 28: Verteilung der Ergebnisse der arthrometrischen Translation nach Sherman

Bei der Klassifizierung nach Sherman ergab sich eine gleiche Verteilung hinsichtlich der Einordnung der guten Ergebnisse. Alle mit „A“ bewerteten Patienten zählten zur „Erfolgsgruppe“. Lediglich durch die leicht verschiedene Grenze zwischen Klasse b und c bei dieser Einteilung musste ein Patient der LP-Gruppe, der nach IKDC noch unter B geführt wurde, hier konsequent mit c beurteilt werden. Alle anderen Werte konnten unverändert übernommen werden. In der Vergleichsgruppe änderte sich die Verteilung in allen Messbereichen nicht.

Die einzelnen Messerfolge im direkten Vergleich zeigten noch vor der IKDC-Klassifikation und der Sherman-Einteilung bei 89N ($p=0,31$), bei 101N ($p=0,33$) sowie bei maximaler Kraft ($p=0,08$) statistisch keine signifikanten Unterschiede.

3.1.2.9 Einbeinsprungtest

Die Durchführung dieses Test erfolgte erneut wie in 2.3.3.10 beschrieben. Aufgrund von Begleiterkrankungen oder mangelnder gefühlter Sicherheit konnte der Sprung von einem LP-Patienten und zwei ST-Patienten nicht ausgeführt werden. Anders als in den Voruntersuchungen im Jahresverlauf nach der OP erzielten die beiden Kollektive unterschiedliche mittlere Weiten sowohl mit dem operierten Bein als auch mit dem Gesunden. Das LP-Kollektiv sprang mit dem gesunden Bein im Schnitt 1,58m weit, bei mittleren 1,49m mit dem operierten entspricht das einer Differenz von 9cm im Mittel. Das Vergleichskollektiv erreichte eine mittlere Weite von 1,50m, mit dem operierten Bein 1,37m. Fast ein Drittel der Patienten sprang mit dem operierten Bein weiter als mit dem gesunden, wenn auch die Differenzen hierbei meist sehr klein waren. Der Unterschied der Differenzen war statistisch nicht signifikant ($p=0,33$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Differenz zum gesunden Bein (in %)	0-70	1	4,76%	1	5,56%	2	5,13%
	71-80	-	-	3	16,67%	3	7,69%
	81-90	5	23,81%	2	11,11%	7	17,95%
	91-100	9	42,86%	7	38,89%	16	41,03%
	>100	6	28,57%	5	27,78%	11	28,21%
	Gesamt	21	100,00%	18	100,00%	39	100,00%

Tab. 29: Differenzen im Einbeinsprungtest im Seitenvergleich bei U5

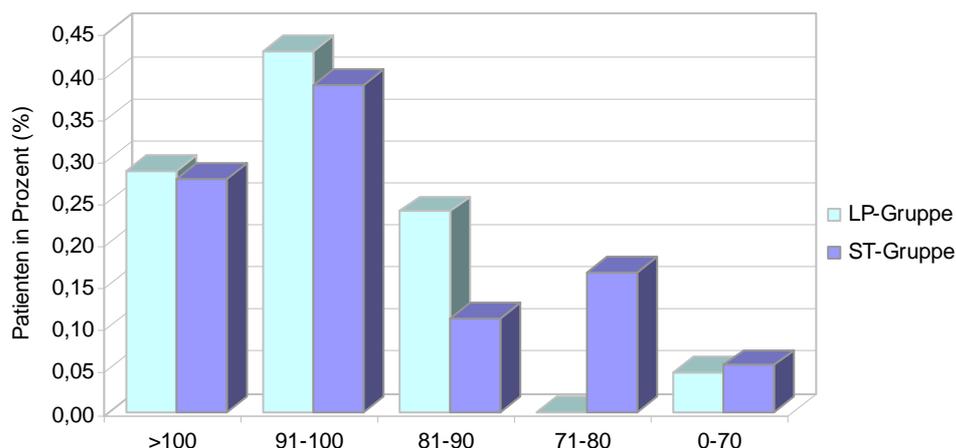


Abb. 10: Differenzen im Einbeinsprungtest bei U5

Die Verteilung bleibt ähnlich, wenn man die Ergebnisse den IKDC Gruppen zuteilt.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
IKDC Gruppe U5	A	15	71,43	12	66,67	27	69,23
	B	5	23,81	4	22,22	9	23,08
	C	1	4,76	2	11,11	3	7,69
	Gesamt	21	100,00	18	100,00	39	100,00

Tab. 30: Differenzen im Einbeinsprungtest nach IKDC bei U5

3.1.2.10 Knee Walking Test und Entnahmestellenmorbidity

Wie in 2.3.4.11 beschrieben, wurde zur Evaluierung der Entnahmestellenmorbidity der Knee Walking Test durchgeführt sowie die Ergebnisse der Befragung zu Symptomen wie Schmerzen und Irritationen an der Transplantatentnahmestelle gemäß dem IKDC-Blatt ausgewertet.

Wohl auffälligster Unterschied zwischen beiden Kollektiven bei der gesamten klinischen Untersuchung war die deutlich höhere Anzahl an Schwierigkeiten bei der Durchführung des Knee Walking Tests in der LP-Gruppe und die Angabe von Problemen im Bereich der Entnahmestelle. Während nur 4 Patienten der ST-Gruppe Probleme angaben, waren bei 13 Patienten der LP-Gruppe leichte oder sogar starke Probleme beim Gehen auf Knien zu verzeichnen. Teilweise war auch

die Durchführbarkeit eingeschränkt, weil die Patienten schmerz- oder irritationsbedingt vermieden, im Knien die volle Belastung auf das operierte Knie zuzulassen. Es zeigte sich hierbei ein signifikanter Unterschied mit $p=0,034$ zugunsten der ST-Transplantatpatienten.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Knee Walking	keine Probleme	9	40,91	16	80,00	25	59,52
	leichte Probleme	8	36,36	2	10,00	10	23,81
	schwere Probleme	5	22,73	2	10,00	7	16,67
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 31: Ergebnisse des Kneewalking-Tests bei U5

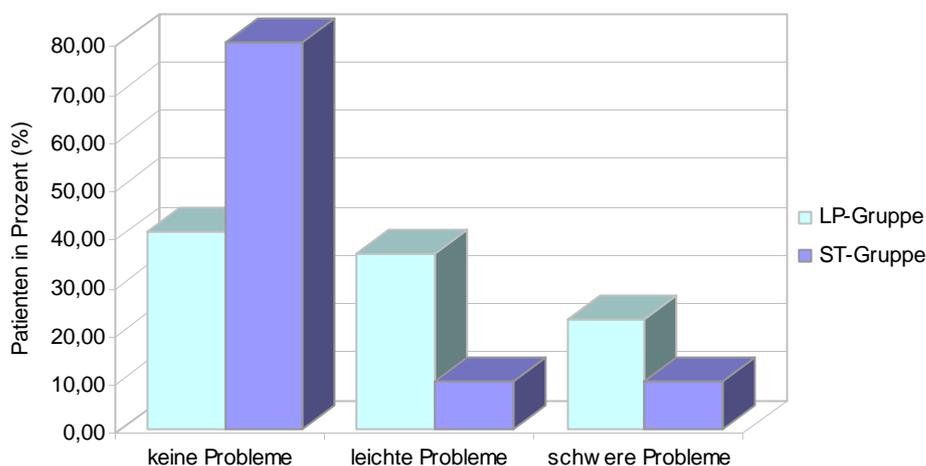


Abb. 11: Ergebnisse des Kneewalking-Tests bei U5

Bei der klinischen Untersuchung auf Symptome wie Druckdolenz, Irritation und Gefühlsstörung zeigten sich keine signifikanten Unterschied ($p=0,314$), wobei auch hier die einzigen drei Patienten mit mäßigen bis starken Symptomen der LP-Gruppe angehörten.

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Patellaspitze U5	keine Symptome	10	45,45	12	60,00	22	52,38
	geringe Symptome	9	40,91	8	40,00	17	40,48
	mäßige Symptome	2	9,09			2	4,76
	starke Symptome	1	4,55			1	2,38
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tibiaturerositas U5	keine Symptome	22	100,00	19	95,00	41	97,62
	geringe Symptome			1	5,00	1	2,38
	Gesamt	22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 32: Entnahmestellensymptome nach IKDC bei U5

3.1.3 Radiologische Kontrolle

Die radiologische Kontrolle, durchgeführt mittels Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in zwei Ebenen, erfolgte abschließend zur Beurteilung der Bilder anhand des 1991 von Sherman et al. [54] veröffentlichten Scores (siehe 6.5).

Für den periartikulären Score (P-Score) erreichte die LP-Gruppe einen Durchschnittswert von 9,68 von 10. Das Vergleichskollektiv brachte es auf 9,4 von 10. Auffälligkeiten zeigten sich insgesamt bei 27,28% der Patienten (n=6) mit LP-Transplantat, in der ST-Gruppe nur bei 25% (n=7) mit jedoch niedrigeren Werten.

P-Score U5 (periartikuläre Arthrose)		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Ausziehungen Patella	gering- mäßig (1)	2	9,09	3	15,00	5	11,90
	keine (2)	20	90,91	17	85,00	37	88,10
AZ mediales Kompartiment	gering (2)	5	22,73	7	35,00	12	28,57
	keine (3)	17	77,27	13	65,00	30	71,43
AZ laterales Kompartiment	keine (3)	22	100,00	20	100,00	42	100,00
AZ Eminentia intercondylaris	gering- mäßig (1)	-	-	2	10,00	2	4,76
	keine (2)	22	100,00	18	90,00	40	95,24
P-Score U5	7	-	-	2	10,00	2	4,76
	8	1	4,55	1	5,00	2	4,76
	9	5	22,73	4	20,00	9	21,43
	10	16	72,73	13	65,00	29	69,05
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 33: P-Score (periartikuläre Arthrose) bei U5

Die volle Punktzahl von 16 im D-Score, was einem radiologisch degenerationsfreien Knie entspricht, erreichten 77,27% (n=17) der LP-Gruppe und 65,00% (n=13) der

ST-Gruppe. 22,74% (n=5) LP-Träger und 35,00% (n=7) verloren ein oder zwei Punkte, v.a. durch mediale Gelenkspaltverschmälerung und auch mediale subchondrale Sklerose.

D-Score U5 (Degeneration)		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Mediale Gelenkspaltverschmälerung	2mm (1)	1	4,55	2	10,00	3	7,14
	1mm (2)	4	18,18	5	25,00	9	21,43
	keine (3)	17	77,27	13	65,00	30	71,43
Laterale Gelenkspaltverschmälerung	keine (3)	22	100,00	20	100,00	42	100,00
Subchondrale Sklerose	keine (2)	21	95,45	19	95,00	40	95,24
	gering-mäßig (1)	1	4,55	1	5,00	2	4,76
Restpunkte	8	1	4,55	1	5,00	2	4,76
	10	21	95,45	19	95,00	40	95,24
D-Score U5	14	2	9,09	3	15,00	5	11,90
	15	3	13,64	4	20,00	7	16,67
	16	17	77,27	13	65,00	30	71,43
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00

Tab. 34: D-Score (Degeneration) bei U5

Im T-Score, der Summe der Scores von periartikulären Veränderungen und Degeneration, erreichte die LP-Gruppe im Durchschnitt 25,36 von 26 Punkten, die ST-Gruppe mit 24,90 geringfügig weniger.

T-Score U5 (total)		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
T-Score U5	21	-	-	2	10,00	2	4,76
	23	3	13,64	2	10,00	5	11,90
	24	-	-	1	5,00	1	2,38
	25	5	22,73	4	20,00	9	21,43
	26	14	63,64	11	55,00	25	59,52
Gesamt		22	100,00	20	100,00	42	100,00

Abb. 12: T-Score (Total Score) bei U5

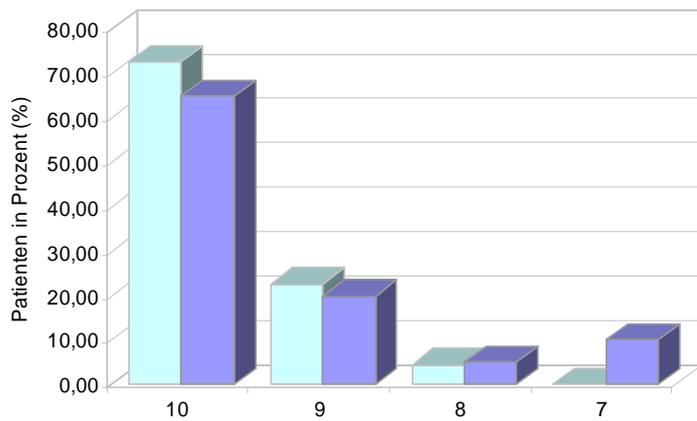


Abb. 13: P-Score (periartikuläre Arthrose) bei U5

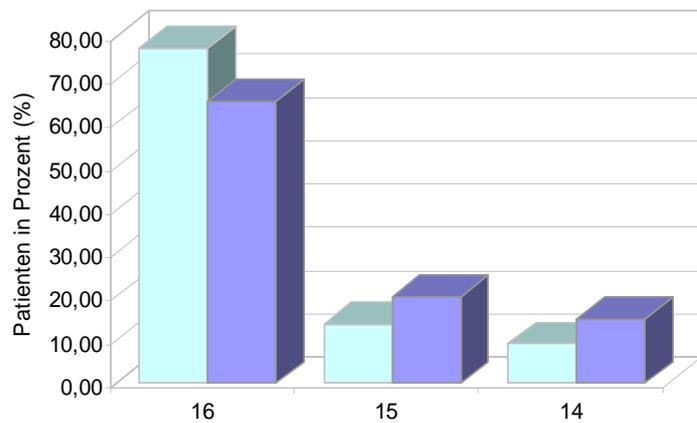


Abb. 14: D-Score (Degeneration) bei U5

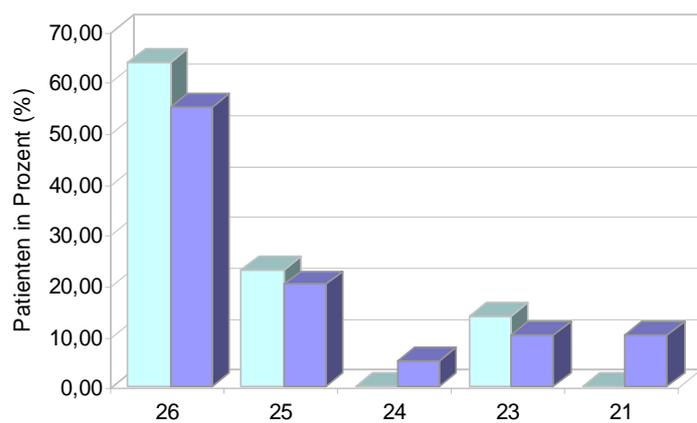


Abb. 15: T-Score (Total Score) bei U5

Aufgrund der nur geringfügigen Unterschiede in der Verteilung waren in der radiologischen Kontrolle der untersuchten Patienten zum 5 Jahreszeitpunkt keine

signifikanten Unterschiede, weder in den beiden Teil-Scores (P-Score: $p=0,89$, D-Score: $p=0,38$) noch im Gesamt-/T-Score ($p=0,56$) zu verzeichnen.

Bei der radiologischen Kontrolle konnten allerdings auch mehrere Befunde erhoben werden, die keine Wiedergabe im Score nach Sherman fanden, jedoch bei einigen Patienten möglicherweise als radiologisches Korrelat eines nicht zufrieden stellenden klinischen Outcomes zu sehen sind.

So konnte für einen Patienten des LP-Kollektivs (4,55%) und 2 Patienten der ST-Gruppe (10%) ein relevantes tunnel widening größer als 1cm festgestellt werden (siehe Abb. 17-20). Bei weiteren 2 Patienten beider Kollektive war zum Untersuchungszeitpunkt im Vergleich zur 1 Jahreskontrolle eine Progredienz zu erkennen, jedoch noch nicht im Sinne einer relevanten Bohrkanalerweiterung über 25% des ursprünglichen Kanals. Weiterhin zeigte sich bei einem LP-Patient (4,55%) eine Dislokation der tibialen Interferenzschraube nach ventral gegenüber der Aufnahme nach einem Jahr. Zwei ST-Patienten (10,00%) wiesen eine leichte Lockerung des proximalen Endobuttons auf. Ein weiterer Patient des gleichen Kollektivs (5,00%) hatte eine komplette Dislokation des Endobuttons mit mehr als 1 cm Abstand zum proximalen Bohrkanalausgang.



Abb. 16: Tunnelwidening nach ACL-Rekonstruktion durch Lig. patellae, 65 Monate postoperativ



Abb. 17: Tunnelwidening nach ACL-Rekonstruktion durch Semitendinosus-/Gracilissehne, 68 Monate post-op

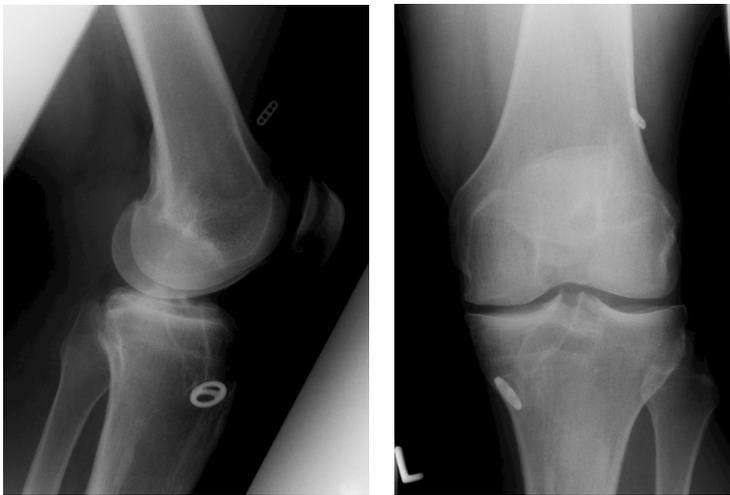


Abb. 18: Tunnelwidening und Dislokation des Endobutton nach ACL-Rekonstruktion durch Semitendinosus-/Gracilissehne, 64 Monate postoperativ

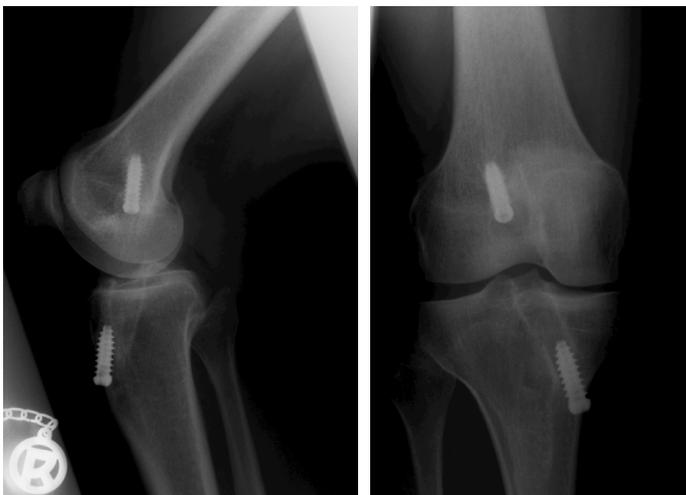


Abb. 19: Dislokation der distalen Interferenzschraube nach ACL-Rekonstruktion durch Lig. patellae, 64 Monate postoperativ

3.2 Verlauf

In der folgenden Verlaufsanalyse werden die nach 5 Jahren aus Fragebögen und Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse mit den präoperativen Befunden sowie den Ergebnissen nach 1 Jahr verglichen und mittels einer Varianzanalyse für Messwiederholungen auf Veränderungen untersucht.

Aus Gründen der statistischen Richtigkeit werden bei der Varianzanalyse nur diejenigen Patienten betrachtet, die der Studie durchgehend zur Verfügung standen. Das bedeutet, es konnten bei den Fragebögen 52 Patienten, bei der klinischen Untersuchung und radiologischen Kontrolle nur 42 der ursprünglichen 62 Patienten der Studie berücksichtigt werden.

