

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med J. Eulert

Vergleich zweier Rekonstruktionsverfahren nach ACL – Ruptur,
Semitendinosussehnentransplantat versus Ligamentum patellae
Transplantat. Eine prospektive randomisierte Studie.

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von

Thomas Brenner

aus Aschaffenburg

Würzburg, Juni 2004

Referent: Prof. Dr. med J. Eulert

Koreferent: Priv.-Doz. Dr. med C. Hendrich

Dekan: Prof. Dr. med S. Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Oktober 2004

Der Promovend ist Arzt

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Material und Methodik	3
2.1	Patientengut	3
2.1.1	Patientenauswahl, Diagnosesicherung und Gruppenzuteilung	3
2.1.2	Unfallart und OP- Zeitpunkt	5
2.1.3	Begleitverletzungen	5
2.1.4	Sonstige präoperative Befunde	6
2.1.5	Studienverlauf	11
2.1.6	Rehabilitation	12
2.1.7	Besonderheiten	12
2.2	Operationsmethoden	13
2.2.1	Rekonstruktion des ACL mit Lig. Patellae und Interferenzschrauben	13
2.2.2	Rekonstruktion des ACL mit Semitendinosussehne und Endobutton	14
2.3	Methodik	15
2.3.1	Stationäre Aufnahme und präoperative Untersuchung	15
2.3.2	Postoperative Nachuntersuchungen in Abhängigkeit zum OP-Zeitpunkt	16
2.3.3	Patientenfragebögen	17
2.3.3.1	Lysholm -Score	17
2.3.3.2	IKDC	19
2.3.3.3	Aktivitätsskala nach Tegner	19
2.3.3.4	Visuelle Analogskala	19
2.3.4	Klinische Untersuchung	22
2.3.4.1	Morphotyp	22
2.3.4.2	Oberschenkelumfangmessung	22
2.3.4.3	Inspektion und Palpation	22
2.3.4.4	Bewegungsumfang	23
2.3.4.5	Mediale und laterale Gelenköffnung	23
2.3.4.6	Lachmann -Test	24
2.3.4.7	Vorderes Schubladenzeichen	24
2.3.4.8	Pivot shift -Test	25
2.3.4.9	Reversed Pivot shift -Test	25
2.3.4.10	KT-1000 Arthrometermessung	26
2.3.4.11	Einbeinsprungtest	26
2.3.5	Radiologische Kontrolle	27
2.3.6	Statistik	27

3.	Ergebnisse	28
3.1	U 1	28
3.1.1	Klinische Untersuchung.....	28
3.1.1.1	Schwellung.....	28
3.1.1.2	Erguss.....	29
3.1.1.3	Extensionsdefizit.....	29
3.1.1.4	Flexionsdefizit.....	31
3.2	U 2	32
3.2.1	Fragebogen.....	32
3.2.1.1	Gehhilfen.....	32
3.2.1.2	Treppensteigen.....	32
3.2.1.3	Tiefe Hocke.....	33
3.2.1.4	Schmerz.....	34
3.2.2	Klinische Untersuchung.....	35
3.2.2.1	Oberschenkelumfangmessung.....	35
3.2.2.2	Schwellung.....	36
3.2.2.3	Erguss.....	36
3.2.2.4	Extensionsdefizit.....	37
3.2.2.5	Flexionsdefizit.....	38
3.2.2.6	Lachmann –Test.....	39
3.3	U 3	40
3.3.1	Fragebogen.....	41
3.3.2	Lysholm –Score.....	41
3.3.2.1	Blockierung.....	42
3.3.2.2	Instabilitätsgefühl.....	43
3.3.2.3	Hinken.....	44
3.3.2.4	Treppensteigen.....	45
3.3.2.5	Tiefe Hocke.....	46
3.3.2.6	Schmerz.....	47
3.3.3	Klinische Untersuchung.....	49
3.3.3.1	Oberschenkelumfangmessung.....	49
3.3.3.2	Schwellung.....	50
3.3.3.3	Erguss.....	51
3.3.3.4	Extensionsdefizit.....	51
3.3.3.5	Flexionsdefizit.....	52
3.3.3.6	Lachmann –Test.....	54
3.3.3.7	KT –1000 Arthrometermessung.....	55
3.3.3.8	Einbeinsprung –Test.....	57
3.4	U4.....	59
3.4.1	Fragebogen.....	60
3.4.1.1	IKDC.....	60
3.4.1.2	Lysholm –Score.....	61

3.4.1.2.1	Blockierung.....	62
3.4.1.2.2	Instabilitätsgefühl.....	63
3.4.1.2.3	Treppensteigen.....	65
3.4.1.3	Schmerz.....	65
3.4.1.4	Tegner – Aktivitätsskala.....	68
3.4.1.5	Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis.....	69
3.4.1.6	Kniefunktion.....	70
3.4.2	Klinische Untersuchung.....	71
3.4.2.1	Oberschenkelumfangmessung.....	71
3.4.2.2	Schwellung.....	72
3.4.2.3	Erguss.....	73
3.4.2.4	Extensionsdefizit.....	73
3.4.2.5	Flexionsdefizit.....	73
3.4.2.6	Lachmann –Test.....	74
3.4.2.7	KT –1000 Arthrometermessung.....	75
3.4.2.8	Einbeinsprung –Test.....	79
3.4.2.9	Tunnelwidening.....	80
3.5	Verlauf.....	81
3.5.1	IKDC.....	81
3.5.2	Lysholm –Score.....	82
3.5.3	Tegner – Aktivitätsskala.....	84
3.5.4	Visuelle Analogskala.....	86
3.5.5	Oberschenkelumfangmessung.....	89
3.5.6	Extensionsdefizit.....	91
3.5.7	Flexionsdefizit.....	92
3.5.8	Lachmann –Test.....	93
3.5.9	KT –1000 Arthrometermessung.....	95
4.	Diskussion.....	96
4.1	Diskussion der klinischen Ergebnisse.....	97
4.2	Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich.....	104
5.	Literaturverzeichnis.....	112
6.	Anhang.....	122
6.1	Untersuchungs- und Fragebogen der Eingangsuntersuchung.....	122
6.2	Untersuchungs- und Fragebogen der U1.....	127
6.3	Untersuchungs- und Fragebogen der U2.....	127
6.4	Untersuchungs- und Fragebogen der U3.....	129
6.5	Untersuchungs- und Fragebogen der U4.....	131

Lebenslauf

1. Einleitung

Das Kniegelenk gehört zu den am häufigsten verletzten Gelenken des menschlichen Körpers [29]. Es handelt sich hierbei meist um Rupturen des vorderen Kreuzbandes (VKB) [26]. Allein 1995 wurden in den USA 60.000 bis 75.000 Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbandes vorgenommen [38].

Aufgrund von verbesserter klinischer und apparativer Diagnostik werden Verletzungen der „ligamenta genu cruciata“, wie die Bänder im Kniegelenk von Claudius Galen von Pergamon (199 -129 v. Chr.) benannt wurden, in jüngster Gegenwart vermehrt festgestellt [23,24]. Deshalb bietet dieses Thema viel Stoff für kontroverse Diskussionen, was Material, Operationstechniken und Transplantate [32] anbelangt.

Im Jahre 1850 führte, nach Auffassung von Stark [65], noch eine Gipsimmobilisation nach Ruptur des VKB zu einem guten Ergebnis. Robson beschrieb 1903 [57] gute Ergebnisse mit einer Versorgung durch Primärnaht mittels Catgut, welche er acht Jahre zuvor an mehreren Patienten durchgeführt hatte. Dieses Verfahren hielt sich bis zur Mitte der 70er Jahre.

Im Jahre 1914 berichtete E. Hesse [30] von einem russischen Chirurgen namens Grekow, der mit einem Fascia- lata- Streifen erstmalig einen autologen vorderen Kreuzbandersatz verwendete. Hey-Groves [31] beschrieb 1917 eine Technik, in der er einen proximal gestielten Fascia-lata-Streifen des Tractus iliotibialis benutzte. In den nächsten Jahren folgten noch einige Verfahren mit autologem VKB-Ersatz und mehrere lehnten sich an dem von Hey-Groves verwendeten Verfahren an. Auch wenn sich die Verwendung von autologem Ersatzmaterial bis heute durchgesetzt hat, wurde noch einige Zeit nach Ersatztransplantaten gesucht, die jedoch alle nicht annähernd zufriedenstellende Resultate erzielten.

Auf der weiteren Suche nach autologen Transplantaten verwendete Jones [40] 1963 zum ersten Mal das distal gestielte, mittlere Drittel der Patellarsehne, welches proximal unter Mitnahme eines Knochenblocks in ganzer Länge der Patella freigelegt wurde. Neben H. Brückner [9], der 1966 ein ähnliches Verfahren mit dem medialen Drittel des Ligamentum Patellae, mit

Knochenblock und blind endenden femoralen Bohrkanal verwendete, gilt er als Vorreiter des noch heute benutzten Rekonstruktionsverfahrens mit Ligamentum Patellae. Die Verwendung des mittleren Drittels der Patellarsehne unter Mitnahme zweier endständiger Knochenblöcke hat sich durchgesetzt. Als Vorteile dieses Verfahrens gelten die gute Reißfestigkeit der Sehne, eine gute Fixationsmöglichkeit mit Interferenzschrauben und eine physiologische Knochen-Knochen-Einheilung im Bohrkanal.

Über viele Jahre hinweg galt dieses Verfahren als „golden Standard“ der vorderen Kreuzbandrekonstruktion. Immer wieder auftretende, ernst zu nehmende Probleme an der Transplantatentnahmestelle, sogenannte „donor site morbidity“ ließ jedoch einige Operateure nach einem neuen Verfahren suchen [41,73].

1975 verwendeten Cho zum ersten Mal eine einfache Semitendinosussehne als Kreuzbandersatz. Aufgrund der geringen Reißfestigkeit wurde das Transplantat zu Beginn nur sehr zögerlich eingesetzt. Erst als man anfing, die Sehne drei- oder vierfach zu bündeln, haben sich in den letzten Jahren deutliche Vorteile hervorgetan [55]. Zu diesen zählen, dass der Streckapparat und das Femoropatellargelenk kaum tangiert werden, eine hohe Reißfestigkeit und ein kleiner Hautschnitt.

Neben dem vorderen Kreuzbandersatz mit Patellarsehnendrittel gilt der Ersatz mit Hamstring-Sehnen als die am häufigsten verwendete Rekonstruktionsmethode [2,7,8,25,60,69].

Auch im König-Ludwig-Haus in Würzburg werden beide Methoden angewandt. Die Rekonstruktion mit dem Semitendinosussehnentransplantat wird allerdings dort nicht mit Interferenzschrauben, sondern mit einem Endobutton fixiert, der in einer Ein-Schnitt-Technik nach Simonian et al. [64] angebracht wird. Die Vorteile [68] des Endobuttons, abgesehen vom kleinen Hautschnitt durch die Ein-Schnitt-Technik, liegen in einer reduzierten Transplantatlänge, einfacher Anwendung, geringer Morbidität und einer großen Variabilität der femoralen Verankerungsmöglichkeiten.

Beide Verfahren werden in der Würzburger Universität als gleichwertig angesehen. Ganz besonders, wenn es um die funktionellen Aspekte nach

Rekonstruktion geht. Allerdings rücken subjektive Belange der Patienten, wie Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis, Schmerz und Entnahmemorbidität, bei der Wahl des Verfahrens immer mehr in den Vordergrund. Deswegen verwenden wir bei der von uns durchgeführten Studie neben dem Lysholm-Score [46] auch den IKDC [28] als Rating-System, welches diese Aspekte vermehrt berücksichtigt. Diese Studie kann aufgrund ihres kurzen Untersuchungszeitraums von nur einem Jahr keine international gültigen Aussagen treffen. Sie muss vielmehr als Studie gesehen werden, die gewährleistet, dass die erwarteten Qualitätsstandards einer orthopädischen Universitätsklinik, angepasst an die persönlichen Bedürfnisse der Patienten, mit beiden Verfahren erfüllt werden können.

2. Material und Methodik

2.1 Patientengut

2.1.1 Patientenauswahl, Diagnosesicherung und Gruppenzuteilung

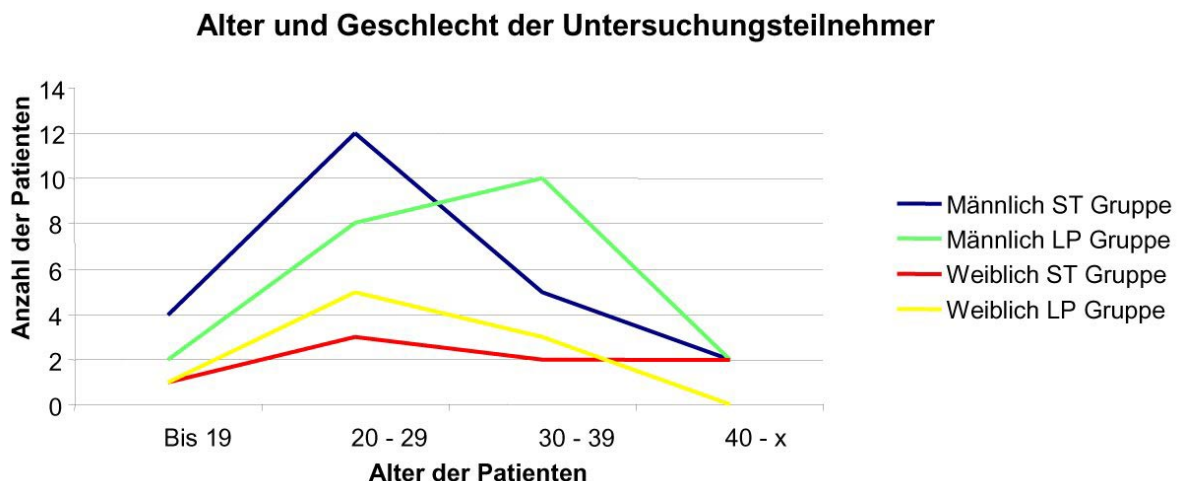
Im Zeitraum vom 23.11.1998 bis zum 29.11.1999 wurde in der Orthopädischen Klinik in Würzburg, dem König-Ludwig-Haus, bei ca. 80 Patienten das vordere Kreuzband rekonstruiert. 62 dieser Patienten nahmen an einer prospektiven, randomisierten Studie teil, in welcher zwei Rekonstruktionsverfahren miteinander verglichen wurden: Ligamentum Patellae Transplantat mit Interferenzschrauben und Mehrfachsemitendinosussehnen-transplantat mit Endobutton (siehe auch 2.2). Die Indikation zur OP wurde von einem erfahrenen Oberarzt durch eine klinische Untersuchung oder aufgrund von mitgebrachten Vorbefunden gestellt, wobei auch im letzten Fall immer eine klinische Untersuchung zur Diagnosesicherung stattfand. Anhand einer Zufallsliste wurden die Patienten nach ihrer stationären Aufnahme einem der beiden Verfahren zugeteilt. Zur Dokumentation und um die Anonymität innerhalb der Studie zu wahren, bekam jeder Patient eine Ziffer, mit der auch

die jeweiligen Folgedokumente versehen wurden. Patienten mit ungeraden Ziffern gehörten zur Studiengruppe, bei welcher die vordere Kreuzbandrekonstruktion mit Ligamentum Patellae (LP-Gruppe) erfolgte. Demzufolge bekamen alle Patienten mit geraden Ziffern einen Kreuzbandersatz aus Mehrfachsemitendinosussehnentransplantat (ST-Gruppe).

Diese Einteilung erfolgte nach einem vor Studienbeginn festgelegten Randomisierungsverfahren. Voraussetzung für die Aufnahme in die Studie waren streng einseitige und nicht zu komplexe Knieverletzungen. Natürlich wurde jeder Patient vor seiner Operation über die Studie und das jeweilige Operationsverfahren informiert und musste schriftlich dazu seine Einwilligung geben.

Die 62 Studienteilnehmer setzten sich aus 45 Männer (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 befand. 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.

Abb. 1: Alters- und Geschlechterverteilung in beiden Patientenkollektiven



2.1.2 Unfallart und OP- Zeitpunkt

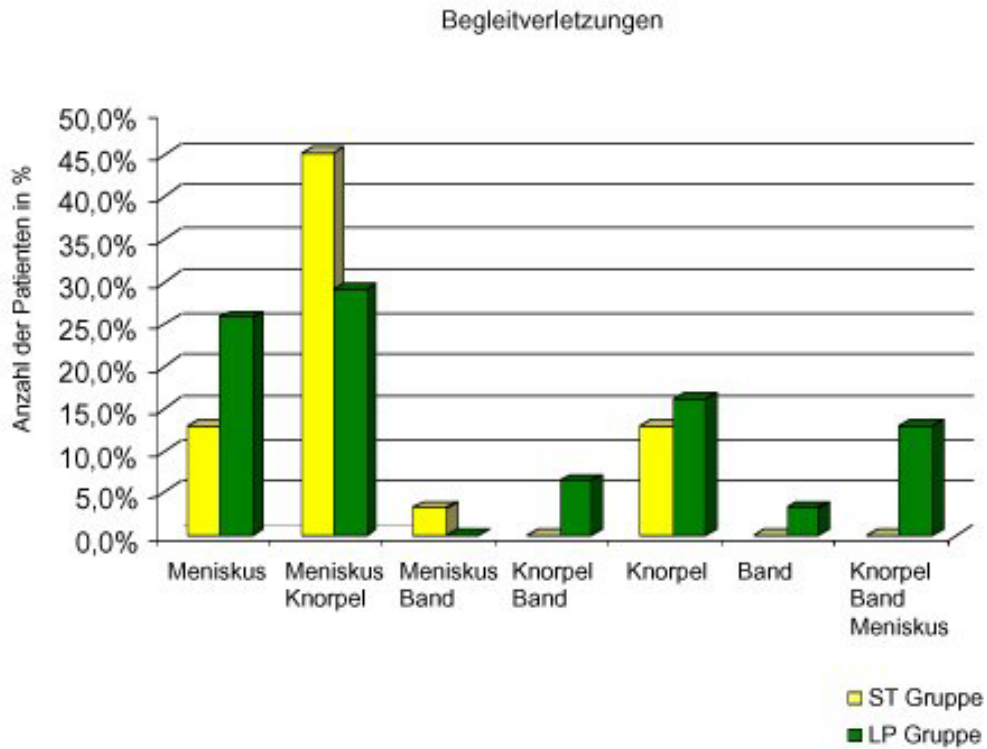
55 Patienten (88,71%) erlitten ihre Verletzung als Folge eines Sporttraumas. Die restlichen 7 (11,29%) gaben an, sich auf dem Weg zur Arbeit oder während der Arbeit verletzt zu haben.

Insgesamt ließen sich 23 (37,10%) sofort nach dem Trauma operieren, d.h. der Zeitraum zwischen Unfall und OP war kürzer als 6 Wochen. 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 dem Eingriff zur Rekonstruktion. Die restlichen 18 (29,03%) stellten sich erst später als ein Jahr nach dem Verletzungszeitpunkt in der Klinik wegen Instabilitätsproblemen vor.

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 Collateralband, 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, Collateralband und vorderem Kreuzband. Bei 2 (3,23%) wurde neben einer ACL-Ruptur zusätzlich eine Knorpel – Collateralbandbeteiligung diagnostiziert. In nur einem Fall wurde eine ACL- mit Collateralbandruptur festgestellt.

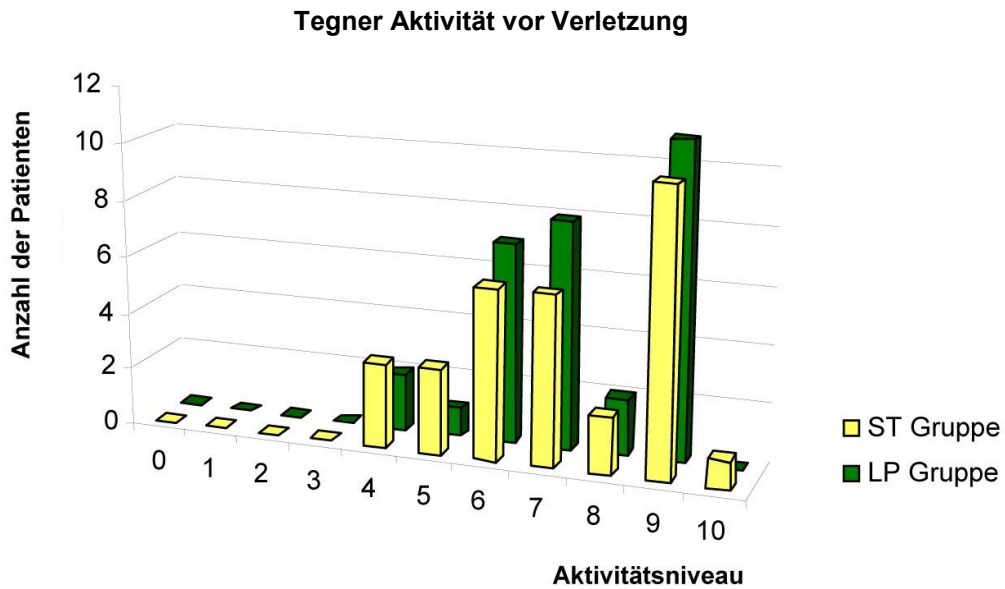
Abb. 2: Prozentuale Verteilung der Begleitverletzung in beiden Kollektiven



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 steht jeweils das Verhältnis von LP-Gruppe 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. Nur 4 (2/2) Studienteilnehmer (6,45%) bewerteten ihr Niveau mit 8 und 14 (22,58%) (7/7) mit 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. 3: Vergleich der Aktivitätsniveaus in beiden Gruppen nach Tegner vor dem Verletzungszeitpunkt

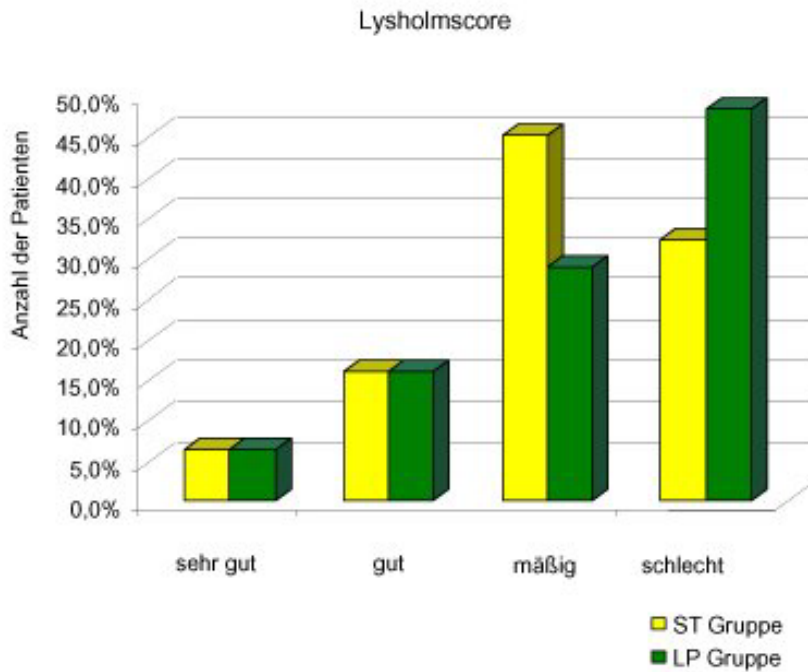


Vor der Operation erreichten nach einer Klassifizierung anhand des Lysholmscores (siehe 2.3.4.1) 23 (37,1%) von 62 Patienten ein schlechtes Ergebnis, 25 (40,32%) ein mäßiges, 10 (16,13%) ein gutes und lediglich 4 (6,45%) ein sehr gutes Resultat. Die Aufteilung auf die einzelnen Gruppen stellt sich in der folgenden Tabelle dar:

Tabelle 1: Präoperative Einteilung der Gruppen nach der Lysholm Klassifizierung

Lysholm	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
sehr gut	2 6,5%	2 6,5%	4 6,5%
gut	5 16,1%	5 16,1%	10 16,1%
mäßig	14 45,2%	9 29,0%	23 37,1%
schlecht	10 32,3%	15 48,4%	25 40,3%
	31 100,0%	31 100,0%	62 100,0%

Abb. 4: Präoperative Verteilung entsprechend der Klassifizierung nach Lysholm im Überblick

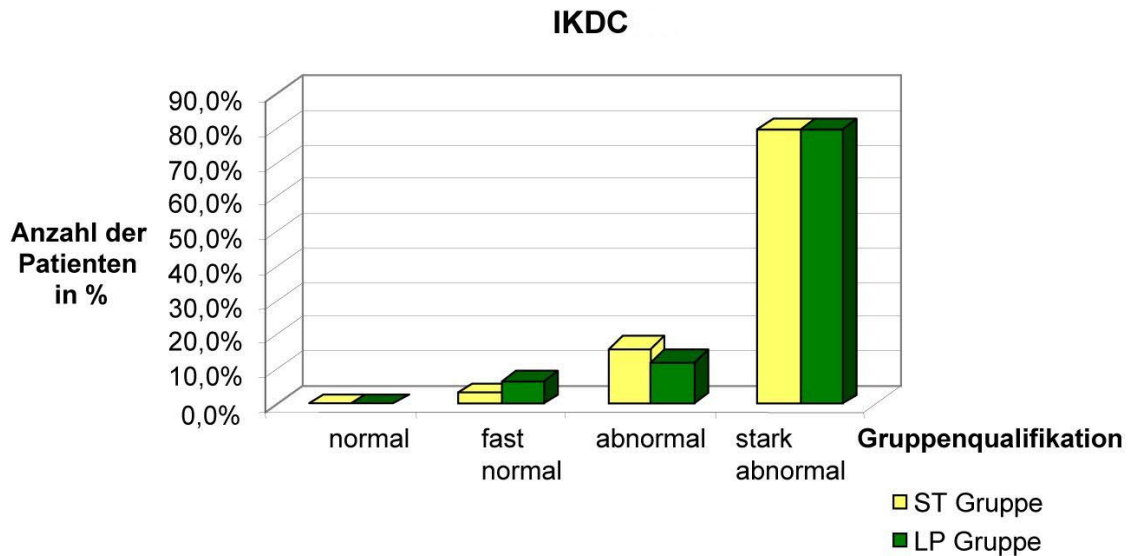


Trifft man die Einteilung nach einem modifiziertem IKDC Evaluationsblatt (siehe 2.3.4.2), da bestimmte Tests nur bedingt durchführbar waren, erzielten sogar 52 Patienten (83,87%) ein schlechtes Ergebnis, 7 (11,29%) ein mäßiges und nur 3 (4,84%) ein gutes Ergebnis.

Tabelle 2: Präoperative Klassifizierung der Kollektive nach dem IKDC Evaluationsblatt

IKDC	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
normal	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
fast normal	1	3,2%	2	6,5%	3	4,8%
abnormal	4	12,9%	3	9,7%	7	11,3%
stark abnormal	26	83,9%	26	83,9%	52	83,9%
	31	100,0%	31	100,0%	62	100,0%

Abb. 5: Präoperativer Vergleich beider Gruppen entsprechend dem IKDC



Die Frage nach Einschränkungen durch die Verletzung im alltäglichen Leben, beantworteten 29,03% der Patienten (N=9) mit Semitendinosussehnenersatz, dass sie sich eingeschränkt fühlten. 16,13% der Studienteilnehmern (N=5) aus dem gleichen Kollektiv gaben an, stark eingeschränkt zu sein. 11 Patienten (35,48%) sahen sich nur leicht eingeschränkt und 6 Studienteilnehmer mit Semitendinosussehnenentransplantat (19,35%) empfanden keine Einschränkung zum Untersuchungszeitpunkt.

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 sogar an, dass sie durch ihre Verletzung „stark eingeschränkt“ seien.

Bei der klinischen Untersuchung in Narkose, intraoperativ, 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.

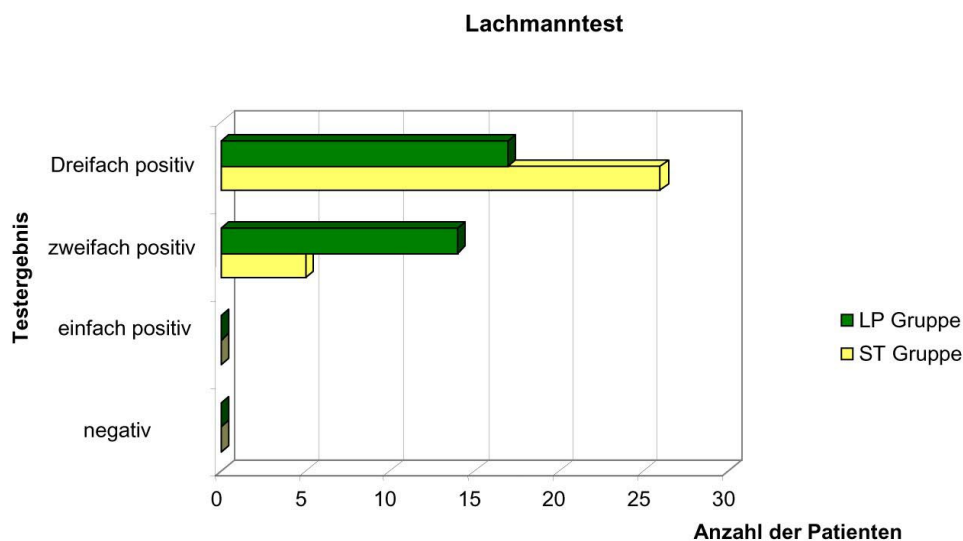
48 Studienteilnehmer (77,42%) hatten, bei der Überprüfung der vorderen Schublade, keinen festen Anschlag und bei 14 (22,58%) war der Anschlag positiv.

Tab. 3: Präoperative Ergebnisse der Stabilitätsprüfung nach Lachmann in Narkose

Lachmann Test

	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
negativ	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
einfach positiv	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
zweifach positiv	5	16,1%	14	45,16%	19	30,7%
dreifach positiv	26	83,9%	17	54,84%	43	69,3%
	31	100,0%	31	100,0%	62	100,0%

Abb. 6: Präoperativer Vergleich der Stabilitätsprüfung nach Lachmann

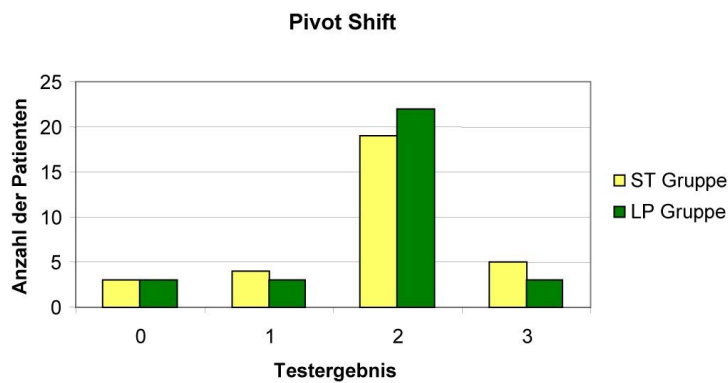


Die Beurteilung des Pivotshifts erfolgte intraoperativ. Bei den meisten Patienten, genau bei 41 (66,13%), konnte in Narkose ein 2-fach positives Shiften ausgelöst werden, 8 (12,90%) hatten ein 3-fach positives Shiften, 7 (11,29%) ein Shiften von 1+. Bei 6 Patienten (9,77%) konnte kein Shiften ausgelöst werden.

Tab. 4: Präoperative Ergebnisse des Pivotshift-Tests in Narkose

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

Abb. 7: Präoperative Einteilung nach Pivot



2.1.5 Studienverlauf

Alle teilnehmenden Patienten wurden nach 6 Wochen, nach 12 Wochen, nach 6 Monaten und nach einem Jahr nach ihrer Operation wieder ambulant einbestellt und nachuntersucht. Der klinische Teil der Studie war somit im Dezember 2000 abgeschlossen.

2.1.6 Rehabilitation

Bei der stationären Entlassung erhielten alle Patienten eine Don Joy – Schiene, welche nur eine limitierte Bewegung (0/0/90) erlaubte. Zusätzlich sollte das operierte Bein bis zur ersten Wiedervorstellung beim Gehen mit maximal 20kg teilbelastet werden. Ab diesem Zeitpunkt wurde das Bewegungslimit aufgehoben, aktive Krankengymnastik verordnet und der Patient zur progredienten Belastung von ca. 20 kg/Woche, bis zur Vollbelastung in den nächsten 2 Wochen ermuntert. Die Rehabilitation wurde von allen Studienteilnehmern in externen Einrichtungen durchgeführt. Nach 6 Monaten sollten die Patienten langsam damit beginnen, wieder ihre sportlichen Aktivitäten aufzunehmen und nach einem Jahr wieder ohne Einschränkung Wettkampfsport betreiben können.