3.2.1.1 IKDC

Eine Bewertung entsprechend des IKDC-Evaluationsblatts konnte sowohl präoperativ, als auch 1 Jahr und zu einem Zeitpunkt mehr als 5 Jahre postoperativ bei allen untersuchten Patienten durchgeführt werden. Betrachtet man die Scores im Verlauf, stellte sich in beiden Kollektiven ein eindeutig positiver Trend dar.

Vergibt man den Rängen A bis D numerische Werte 1 bis 4 (siehe 2.3.2.1), so verbesserten sich der Mittelwert des IKDC-Scores der LP-Gruppe von 3,86 präoperativ, auf 1,68 bei U5. In der ST-Gruppe verbesserte sich der Schnitt von 3,70 auf 1,75. Vor ihrer Operation mussten in beiden Gruppen über drei Viertel der Patienten mit „D“ bewertet werden, was einem stark abnormalem Knie entspricht. 1 Jahr postoperativ bekamen nur noch 6,9% der Patienten (N=2) aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenerersatz diese Wertung. Die Anzahl der Patienten, die in diesem Score mit „A“ oder „B“ klassifiziert wurden, war deutlich angestiegen.

Im Bereich „normal“ kam es zu einem Positivtrend in beiden Gruppen von keinem Patienten mit der Wertung A präoperativ auf 36,36% in der LP-Gruppe und auf 40,00% in der ST-Gruppe. In der Gruppe mit Lig. patellae-Ersatz konnten präoperativ nur 4,55% (n=1) und postoperativ bei U5 nunmehr 59,09% (N=13) der Studienteilnehmer mit „B“ bewertet werden. Im Vergleichskollektiv stellte sich die gleiche Progredienz zum Positiven dar, allerdings auf niedrigerem Niveau. Ein fast normales Knie wurde präoperativ von 5,00% (n=1) und nach 5 Jahren von 50,00%

(n=10) des Kollektivs erklärt. In der Klasse „abnormal“ blieb die LP-Gruppe mit 4,55% (n=1) konstant, die ST-Gruppe verbesserte sich von 20,00% (n=4) auf 5,00% (n=1). Insgesamt ergaben sich bei Analyse der IKDC-Werte präoperativ, zu U4 und zu U5 mit $p=0,07$ knapp keine signifikanten Unterschiede. Das Ergebnis war v.a. durch ein schlechteres Abschneiden der Patienten der ST-Gruppe bei U4 zu erklären.

in Prozent (%)	LP-Gruppe *			ST-Gruppe **		
	Prä-OP	U4	U5	Prä-OP	U4	U5
Normal	-	4,55	36,36	-	-	40,00
fast normal	4,55	72,73	59,09	5,00	55,00	50,00
Abnormal	4,55	18,18	4,55	20,00	30,00	5,00
stark abnormal	90,91	4,55	-	75,00	15,00	5,00
Gesamt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tab. 35: Verlauf der Ergebnisse analog des IKDC präoperativ, U4 und U5

* N=22 ** N=20

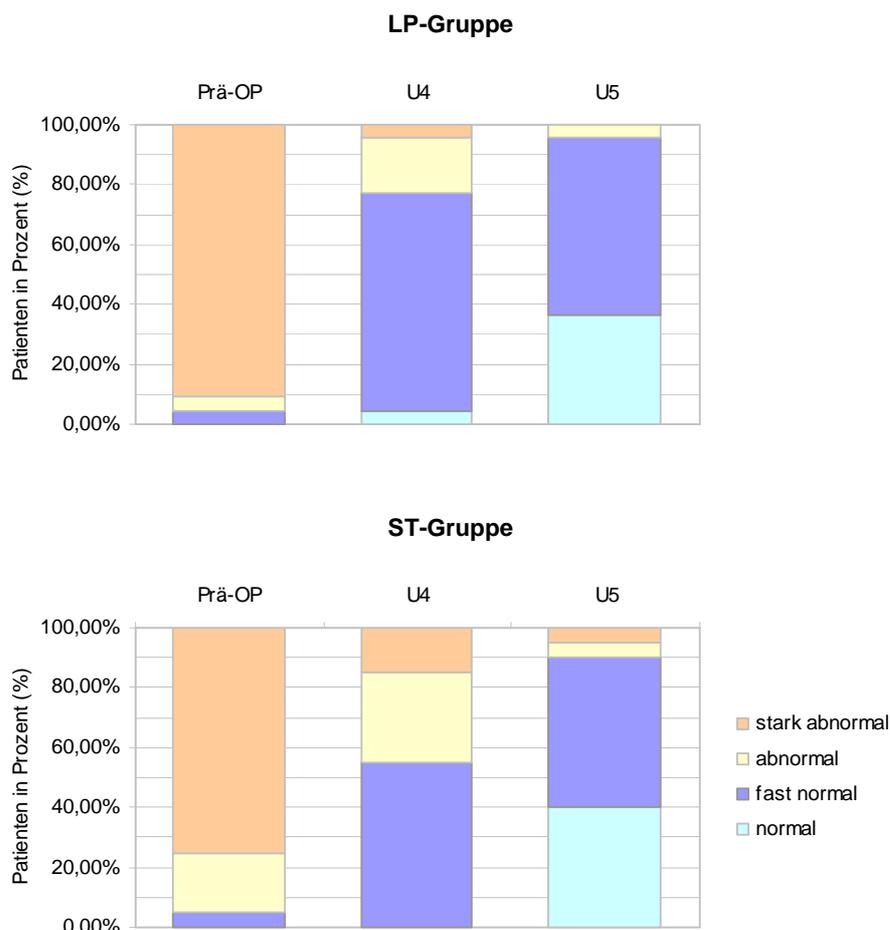


Abb. 20: Graphische Gegenüberstellung der Ergebnisse analog des IKDC Prä-OP, U4 und U5

	IKDC Prä-OP	U4 IKDC	U5 IKDC
LP-Gruppe	3,86	2,23	1,68
ST-Gruppe	3,70	2,60	1,75
Gesamt	3,79	2,40	1,71

Tab. 36: Mittelwerte des IKDC-Scores bei Prä-OP, U4 und U5

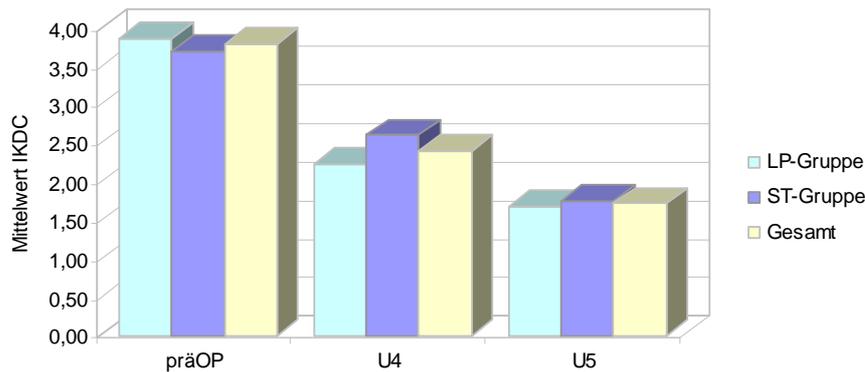


Abb. 21: Mittelwerte des IKDC im Verlauf präoperativ, U4 und U5

3.2.1.2 Lysholm-Score

Die Klassifikation entsprechend des Lysholm-Scores konnte sowohl präoperativ, zu allen Folgeuntersuchungen im ersten Jahr postoperativ sowie zu U5 vorgenommen werden. Betrachtet wurden der präoperative Score, U4 nach 12 Monaten und U5. Anhand der jeweiligen Durchschnittswerte und der Verteilung der 4 Kategorien im Lysholm-Score konnte man eine Verbesserung zum Positiven mit zunehmendem Abstand zur OP in beiden Kollektiven feststellen.

	LP-Gruppe						ST-Gruppe					
	Prä-OP		U4		U5		Prä-OP		U4		U5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%
sehr gut	2	7,69	9	34,62	12	46,15	2	7,69	11	42,31	13	50,00
Gut	5	19,23	13	50,00	8	30,77	4	15,38	8	30,77	9	34,62
Mäßig	7	26,92	2	7,69	4	15,38	13	50,00	7	26,92	2	7,69
Schlecht	12	46,15	2	7,69	2	7,69	7	26,92	-	-	2	7,69
Gesamt	26	100,00	26	100,00	26	100,00	26	100,00	26	100,00	26	100,00

	Gesamt					
	Prä-OP		U4		U5	
	n	%	n	%	n	%
sehr gut	4	7,69	20	38,46	25	48,08
Gut	9	17,31	21	40,38	17	32,69
Mäßig	20	38,46	9	17,31	6	11,54
Schlecht	19	36,54	2	3,85	4	7,69
Gesamt	52	100,00	52	100,00	52	100,00

Tab. 37: Lysholm Score im Verlauf präoperativ, U4 und U5

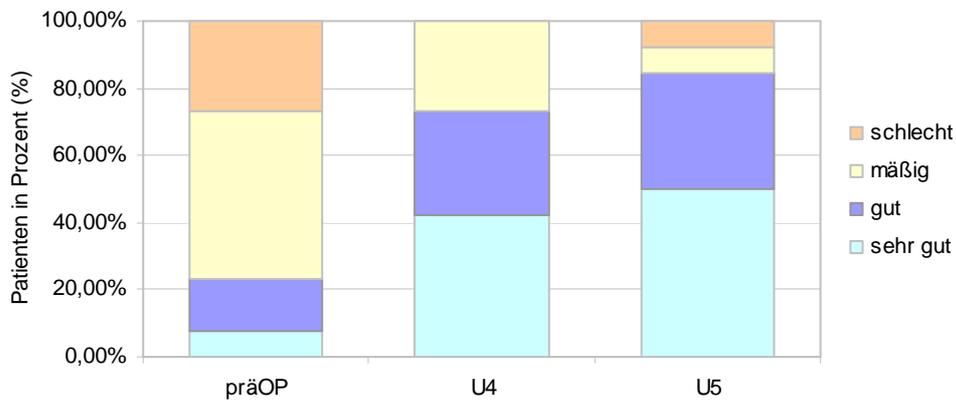
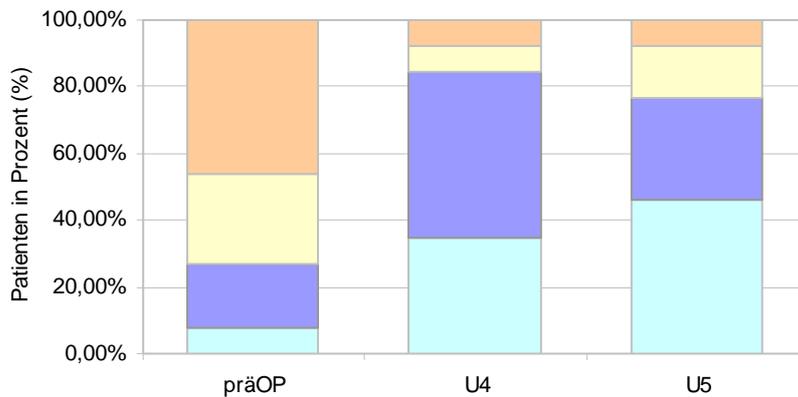


Abb. 22: a/b Ergebnisse des Lysholm-Scores im Verlauf, a. LP-Gruppe, b.ST-Gruppe

	Prä-OP	U4	U5
LP-Gruppe	89,27	89,08	55,35
ST-Gruppe	90,62	89,08	66,08

Tab. 38: Mittelwerte des Lysholm Scores im Verlauf präoperativ, U4 und U5

In der Gruppe mit Ligamentum Patellae Transplantat lag der präoperative Mittelwert bei 55,35 Punkten. Nach einem Jahr wurde eine Durchschnittspunktzahl von 89,08 und zum Zeitpunkt U5 von fast unverändert 89,27 erreicht.

In dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenentransplantat wurde präoperativ ein Mittelwert von 66,08 Punkten erreicht. Nach 12 Monaten lag dieser Wert bei einer Punktzahl von 89,08 und konnte nach 5 Jahren ebenfalls nur minimal auf 90,62 Punkte verbessert werden.

Im Detail bedeutet dies, bezogen auf das Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz, dass zum Operationszeitpunkt 73,07% der Patienten ein schlechtes oder mäßiges Ergebnis (46,15% bzw. 26,92%) in diesem Score erzielten. Ab dem Zeitpunkt der U4 mussten nur noch jeweils 7,69% (n=2) mit „schlecht“ bzw. „mäßig“ bewertet werden. Dafür erreichten bereits 50,00% ein „gut“ und immerhin 34,62% ein „sehr gut“. Bei U5 waren hatten sich weitere Teilnehmer, jetzt 46,15%, auf „sehr gut“ verbessert, allerdings waren auch einige von „gut“ mit 30, 77% in „mäßig“ zurückgefallen, sodass hier jetzt wieder 15,38% auffielen. Die mit schlecht bewerteten Teilnehmer blieben mit 7,69% konstant.

In der Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz wurden mit 7,69% (n=2) genauso viele Patienten wie im Vergleichskollektiv in die schlechteste Kategorie eingeteilt, einer weniger mit 15,38 (n=4) in die Kategorie „mäßig“. Der Rest verteilte sich mit 50,00% in „gut“ und 26,92 in „sehr gut“.

In diesem Kollektiv zeigte sich ebenfalls eine deutliche Verbesserung. Kein Teilnehmer wurde bei U4 als „schlecht“ kategorisiert, bereits 42,31% hatten ein „sehr gut“ erreicht, der Rest verteilte sich mit 30,77% bzw. 26,92% in gut bzw. mäßig. Hier war allerdings die Progredienz nach einem Jahr noch nicht abgeschlossen. Zu U5 waren zwar ebenfalls 2 Teilnehmer wieder abgefallen und jetzt wieder in Kategorie „schlecht“ zu finden, weiterhin verbleiben 2 Teilnehmer in „mäßig“. Insgesamt hatte sich der positive Trend mit 34,62% „gut“ und 50,00% in „sehr gut“ fortgesetzt.

3.2.1.3 Tegneraktivität

Insgesamt gaben 42,31% der Studienteilnehmer an, dass sich ihr Aktivitätsniveau seit dem Unfall verändert hat. In den meisten Fällen ist das Niveau gefallen, in zwei

Fällen jedoch gestiegen. Die Verteilung zwischen den Kollektiven Ligamentum Patellae Transplantat zu Semitendinosussehnenerersatz war gleichmäßig in beiden Gruppen 42,31% (N=11).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Aktivitätsänderung	Aktivität unverändert	15	57,69	15	57,69	30	57,69
	Aktivität verändert nach dem Unfall	11	42,31	11	42,31	22	42,31
Gesamt		26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 39: Veränderungen der Aktivität nach IKDC prätraumatisch zum Ist-Zustand

Das Aktivitätsniveau entsprechend der Tegneraktivitätsskala (5.5) konnte ebenfalls zu drei Zeitpunkten erfasst werden: präoperativ, nach einem Jahr und schließlich zur 5-Jahreskontrolle.

Bezogen auf die 52 verbleibenden Studienteilnehmer musste in beiden Kollektiven eine eindeutige Verschlechterung der Durchschnittswerte festgestellt werden. Der Mittelwert der Patienten mit Ligamentum Patellae Ersatz lag, nach eigenen Angaben, vor ihrem Verletzungszeitpunkt bei 7,27 Punkten. Ein Jahr postoperativ erreichte das gleiche Kollektiv lediglich einen Durchschnittswert von 6,15 Punkten und schließlich 5,62 Punkte analog der Tegneraktivitätsskala bei U5. Im Vergleich dazu erreichten die Studienteilnehmer der Gruppe mit Semitendinosussehnenerersatz vor dem Verletzungszeitpunkt einen Durchschnittswert von 7,12 Punkten und postoperativ von 5,35 Punkten nach einem Jahr bzw. 5,54 bei der U5 analog der Aktivitätsskala.

5 Patienten (19,23%) aus der Gruppe mit Lig. patellae Ersatz und 10 Patienten (38,46%) aus der Vergleichsgruppe hatten nach fünf Jahren ihr früheres Aktivitätsniveau wieder erreicht oder erhalten und somit keine Aktivitätsveränderung. Aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat gab ein Studienteilnehmer (3,85%) sogar an, seinen Aktivitätslevel um zwei Punkte gesteigert zu haben, ein Teilnehmer der ST-Gruppe um einen Punkt.

In beiden Kollektiven befinden sich allerdings auch zahlreiche Patienten mit Aktivitätsverlusten. Im LP-Kollektiv verloren 20 Patienten (76,92%) einen oder mehrere Punkte auf der Skala, in der ST-Vergleichsgruppe nur 15 (57,69%).

Allerdings war in dieser Gruppe auch der Patient mit dem höchsten Aktivitätsverlust, seine Aktivitäten hatten sich auf der Tegner-Aktivitätsskala um 8 Punkte von 9 auf 1 gesenkt. In der Gruppe mit Lig. patellae Transplantat beschrieb ein Patient einen Aktivitätsabfall von 6 Punkten, was in dieser Gruppe das schlechteste Ergebnis darstellt. In beiden Gruppen gaben die meisten Patienten eine Verringerung ihrer Aktivität von 1 oder 2 Stufen an, die genaue Verteilung ist Tabelle 40 zu entnehmen. Insgesamt zeigte sich im Verlauf der 5 Jahre kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kollektiven bezüglich des Aktivitätsniveaus ($p=0,50$).

		LP-Gruppe		ST-Gruppe		Gesamt	
		n	Prozent (%)	n	Prozent (%)	n	Prozent (%)
Veränderung UpräOP nach U5	-8,00	-	-	1	3,85	1	1,92
	-6,00	1	3,85	-	-	1	1,92
	-5,00	2	7,69	1	3,85	3	5,77
	-4,00	1	3,85	2	7,69	3	5,77
	-3,00	1	3,85	2	7,69	3	5,77
	-2,00	7	26,92	6	23,08	13	25,00
	-1,00	8	30,77	3	11,54	11	21,15
	,00	5	19,23	10	38,46	15	28,85
	1,00	-	-	1	3,85	1	1,92
	2,00	1	3,85	-	-	1	1,92
Gesamt		26	100,00	26	100,00	52	100,00
Veränderung U4 nach U5	-6,00	1	3,85	-	-	1	1,92
	-5,00	1	3,85	-	-	1	1,92
	-3,00	2	7,69	1	3,85	3	5,77
	-2,00	3	11,54	2	7,69	5	9,62
	-1,00	3	11,54	5	19,23	8	15,38
	,00	9	34,62	10	38,46	19	36,54
	1,00	3	11,54	5	19,23	8	15,38
	2,00	3	11,54	2	7,69	5	9,62
	3,00	1	3,85	1	3,85	2	3,85
Gesamt		26	100,00	26	100,00	52	100,00

Tab. 40: Veränderungen des Aktivitätsniveaus gemäß der Tegner-Aktivitätsskala

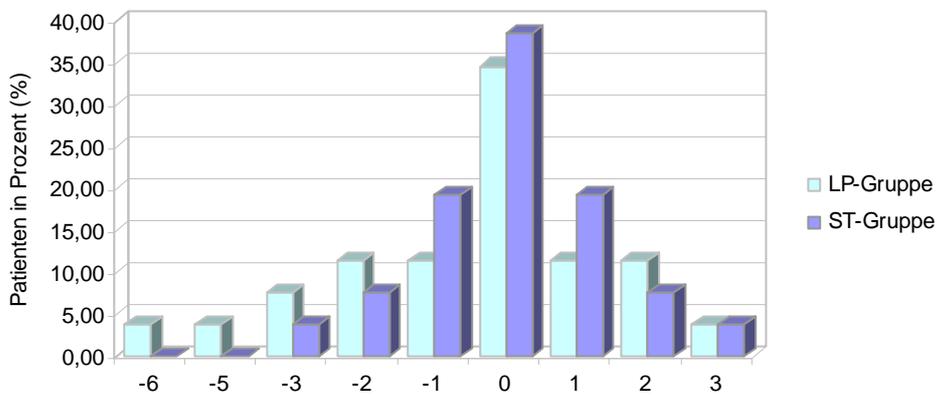
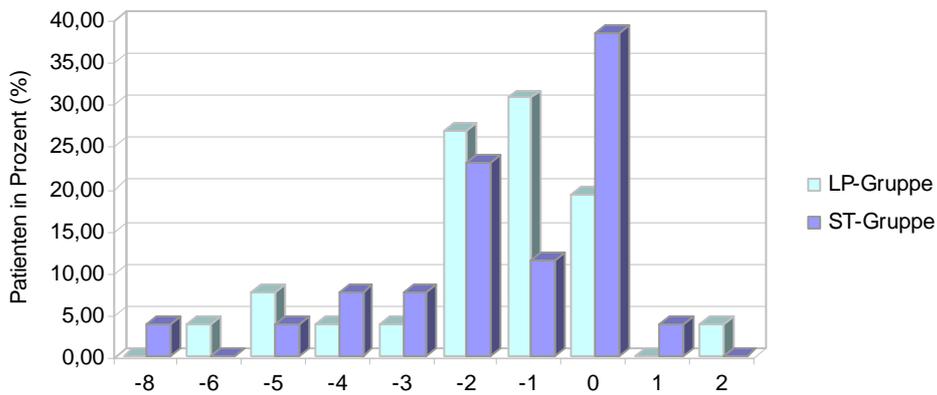


Abb. 23: a/b Veränderungen des Aktivitätsniveaus gemäß der Tegner-Aktivitätsskala von präoperativ zu U5 und von U4 zu U5

3.2.1.4 Extensionsdefizit

Beim Messen des Extensionsdefizits konnte im Verlauf in beiden Kollektiven eine weitgehende Normalisierung festgestellt werden.

Bei der präoperativen Untersuchung hatten im Kollektiv mit Lig. patellae-Ersatz noch 45,45% (n=10) und im Vergleichskollektiv 25% (n=5) ein Streckdefizit von 3° und mehr im Vergleich zur anatomischen Neutralnullposition. Im Laufe des ersten Jahres nach der Kreuzbandrekonstruktion normalisierte sich das Defizit bei allen Patienten und es konnte bei U4 kein Extensionsdefizit mehr festgestellt werden.

Bei U5 zeigte sich bei einem Teilnehmer (5,00%) der ST-Gruppe ein Streckdefizit von mehr als 3°, was jedoch im Verlauf keinen signifikanten Unterschied brachte (p=0,52).

	LP-Gruppe						ST-Gruppe					
	Prä-OP		U4		U5		Prä-OP		U4		U5	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
<3°	12	54,55	22	100,00	22	100,00	15	75,00	20	100,00	19	95,00
3-5°	8	36,36	-	-	-	-	2	10,00	-	-	1	5,00
6-10°	2	9,09	-	-	-	-	1	5,00	-	-	-	-
>10°	-	-	-	-	-	-	2	10,00	-	-	-	-
	22	100,00	22	100,00	22	100,00	20	100,00	20	100,00	20	100,00

Tab. 41: Veränderungen des Extensionsdefizits innerhalb der Gruppen

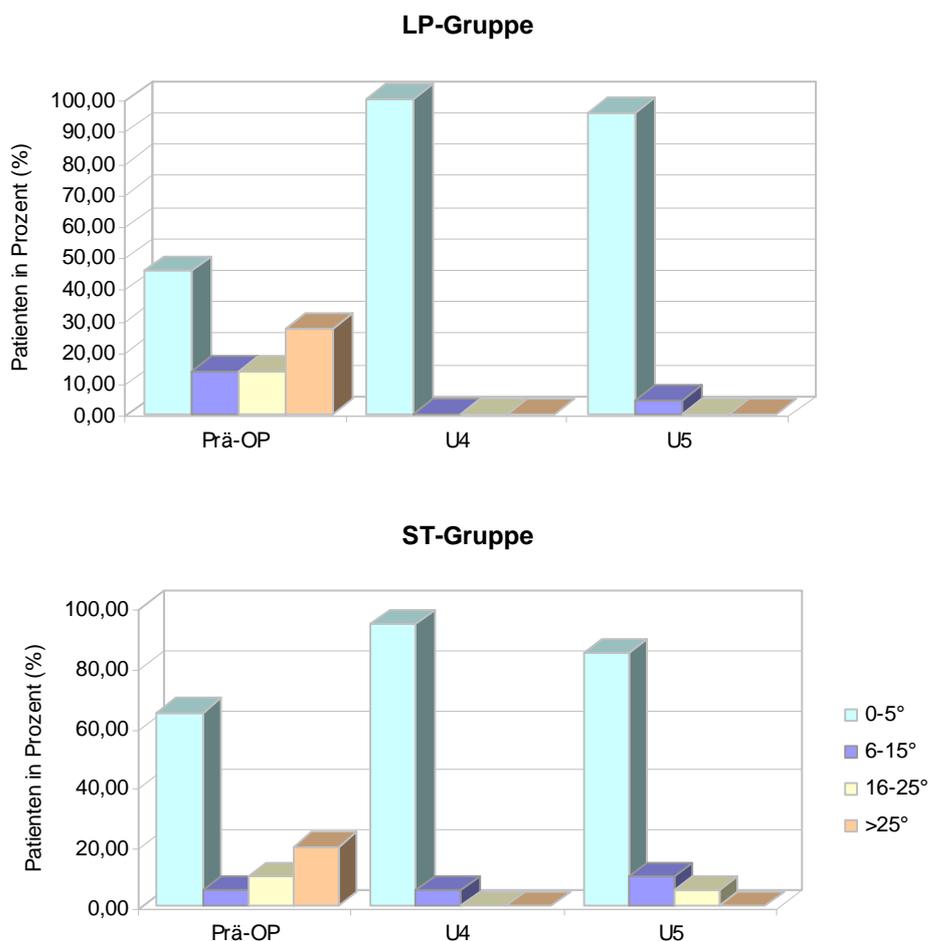


Abb. 24: a/b Veränderungen des Extensionsdefizits innerhalb der Gruppen analog IKDC im Verlauf

3.2.1.5 Flexionsmangel

Zum Zeitpunkt der 1-Jahresuntersuchung wurde bei 95% Patienten des ST-Kollektivs volle Beugefähigkeit oder ein Beugemangel von weniger als 6° festgestellt. Allerdings hatte noch ein Patient aus dieser Gruppe ein Beugedefizit, das zwischen 6° und 15° lag und welches auf beide Kollektive bezogen, dem schlechtesten Einzelergebnis entsprach. Die Studienteilnehmer der Gruppe Patellarsehnenerersatz hatten zu diesem Untersuchungszeitpunkt keinen Flexionsmangel mehr, der größer als 6° war.

Zum Termin von U5 hatten sich die Zahl der Patienten mit einem Beugedefizit größer 5° erhöht. Nun fand sich auch im Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz ein Teilnehmer mit einem Beugedefizit bis 15°, in der Semitendinosusgruppe wurden es zwei Patienten, ein weiterer Teilnehmer verschlechterte sich auf ein Beugedefizit größer 15°. Aufgrund der geringen Abweichungen war der Unterschied zwischen beiden Gruppen auch für den Parameter Flexionsdefizit im zeitlichen Verlauf nicht signifikant ($p=0,23$).

	LP-Gruppe						ST-Gruppe					
	Prä-OP		U4		U5		Prä-OP		U4		U5	
	n	(%)	n	(%)	N	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
0-5°	10	45,45	22	100,00	21	95,45	13	65,00	19	95,00	17	85,00
6-15°	3	13,64	-	-	1	4,55	1	5,00	1	5,00	2	10,00
16-25°	3	13,64	-	-	-	-	2	10,00	-	-	1	5,00
>25°	6	27,27	-	-	-	-	4	20,00	-	-	-	-
	22	100,00	22	100,00	22	100,00	20	100,00	20	100,00	20	100,00

Tab. 42: Veränderungen des Flexionsdefizits innerhalb der Gruppen

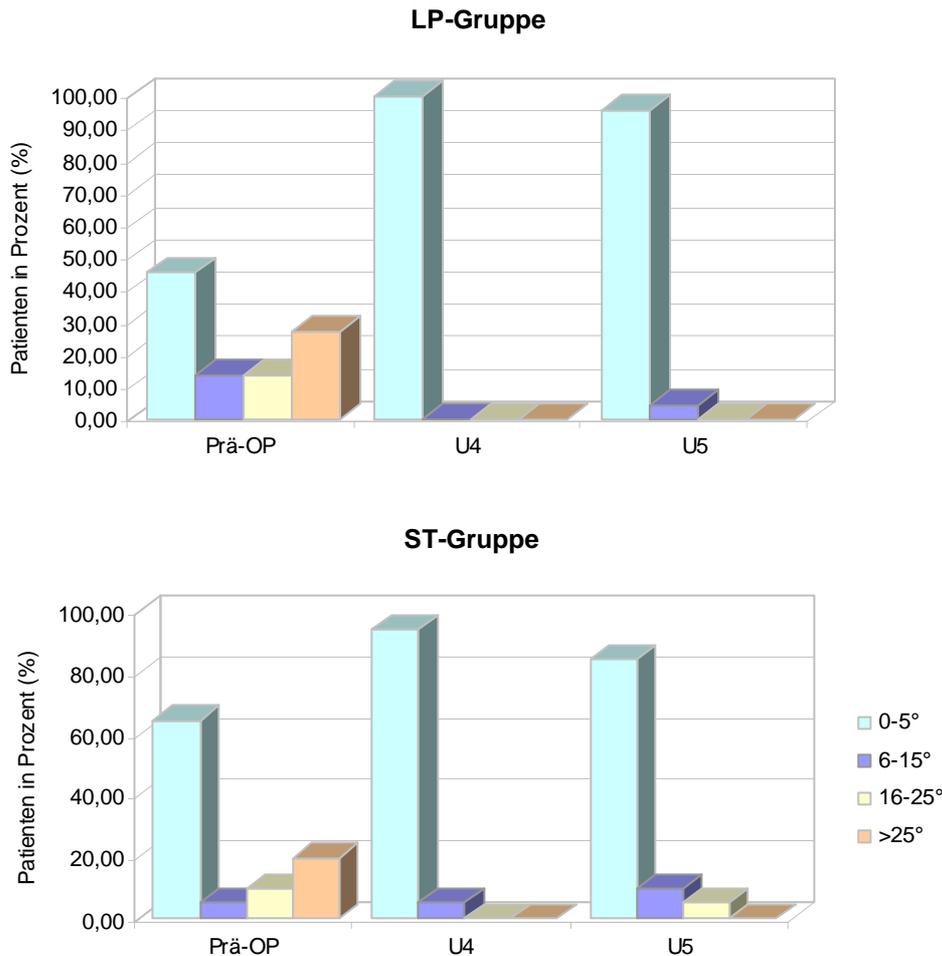


Abb. 25: a/b Veränderungen des Flexionsdefizits innerhalb der Gruppen analog IKDC im Verlauf

3.2.1.6 Lachmann – Test

Bereits bei den frühen postoperativen Kontrollen und der 1-Jahresuntersuchung fiel beim Lachmann-Test eine deutliche Verbesserung im Vergleich zum präoperativen Befund auf.

So war bei der Untersuchung nach einem Jahr bei 80,00% (n=16) der Patienten mit Semitendinosussehnentransplantat und bei 86,36% (n=19) der Patienten aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat der Lachmann-Test negativ. Allerdings verblieben zu diesem Zeitpunkt immer noch 3 Patienten der LP-Gruppe (13,64%) und 4 Patienten der ST-Gruppe (20,00%) mit einfach positivem Lachmann-Test.

Nach 5 Jahren hatte sich die Situation für beide Gruppen gleichmäßig verschlechtert und so fielen nunmehr in beiden Kollektiven je 8 Patienten mit einfach positivem und je einer mit zweifach positivem Lachmann-Test auf.

Trotz der deutlichen Verschlechterung dieses Parameters, der Ausdruck einer nachlassenden Stabilität der Bandrekonstruktion über die Zeit ist, findet sich aufgrund der gleichmäßigen Veränderung kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p=0,46$).

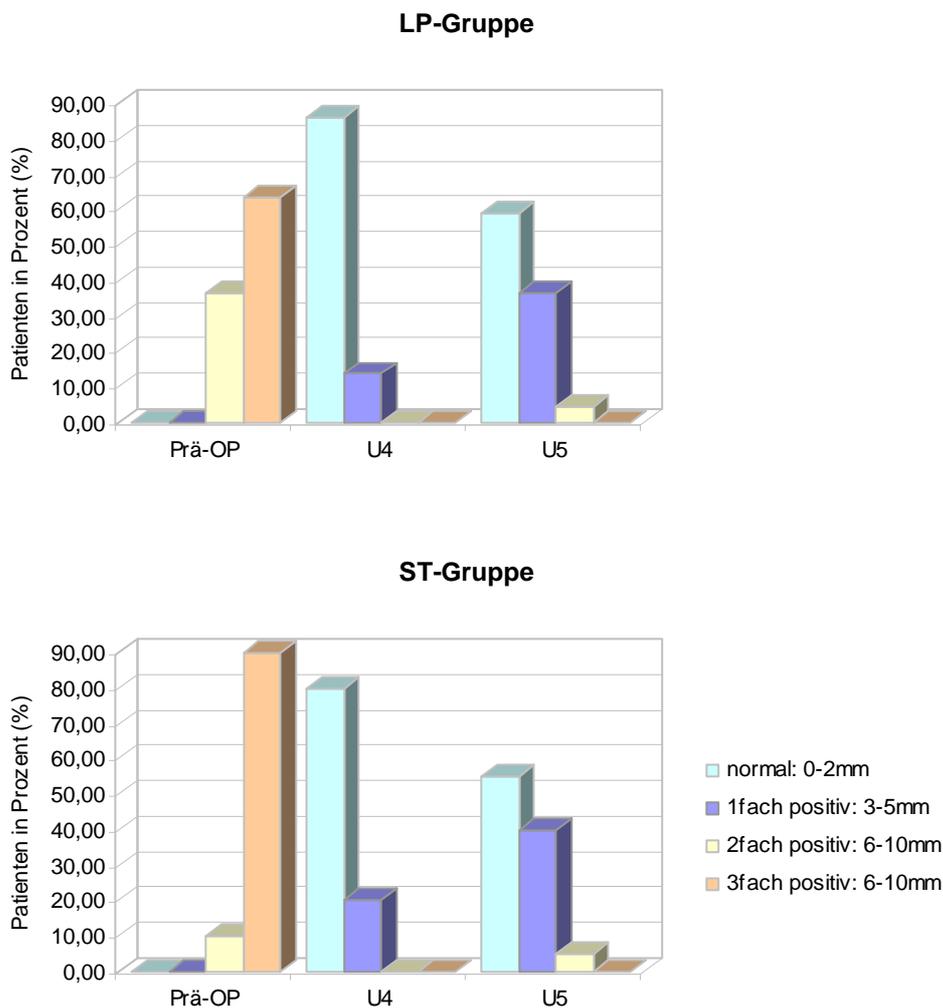


Abb. 26: a/b Graphische Darstellung der Stabilitätsprüfung nach Lachmann im Verlauf Prä-OP, U4 und U5

	LP-Gruppe						ST-Gruppe					
	Prä-OP		U4		U5		Prä-OP		U4		U5	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
normal: 0-2mm	-	-	19	86,36	13	59,09	-	-	16	80,00	11	55,00
1fach positiv: 3-5mm	-	-	3	13,64	8	36,36	-	-	4	20,00	8	40,00
2fach positiv: 6-10mm	8	36,36	-	-	1	4,55	2	10,00	-	-	1	5,00
3fach positiv: 6-10mm	14	63,64	-	-	-	-	18	90,00	-	-	-	-
	22	100,00	22	100,00	22	100,00	20	100,00	20	100,00	20	100,00

Tab. 43: Veränderungen in der Stabilitätsprüfung nach Lachmann innerhalb der Gruppen

3.2.1.7 Vorderes Schubladenzeichen

Beim Test der a.p.-Translation am flektierten Knie (vordere Schublade) haben sich die Ergebnisse gegenüber U4 für beide Kollektive gleichmäßig verschlechtert. Es zeigte sich nunmehr bei 5 der LP-Patienten (22,73%) und 6 der ST-Patienten (30,00%) eine manuelle Translation zwischen 3 und 5 mm. Die Befunde der intraoperativen Kontrolle sind nicht dokumentiert.

		LP-Gruppe						ST-Gruppe					
		Prä-OP		U4		U5		Prä-OP		U4		U5	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
a.p.- Translation	0-2mm	-	-	21	95,45	17	77,27	-	-	20	100,00	14	70,00
	3-5mm	-	-	1	4,55	5	22,73	-	-	-	-	6	30,00
	5-8mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	> 9mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	22	100,00	22	100,00	-	-	20	100,00	20	100,00

Tab. 44: Übersicht über den Verlauf der Stabilitätsprüfung der vorderen Schubladen innerhalb der Gruppen

3.2.1.8 KT – 1000 Arthrometermessung

Bei der KT1000-Arthrometermessung, welche nach einem Jahr und zum 5 Jahreszeitpunkt durchgeführt wurde, konnte man analog zum Lachmann Test in beiden Gruppen im Verlauf eine leichte Verschlechterung erkennen.

Im Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat hatten zum Untersuchungszeitpunkt nach einem Jahr bei einer Translationskraft von 89 N, 101 N und dem maximalen Zug 86,36% der Patienten (n=19) eine Translationsdifferenz von weniger als 3 mm, was einem A in der IKDC-Wertung entspricht. Alle anderen aus diesem Kollektiv wurden entsprechend dem IKDC mit „B“ und „C“ klassifiziert. Im ST-Kollektiv hatten nach einem Jahr für alle drei Zugstärken 90% der Patienten (n=18) ein A und 2 Patienten (n=2) ein B. Kein Patient aus diesem Kollektiv wurde nach 12 Monaten mit „C“ gewertet.

Bei U 5 stellte sich eine etwas schlechtere Konstellation ein, vor allem bei den höheren Translationskräften 101N und maximale manuelle Kraft. Mit $p=0,95$ für 89N, $p=0,97$ für 101N und $p=0,79$ für maximale Kraft zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Verlauf der 5 Jahre für die Arthrometermessung.

		LP-Gruppe				ST-Gruppe			
		U4		U5		U4		U5	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
IKDC 89	A	19	86,36	20	90,91	18	90,00	16	80,00
	B	2	9,09	2	9,09	2	10,00	4	20,00
	C	1	4,55	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-
		22	100,00	22	100,00	20	100,00	20	100,00
IKDC 101	A	19	86,36	19	86,36	18	90,00	15	75,00
	B	2	9,09	3	13,64	2	10,00	5	25,00
	C	1	4,55	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-
		22	100,00	22	100,00	20	100,00	20	100,00
IKDC max	A	19	86,36	18	81,82	18	90,00	14	70,00
	B	3	13,64	3	13,64	2	10,00	6	30,00
	C	-	-	1	4,55	-	-	-	-
	D	-	-	-	-	-	-	-	-
		22	100,00	22	100,00	20	100,00	20	100,00

Tab. 45: Übersicht über den Verlauf der Arthrometer Messung bei der IKDC-Evaluation innerhalb der Gruppen

3.2.1.9 Einbeinsprungtest

Da der Einbeinsprungtest präoperativ nicht möglich war, ist hier nur der Vergleich mit den Ergebnissen von U4 möglich. Es zeigt sich eine geringe Verschlechterung in der ST-Gruppe, wo sich drei Patienten in der Kategorie von A nach B verschlechtern sowie zwei weitere von B nach C. Die LP-Gruppe erfährt einen gegensätzlichen Trend, wonach sich die Zahl der C-Ergebnisse von 4 auf 1 reduziert und ein weiterer Teilnehmer dieses Kollektivs sich von B nach A verbessert.