2.1.7 Besonderheiten

Von den 62 Patienten erschienen 2 Patienten, jeweils einer aus beiden Kollektiven, nach ihrem ersten Nachuntersuchungstermin nach 6 Wochen nicht mehr. Aus diesem Grund konnten wir ab diesem Zeitpunkt nur noch von einer Teilnehmerzahl von 60 ausgehen.

Weitere 2 Teilnehmer, jeweils ein Patient aus jeder Gruppe, mussten aufgrund von Erkrankungen öfters rearthroskopiert werden. Bei dem Patient aus der LP-Gruppe, welcher während des Untersuchungszeitraumes 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 mit einzubeziehen. Drei weitere Patienten aus der Semitendinosusgruppe wurden

bei Verdacht auf Gelenkinfekt rearthroskopiert und mit Antibiotika behandelt. Zwei von ihnen bereits während des primären stationären Aufenthaltes. Alle drei konnten in der Studie bleiben, da sie bei den weiteren Nachuntersuchungen ohne Auffälligkeiten blieben.

Ein weiterer Patient aus dieser Gruppe wurde unmittelbar nach der ersten Nachuntersuchung erneut für eine Woche stationär aufgenommen. Bei ihm bestand eine deutliche Bewegungseinschränkung im operierten Kniegelenk. Nach Mobilisation fiel auch dieser Patient im weiteren Verlauf der Studie nicht mehr auf.

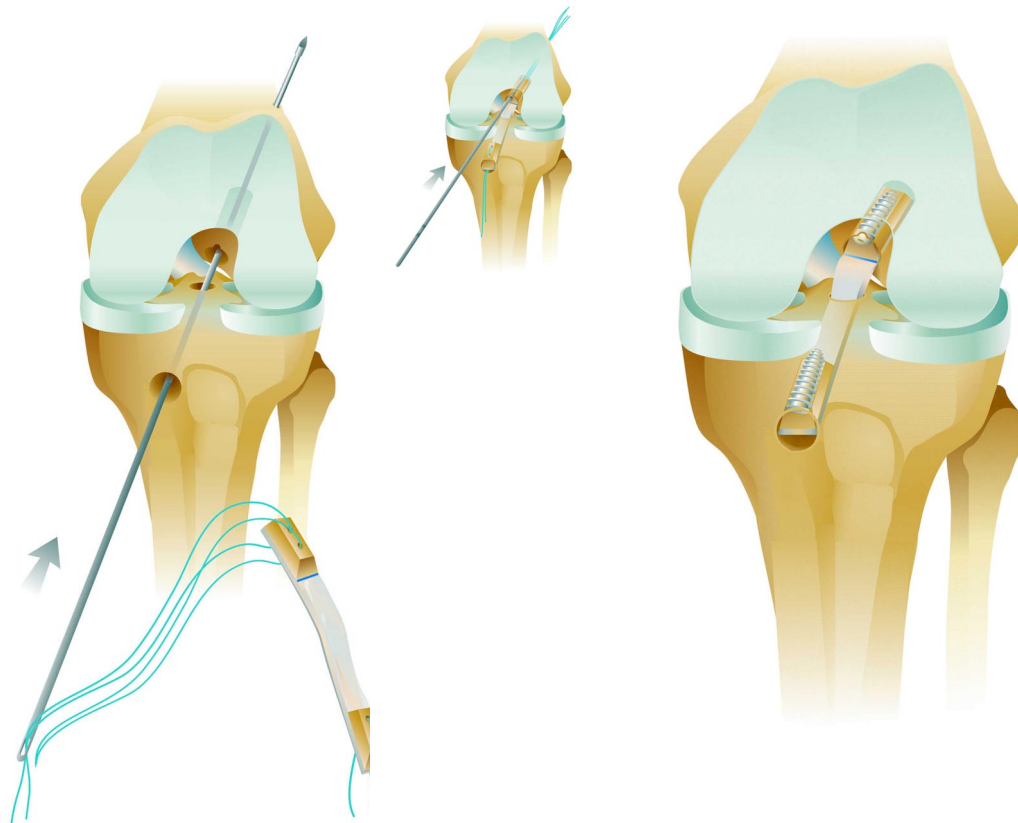
2.2 Operationsmethoden

2.2.1 Rekonstruktion des ACL mit Ligamentum Patellae und Interferenzschraube

Bei diesem Verfahren werden am verletzten Bein die Tuberositas Tibiae und das Ligamentum Patellae dargestellt und das mittlere Drittel der Patellarsehne mit einem entsprechenden Knochenblock aus Tuberositas und Patella entnommen. Anschließend wird das Transplantat mit Mersilene-/Ethibondfäden amiert. Nach der endoskopischen Resektion des Kreuzbandstumpfes wird mit einem Zielgerät der tibiale Bohrkanal angelegt. Mit einem Arthrexzielinstrumentarium wird von der Fossa intercondylaris aus der femorale Bohrkanal platziert. Die Bohrkanäle sollten so gewählt sein, dass die Knochenblöcke möglichst straff darin angebracht werden können. Die Verlaufsrichtung des Transplantats, welches von distal nach proximal eingebracht wird, sollte möglichst exakt mit der ursprünglichen, anatomischen Vorlage korrelieren. Die Fixation erfolgt distal und proximal je mit einer kanülierten Interferenzschraube, welche die Knochenblöcke fest in den Bohrkanälen verankern. In die Knochenentnahmestellen der Tuberositas Tibiae und Patella werden die, bei Anlage des tibialen Bohrkanales gewonnenen, Spongiosazyylinder eingebracht. Bei der anschließenden intraoperativen

Funktionsprüfung sollte darauf geachtet werden, dass die Streckung frei, ohne Impingement im Eingangsbereich der Fossa interkondylaris ist. Eine intraoperative Stabilitätsprüfung gibt erste Information über den Erfolg der Operation.

Abb. 8: schematische Darstellung der Transplantateinbringung und –position bei ACL-Rekonstruktion mit Lig.Patellae

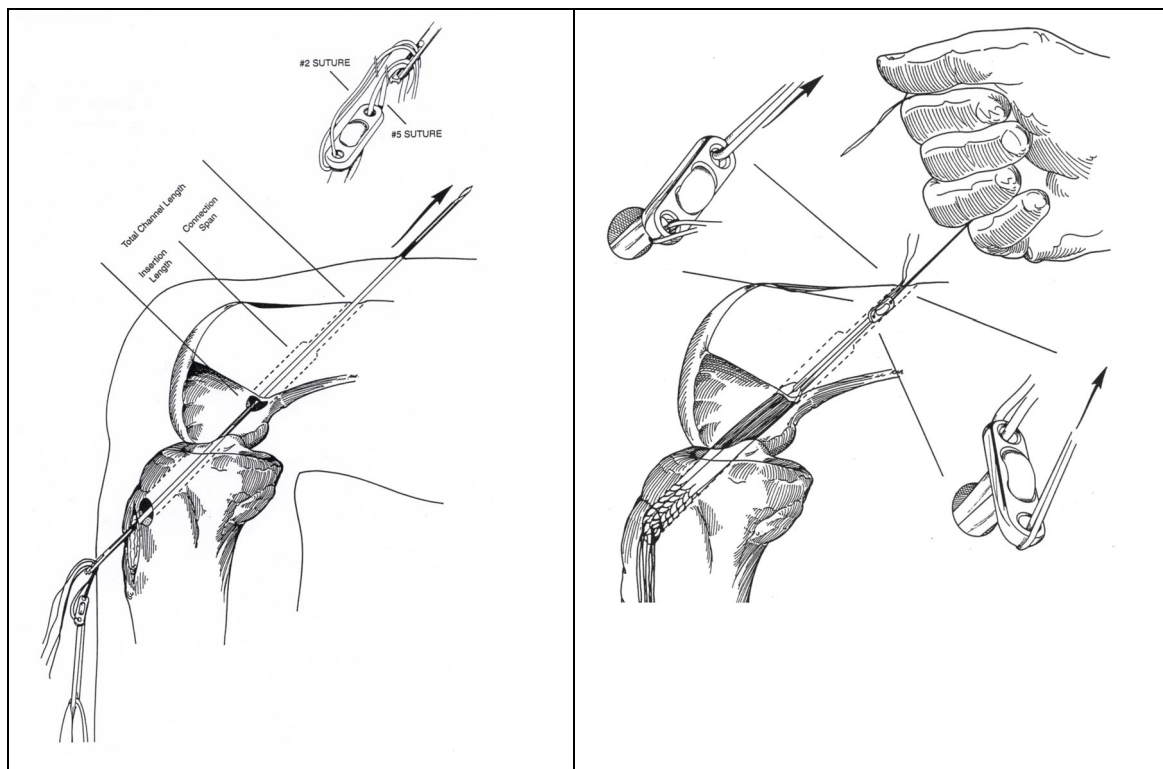


2.2.2 Rekonstruktion des ACL mit Semitendinosussehne und Endobutton

Nach Darstellung über dem Ansatz des Pes Anserinus wird die Semitendinosussehne mit Mersilene-/ Ethibondfäden angeschlungen, an der Insertion abgelöst und mit einem Sehnenstripper gestrippt. Das Transplantat wird 3- oder 4-fach gebündelt und die Sehne mit Mersilene-/ Ethibondfäden amiert. Endoskopisch wird nun der Kreuzbandstumpf reseziert und der tibiale Bohrkanal entsprechend des Transplantatumfangs mit einem Zielgerät

platziert. Anschließend wird mit einem Artrexzielinstrumentarium ein Halbtunnelbohrkanal im Bereich der Femurkondyle angelegt, dann transfemorale mit einem Endobuttonbohrer gebohrt und so die Platzierung des Endobuttons vorbereitet. Nach Anbringen des Endobutton am Transplantat wird dieses eingezogen. Der Endobutton wird nach Austreten aus der proximalen Femurcorticalis gekippt und das Transplantat gestrafft. Die Fixation distal erfolgt über eine Fadenscheibe/ Suture disc, über der die einzelnen Bündel des Transplantats separat mit Mersilene-/ Ethibondfäden verknüpft werden. Die anschließende Funktions- und Stabilitätsprüfung sollten wie in 2.2.1 ausfallen.

Abb. 9: schematische Darstellung der Transplantateinbringung und –position bei ACL-Rekonstruktion mit Mehrfachsemitendinosussehe



2.3 Methodik

2.3.1 Stationäre Aufnahme und präoperative Untersuchung

Nach der stationären Aufnahme wurden die Patienten über die Studie aufgeklärt und nach ihrem Einverständnis über das entsprechende Operationsverfahren informiert. Es wurde ihnen anschließend ein Fragebogen ausgehändigt, den ich gemeinsam mit dem Patienten ausfüllte, ohne ihn jedoch in seiner Entscheidungsfindung zu beeinflussen. Im Anschluss daran erfolgte eine klinische Untersuchung, die auf einem Dokumentationsbogen festgehalten wurde (siehe Anhang).

Die Kniestabilität konnte oftmals präoperativ nicht genau erfasst werden, da einige Patienten vor Schmerz oder aus Angst vor Schmerzen nicht in der Lage waren, die Muskulatur ausreichend zu entspannen, um die Untersuchung durchzuführen. Deshalb wurde die Stabilitätsprüfung immer auch intraoperativ durch den Operateur durchgeführt und das Ergebnis später von mir dokumentiert.

2.3.2 Postoperative Untersuchung in Abhängigkeit zum Operationszeitpunkt

Die Patienten wurden nach ihrer stationären Entlassung, bezogen auf den OP-Zeitpunkt nach 6 Wochen, nach 12 Wochen, nach 6 Monaten und nach einem Jahr zur Nachuntersuchung einbestellt. Dabei wurde ihnen gleich beim Eintreffen in der Ambulanz ein, für den Untersuchungszeitpunkt entsprechender, Fragebogen ausgehändigt. 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).

Bei der Jahresabschlussuntersuchung wurden bei jedem Patienten Röntgenstandardaufnahmen in a.-p. und seitlichem Strahlengang in der Röntgenabteilung der Klinik angefertigt.

2.3.3 Patientenfragebögen

Im Anhang finden sich alle Patientenfragebögen und Dokumentationsbögen, wie sie bei den jeweiligen Untersuchungen verwendet wurden. Sie wurden so erstellt, dass sie zu den Zeitpunkten der Eingangsuntersuchung, der Halbjahres- und Jahresuntersuchung, den Anforderung von drei internationalen Scores genügen. Dabei mussten ausreichend subjektive und objektive Faktoren berücksichtigt werden, um diesen Anspruch zu erfüllen. So ist eine Auswertung nach dem Lysholm-Score möglich, der hauptsächlich die funktionellen Aspekte erfasst, und gleichzeitig eine Beurteilung nach dem integrierten IKDC-Evaluationsbogen (Dieser kann allerdings nur sinnvoll praeoperativ und nach einem Jahr postoperativ bewertet werden). Er 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. Sinnvoll kann er allerdings nur praeoperativ und nach einem Jahr bewertet werden. Um die Aktivität beurteilen zu können, wird der von Tegner und Lysholm 1985 publizierte numerische Score, die „Tegner-Aktivitätsskala“, mit beigefügt. Integriert ist außerdem die von Price [56] beschriebene visuelle Analogskala zur Messung des Schmerzempfindens. Die Fragebögen zu den anderen Untersuchungszeitpunkten sind, entsprechend der Belastbarkeit und unter Berücksichtigung des Rehabilitationsstandes, gekürzt.

2.3.3.1 Lysholm -Score

Der in der Abb. 10 abgebildete Lysholm- Score 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) 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).

Abb. 10: Deutschsprachige Modifikation des Lysholm-Scores

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, Gehstütze 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 Schritt	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

2.3.3.2 IKDC

Hefti und Müller stellten 1987 ein neues Evaluationssystem vor, welches nach 8 Aspekten eingeteilt ist. Das von ihnen veröffentlichte Evaluationsblatt (siehe Abb. 11) wurde in einen Evaluationsteil und einen Dokumentationsteil unterteilt. In die Wertung miteinbezogen wurden die Kategorien: subjektive Beurteilung, Symptome, Bewegungsumfang und Untersuchung des Bandapparats (Lachmann-Test, Pivot-shift, KT-1000 Messung). 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“ als bestes Ergebnis zu werten und „D“ als schlechtestes.

Im Dokumentationsteil werden neben den Patientendaten auch kompartimentale Befunde, Symptome an der Transplantatentnahmestelle, Röntgenbefunde und funktionelle Testung aufgeführt.

2.3.3.3 Aktivitätsskala nach Tegner

Bei der von Tegner und Lysholm 1985 veröffentlichten Aktivitätsskala (Abb.12) handelt es sich um eine Einteilung in 11 aufsteigende Aktivitätslevel (0-10). Sie reichen von Arbeitsunfähigkeit bis zum Hochleistungssport und dienen der Erfassung des jeweiligen Aktivitätsniveaus. Durch die standardisierten Stufen der Skala ist ein objektiver Vergleich des Aktivitätsniveaus zu unterschiedlichen Zeitpunkten (prä-, postoperativ) möglich.

2.3.3.4 Visuelle Analogskala

Bei der visuellen Analogskala (VAS) wird die Schmerzstärke vom Patienten auf einer üblicherweise 100 mm langen vertikalen oder horizontalen Linie eingetragen. Bei mechanischen Skalen kann der Patient mit dem Schieber die Schmerzstärke auf einer Linie einstellen, auf der Rückseite kann die Intensität dann in Millimeter abgelesen werden [56].

Abb. 11: Originalevaluationsblatt für Kniebandläsionen des IKDC

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. 1/3 entf.: <input type="checkbox"/> med. <input type="checkbox"/> lat. 2/3 entf.: <input type="checkbox"/> med. <input type="checkbox"/> lat. kompl.entf.: <input type="checkbox"/> med. <input type="checkbox"/> lat.					
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.
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
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. IV schlech-
Keine Schwellung bei Aktivitätsniveau		<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV ter
Kein teilw. Giving way bei Akt.niveau		<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV
Kein kompl. Giving way bei Akt.niveau		<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV
3. BEWEGUNGSUMFANG: Flex./Ext.: Betroffene Seite: / / Gegenseite: / /					
Streckausfall (von anatom. Nullstellung)		<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°
4. UNTERSUCHUNG BANDAPPARAT					
Δ Lachman (in 25° flex.)		<input type="checkbox"/> -1 bis 2mm	<input type="checkbox"/> 3 bis 5mm od. -1 b. -3mm	<input type="checkbox"/> 6 bis 10mm	<input type="checkbox"/> od. <-3mm >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"/> = (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"/>

Abb. 12: Aktivitätsskala nach Tegner

Tegner Aktivitätsskala			
Bitte	Skala		
ankreuzen	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*:	Tennis, Laufdisziplinen in der Leichtathletik, Motocross, Kontaktsportarten
<input type="checkbox"/>	6	Freizeitsport: Freizeitsport:	Fußball, Squash, Eishockey, Sprungdisziplinen in der Leichtathletik Tennis, Badminton, Kontaktsportarten, alpiner Skilauf, Jogging
<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	

2.3.4 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung wurde stets von mir persönlich in Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Orthopäden durchgeführt. Wie üblich wurden primär sämtliche Werte immer in Bezug zur gesunden Gegenseite, welche zuerst untersucht wurde, oder zur Neutral-Nullposition gesehen.

Bei den Begriffen Laxität, Stabilität, Bewegungsumfang, Translation und Rotation setze ich die Definitionen von Noyes [52] als bekannt voraus.

2.3.4.1 Morphotyp

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

2.3.4.2 Oberschenkelumfangmessung

Bei allen Patienten wurden die Oberschenkelumfänge stets 10 cm kranial vom Kniegelenksspalt gemessen und das Ergebnis der verletzten Seite von der gesunden Seite abgezogen. Hierdurch sollen eventuelle Muskelatrophien und daraus resultierende Kraftminderungen festgestellt werden.

2.3.4.3 Inspektion und Palpation

Zu Beginn jeder Untersuchung wurde das verletzte oder operierte Knie nach einer Schwellung inspiziert und die Wundverhältnisse beurteilt. Ein Erguss wurde durch Palpation verifiziert oder ausgeschlossen. Falls der Erguss punktionswürdig war, wurde dies durch einen erfahrenen Orthopäden durchgeführt und die Menge des Punktes dokumentiert.

Beim passiven Durchbewegen des Kniegelenkes mit auf der Kniescheibe aufgelegter Hohlhand, wurde das Ausmaß der patellofemorale Crepitatio befundet. Je nach Befund wurde es nach der im IKDC [28] vorgeschlagenen Einteilung in „keine“, „gering/mäßig“, „schmerzhaft“ und „schmerzhaft hörbar“ klassifiziert. Die Symptome: Druckdolenz und Parästhesien wurden in die 3 Kategorien „keine, mäßig/gering, und schmerzhaft“ eingeteilt.

2.3.4.4 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 allerdings wurde nicht mit der gesunden Seite verglichen, sondern auf die anatomische Nullstellung bezogen. Vgl. Hefti et al. [28]. 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.

2.3.4.5 Mediale und laterale Gelenköffnung

Dieser Test dient der Untersuchung und dem Befund der Collateralbänder. Zur Beurteilung des Ausmaßes der Aufklappbarkeit wird auf das Kniegelenk, welches sich in 20-30° Flexionsstellung befindet, ein Varus- bzw. Valgusstress ausgeübt. Der Test wurde wie von Winkel et al. [71] beschrieben durchgeführt. Die Einteilung erfolgt 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.

2.3.4.6 Lachmann -Test

Der nach seinem Mentor benannte Test wurde erstmals von Torg et al. [70] 1976 veröffentlicht. Knaepler et al. [43] beschreiben den Lachmantest als sehr zuverlässig bei der Diagnostik von isolierten vorderen Kreuzbandrupturen. Mit einer Sensitivität von 95% dient er als zuverlässigste Methode [45] bezüglich der Aussagekraft über Funktion und der Diagnostik von isolierten Rupturen am vorderen Kreuzband. Beim auf dem Rücken liegenden Patienten wird vom Untersucher versucht, eine Translation der Tibia, in Bezug auf den Femur bei ca. 20° Flexionsstellung zu provozieren und diese subjektiv nach 4 Graden zu klassifizieren. „Lachmann negativ“ entsprechen 0-2 mm, „1+“ entsprechen 3-5 mm, 6-10 mm sind als Lachmann „2+“ zu bezeichnen und jede Verschieblichkeit 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“ oder „fehlend“ eingeteilt. Dieser Test wurde, um einheitliche Bedingungen zu haben, stets auch intraoperativ durchgeführt. Die dort ermittelten Ergebnisse wurden dokumentiert.

2.3.4.7 vorderes Schubladenzeichen

Beim Schubladentest wird das zu untersuchende Knie im Gelenk 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 Collateralbändern, Kapsel und Menisci. Laut De Haven [18] reicht er für die Prüfung der Dysfunktion des

ACL als alleiniger Test nicht aus, da der Anteil an falsch negativen Ergebnissen zu hoch ist.

2.3.4.8 Pivot shift -Test

Beim Pivot shift-Test handelt es sich um ein dynamisches, vorderes Subluxationsphänomen der Tibia gegenüber dem Femur. Es 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. Mit zunehmender Flexion (ab ca. 40°) gelangt der Tractus Iliotibialis hinter die Bewegungsachse und reponiert die Tibia mit einem deutlich sichtbaren Schnappen ruckartig nach dorsal. Kommt dieses Subluxationsphänomen im Alltag unter bestimmten Belastungen vor, spricht man von „giving-way“. Da dieser Test bei akuten Verletzungen äußerst schmerzhaft ist, wurde er bei dieser Studie intraoperativ beim anästhesierten Patienten durch den Operateur durchgeführt, um einheitliche Standards zu erhalten. Die Einteilung erfolgte wie von Jakob et al. [35] 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.

2.3.4.9 Reversed Pivot shift -Test

Der von Müller et al. [48] 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+“.

2.3.4.10 KT -1000 Arthrometermessung

Um die Translation der Tibia 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. Hält man sich an die Anleitung von Daniel et al. [15], so sollte es jedem Untersucher möglich sein, eine reproduzierbare Messung zu erhalten. Bei unserer Studie wurde die KT-1000 Arthrometermessung nach 6 Monaten und nach 12 Monaten von mir persönlich durchgeführt. Der Patient befindet sich dazu in Rückenlage, der distale Femur liegt auf einer Rolle auf, um so die Kniegelenke in eine 20-30° Flexionsstellung zu bringen. Durch Stützen an den Füßen werden die Unterschenkel in eine leichte Außenrotationsstellung (0-10°) gebracht. Das Arthrometer wurde am Unterschenkel fixiert, sodass das Patellasensorkissen die Patella zwischen den femoralen Kondylen stabilisierte. Das Instrument wurde 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 wurde. Beginnend mit der gesunden Seite wurden 3 definierte, nach anterior wirkende Kräfte (89 N, 101 N und maximale manuelle Verschiebung) auf beide Kniegelenke ausgeübt. Die Translation, gemessen in mm, konnte jeweils von einer mechanischen Anzeige abgelesen werden. Für die Auswertung wurde jeweils das Ergebnis der operierten Seite vom Ergebnis der gesunden Gegenseite abgezogen.

2.3.4.11 Einbeinsprungtest

Der von Daniel et al. [16] 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 Aufsetzpunkt 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 [28].

2.3.5 Radiologische Kontrolle

Teilweise bei der stationären Aufnahme und direkt postoperativ wurden von jedem Patienten zwei Röntgenaufnahmen (a.-p., seitlich) angefertigt, um eventuelle Frakturen auszuschließen. Bei der letzten Nachuntersuchung, d. h. nach einem Jahr wurden vergleichbare Aufnahmen in zwei Ebenen angefertigt. 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 war.

Den Versuch, den Insall-Salvati-Index [34] zu bestimmen, um eine Veränderung des Patellastandes festzustellen, mussten wir aufgeben, da die Patienten ihre Voraufnahmen teilweise von außerhalb mitbrachten und dort nicht konsequent auf eine 30° Flexionsstellung des Kniegelenks bei der seitlichen Aufnahme geachtet wurde. Dies führte zu einer Veränderung der Patellarsehnenlänge. Somit konnten die errechneten Indices nicht mit denen aus den Nachaufnahmen verglichen werden.

2.3.6 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte zu allen Nachuntersuchungszeitpunkten und für alle verwendeten Merkmale mit dem Statistikprogramm SPSS. Als Testverfahren kam ausschließlich der nichtparametrische Test, der U-Test von Mann and Whitney, zur Anwendung, welcher Unterschiede zwischen den beiden Kollektiven vergleichen soll. Alle Teilnehmer, die noch zum jeweiligen

Nachuntersuchungstermin an der Studie teilnahmen (vgl. 2.1), wurden in die Berechnungen mit aufgenommen. Das Signifikanzniveau wurde für alle Parameter bei $p < 0,05$ festgesetzt.

3. Ergebnisse

3.1 U 1

Sechs Wochen nach ihrer Operation erschienen alle Patienten zum ersten Nachuntersuchungstermin. Da bis zu diesem Zeitpunkt nur eine Teilbelastung bis zu 20 kg erlaubt war, benutzten alle 62 Patienten Gehilfen beim Vorstellen in der Sport- und Kniesprechstunde. Die Don Joy – Schiene, die bis dahin noch mit einer Begrenzung (0/0/90) eingestellt war, wurde von allen Studienteilnehmern regelmäßig getragen und die Limitierung konnte ab diesem Untersuchungszeitpunkt aufgehoben werden. Die in den nachfolgenden Auswertungen verwendeten Prozentangaben beziehen sich auf jeweils ein Kollektiv mit 31 Teilnehmern.

3.1.1 Klinische Untersuchung

3.1.1.1 Schwellung

in der klinischen Untersuchung wurde bei 50 Patienten (80,44%) eine Schwellung festgestellt. 26 Patienten (83,87%) gehörten zur Gruppe mit Semitendinosusehnen-Transplantat und 24 (77,42%) zum Vergleichskollektiv (genaue Verteilung siehe Tabelle 5).

Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($p=0,52$).

Tab. 5: Anzahl der Patienten aus beiden Kollektiven, mit bzw. ohne Knieschwellung 6 Wochen postoperativ

Schwellung	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
ja	26	83,87%	24	77,42%	50	80,44%
nein	5	16,13%	7	22,58%	12	19,56%
	31	100,00%	31	100,00%	62	100,00%

3.1.1.2 Erguss

Bei 15 Untersuchten (48,39%) aus der Mehrfachsemitendinosusgruppe wurde ein leichter Erguss diagnostiziert, bei 3 (9,68%) ein deutlicher Erguss. Im Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz hatten 4 Teilnehmer (12,90%) einen deutlichen Erguss und 12 (38,71%) einen leichten. Siehe auch Tabelle 6.

Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor ($p=0,77$).

Tab. 6: Verteilungsmuster der Patienten mit Erguss 6 Wochen postop.

Erguss	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
ja - leicht	15	48,39%	12	38,71%	27	43,55%
ja - deutlich	3	9,68%	4	12,90%	7	11,29%
nein	13	41,94%	15	48,39%	28	45,16%
	31	100,00%	31	100,00%	62	100,00%

3.1.1.3 Extensionsdefizit

Beim Messen des Bewegungsausmaßes stellten sich deutliche individuelle Unterschiede heraus. Einen Extensionsmangel von weniger als 3° hatten im Kollektiv mit Semitendinosusehnenersatz 10 (32,26%) und in der LP- Gruppe 12 Patienten (38,71%). Einen Extensionsmangel zwischen 3° und 5° stellten wir bei 17 (54,84%) Patienten mit Semitendinosusehnen-transplantat und bei 15

Studienteilnehmer (48,39%) mit Ligamentum Patellae Transplantat fest. Nur jeweils 4 Teilnehmer (12,90%) aus beiden Gruppen hatten ein Streckdefizit zwischen 6° und 10°.

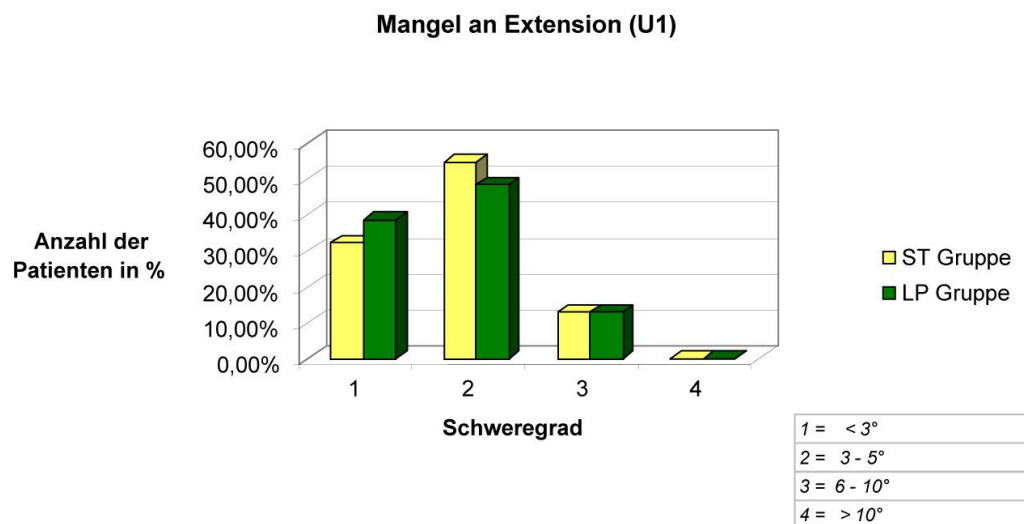
Die Messergebnisse zeigten statistisch keinen signifikanten Unterschied (p=0,83).

Tab. 7: Extensionsmangel 6 Wochen postop.

Mangel Extension	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
1	10 32,26%	12 38,71%	22 35,48%
2	17 54,84%	15 48,39%	32 51,61%
3	4 12,90%	4 12,90%	8 12,90%
4	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	31 100,00%	31 100,00%	62 100,00%

1 = < 3° 2 = 3 – 5° 3 = 6 – 10° 4 = > 10°

Abb. 13: Extensionsmangel 6 Wochen postop. beide Gruppen im Vergleich



3.1.1.4 Flexionsdefizit

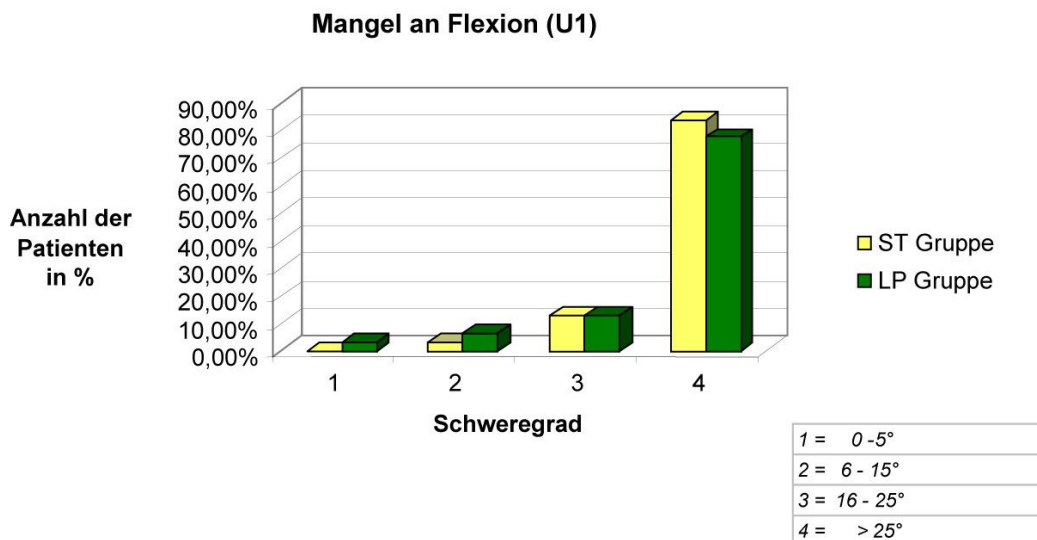
Bei der Flexion hatte nur ein Patient aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat keinen oder nur einen geringen Mangel. Bei den meisten, 83,87% (N=26) aus der Gruppe mit Semitendinosussehnentransplantat, und 77,42% (N=24) aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz, bestand ein erheblicher Mangel von mehr als 25°. Jeweils 12,9% (N=4) aus beiden Kollektiven hatten einen Flexionsmangel zwischen 16° und 25°. Mit einem Mangel zwischen 6° und 15° wurden in der ST- Gruppe 1 Patient (3,23%) und in der LP- Gruppe 2 Patienten (6,45%) bewertet. Der Unterschied war mit $p=0,37$ statistisch nicht signifikant.