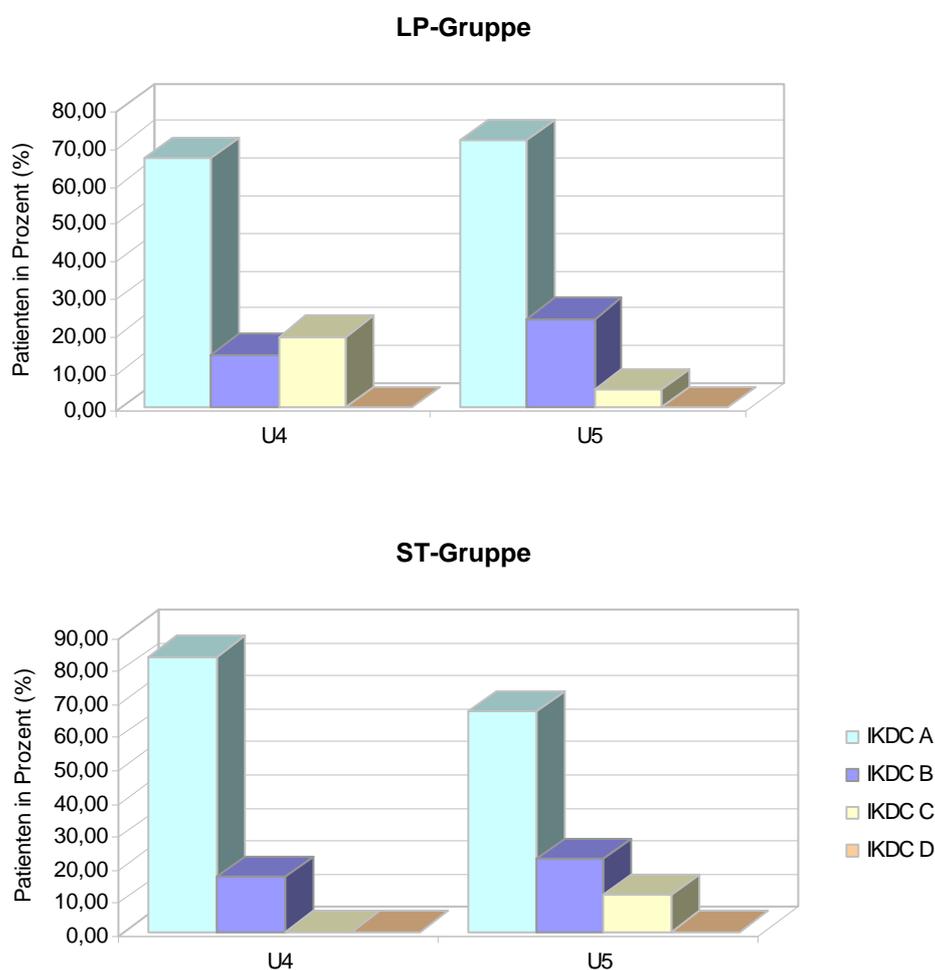


Abb. 27: Graphische Darstellung des Verlaufs des Einbeinsprungtestes innerhalb der Gruppen

	LP-Gruppe				ST-Gruppe			
	U4		U5		U4		U5	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
IKDC A	14	66,67	15	71,43	15	83,33	12	66,67
B	3	14,29	5	23,81	3	16,67	4	22,22
C	4	19,05	1	4,76			2	11,11
	21	100,00	21	100,00	18	100,00	18	100,00

Tab. 46: Übersicht über den Verlauf des Einbeinspungtestes innerhalb der Gruppen

3.3 Postoperative Morbidität und Befunde bei U5

Während der Follow-up Untersuchungen stellten wir fest, dass bei einem Patienten der Semitendinosusgruppe zwischen U4 und U5 eine Reruptur des transplantierten Kreuzbandes eingetreten war und eine erneute Rekonstruktion, diesmal mit der Patellarsehne, vorgenommen worden war. Wir konnten seinen Fall daher nicht in die Ergebnisse aufnehmen, da es sich zuletzt nicht mehr um das zu untersuchende Kreuzband handelte. Er wird als traumatische Transplantatruptur registriert.

Ein weiterer Patient erlitt 2 Jahre postoperativ bei einem Sportunfall ein Rotationstrauma mit Hämarthros und persistierender Instabilität. Unsere klinische Untersuchung und Bildgebung ergaben deutliche Zeichen für eine erneute Ruptur des transplantierten Bandes. Aufgrund ausreichender Belastbarkeit des Knies und Zufriedenheit von Seiten des Patienten wurde bis Studienabschluss keine weitere Diagnostik und Therapie veranlasst. Auch diesen Patienten mussten wir aufgrund des klinischen Verdachts einer traumatischen Reruptur der Studie entziehen.

4. Diskussion

In dieser Arbeit wurden zwei gängige Operationsmethoden zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes, welche üblicherweise in der Orthopädischen Klinik der Universität Würzburg angewendet werden, miteinander verglichen. Hierfür wurden zwei Kollektive mit initial je 31 Studienteilnehmern, die nach dem Zufallsprinzip einer Operationsmethode zugeteilt wurden, gegenübergestellt. Im Zeitraum von 1998 bis 2005 wurden alle Patienten einmal präoperativ und fünfmal postoperativ zu festgesetzten Zeitpunkten untersucht.

Ziel dieser prospektiv randomisierten Studie war es, möglicherweise vorhandene signifikante Unterschiede im mittel- bis langfristigen Verlauf zwischen beiden Verfahren aufzuzeigen. Die Hypothese war, es gibt einen Unterschied im klinischen Outcome bei der ACL-Rekonstruktion mit BTB-Patellarsehnen- und Semitendinosus-/Gracilissehnen-Transplantaten. Die Hypothese wurde jedoch verworfen. Beide Transplantate lieferten demnach gleichwertige Ergebnisse hinsichtlich Funktion und Stabilität. Einen signifikanten Unterschied gab es lediglich für die Morbidität der Entnahmestelle.

Die ersten vier postoperativen Untersuchungszyklen erfolgten innerhalb des ersten Jahres nach dem Eingriff im Rahmen der kliniküblichen Verlaufskontrollen. Die Auswertung dieser Ergebnisse ist Gegenstand der Inaugurationsdissertation von Brenner. Der fünfte Untersuchungszyklus erfolgte von Herbst 2004 bis Jahresende 2005. Diese mittelfristigen Ergebnisse sollen im Folgenden innerhalb der klinischen Studie, in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitpunkt und im Literaturvergleich diskutiert werden.

4.1 Diskussion der klinischen Ergebnisse

Zum Vergleich der Ergebnisse wurden die in der Literatur am häufigsten beschriebenen Parameter und Scores wie Lysholm-Score, IKDC, Tegner-Aktivitätsskala, KT-1000 Arthrometermessung und in U5 zusätzlich der Knee Walking Test angewendet. Als weiterer Parameter wurde von uns eine Visuelle

Analogskala zur Messung der Schmerzintensität herangezogen. Auf die Verläufe dieser Merkmale wurde bereits in 3.2 im Einzelnen eingegangen.

Für nur zwei Parameter der in U5 untersuchten Parameter, die donor site morbidity und die visuelle Analogskala zur Schmerzsymptomatik, konnte zwischen beiden Verfahren ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Für alle anderen, zu allen Untersuchungszeitpunkten verwendeten Aspekte ergaben sich keine statistisch relevanten Unterschiede. Die festgestellten Differenzen hatten auch klinisch keine größere Wertigkeit.

In der Auswertung analog zum IKDC schnitt das Kollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat geringfügig schlechter ab als das Vergleichskollektiv. Zum Unterschied führte trotz anteilmäßig mehr sehr guten Ergebnissen der ST-Gruppe v.a. die Tatsache, dass im ST-Kollektiv der einzige Patient zu finden war, der wegen einer bereits permanenten Schwellung des Gelenks mit D bewertet wurde. Dieser Teilnehmer war auch in U4 durch ein stark abnormales Ergebnis aufgefallen. Insgesamt ist der Unterschied klinisch und funktionell nicht relevant, was sich auch in der hohen Signifikanz von 0,73 ausdrückt. In der Verlaufsanalyse über 5 Jahre seit der Operation lässt sich für beide Verfahren ein stark positiver Trend im IKDC-Wert feststellen. Dieser positive Trend im Verlauf ist im Rahmen der Rehabilitation durch Abklingen des operativen Knie Traumas, der physiotherapeutischen Nachbehandlung und damit dem Wiedereinstellen einer weitgehend beschwerdefreien Kniefunktion als Erfolg der Rekonstruktion anzusehen.

Bemerkenswert, wenn auch nicht statistisch relevant, ist der zeitlich versetzte Verlauf der Rehabilitation. Während die LP-Gruppe von einem präoperativen IKDC-Wert von 3,86 gegenüber 3,7 in der ST-Gruppe ausgehend, nach einem Jahr bereits auf 2,23 angestiegen war und das ST-Kollektiv noch mit 2,60 nachhinkte, erreichten sie am Ende wie oben beschrieben fast gleiche Endpunkte in U5.

Im Fragebogenteil erzielte das ST-Kollektiv im abschließenden Lysholm-Score einen Gesamtwert von 90,62, das LP-Kollektiv lag mit 89,27 Punkten knapp darunter und unterschied sich damit nur geringfügig. Beide Gruppen wurden

insgesamt mit gut bewertet. Die vier schlechtesten Ergebnisse mit Werten unter 65 sind gleichmäßig (je zwei) auf beide Kollektive verteilt. Für einzelne Parameter des Scores zeigten sich zum Teil stärkere, wenn auch nicht signifikante Unterschiede, die dennoch wesentlichen Einfluss auf die Gesamtpunktzahlen hatten.

So klagten bei der Frage nach Blockierungen doppelt so viele LP-Transplantierte über Einklemmungserscheinungen und/oder Blockierungen (23,08%) wie im Vergleichskollektiv (11,54%). Unter Berücksichtigung des arthroskopischen Kniegelenksbefundes und der Versorgung aller vorhandenen Begleitverletzungen im Zuge der ACL-Rekonstruktion und weil sich auch bei keinem klinisch untersuchten Patienten relevante Befunde ergaben, die auf derartige Verletzungen zum Zeitpunkt U5 hinweisen könnten, ergaben sich keine Hinweise auf tatsächliche relevante Verletzungen nicht-ligamentärer Knieinnenstrukturen. Einzige Auffälligkeit war, dass unter allen neun Patienten mit Impingement-Beschwerden sieben Frauen und nur zwei Männer zu finden waren, was angesichts der umgekehrten Geschlechterverteilung innerhalb der Studie eine überproportional starke Abbildung des weiblichen Geschlechts für diesen Parameter ist.

Für den Aspekt der subjektiven Instabilität ergaben sich keine Differenzen zwischen den Kollektiven. Dennoch fällt der insgesamt hohe Anteil an Patienten auf, die überhaupt über gefühlte Instabilität klagten (je 46,16% in beiden Gruppen).

Dieser Umstand weist auch in dieser Studie daraufhin, dass die vor dem Unfall empfundene Stabilität des Gelenks auch bei optimaler Therapie und Rehabilitation und sonst gutem funktionellen Outcome von einem beachtlichen Anteil der Patienten nicht erreicht wird. Der größte Anteil der Patienten (LP-Gruppe 34,62%, ST-Gruppe 38,46%), die hier nicht die maximale Punktzahl erreichten, spürten Instabilitäten gelegentlich bei Sport oder starker Belastung. Jedoch gaben 2 LP-Patienten (7,69%) auch regelmäßige Instabilität bei Sport oder starker Belastung und 2 ST-Transplantierte (7,70%) und 1 LP-Patient (3,85%) Instabilitäten sogar im Alltag an.

Die Instabilitäten werden v.a. von Patienten angegeben, die präoperativ hohe Aktivitätsstufen aufwiesen und bei der 5-Jahresuntersuchung fast alle das Niveau nach unten korrigiert hatten.

Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die bezeichneten Instabilitäten v.a. bei hohen Aktivitätsniveaus und daraus resultierenden stärkeren physikalischen Belastungen sowie auch den höheren Ansprüchen dieser Patienten an die Stabilität des Knies auffallen. Bei Patienten mit niedrigen Aktivitätsniveaus wird diese subjektive Instabilität wegen fehlender Maximalbelastung im Alltag weniger ausgeprägt empfunden. Dies wird auch unterstützt von der Tatsache, dass unter den Patienten mit pathologischen Ergebnissen in den Stabilitätstests und Aktivitätsniveaus in der unteren Hälfte der Tegnerkala (≤ 5) subjektiv fast ausnahmslos keine Instabilität angegeben wurde.

Für die Schmerzanamnese gemäß des Lysholm-Scores ergab sich kein signifikanter Unterschied, wobei die Anzahl an Patienten mit Schmerzbeschwerden bei Belastungen in der LP-Gruppe höher war als in der Vergleichsgruppe. Deutliche Schmerzen bei starker Belastung bei drei LP-Transplantierten (11,54%) stand 1 ST-Transplantierter (3,85%) gegenüber. Deutlichere Schmerzen nach Belastung in Abhängigkeit von der Gehstrecke kamen bei jeweils einem Patienten beider Kollektive vor (je 3,85%).

Bei der in den IKDC integrierten Frage nach dem höchsten schmerzfreien Aktivitätsniveau schnitt die LP-Gruppe deutlich besser ab. Es konnten sowohl 15% mehr LP-Patienten in die Kategorie A eingeordnet werden, als auch waren die einzigen beiden Patienten mit der Qualifikation D im ST-Kollektiv zu finden. Es ergaben sich hierbei mehrfach intraindividuelle Abweichungen in den Angaben der Patienten.

Die Quantifikation des Schmerzes, die anhand der visuellen Analogskala erfolgte, erbrachte einen signifikanten Unterschied zwischen den Kollektiven zugunsten der LP-Gruppe. Bedeutend ist aber die Tatsache, dass sich die Gruppen in ihrer Verteilung für Werte bis 30% nicht wesentlich unterschieden, jedoch die Patienten mit hohen Schmerzindizes deutlich vermehrt in der Gruppe der Semitendinosus-Transplantate lagen.

Ebenfalls von Bedeutung mag sein, dass bei den zwei Patienten der ST-Gruppe mit hohen Schmerzindices parallel zu unserer klinischen Betreuung ein

Berentungsverfahren aufgrund verletzungsbedingter Arbeitsunfähigkeit lief und der subjektive Parameter Schmerz in diesem Zusammenhang bewertet werden muss. Zusammenfassend fällt bei diesem klinischen Parameter auf, dass in beiden Kollektiven die durchschnittliche Schmerzangabe keine Unterschiede zeigte, was bedeutet, dass sie vergleichbare Belastungen ohne Schmerzen ausführen konnten. Jedoch sind jene Patienten mit sehr hohen Schmerzniveaus und dadurch bedingter reduzierter Funktionalität überwiegend in der ST-Gruppe zu finden.

Wohl auffälligster Unterschied zwischen beiden Kollektiven bei der gesamten klinischen Untersuchung war somit die signifikant höhere Anzahl an Schwierigkeiten bei der Durchführung des Knee Walking Tests in der LP-Gruppe und die Angabe von Problemen im Bereich der Entnahmestelle, was sich unter Entnahmemorbidität zusammenfassen lässt.

Diese äußerte sich v.a. durch Schmerzen in knieender Position und beim Gehen auf Knien (Knee Walking Test), was nur bei U5 als funktioneller Test durchgeführt wurde. Leider fehlt in der Beurteilung immer der prätraumatische Ausgangszustand, um interindividuelle Unterschiede in der Empfindlichkeit des Knie Walkings zu relativieren, da Patienten mit schlankeren Knien naturgemäß sensibler für diese unphysiologische Form der Kniebelastung sind. Da dies retrospektiv nicht ermittelt werden konnte, gingen wir von Schmerzfreiheit beim Knee Walking vor dem Unfall aus. Während demnach nur 4 Patienten der ST-Gruppe Probleme angaben, waren bei 13 Patienten der LP-Gruppe leichte oder sogar starke Probleme beim Gehen auf Knien zu verzeichnen.

Die übrigen Parameter des Lysholm-Scores waren ohne pathologische Befunde wie die Frage nach „Hinken“, der Benutzung von „Gehhilfen“ oder Probleme bei der „tiefe(n) Hocke“.

Bei der Beurteilung der subjektiven Funktion ihres Kniegelenks war die Verteilung ausgeglichen. Jeweils zwei Drittel gaben normale Kniefunktion ohne Probleme an, ein Drittel immerhin fast normal mit leichten Problemen. Abnormale Kniefunktion mit deutlichen Problemen wurde nur von 1 LP- bzw. 2 ST-Transplantierten angegeben, was keinen signifikanten Unterschied darstellt. Die gleichen beiden Patienten des ST-Kollektivs hatten sich auch unzufrieden mit dem Operationsergebnis erklärt.

Einer der wichtigsten Aspekte des klinischen Outcomes bei rekonstruktiven Operationen ist das Wiedererreichen prätraumatischer Leistungsniveaus in Alltag und sportlicher Aktivität. Wir hatten auch bei U5 wieder eine Bewertung mittels Tegneraktivitätsskala durchgeführt. Wie bereits eingehend im Verlauf dargestellt und in der Literatur berichtet, konnte die Mehrzahl der Patienten ihr ursprüngliches Aktivitätsniveau nicht mehr erreichen. Die Ursachen hierfür waren unterschiedlich. Oftmals nutzten die Studienteilnehmer die Verletzung als Anlass, um die vorher ausgeübte/n Sportart/en zu beenden, sei es aus beruflichen oder aus privaten Gründen oder aus Angst, sich erneut zu verletzen. Die Studienteilnehmer, die sehr bald wieder mit ihrer Sportart begonnen hatten, kehrten häufiger wieder zu ihrem früheren oder sogar einem höheren Aktivitätsniveau als vor dem Verletzungszeitpunkt zurück, als Teilnehmer mit zögerlicher Wiederaufnahme.

Bei der Oberschenkelumfangmessung waren insgesamt 16 Patienten durch eine Umfangminderung des operierten gegenüber dem gesunden Bein von mindestens 1cm Umfang oder mehr aufgefallen. Da wie in 3.2.2.1 dargestellt die Differenzen weitgehend normalverteilt sind, ist eine Bewertung dieses Parameters 5 Jahre postoperativ kritisch zu betrachten. Relevante Unterschiede im Sinne einer echten Atrophie aufgrund Schonung oder Teilbelastung, wie sie in der frühen postoperativen Phase bis U4 zu sehen waren, sind nunmehr bei sonst normaler Kniefunktion und alltäglicher Belastung nicht mehr zu erwarten. Gründe für Unterschiede können neben konstitutionellen Differenzen auch vermehrtes Training, individuelle Dominanz eines Beines bei sportlicher Aktivität o. Ä. sein. Eine derart differenzierte Bewertung des Oberschenkelumfangs wurde nicht von Anfang an erhoben.

Während das LP-Kollektiv beim Einbeinsprungtest mit dem gesunden Bein im Schnitt 1,58m weit sprang, erreichte die ST-Vergleichsgruppe nur eine mittlere Weite von 1,50m. Insofern muss die Differenz der mittleren Sprungweite mit dem operierten Bein von 1,49m in der LP-Gruppe zu 1,37m des ST-Kollektivs vermutlich durch normale Unterschiede in der Konstitution der Patienten in den beiden Kollektiven erklärt werden.

Hinsichtlich der im Alltag wichtigen vollen Streckfähigkeit zeigte sich bei U5 bei 1 Teilnehmer (5,00%) der ST-Gruppe ein Streckdefizit von mehr als 3°, das im Verlauf seit U4 aufgetreten war, als noch alle operierten Knie volle Streckung erreichten.

Betrachtet man das Beugedefizit zwischen operiertem und gesundem Bein bei U5 und im Verlauf, kann man in beiden Gruppen eine deutliche Verbesserung in Bezug auf den Zustand vor der Operation feststellen. Allerdings hatten sich in der ST-Gruppe auch zwei Patienten verschlechtert und wiesen nun eine eingeschränkte Beugung auf. Die seitliche Gelenkstabilität hatte sich im Verlauf seit dem Unfall verbessert.

Auffälliger verhält sich die a.p.-Translation im Lachmann-Test. Obwohl von den durchwegs 2- oder 3-fach positiven Lachmann-Tests vor der ACL-Rekonstruktion bei U4 nur mehr 5 LP-Patienten (17,24%) und 7 Patienten (24,14%) einen einfach positiven Lachmann zeigten, hatte sich die Situation in U5 für beide Gruppen verschlechtert. Es fielen nunmehr in beiden Kollektiven je 8 Patienten mit einfach positivem und je einer mit zweifach positivem Lachmann-Test auf, es bestand somit jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

Auch beim Test der vorderen Schublade und der KT-1000-Arthrometrie hatten sich die Ergebnisse gegenüber U4 für beide Kollektive gleichmäßig verschlechtert.

Es zeigte sich nunmehr bei 5 der LP-Patienten (22,73%) und 6 der ST-Patienten (30,00%) eine manuelle Translation zwischen 3 und 5 mm. Die KT-1000-Ergebnisse waren entsprechend. Diese objektiven Befunde stimmen somit auch mit der subjektiven Empfindung der Patienten überein. Diese Ergebnisse zeigen einerseits die funktionelle Gleichwertigkeit der beiden Transplantate innerhalb dieser Studie hinsichtlich der Stabilität. Allerdings ist auch zu bemerken, dass bei guter frühpostoperativer a.p.-Stabilität im Laufe einer Zeitspanne von 5 Jahren die Zahl der Patienten mit tolerabler Laxizität, wenn auch nicht signifikant, zunimmt.

Die radiologischen Verlaufskontrollen erbrachten keine relevanten Unterschiede zwischen beiden Kollektiven bei vereinzeltm Auftreten degenerativer Erscheinungen i.S. von periartikulären arthrotischen Veränderungen und medialen

Gelenkspaltverschmälerungen. Bei 3 Patienten (1LP/2ST) war es im Verlauf zu einer Aufweitung des tibialen Tunnels gekommen. Sie zeigten jedoch keine erhöhte Laxizität in der objektiven Kniegelenksstabilitätsprüfung.

4.2 Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich

Die beiden am häufigsten verwendeten Verfahren zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes sind der Ersatz mit einem Knochen-Sehnen-Knochen Transplantat aus der Patellarsehne und der Ersatz mit einem Transplantat aus mindestens 3-fach genommener Semitendinosus- und ggf. Gracilissehne zunehmend auch anatomisch in Mehrfachbündeltechnik.

Keines dieser Verfahren konnte bisher nachhaltig die funktionelle Überlegenheit über das andere zeigen. Auch mit unserer Studie konnten wir diesbezüglich keine überzeugend neue Erkenntnis gewinnen. Wir führten eine systematische Literatursuche im Hinblick auf Studien und Reviews durch, die die Effektivität von ACL-Rekonstruktionen mit BTBP oder HT vergleichen, um Unterschiede hinsichtlich funktioneller und nicht-funktioneller Kriterien zu finden.

Wir durchsuchten dazu die PUBMED-Datenbank (1990-September 2007) auf englischsprachige randomisierte prospektive Studien, die die beiden genannten Verfahren vergleichen. Als Keywords wurden folgende Begriffe verwendet: anterior cruciate ligament, knee, athletic injuries, knee instability, reconstruction, semitendinosus, gracilis, hamstring und patellar tendon. Zusätzliche Artikel, die sich in den Literaturverzeichnissen der erhaltenen papers fanden sowie papers, die in bestehenden Metaanalysen verarbeitet sind, wurden durch manuelle Suche hinzugefügt. Als Einschlusskriterien mussten die Studien neben randomisierten Kollektiven mit ähnlichen Verletzungsmustern für beide Gruppen unter einem festgesetzten Mindestbeobachtungszeitraum identischen Rehabilitationsprotokollen folgen und sowohl subjektive wie objektive Faktoren berücksichtigen.

Das Outcome wurde für den Lachmann-Test, Pivot-shift, Giving-way, KT-1000 manuelle Seitendifferenz, Streck- und Beugeverlust, Transplantatruptur, Rückkehr

zum früheren Aktivitätslevel, Komplikationen, IKDC Score und anterior knee pain und Schwellung untersucht.

Es zeigte sich, dass sich eine Vielzahl von Studien in jüngster Zeit damit befasste, die beiden Rekonstruktionsverfahren miteinander zu vergleichen [32, 42, 55-95]. Aber nur 18 dieser Studien hatten ein prospektives randomisiertes Studiendesign (siehe auch Tabelle in 5.6), einen Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 20 Monaten und mindestens 3fach gestielte Transplantate für die Hamstringsehnen, unter deren Referenz unsere Ergebnisse im Folgenden diskutiert werden. Studien mit kürzeren Zeiträumen wurden nicht berücksichtigt, da sich gezeigt hat, dass sich die Ergebnisse bis dahin noch zu stark verändern, um verlässliche Aussagen über die Effektivität zu treffen. Ebenso wurden Rekonstruktionsverfahren mit weniger als 3-facher Bündelung der ST-Sehnen ausgeschlossen.

Aufgrund der Tatsache, dass bei der Verwendung von Hamstringsehnen keine direkte Knochen-Knochen Verankerung möglich ist, wurden in den letzten Jahren zahlreiche Fixationstechniken entwickelt und erprobt. Während in der Frühphase fast ausschließlich gelenkferne Fixationstechniken verwendet wurden, stehen die gelenknahen Verankerungen wie Interferenzschrauben nun auch für die Hamstringsehnen zur Verfügung.

Als Schwierigkeit erwächst daraus, dass in vielen bestehenden Studien, wie auch in unserer, gelenkferne mit intraartikulären Fixationsmethoden verglichen werden. Eine Fixationsmöglichkeit der entnommenen Beugesehnen ist die Fixierung mittels „Lochplättchen“ [4], wie wir sie für alle Hamstringtransplantate verwendet hatten.

Es wurden zahlreiche Arbeiten, in welchen die Fixierung mit Endobutton untersucht wurde, veröffentlicht [4, 65, 69, 73, 75, 79, 90, 96-98]. Nur in sechs dieser Veröffentlichungen wurde jedoch Patellarsehnenersatz mit Semitendinosussehnenersatz verglichen und gleichzeitig mindestens eines der beiden Verfahren mit Endobutton fixiert [65, 69, 73, 75, 88, 90].

Die Studien von Aune, Eriksson, Feller, Gobbi, Harilainen, Ibrahim, Jansson und Webster (s.u.) fixierten den proximalen Sehnenanteil des Semitendinosussehnenersatztransplantats durch einen Endobutton im femoralen

Bohrkanal. In einer Studie von Motsis [75] wurde für beide Verfahren ein Endobutton als Fixation gewählt.

Das Verfahren und die Vor- und Nachteile des Endobuttons, den auch wir in unserer Studie verwendeten, wurden von Strobel [36] zusammengefasst und bereits unter 2.2.2 beschrieben. Da von uns das gleiche Fixationsverfahren angewendet wurde, sind diese Ergebnisse für unsere Studie von besonderer Bedeutung und werden neben anderen vergleichbaren Studien im Folgenden genauer betrachtet.

Aglietti et al. [32] untersuchten ab 1994 60 Patienten über einen Zeitraum von mindestens 28 Monaten. Sie verwendeten eine vierfache Semitendinosus-/Gracilissehne und fixierten diese femoral mit einer Kortikalisschraube und einem Bindegewebswasher aus Plastik. Sie fanden einen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des Extensionsdefizits heraus, mit schlechterem Abschneiden der Patienten mit Patellarsehnenersatz. Jedoch war die objektiv gemessene Stabilität im Kollektiv mit Patellarsehnenersatz etwas besser, und gleichzeitig kehrten mehr Patienten aus diesem Kollektiv wieder zu ihrem früheren Aktivitätsniveau zurück. Dies veranlasste die Autoren zur Empfehlung, als Standard einen Ersatz aus Patellarsehne zu verwenden und nur in ausgewählten Fällen den Hamstringsehnenersatz. In unserer Studie konnten wir weder einen relevanten Unterschied im Bewegungsausmaß, noch in der Stabilität, die mit dem KT-1000 Arthrometer gemessen wurde, feststellen.

Aune et al. [69] verwendeten die gleichen Verfahren, die auch in unserer Studie zur Anwendung kamen und untersuchten für ihre Ergebnisse 72 Patienten nach 6, 12 und 24 Monaten. Es zeigte sich ein Trend hin zu besseren subjektiven Ergebnissen, besserer Quadricepsmuskelstärke, Ausdauer und besserer Kniefunktionalität nach 6 Monaten für die Verwendung von Semitendinosustransplantaten, diese Parameter glichen sich jedoch im Verlauf vollständig aus. In der isokinetischen Kraftmessung mittels Cybex II fiel eine signifikante Hamstring Muskelschwäche in Patienten mit Hamstringsehnentransplantaten bis 2 Jahre nach der Operation auf, jedoch war für diese Patienten eine niedrigere Häufigkeit von Entnahmestellebeschwerden zu erkennen.

Anderson et al. [68] verglichen in einer prospektiven randomisierten Studie drei Methoden miteinander (I: Lig. Patellae Ersatz mit Interferenzschraube, II: Semitendinosussehnen- und Gracilissehnenersatz mit einer extraartikulären Tenodese des Tractus iliotibialis, III: Semitendinosussehnen- und Gracilissehnenersatz mit Interferenzschraube). Nur in der Stabilitätsmessung mittels KT-1000 Arthrometer fanden sie einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen I und III heraus. Für unsere Studie ist allerdings der Vergleich zwischen den Gruppen I und II interessant, da diese Methoden am besten mit unseren vergleichbar sind. Auch wenn Anderson et al. keinen Vorteil darin sahen, eine intraartikuläre ACL-Rekonstruktion mit einem extraartikulären Verfahren zu kombinieren, konnten sie dennoch keine größeren Unterschiede in den Ergebnissen feststellen.

Feller et al. [75] benutzten in ihrer Studie mit 65 Patienten für beide Methoden eine Endobuttonfixierung. Sie untersuchten ihre Patienten in einem Intervall nach 4, 8, 12, 24 und 36 Monaten und bewerteten die funktionellen Ergebnisse als befriedigend, fanden aber auch eine vermehrte Morbidität in der Patellarsehnengruppe und eine gesteigerte Laxizität mit vermehrter femoraler Bohrkanaufweitung in der Vergleichsgruppe. Das Verhalten für diese beiden Merkmale konnten wir jedoch in unserer Studie nicht bestätigen.

Auch Gobbi et al. [88] verwendeten in ihrer Studie vierfache Hamstringsehne mit Endobutton femoral, das LP-Transplantat wurde in Pressfit-Technik mit distalem Verriegelungsbolzen implantiert. Ihnen fiel vor allem eine höhere durchschnittliche OP-Zeit beim Semitendinosus Transplantat auf und konstatierten ebenfalls eine höhere postoperative Schmerzrate in der Patellarsehnengruppe. Die isokinetische Messung von Flexion-Extension und Innen-Außenrotation, die wir in unserer Studie nicht durchgeführt hatten, zeigte eine geringere Quadrizepskraft und ein leichtes Defizit an Außenrotation in der Patellarsehnengruppe bei leicht geringerer Beugerstärke in der Semitendinosusgruppe nach 12 Monaten.

Ibrahim et al. [90] verfolgten 85 männliche Sportler über 7 Jahre postoperativ und bemerkten ebenfalls, dass patellofemorale Beschwerden und Einschränkungen des

Bewegungsausmaßes häufiger bei Patienten mit BTBP Transplantaten auftraten. Hinsichtlich aller anderen subjektiven und objektiven Kriterien sowie Rückkehr zum prätraumatischen Leistungsniveau waren keine Unterschiede zu finden.

Jansson et al. [65] bestätigten mit ihrer Studie im Vorfeld die von uns ermittelten Ergebnisse, in welcher sie die gleichen Methoden der Kreuzbandrekonstruktion wie in unserer Studie an insgesamt 89 Patienten nach mindestens 21 Monaten Nachuntersuchungszeit miteinander verglichen. Sie fanden für beide Rekonstruktionsverfahren gleiche Resultate heraus, sodass beide Methoden am Patienten gleichwertig angewendet werden können.

Eriksson et al. [73] konnten in ihrer Zwei-Center-Studie mit 164 Patienten außer im Patellar Pain Score und bei der Extension ebenfalls keine relevanten Unterschiede im mittleren Nachuntersuchungsintervall von 31 Monaten feststellen. In den beiden genannten Parametern schnitt das Kollektiv mit Mehrfachsemitendinosussehne jedoch besser ab. Auch Eriksson verglich eine vierfache Hamstringsehne und Endobutton mit einem Patellarsehnentransplantat, welches mit Interferenzschrauben fixiert wurde.

Neben den hier genannten Studien, die alle ein extraartikuläres Verankerungsverfahren für die ST-Transplantate untersuchten, finden sich zahlreiche Studien, die für beide Transplantate intraartikuläre Verankerungen gewählt hatten.

Corry et al. [72] verfolgten 1997 in ihrer Untersuchung 162 Patienten über 2 Jahre bei gleichen Verankerungstechniken mittels Interferenzschrauben für beide Transplantate. Die Methoden erbrachten keinen Unterschied hinsichtlich objektiver Stabilität, Bewegungsausmaß und Symptomen. Die postoperative Oberschenkelatrophie war signifikant niedriger in der Hamstringsehnengruppe 1 Jahr nach der Operation, die Differenz war jedoch nach 2 Jahren nivelliert. Häufigere Schmerzen beim Knien für LP-Transplantierte war auch hier der auffälligste Unterschied zwischen beiden Verfahren.

Maletis et al. [99] verwendeten bei 96 Patienten bioresorbierbare Interferenzschrauben für beide Verfahren. Es zeigten sich keine Unterschiede im IKDC Score, Lysholm Score, der Tegneraktivitätsstufe, dem Bewegungsausmaß, Einbeinsprungtest, KT-1000 Arthrometrie oder der subjektiven Kniebewertung durch den Patienten. Die BTBP-Gruppe hatte mehr Beugekraft im operierten Bein als im nichtoperierten Bein, weniger Patienten klagten über Schwierigkeiten beim Sprungtest und mehr Teilnehmer kehrten zum pre-injury Tegnerniveau zurück. Ein Trend, der sich in der aktuellen Studie nicht abzeichnete. Das 4-fach ST-Kollektiv wies eine größere Streckkraft im operierten Bein, weniger Patienten mit Gefühlsdefiziten im Bereich der Entnahmestelle und weniger Patienten mit Schwierigkeiten beim Knien auf. Die insgesamt sehr guten Ergebnisse mit subtilen Unterschieden in den Kollektiven benötigen eine sorgfältige Evaluation zur Wahl des individuell optimalen Transplantats.

Als vergleichbar werteten Shaieb et al. [62] die beiden Rekonstruktionsverfahren in einer Studie, in der sie 70 Patienten für mindestens 2 Jahre nachuntersuchten. Auch sie hatten dennoch einen signifikanten Unterschied bezüglich Patellaschmerz und Extensionsdefizit mit schlechterem Abschneiden des Kollektivs mit Lig. Patellae Ersatz herausgefunden.

Zu einem anderen Ergebnis kamen Ejerhed et al. [67], die nach zwei Jahren Beobachtung an 65 Patienten den Gebrauch der Semitendinosussehne als ACL-Ersatz empfehlen. Ihre Untersuchungsergebnisse waren für beide Methoden gleich (Patellarsehnenersatz und Semitendinosussehnentransplant, beides mit Interferenzschraubenfixation). Lediglich im Knee-Walking-Test zeigte sich anfangs ein signifikanter Unterschied zu Ungunsten des Patellarsehnenkollektivs, der sich jedoch im Verlauf von sieben Jahren aufhob (Liden et. al [93]), sodass nunmehr beide Verfahren als gleichwertig hinsichtlich Laxizität und donor-site-Morbidität angesehen wurden.

Laxdal et al. [92] beobachteten 125 Patienten mit 3 verschiedenen Verfahren central-third bone–patellar tendon–bone (BPTB group), 3-strand semitendinosus (ST group) und 4-strand semitendinosus/gracilis (ST/G group) autografts über mehr

als 2 Jahre. Bei der Follow-up Untersuchung fiel der Knee-walking Test in der BPTB Gruppe signifikant schlechter aus als in der ST-Gruppe und der ST/G Gruppe. Hinsichtlich der funktionellen Ergebnisse und der Knielaxizität zeigten die Gruppen keine relevanten Unterschiede.

Zum gleichen Ergebnis kamen Matsumoto et al. [57] mit einer 72 Patienten umfassenden Studie.

Sajovic et al. [56] berichten in ihrer Studie im 5-Jahresverlauf von je 2 Transplantatrupturen pro Kollektiv bei gleichen Kollektivgrößen. Auffällig zeigte sich in dieser Studie vor allem der hohe Anteil abnormaler Röntgenbefunde (Grad B und mehr nach IKDC) in 50% (13/26) der LP-Patienten mit nur 17% (5/28) der Patienten in der Hamstringsehnengruppe. Sie resümierten damit, dass beide Verfahren zwar gute subjektive Ergebnisse und objektive Stabilität liefern, das Patellarsehnenverfahren aber eine höhere Prävalenz an Osteoarthritis zum 5-Jahreszeitpunkt aufweist.

Zaffagninis Studie [55] in 2006 erbrachte Ergebnisse, die den bis dahin anerkannten Status von BTBP-Verfahren und mehrfach gebündelten Hamstringsehnen deutlich in Frage stellten. Seine Beobachtungen im 5-Jahresverlauf ließen vermuten, dass single hamstring mit extraartikulärer Plastik sowohl höhere Bewertungen bei den subjektiven klinischen Parametern ergab, als auch die Patienten früher zur Wiederaufnahme sportlicher Betätigung fähig waren als mit Patellarsehnen- oder 4-fach Semitendinosussehnenplastik. Die schnelle Rehabilitation war ein Vorteil, der bis dato eher dem Patellarsehnenersatz zugeordnet wurde.

Die Fähigkeit einzelner Studien, statistisch starke Aussagen zu treffen, ist limitiert durch die oft geringe Größe der Kollektive. Ein weiterer Schwachpunkt von single-centre Studien ist die Tatsache, dass der Erfolg von Rekonstruktionen immer eng mit der Präferenz und damit Erfahrung des Operateurs oder des Zentrums korreliert. Um diese Unterschiede zu nivellieren, hilft die Betrachtung von Metaanalysen, die die Ergebnisse vieler unabhängiger klinischer Untersuchungen kombinieren und integrieren, um die statistische Kraft zu erhöhen.

In den letzten 10 Jahren wurden 11 Metaanalysen veröffentlicht [100], die im Wesentlichen die oben genannten Studien zusammenfassen. Im Folgenden wird auf 4 aktuelle Analysen eingegangen, die häufig zitiert werden. Trotz Überschneidung der Patientenkollektive kommen die Auswertungen teilweise zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Freedman et al. [101] veröffentlichten 2003 eine systematische Metaanalyse mit 1348 Patienten (21 Studien) mit LP-Transplantaten und 628 ST-Transplantierten (13 Studien). Die Analyse erkannte dabei einen signifikant höheren Trend zum Transplantatversagen für das ST-Kollektiv (4,9% ST vs. 1,9% LP), wobei Gründe, Art und Ausmaß des Transplantatversagens nicht näher spezifiziert werden. Die Analyse erkannte ebenfalls einen signifikant geringeren Anteil von Patienten mit einer manuellen Seit-zu-Seit-Differenz unter 3mm in der manuellen KT-Arthrometrie in den LP-Gruppen gegenüber den ST-Gruppen (79% vs. 73,8%). Dem entgegen stand eine höhere Rate von Anterior Knee Pain in der Patellarsehnengruppe (17,4% vs. 11,5%). Die Hamstring-Gruppen wiesen eine größere Inzidenz an notwendigen Materialentfernungen auf (5,5,% ST vs 3,1% LP). Man propagierte darauf basierend eine bessere statische Kniestabilität und geringeres Transplantatversagen mit insgesamt besserer Patientenzufriedenheit auf Kosten einer höheren Komplikationsrate wie Bewegungseinschränkungen und vorderem Knieschmerz für das LP-Transplantat. Abgesehen von der Inzidenz des Anterior Knee Pain bestätigten die Ergebnisse nicht die von uns gewonnenen Befunde.