Tab. 8: Flexionsmangel 6 Wochen postop.

Mangel Flexion	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
1	0 0,00%	1 3,23%	1 1,61%
2	1 3,23%	2 6,45%	3 4,84%
3	4 12,90%	4 12,90%	8 12,90%
4	26 83,87%	24 77,42%	50 80,65%
	31 100,00%	31 100,00%	62 100,00%

1 = 0 - 5° 2 = 6 - 15° 3 = 16-25° 4 = > 25°

Abb. 14: Flexionsmangel 6 Wochen postop. beide Gruppen im Vergleich



3.2 U 2

Zum zweiten Nachuntersuchungstermin 12 Wochen post OP erschienen nur 60 Patienten. Jeweils ein Teilnehmer aus jeder Studiengruppe kam nicht zu diesem Termin. Deshalb beziehen sich alle Prozentzahlen ab diesem Zeitpunkt auf zwei Kollektive mit je 30 Patienten.

3.2.1 Fragebogen

Bei dieser Untersuchung wurden die Fragen aus der Lysholm Tabelle so ausgewählt und modifiziert (siehe Anhang „U2“), dass sie dem vorher festgelegten Belastungsniveau entsprachen. Die Patienten sollten zu diesem Zeitpunkt ihr operiertes Bein mit dem eigenen Körpergewicht wieder voll belasten und alltägliche Bewegungen mit leichten Einschränkungen ausführen können.

3.2.1.1 Gehhilfen

Alle Studienteilnehmer verzichteten zu diesem Zeitpunkt auf die Zuhilfenahme von Gehhilfen.

3.2.1.2 Treppensteigen

Die Frage nach eventuellen Problemen beim Treppensteigen verneinten 57% (N=17) aus der Mehrfachsemitendinosusgruppe und 60% (N=18) aus der Ligamentum Patellae Gruppe. Lediglich ein Drittel der Patienten (N=10) aus jedem Kollektiv gab an, noch leichte Einschränkungen dabei zu haben. 10% (N=3) der Patienten mit Semitendinosussehnenersatz und 7% (N=2) der Patienten aus dem Vergleichskollektiv konnten die Stufen nicht flüssig bewältigen.

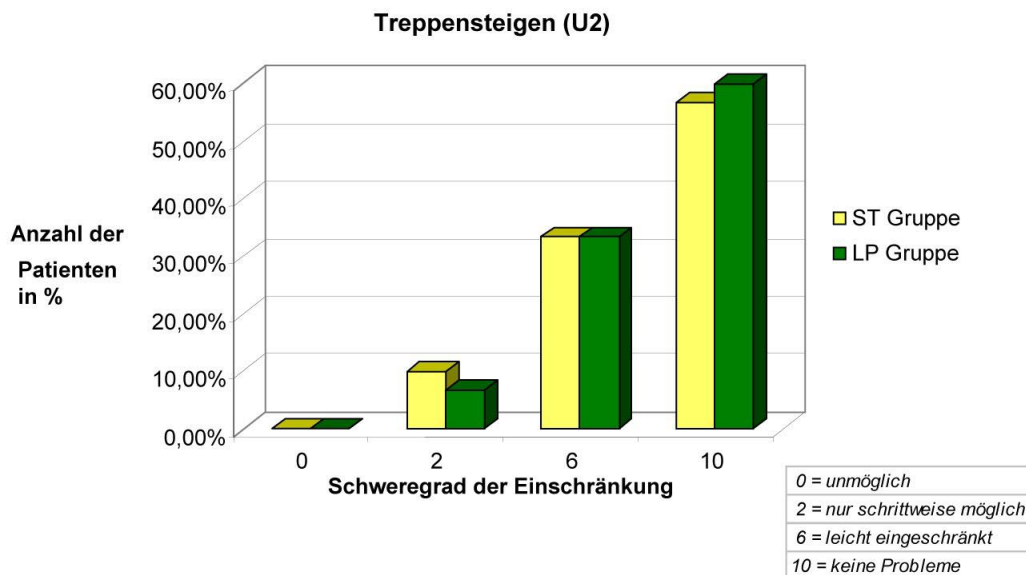
Die Ergebnisse wiesen keinen signifikanten Unterschied auf ($p=0,72$).

Tab. 9: Einteilung der Probleme beim Treppensteigen nach Schweregrad, 12 Wochen postop.

Treppensteigen	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
2	3 10,00%	2 6,67%	5 8,33%
6	10 33,33%	10 33,33%	20 33,33%
10	17 56,67%	18 60,00%	35 58,33%
	30 100,00%	30 100,00%	60 100,00%

0 = unmöglich 2 = nur schrittweise möglich 6 = leicht eingeschränkt 10 = keine Probleme

Abb. 15: Probleme beim Treppensteigen der beiden Kollektive im Vergleich, 12 Wochen postoperativ



3.2.1.3 Tiefe Hocke

In beiden Kollektiven hatten nach 12 Wochen jeweils 93,33% der Patienten (N=28) nur noch eine leichte Einschränkung beim Versuch, tief in die Hocke zu gehen. Die übrigen 4 Studienteilnehmer (aus jeder Gruppe 2 (6,66%)) konnten nicht tiefer als 90° in die Hocke gehen. In beiden Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied bezüglich dieser Eigenschaft (p=1).

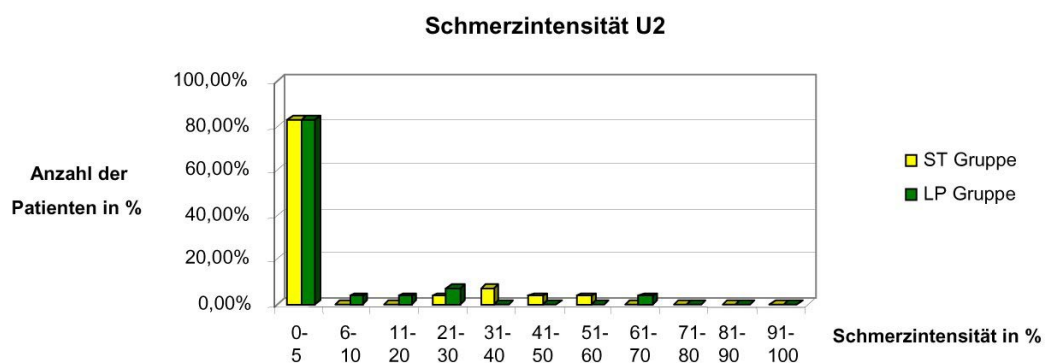
3.2.1.4 Schmerz

5 Patienten (16,67%) aus jeder Gruppe gaben an, noch des öfteren Schmerzen im operierten Knie zu verspüren. Der Schmerz projizierte sich in allen Fällen auf das Kniegelenk und nicht auf die Transplantatentnahmestelle. Die Schmerzintensitäten wurden unterschiedlich auf einer visuellen Analogskala beginnend mit 5% bis zu 67% angegeben. Der ermittelte Durchschnittswert der Intensitäten lag für das Kollektiv mit Semitendinosussehnersersatz bei 7,21% und im Vergleichskollektiv bei 5,0%. Der Unterschied war mit $p=0,88$ statistisch nicht signifikant.

Tab.: 10 Verteilung der Schmerzintensitäten analog VAS auf beide Kollektive

VAS U2	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
0-5	24	82,76%	24	82,76%	48	82,76%
6 bis 10	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
11 bis 20	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
21-30	1	3,45%	2	6,90%	3	5,17%
31-40	2	6,90%	0	0,00%	2	3,45%
41-50	1	3,45%	0	0,00%	1	1,72%
51-60	1	3,45%	0	0,00%	1	1,72%
61-70	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
71-80	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
81-90	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
91-100	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

Abb. 16: Verteilung der Schmerzintensitäten, analog VAS, 12 Wochen postop im Vergleich



3.2.2 Klinische Untersuchung

3.2.2.1 Oberschenkelumfangmessung

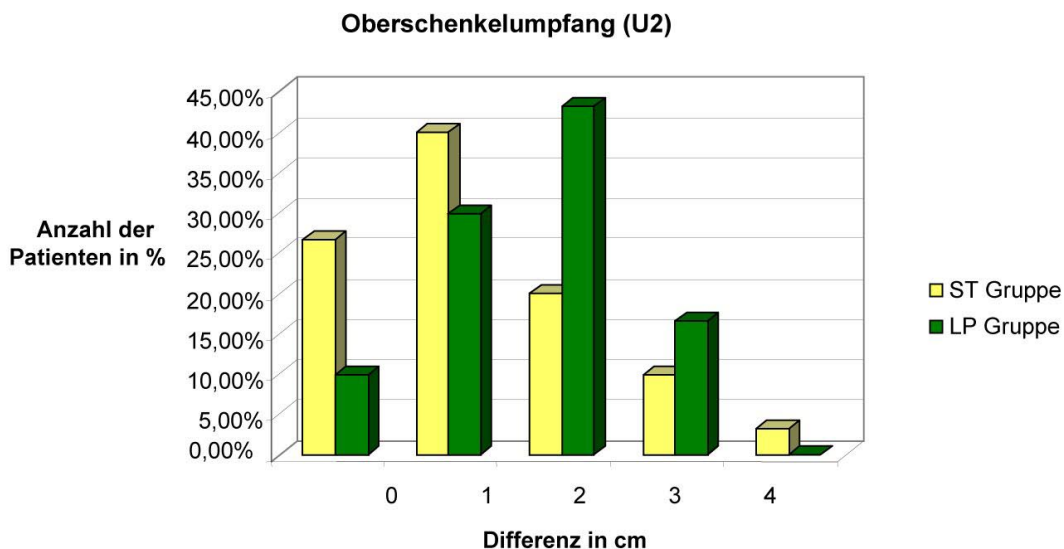
26,67% (N=8) der Patienten mit Semitendinosussehnen-Transplantat hatten keine Differenz zwischen beiden Beinen. 40% (N=12) aus dem gleichen Kollektiv hatten eine Differenz von nur 1 cm, 20% (N=6) von 2 cm. Bei 10% (N=3) bestand ein Seitenunterschied von 3 cm und nur 1 Patient (3,33%) hatte 4 cm Differenz bezüglich der gesunden Seite. Im Mittel konnte in diesem Kollektiv eine Umfangdifferenz von nur 1,23 cm ermittelt werden.

In der Vergleichsgruppe erreichten alle Patienten im Durchschnitt einen Wert von 1,97 cm. Niemand hatte eine Oberschenkelumfangdifferenz von mehr als 3 cm und nur 16,67% (N=5) hatten 3 cm weniger Umfang auf der verletzten Seite. Dafür hatten 43,33% (N=13) einen Seitenunterschied von 2 cm. Nur bei 30% (N=9) bestand eine Differenz von 1 cm und bei 3 Patienten (10%) bestand kein Seitenunterschied. Die Messergebnisse zeigten statistisch keinen signifikanten Unterschied ($p=0,63$).

Tab. 11: Ergebnisse der Oberschenkelumfangmessung, 12 Wochen postop.

Oberschenkelumfang <i>Differenz zw. Bd. Beinen</i>	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
0 cm	8	26,67%	3	10,00%	11	18,33%
1 cm	12	40,00%	9	30,00%	21	35,00%
2 cm	6	20,00%	13	43,33%	19	31,67%
3 cm	3	10,00%	5	16,67%	8	13,33%
4 cm	1	3,33%	0	0,00%	1	1,67%
	30	100,00%	30	100,00%	60	100,00%

Abb. 17: Oberschenkelumfangsdifferenzen, 12 Wochen postop., beide Kollektive im Vergleich



3.2.2.2 Schwellung

Bei 20 Patienten (66,67%) aus der ST Gruppe war nach 12 Wochen das operierte Kniegelenk noch geschwollen. Im Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz bestand sogar bei 23 Patienten (76,67%) eine Schwellung. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor ($p=0,39$).

Tab. 12: Patienten aus beiden Kollektiven, mit bzw. ohne Knieschwellung, 12 Wochen postoperativ

Schwellung	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
ja	20 66,67%	23 76,67%	43 71,67%
nein	10 33,33%	7 23,33%	17 28,33%
	30 100,00%	30 100,00%	60 100,00%

3.2.2.3 Erguss

In beiden Gruppen wurde jeweils bei 5 Patienten (16,67%) ein Erguss diagnostiziert. Im Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz war er bei 4

Studienteilnehmer (13,33%) nur leicht und bei 1 Patient (3,33%) deutlich ausgeprägt. In der Vergleichsgruppe hatten 16,67% (N=5) der Patienten einen leichten Erguss. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor ($p=0,95$).

Tab. 13: Verteilungsmuster der Patienten mit Erguss, 12 Wochen postop.

Erguss	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
ja - leicht	5	16,67%	4	13,33%	9	15,00%
ja - deutlich	0	0,00%	1	3,33%	1	1,67%
nein	25	83,33%	25	83,33%	50	83,33%
	30	100,00%	30	100,00%	60	100,00%

3.2.2.4 Extensionsdefizit

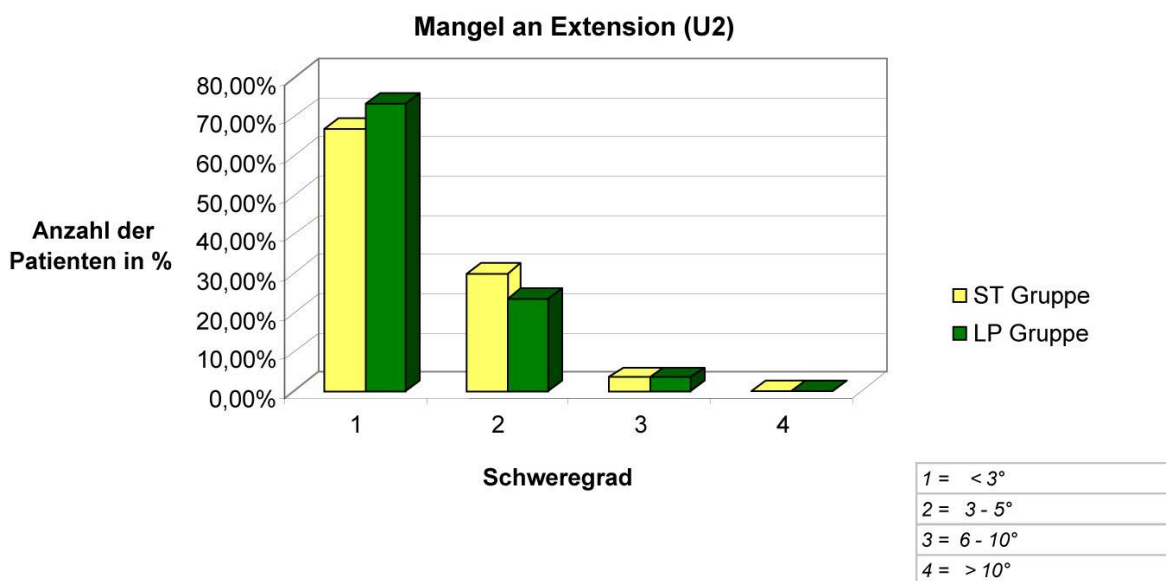
Ein Extensionsmangel von $<3^\circ$ wurde bei 20 Studienteilnehmer (66,67%) mit Semitendinosussehnenerersatz und bei 22 Patienten (73,33%) aus der LP-Gruppe ermittelt. Ein Defizit zwischen 3° und 5° , bezogen auf die Neutral-Nulllinie, hatten 7 Patienten (23,33%) mit Ligamentum Patellae Ersatz und 9 (30%) Patienten aus dem Vergleichskollektiv. Jeweils 1 Teilnehmer (3,33%) aus jeder Gruppe hat ein Defizit der Stufe 3, was $6^\circ - 10^\circ$ entspricht. Die Ergebnisse wiesen keinen signifikanten Unterschied auf ($p=1$).

Tab. 14: Extensionsmangel, 12 Wochen postop, Einteilung nach Schweregrad

Mangel Extension	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
1	20	66,67%	22	73,33%	42	70,00%
2	9	30,00%	7	23,33%	16	26,67%
3	1	3,33%	1	3,33%	2	3,33%
4	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	30	100,00%	30	100,00%	60	100,00%

1 = $< 3^\circ$ 2 = $3 - 5^\circ$ 3 = $6 - 10^\circ$ 4 = $> 10^\circ$

Abb. 18: Extensionsmangel, 12 Wochen postop. beider Gruppen im Vergleich



3.2.2.5 Flexionsdefizit

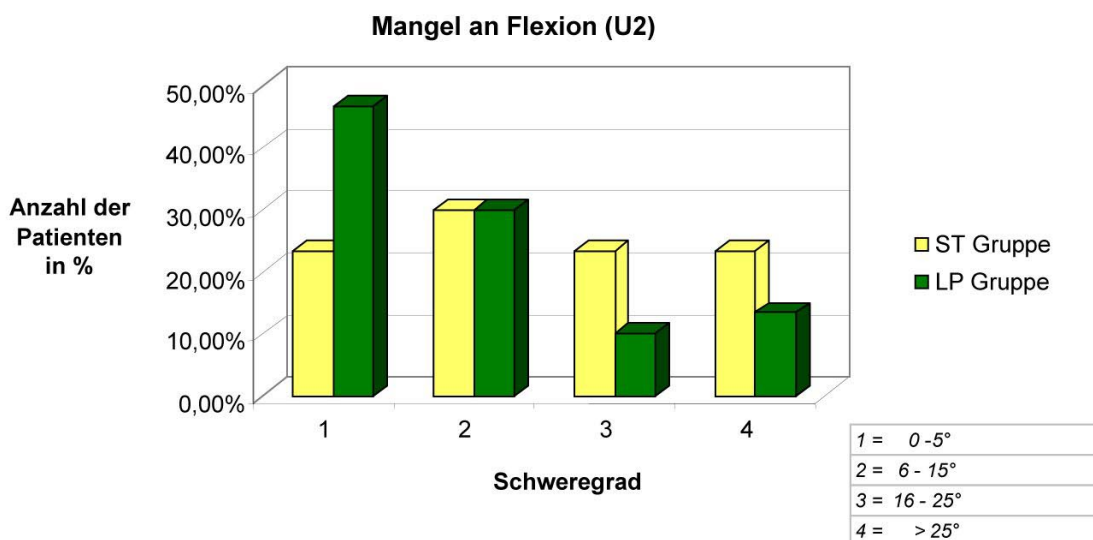
Im Beugerbereich lag der größte Unterschied im Defizitbereich <6°. 14 Patienten (46,67%) mit Ligamentum Patellae Transplantat erreichten diesen Wert und 7 Patienten (23,33%) der ST-Gruppe. Ein Flexionsmangel von 6°-15° bezogen auf die gesunde Seite wurde bei jeweils 9 Patienten (30%) festgestellt. Im Kollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat hatten jeweils 7 Patienten (23,33%) ein Defizit von 16°-25° und 7 (23,33%) Patienten von mehr als 25°. Im Vergleich dazu hatten im Kollektiv mit Patellarsehnenersatz 3 Studienteilnehmer (10%) einen Beugemangel von 16°-25° und 4 Patienten (13,33%) von mehr als 25°. Der Unterschied war mit $p=0,28$ statistisch nicht signifikant.

Tab.15: Flexionsmangel, 12 Wochen postop., Einteilung nach Schweregrad

Mangel Flexion	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
1	7 23,33%	14 46,67%	21 35,00%
2	9 30,00%	9 30,00%	18 30,00%
3	7 23,33%	3 10,00%	10 16,67%
4	7 23,33%	4 13,33%	11 18,33%
	30 100,00%	30 100,00%	60 100,00%

1 = 0 - 5° 2 = 6 - 15° 3 = 16-25° 4 = > 25°

Abb. 19: Flexionsmangel, beide Gruppen im Vergleich, 12 Wochen postop



3.2.2.6 Lachmann -Test

Im Kollektiv mit Semitendinosussehnenentransplantat war bei 20% (N=6) der Lachmann Test einfach positiv. Im Vergleich kam es in der Gruppe mit Patellarsehnenersatz nur bei 13% (N=4) zu dieser Diagnose. Dafür hatte aber 1 Studienteilnehmer (3,33%) aus der gleichen Gruppe einen Lachmann-Test von „2+“. Bei allen übrigen Patienten war der Test negativ.

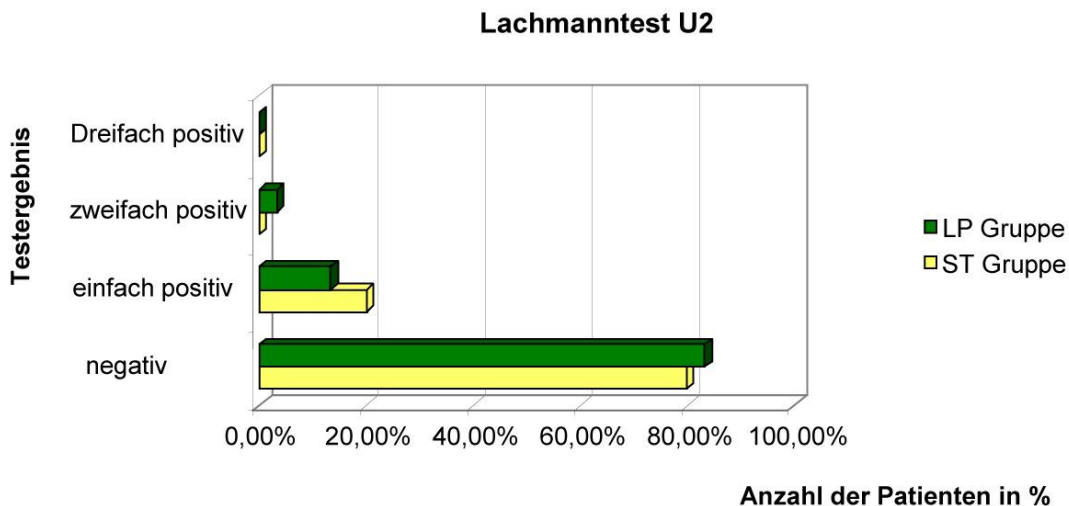
Die Messergebnisse zeigten statistisch keine Signifikanz (p=0,79).

Tab. 16: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung nach Lachmann, 12 Wochen postop.

Lachmann	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	24 80,00%	25 83,33%	49 81,67%
1	6 20,00%	4 13,33%	10 16,67%
2	0 0,00%	1 3,33%	1 1,67%
3	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	30 100,00%	30 100,00%	60 100,00%

0 = negativ 1 = einfach positiv 2 = zweifach positiv 3 = dreifach positiv

Abb. 20: Vergleich der Stabilitätsprüfung nach Lachmann, 12 Wochen postop.



3.3 U 3

Ein halbes Jahr nach der Operation kamen alle verbliebenen 60 Patienten zum Nachuntersuchungstermin. Wie bereits in 2.1.7 erwähnt, wurden zwei Patienten, allerdings nachträglich, aufgrund ihrer Grunderkrankung aus der Studie herausgenommen, sodass sich die folgenden Prozentangaben nur noch auf die verbleibenden 29 Patienten eines Kollektivs beziehen. Die Fragebögen zu dieser Untersuchung sind fast identisch mit denen der

Eingangsuntersuchung. Die klinische Untersuchung wurde um die KT-1000 Arthrometermessung und den Einbeinsprungtest erweitert. Allerdings mussten wir bei drei Personen aus gesundheitlichen Gründen, welche nicht Folge der Kreuzbandoperation waren, auf den Einbeinsprungtest verzichten. Insgesamt war eine Auswertung nach dem Lysholm-Score möglich. Das IKDC - Evaluationsblatt und die Tegner-Aktivitätsskala konnten wir zu diesem Zeitpunkt noch nicht als Bewertungssystem miteinbeziehen, da sich die Patienten aufgrund orthopädischer Vorgaben noch in ihren sportlichen Aktivitäten einschränken sollten.

3.3.1 Fragebogen

3.3.2 Lysholm -Score

Für den Lysholm-Score werden acht Symptome mit Punkten bewertet und die Ergebnisse entsprechend klassifiziert (siehe auch Abb. 10).

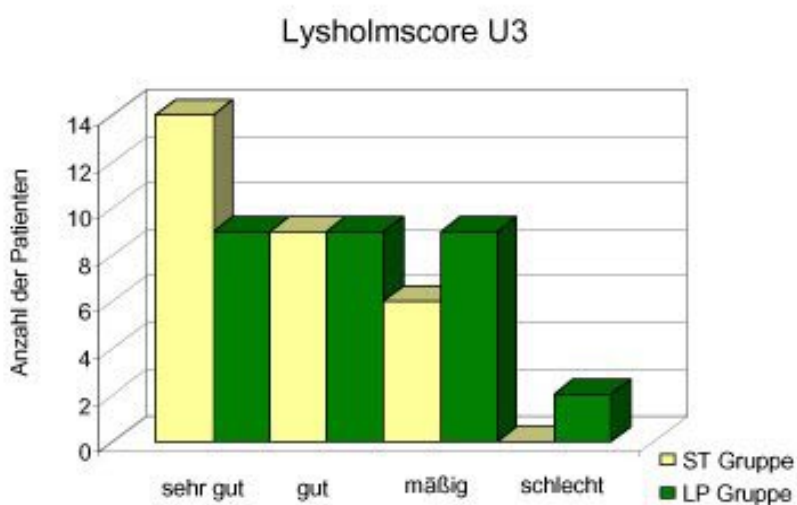
Ein sehr gutes Ergebnis, was einer Punktzahl zwischen 95 und 100 entspricht, erreichten nach einem halben Jahr im Kollektiv mit Semitendinosussehnenerersatz 14 Patienten (48,28%) und 9 Patienten (31,03%) mit Ligamentum Patellae Ersatz. Aus beiden Gruppen erzielten jeweils 9 Patienten (31,03%) ein gutes Ergebnis. Hierzu werden zwischen 84 und 94 Punkte benötigt. Mit weniger Punkten, aber mehr als 65, werden 6 Patienten (20,69%) aus der ST-Gruppe und 9 Patienten (31,03%) aus dem LP-Kollektiv klassifiziert. 2 Patienten (6,9%) aus der LP-Gruppe erreichten weniger Punkte als 64 und erzielten im Lysholm-Score somit ein schlechtes Ergebnis. Der Mittelwert für das Kollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat lag bei 90,48 Punkten, in der Kontrollgruppe bei 84,9 Punkten. Der Unterschied war mit $p=0,06$ statistisch noch nicht signifikant.

Tab. 17: Einteilung entsprechend der Klassifizierung nach Lysholm, 6 Monate postop.

Lysholm	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
sehr gut	14 48,3%	9 31,0%	23 39,7%
gut	9 31,0%	9 31,0%	18 31,0%
mäßig	6 20,7%	9 31,0%	15 25,9%
schlecht	0 0,0%	2 6,9%	2 3,4%
	29 100,0%	29 100,0%	58 100,0%

sehr gut = 100 - 95
gut = 94 - 84
mäßig = 83 - 65
schlecht = 64 - 0

Abb. 21: Verteilung entsprechend der Klassifizierung nach Lysholm, 6 Monate postop.



3.3.2.1 Blockierung

Der Aspekt „Blockierung“ oder „Einklemmungserscheinungen“ ist eines der acht Merkmale, aus denen sich der Lysholm-Score zusammensetzt. 75,86% (N=22) der Teilnehmer aus beiden Kollektiven verneinten beide Symptome. 10,34% (N=3) aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnen-Transplantat und 20,69% (N=6) der Patienten mit Patellarsehnenersatz machten Angaben über

Einklemmungserscheinungen. Gelegentliche Blockierungen hatten aus der ST-Gruppe noch 13,79% (N=4) und aus dem Vergleichskollektiv noch 3,45% (N=1). In beiden Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied bezüglich dieser Eigenschaft (p=0,83).

Tab. 18: Blockierung oder Einklemmungserscheinungen, 6 Monate postop.; Bewertung entsprechend dem Lysholm-Score

Blockierung	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
6	4 13,79%	1 3,45%	5 8,62%
10	3 10,34%	6 20,69%	9 15,52%
15	22 75,86%	22 75,86%	44 75,86%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

0 = momentane Blockierung
 6 = gelegentliche Blockierung
 10 = Einklemmungserscheinungen
 15 = keine Blockierung, keine Einklemmungserscheinung

3.3.2.2 Instabilitätsgefühl

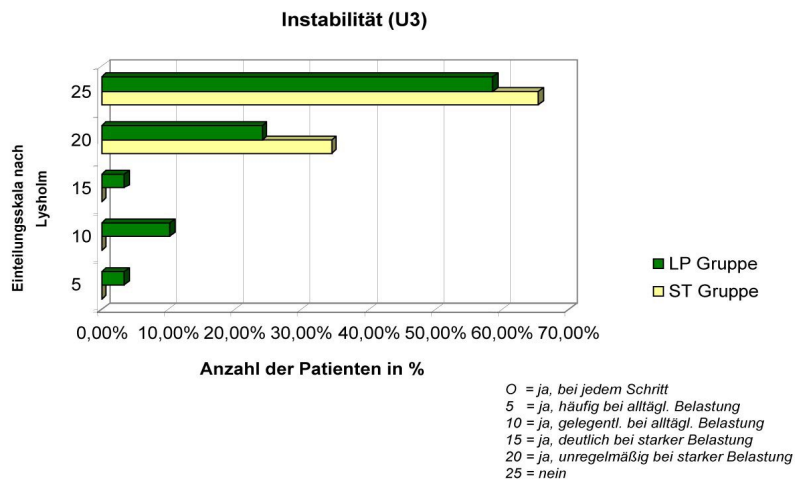
Aus der Patientengruppe mit Semitendinosussehnentransplantat hatten 10 (34,48%) Studienteilnehmer gelegentlich beim Sport oder bei starker Belastung ein Instabilitätsgefühl. Alle anderen Studienteilnehmer (65,52%) dieser Gruppe verneinten ein Instabilitätsgefühl. Im Vergleich kreuzten aus der LP-Gruppe 17 Patienten (58,62%) bei dieser Frage „nein“ an. 7 Patienten (24,14%) befürchteten eine Instabilität gelegentlich beim Sport oder bei starker Belastung. 1 Patient (3,45%) erlebt dieses Gefühl regelmäßig beim Sport und 3 Studienteilnehmer (10,34%) aus dem gleichen Kollektiv sogar bei alltäglichen Belastungen. Nur 1 Patient aus der Gruppe mit Patellarsehnenersatz klagte über ein sehr häufiges Gefühl von Instabilität bei alltäglichen Belastungen. Die Ergebnisse wiesen keine signifikanten Unterschiede auf (p=0,33).

Tab. 19: Klassifikation der Instabilitätserscheinungen nach Lysholm, 6 Monate postop.

Instabilität	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
5	0 0,00%	1 3,45%	1 1,72%
10	0 0,00%	3 10,34%	3 5,17%
15	0 0,00%	1 3,45%	1 1,72%
20	10 34,48%	7 24,14%	17 29,31%
25	19 65,52%	17 58,62%	36 62,07%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

0= bei jedem Schritt
 5= häufig bei alltägl. Belastung
 10= gelegentl. bei alltägl. Belastung
 15= regelmäßig beim Sport und bei starker Belastung
 20=gelegentlich beim Sport und bei alltägl. Belastung
 25= nie

Abb. 22: Vergleich der Instabilitätserscheinungen nach Lysholm, 6 Monate postop.