Goldblatt et al. [102] analysierte 2005 11 der o.g. komparativen Studien mit Hamstringsehnen 2-4-facher Stärke. Die Daten zeigten, dass die Inzidenz von Instabilitäten zwischen BTBP und HS-Transplantaten nicht signifikant verschieden ist. Dennoch erkannte man einen Trend höherer Inzidenzen zugunsten der BTBP für normalen Lachmann Test, normales pivot-shift, manueller KT-1000 Seit-zu-Seit-Differenz < 3mm und weniger Ergebnisse mit signifikantem Flexionsverlust. Die Daten bestätigten jedoch auch in dieser Analyse die bekannten Vorteile der Hamstrings wie geringerer patellofemorale Krepitation, anteriorer Knieschmerzen und relevanter Streckdefizite.

Biau et al. [103] veröffentlichten 2007 ebenfalls eine Metaanalyse von 14 der o.g. Studien, wobei sie das Outcome hinsichtlich der Parameter final overall IKDC score und Rückkehr zum Aktivitätslevel vor dem Unfall untersuchten. Auch diese Analyse verarbeitete Verfahren 2- bis 4-fach gestielter HS-Sehnen. Sie konnten bei 1125 Patienten aus 12 Studien für 41% der LP-Patienten gegenüber 33% der ST-Patienten eine IKDC Klassifikation A finden, die Klassifikationen A+B kumuliert erhielten 80% der Patienten für BTBP vs. 78% für die HS-Gruppe. Das relative Risiko einer final overall IKDC Klassifikation A oder B fiel mit 1,01 zugunsten der Hamstringsehne aus. Die Rückkehr zum prätraumatischen Aktivitätslevels erreichte mit 76% der BTBP-Träger ein größerer Anteil vs. 67% der Hamstring-Transplantierten, das relative Risiko der Rückkehr lag bei 0,94 zugunsten des BTBP-Transplantats. Eine Regressionsanalyse ergab, dass für die Variabilität in den final overall IKDC scores v.a. die Parameter Symptome und Laxizität verantwortlich waren, wobei Hamstrings mit geringerer Morbidität kompensierten, was ihnen an Stabilität in der Untersuchung fehlte.

Man resümierte dennoch die Gleichwertigkeit beider Verfahren hinsichtlich des final overall IKDC scores und der Zahl an Patienten mit Rückkehr zu ihrem früheren Aktivitätslevel. Die Daten zeigten aber gleichzeitig, dass verfahrensunabhängig weniger als 60% eine volle Rehabilitation nach den o.g. Kriterien erfahren, was in der präoperativen Patientenaufklärung stets einen wichtigen Stellenwert einnehmen sollte, um Unzufriedenheit aufgrund unrealistischer Erwartungen an die Rekonstruktion zu vermeiden.

Prodromos et al. [104] verarbeiteten in ihrer 2005 veröffentlichten Analyse jeweils 32 Studien beider Transplantate, zusätzlich unterteilt in Untergruppen nach Art der Fixation und der Transplantatstärke im Hamstring-Kollektiv und evaluierten diese hinsichtlich des Parameters statischer Kniestabilität. Mit differenzierteren statistischen Methoden und Evaluation stratifizierter Daten kam die Analyse zu dem Ergebnis, dass moderne total-4-strand HS-Sehnen eine höhere Kniestabilitätsrate aufweisen als BTBP-Transplantate sowie alle anderen Subgruppen der ST-Verfahren und die Verwendung von EndoButtons mit tibialer Fixation der 2.Generation die höchste Rate normaler Stabilität (80%) und die geringste

abnormaler Stabilität (1,7%) in der IKDC Evaluation erbringt. Bezugnehmend auf die Freedman Analyse erklärten sie die dort postulierte höhere Stabilität der BTBP durch den Einschluss obsoleter 2- und 3-strand HS und veralteter Fixationsmethoden sowie den Ausschluss großer Teile aktueller Literatur der stärkeren 4HS, die derzeit von allen Chirurgen modernen Standards verwendet wird. Weiterhin erlangte man die Erkenntnis, dass gelenknahe Verankerungsmethoden keinen Vorteil gegenüber kortikalen Fixationen der 2.Generation bieten. Die höhere Stabilität kombiniert mit der akzeptiert geringeren Morbidität machen für Prodromos adäquat fixierte 4-strand HS-Transplantate zum Goldstandard der ACL-Rekonstruktion.

Nicht alle in unserer Studie angewendeten Scores und Tests kamen in allen oben beschriebenen Studien zum Einsatz. Besonders wenn es um die Beurteilung von funktionellen Aspekten oder um die Einstufung des Aktivitätslevels ging, kamen oftmals recht unterschiedliche Scores und Tests zur Anwendung (siehe Tabelle 4.3).

Der von uns verwendete Lysholm-Score wurde nur in vier Untersuchungen [62, 65, 67, 73] eingesetzt. Die von diesen Autoren ermittelten Ergebnisse stimmen mit unseren Resultaten aus dem Lysholm-Score überein. Funktionell sind beide Verfahren vergleichbar. Die Unterschiede in diesem Aspekt sind nur minimal. Auch die übrigen Autoren, die ein unterschiedliches Bewertungsverfahren eingesetzt haben, stimmen der Aussage zu, dass die funktionellen Ergebnisse für beide Verfahren vergleichbar sind.

Übereinstimmende Ergebnisse fanden alle Autoren auch bei der Beurteilung des Aktivitätslevels heraus, die in der Metaanalyse von Biau [103] zusammengefasst sind. In fast allen Studien wurden in den zu untersuchenden Kollektiven vergleichbare Aktivitätsniveaus dokumentiert. Unter Berücksichtigung der Dauer der Rehabilitation dauert es in der Regel jedoch länger als 1 Jahr bis das mittlere Aktivitätslevel vor dem Verletzungszeitpunkt postoperativ wieder erreicht werden konnte.

Die Messung der Translationsdifferenz mittels Arthrometer wurde in allen Studien durchgeführt, wenn auch mit verschiedenen Gerätetypen und unterschiedlichen Krafteinstellungen. Da sich die ermittelten Werte immer auf die gesunde Gegenseite beziehen, können die Resultate der verschiedenen Studien dennoch miteinander verglichen werden. Acht Autoren [32, 64, 68, 70, 73, 75, 80, 82] fanden ein schlechteres Abschneiden des Kollektivs mit Semitendinosussehnenersatz bezüglich der anterioren Laxizität heraus. Drei Autoren [65, 67, 69] [4,19,36] stellten entweder keinen Unterschied oder sogar ein besseres Ergebnis der Gruppe mit Hamstringsehnentransplantat bezüglich dieses Merkmals fest.

Tunnelaufweitungen, wie sie bei mehreren Teilnehmern (3.1.3) gefunden wurden, können sowohl nach der Verwendung eines Patellarsehnentransplantates (tibial) als auch bei Hamstringsehnen (tibial und femoral) entstehen. Die möglichen Ursachen hierfür sind vielfältig. Es werden sowohl mechanische (longitudinale und horizontale Transplantattunnelbewegungen) als auch biologische Faktoren (synovialer Einstrom, zytokininduzierte Knochenresorption) [105] diskutiert. Die Ausprägung von Tunnelaufweitungen ist bei extrakortikal verankerten Hamstringsehnen am deutlichsten ausgeprägt [106] und ist als Störung der Transplantatintegration zu verstehen.

Hersekli [89] hatte 2004 an jeweils 23 Patienten mit BTBP- und HS-Sehnentransplantaten den Einfluss des femoralen oder tibialen Tunnel enlargements auf die klinischen Ergebnisse von ACL Rekonstruktionen untersucht. Es zeigte sich, dass die Aufweitung des tibialen Tunnels in beiden Gruppen ($P=0.556$) gleich groß war, jedoch das femorale Tunnel im ST-Kollektiv signifikant größer war als in der BPTB group ($P>0.001$). Es ließ sich jedoch keine Korrelation zwischen tunnel widening und dem klinischen und subjektiven outcome von BPTB und Hamstringsehnen-Verfahren erkennen.

In seiner Level I Studie veröffentlichte Fauno 2005 [107] die Ergebnisse von 41 Patienten mit gelenknahen, sowie 46 mit gelenkfernen Verankerungen unter Verwendung von Hamstringsehnen für alle Transplantate. In Gruppe A, mit Transfixation femoral und Interferenzschraube tibial hatten 1 Jahr postoperativ 7

von 41 Patienten femorales Tunnelwidening und 5 von 41 tibiales Tunnelwidening entwickelt. Demgegenüber standen in Gruppe B mit extrakortikaler Fixation 20 von 46 Patienten mit femoralem Tunnelwidening und 16 von 46 mit Enlargement der Tibia. Es bestätigte sich auch in dieser Studie, dass sowohl das Verankerungsverfahren als auch der zunehmende Abstand der Verankerung vom Gelenk wesentlichen Einfluss auf das Ausmaß der Bohrkanalaufweitung haben. Entscheidend ist jedoch in allen genannten Analysen, dass trotz unterschiedlicher Inzidenzen bei verschiedenen Verfahren keine signifikanten Unterschiede in Hinblick auf Lysholm Score, IKDC oder arthrometrische Evaluation zu erkennen waren.

Hantes [108] und Yu [109] untersuchten für HS-Transplantate den Einfluss von Rehabprotokollen auf das Ausmaß von tunnelwidening und kamen übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass es bei früher aggressiver Rehabilitation wesentlich häufiger und ausgeprägter auftrat als bei Patienten mit konservativer Rehabilitation.

Auch in der vorliegenden Studie konnte kein relevanter Zusammenhang zwischen einer Aufweitung der Bohrkanäle, die in 3 Fällen auftrat und objektiven Stabilitätsdefiziten erkannt werden. Da alle Patienten dem gleichen Rehabprotokoll gefolgt waren, entfällt dieser mögliche Einfluss auf das Tunnelwidening in unserer Studie.

Eine der häufigsten Komplikationen der ACL-Rekonstruktion ist das Streckdefizit, das funktionell für den Patienten oft störender als die präoperative Instabilität ist. Eine weitverbreitet geltende Lehrmeinung, die auf eine Studie von Shelbourne et al. [34] zurückgeht, ist, dass die chirurgische Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes wegen der ansonsten erhöhten Inzidenz von postoperativen Bewegungseinschränkungen, auch als Arthrofibrose oder Beugekontraktur zitiert, mit mindestens 3 Wochen Verzögerung nach dem Trauma stattfinden soll.

Diese Ergebnisse aus der frühen Phase der arthroskopischen ACL-Rekonstruktion wurden in der Folge kontrovers diskutiert. Zwar plädierte bisher kein Operateur vehement für eine akute Versorgung der Ruptur im 3 Wochen Intervall, jedoch

konnten mehrere Studien nachweisen, dass unter bestimmten Voraussetzungen nicht notwendigerweise funktionell schlechtere Ergebnisse bei Frühversorgung der ACL-Ruptur zu verzeichnen seien.

Eine Studie von Bottoni et al. [110], die ihre Studie hinsichtlich des funktionellen Ergebnisses in Abhängigkeit vom OP-Zeitpunkt designt hatten, zeigte, dass eine frühe ACL-Rekonstruktion nicht in Bewegungseinschränkung oder suboptimalen klinischen Ergebnissen mündet, solange das Rehabilitationsprotokoll die (Hyper-) Extension forciert und statt einer prolongierten Immobilisation frühzeitig die Freigabe der Bewegung erfolgt.

Petsche et al. [111] hatten sogar postuliert, ein postoperatives Streckdefizit sei nur wenig wahrscheinlich überhaupt vom Operationszeitpunkt abhängig, als vielmehr von der inkorrekten Beachtung intra- und postoperative Faktoren wie anatomische Tunnelplatzierung, intraoperativen Impingement-Test vor Transplantateinspannung, Spannung unter voller Kniestreckung, frühfunktionelles Rehabilitationsschema und rechtzeitiger Diagnose und aggressiver Behandlung von auftretenden Streckbeschwerden.

In der vorliegenden Studie war der Zeitpunkt der Versorgung in Bezug auf die Verletzung kein Unterscheidungskriterium für die Zugehörigkeit der Teilnehmer zu einem bestimmten Kollektiv. Die genaue Verteilung des Versorgungsintervalls ist Abb. 9 (2.1.2) zu entnehmen, es erfolgten in beiden Kollektiven sowohl früh akute Versorgungen (innerhalb 3 Wochen) sowie späte Rekonstruktionen nach mehr als drei Wochen bis zu einem Jahr und mehr nach dem Trauma.

Es konnte in unserer Studie weder zum Einjahres- noch 5-Jahreszeitpunkt ein signifikanter Zusammenhang zwischen klinischen Zeichen einer Arthrofibrose, soweit überhaupt vorhanden, und dem Zeitpunkt der Versorgung gesehen werden.

Da bei keinem Teilnehmer ein derart relevantes Bewegungsdefizit vorlag, dass weiterführende bildgebende Diagnostik veranlasst worden war, wurden radiologische Befunde wie beispielsweise die als „Zyklospänomen“ bezeichnete lokalisierte vordere Arthrofibrose bei keinem Patienten erhoben.

5. Zusammenfassung

Die Ergebnisse unserer Studie bestätigen die Erkenntnisse der meisten der aufgeführten randomisierten Studien, die geringe bis keine Unterschiede zwischen BTBP-Transplantaten und kombinierten Semitendinosus- und Gracilissehnentransplantaten hinsichtlich funktionellem Ergebnis zeigen. Der Hauptunterschied zwischen beiden Verfahrenstypen war bei uns die auffällig höhere Schmerzsymptomatik beim Knien bei Patienten der BTBP-Gruppe.

Leider ist auch festzustellen, dass nach wie vor mit keinem der beiden Verfahren eine vollständig normale Kniefunktion wie vor dem Unfall hergestellt werden kann.

Wie erwähnt zeigten jedoch mehrere Studien, die mit dem Outcome von operativer Rekonstruktion versus konservativer nicht-operativer Therapie befassten und in der Übersichtsarbeit von Hinterwimmer et al. [112] zusammengefasst ist, eindeutig die Überlegenheit der zeitnahen operativen Wiederherstellung des VKB und die dadurch erreichte verbesserte Rehabilitation nach VKB-Rupturen. Das Nichterreichen des prätraumatischen IKDC Wertes bei dennoch deutlicher Verbesserung des Zustandes gegenüber dem präoperativen Status kann insofern trotzdem als Erfolg gewertet werden.

Als Schwäche dieser aktuellen Studie sehe ich die geringe Größe bzw. die Unvollständigkeit des zum 5-Jahreszeitpunkt untersuchten Kollektivs. Bedeutend ist dabei v.a. die Tatsache, dass die meisten der im klinischen Teil ausgefallenen Teilnehmer junge Patienten mit subjektiv guten Ergebnissen waren, sodass die klinischen Ergebnisse bei Einschluss dieser Patienten insgesamt möglicherweise besser ausgefallen wären; aufgrund der gleichmäßigen Altersverteilung jedoch vermutlich in beiden Gruppen gleichsinnig.

Außerdem fehlt unserer Studie ein Test zur Messung der isokinetischen Kraft, beispielsweise mittels Cybex II. Auch hierdurch konnte in einigen Studien [65, 69, 88] ein deutlicher Unterschied zwischen den Kollektiven festgestellt werden. Zusätzlich hätte man dadurch einen weiteren objektiven Parameter, der bei der

Verlaufsbeobachtung der beiden Verfahren als wirksames Kriterium eingesetzt werden kann.

Aufgrund der Häufigkeit der Verletzung und damit der klinischen Relevanz der Rekonstruktionsverfahren bleibt die Problematik des idealen Kreuzbandersatzes weiterhin Gegenstand intensiven Forschungsbedarfs. Künftig werden sich die Schwerpunkte jedoch ausweiten in Richtung neuer Ansätze einer anatomisch authentischeren Rekonstruktion mit Double-bundle-Technik und computernavigierter Arthroskopie sowie biologische Verfahren wie der stammzellbasierten Rekonstruktion.

Die vorliegende Untersuchung war ein kleiner wissenschaftlicher Beitrag auf dem Gebiet der vorderen Kreuzbandchirurgie um dem Ziel, welches Ejnar Eriksson [113] bereits 1997 formulierte, ein kleines Stück näher zu kommen: „I am waiting for the day when we can promise our ACL patients a 95-100 % chance of obtaining a stable, well-functioning knee that allows them to go back to their original sport at the same level as before their injury. Let us strive to achieve this.“

6. Anhang

6.1 IKDC-Evaluationsblatt (deutsche Übersetzung)

IKDC KNIE-EVALUATIONSBLATT									
Name: _____		Vorname: _____		geb. ____/____/____		Pat.Nr.: _____			
Untersucher: _____		Datum Unters.: ____/____/____		Datum Unf./-älle: ____/____/____ ; ____/____/____		Datum Op.: ____/____/____			
Unfallursache : <input type="checkbox"/> Alltag <input type="checkbox"/> Verk. <input type="checkbox"/> Nicht-Kontaktsport ohne Rot. <input type="checkbox"/> Nicht-Kont.sp. mit Rot. <input type="checkbox"/> Kontaktsport <input type="checkbox"/> Arbeit									
Zeit Unfall-Op. : _____ (Mon.)		<input type="checkbox"/> akut (0-2 Wochen)		<input type="checkbox"/> subakut (2-8 Wochen)		<input type="checkbox"/> chron. (>8 Wochen)			
Betroffenes Knie : <input type="checkbox"/> re. <input type="checkbox"/> li.		Gegenseite: <input type="checkbox"/> norm. <input type="checkbox"/> verletzt		Unters. in Anaesthes.: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Postop. Diagnose : _____									
Operation : _____									
Zustand Menisci : norm. <input type="checkbox"/> med. <input type="checkbox"/> lat. <input type="checkbox"/>		1/3 entf.: <input type="checkbox"/> med. <input type="checkbox"/> lat. <input type="checkbox"/>		2/3 entf.: <input type="checkbox"/> med. <input type="checkbox"/> lat. <input type="checkbox"/>		kompl.entf.: <input type="checkbox"/> med. <input type="checkbox"/> lat. <input type="checkbox"/>			
Morphotyp : <input type="checkbox"/> lax <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> straff <input type="checkbox"/> varus <input type="checkbox"/> valgus									
Aktiv.niveau : vor Unfall: <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV		vor Op.: <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV		ev. Veränderung wegen Knie <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
heute: <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV									