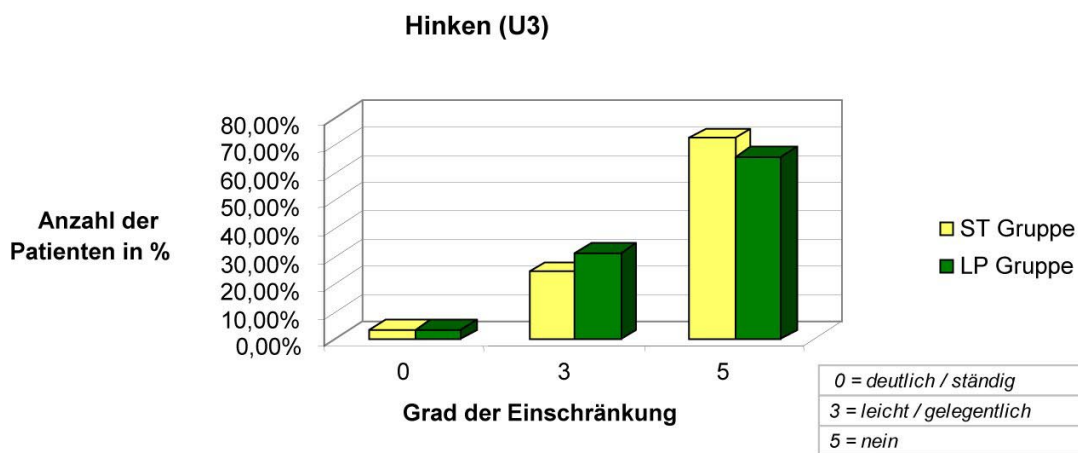


3.3.2.3 Hinken

Wie erwartet kam die Mehrzahl der Studienteilnehmer zur dritten Nachuntersuchung ohne zu hinken. Im ST-Kollektiv hatten 72,41% (N=21) und im Vergleichskollektiv 65,52% (N=19) ein beschwerdefreies Gangbild. Aus jedem Kollektiv gab jeweils 1 Patient (3,45%) an, deutlich und ständig zu

hinken. Die übrigen Patienten, 7 (24,14%) aus der ST-Gruppe und 9 (31,03%) aus der LP-Gruppe, gaben an, ständig oder deutlich im alltäglichen Leben hinken zu müssen. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor ($p=0,59$).

Abb. 23: Einteilung des Aspekts "Hinken" nach Schweregrad 6 Monate postop.



3.3.2.4 Treppensteigen

Der Aspekt „Treppensteigen“ stellte an keinen Patient große Herausforderungen mehr. 82,76% (N=24) aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz und 55,17% (N=16) aus dem Vergleichskollektiv hatten keine Probleme. Alle restlichen Studienteilnehmer beschrieben leichte Probleme, die aber ein flüssiges Treppensteigen erlaubten. Zu diesem Zeitpunkt ergab sich ein signifikanter Unterschied ($p=0,024$) mit schlechtem Abschneiden für das Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat.

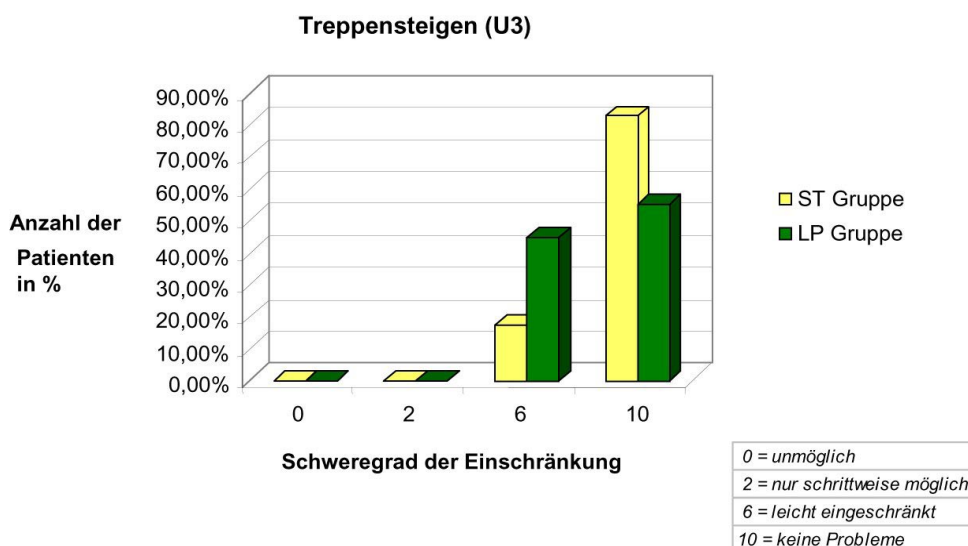
Tab. 20: Bewertung des Treppensteigens analog zum Lysholm-Score, 6 Monate postop.

Treppensteigen	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0	0	0
2	0	0	0
6	5	13	18
10	24	16	40
	29	29	58

Treppensteigen	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0,00%	0,00%	0,00%
2	0,00%	0,00%	0,00%
6	17,24%	44,83%	31,03%
10	82,76%	55,17%	68,97%
	100,00%	100,00%	100,00%

0 = unmöglich
 2 = nur schrittweise möglich
 6 = leicht eingeschränkt
 10 = keine Probleme

Abb. 24: Einteilung der Probleme beim Treppensteigen nach Schweregrad 6 Monate postop.



3.3.2.5 Tiefe Hocke

Alle Studienteilnehmer schafften es nach einem halben Jahr, tief in die Hocke zu gehen. 55,17% (N=16) aus der Gruppe mit Semitendinosussehnenerersatz und 48,28% (N=14) mit Ligamentum Patellae Transplantat hatten zwar noch leichte Einschränkungen, konnten die Bewegung aber ausführen.

3.3.2.6 Schmerz

Klassifiziert man den Knieschmerz entsprechend dem Lysholm-Score (siehe 2.3.4.1), stellt sich die Verteilung auf die einzelnen Gruppen wie folgt dar: in der ST-Gruppe hatten 62,07% (N=18) keine Schmerzen und 17,24% (N=5) nur unregelmäßig und leicht bei starker Belastung. 13,79% (N=4) hatten deutliche Schmerzen bei starker Belastung und jeweils 3,45% (N=1) bei einer Gehstrecke von 2 km bzw. bei einer Strecke von weniger als 2 km. Im Vergleich gaben im Patientenkollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz 34,48% (N=10) an, keine Schmerzen im operierten Kniegelenk zu haben. Bei 48,28% (N=14) traten Schmerzen nur unregelmäßig und leicht bei starker Belastung auf. 10,34% (N=3) hatten deutliche Schmerzen bei starker Belastung und 3,45% (N=1) klagten über Schmerzen bei einer Gehstrecke von mehr als 2 km. Ein Patient gab an, dass sein Knie ständig schmerzte. Der Unterschied war mit $p=0,14$ statistisch nicht signifikant.

Tab. 21: Einteilung des Schmerzes, 6 Monate postop, entsprechend der Einteilung nach Lysholm

Schmerz	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
0	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
5	1	3,45%	0	0,00%	1	1,72%
10	1	3,45%	1	3,45%	2	3,45%
15	4	13,79%	3	10,34%	7	12,07%
20	5	17,24%	14	48,28%	19	32,76%
25	18	62,07%	10	34,48%	28	48,28%
	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

0 = ständige Schmerzen

5 = deutlich bei oder nach einer Gehstrecke von weniger als 2km

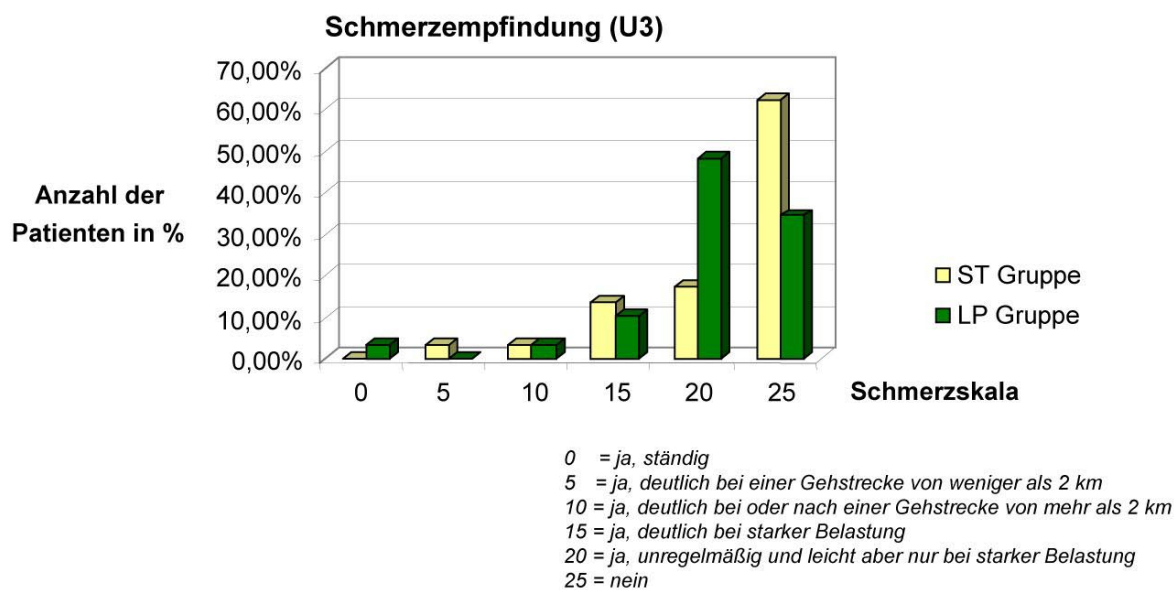
10 = bei oder nach einer Gehstrecke von mehr als 2km

15 = deutlich bei starker Belastung

20 = unregelmäßig und leicht bei starker Belastung

25 = keine Schmerzen

Abb. 25: Schmerz in Abhängigkeit von Belastungen, entsprechend der Einteilung nach Lysholm; 6 Monate postop

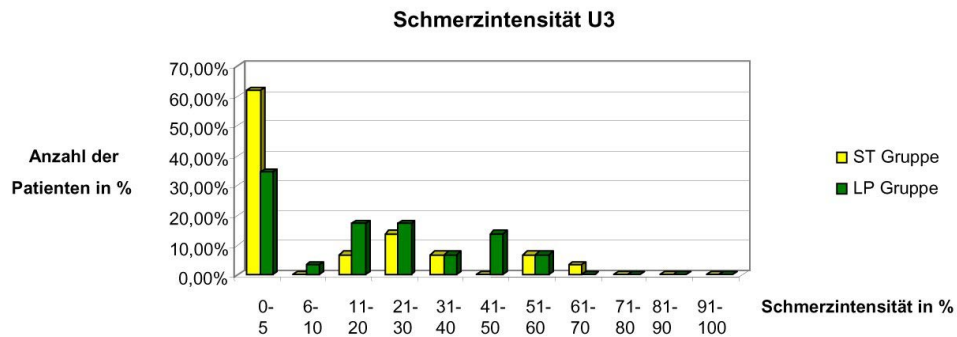


Die Schmerzintensitäten, ermittelt mit einer Visuellen-Analog- Skala, reichte von 0-69% im ST-Kollektiv, bzw. von 0-56% in der LP-Gruppe. Im Durchschnitt konnte für die Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz eine mittlere Intensität von 13,52% ermittelt werden. In der Kontrollgruppe lag das Mittel bei 20,45%. Die Messergebnisse zeigten auch hier statistisch keinen signifikanten Unterschied ($p=0,11$).

Tab. 22: Bewertung der Schmerzintensitäten analog zur VAS, 6 Monate postop.

VAS U3	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0-5	18 62,07%	10 34,48%	28 48,28%
6 bis 10	0 0,00%	1 3,45%	1 1,72%
11 bis 20	2 6,90%	5 17,24%	7 12,07%
21-30	4 13,79%	5 17,24%	9 15,52%
31-40	2 6,90%	2 6,90%	4 6,90%
41-50	0 0,00%	4 13,79%	4 6,90%
51-60	2 6,90%	2 6,90%	4 6,90%
61-70	1 3,45%	0 0,00%	1 1,72%
71-80	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
81-90	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
91-100	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

Abb. 26: Verteilung der Schmerzintensitäten 6 Monate postop, ermittelt mit VAS, im Vergleich



3.3.3 Klinische Untersuchung

3.3.3.1 Oberschenkelumfangmessung

Bei der Oberschenkelumfangmessung, 10 cm cranial vom Kniegelenksspalt, ermittelten wir folgendes Ergebnis bezüglich der Seitendifferenz. Der Mittelwert für das Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz lag bei 1,07 cm. In der Kontrollgruppe wurde eine durchschnittliche Seitendifferenz von 0,75 cm gemessen

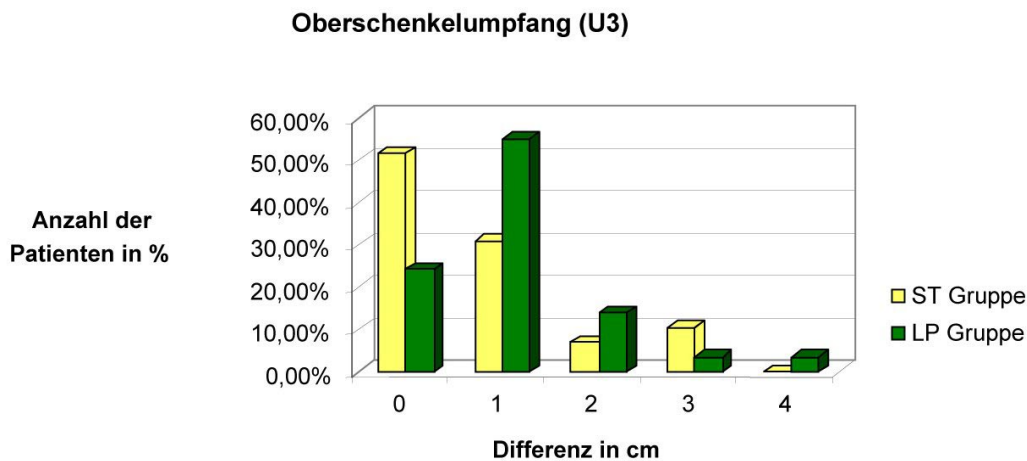
Keine Seitendifferenz hatten 51,72% (N=15) aus der ST-Gruppe und 24,14% (N=7) aus der Gruppe mit Ligamentum Patellae Transplantat. Eine Differenz von 1 cm wurde bei 9 (31,03%) Studienteilnehmer mit Semitendinosussehnenerersatz gemessen. Im Vergleichskollektiv konnte dieses Ergebnis bei 16 (55,17%) Patienten gemessen werden.

Unterschiede von 2 cm wurden in der ST-Gruppe bei 2 (6,9%) Studienteilnehmer, in der Vergleichsgruppe bei 4 (13,79%) festgestellt. Lediglich 10,34% (N=3) Patienten hatten im Kollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat eine Umfangsdifferenz zwischen dem rechten und linken Bein von 3cm. Bei den Teilnehmern mit Ligamentum Patellae Ersatz, wurde bei jeweils 1 (3,45%) Patient ein Unterschied von 3 bzw. von 4 cm gemessen. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor (p=0,97).

Tab. 23: Ergebnisse der Oberschenkelumfangmessung, 6 Monate postop

Oberschenkel- umfang	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
<i>Differenz zw. Bd. Beinen</i>			
0 cm	15 51,72%	7 24,14%	22 37,93%
1 cm	9 31,03%	16 55,17%	25 43,10%
2 cm	2 6,90%	4 13,79%	6 10,34%
3 cm	3 10,34%	1 3,45%	4 6,90%
4 cm	0 0,00%	1 3,45%	1 1,72%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

Abb. 27: Ergebnisse der Oberschenkelumfangmessung, 6 Monate postop. Beide Kollektive im Vergleich



3.3.3.2 Schwellung

Nach 6 Monaten hatten die meisten Patienten keine Schwellung des operierten Kniegelenkes mehr (86,21% aus der ST-Gruppe und 96,55% aus der LP-Gruppe). Im Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat wurde nur bei 1 Patient (3,45%) eine Schwellung diagnostiziert. In der Vergleichsgruppe wurde diese Diagnose bei 4 (13,79%) Patienten gestellt. Diese Ergebnisse wiesen keinen signifikanten Unterschied auf ($p=0,16$).

Tab. 24: Verteilungsmuster der Patienten mit und ohne Schwellung, 6 Monate postop.

Schwellung	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
ja	4 13,79%	1 3,45%	5 8,62%
nein	25 86,21%	28 96,55%	53 91,38%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

3.3.3.3 Erguss

Von den 5 Studienteilnehmer bei denen zum Untersuchungszeitpunkt eine Schwellung bestand, wurde bei 4 (LP/ST=1/3) zusätzlich ein leichter Erguss diagnostiziert. Die Messergebnisse zeigten keinen signifikanten Unterschied ($p=0,16$).

Tab. 25: Verteilungsmuster der Patienten mit Erguss, 6 Monate postop

Erguss	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
ja - leicht	3 10,34%	1 3,45%	4 6,90%
ja - deutlich	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
nein	26 89,66%	28 96,55%	54 93,10%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

3.3.3.4 Extensionsdefizit

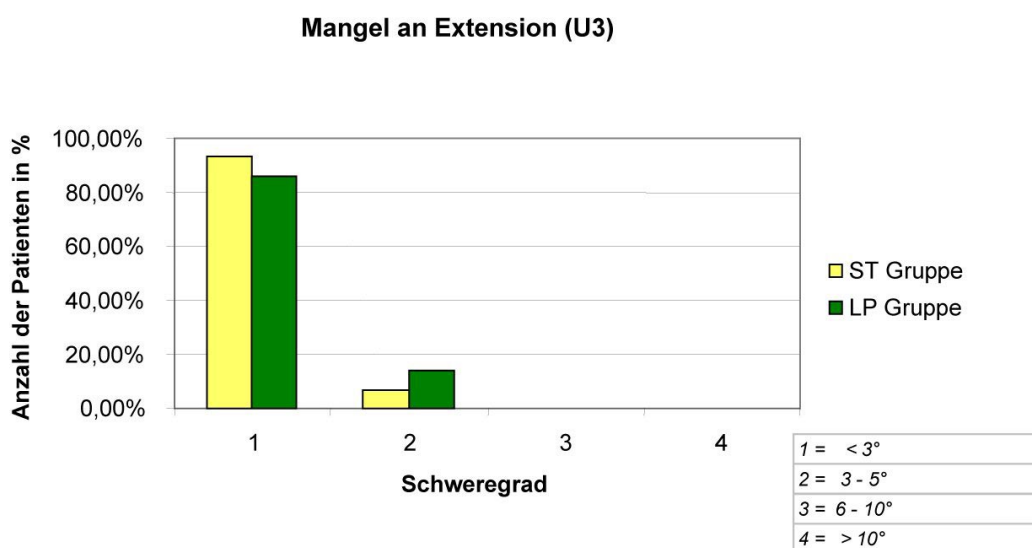
Nach 6 Monaten sollte die volle Beweglichkeit im Kniegelenk wieder erlangt sein. Demzufolge hatten auch 93,10% (N= 27) aus der Semitendinosus-Gruppe und 86,21% (N=25) aus der Ligamentum Patellae-Gruppe einen Extensionsmangel von weniger als 3°. Bei 6,9% (N=2) bzw. 13,79% (N=4) (ST bzw. LP) bestand ein Unterschied von 3-5° zur anatomischen Nullposition. In beiden Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied bezüglich dieser Eigenschaft ($p=0,39$).

Tab. 26: Extensionsmangel, 6 Monate postop.

Mangel Extension	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
1	27 93,10%	25 86,21%	52 89,66%
2	2 6,90%	4 13,79%	6 10,34%
3	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
4	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

1 = < 3° 2 = 3 – 5° 3 = 6 – 10° 4 = > 10°

Abb. 28: Extensionsmangel, 6 Monate postop., beide Gruppen im Vergleich



3.3.3.5 Flexionsdefizit

Im Beugerbereich wurde ein vergleichbares Ergebnis ermittelt. Hier hatten 86,21% (N=25) der Studienteilnehmer im Kollektiv mit Semitendinosussehnenerersatz ein Defizit von weniger als 6° und die restlichen 13,79% ein Defizit von 6-10°. In der Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz wurde bei 82,76% (N=24) ein Mangel kleiner 6° und bei 10,34% (N=3) ein Defizit von 6-10° gemessen. 6,9% (N=2) der Patienten hatten eine

Seitendifferenz, die zwischen 16° und 25° lag. Mit $p=0,43$ war der Unterschied statistisch nicht signifikant.

Tab: 27: Flexionsmangel, 6 Monate postop.

Mangel Flexion	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
1	25 86,21%	24 82,76%	49 84,48%
2	4 13,79%	3 10,34%	7 12,07%
3	0 0,00%	2 6,90%	2 3,45%
4	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

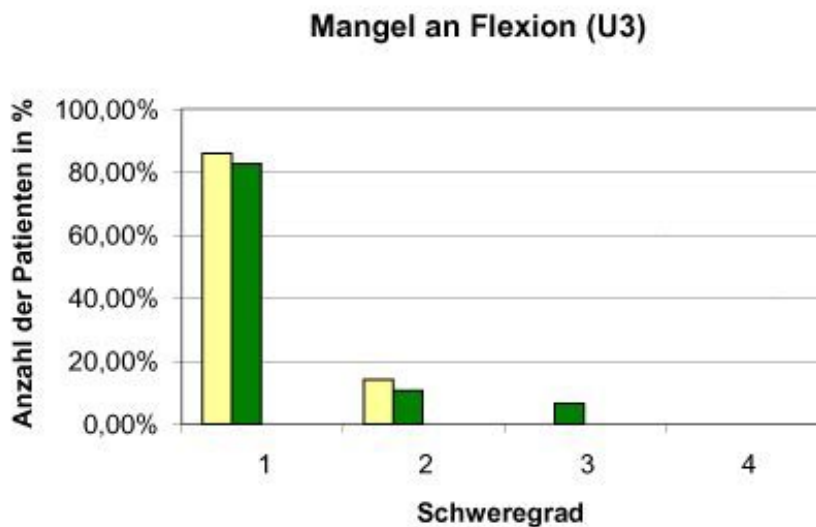
1 = 0-5°

2 = 6-15°

3 = 16-25°

4 = > 25°

Abb. 29: Flexionsmangel, 6 Monate postop., beide Gruppen im Vergleich



1 = 0-5°

2 = 6-15°

3 = 16-25°

4 = > 25°

3.3.3.6 Lachmann -Test

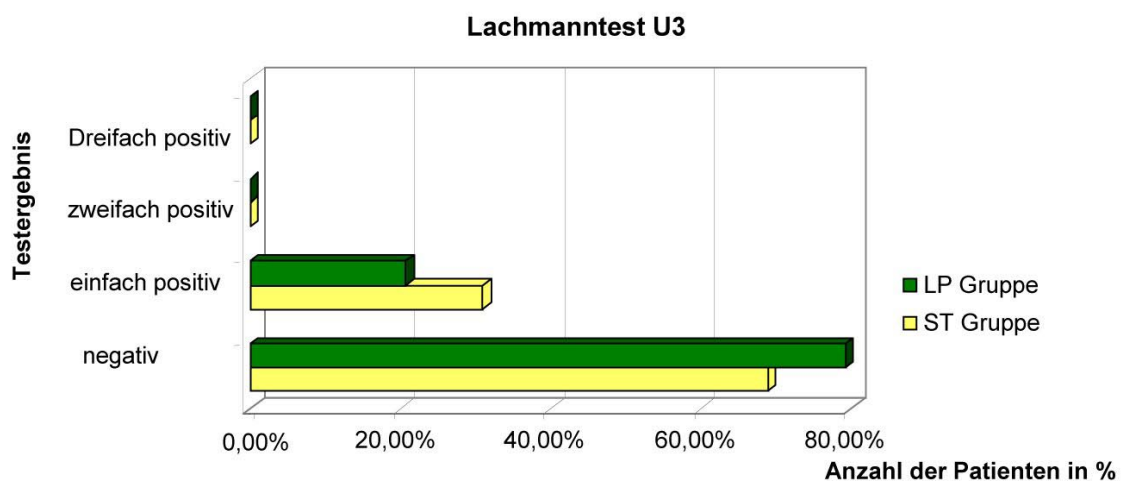
Bei der Stabilitätsprüfung mittels Lachmann-Test (siehe 2.3.4.6), wurde bei allen verbleibenden 58 Patienten ein fester Anschlag diagnostiziert. Bei 20 Patienten (68,97%) aus der ST-Gruppe und 23 Patienten (79,31%) aus dem Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz war der Lachmann-Test negativ.

Ein einfach positives Ergebnis wurde bei 9 Studienteilnehmern (31,03%) der ST-Gruppe und bei 6 (20,69%) des Vergleichskollektivs befundet. Das Messergebnis war mit $p=0,37$ statistisch nicht signifikant.

Tab. 28: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung nach Lachmann, 6 Monate postop.

Lachmann	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
Negativ	20 68,97%	23 79,31%	43 74,14%
einfach positiv	9 31,03%	6 20,69%	15 25,86%
Zweifach positiv	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
Dreifach positiv	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

Abb. 30: Stabilitätsprüfung nach Lachmann, 6 Monate postop., beide Kollektive im Vergleich



3.3.3.7 KT -1000 Arthrometermessung

Die KT-1000 Arthrometermessung wurde durchgeführt wie in 2.3.4.10 beschrieben. Die Einteilung der Ergebnisse sollte nach den Vorgaben des IKDC erfolgen (siehe Tab 2.3.3.2). Hiernach würden, bei einer Kraft von 89 N, 23 Patienten (79,31%) aus der ST-Gruppe und 23 Patienten (79,31%) aus der LP-Gruppe in die Kategorie „A“ eingestuft. Alle übrigen Patienten wurden mit „B“ klassifiziert.

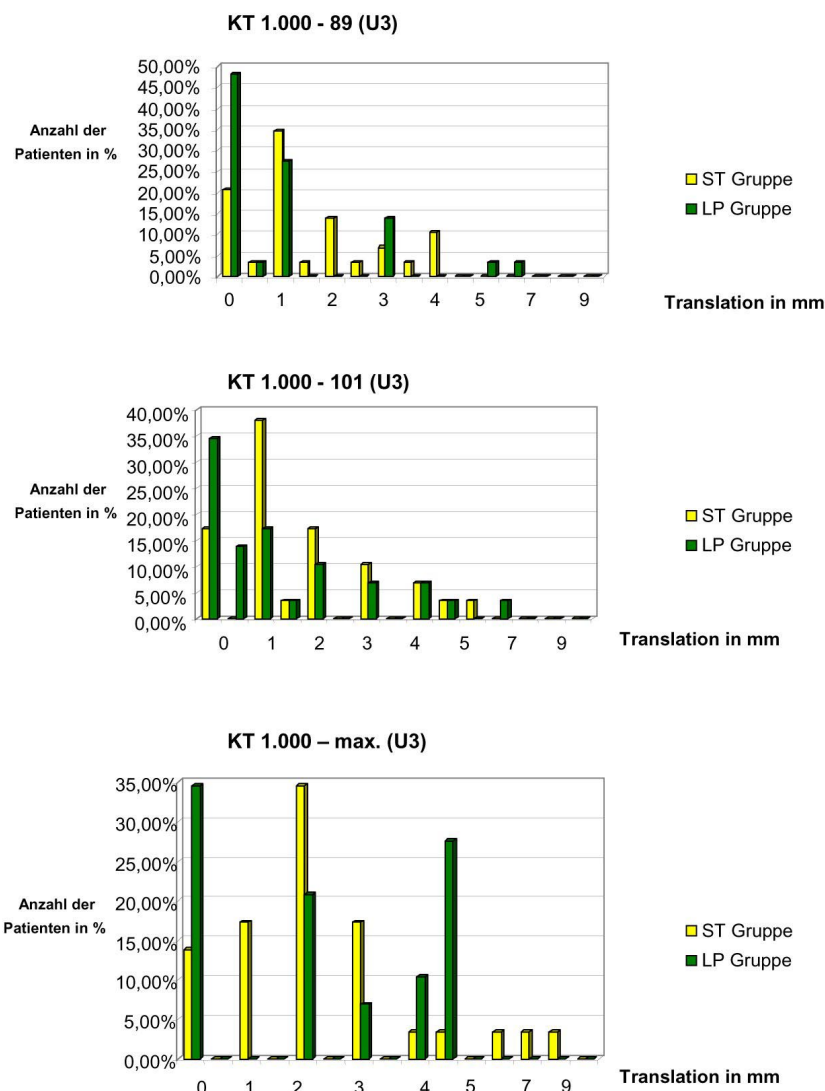
Wurde eine Kraft mit 101 N ausgeübt, so erreichten in der LP- Gruppe 79,31% (N=23) ein Ergebnis, welches mit „A“ klassifiziert wurde und 20,69 % (N=6) eine Klassifikation mit „B“. Im Kollektiv mit Semitendinosussehnenentransplantat erzielten 75,86% (N=22) die Kategorie „A“ und 24,14% (N=7) die Kategorie „B“. Bei maximaler Kraft erzielten ebenfalls 24 Patienten (82,76%) aus beiden Gruppen ein sehr gutes Ergebnis, da die Differenz zwischen beiden Beinen kleiner als 3 mm war. Bei 5 Patienten (17,24%) aus der LP-Gruppe und bei 3 Patienten (10,34%) aus der ST-Gruppe lag der gemessene Unterschied zwischen operiertem Bein und gesundem Bein zwischen 3 mm und 5 mm und wurde somit nach IKDC mit „B“ bewertet. 2 Patienten (6,9%) aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz mussten mit „C“ klassifiziert werden. Die Messergebnisse zeigten noch vor IKDC – Klassifizierung sowohl bei 89N ($p=0,61$), bei 101N ($p=0,2$) als auch bei maximaler Kraft ($p=0,1$) statistisch keinen signifikanten Unterschied.

Tab. 29: Ergebnisse der KT-1000 Messung 6 Monate postop. mit 89 N, 101 N und unter Maximalkraft

	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt:	
89						
A	23	79,31%	23	79,31%	46	79,31%
B	6	20,69%	6	20,69%	12	20,69%
C	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
D	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gesamt	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%
101						
A	22	75,86%	23	79,31%	45	77,59%
B	7	24,14%	6	20,69%	13	22,41%
C	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
D	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gesamt	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%
max.						
A	24	82,76%	24	82,76%	48	82,76%
B	3	10,34%	5	17,24%	8	13,79%
C	2	6,90%	0	0,00%	2	3,45%
D	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gesamt	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

A < 3 mm B 3 - 6 mm C 6,5 - 10 mm D > 10 mm

Abb. 31: Vergleich der Ergebnisse der KT-1000 Messung, 6 Monate postop. mit 89 N, 101 N und unter Maximalkraft (Translationsdifferenzen, gesundes versus operiertes Bein, werden aus übersichtlichen Gründen in Abstufungen mit je 0,5 mm auf der x-Achse aufgetragen)



3.3.3.8 Einbeinsprung -Test

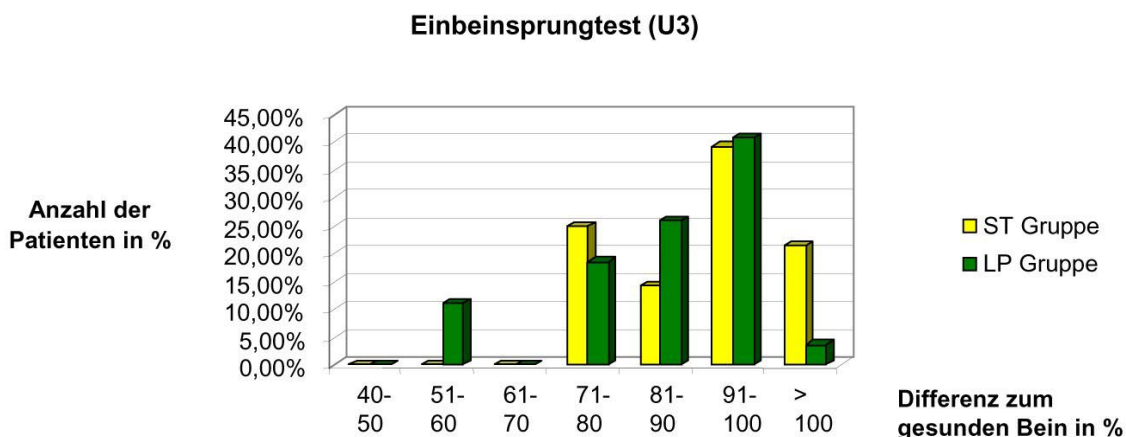
Dieser funktionelle Test wurde ausgeführt, wie in 2.3.4.11 beschrieben und die Ergebnisse in Prozent, analog der Klassifizierung des IKDC, bewertet. Zusätzlich wurden 7 Patienten, 6 Teilnehmer (21,43%) aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenerersatz und 1 Studienteilnehmer (3,7%) aus der

Vergleichsgruppe, in eine Extrakategorie eingestuft, da sie mit dem operierten Bein weiter als mit dem gesunden Bein sprangen. 11 Studienteilnehmer (39,29%) mit Semitendinosussehnentransplantat erreichten eine Weite über 90% bezogen auf die gesunde Gegenseite. Aus der LP-Gruppe wurden ebenfalls 11 Patienten (40,74%) in diese Kategorie eingestuft. 10 Patienten (37,04%) aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz sprangen mit dem operierten Bein zwischen 76% und 90% der Weite, die sie mit dem gesunden Bein erreichten (3 Patienten erreichten eine Weite zwischen 75% und 80% und 7 Studienteilnehmer sprangen weiter als 80%). In der Kontrollgruppe konnten 8 Patienten (28,57%) in diese Kategorie eingestuft werden (Hier erzielten 4 Patienten mehr als 75% aber weniger als 81% und 4 Patienten über 81%). Eine Weite zwischen 50% und 75% erzielten im Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz 10,71% (N=3) (alle 3 Studienteilnehmer erreichten 75% der Weite der gesunden Gegenseite). In der Gruppe mit Patellarsehnenersatz sprangen 18,52% der Patienten (N=5) in den Bereich der nach IKDC mit „C“ bewertet wurde (3 Teilnehmer blieben unter 61%). In der folgenden graphischen Darstellung (Abb.32) werden die Abstufungen der Übersichtlichkeit halber in 10%-Einheiten dargestellt siehe Tab.30. Das LP-Kollektiv sprang bei dieser Untersuchung mit dem gesunden Bein durchschnittlich 1,43 m weit. Die Vergleichsgruppe schaffte mit der gesunden Seite eine durchschnittliche Weite von 1,45 m. Die Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz sprang im Mittel mit dem operierten Bein 1,23 m und erreichte dadurch 86,01% der Weite der gesunden Seite. Das Kontrollkollektiv schaffte sogar 1,34 m, was 92,41% der Gegenseite bedeutete. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor ($p=0,15$).

Tab. 30: Gruppenverteilung des Einbeinsprungtests, 6 Monate postop.

Einbeinsprung- test U3 Differenz in %	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
40-50	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
51-60	0 0,00%	3 11,11%	3 5,45%
61-70	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
71-80	7 25,00%	5 18,52%	12 21,82%
81-90	4 14,29%	7 25,93%	11 20,00%
91-100	11 39,29%	11 40,74%	22 40,00%
> 100	6 21,43%	1 3,70%	7 12,73%
	28 100,00%	27 100,00%	55 100,00%

Abb. 32: Ergebnisse des Einbeinsprungtest 6 Monaten postop. Im Vergleich



3.4 U 4

Alle 58 Patienten erschienen zur Abschlussuntersuchung nach einem Jahr post OP. Bis zu diesem Zeitpunkt sollte es ihnen wieder möglich sein, ihr operiertes Knie zu belasten, ohne Einschränkungen im Alltag oder im Sport. Das bedeutet, dass alle von uns ausgewählten Scores (Lysholm, IKDC, Tegner-Aktivität) zu diesem Zeitpunkt bewertet werden konnten. Alle Prozentangaben beziehen sich auch hier auf die 29 Studienteilnehmer eines Kollektivs.

3.4.1 Fragebogen

3.4.1.1 IKDC

Bei der vierten Nachuntersuchung wurde zum ersten mal in dieser Studie auch eine Auswertung nach dem von Hefti und Müller [28] entworfenen IKDC Knie – Evaluationsblatt vorgenommen (Erläuterungen siehe 2.3.3.2). Auf die für die Gesamtauswertung wichtigen Teilaspekte oder auf gruppenspezifische Auffälligkeiten wird noch nachfolgend im Ergebnisteil eingegangen.

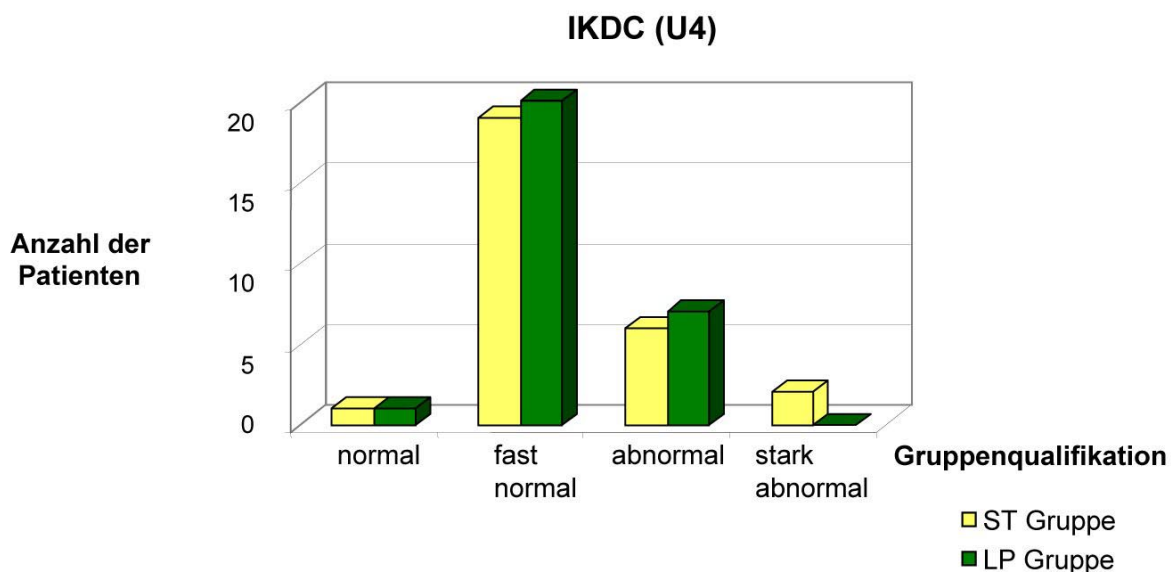
Wie in 2.3.3.2 beschrieben erfolgt die Einteilung der Ergebnisse in: „normal“ = „A“, „fast normal“ = „B“, „abnormal“ = „C“ und „stark abnormal“, was einem „D“ entspricht. Dementsprechend wurden aus beiden Kollektiven jeweils 1 Patient (3,45%) mit „A“ bewertet. Die Wertung „B“ erhielten 19 Patienten (65,52%) mit Semitendinosussehnentransplantat und 20 Patienten (68,97%) mit Ligamentum Patellae Ersatz. Das Kniegelenk von 7 Patienten (24,13%) aus dem ST-Kollektiv und von 8 Studienteilnehmern (27,59%) aus der LP-Gruppe musste mit „C“ bewertet werden. Aufgrund eines einzelnen Teilaspektes, in welchem erfragt wird, welche Aktivität ohne Schmerzen ausgeführt werden können, erhielten 2 Patienten (6,90%) aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz auch in der Gesamtevaluation eine „D – Wertung“. Dies entspricht einem „stark abnormalen“ Kniegelenk. Auch hier war der statistische Unterschied mit $p=0,42$ nicht signifikant.

Tab. 31: Jahresergebnisse mittels IKDC

IKDC

	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
normal	1 3,4%	1 3,4%	2 3,4%
fast normal	19 65,5%	20 69,0%	39 67,2%
abnormal	7 24,1%	8 27,6%	15 25,9%
stark abnormal	2 6,9%	0 0,0%	2 3,4%
	29 100,0%	29 100,0%	58 100,0%

Abb. 33: 1 Jahr postop., Auswertung des OP-Ergebnisses mittels IKDC



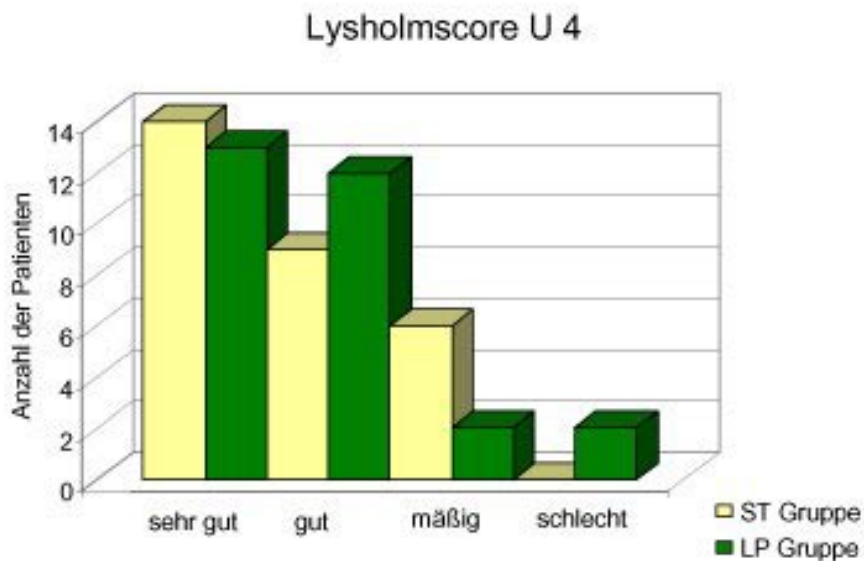
3.4.1.2 Lysholm -Score

Dieser Score (siehe Abb.10) setzt sich aus acht Symptomen zusammen, welche bewertet werden und auf die teilweise noch im Folgenden eingegangen wird. Auf Symptome, die in beiden Gruppen völlig unauffällig waren, wie „Hinken“ und die Frage nach „Gehilfen“, wird im Einzelnen nicht mehr eingegangen. Der Aspekt „Tiefe Hocke“ konnte von allen ausgeführt werden und hat sich nur gering im Vergleich zum Halbjahresbefund verändert (siehe 3.3.2). Nach einem Jahr erreichten beide Kollektive im Durchschnitt ein gutes Ergebnis. Die Gruppe mit Semitendinosussehnenerersatz erzielte im Mittel eine Punktzahl von 90,86, die Kontrollgruppe schaffte einen Mittelwert von 89,76 Punkten. 14 Patienten (48,28%) aus dem ST-Kollektiv konnten mit „sehr gut“ bewertet werden. Die gleiche Wertung bekamen 13 (44,83%) Patienten aus der LP-Gruppe. Ein gutes Ergebnis erzielten 9 Studienteilnehmer (31,03%) mit Semitendinosussehnenerersatz und 12 (41,38%) mit Ligamentum Patellae Ersatz. In die Kategorie „mäßig“ wurden 6 Patienten (20,69%) aus der ST-Gruppe und 2 Patienten (6,9%) aus der LP-Gruppe eingestuft. 2 Patienten (6,9%) aus der Gruppe mit Ligamentum-Patellae Transplantat mussten erneut mit schlecht bewertet werden. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor ($p=0,74$).

Tab. 32: Einteilung entsprechend der Klassifizierung nach Lysholm, 1 Jahr postop.

Lysholm	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
sehr gut	14 48,3%	13 44,8%	27 46,6%
gut	9 31,0%	12 41,4%	21 36,2%
mäßig	6 20,7%	2 6,9%	8 13,8%
schlecht	0 0,0%	2 6,9%	2 3,4%
	29 100,0%	29 100,0%	58 100,0%

Abb. 34: Verteilung entsprechend der Klassifizierung nach Lysholm im Überblick 1 Jahr postop.



3.4.1.2.1 Blockierung

1 Patient (3,45%) mit Patellarsehnenerersatz gab zum Untersuchungszeitpunkt an, sein Knie sei ständig blockiert. Aus dem gleichen Kollektiv beklagt 1 Studienteilnehmer (3,45%) gelegentliche Blockierungen, ebenso wie 2

Patienten (6,9%) aus dem Vergleichskollektiv. Die nachfolgende Verteilung trifft auf beide Kollektive zu: 6,9% (N=2) haben keine Blockierung aber Einklemmungserscheinungen. 86% (N=25) verneinen Blockierung und Einklemmungserscheinungen. Die Messergebnisse wiesen keinen signifikanten Unterschied auf (p=0,98).

Tab. 33: Blockierung oder Einklemmungserscheinungen, analog dem Lysholmscore, 1 Jahr postop.;

Blockierung	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0 0,00%	1 3,45%	1 1,72%
6	2 6,90%	1 3,45%	3 5,17%
10	2 6,90%	2 6,90%	4 6,90%
15	25 86,21%	25 86,21%	50 86,21%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

0 = momentane Blockierung

6 = gelegentliche Blockierung

10 = Einklemmungserscheinungen

15 = keine Blockierung, keine Einklemmungserscheinung

3.4.1.2.2 Instabilitätsgefühl

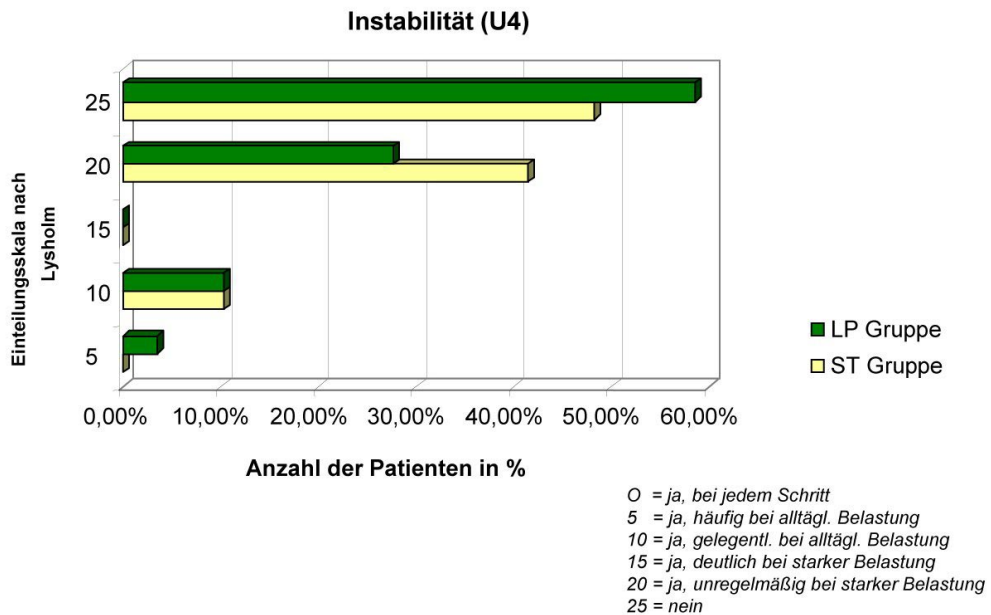
Ein Jahr nach ihrer Knieoperation empfanden 58,62 % der Patienten (N=17) der Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz und 48,28 % (N=14) aus dem Vergleichskollektiv kein Instabilitätsgefühl mehr. 27,59% (N=8) aus der LP-Gruppe gaben an, gelegentlich oder beim Sport, das Gefühl von Instabilität zu verspüren. In der ST-Gruppe hatten bei gleicher Aktivität sogar 41,38% (N= 12) ein Instabilitätsgefühl. Aus beiden Kollektiven verspürten 10,34% der Studienteilnehmer (N=3) „häufig bei alltäglicher Belastung“ ein Instabilitätsgefühl im operierten Kniegelenk. Bei 1 Patient, der dem Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz angehörte, trat dieses Gefühl bereits bei jedem Schritt auf. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor (p=0,6).

Tab. 34: Klassifikation der Instabilitätserscheinungen nach Lysholm, 1 Jahr postop.

Instabilität	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0	0	0
5	0	1	1
10	3	3	6
15	0	0	0
20	12	8	20
25	14	17	31
	29	29	58

0= bei jedem Schritt
 5= häufig bei alltägl. Belastung
 10= gelegentl. Bei alltägl. Belastung
 15= regelmäßig beim Sport und bei starker Belastung
 20=gelegentlich beim Sport und bei alltägl. Belastung
 25= nie

Abb. 35: Vergleich der Instabilitätserscheinungen nach Lysholm, 1 Jahr postop



3.4.1.2.3 Treppensteigen

Die Frage nach Problemen beim Treppensteigen wurde von den Patienten aus beiden Kollektiven von 86,21% (N=25) mit „nein“ beantwortet. Die übrigen 13,79% (N=4) aus jeweils beiden Gruppen bemerkten leichte Einschränkungen. In beiden Gruppen gab es statistisch keine signifikanten Unterschiede (p=0,69).

3.4.1.3 Schmerz

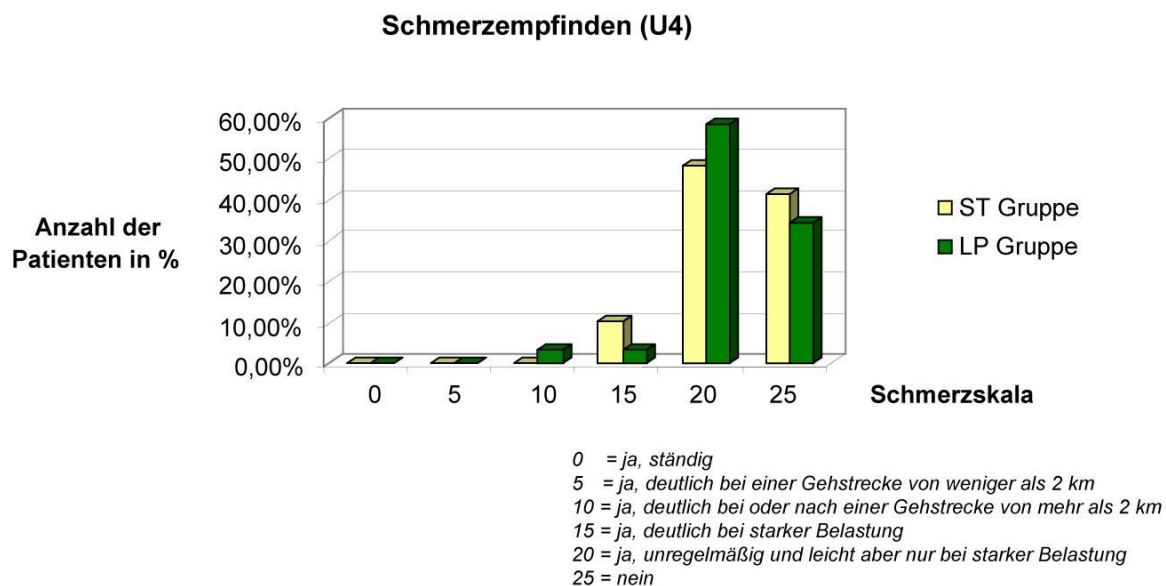
Entsprechend der Klassifizierung nach Lysholm, gab 1 Patient (3,45%) aus dem Kollektiv mit Patellarsehnenersatz deutliche Schmerzen „bei oder nach einer Gehstrecke von mehr als 2 km“ an. „Deutliche Schmerzen nach starker Belastung“ verspürten 3 Patienten (10,34 %) aus der Gruppe mit Semitendinosusehnenersatz und 1 Patient (3,45%) aus der LP-Gruppe. Über unregelmäßig und nur leichte Schmerzen bei starker Belastung klagten aus dem ST-Patientenkollektiv 48,28% (N=14) und aus dem Vergleichskollektiv 58,62% (N=17). 12 Patienten (41,38%) mit Semitendinosusehnenersatz und 10 Studienteilnehmer (34,48%) mit Ligamentum Patellae Transplantat hatten zu diesem Zeitpunkt keine Schmerzen mehr. Statistisch signifikante Unterschiede lagen mit p=0,74 nicht vor.

Tab. 35: Schmerzen in Abhängigkeit von Belastungen, entsprechend der Einteilung nach Lysholm, 1 Jahr postop. (Punkteverteilung siehe Abb. 36)

Schmerz	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0	0	0	0
5	0	0	0
10	0	1	1
15	3	1	4
20	14	17	31
25	12	10	22
	29	29	58

	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	3,45%	1,72%
	10,34%	3,45%	6,90%
	48,28%	58,62%	53,45%
	41,38%	34,48%	37,93%
	100,00%	100,00%	100,00%

Abb. 36: graphische Darstellung von Schmerzempfindungen in Abhängigkeit zum Belastungsniveau, analog zum Lysholm-Score, 1 Jahr postop.

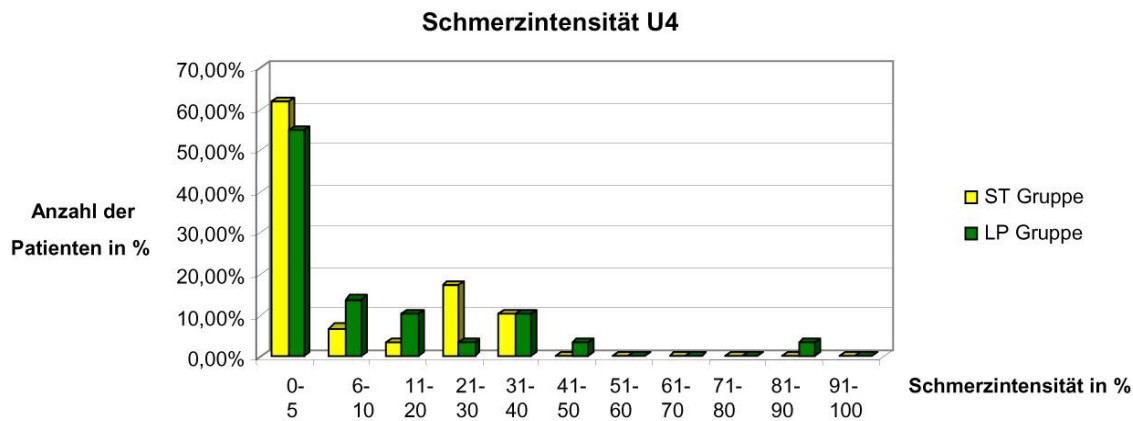


Die subjektive Einschätzung der Schmerzintensität, mittels einer Visuellen-Analog-Skala, liegen in der ST-Gruppe zwischen 0 % und 49%. In der LP-Gruppe zwischen 0 % und 40%. Im Mittel erzielte das Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz eine Durchschnittsschmerzintensität von 12,34%. Der Mittelwert der Vergleichsgruppe lag bei 10,21%. Der Unterschied war mit $p=0,62$ statistisch nicht signifikant.

Tab. 36: Schmerzintensitäten analog zur VAS, 1 Jahr postop.

VAS U4	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
0-5	18 62,07%	16 55,17%	34 58,62%
6 bis 10	2 6,90%	4 13,79%	6 10,34%
11 bis 20	1 3,45%	3 10,34%	4 6,90%
21-30	5 17,24%	1 3,45%	6 10,34%
31-40	3 10,34%	3 10,34%	6 10,34%
41-50	0 0,00%	1 3,45%	1 1,72%
51-60	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
61-70	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
71-80	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
81-90	0 0,00%	1 3,45%	1 1,72%
91-100	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

Abb. 37: Verteilung der Schmerzintensitäten, ermittelt mit VAS, 1 Jahr postop.



Die Frage nach den Aktivitäten, die ohne Schmerz ausgeführt werden können, entsprechend dem IKDC (siehe 2.3.3.2) ergibt folgende Verteilung: Aktivitäten mit belastender Rotation und Kontaktsportarten können von 44,83% (N=13) der Studienteilnehmer mit Semitendinosussehnenersatz ausgeführt werden. In der LP-Gruppe von 37,93% (N=11). Aktivitäten, einschließlich schwerer körperlicher Arbeit, Skifahren und Tennis, können von 13,79% (N=4) des ST-Patientenkollektivs und von 37,93% (N=11) des LP-Kollektivs wahrgenommen werden. Ihr Aktivitätsmaximum bei leichter körperlicher Arbeit, Joggen oder Springen haben 34,48% (ST) im Vergleich zu 24,14% (LP). 6,9% (N=2) der Patienten aus der ST-Gruppe gaben an, nur sitzende Tätigkeiten ohne Schmerzen ausführen zu können.

Die Ergebnisse zeigten statistisch keinen signifikanten Unterschied ($p=0,62$).

Tab. 37: Verteilung der Aktivitäten ohne Schmerz entsprechend dem IKDC, 1 Jahr postop.

Aktivitäten ohne Schmerz

	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
A	13	44,83%	11	37,93%	24	41,38%
B	4	13,79%	11	37,93%	15	25,86%
C	10	34,48%	7	24,14%	17	29,31%
D	2	6,90%	0	0,00%	2	3,45%
	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

A = normal

B = fast normal

C = abnormal

D = stark abnormal

3.4.1.4 Tegner-Aktivitätsskala

Alle Patienten erhielten zur Eingangsuntersuchung und zur Abschlussuntersuchung einen Fragebogen, welcher eine Aktivitätsskala nach Tegner (siehe 2.3.3.3) beinhaltete, ausgeteilt. Die Ergebnisse stellen sich in der Abschlussuntersuchung wie folgt dar.

Das Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz erreichte im Mittel ein Aktivitätsniveau von 6,1. Die Kontrollgruppe lag mit einem Durchschnittswert von 5,35 leicht darunter. Eine „10“ in der Aktivitätsskala konnte kein Teilnehmer erreichen. 3 Teilnehmer (10,34%) der Gruppe mit Semitendinosussehnentransplantat und 7 Patienten (24,14%) aus dem Vergleichskollektiv konnten eine „9“ erzielen. In beiden Kollektiven schätzte jeweils ein Patient (3,45%) seine Aktivitäten auf eine „8“. Jeweils 5 Patienten (17,24%) aus beiden Gruppen werteten ihre sportlichen Aktivitäten, ein Jahr postoperativ, mit einer „7“. Im Kollektiv mit einem ACL-Ersatz aus Semitendinosussehne erreichten 6 Teilnehmer (20,69%) eine „6er“ Wertung in der LP- Gruppe gab es nur 2 Patienten (6,9%) mit diesem Ergebnis. Bei der Einteilung des Aktivitätslevels in die Kategorie „5“ verhielt es sich in beiden Gruppen genau umgekehrt. Mit „4“ stufen sich 9 Studienteilnehmer (31,03%)

aus der ST-Gruppe und 6 Patienten (20,69%) aus dem Vergleichskollektiv ein. Schlusslevel unter den Teilnehmern mit Semitendinosussehnenerersatz war die Stufe „3“. Drei Studienteilnehmer (10,34%) sahen ihre Aktivitäten auf diesem Niveau. Jeweils ein Patient aus dem Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz wertete seine Aktivitäten mit „3“ bzw. „2“. In beiden Gruppen gab es statistisch keine signifikanten Unterschiede ($p=0,28$).

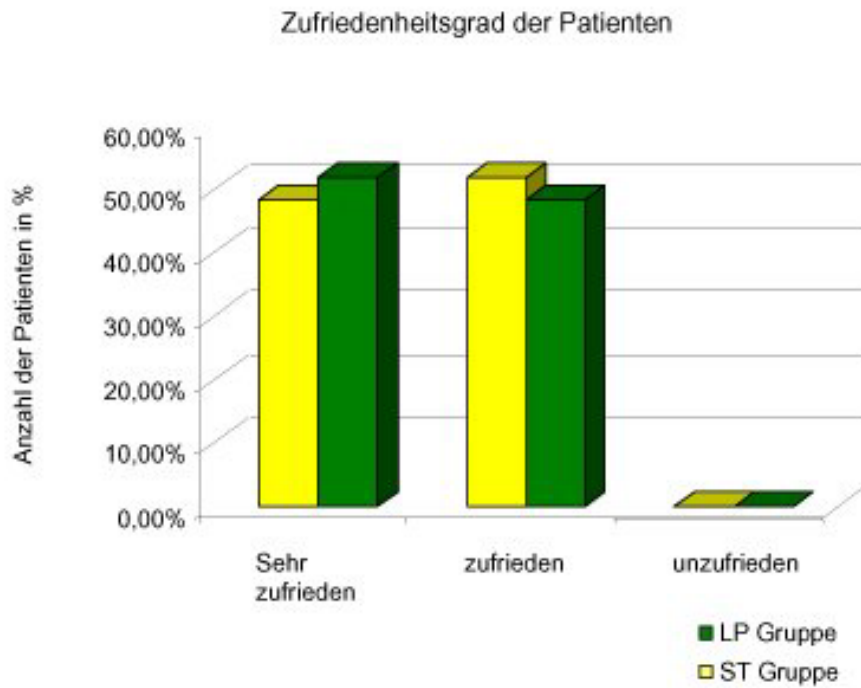
Tab. 38: Beurteilung des Aktivitätsniveaus nach Tegner, 1 Jahr postop.

Tegner nach OP		ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
U4							
0	0	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
1	0	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
2	0	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
3	3	3	10,34%	1	3,45%	4	6,90%
4	9	9	31,03%	6	20,69%	15	25,86%
5	2	2	6,90%	6	20,69%	8	13,79%
6	6	6	20,69%	2	6,90%	8	13,79%
7	5	5	17,24%	5	17,24%	10	17,24%
8	1	1	3,45%	1	3,45%	2	3,45%
9	3	3	10,34%	7	24,14%	10	17,24%
10	0	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
		29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

3.4.1.5 Zufriedenheit mit Operationsergebnis

Alle an der Studie teilnehmenden Patienten gaben an, mit dem Operationsergebnis zufrieden oder sehr zufrieden zu sein. 14 Patienten (48,28%) aus dem Semitendinosussehnenkollektiv und 15 Patienten (51,72%) aus der Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz sind nach eigenen Angaben sehr zufrieden. Bei den zufriedenen Patienten verhält sich die Verteilung auf die beiden Gruppen genau umgekehrt. Kein Patient war unzufrieden mit dem Operationsergebnis.

Abb. 38: Überblick über die Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis, 1 Jahr postop.



3.4.1.6 Kniefunktion

Die Frage: „Wie funktioniert Ihr Knie?“ beantwortete 1 Patientin mit Semitendinosusehenersatz mit „abnormal und deutlichen Schwierigkeiten“. Die Mehrzahl der Patienten (60,34%) bewertete ihre Kniefunktion mit „fast normal und leichten Problemen“. Die Verteilung auf beide Kollektive stellt sich wie folgt dar: 62,07% (N=18) in der ST-Gruppe und 58,62% (N=17) in der LP-Gruppe. Aus letzterem Kollektiv gaben 41,38% (N=12) an, dass ihr Knie normal funktioniere. Gleiche Angaben machten 34,48% (N=10) aus dem ST-Kollektiv. Es lag kein statistisch signifikanter Unterschied vor ($p=0,49$).

Tab. 39: Subjektive Beurteilung der Patienten über die Funktion ihres operierten Knies, 1 Jahr postop.
Einteilung entsprechend dem IKDC

Funktion/Knie	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
A	10 34,48%	12 41,38%	22 37,93%
B	18 62,07%	17 58,62%	35 60,34%
C	1 3,45%	0 0,00%	1 1,72%
D	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

A = normal

B = fast normal

C = abnormal

D = stark abnormal

3.4.2 Klinische Untersuchung

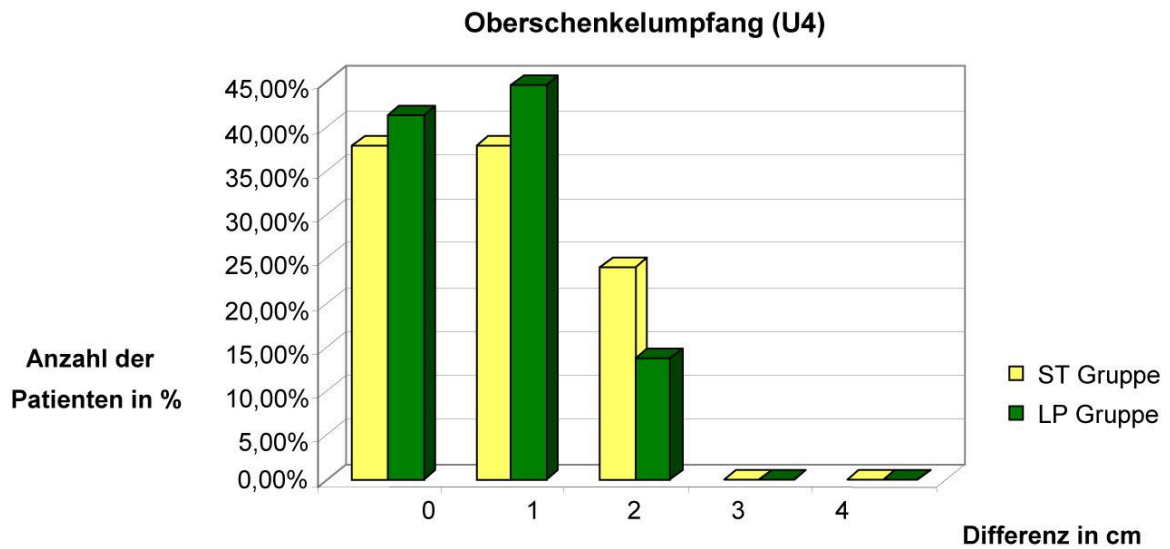
3.4.2.1 Oberschenkelumfangmessung

Die Umfangmessung erfolgte wie unter 2.3.4.2 beschrieben. Aus dem ST-Kollektiv konnte bei 37,93% (N=11) keine Differenz festgestellt werden. Ebenfalls kein Unterschied lag bei 41,38% (N=12) des LP-Kollektivs vor. Fast ebenso viele hatten eine Umfangdifferenz von 1 cm, bezüglich gesundem zu operiertem Bein. Hier lag die Verteilung bei 44,83% (N=13) in der LP-Gruppe und bei 37,93% (N=11) in der Vergleichsgruppe. Ein Unterschied von 2 cm wurde bei 7 Patienten (24,14%) mit Semitendinosussehnenerersatz und bei 4 Patienten (13,79%) mit Ligamentum Patellae Ersatz festgestellt. Im Schnitt konnte bei der Gruppe mit Patellarsehnenerersatz eine Umfangdifferenz von 0,72cm gemessen werden. In der Kontrollgruppe war die ermittelte Differenz mit 0,86cm leicht höher. Die Messergebnisse weisen keine signifikanten Unterschiede auf (p=0,41).