GRUPPEN (PROBLEMBEREICHE)	BEWERTUNG INNERHALB GRUPPEN				GRUPPENQUALIF.			
	A: normal	B: fast norm.	C: abnormal	D: stark abnorm.	A	B	C	D
1. SUBJEKTIVE BEURTEILUNG DURCH PATIENT								
Wie funktioniert Ihr Knie?	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> fast normal	<input type="checkbox"/> abnormal	<input type="checkbox"/> stark abn.				
Wie beeinflusst Ihr Knie Ihre Aktivität auf einer Skala von 0 bis 3?	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. SYMPTOME (Fehlen von signifikanten Symptomen bei höchster vom Pat. ausgeübter Aktivitätsstufe)								
Keine Schmerzen bei Aktivitätsniveau	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV od.				
Keine Schwellung bei Aktivitätsniveau	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV schlech-				
Kein teilw. Giving way bei Akt.niveau	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV ter				
Kein kompl. Giving way bei Akt.niveau	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. BEWEGUNGSUMFANG: Flex./Ext.: Betroffene Seite: ____/____/____ Gegenseite: ____/____/____								
Streckausfall (von anatom. Nullsteilung)	<input type="checkbox"/> <3°	<input type="checkbox"/> 3-5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> >10°				
Δ Flexionsausfall	<input type="checkbox"/> 0-5°	<input type="checkbox"/> 6-15°	<input type="checkbox"/> 16-25°	<input type="checkbox"/> >25°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. UNTERSUCHUNG BANDAPPARAT								
Δ Lachman (in 25° flex.)	<input type="checkbox"/> -1 bis 2mm	<input type="checkbox"/> -1 b. -3mm	<input type="checkbox"/> od. <-3mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
idem (alternative Unters., fakultat.)	<input type="checkbox"/> -1 bis 2mm	<input type="checkbox"/> 3-5 / -1 bis -3mm	<input type="checkbox"/> 6-10 / <-3mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Anschlag: <input type="checkbox"/> fest <input type="checkbox"/> weich								
Δ totale a.p. Transl. in 70° Flex.	<input type="checkbox"/> 0 bis 2mm	<input type="checkbox"/> 3 bis 5mm	<input type="checkbox"/> 6 bis 10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
idem (alternative Unters., fakultat.)	<input type="checkbox"/> 0 bis 2mm	<input type="checkbox"/> 3 bis 5mm	<input type="checkbox"/> 6 bis 10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ hint. Durchhang in 70° Flex.	<input type="checkbox"/> 0 bis 2mm	<input type="checkbox"/> 3 bis 5mm	<input type="checkbox"/> 6 bis 10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ med. Gelenköffnung (Valgusrotation)	<input type="checkbox"/> 0 bis 2mm	<input type="checkbox"/> 3 bis 5mm	<input type="checkbox"/> 6 bis 10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ lat. Gelenköffnung (Varusrotation)	<input type="checkbox"/> 0 bis 2mm	<input type="checkbox"/> 3 bis 5mm	<input type="checkbox"/> 6 bis 10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Pivot shift	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++				
Δ Reversed pivot shift	<input type="checkbox"/> = (neg.)	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> markant	<input type="checkbox"/> massiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> = (pos.)							
5. KOMPARTIMENTALE BEFUNDE								
Δ Patellofemorale Krepitation	<input type="checkbox"/> keine/seiteng.	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schmerzhaft	<input type="checkbox"/> stark				
Δ Krepitation mediales Kompartiment	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schmerzhaft	<input type="checkbox"/> stark				
Δ Krepitation laterales Kompartiment	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schmerzhaft	<input type="checkbox"/> stark				
6. SYMPTOME BEI TRANSPLANTATENTNAHMESTELLE								
Druckdolenz, Irritation, Gefühlsstörung	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> stark				
7. RÖNTGENBEFUNDE (ARTHROSE)								
Patello-fem. Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> > 4mm	<input type="checkbox"/> 2-4mm	<input type="checkbox"/> < 2mm				
Medialer Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> > 4mm	<input type="checkbox"/> 2-4mm	<input type="checkbox"/> < 2mm				
Lateraler Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> > 4mm	<input type="checkbox"/> 2-4mm	<input type="checkbox"/> < 2mm				
8. FUNKTIONELLER TEST								
Δ Einbeinsprung (% der Gegenseite)	<input type="checkbox"/> 90-100%	<input type="checkbox"/> 76-90%	<input type="checkbox"/> 50-75%	<input type="checkbox"/> <50%				
GESAMTAUSWERTUNG					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.2 Patienten-Fragebogen (in Anlehnung an Lysholm-Score)

Patientenfragebogen

Kreuzbandplastik-Nachuntersuchung (U5)

Sehr geehrte(r) Patient(in),

bei Ihnen wurde vor 5 Jahren eine Kreuzbandplastik am Kniegelenk durchgeführt. Der vorliegende Fragebogen dient der Beurteilung des Behandlungserfolges.

Wir legen sehr viel Wert auf eine persönliche Einschätzung des Behandlungserfolges und bitten Sie deshalb, die nachfolgenden Fragen gewissenhaft zu beantworten.

1. Ist Ihr Kniegelenk zwischenzeitlich blockiert oder haben Sie Einklemmungserscheinungen?

- nein
- Einklemmungserscheinungen, aber keine Blockierungen
- gelegentlich Blockierungen
- das Knie ist zur Zeit blockiert

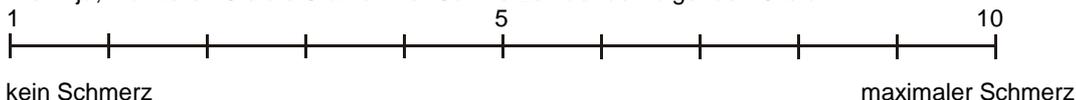
2. Haben Sie ein Instabilitätsgefühl?

- nein
- gelegentlich beim Sport oder starker Belastung
- regelmäßig beim Sport oder starker Belastung
- gelegentlich bei alltäglicher Belastung
- häufig bei alltäglicher Belastung
- bei jedem Schritt

3. Haben Sie Knieschmerzen?

- nein
- ja, unregelmäßig und leicht bei starker Belastung
- ja, deutlich bei starker Belastung
- ja, deutlich bei oder nach einer Gehstrecke von mehr als 2km
- ja, deutlich bei oder nach einer Gehstrecke von weniger als 2km
- ja, ständig

Wenn ja, markieren Sie die Stärke Ihrer Schmerzen auf der folgenden Skala:



4. Welche der folgenden Aktivitäten können Sie ohne Schmerzen ausüben?

- Aktivitäten mit belasteter Rotation, Kontaktsportarten (z.B. Fußball, Handball)
- schwere körperliche Arbeit, Tennis, Skifahren
- leichte körperliche Arbeit, Joggen, Springen
- sitzende Tätigkeiten

5. Haben Sie beim Treppensteigen Probleme?

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> treppauf | <input type="radio"/> treppab |
| <input type="radio"/> nein | <input type="radio"/> nein |
| <input type="radio"/> leichte Einschränkung | <input type="radio"/> leichte Einschränkung |
| <input type="radio"/> nur schrittweise möglich | <input type="radio"/> nur schrittweise möglich |
| <input type="radio"/> Treppensteigen unmöglich | <input type="radio"/> Treppensteigen unmöglich |

6. Können Sie in die Hocke gehen?

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="radio"/> ja, tiefe Hocke möglich | → | <input type="radio"/> aber schmerzhaft |
| <input type="radio"/> leicht eingeschränkt | | |
| <input type="radio"/> nicht über 90° | | |
| <input type="radio"/> unmöglich | | |

6.3 Lysholm Score

Lysholm - Score (Deutschsprachige Modifikation)	
1. Hinken (5 Punkte) <input type="checkbox"/> kein Hinken <input type="checkbox"/> leicht oder gelegentlich <input type="checkbox"/> deutlich oder ständig	5 3 0
2. Gehhilfen (5 Punkte) <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, Gehstützen oder Krücke <input type="checkbox"/> Belastung unmöglich	5 2 0
3. Blockierung (15 Punkte) <input type="checkbox"/> Keine Blockierung und keine Einklemmungserscheinungen <input type="checkbox"/> Einklemmungserscheinungen, aber keine Blockierung <input type="checkbox"/> gelegentliche Blockierung <input type="checkbox"/> momentane Blockierung	15 10 6 0
4. Instabilität (25 Punkte) <input type="checkbox"/> nie Instabilitätsgefühl <input type="checkbox"/> gelegentlich beim Sport oder starker Belastung <input type="checkbox"/> regelmäßig beim Sport oder starker Belastung <input type="checkbox"/> gelegentlich bei alltäglicher Belastung <input type="checkbox"/> häufig bei alltäglicher Belastung <input type="checkbox"/> bei jedem Schnitt	25 20 15 10 5 0
5. Schmerzen (25 Punkte) <input type="checkbox"/> keine Schmerzen <input type="checkbox"/> unregelmäßig und leicht bei starker Belastung <input type="checkbox"/> deutlich bei starker Belastung <input type="checkbox"/> deutlich bei oder nach einer Gehstrecke von mehr als 2km <input type="checkbox"/> deutlich bei oder nach einer Gehstrecke von weniger als 2km <input type="checkbox"/> ständige Schmerzen	25 20 15 10 5 0
6. Schwellung (10 Punkte) <input type="checkbox"/> keine Schwellung <input type="checkbox"/> nach starker Belastung <input type="checkbox"/> nach alltäglicher Belastung <input type="checkbox"/> ständige Schwellung	10 6 2 0
7. Treppensteigen (10 Punkte) <input type="checkbox"/> keine Probleme <input type="checkbox"/> leichte Einschränkung <input type="checkbox"/> nur schrittweise möglich <input type="checkbox"/> Treppensteigen unmöglich	10 6 2 0
8. Tiefe Hocke (5 Punkte) <input type="checkbox"/> keine Probleme <input type="checkbox"/> leicht eingeschränkt <input type="checkbox"/> nicht über 90 Grad <input type="checkbox"/> unmöglich	5 4 2 0

6.4 Tegner-Aktivitätsskala

Tegner Aktivitätsskala			
Skala 0 – 10			
<input type="checkbox"/>	10	Hochleistungssport*:	Nationale und internationale Elite
<input type="checkbox"/>	9	Leistungssport*:	Fußball (Landes- und Kreisliga), Eishockey, Ringen, Bodenturnen, Hallensportarten
<input type="checkbox"/>	8	Leistungssport*:	Squash, Sprungdisziplinen in der Leichtathletik, alpiner Skisport, Badminton
<input type="checkbox"/>	7	Leistungssport*: Freizeitsport:	Tennis, Laufdisziplinen in der Leichtathletik, Motocross, Kontaktsportarten Fußball, Squash, Eishockey, Sprungdisziplinen in der Leichtathletik
<input type="checkbox"/>	6	Freizeitsport:	Tennis, Badminton, Kontaktsportarten, alpiner Skilauf, Jogging mind. 5x/ Woche
<input type="checkbox"/>	5	Beruf: Leistungssport*: Freizeitsport:	Schwerarbeit Radfahren, Skilanglauf Jogging auf unebenem Grund mind. 2x/ Woche
<input type="checkbox"/>	4	Beruf: Freizeitsport:	Mittelschwere Arbeit Jogging auf unebenem Grund mind. 2x/ Woche, Radfahren, Skilanglauf
<input type="checkbox"/>	3	Beruf: Leistungssport*: Freizeitsport: Spazieren gehen	Leichte Arbeit Schwimmen Schwimmen Im Wald möglich
<input type="checkbox"/>	2	Beruf: Spazieren gehen:	Leichte Arbeit Auf unebenem Boden möglich, jedoch unmöglich auf Waldboden
<input type="checkbox"/>	1	sitzende Tätigkeit, Spazieren gehen auf ebenem Grund möglich	
<input type="checkbox"/>	0	Arbeitsunfähigkeit bzw. Berentung wegen Kniegelenkserkrankung	

6.5 Röntgenevaluationsbogen nach Sherman [54]

Periarticular Score (P-Score)			
Ausziehungen Patella	keine (2)	gering-mäßig (1)	stark (0)
Ausziehungen med. Kompartiment □ Tibia □ Femur	keine (3)	gering (2)	mäßig (1)
Ausziehungen lat. Kompartiment □ Tibia □ Femur	keine (3)	gering (2)	mäßig (1)
Ausziehungen Eminentia intercondylaris	keine (2)	gering-mäßig (1)	stark (0)
Degenerative Score (D-Score)			
Subchondrale Sklerose med. Komp. □ Tibia □ Femur	keine (2)	gering-mäßig (1)	stark (0)
Subchondrale Sklerose lat. Komp. □ Tibia □ Femur	keine (2)	gering-mäßig (1)	stark (0)
Gelenkspaltverschmälerung med. Komp.	keine (3)	1 mm (2) 2 mm (1)	3 mm or more (0)
Gelenkspaltverschmälerung lat. Komp.	keine (3)	1 mm (2) 2 mm (1)	3 mm or more (0)
Subchondrale Zysten med. Komp. □ Tibia □ Femur	keine (2)	gering-mäßig (1)	stark (0)
Subchondrale Zysten lat. Komp. □ Tibia □ Femur	keine (2)	gering-mäßig (1)	stark (0)
Freie Gelenkkörper	keine (2)	1 (1)	2 oder mehr(0)
Total Score (T-Score)			

6.6 Übersichtstabelle

Autor	Publikation	strands (in HST)	Verankerung				Evaluierte Patienten follow-up		Nachuntersuchung [Monate] Min-Max/Mean	IKDC A u. B (%)	Arthrometermessung [$< 3\text{mm}$]	Lysholm Score [$>84\text{ P}$]	Tegner Aktivität [Mittelw]	Lachmann Test [≤ 1] (in %)	Sonstige Scores	Einbeinsprung-Test	Bewegungsdefizite EX.- FLEX.	Kraftmessung Isokinetisch EX.- FLEX.
			PT	IS sc-Ws	HS Washer	Post	PT	HS										
Aglietti	1994	4	press-fit sc-Ws	IS sc-Ws	Washer	Post	30	30	24-68/-	-	53:37 (e)	-	-	-	Functional category Cybex II testing	-	+ PT ($p>0.001$)	* *
Anderson (a)	2001	4	IS	Isc-Staples	Washer	Isc-Staples	35	-/33	34.6 +-11.4 -35.9 +-11.7	97: -78,8	71,4:51,5 (e)	-	-	-	Hospital for special surgery knee score; Cybex II dynamometer	-	-	* *
Aune	2001	4	IS	IS	EB	Isc-Staples	32	29	24/ 24	-	2,7:2,7 (d)	-	-	-	Cincinnati functional score, stairs hopple test, VAS kneeling pain	0.7:4.3	-	* (h)
Corry	1999	4	IS	IS	IS	IS	82	85	-/24	86:93	91:79 (e)	90:91	-	100:97	-	* *	-	
Ejerhed	2003	3-4	IS	IS	IS	IS	32	34	-/24	53:59	2,0:2,25 (d)	95:90 f	6:6,5	93,75:100	Knee walking Test	-	-	-
Ejerhed	2007	3-4	IS	IS	IS	IS	32	36	68-114/86	48:50	4.5 : 4.3 1.7 : 2.6 2.3 : 2.7 (d)	81:90	5 :6	29:30	Knee walking Test	96:92	-	-
Eriksson	2001	4	IS	IS	EB	Sc-Ws	80	74	-/31	60:55	61:53 (e)	85:86 a	6:6	49:51	Patellofemoraler Schmerz Score	-	(g) *	-
Feller	2002	4	EB	IS	EB	Sc-Ws	21	27	12/36	45:55 68:93	92,5:86,5/ 97,5:90,5 (e)	-	-	-	Cincinnati knee score, subj. Pain measurements (incl. Anterior knee pain, pain on kneeling)	-	(g) *	-
Gobbi	2003	4	Press fit	Post	EB	Fastlok	40	40	4/36	85:92	* 1,3:1,9 (d) ($p= .116$)	90:92 (80-100)	6,5:6,7	-	* Computed Analysis System (OSI 4000)	-	-	-
Harilainen	2003	4	IS	IS	MtPI	Sc-Ws	43	46	21-38/21	79:84	1.7 (3.7-7.8): 1.2 (4.3-7.4) (d)	84:87	6.1:6.0	35:38 (f)	Kujala Patellofemoral Score	-	-	* *
Ibrahim	2005	4	IS	IS	EB	Sc-Ws	40	45	-/81	87,5:84,5	87,5:84,5 (e)	91,6:92,7	7.9:7.8	-	Radiographic examination	-	-	-
Jansson	2003	4	IS	IS	EB	Post	43	46	-/21	79:84	1,27:1,2 (d)	84:87	6,1:6,0	35:38 (f)	Kujala patellofemoral score	-	-	* (h)
Laxdal (i)	2005	3-4	IS	IS	IS/IS	IS/IS	40	39/39*	20-36/26	50:56/73	1:2/1(d)	94:89/95	6:6/7	-	Knee walking Test	-	* *	-
Maletis	2007	4	IS	IS	IS	IS	46	50	-/24	91:92	61,4:47 (e)	- 97 98	5,9:5,7	-	Cybex II testing	94:97	* *	* *
Matsumoto	2006	5	IS	IS	IS	IS	37	35	BTBP 87.0 : ST 80.8	73,0:85,7	79,2:85,7	-	-	-	Cybex II testing: significant loss in isokinetic hamstring strength at 60 deg/s was observed in the BHB group ($P \square .0045$, power $\square 0.91$).	-	-	* *
Sajovic	2006	4	IS	IS	IS	IS	26	28	-/60	97:97	76:78 (e)	93:90	-	85:79	-	* *	-	
Shaieb	2002	4	IS	IS	IS	IS	37	33	-/24	-	58:27 (e)	87:94	-	0,35:0,48 (d)	IKDC Aktivitätslevel, anterior knee pain	-	(g) *	-
Zaffagnini	2006	4					25	25/25*										
Aktuelle Studie	2009	3-4	IS	IS	EB	StDisc	22	20	12	72:69	80,46:86,21 m	86:79	6,1:5,6	100:100	Knee walking Test	-	* *	-

- (a) Anderson vergleicht 3 Kollektive: autogene BTBP-Graft (Gruppe 1), ST- und Gracilis-Graft kombiniert mit extraartikulärer Losee (group 2) und Semitendinosus und Gracilis tendon graft Rekonstruktion allein (group 3).
(b) Durchschnittswert aus Messungen mit 89N, 134 N und manuell maximaler Kraft
(c) KT-1000 arthrometer manual maximum difference (mm)
(d) Wert entspricht dem Mittelwert

-
- (e) Prozent der Patienten mit instrumenteller a.p.-Translation < 3mm
 - (f) nur Anzahl der Patienten mit neg. Lachmann
 - (g) signifikanter Unterschied mit besserem Abschneiden des ST-Kollektivs
 - (h) signifikanter Unterschied mit besserem Abschneiden des LP-Kollektivs
 - (i) vergleicht im ST-Kollektiv je 39 Patienten mit 3-strand Semitendinosus (ST group) und 4-strand Semitendinosus/Gracilis (ST/G group) Transplantaten
 - * Unterschiede statistisch nicht signifikant

7. Literaturverzeichnis

1. P Hertel: **[Acute and chronic knee ligament injuries]**. *Unfallchirurg* 1996, **99**:686-700; quiz 699.
2. C Fink, C Hoser, KP Benedetto, W Hackl, M Gabl: **[Long-term outcome of conservative or surgical therapy of anterior cruciate ligament rupture]**. *Unfallchirurg* 1996, **99**:964-9.
3. NF Friederich, RM Biedert: **[Knee joint ligament reconstruction--indications, results]**. *Ther Umsch* 1996, **53**:780-6.
4. CH Brown, Jr., EW Carson: **Revision anterior cruciate ligament surgery**. *Clin Sports Med* 1999, **18**:109-71.
5. USDoHaH Services: **Injury Research Agenda: Preventing Injuries in Sports, Recreation, and Exercise**. 2006.
6. A Robson: **Ruptured crucial ligaments and their repair by operation**. *Annual Surgery* 1903, **37**:716-718.
7. F Lutz: **Erfahrungen und Ergebnisse beim plastischen Ersatz der Kreuzbänder am Kniegelenk nach Niederecker**. *Arch Orthop Unfallchirur* 1954, **46**:439-444.
8. M Lange: **Behandlung von Gelenkschäden**. Stuttgart: Enke; 1949.
9. P Bade: **Das schnellende Kniegelenk**. Jena: Fischer Verlag; 1914.
10. F Baumgartl: **Verletzungen der Kreuzbänder**. Berlin Göttingen Heidelberg: Springer; 1964.
11. K Lindemann: **Über den plastischen Ersatz der Kreuzbänder durch gestielte Sehenerpflanzung**. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 1950, **79**:316-334.