Tab. 40: Ergebnisse der Oberschenkelumfangmessung, 1 Jahr postop

Oberschenkelumfang	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
<i>Differenz zw. Bd.</i>			
<i>Beinen</i>			
0 cm	11 37,93%	12 41,38%	23 39,66%
1 cm	11 37,93%	13 44,83%	24 41,38%
2 cm	7 24,14%	4 13,79%	11 18,97%
3 cm	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
4 cm	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

Abb. 39: Ergebnisse der Oberschenkelumfangmessung, 1 Jahr postop. im Vergleich



3.4.2.2 Schwellung

In jedem Kollektiv kam es bei jeweils 1 Patienten (3,45%) zu einem Anschwellen des Kniegelenkes nach starker Belastung und somit statistisch zu keinem Unterschied ($p=1$).

3.4.2.3 Erguss

Bei 1 Patientin (3,45%) mit Mehrfachsemitendinosussehnenerersatz wurden nach einem Jahr noch gelegentlich Ergüsse diagnostiziert. Mit $p=0,32$ war der Unterschied statistisch nicht signifikant.

3.4.2.4 Extensionsdefizit

Alle 58 Patienten hatten nach einem Jahr kein Extensionsdefizit oder eines, das kleiner als 3° war. Es gab keine Signifikanz bezüglich dieses Parameters ($p=1$).

3.4.2.5 Flexionsdefizit

In der Jahresabschlussuntersuchung wurden bei 96,55% Patienten des ST-Kollektivs ein Mangel der Flexion von weniger als 6° festgestellt. Ein Patient aus dieser Gruppe (3,45%) hatte ein Beugedefizit, welches zwischen 6° und 15° lag. In der Vergleichsgruppe hatten 100% der Patienten ($N=29$) ein Defizit das kleiner als 6° war.

Die Messergebnisse wiesen keinen statistisch signifikanten Unterschied auf ($p=0,98$).

Tab. 41: Flexionsmangel, 1 Jahr postop.

Mangel Flexion	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
1	28 96,55%	29 100,00%	56 98,28%
2	1 3,45%	0 0,00%	1 1,72%
3	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
4	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

- 1 = $0 - 5^\circ$
- 2 = $6 - 15^\circ$
- 3 = $16 - 25^\circ$
- 4 = $> 25^\circ$

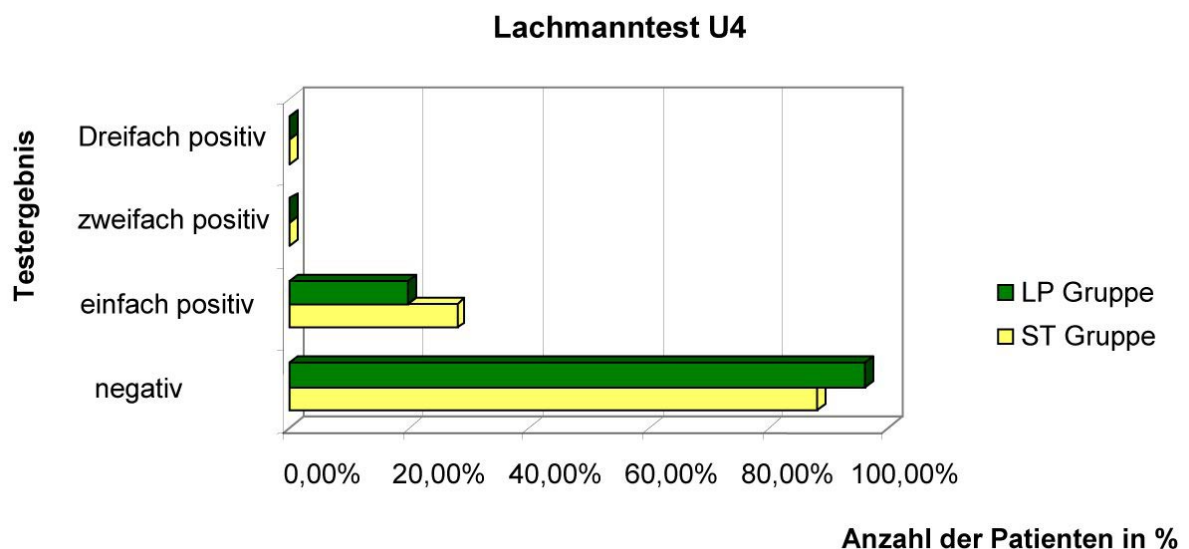
3.4.2.6 Lachmann -Test

Bei der Stabilitätsprüfung nach Lachmann (siehe 2.3.5.6) wurde bei 5 Patienten der LP-Gruppe (17,24%) ein einfach positiver Test diagnostiziert. Bei den restlichen 24 Studienteilnehmern (82,76%) fiel der Test negativ aus. In der Vergleichsgruppe hatten 7 Patienten (24,14%) ein Lachmann–Test von 1+ und die übrigen 22 ein negatives Testergebnis. Statistisch signifikante Unterschiede liegen nicht vor ($p=0,35$).

Tab. 42: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung nach Lachmann, 1 Jahr postop.

Lachmann	ST Gruppe	LP Gruppe	Gesamt
Negativ	22 75,86%	24 82,76%	46 79,31%
Einfach positiv	7 24,14%	5 17,24%	12 20,69%
zweifach positiv	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
Dreifach positiv	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
	29 100,00%	29 100,00%	58 100,00%

Abb. 40: Stabilitätsprüfung nach Lachmann, 12 Monate postop., beide Kollektive im Vergleich



3.4.2.7 KT -1000 Arthrometermessung

Die Ergebnisse gemessen mit dem KT-1000 Arthrometer (siehe 2.3.4.10), wurden auch zu diesem Zeitpunkt, entsprechend der Klassifikation gemäß IKDC (siehe 2.3.32), ausgewertet. Somit erreichten bei den ersten Messungen, mit einer Kraft von 89 N, aus dem Patientenkollektiv mit Semitendinosussehnenersatz 26 Studienteilnehmer (89,66%) eine sehr gutes Ergebnis, das mit „A“ bewertet wurde. 3 Patienten (10,34%) erreichten in diesen Messungen jeweils die Wertung „B“. Aus der Vergleichsgruppe erzielten 23 Patienten (79,31%) ein sehr gutes Ergebnis und 5 Patienten (17,24%) ein gutes Resultat. 1 Patient der LP-Gruppe musste in die Kategorie „C“ eingestuft werden.

In der zweiten Messung, die mit 101 N ausgeführt wurde, erzielten 86,21% (N=25) der Patienten mit Semitendinosussehnenersatz und 79,31% (N=23) des Vergleichskollektivs die beste Kategorie. In der ST-Gruppe wurden 13,79% (N=4) und im Vergleichskollektiv 17,24% (N=5) mit „B“ bewertet. Ein Studienteilnehmer (3,45%) aus dem LP- Kollektiv lag mit seinen Werten bei Differenzen zwischen 6,5 mm und 10 mm.

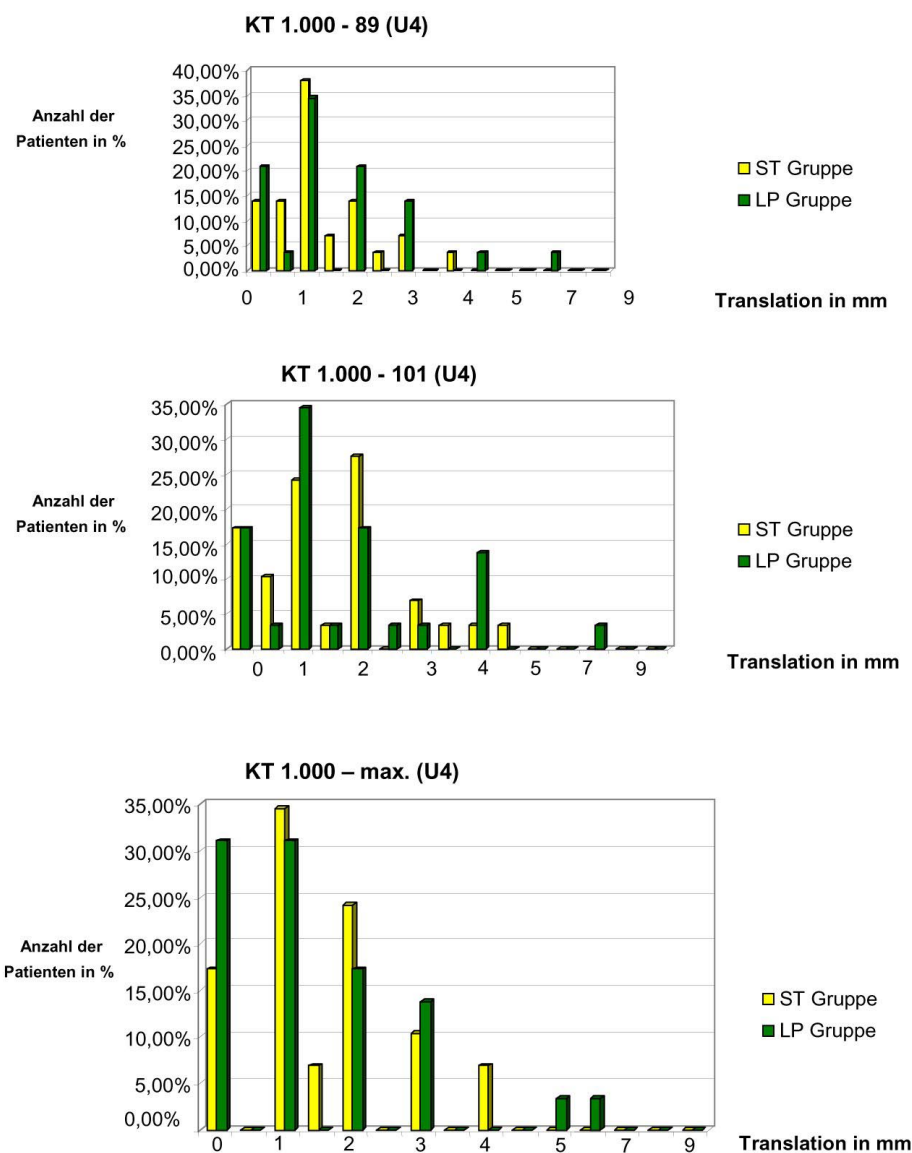
Die letzten Messungen erfolgten mit maximaler Kraft. Hier wurden 24 Patienten (82,76%) der Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz in die Kategorie „A“ gemäß IKDC eingestuft und 5 Patienten (17,24%) in „B“. Im Kollektiv mit Patellarsehnenersatz erzielten weiterhin 23 Studienteilnehmer (79,31%) ein sehr gutes Resultat, alle übrigen 20,69% dieser Gruppe konnten mit „B“ bewertet werden.

Tab. 43: Ergebnisse der KT-1000 Messung, 1 Jahr postop. mit 89 N, 101 N und unter Maximalkraft

	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt:	
89						
A	26	89,66%	23	79,31%	49	84,48%
B	3	10,34%	5	17,24%	8	13,79%
C	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
D	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gesamt	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%
101						
A	25	86,21%	23	79,31%	48	82,76%
B	4	13,79%	5	17,24%	8	13,79%
C	0	0,00%	1	3,45%	2	3,45%
D	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gesamt	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%
max.						
A	24	82,76%	23	79,31%	47	81,03%
B	5	17,24%	6	20,69%	11	18,97%
C	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
D	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gesamt	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

A < 3 mm B 3 - 6 mm C 6,5 - 10 mm D > 10 mm

Abb. 41: Vergleich der Ergebnisse der KT-1000 Messung, 1 Jahr postop. mit 89 N, 101 N und unter Maximalkraft (Translationsdifferenzen, gesundes versus operiertes Bein, werden aus übersichtlichen Gründen in Abstufungen mit je 0,5 mm auf der x-Achse aufgetragen)



Sherman [63] bezeichnet Translationsdifferenzen kleiner als 3 mm als „Erfolgsgruppe“, Patienten mit Differenzen größer als 5 mm werden als „Misserfolgsgruppe“ betitelt. Diejenigen, die Unterschiede zwischen 3 mm und 5 mm hatten als „Grauzone“.

Klassifiziert man die Ergebnisse nach Sherman, erhält man folgende Werte für die KT-1000 Messung.

Tab. 44: Einteilung der Ergebnisse der KT-1000 Messung nach Sherman

Sherman

Klassifikation

	ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt:	
89						
a	26	89,66%	23	79,31%	49	84,48%
b	3	10,34%	5	17,24%	8	13,79%
c	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
Gesamt:	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%
101						
a	25	86,21%	23	79,31%	48	82,76%
b	4	13,79%	5	17,24%	9	15,52%
c	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
Gesamt:	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%
max.						
a	24	82,76%	23	79,31%	47	81,03%
b	5	17,24%	5	10,34%	10	17,24%
c	0	0,00%	1	3,45%	1	1,72%
Gesamt:	29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

a < 3 mm b 3 - 5 mm c >5 mm

Die Ergebnisse können fast komplett aus der Klassifikation gemäß IKDC übernommen werden. Alle mit „A“ bewerteten Patienten zählen zur „Erfolgsgruppe“. In der Kategorie „B“ und „C“ gibt es im Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat eine Veränderung bei den Messungen mit maximaler Kraft.

Hier wurden nach IKDC 6 Patienten mit „B“ bewertet. Klassifiziert man nach Sherman, wurden nur 5 Patienten in die „Grauzone“ eingestuft und 1 Patient in die „Misserfolgsgruppe“. In der Vergleichsgruppe ändert sich die Verteilung in

allen Messebereichen nicht. Die einzelnen Messerfolge im direkten Vergleich zeigten noch vor der IKDC – Klassifikation und der Sherman – Einteilung bei 89N ($p=0,88$), bei 101N ($p=0,47$) sowie bei maximaler Kraft ($p=0,05$) statistisch keine signifikanten Unterschiede.

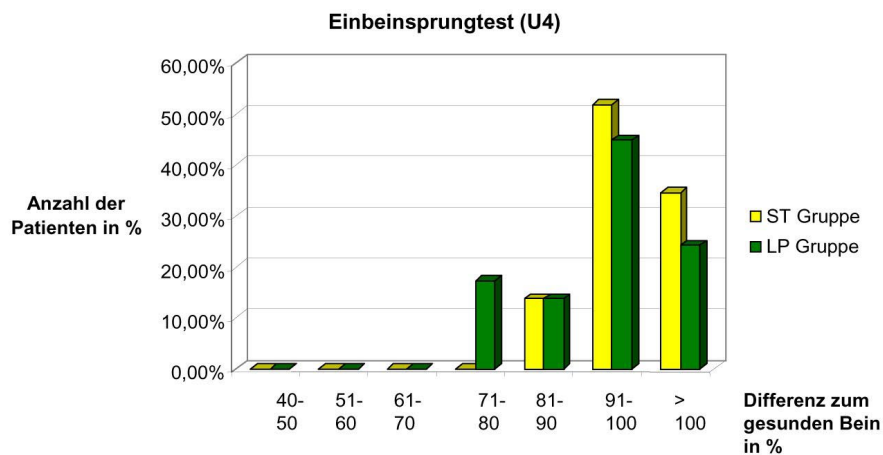
3.4.2.8 Einbeinsprung -Test

Die Durchführung dieses Tests erfolgte erneut wie in 2.3.4.11 beschrieben. Wie auch in der Voruntersuchung erzielten die beiden Kollektive vergleichbare mittlere Weiten mit dem gesunden Bein. Das ST-Kollektiv sprang im Schnitt 1,50 m weit, das Kontrollkollektiv hüpfte auf eine mittlere Weite von 1,54 m. Mit dem operierten Bein schaffte das Kollektiv mit Semitendinosussehnenerersatz im Mittel 98% der Weite des gesunden Beines und sprang im Durchschnitt 1,47 m weit. Die Vergleichsgruppe schaffte mit 1,44 m im Durchschnitt 93,51% im Bezug auf das gesunde Bein. In diesem Untersuchungsintervall erreichten insgesamt 17 Patienten (29,31%) mit dem verletzten Bein eine größere Weite als mit der gesunden Seite. Aus dem ST-Kollektiv wurden 10 Studienteilnehmer (34,48%) in diese Kategorie eingestuft und aus dem LP-Kollektiv 7 (24,14%). Eine Weite über 90%, jedoch nicht weiter als mit dem unverletzten Bein, erreichten 13 Patienten (44,83%) mit Ligamentum Patellae Ersatz und 15 (51,72%) aus der Vergleichsgruppe. 4 Patienten (13,79%) mit Semitendinosussehnenerersatz sprangen in die Kategorie zwischen 76% und 90%, ebenso wie 7 Patienten (24,14%) mit Ligamentum Patellae Rekonstruktion. In die Kategorie, welche nach IKDC mit „C“ bewertet wird, wurden 2 Patienten (6,9%) aus der LP-Gruppe eingeordnet. Hier lag die Weite mit dem operierten Bein bezogen zur Gegenseite bei 50%-75%. Mit $p=0,41$ war der Unterschied statistisch nicht signifikant. In der folgenden graphischen Darstellung (Abb.42) werden die Abstufungen der Übersichtlichkeit halber in 10%-Einheiten dargestellt siehe Tab.45.

Tab. 45: Gruppenverteilung des Einbeinsprungtests, 1 Jahr postop.

Einbeinsprung- test U4		ST Gruppe		LP Gruppe		Gesamt	
<i>Differenz in %</i>							
40-50		0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
51-60		0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
61-70		0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
71-80		0	0,00%	5	17,24%	5	8,62%
81-90		4	13,79%	4	13,79%	8	13,79%
91-100		15	51,72%	13	44,83%	28	48,28%
> 100		10	34,48%	7	24,14%	17	29,31%
		29	100,00%	29	100,00%	58	100,00%

Abb. 42: Ergebnisse des Einbeinsprungtest, 1 Jahr postop. Im Vergleich



3.4.3 Tunnelwidening

Im Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz wurde bei einem Patienten, nach radiologischer Kontrolle, eine Aufweitung des femoralen Bohrkanals festgestellt.

3.5 Verlauf

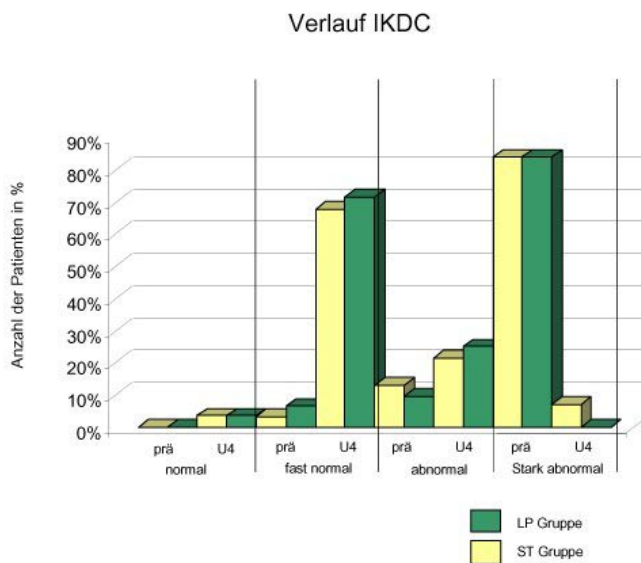
3.5.1 IKDC

Eine Bewertung entsprechend dem IKDC-Evaluationsblatt (siehe Abb. 11), konnte sowohl präoperativ, als auch 1 Jahr postoperativ durchgeführt werden. Betrachtet man die beiden Scores im Verlauf, stellt sich eindeutig in beiden Kollektiven ein positiver Trend mit folgendem Ergebnis dar: noch vor ihrer Operation mussten in beiden Gruppen je 83,9% 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 Semitendinosussehnenersatz diese Wertung. Die Anzahl der Patienten, die in diesem Score mit „A“ oder „B“ klassifiziert wurden, ist deutlich angestiegen. Im Bereich „normal“ kam es zu einem Positivtrend in beiden Gruppen jeweils von 0,0% auf 3,6% (N=1). In der Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz konnte präoperativ nur 3,2% (N=1) und postoperativ immerhin 65,6% (N=19) der Studienteilnehmer mit „B“ bewertet werden. Im Vergleichskollektiv stellte sich die gleiche Progredienz zum Positiven dar, allerdings auf höherem Niveau. Mit einem fast normalen Knie wurden präoperativ 6,5% (N=2) und postoperativ 69,0% (N=20) des Kollektivs bewertet.

Tab. 46: Gegenüberstellung der Ergebnisse analog des IKDC, präop. und U4

Verlauf IKDC	ST prä	LP prä	ST U4	LP U4
<i>normal</i>	0%	0%	3,4%	3,4%
<i>fast normal</i>	3,2%	6,5%	65,5%	69,0%
<i>abnormal</i>	12,9%	9,7%	24,1%	27,6%
<i>stark abnormal</i>	83,9%	83,9%	6,9%	0%
	100%	100%	100%	100%

Abb. 43: graphischer Vergleich des IKDC, präop. mit dem Ergebnis der U4



3.5.2 Lysholm -Score

Die Klassifikation entsprechend dem Lysholm-Score (siehe Abb.10) konnte sowohl präoperativ, als auch 6 Monate postoperativ zur U3 und 12 Monate postoperativ zur U4 vorgenommen werden. Alleine anhand der jeweiligen Durchschnittswerte kann man eine Verbesserung zum Positiven, mit zunehmendem Abstand zur OP, in beiden Kollektiven feststellen.

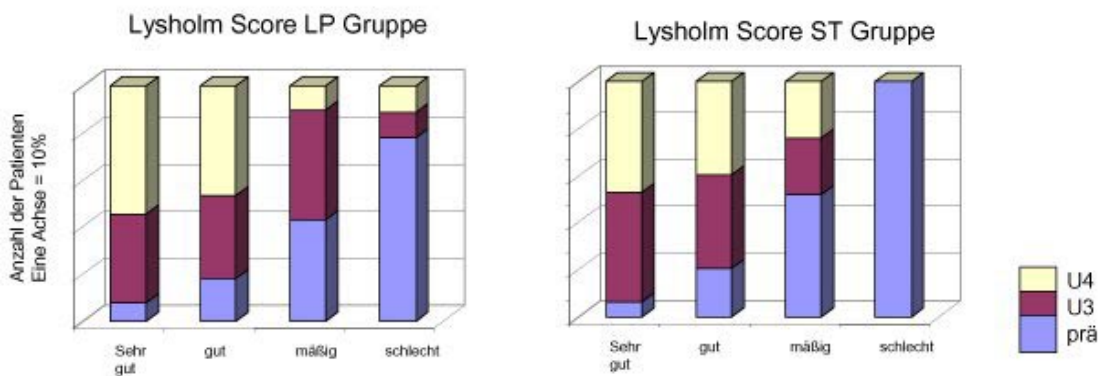
In dem Kollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat wurde präoperativ ein Mittelwert von 62,87 Punkten erreicht. Nach 6 Monaten lag dieser Wert bei einer Punktzahl von 90,48 und konnte nach 12 Monaten nur minimal auf 90,86 Punkte verbessert werden.

In der Gruppe mit Ligamentum Patellae Transplantat lag der präoperative Mittelwert bei 57,13 Punkten. Nach einem halben Jahr wurde eine Durchschnittspunktzahl von 84,9 und nach einem Jahr sogar von 89,76 erreicht. Im Detail bedeutet dies, bezogen auf das Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz, dass zum Operationszeitpunkt 77,5% der Patienten ein schlechtes oder mäßiges Ergebnis in diesem Score erzielten. Ab

dem Zeitpunkt der U3 mussten nur noch 20,7% (N=6) mit „mäßig“ bewertet werden. Dafür konnten 48,3% (N=14) der Patienten ab der U3 mit „sehr gut“ und 31% (N=9) mit „gut“ bewertet werden.

In der Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz wurden insgesamt genauso viele Patienten wie im Vergleichskollektiv in die beiden schlechtesten Kategorien eingeteilt. Hier war allerdings die Progredienz nach einem halben Jahr noch nicht abgeschlossen. Jeweils 31% (N=9) der Patienten erreichten nach 6 Monaten ein „sehr gutes“ und „gutes“ Ergebnis. Ein Jahr postoperativ konnten 44,8% (N=13) in die Kategorie „sehr gut“ und 41,4% (N=12) in die Kategorie „gut“ eingeteilt werden.

Abb. 44: graphische Darstellung der Ergebnisse des Lysholm-Scores im Verlauf



Tab. 47: Ergebnisse des Lysholm-Scores im Verlauf

Verlauf Lysholm	ST Gruppe			LP Gruppe		
	prä	U3	U4	prä	U3	U4
<i>sehr gut</i>	6,45%	48,30%	48,30%	6,45%	31,00%	44,80%
<i>gut</i>	16,13%	31,00%	31,00%	16,13%	31,00%	41,40%
<i>mäßig</i>	45,16%	20,70%	20,70%	29,03%	31,10%	6,90%
<i>schlecht</i>	32,26%	0,00%	0,00%	48,39%	6,90%	6,90%
Gesamt:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

3.5.3 Tegneraktivität

Das Aktivitätsniveau entsprechend der Tegneraktivitätsskala (Abb.10) konnte ebenfalls zu zwei Zeitpunkten aufgenommen werden, präoperativ und nach einem Jahr (Ergebnisse siehe 2.1.4 Abb. 3 und 3.4.1.4 Abb. 35).

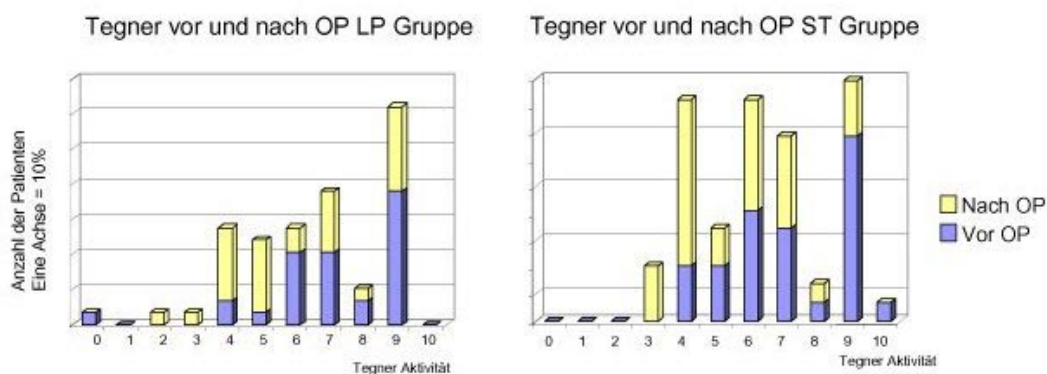
Bezogen auf die 58 verbleibenden Studienteilnehmer konnte in beiden Kollektiven keine Verbesserung im Hinblick auf die Durchschnittswerte beschrieben werden, da die Mehrzahl der Patienten nach einem Jahr ihr ursprüngliches Aktivitätsniveau erreicht hatten. Der Mittelwert der Patienten mit Ligamentum Patellae Ersatz lag, nach eigenen Angaben, vor ihrem Verletzungszeitpunkt bei 6,87 Punkten. Postoperativ erreichte das gleiche Kollektiv lediglich einen Durchschnittswert von 6,1 Punkten analog der Tegneraktivitätsskala. Im Vergleich dazu erreichten die Studienteilnehmer der Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz vor dem Verletzungszeitpunkt einen Durchschnittswert von 6,9 Punkten und postoperativ von 5,35 Punkten analog der Aktivitätsskala.

Insgesamt gaben 55,17% der Studienteilnehmer an, dass sich ihr Aktivitätsniveau nach der Knieoperation verändert hat. Die Verteilung zwischen den Kollektiven Ligamentum Patellae Transplantat zu Semitendinosussehnenersatz liegt bei 51,72% (N=15) zu 58,62% (N=17) bezogen auf die jeweilige Gruppe.

11 Patienten aus der Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz und 14 Patienten aus der Vergleichsgruppe hatten nach einem Jahr ihr früheres Aktivitätsniveau wieder erreicht. und somit keine Aktivitätsveränderung. Aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat gab ein Studienteilnehmer (3,45%) sogar an, seinen Aktivitätslevel um zwei Punkte gesteigert zu haben. Im gleichen Kollektiv befindet sich allerdings auch ein Patient (3,45%) mit dem größten Aktivitätsverlust. Seine Aktivitäten hatten sich auf der Tegner-Aktivitätsskala um 7 Punkte gesenkt. In der Gruppe mit Semitendinosussehnenersatz beschrieb ein Patient einen Aktivitätsabfall von 6 Punkten, was in dieser Gruppe das schlechteste Ergebnis darstellt. Jeweils ein Patient aus jedem Kollektiv hatte einen Aktivitätsverlust von 5

Punkten und 2 Studienteilnehmer (6,9%) aus jeder Gruppe von 4 Punkten. 3 Patienten (10,35%) aus der ST-Gruppe und 2 Patienten (6,9%) aus dem Vergleichskollektiv beschrieben einen Abfall ihrer sportlichen Leistung um 3 Punkte. In beiden Gruppen gaben die meisten Patienten eine Verringerung ihrer Aktivität von 2 (Gesamt: 17,24%) und von 1 (Gesamt: 15,52%) an. (Die gruppenspezifische Verteilung entnehmen Sie bitte der Graphik.)

Abb. 45: graphische Gegenüberstellung der Ergebnisse der Aktivitätsniveaus nach Tegner, jeweils innerhalb eines Kollektivs, präop. und U4



Tab. 48: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Aktivitätsniveaus nach Tegner, präop. und U4

Verlauf Tegner Aktivität	ST Gruppe		LP Gruppe	
	vor OP	nach OP	vor OP	nach OP
0	0,00%	0,00%	3,45%	0,00%
1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	0,00%	0,00%	0,00%	3,45%
3	0,00%	10,34%	0,00%	3,45%
4	10,34%	31,03%	6,89%	20,69%
5	10,34%	6,90%	3,45%	20,69%
6	20,69%	20,69%	20,69%	6,89%
7	17,25%	17,25%	20,69%	17,24%
8	3,45%	3,45%	6,90%	3,45%
9	34,48%	10,34%	37,93%	24,14%
10	3,45%	0,00%	0,00%	0,00%
Gesamt:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

3.5.4 Visuelle Analogskala

Vorab möchte ich an dieser Stelle nochmals erwähnen, dass die Auswertung der Schmerzintensität mittels visueller Analogskala nur dann sinnvoll ist, wenn als Zusatzinformation dokumentiert wird, bei welchen Belastungen Schmerzen auftreten. Wie man aus den Tab. 21 u. 35 erkennt, traten Schmerzen bei den meisten Teilnehmer dieser Studie nur „unregelmäßig und/oder bei starker Belastung“ auf. Die dann aufgetretenen Schmerzintensitäten wurden mittels VAS erfasst.

Betrachtet man die Durchschnittswerte der Schmerzintensitäten der einzelnen Gruppen im Verlauf, bietet sich ein ähnliches Bild. Die Werte steigen deutlich von ursprünglich niedrigen Werten der U2 (das LP-Kollektiv hat einen Durchschnitt von nur 5,0 %, im ST-Kollektiv liegt der Mittelwert bei 7,21%) bis zur Halbjahresuntersuchung, der U3 an (Durchschnittswert der LP-Gruppe bei 20,45% und der ST-Gruppe bei 13,52%). In der Jahresuntersuchung fallen die mittleren Schmerzintensitäten wieder sichtlich ab (ST-Gruppe: 10,21, LP-Gruppe: 12,34).

Bei der Untersuchung nach 12 Wochen (U2) (bis dahin waren die Patienten in ihren Bewegungen noch eingeschränkt) hatten 82,76% Patienten (N=24) aus jeder Gruppe keine oder vernachlässigbare Schmerzen. Nur ein Patient (3,45%) mit Semitendinosussehnenersatz bewertete seine Schmerzen mit einer Prozentangabe zwischen 50 und 60. In der Vergleichsgruppe gab ein Patient (3,45%) Schmerzen zwischen 60% und 70% an.

Zum Untersuchungszeitpunkt nach einem halben Jahr, gab es in beiden Kollektiven relativ wenige Patienten, die vernachlässigbare Schmerzintensitäten angaben. Im Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz reduzierte sich deren Anzahl auf 62,07% (N=18) und in der Gruppe mit Patellarsehnenersatz sogar auf 34,48% (N=10). In beiden Kollektiven schätzten je 6,9% der Studienteilnehmer (N=2) ihre Schmerzen mit 50% bis 60% ein. Ein Patient aus der ST-Gruppe klagte sogar über noch größere Schmerzen (61 – 70%), sofern diese auftraten. Ein zweites Verteilungsmaximum lag in beiden Gruppen bei Schmerzintensitäten von 20% bis 30%.

Bei der Jahresuntersuchung (U4) gab es nur noch einen Patienten mit Ligamentum Patellae Transplantat, der auf der VAS Schmerzen angab, die über 50% lagen. Bei ihm erreichte die Schmerzintensität, ohne neu aufgetretenes Trauma und ohne klinisches Korrelat, erstmalig 80 bis 90 %. Im Kollektiv mit Mehrfachsemitendinosussehnenerersatz blieb die Anzahl der Patienten mit Schmerzen unter 6% gleich bei 62,07%. Alle anderen Teilnehmer dieser Gruppe schätzten ihre Schmerzintensitäten unter 40% ein. In der LP-Gruppe waren zum letzten Untersuchungszeitpunkt im Vergleich zur Voruntersuchung mehr Patienten schmerzfrei (55,17%). Nur ein Patient lag bei Schmerzintensitäten von 41% bis 50%.

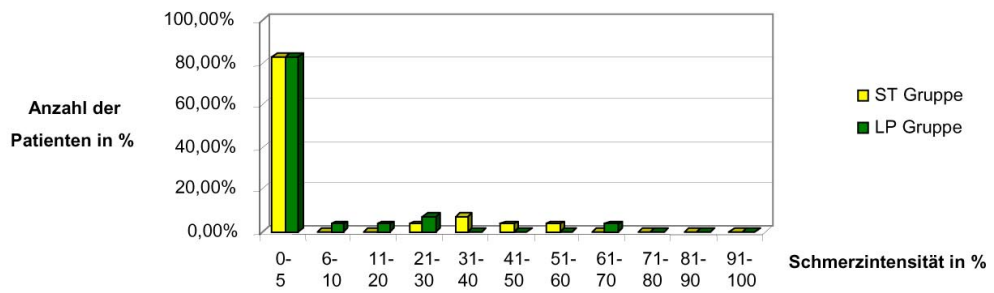
Tab. 49: Übersicht der Mit VAS ermittelten Schmerzintensitäten, von U2-U4, innerhalb der jeweiligen Kollektive

Verlauf VAS	ST Gruppe U2		ST Gruppe U3		ST Gruppe U4	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0-5	24	82,76%	18	62,07%	18	62,07%
6 bis 10	0	0,00%	0	0,00%	2	6,90%
11 bis 20	0	0,00%	2	6,90%	1	3,45%
21-30	1	3,45%	4	13,79%	5	17,24%
31-40	2	6,90%	2	6,90%	3	10,34%
41-50	1	3,45%	0	0,00%	0	0,00%
51-60	1	3,45%	2	6,90%	0	0,00%
61-70	0	0,00%	1	3,45%	0	0,00%
71-80	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
81-90	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
91-100	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%

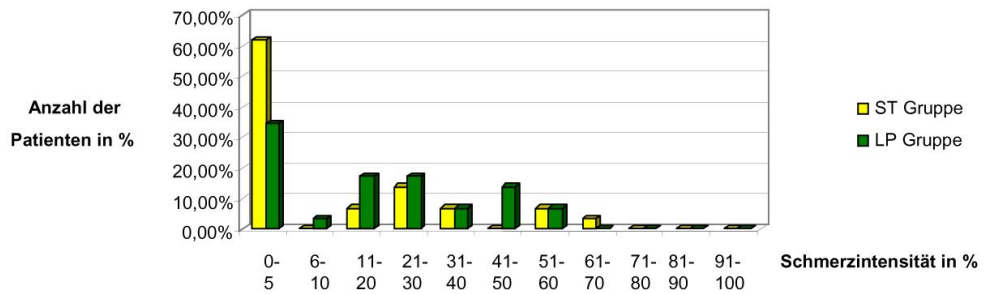
Verlauf VAS	LP Gruppe U2		LP Gruppe U3		LP Gruppe U4	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0-5	24	82,76%	10	34,48%	16	55,17%
6 bis 10	1	3,45%	1	3,45%	4	13,79%
11 bis 20	1	3,45%	5	17,24%	3	10,34%
21-30	2	6,90%	5	17,24%	1	3,45%
31-40	0	0,00%	2	6,90%	3	10,34%
41-50	0	0,00%	4	13,79%	1	3,45%
51-60	0	0,00%	2	6,90%	0	0,00%
61-70	1	3,45%	0	0,00%	0	0,00%
71-80	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
81-90	0	0,00%	0	0,00%	1	3,45%
91-100	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%

Abb. 46: Verlauf der Schmerzintensitäten analog der VAS, von U2-U4

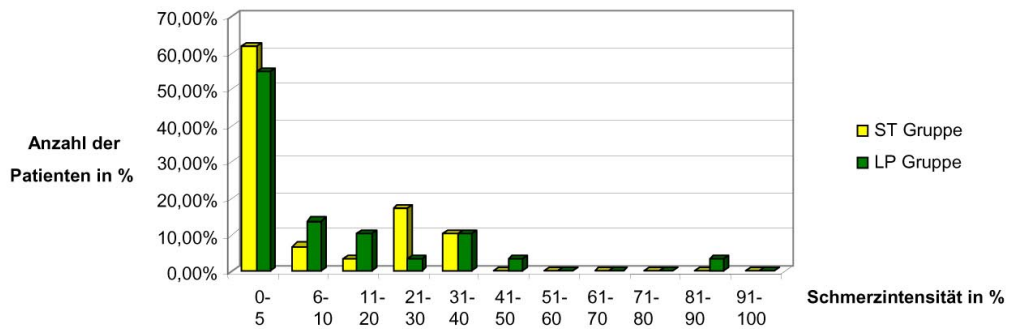
Schmerzintensität U2



Schmerzintensität U3

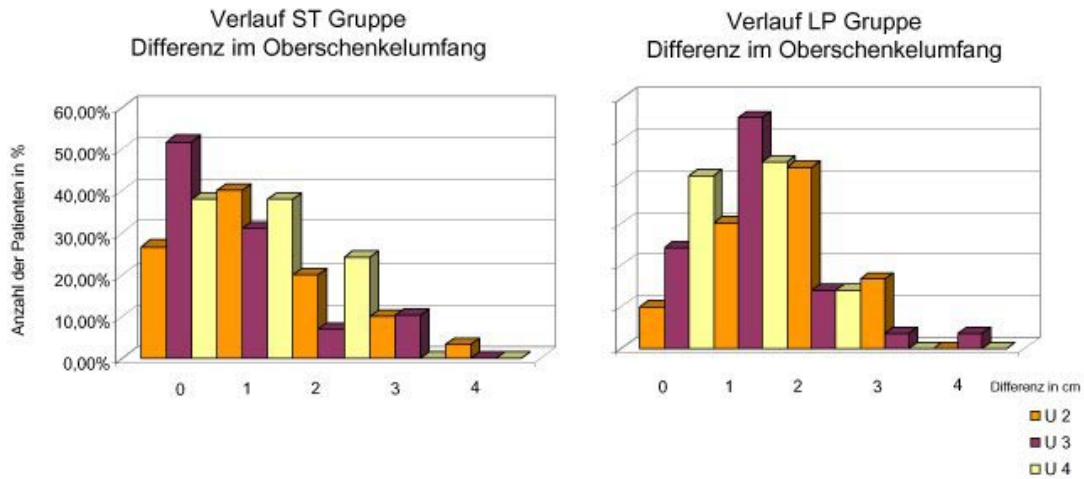


Schmerzintensität U4



3.5.5 Oberschenkelumfangmessung

Abb. 47: Graphik zum gruppenspezifischer Verlauf der Oberschenkelumfangmessung, U2-U4



Tab. 50: gruppenspezifischer Verlauf der Oberschenkelumfangmessung, U2-U4

Verlauf Oberschenkelumfang	ST			LP		
	U2	U3	U4	U2	U3	U4
Differenz in cm						
0	26,67%	51,73%	37,93%	10,00%	24,14%	41,38%
1	40,00%	31,03%	37,93%	30,00%	55,17%	44,83%
2	20,00%	6,90%	24,14%	43,33%	13,79%	13,79%
3	10,00%	10,34%	0,00%	16,67%	3,45%	0,00%
4	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%	3,45%	0,00%
Gesamt:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Auch bei der Messung des Oberschenkelumfangs konnte, wie angenommen, im Verlauf ein Positivtrend bemerkt werden. Gemessen wurde immer die Differenz zwischen gesundem und operiertem Bein. Geht man davon aus, dass eine Differenz von keinem oder einem Zentimeter ein gutes Ergebnis darstellt, da dies Werte sind, die bei einem Gesunden gemessen werden können, lässt sich schon anhand der Mittelwerte erkennen, dass bis 12 Monate postoperativ die Patienten mit Semitendinosussehnenentransplantat bessere Resultate erzielten als das Vergleichskollektiv. Noch bei der ersten Messung nach 12

Wochen lag die durchschnittliche Oberschenkeldifferenz des Kollektivs mit Semitendinosussehnentransplantat bei 1,23 cm und des Vergleichskollektivs bei 1,97 cm. In dem Zeitraum bis zur nächsten Untersuchung nach 6 Monaten verbesserten sich die Mittelwerte beider Gruppen. Hier betrug die Differenz im Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz nur noch 1,07 cm und in der Vergleichsgruppe sogar nur 0,75 cm. Bei der Enduntersuchung schnitten allerdings die Teilnehmer mit Ligamentum Patellae Ersatz besser ab. Die Differenz zwischen verletztem und gesundem Bein betrug bei ihnen im Schnitt nur noch 0,72 cm. Das Kollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat verschlechterte sich leicht auf einen Mittelwert von 0,86 cm. Bereits nach 12 Wochen konnte in der Gruppe mit Semitendinosussehnenerersatz bei 26,67% keine Umfangdifferenz mehr gemessen werden und bereits 40% hatten noch eine Seitendifferenz von nur 1cm. In der Gruppe mit Ligamentum Patellae Transplantat waren es zum Vergleich nur 10% ohne und 30% mit 1 cm Seitendifferenz.

Auch nach einem halben Jahr sah die Verteilung auf beide Kollektive ähnlich aus, wenn auch auf höherem Niveau. Im Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz erreichten immerhin nun 24,14% den Wert „0“ als Seitendifferenz. Im anderen Kollektiv waren es bereits 51,72%. 1 cm Differenz hatten in der Gruppe mit Patellarsehnenerersatz 55,17% und im Vergleichskollektiv 31,03%. Es gab zu diesem Zeitpunkt allerdings noch einen Patienten (3,45%) aus der Gruppe mit Ligamentum Patellae Transplantat, bei dem ein Defizit von 4 cm gemessen wurde.

Bei der Enduntersuchung, ein halbes Jahr später, betrug die maximale Seitendifferenz in beiden Kollektiven 2 cm. Das Patientenkollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat hatte sich sowohl im Hinblick zur Voruntersuchung, als auch zum Vergleichskollektiv verschlechtert. Seitendifferenzen von 1 cm und 0 cm wurden jeweils bei 37,93% gemessen. Die Studienteilnehmer mit Patellarsehnentransplantat hatten sich als Kollektiv zur Voruntersuchung deutlich verbessert. Bei 41,38% konnte keine Differenz mehr gemessen werden und 44,83% hatten eine Seitendifferenz von nur 1 cm.

3.5.6 Extensionsdefizit

Beim Messen des Extensionsdefizits konnte im Verlauf, in beiden Kollektiven, eine deutliche Verbesserung festgestellt werden.

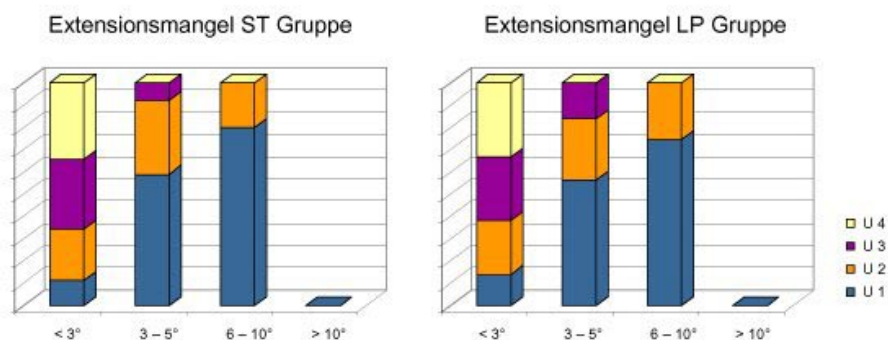
Bei der ersten Untersuchung (U1) nach 6 Wochen postoperativ hatten im Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz noch 67,74 % (N=21) und im Vergleichskollektiv noch 61,29% (N=19) ein Streckdefizit von 3° und mehr im Vergleich zur anatomischen Neutralnullposition.

Bereits 6 Wochen später (U2) kehrten sich die Verhältnisse in beiden Kollektiven um. 73,33% mit Ligamentum Patellae Transplantat (N=22) und 66,67% mit Semitendinosussehnenentransplantat (N=20) hatten ein Extensionsmangel von weniger als 3°.

Bei der Halbjahresuntersuchung (U3) stieg in beiden Gruppen die Progression zum Positiven weiter an, sodass bereits 93,1% mit Semitendinosussehnenersatz (N=27) und 86,21% mit Patellarsehnenersatz (N=25) ein Streckdefizit von weniger als 3° hatten. Zu diesem Zeitpunkt hatten zum ersten Mal eine größere Anzahl Patienten aus der ST-Gruppe ein besseres Ergebnis bezüglich dieses Merkmals.

Zur Jahresabschlussuntersuchung (U4) konnte bei allen Patienten kein Extensionsdefizit mehr festgestellt werden.

Abb. 48: graphische Darstellung der Relationen der einzelnen Untersuchungszeitpunkte zueinander bezogen auf das Extensionsdefizit analog IKDC



Tab. 51: Übersicht über den Verlauf des Extensionsdefizits innerhalb der Gruppen

Verlauf Extension	ST Gruppe				LP Gruppe			
	U1	U2	U3	U4	U1	U2	U3	U4
< 3°	32,26%	66,67%	93,10%	100,00%	38,71%	73,33%	86,21%	100,00%
3 - 5°	54,84%	30,00%	6,90%	0,00%	48,39%	23,33%	13,79%	0,00%
6 - 10°	12,90%	3,33%	0,00%	0,00%	12,90%	3,34%	0,00%	0,00%
> 10°	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Gesamt:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

3.5.7 Flexionsdefizit

Betrachtet man das Beugedefizit zwischen operiertem Bein und gesundem Bein im Verlauf, kann man in beiden Gruppen eine Verbesserung mit zunehmendem Abstand zur Operation feststellen.

Zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung (U1), haben 83,87% der Patienten mit Semitendinosussehnenerersatz (N=26) einen Flexionsmangel von über 25°. Im Vergleichskollektiv waren es zu diesem Zeitpunkt zwar ebenfalls 77,42% (N=24) mit einem solchen Ergebnis, dennoch konnte hier bei einem Teilnehmer bereits ein Beugemangel von nur 0°–5° festgestellt werden.

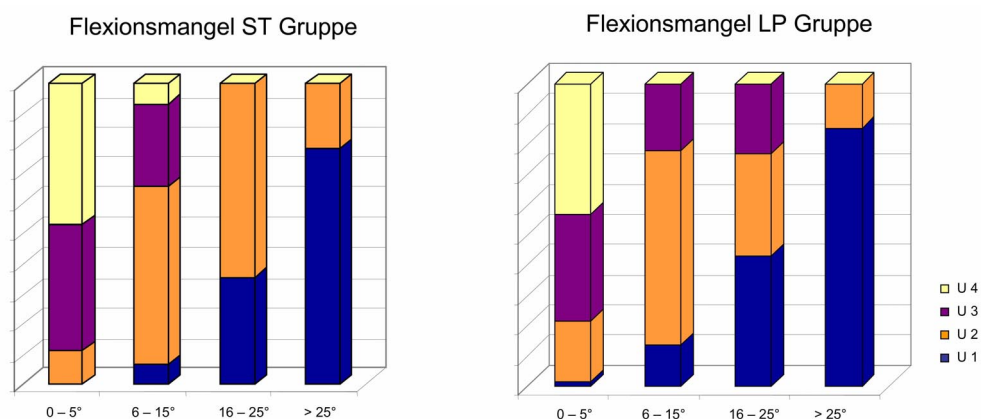
6 Wochen später (U2) wurden dann 46,67% des Kollektivs mit Patellarsehnentransplantat (N=14) in die Kategorie „1“ (= Beugedefizit von 0°–5°) eingestuft. Diese Wertung erreichten ebenfalls 23,33% der Patienten aus der Vergleichsgruppe (N=7). In beiden Gruppen konnte bei jeweils 30% der Studienteilnehmer (N=9) ein Flexionsmangel von 6°–15° gemessen werden.

Zur Halbjahresuntersuchung (U3) wurden 86,21% des Kollektivs mit Semitendinosussehnentransplantat (N=25) mit „1“ klassifiziert. Bei den übrigen Studienteilnehmer der Gruppe war das Beugedefizit kleiner als 16°. In der Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz konnten sich 34,48% (N=10) verbessern, so dass insgesamt 82,76% mit „1“ (0°–5°) eingestuft wurden. 6,9% aus diesem Kollektiv (N=2) hatten zu diesem Zeitpunkt ein Beugedefizit, das zwischen 16° und 25° lag.

In der Jahresabschlussuntersuchung wurden bei 97% Patienten des ST-Kollektivs ein Mangel der Flexion 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 5° war.

Abb. 49: graphische Darstellung der Relationen der einzelnen Untersuchungszeitpunkte zueinander bezogen auf das Flexionsdefizit analog IKDC



Tab. 52: Übersicht über den Verlauf des Flexionsdefizits innerhalb der Gruppen

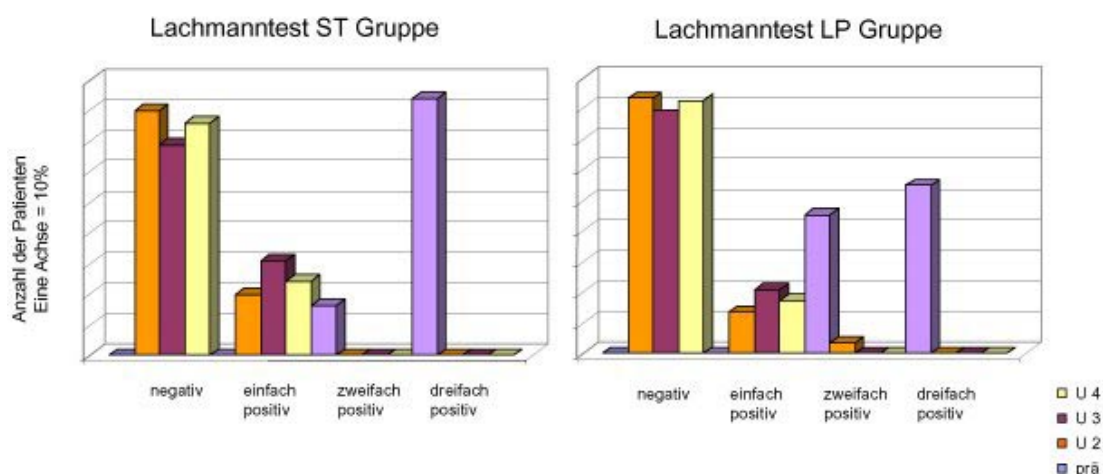
Verlauf Flexion	ST Gruppe				LP Gruppe			
	U1	U2	U3	U4	U1	U2	U3	U4
0 - 5°	0%	23,34%	86,21%	96,55%	3,23%	46,67%	82,76%	100,00%
6 - 15°	3,23%	30,00%	13,79%	3,45%	6,45%	30,00%	10,34%	0,00%
16 - 25°	12,90%	23,33%	0,00%	0,00%	12,90%	10,00%	6,90%	0,00%
> 25°	83,87%	23,33%	0,00%	0,00%	77,42%	13,33%	0%	0,00%
Gesamt:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

3.5.8 Lachmann -Test

Bereits zum ersten Zeitpunkt, 12 Wochen postoperativ, an dem der Lachmann-Test durchgeführt wurde, fällt eine deutliche Verbesserung im Vergleich zum präoperativen Befund auf. Nur noch ein Patient (3,34%) aus der Gruppe mit Ligamentum Patellae Ersatz hatte ein zweifach positives Testergebnis. Alle anderen Patienten hatten bereits ab diesem Untersuchungszeitpunkt einen einfach positiven oder gar negativen Lachmann Test. Bei der Enduntersuchung

erhöhte sich die Anzahl der Patienten (79,31%), die mit einem negativem Test bewertet wurden im Vergleich zur Halbjahresuntersuchung in beiden Kollektiven. Bei der Enduntersuchung nach einem Jahr postoperativ war bei 75,86% der Patienten mit Semitendinosussehnentransplantat und bei 82,76% der Patienten aus dem Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat der Lachmann-Test negativ. Ein halbes Jahr zuvor konnten nur 68,97% des Kollektivs mit Semitendinosussehnenersatz und 79,31% des Vergleichskollektiv als „Lachmann-negativ“ gewertet werden.

Abb. 50: Graphik zur Stabilitätsprüfung nach Lachmann, Verlauf präop., U2,U3,U4



Tab. 53: Ergebnisse des Lachmann-Tests im Verlauf, gruppenspez. Verteilung

Verlauf Lachmann	ST Gruppe				LP Gruppe			
	prä	U2	U3	U4	prä	U2	U3	U4
negativ	0,00%	80,00%	68,97%	75,86%	0,00%	83,33%	79,31%	82,76%
einfach positiv	0,00%	20,00%	31,03%	24,14%	0,00%	13,33%	20,69%	17,24%
zweifach positiv	16,13%	0,00%	0,00%	0,00%	45,16%	3,34%	0,00%	0,00%
dreifach positiv	83,87%	0,00%	0,00%	0,00%	54,84%	0,00%	0,00%	0,00%
Gesamt:	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

3.5.9 KT -1000 Arthrometermessung

Bei der KT1000-Arthrometermessung, welche nach 6 Monaten und nach einem Jahr durchgeführt wurde, konnte man in beiden Gruppen im Verlauf eine Verbesserung erkennen.

Im Kollektiv mit Ligamentum Patellae Transplantat hatten zum Untersuchungszeitpunkt nach einem halben Jahr, bei einem Anpressdruck von 89 N und 101 N, 73,31% der Patienten (N=23) eine Translationsdifferenz von weniger als 3 mm. Bei der Messung mit maximalem Druck waren es sogar 82,76% (N=24). Alle anderen aus diesem Kollektiv wurden entsprechend dem IKDC mit „B“ klassifiziert.

Zur Jahresabschlußuntersuchung wurden in der Gruppe mit Patellarsehnenersatz bei allen drei Messungen 79,31% der Patienten (N=23) mit „B“ analog zum IKDC bewertet. Nur ein Patient verschlechterte sich bei den Messungen mit einem Anpressdruck von 89 N und 101 N im Vergleich zur Voruntersuchung.

In der Studiengruppe mit Semitendinosussehnenersatz konnten sich bei allen Messungen 6,9% der Patienten zum Positiven verbessern. In der Halbjahresuntersuchung erreichten je nach Anpressdruck 79,31% (N=23), 75,86 (N=22) bzw. 82,76% (N=24) ein Ergebnis, das nach IKDC mit „A“ klassifiziert wurde. Zur Jahresuntersuchung (U4) erzielten, je nach Messung, 89,66% (N=26) bzw. 86,21% (N=25) dieses Ergebnis. Kein Patient aus diesem Kollektiv wurde nach 12 Monaten mit „C“ gewertet.

Tab. 54: gruppenspez. Ergebnisse der KT-1000 Arthrometermessung im Verlauf, U3 u. U4

	ST Gruppe		LP Gruppe	
	U3	U4	U3	U4
89				
A	23 79,31%	26 89,66%	23 79,31%	23 79,31%
B	6 20,69%	3 10,34%	6 20,69%	5 17,24%
C	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	1 3,45%
D	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
Gesamt	29 100,00%	29 100,00%	29 100,00%	29 100,00%
101				
A	22 75,86%	25 86,21%	23 79,31%	23 79,31%
B	7 24,14%	4 13,79%	6 20,69%	5 17,24%
C	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	1 3,45%
D	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
Gesamt	29 100,00%	29 100,00%	29 100,00%	29 100,00%
max.				
A	24 82,76%	24 82,76%	24 82,76%	23 79,31%
B	3 10,34%	5 17,24%	5 17,24%	6 20,69%
C	2 6,90%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
D	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%
Gesamt	29 100,00%	29 100,00%	29 100,00%	29 100,00%

A < 3 mm B 3 - 6 mm C 6,5 - 10 mm D > 10 mm

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. Ziel war es, im Verlauf der Studie signifikante Unterschiede zwischen beiden Verfahren aufzuzeigen. Hierfür wurden zwei vergleichbare Kollektive mit initial je 31

Studienteilnehmer, die nach dem Zufallsprinzip einer Operationsmethode zugeteilt wurden, miteinander verglichen. Die Patienten, bei denen die ACL-Rekonstruktion mittels Semitendinosussehnenersatz und Endobutton erfolgte, gehörten der ST-Gruppe an und die mit Ligamentum Patellae Transplantat mit Interferenzschraube, der LP-Gruppe.

Im Zeitraum von 1998 bis 2000 wurden alle Patienten einmal präoperativ und viermal postoperativ zu festgesetzten Zeitpunkten untersucht. Diese kurz- bis mittelfristigen Ergebnisse sollen nun im Folgenden, innerhalb der klinischen Studie, in Abhängigkeit zum 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, wie Lysholm-Score, IKDC, Tegner-Aktivitätsskala und KT-1000 Arthrometermessung, angewendet. Als zusätzlichen Parameter wurde von uns eine Visuelle-Analogskala zur Messung der Schmerzintensität herangezogen. Auf den Verlauf dieser Merkmale im Einzelnen wurde in 3.5 bereits eingegangen. In den ersten Untersuchungen konnten allerdings nur einzelne Parameter der erwähnten Scores untersucht werden, da Belastung und Bewegung in Abhängigkeit vom Heilungsprozess nur sukzessiv freigegeben wurden. Zu allen Untersuchungszeitpunkten konnte zwischen beiden Verfahren zu keinem Zeitpunkt in einem der oben genannten Merkmale, ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Auffällig war im Kollektiv mit Lig. Patellae Ersatz lediglich eine deutlich höhere Entnahmemorbidität, welche sich durch Schmerzen im Knien äußerte. Allerdings wurde dieser Parameter in dieser Studie nicht weiter untersucht, da dies bereits in mehreren Vorstudien [1,8,14,17,41,42,49,50,59,73] ermittelt wurde.

Bei der Abschlussuntersuchung nach einem Jahr, der U4, konnte zwischen den beiden Kollektiven in keinem Merkmal ein statistisch signifikanter Unterschied dokumentiert werden. Die festgestellten Differenzen hatten auch

klinisch keine größere Wertigkeit. In der Auswertung analog zum IKDC und bei Bewertung des Aktivitätsniveaus analog der Tegner-Aktivitätsskala schnitt das Kollektiv mit Semitendinosussehnentransplantat geringfügig schlechter ab als das Vergleichskollektiv. Dafür erzielte dieses Kollektiv im Lysholm-Score und bei der Messung mittels KT-1000 Arthrometer ein leicht besseres Resultat als die Gruppe mit Patellarsehnenerersatz.

Auch bei der Auswertung der VAS zur Ermittlung der Schmerzintensitäten gab das ST-Kollektiv weniger Schmerzen an. Im Lachmann-Test waren die Ergebnisse in beiden Gruppen vergleichbar. Hier konnte ein geringfügig besseres Abschneiden der Gruppe mit Patellarsehnenerersatz festgestellt werden.

In den übrigen klinischen Untersuchungen konnte ebenfalls zu diesem Untersuchungszeitpunkt kein wesentlicher Unterschied festgestellt werden.

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt der U3, nach einem halben Jahr, tauchte zum einzigen mal ein statistisch signifikanter Unterschied, bei einem Unterpunkt des Lysholm-Scores, zwischen den beiden Kollektiven auf. Alle übrigen Resultate, wie auch der Lysholm-Score selbst, zeigten statistisch keine signifikanten Unterschiede. Beide Gruppen erreichten im Lysholm-Score ein gutes Ergebnis, auch wenn das Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz in wenigen Merkmalen geringfügig besser abschnitt. Diese Gruppe konnte bei Merkmalen, welche die Kraft bewerteten (Oberschenkelumfang und Einbeinssprung) ebenfalls positivere Resultate erzielen. Allerdings konnte bei vergleichbarem Bewegungsumfang in beiden Gruppen zu diesem Zeitpunkt im Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz eine leicht höhere Stabilität gemessen werden.

Zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung, der **U1**, nach 6 Wochen postoperativ, konnte in allen von uns verwendeten Merkmalen kein signifikanter Unterschied innerhalb der Vergleichsgruppen festgestellt werden.

12 Wochen postoperativ, zum Zeitpunkt der **U2**, konnte bei einer größeren Anzahl von Patienten mit Patellarsehnenerersatz vermehrte Muskelatrophien festgestellt werden, welche durch einen reduzierten Oberschenkelumfang im

direkten Seitenvergleich auffielen. Zu diesem Zeitpunkt wurde bei deutlich mehr Patienten (66,67%) mit Semitendinosussehnenersatz eine Oberschenkelumfangdifferenz von 1 cm oder weniger als im Vergleichskollektiv (40%) gemessen. Als Mittelwert erreichte das ST-Kollektiv einen Wert von 1,23 cm und die LP-Gruppe eine Durchschnittsumfangdifferenz von 1,97 cm.

Gleichzeitig konnten in derselben Gruppe vermehrt Gelenksschwellungen (gesamt 76,67%), bei gleichzeitig besserer Flexion als im Vergleichskollektiv, in den operierten Kniegelenken dokumentiert werden. Bis dato hatten doppelt so viele Patienten der LP-Gruppe (46,67%) im Vergleich zur ST-Gruppe (23,34%) ein Flexionsdefizit von weniger als 6° aufwiesen.

Jedoch konnte kein statistisch signifikanter Unterschied in allen Merkmalen 12 Wochen postoperativ, zur U2, dokumentiert werden.

In der **U3**, dem Untersuchungszeitpunkt nach einem halben Jahr, tauchte zum einzigen mal ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kollektiven auf. Bei diesem Merkmal handelt es sich um einen der acht Unterpunkte des Lysholm-Scores, bei dem die Frage nach Problemen beim „Treppensteigen“ erörtert wurde.