-
12. D O`Donoghue: **Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques.** *J Bone Joint Surg Am* 1950, **78**:803-813.
 13. N Kaplan, TL Wickiewicz, RF Warren: **Primary surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A long-term follow-up study.** *Am J Sports Med* 1990, **18**:354-8.
 14. M Odensten, J Lysholm, J Gillquist: **Suture of fresh ruptures of the anterior cruciate ligament. A 5-year follow-up.** *Acta Orthop Scand* 1984, **55**:270-2.
 15. K Sommerlath, J Lysholm, J Gillquist: **The long-term course after treatment of acute anterior cruciate ligament ruptures. A 9 to 16 year followup.** *Am J Sports Med* 1991, **19**:156-62.
 16. H Seiler, HR Frank: **[Suture of the anterior cruciate ligament--what is the real value of this method?].** *Unfallchirurg* 1993, **96**:443-50.
 17. F Schmid: **[Injuries of the medial collateral ligament and anterior cruciate ligament of the knee joint and Lemaire surgical functional treatment. Long-term outcome].** *Unfallchirurgie* 1996, **22**:124-9.
 18. T Grontvedt, L Engebretsen, P Benum, O Fasting, A Molster, T Strand: **A prospective, randomized study of three operations for acute rupture of the anterior cruciate ligament. Five-year follow-up of one hundred and thirty-one patients.** *J Bone Joint Surg Am* 1996, **78**:159-68.
 19. E Hesse: **Über den Ersatz der Kreuzbänder des Kniegelenks durch freie Fascientransplantation.** *Verh Dtsch Ges Chir* 1914, **43**:188-189.
 20. E Hey-Groves: **Operation for the repair of the crucial ligaments.** *Lancet* 1917, **2**:674.

-
21. KG Jones: **Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. a Technique Using the Central One-Third of the Patellar Ligament.** *J Bone Joint Surg Am* 1963, **45**:925-32.
 22. H Bruckner: **[A new method for plastic surgery of cruciate ligaments].** *Chirurg* 1966, **37**:413-4.
 23. A Edwards: **Rupture and repair of the anterior cruciate ligament.** *Br J Surg* 1926, **13**.
 24. FR Noyes, DL Butler, ES Groom, RF Zernicke, MS Hefzy: **Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions.** *J Bone Joint Surg Am* 1984, **66**:344-52.
 25. J Jerosch, Drescher, H., Schröder, M., Lewejohann, B.: **Aktuelle Konzepte bei der Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur - Ergebnisse einer bundesweiten Befragung.** *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 1994, **45**:48-57.
 26. DJ Dandy, AJ Gray: **Anterior cruciate ligament reconstruction with the Leeds-Keio prosthesis plus extra-articular tenodesis. Results after six years.** *J Bone Joint Surg Br* 1994, **76**:193-7.
 27. J Gillquist, M Odensten: **Reconstruction of old anterior cruciate ligament tears with a Dacron prosthesis. A prospective study.** *Am J Sports Med* 1993, **21**:358-66.
 28. R Glousman, C Shields, Jr., R Kerlan, F Jobe, S Lombardo, L Yocum, J Tibone, R Gambardella: **Gore-Tex prosthetic ligament in anterior cruciate deficient knees.** *Am J Sports Med* 1988, **16**:321-6.
 29. JC Richmond, CJ Manseau, R Patz, O McConville: **Anterior cruciate reconstruction using a Dacron ligament prosthesis. A long-term study.** *Am J Sports Med* 1992, **20**:24-8.

-
30. P Lobenhoffer, C Lattermann, C Krettek, M Blauth, H Tscherne: **[Rupture of the posterior cruciate ligament: status of current treatment]**. *Unfallchirurg* 1996, **99**:382-99.
31. FH Fu, KR Schulte: **Anterior cruciate ligament surgery 1996. State of the art?** *Clin Orthop Relat Res* 1996:19-24.
32. P Aglietti, R Buzzi, G Zaccherotti, P De Biase: **Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction.** *Am J Sports Med* 1994, **22**:211-7; discussion 217-8.
33. R Berbig, P Rillmann: **[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**:726-30.
34. KD Shelbourne, JH Wilckens, A Mollabashy, M DeCarlo: **Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation.** *Am J Sports Med* 1991, **19**:332-6.
35. T Brenner: **Vergleich zweier Rekonstruktionsverfahren nach ACL-Ruptur, Semitendinosussehnentransplantat versus Ligamentum patellae Transplantat. Eine prospektiv randomisierte Studie.** 2004.
36. MJ Strobel, MS Schulz: **[Anterior cruciate ligament reconstruction with the semitendinosus-gracilis tendon transplant]**. *Orthopade* 2002, **31**:758-69.
37. F Hefti, W Muller, RP Jakob, HU Staubli: **Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993, **1**:226-34.
38. J Lysholm, J Gillquist: **Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale.** *Am J Sports Med* 1982, **10**:150-4.

-
39. F Hefti, W Muller: **[Current state of evaluation of knee ligament lesions. The new IKDC knee evaluation form]**. *Orthopade* 1993, **22**:351-62.
 40. DD Price, FM Bush, S Long, SW Harkins: **A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales**. *Pain* 1994, **56**:217-26.
 41. Y Tegner, J Lysholm: **Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries**. *Clin Orthop Relat Res* 1985:43-9.
 42. V Winkel, Meijer: **Nichtoperative Orthopädie der Weichteile und des Bewegungsapparates.**, Urban & Fischer Verlag edn. Stuttgart; 2003.
 43. JS Torg, W Conrad, V Kalen: **Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete**. *Am J Sports Med* 1976, **4**:84-93.
 44. WU Knaepler H, Werlich T, Gotzen L: **Die isolierte frische vordere Kreuzbandruptur – eine klinische, instrumentelle oder arthroskopische Diagnose?**, *Arthroskopie*; 1990.
 45. DP Konig, J Rutt, D Kumm, E Breidenbach: **[Diagnosis of anterior knee instability. Comparison between the Lachman test, the KT-1,000 arthrometer and the ultrasound Lachman test]**. *Unfallchirurg* 1998, **101**:209-13.
 46. KE DeHaven: **Arthroscopy in the diagnosis and management of the anterior cruciate ligament deficient knee**. *Clin Orthop Relat Res* 1983:52-6.
 47. P Lobenhoffer, H Tscherne: **[Rupture of the anterior cruciate ligament. Current status of treatment]**. *Unfallchirurg* 1993, **96**:150-68.
 48. RP Jakob, HU Staubli, JT Deland: **Grading the pivot shift. Objective tests with implications for treatment**. *J Bone Joint Surg Br* 1987, **69**:294-9.

-
49. W Muller, R Biedert, F Hefti, RP Jakob, U Munzinger, HU Staubli: **OAK knee evaluation. A new way to assess knee ligament injuries.** *Clin Orthop Relat Res* 1988:37-50.
50. DM Daniel, LL Malcom, G Losse, ML Stone, R Sachs, R Burks: **Instrumented measurement of anterior laxity of the knee.** *J Bone Joint Surg Am* 1985, **67**:720-6.
51. D Daniel, Stone ML, Riehl B, et al: **A measurement of lower limb function: The one leg hop for distance.** *Am J Knee Surg* 1988, **1**:212–214.
52. EK Motsis, DS Mastrokalos, S Müller, J Springer, HH Paessler: **Donor site morbidity and evaluation of activity level after ACL reconstruction with ipsilateral versus contralateral BPT-Graft harvesting.** *Acta Orthopaedica et Traumatologica Hellenica* 2001, **136**.
53. J Springer, HH Pässler: „**Kneeling and Knee-walking-Test**“ zur Evaluation des vorderen Knieschmerzes nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mittels der Semitendinosus und Gracilissehne vs. der Patellasehne. *Der Unfallchirurg* 2001, **283**:43-44.
54. MF Sherman, L Lieber, JR Bonamo, L Podesta, I Reiter: **The long-term followup of primary anterior cruciate ligament repair. Defining a rationale for augmentation.** *Am J Sports Med* 1991, **19**:243-55.
55. S Zaffagnini, M Marcacci, M Lo Presti, G Giordano, F Iacono, MP Neri: **Prospective and randomized evaluation of ACL reconstruction with three techniques: a clinical and radiographic evaluation at 5 years follow-up.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006, **14**:1060-9.
56. M Sajovic, V Vengust, R Komadina, R Tavcar, K Skaza: **A prospective, randomized comparison of semitendinosus and gracilis tendon versus patellar tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: five-year follow-up.** *Am J Sports Med* 2006, **34**:1933-40.

-
57. A Matsumoto, S Yoshiya, H Muratsu, M Yagi, Y Iwasaki, M Kurosaka, R Kuroda: **A comparison of bone-patellar tendon-bone and bone-hamstring tendon-bone autografts for anterior cruciate ligament reconstruction.** *Am J Sports Med* 2006, **34**:213-9.
58. G Laxdal, N Sernert, L Ejerhed, J Karlsson, JT Kartus: **A prospective comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction in male patients.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007, **15**:115-25.
59. A Heijne, S Werner: **Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: a prospective randomized outcome study.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007, **15**:402-14.
60. GR Barrett, FK Noojin, CW Hartzog, CR Nash: **Reconstruction of the anterior cruciate ligament in females: A comparison of hamstring versus patellar tendon autograft.** *Arthroscopy* 2002, **18**:46-54.
61. K Yasuda, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tannabe Y, Kanade K: **Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons.** *Am J Sports Med* 1995, **23**:706-714.
62. MD Shaieb, DM Kan, SK Chang, JM Marumoto, AB Richardson: **A prospective randomized comparison of patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction.** *Am J Sports Med* 2002, **30**:214-20.
63. A Otero, Hutcheson L: **A comparison of doubled semitendinosus/gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction.** *Arthroscopy* 1993, **9**:143-148.
64. RA Marder, JR Raskind, M Carroll: **Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons.** *Am J Sports Med* 1991, **19**:478-84.

-
65. KA Jansson, E Linko, J Sandelin, A Harilainen: **A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction.** *Am J Sports Med* 2003, **31**:12-8.
66. JA Feller, KE Webster, B Gavin: **Early post-operative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstring graft.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001, **9**:260-6.
67. L Ejerhed, J Kartus, N Sernert, K Kohler, J Karlsson: **Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective randomized study with a two-year follow-up.** *Am J Sports Med* 2003, **31**:19-25.
68. AF Anderson, RB Snyder, AB Lipscomb, Jr.: **Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods.** *Am J Sports Med* 2001, **29**:272-9.
69. AK Aune, I Holm, MA Risberg, HK Jensen, H Steen: **Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up.** *Am J Sports Med* 2001, **29**:722-8.
70. BD Beynnon, RJ Johnson, BC Fleming, P Kannus, M Kaplan, J Samani, P Renstrom: **Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study.** *J Bone Joint Surg Am* 2002, **84-A**:1503-13.
71. MG Clatworthy, P Annear, JU Bulow, RJ Bartlett: **Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999, **7**:138-45.
72. IS Corry, JM Webb, AJ Clingeffer, LA Pinczewski: **Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of**

-
- patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft.** *Am J Sports Med* 1999, **27**:444-54.
73. K Eriksson, Anderberg P, Hamberg P, Lofgren AC, Brendenberg M, Westman I, Wredmark T: **A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament.** *J Bone Joint Surg Br* 2001, **83**:348-354.
74. TR Carter, S Edinger: **Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: hamstring versus patellar tendon.** *Arthroscopy* 1999, **15**:169-72.
75. JA Feller, KE Webster: **A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction.** *Am J Sports Med* 2003, **31**:564-73.
76. RA Harter, LR Osternig, KM Singer: **Instrumented Lachman tests for the evaluation of anterior laxity after reconstruction of the anterior cruciate ligament.** *J Bone Joint Surg Am* 1989, **71**:975-83.
77. P Holmes, James SL, Larson RL et al. : **Retrospective direct comparison of three intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction.** *Am J Sports Med* 1991, **19**:596-600.
78. JC L'Insalata, B Klatt, FH Fu, CD Harner: **Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997, **5**:234-8.
79. T Muneta, H Koga, T Mochizuki, YJ Ju, K Hara, A Nimura, K Yagishita, I Sekiya: **A prospective randomized study of 4-strand semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction comparing single-bundle and double-bundle techniques.** *Arthroscopy* 2007, **23**:618-28.

-
80. D O'Neill: **Arthroscopically assistend reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques.** *J Bone Joint Surg Am* 1996, **78**:803-813.
81. LA Pinczewski, J Lyman, LJ Salmon, VJ Russell, J Roe, J Linklater: **A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial.** *Am J Sports Med* 2007, **35**:564-74.
82. M Ropke, Becker R, Urbach D, Nebelung W **Semitendinosus tendon vs. Patellar ligament. Results of a prospective randomized study after anterior cruciate ligament reconstruction.** . *Unfallchirurg* 2001, **104**:312-316.
83. I Sekiya, T Muneta, T Ogiuchi, K Yagishita, H Yamamoto: **Significance of the single-legged hop test to the anterior cruciate ligament-reconstructed knee in relation to muscle strength and anterior laxity.** *Am J Sports Med* 1998, **26**:384-8.
84. R Stange, Russel V, Salmon L, Pinczewski L **Tibial tunnel widening after ACL reconstruction: A 2 and 5 year comparison of patellar tendon autograft and 4-strand hamstring tendon autograft.** . *Arthrosc Assoc N Am* 2001 **20th Annual Meeting**:67.
85. P Aglietti, F Giron, R Buzzi, F Biddau, F Sasso: **Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial.** *J Bone Joint Surg Am* 2004, **86-A**:2143-55.
86. DJ Beard, JL Anderson, S Davies, AJ Price, CA Dodd: **Hamstrings vs. patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised controlled trial.** *Knee* 2001, **8**:45-50.
87. F Gebhard, A Ellermann, F Hoffmann, JH Jaeger, NF Friederich: **Multicenter-study of operative treatment of intraligamentous tears of the anterior cruciate ligament in children and adolescents: comparison**

-
- of four different techniques.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006, **14**:797-803.
88. A Gobbi, S Mahajan, M Zanazzo, B Tuy: **Patellar tendon versus quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective clinical investigation in athletes.** *Arthroscopy* 2003, **19**:592-601.
89. MA Hersekli, S Akpinar, M Ozalay, G Ozkoc, N Cesur, M Uysal, A Pourbagher, RN Tandogan: **Tunnel enlargement after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring autografts.** *Adv Ther* 2004, **21**:123-31.
90. SA Ibrahim, IM Al-Kussary, AR Al-Misfer, HQ Al-Mutairi, SA Ghafar, TA El Noor: **Clinical evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus gracilis and semitendinosus autograft.** *Arthroscopy* 2005, **21**:412-7.
91. M Katabi, P Djian, P Christel: **[Anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon autograft versus four-strand hamstring tendon autografts. A comparative study at one year follow-up].** *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002, **88**:139-48.
92. G Laxdal, J Kartus, L Hansson, M Heidvall, L Ejerhed, J Karlsson: **A prospective randomized comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring grafts for anterior cruciate ligament reconstruction.** *Arthroscopy* 2005, **21**:34-42.
93. M Liden, L Ejerhed, N Sernert, G Laxdal, J Kartus: **Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized study with a 7-Year follow-up.** *Am J Sports Med* 2007, **35**:740-8.
94. J Roe, LA Pinczewski, VJ Russell, LJ Salmon, T Kawamata, M Chew: **A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for**

-
- arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and similarities.** *Am J Sports Med* 2005, **33**:1337-45.
95. R Siebold, KE Webster, JA Feller, AG Sutherland, J Elliott: **Anterior cruciate ligament reconstruction in females: a comparison of hamstring tendon and patellar tendon autografts.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006, **14**:1070-6.
96. JU Buelow, R Siebold, A Ellermann: **A prospective evaluation of tunnel enlargement in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings: extracortical versus anatomical fixation.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002, **10**:80-5.
97. DS Johnson, WG Ryan, RB Smith: **Does the Lachman testing method affect the reliability of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Form?** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004, **12**:225-8.
98. W Nebelung, Becker R, Merkel M, Pöpke M: **Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side.** *Arthroscopy* 1998, **14**:810-815.
99. GB Maletis, SL Cameron, JJ Tengan, RJ Burchette: **A prospective randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of patellar tendon and quadruple-strand semitendinosus/gracilis tendons fixed with bioabsorbable interference screws.** *Am J Sports Med* 2007, **35**:384-94.
100. R Poolman, JAK Abouali, HJ Conter, M Bhandari: **Overlapping Systematic Reviews of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Comparing Hamstring Autograft with Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft: Why Are They Different?** *J Bone Joint Surg Am* 2007, **89**:1542-1552.
101. K Freedman, MJ D'Amato, DD Nedeff, A Kaz and BR Bach Jr.: **Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Metaanalysis Comparing**

-
- Patellar Tendon and Hamstring Tendon Autografts.** *Am J Sports Med* 2003, **31**:2-11.
102. JP Goldblatt, SE Fitzsimmons, E Balk, JC Richmond: **Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft.** *Arthroscopy* 2005, **21**:791-803.
103. D Biau, C Tournoux, S Katsahian, P Schranz, R Nizard: **ACL Reconstruction: A Meta-analysis of Functional Scores.** *Clin Orthop Relat Res* 2007, **458**:180-187.
104. CC Prodromos, BT Joyce, K Shi, BL Keller: **A meta-analysis of stability after anterior cruciate ligament reconstruction as a function of hamstring versus patellar tendon graft and fixation type.** *Arthroscopy* 2005, **21**:1202.
105. A Weiler, S Scheffler, J Hoher: **[Transplant selection for primary replacement of the anterior cruciate ligament].** *Orthopade* 2002, **31**:731-40.
106. J Hoher, HD Moller, FH Fu: **Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction?** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998, **6**:231-40.
107. P Fauno, S Kaalund: **Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study.** *Arthroscopy* 2005, **21**:1337-41.
108. ME Hantes, DS Mastrokalos, J Yu, HH Paessler: **The effect of early motion on tibial tunnel widening after anterior cruciate ligament replacement using hamstring tendon grafts.** *Arthroscopy* 2004, **20**:572-80.
109. JK Yu, HH Paessler: **Relationship between tunnel widening and different rehabilitation procedures after anterior cruciate ligament reconstruction with quadrupled hamstring tendons.** *Chin Med J (Engl)* 2005, **118**:320-6.

-
110. CR Bottoni, TR Liddell, TJ Trainor, DM Freccero, KK Lindell: **Postoperative range of motion following anterior cruciate ligament reconstruction using autograft hamstrings: a prospective, randomized clinical trial of early versus delayed reconstructions.** *Am J Sports Med* 2008, **36**:656-62.
111. TS Petsche, MR Hutchinson: **Loss of extension after reconstruction of the anterior cruciate ligament.** *J Am Acad Orthop Surg* 1999, **7**:119-27.
112. S Hinterwimmer, M Engelschalk, S Sauerland, F Eitel, W Mutschler: **[Operative or conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of the literature].** *Unfallchirurg* 2003, **106**:374-9.
113. E Eriksson: **How good are the results of ACL reconstruction?** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997, **5**:137.

8. Lebenslauf

Sebastian Johannes Schuhmann

Geboren am 26. Januar 1980 in Regensburg
Gleditschstr. 79
10823 Berlin



AUSBILDUNG

1986-1990	Grundschule Mitterfels, Bayern
1990-1999	Veit-Höser-Gymnasium Bogen a. d. Donau, Bayern, Abitur

STUDIUM

11/2000-06/2007	Universität Würzburg, Humanmedizin
-----------------	------------------------------------

PRAKTISCHES JAHR

02-05/2006	UCSD - University of California San Diego/USA
06-07/2006	UdG - Universidad de Guadalajara/Mexico
10/2006-04/2007	WITS - University of Witwatersrand, Johannesburg/South Africa

PROMOTION

Ein Vergleich zweier vorderer Kreuzbandersatzplastiken mit Patellarsehne vs. Semitendinosus- und Gracilissehnen im 5 Jahresverlauf – eine prospektive, kontrollierte, randomisierte Studie

Orthopädische Klinik König-Ludwig-Haus der Universität Würzburg, PD Dr. med. Th. Barthel

BERUFLICHER TÄTIGKEIT

09/07-09/09: Wissenschaftlicher Assistent der Abteilung für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie am Campus Benjamin Franklin (CBF), Charite Universitätsmedizin Berlin

Seit 12/09: Assistenzarzt der Abteilung für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Unfallkrankenhaus Berlin

Sebastian J. Schuhmann

Berlin, 19.01.2010