Hier kreuzten deutlich mehr Studienteilnehmer aus dem Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz (82,76%) an, dass sie bis dato beim Treppensteigen „keine Probleme“ hätten. Dieses Kollektiv erzielte in diesem Merkmal einen Durchschnittswert von 9,3 Punkten, was nach Lysholm bewertet einem „sehr guten“ Resultat entspricht. In der Vergleichsgruppe gaben immerhin mehr als die Hälfte (55,17%) an, „keine Probleme“ zu haben. Die übrigen Patienten dieser Gruppe dokumentierten „leichte Probleme beim Treppensteigen“. Der Unterschied war mit einer Durchschnittspunktzahl von 7,4 dennoch so deutlich, dass er signifikant wurde, auch wenn alle Patienten ohne Gehhilfen die Treppenstufen in beide Richtungen meistern konnten.

Alle anderen Parameter, inklusive des Lysholm-Scores selbst, waren statistisch nicht signifikant.

Im Lysholm-Score erreichte das Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz, mit 90,48 Punkten, eine höhere Durchschnittspunktzahl als das LP-Kollektiv. Diese

Gruppe erzielte einen Mittelwert von 84,9 Punkten. Damit erreichten beide Gruppen im Schnitt ein Ergebnis, welches in die Kategorie „gut“ fällt.

Das etwas bessere Abschneiden der Gruppe mit Semitendinosussehnen-Transplantat basiert hauptsächlich auf die Merkmale „Instabilität“, „Schmerz“ und „Treppensteigen“. Letzteres Merkmal wurde weiter oben schon genauer beschrieben. Beim Parameter „Instabilität“ erreichte das ST-Kollektiv einen Durchschnittswert von 23,28 Punkten, was vom Resultat eher einem „sehr guten“ als einem „guten“ Ergebnis entspricht. Das Kollektiv mit Patellarsehnenersatz erzielte einen Mittelwert von 21,21 Punkten und erreichte damit ein „gutes“ Resultat, obwohl ein Patient dieser Gruppe über ein Instabilitätsgefühl bei alltäglichen Belastungen klagte. Dieser Befund konnte durch die, am gleichen Patienten durchgeführten KT-1000 Messungen und den Lachmann-Test nicht bestätigt werden. In beiden Verfahren konnte keine Seitendifferenz im Bezug auf die Laxizität festgestellt werden.

Auch bei der Klassifikation des Schmerzes nach Lysholm, entsprechend einer bestimmten Belastung, erzielte das Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz im Schnitt mit 21,55 Punkten innerhalb dieses Merkmals, einen besseren Wert als das Vergleichskollektiv, welches nur 20,17 Punkte im Durchschnitt erreichte. Auffällig bei diesem Parameter war ein Patient der Gruppe mit Patellarsehnen-Transplantat, der angab, ständig Schmerzen zu verspüren. Diese Schmerzen entsprachen einer Stärke von 56 % auf der Visuellen-Analogskala. Hier muss angefügt werden, dass dieser Patient zu den wenigen gehörte, deren Verletzung von einem Arbeitsunfall herrührte. Die Beweglichkeit des operierten Beines entsprach aktiv und passiv der gesunden Gegenseite und hatte zudem lediglich eine Oberschenkelumfangdifferenz von nur 1cm. Bei ständigen Schmerzen dieser Stärke würde man Bewegungseinschränkungen und deutlichere Muskelatrophien erwarten.

Die Auswertung der Schmerzstärken beider Gruppen, ermittelt mit einer Visuellen-Analogskala, zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied.

Wie auch bereits in der U2, zeigte sich bei der Ermittlung der Oberschenkelumfangdifferenz ein besseres aber statistisch nicht signifikantes Ergebnis zugunsten des Kollektivs mit Semitendinosussehnenersatz. Diese

Gruppe erreichte im Schnitt eine Umfangdifferenz von nur 0,75 cm, d. h. weniger als 1 cm. Im Vergleich konnte das Kollektiv mit Ligamentum Patellae Ersatz einen Mittelwert von 1,07 cm erreichen. Im Durchschnitt müssen beide Ergebnisse als „gut“ gewertet werden.

Betrachtet man die Ergebnisse bezüglich der Beweglichkeit der operierten Kniegelenke zu diesem Zeitpunkt, gibt es kaum noch Unterschiede zwischen operiertem und gesundem Bein in beiden Gruppen. Gleiches gilt für den Lachmann-Test. Beide Kollektive müssen im Durchschnitt als stabil gewertet werden. Mit Durchschnittswerten von 0,31 in der ST-Gruppe und 0,21 in der LP-Gruppe liegt die Laxizität eher bei 0, was als „Lachmann-negativ“ dokumentiert wird, als bei „1+“.

Auch bei der KT-1000 Arthrometermessung gab es analog der Klassifikation des IKDC nur sehr geringe Abweichungen. Bei der Messung mit 89 N war die Verteilung in beiden Gruppen gleich. Bei der Messung mit 101 N hatten 3,45% und mit maximaler Kraft knapp 7% der Patienten mit Semitendinosussehnenersatz ein schlechteres Resultat als die Patienten der Vergleichsgruppe. Auffällig wurden die beiden Patienten, die bei maximalem Druck schlechter abschnitten, dadurch, dass sie im IKDC in eine schlechtere Kategorie abfielen. Bemerkenswert ist, dass beide subjektiv kein Instabilitätsgefühl hatten.

Dafür schnitten die Patienten mit Semitendinosussehnenersatz im Einbeinsprungtest etwas besser ab als die Patienten des Vergleichskollektivs. Beide Kollektive sprangen mit dem gesunden Bein im Durchschnitt ca. 1,4 m weit. Mit dem verletzten Bein erreichte die ST-Gruppe immerhin nach einem halben Jahr im Durchschnitt bereits eine Weite von ca. 1,3 m und die LP-Gruppe von ca. 1,2 m.

Zum letzten Untersuchungszeitpunkt (**U4**) konnten alle Parameter bei allen verbleibenden Patienten gemessen werden.

Bei der Bewertung mittels IKDC konnte zwischen den beiden Gruppen in den Kategorien „normal“ keine, in den Kategorien „fast normal“ und „abnormal“ nur eine geringe Abweichung (3,45%) festgestellt werden. Insgesamt mussten allerdings zwei Patienten, entsprechend dem IKDC, mit „stark abnormal“

bewertet werden. Auffällig war, dass beide Patienten zum Kollektiv mit Semitendinosussehnenerersatz gehörten.

Bei der Ursachenforschung stellte sich heraus, dass sie aufgrund des gleichen Merkmals und einer einzigen Bewertung in diese Kategorie rutschten. Beide hatten in jedem der angebotenen Aktivitätsniveaus Schmerzen, sodass nur eine „sitzende Tätigkeit“ schmerzfrei ausüben möglich war.

Im Lysholm-Score gaben beide zum Merkmal „Schmerz“ an, dass Schmerzen nur „bei starker Belastung“ auftraten. „Gehstrecken von mehr als zwei Kilometer“ waren, laut eigenen Angaben, schmerzfrei möglich.

Hier muss man anmerken, dass der Parameter „Gehen“ nicht bei der Ermittlung des Aktivitätsniveaus im IKDC aufgeführt wird. Da „Joggen“ und „Springen“ noch nicht möglich waren, wählten beide Studienteilnehmer die nächst niedrigere Stufe, was Einfluss auf die Gesamtwertung hatte. Dadurch kommt es zu einer Verzerrung beim Vergleich des Ergebnisses der beiden Gruppen.

Bei der Beurteilung der beiden Kollektive analog zum Lysholm-Score in der letzten Untersuchung dieser Studie, schnitten zwar beide Gruppen, ausgehend vom Mittelwert, vergleichbar ab (ST-Gruppe: 90,86 Punkte, LP-Gruppe: 89,76 Punkte), allerdings gehörten die beiden Patienten mit dem schlechtesten Ergebnis dem Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz an.

Beide klagten über Blockierungen und Instabilitätsgefühle, sodass ihre Gesamtpunktzahl von diesem Merkmal deutlich beeinflusst wurde und insgesamt unter 65 Punkten lag.

Im Bereich Schmerz schnitten beide Kollektive, wie im Verlauf bereits beschrieben, vergleichbar ab. Betrachtet man die Schmerzintensitäten, die anhand einer VAS ermittelt wurden, schnitten die Patienten mit Semitendinosussehnenerersatz leicht besser ab. Bei dieser Gruppe lag die durchschnittliche Schmerzintensität bei 10,21%, im Vergleichskollektiv bei 12,34%. Entscheidend hierbei ist, dass es in beiden Kollektiven keinen nennenswerten Unterschied bezüglich ihrer durchschnittlichen Schmerzangaben bei der Auswertung nach Lysholm gab, was bedeutet, dass sie vergleichbare Belastungen ohne Schmerzen ausführen konnten. Beide

Kollektive erzielten hier einen Mittelwert von etwas über 21 Punkten, isoliert bezogen auf dieses Merkmal.

Hervorgehoben werden sollte im Zusammenhang mit Schmerz auch die Tatsache, dass alle Patienten mit Ligamentum Patellae Transplantat zum Untersuchungszeitpunkt noch Schmerzen im operierten Kniegelenk in kniender Position verspürten. Dieser beschriebene Knieschmerz trat im Vergleichskollektiv, aufgrund der unterschiedlichen Transplantatentnahmestelle nicht auf. Auch an der für das Semitendinosussehnenransplantat typischen Entnahmestelle wurden zu diesem Zeitpunkt von keinem Patienten über Schmerzen berichtet.

Eine Bewertung mittels Tegneraktivitätsskala konnte zu diesem Zeitpunkt auch zum ersten mal wieder durchgeführt werden. Wie bereits eingehend im Verlauf berichtet, konnte die Mehrzahl der Patienten (55,17%; N=33) ihr ursprüngliches Aktivitätsniveau noch nicht erreichen. Die Ursachen hierfür waren unterschiedlich. Oftmals nutzten die Studienteilnehmer die Verletzung als Anlass, um die vorher ausgeübten Sportart 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 auch wieder zu ihrem früheren Aktivitätsniveau vor dem Verletzungszeitpunkt zurück.

In beiden Kollektiven konnte vor dem Verletzungszeitpunkt ein Durchschnittswert, auf der Aktivitätsskala nach Tegner, von 6,9 ermittelt werden. Da jetzt das Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz lediglich einen Mittelwert von 5,4 und die Gruppe mit Patellarsehnenransplantat im Schnitt einen Wert von 6,1 erreichte, schnitten die Patienten mit Semitendinosussehnenransplantat etwas schlechter ab als die Vergleichsgruppe. Der Patient, der im Lysholm-Score ein schlechtes Ergebnis erzielte und die Patientin, die im IKDC mit einem Gesamtergebnis von „stark abnormal“ gewertet wurde, hatten auch hier die größten Aktivitätsverluste.

Im Lachmann-Test waren die Ergebnisse in beiden Gruppen ebenfalls vergleichbar, nur konnte hier ein geringfügig besseres Abschneiden der Gruppe mit Patellarsehnenersatz festgestellt werden.

Erstaunlicherweise konnte dieser Befund durch die KT-1000 Arthrometermessung zu diesem Untersuchungszeitpunkt nicht mehr bestätigt werden. Im Gegensatz zu den Halbjahresergebnissen schnitten nun bei den Messungen mit 89 N und 101 N im Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz 3,45% und mit maximaler Kraft sogar knapp 7% der Patienten besser ab als im Vergleichskollektiv.

Auch in den übrigen klinischen Untersuchungen konnte zu diesem Untersuchungszeitpunkt kein wesentlicher Unterschied beobachtet werden.

Kein Merkmal war zu diesem Untersuchungszeitpunkt statistisch signifikant.

Unabhängig von den noch bestehenden Defiziten, die bei den einzelnen Patienten mehr oder weniger deutlich ausgeprägt waren, war dennoch niemand mit dem Operationsergebnis (siehe 3.4.1.5) unzufrieden.

Beide Verfahren können aufgrund der klinischen Untersuchungen dieser Studie und den subjektiven Einschätzungen der beteiligten Patienten als gleichwertig eingestuft werden. Als Empfehlung für die Verwendung der beiden untersuchten Rekonstruktionsverfahren kann man folgendes festhalten: es gibt keine Einschränkung für die Verwendung einer Mehrfachsemitendinosussehne mit Endobuttonfixierung als ACL Ersatz. Einzige Einschränkung oder Überlegung, die gegen einen Kreuzbandersatz aus Patellarsehne spricht, ist eine kniende berufliche Tätigkeit des Patienten. Ansonsten kann auch dieses Verfahren ohne Bedenken als Rekonstruktionsverfahren empfohlen werden.

4.2 Diskussion der Ergebnisse im Literaturvergleich

Die beiden am häufigsten verwendeten Verfahren zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes sind Patellarsehnenersatz und der Ersatz aus Mehrfachsemitendinosussehne. Aufgrund der Tatsache, dass bei der Verwendung von Hamstring-Sehnen keine direkte Knochen-Knochen Verankerung möglich ist, wurden in den letzten Jahren zahlreiche Fixationstechniken in diesem Zusammenhang erprobt. Eine Fixationsmöglichkeit der entnommenen Beugesehnen, ist die Fixierung mittels

„Lochplättchen“ [7]. Seitdem wurden zahlreiche Arbeiten, in welchen die Fixierung mit Endobutton untersucht wurde, veröffentlicht [4,7,10, 20, 21, 36, 37, 39, 50, 51, 75]. Allerdings wurde nur in vier Veröffentlichungen [4, 20, 21, 36] Patellarsehnenersatz mit Semitendinosussehnenersatz verglichen und gleichzeitig mindestens eines der beiden Verfahren mit Endobutton fixiert. Die Vor- und Nachteile des Endobuttons, den auch wir in unserer Studie verwendeten, wurden von Strobel [68] zusammengefasst.

Viele Studien in jüngster Zeit befassten sich damit, die beiden Rekonstruktionsverfahren miteinander zu vergleichen [2,3,4,5, 11,13,14,19,20,21,22,27,33,36,44,47,50,53,54,55,58,61,62,66,67,72,74].

Aber nur 12 dieser Studien hatten ein prospektives randomisiertes Studiendesign [2,3,4,5,19,20,21,36,47,53,58,61] (siehe auch Tabelle 55).

Alle 12 Studien hatten einen Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 21 Monaten. Nur drei Studien [4,5,21] veröffentlichten die Nachuntersuchungsergebnisse von 12 Monaten postoperativ. Diese Ergebnisse sind für unsere aktuelle Studie von besonderer Bedeutung, da die letzte Nachuntersuchung dieser Studie bereits nach 12 Monaten erfolgte.

Sieben der vorliegenden Studien [3,4,5,20,21,36,53] untersuchten mindestens ein Verfahren mit einer extraartikulären Fixation. In allen Untersuchungen war dies mit einem Kreuzbandersatz aus Hamstringsehnenentransplantat gekoppelt. In einer Studie [21] wurde für beide Verfahren ein Endobutton als Fixation gewählt. Aune [4], Jansson [36] und Eriksson [20] fixierten den proximalen Sehnenanteil des Semitendinosussehnenentransplantats durch einen Endobutton im femoralen Bohrkanaal. Da von uns das gleiche Fixationsverfahren angewendet wurde, sind diese Ergebnisse für unsere Studie von besonderer Bedeutung.

In unserer aktuellen Studie, in der 58 Patienten 12 Monate lang zu mehreren Zeitpunkten nachuntersucht wurden, konnten zur Abschlussuntersuchung in den beiden Verfahren keine wesentliche Unterschiede festgestellt werden. Der ACL-Ersatz aus mittlerem Patellarsehnenendrittel mit Interferenzschraube und die Rekonstruktion mit Mehrfachsemitendinosussehne (mindestens dreifach) und Endobutton-Fixierung müssen als gleichwertig angesehen werden.

Marder et al. [47] untersuchten in ihrer Studie 72 Patienten über 29 Monate. Sie verwendeten gedoppelte Hamstringsehnen und fixierten beide Verfahren tibial und femoral über einen „*post and washer*“. Zusätzlich wurden die Transplantate durch eine Naht gesichert. In dieser Studie erhielten sie ebenfalls für beide Verfahren vergleichbare Resultate. Lediglich bei der isokinetischen Kraftmessung der Beugemuskeln bei 60°/sec wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zugunsten des Kollektivs mit Patellarsehnenerersatz diagnostiziert.

Aglietti et al. [2] untersuchten 60 Patienten über einen Zeitraum von mindestens 28 Monaten. Sie verwendeten eine vierfache Semitendinosus-/Gracillissehne und fixierten diese femoral mit einer Corticalisschraube und einem Bindegewebe *washer* aus Plastik. Sie fanden einen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des Extensionsdefizit heraus, mit schlechterem Abschneiden der Patienten mit Hamstringsehnerersatz. Zusätzlich war die objektiv gemessene Stabilität im Kollektiv mit Patellarsehnenerersatz 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 Hamstringsehnerersatz. In unsere Studie konnten wir weder einen Unterschied im Bewegungsausmaß, noch in der Stabilität, die mit dem KT-1000 Arthrometer gemessen wurde, feststellen.

O’Neill [53] wertete die Ergebnisse von 125 Patienten aus, die er im Durchschnitt nach 42 Monaten nachuntersuchte. Die Patienten wurden randomisiert auf drei Gruppen verteilt. 2-Schnitt-Technik mit Patellar- oder gedoppelter Semitendinosussehne (Gruppe I und II) und Patellarsehnenerersatz mit der Einschnitt-Technik (Gruppe III). Die Semitendinosussehne wurde durch Krampen mit Widerhaken gesichert und das Transplantat der Gruppe II mit Interferenzschrauben. O’Neill konnte in seinen Untersuchungen keinen signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen feststellen und ist damit konform mit unseren Ergebnissen.

Eriksson et al. [20] konnten in ihrer Zwei-Center-Studie mit 164 Patienten außer im Patellar Pain Score und bei der Extension ebenfalls keine Unterschiede im mittleren Nachuntersuchungsintervall von 31 Monaten feststellen. In beiden

Parametern schnitt das Kollektiv mit Mehrfachsemitendinosussehne besser ab. Auch Eriksson verglich eine vierfache Hamstringsehne und Endobutton mit einem Patellarsehnentransplantat, welches mit Interferenzschrauben fixiert wurde.

Anderson et al. [3] 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 sehen, eine intraartikuläre ACL-Rekonstruktion mit einem extraartikulären Verfahren zu kombinieren, konnten sie dennoch keine größeren Unterschiede in den Ergebnissen feststellen.

Auch Aune et al. [4] konnten außer in der isokinetischen Kraftmessung mittels Cybex II keine Unterschiede feststellen. Er verwendete die gleichen Verfahren, die auch wir in unserer Studie verwendeten, und untersuchte für seine Ergebnisse 72 Patienten nach 6, 12 und 24 Monaten.

Ropke et al. [58] fanden ebenfalls heraus, dass die Kreuzbandplastik mit Semitendinosussehnentransplant, obwohl diese nur gedoppelt war, ein besseres Gesamtergebnis zeigte, auch wenn sie in der Stabilitätsmessung signifikant schlechter abschnitten. In dieser Studie wurden 40 Patienten nach 24 Monaten nachuntersucht. Beide Verfahren wurde mit Interferenzschrauben fixiert.

Feller et al. [21] 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 Kontrollgruppe. Die beiden zuletzt beschriebenen

Merkmale konnten wir in unserer Studie nicht bestätigen. Lediglich bei einer Patientin mit Patellarsehnenersatz konnte eine Aufweitung des Bohrkanals festgestellt werden.

Ebenfalls als vergleichbar werteten Sahieb et al. [61] die beiden Rekonstruktionsverfahren in einer Studie, in der sie 70 Patienten für mindestens 2 Jahre nachuntersuchten. Auch sie fanden einen signifikanten Unterschied bezüglich Patellarschmerz und Extensionsdefizit mit schlechterem Abschneiden des Kollektivs mit Lig. Patellae Ersatz heraus.

Beynnon et al. [5] haben nach 3 Jahren 44 Patienten aus einer prospektiven randomisierten Studie nachuntersucht. Jeweils 22 Patienten erhielten einen ACL- Ersatz aus Patellarsehne mit Interferenzschraube oder mit gedoppeltem Semitendinosussehnentransplant und Gürtelschnallenkrappe als femorale Fixierung. Unter den Aspekten Funktionalität, Zufriedenheit und Aktivitätslevel hatten beide Gruppen vergleichbare Ergebnisse. Allerdings schnitt das Kollektiv mit Semitendinosussehnenersatz in objektiven Ergebnissen, wie isokinetische Kraftmessung und arthrometrische Stabilitätsmessung, signifikant schlechter ab.

Jansson et al. [36] 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.

Zu gleichem Ergebnis kamen Ejerhed et al. [19], die nach zwei Jahren Nachuntersuchung 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 ein signifikanter Unterschied zu Ungunsten des Patellarsehnenkollektivs.

Da nicht alle von uns ausgewählten Scores und Tests in allen oben beschriebenen Studien angewandt wurden, will ich kurz auf die für uns relevanten Ergebnisse eingehen.

Besonders wenn es um die Beurteilung von funktionellen Aspekten oder um die Einstufung des Aktivitätslevel ging, kamen oftmals recht unterschiedliche Scores und Tests zur Anwendung.

So wurde der von uns verwendete Lysholm-Score nur in fünf Untersuchungen [53,19,20,36,61] 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 Aktivitätslevel heraus. In fast allen Studien wurden in den zu untersuchenden Kollektiven vergleichbare Aktivitätsniveaus dokumentiert. Auch wenn übereinstimmend festgehalten wurde, dass es länger als 12 Monate dauerte bis der mittlere Aktivitätslevel vor dem Verletzungszeitpunkt postoperativ wieder erreicht werden konnte.

Die von uns ermittelten Ergebnisse der Auswertung des IKDCs liegen, im Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Autoren [3,19,20,21,36,53,58,61] nur im mittleren Bereich (siehe Tabelle 55), bezogen auf die prozentuale Verteilung der Kategorien „A“ und „B“. Jedoch entspräche dies, nach Aussagen von Hefti und Müller [28] eher den offiziellen Erwartungen, da dieser Score so konzipiert wurde, dass die Verteilung auf die Kategorien „A“ und „B“ eher niedriger sind.

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. Neun Autoren [2,3,5,20,21,47,53,58,61] fanden ein schlechteres Abschneiden des Kollektivs mit Semitendinosussehnenersatz bezüglich der anterioren Laxizität heraus. Drei Autoren [4,19,36] stellten entweder keinen Unterschied [36], oder sogar ein besseres Ergebnis der Gruppe mit Hamstringsehnentransplantat bezüglich

dieses Merkmals fest. Auch in unserer Studie konnten wir ein besseres Abschneiden der Patienten mit Mehrfachsemitendinosussehnentransplantat beobachten.

Als Schwäche dieser aktuellen Studie würde ich definitiv den kurzen Nachuntersuchungszeitraum sehen, da sich die Jahresergebnisse in allen Studien, in denen sie mitaufgeführt wurden [4,5,21], noch bis zu 12 Monaten danach verändert haben. Ein weiterer Schwachpunkt ist das Fehlen eines Tests, in dem die Patienten zeigen sollen, wie gut sie sich auf Knien fortbewegen können, da dies in fast allen Untersuchungen[19,20,36,47,58,61] ein signifikantes Merkmal war. Außerdem fehlt ein Test zur Messung der isokinetischen Kraft. Auch hierdurch konnte in einigen Studien[4,5,36,47] 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.

Tab. 55: Ergebnisse prospektiver, randomisierter Studien nach ACL-Ersatz, die Patellarsehnentransplantat (LP) mit Semitendinosussehnentransplantat (ST) vergleichen. (Angaben in Prozent; die erste Zahl bezieht sich auf das Kollektiv mit LP, die zweite Zahl auf die ST-Gruppe.)

Autor	Veröffentlichung	Patientenzahl <i>a</i>	Nachuntersuchung [Monate]	IKDC A u. B	Arthrometermessung [< 3mm]	Lysholm Score [>84 P]	Tegner Aktivität [Mittelw]	Lachmann Test [<=1]
Marder	1991	80 (72)	Mindest. 24	-	86:74/<2mm	-	-	0,5:0,7 <i>f</i>
Aglietti	1994	60 (60)	Mindest. 28	-	53:36,7 <i>b</i>	-	-	-
O'Neill <i>c</i>	1996	129 (125)	Mittelw. 42	88:88	93:83	90:88 <i>d</i>	-	93:93
Erikkson	2001	164 (160)	Mittelw. 31	60:55	61:53	85:86 <i>f</i>	6:6	49:51
Anderson	2001	105	Mindest. 24	97:66	71:60	-	-	-
<i>h</i>								
Aune	2001	72	12/ 24	-	2,6:2,8/2,7:2,7 <i>f</i>	-	-	-
Ropke	2001	40	24	50:80	1,6:2,7 <i>f</i>	-	5,6:6,7	-
Feller	2002	65/57	12/36	45:55	92,5:86,5/ 68:93	-	-	-
Sahieb	2002	82 (70)	Mindest. 24	-	58: 27	87:94	-	0,35:0,48 <i>f</i>
Beynon	2002	56 (44)	12/36	-	77:45 <i>i</i>	-	4:4	87:68 91:41 <i>i</i>
Jansson	2003	99 (89)	Mindest. 21	79:84	1,27:1,2 <i>f</i>	84:87	6,1:6,0	35:38 <i>i</i>
Ejerhed	2003	66 (65)	24	53:59	2,0:2,25 <i>f</i>	95:90 <i>f</i>	6:6,5	93,75:100
Aktuelle Studie		62 (58)	12	72:69:	80,46:86,21 <i>m</i>	86:79	6,1:5,6	100:100

Autor	Einbeinsprung- Test (in Prozent der gesunden Seite)	Bewegungs- defizite		Kraftmessung Isokinetisch		Sonstige Scores
		EX.	FLEX.	EX.	FLEX.	
Marder	-	*	*	*	<i>i</i>	Zarins-Rowe subjective rating scale
Aglietti	-	<i>l</i>	*	*	*	Functional category
O'Neill	93:90 <i>e</i>	*	*	*	*	Return to preinjury level of activity
Eriksson	-	<i>g</i>	*	-		Patellofemoraler Schmerz Score
Anderson	-	*	*	*	*	Hospital for special surgery knee score
Aune	97:92/ 99:96	*	*	*	<i>i</i>	Cincinnati functional score, stairs hopple test, VAS kneeling pain
Ropke	-	*	*	-		Mc Carrol-Score
Feller	-	<i>g</i>	*	-		Cincinnati knee score, subj. Pain measurements (incl. Anterior knee pain, pain on kneeling)
Sahieb	-	<i>g</i>	*	-		IKDC Aktivitätslevel, anterior knee pain
Beynon	<i>k</i> 12,4:18,8 <i>k</i> 7,4:10,6	*	*	*	*	IKDC Aktivitätslevel, anterior knee pain, Zufriedenheit,
Jansson	-	*	*	*	<i>i</i>	Kujala patellofemoral score
Ejerhed	92:93	*	*	*	*	Knee walking Test
Aktuelle Studie	94:95	*	*	-		VAS Schmerz, VAS Kniefunktion

- * Unterschiede statistisch nicht signifikant
- a* 1. Zahl gibt die Anzahl der Studienteilnehmer wieder, 2. Zahl, die Anzahl der Nachuntersuchungsteilnehmer
- b* Durchschnittswert aus Messungen mit 89N, 134 N und manuell maximaler Kraft
- c* O'Neill vergleicht 3 Techniken. In die Tab. werden nur die Ergebnisse der Gruppe I und II aufgenommen
- d* Prozentzahl bezieht sich auf die Anzahl derer, die mehr als 90 Punkte erreicht haben
- e* Prozentzahl bezieht sich auf die Anzahl derer, die mehr als 90 %, bezogen auf die gesunde Gegenseite, erreicht haben
- f* Wert entspricht dem Mittelwert
- g* signifikanter Unterschied mit besserem Abschneiden des ST-Kollektivs
- h* Anderson vergleicht 3 Techniken. In die Tab. werden nur die Ergebnisse der Gruppe I und II aufgenommen
- i* signifikanter Unterschied mit besserem Abschneiden des LP-Kollektivs
- k* Unterschied der Sprungweite in cm, bezogen auf das gesunde Bein
- l* nur Anzahl der Patienten mit neg. Lachmann
- m* Durchschnittswert aus Messungen mit 89N, 101 N und manuell maximaler Kraft

5. Literaturverzeichnis

1. Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G (1993) Patellofemoral problems after intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. Clin Orthop 288: 195-204
2. Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G, De Biase P (1994) Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 22: 211-217
3. Anderson AF, Synder RB Lipscomb Jr AB (2001) Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods. Am J Sports Med 29: 272
4. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Stehen H (2001) 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 29: 722
5. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC et al. (2002) Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. J Bone Joint Surg Am 84: 1503-1513
6. Brand J, Weiler A, Caborn D, Brown C, Johnson D (2000) Current concepts: Graft fixation in cruciate ligament surgery Am J Sports Med 28: 761-774
7. Brown C, Sklar J (1998) Endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction using quadrupled hamstring tendons and Endobutton femoral fixation. Techn Orthop 13: 281

8. Brown C, Steiner M, Carlson E (1993) The use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. Technique and results. Clin Sports Med 12: 723
9. Brückner H (1966) Eine neue Methode der Kreuzbandplastik. Chirurg 37: 413-414
10. Buelow JU, Siebold R, Ellermann A (2002) A prospective evaluation of tunnel enlargement in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings: extracortical versus anatomical fixation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 10: 80-85
11. Carter TR, Edinger S, (1999) Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: hamstring versus patellar tendon. Arthroscopy 15: 169-172
12. Cho KO (1975) Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitendinosus tenodesis. J Bone Joint Surg Am 57: 608-612
13. Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU, Bartlett RJ (1999) Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 7: 138-145
14. Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA (1999) Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. Am J Sports Med 27: 444-454
15. Daniel DM, Malcom LL, Losse G, Stone ML, Sachs R, Burks R (1985) Instrumental measurement of anterior laxity of the knee. J Bone Joint Surg [Am] 67: 720-726

16. Daniel DM, Malcolm LL, Stone ML, Perth H, Morgan J, Riehl B, (1982) Quantification of knee stability and function. *Contemp, Orthop* 5: 83-91
17. Deehan DJ, Salmon LJ, Webb VJ, Davies A, Pinczewski LA (2000) Endoscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with an ipsilateral patellar tendon autograft. A prospective longitudinal five-year study. *J Bone Joint Surg Br* 82: 984-991
18. DeHaven KE(1983) Arthroscopy in the diagnosis and management of the anterior cruciate ligament knee. *Clin. Orthop* 172: 52-57
19. Ejerhed L, Kartus J, Sernert N, Köhler K, Karlson J (2003) Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? *Am J Sports Med* 31: 19-25
20. Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, Lofgren AC, Brendenberg M, Westman I, Wredmark T (2001) A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* 83: 348-354
21. Feller JA, Webster KE (2003) A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 31: 564-573
22. Feller JA, Webster KE, Gavin B (2001) Early postoperative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstring graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9: 260-266
23. Fink C, Hoser C, Benedetto KP, Hackl W, Gabl M (1996) Langzeitergebnisse nach konservativer oder operativer Therapie der vorderen Kreuzbandruptur. *Unfallchirurg* 99: 964-969

24. Friedrich NF, Biedert RM (1996) Bandplastik am Kniegelenk – Indikationen, Ergebnisse. Ther Umsch 53: 780-786
25. Fu F, Ma C (1999) Anterior cruciate ligament reconstruction using quadruple hamstring. Operat Tech Orthop 9: 264
26. Gotzen L, Petermann J (1994) Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Sportler. Chirurg 65: 910-919
27. Harter RA, Osternig LR, Singer KM (1989) Instrumented lachman tests for the evaluation of anterior laxity after reconstruction of the anterior cruciate ligament. 1989, J Bone Joint Surg [Am],71-A: 975-983
28. Hefti F, Müller W (1993) Heutiger Stand der Evaluation von Kniebandläsionen – Das neue IKDC – Knie – Evaluationsblatt. Orthopäde 22: 351-362
29. Hertel P (1996) Frische und alte Kreuzbandverletzungen. Unfallchirurg 99: 686-700
30. Hesse E (1914) Über den Ersatz der Kniebänder des Kniegelenks durch freie Fascientransplantation. Verh Dtsch Ges Chir 43: 188-189
31. Hey-Groves EW (1917) Operation for repair of the crucial ligaments. Lancet 2 : 674
32. Höher J, Tiling T (2000) Differenzierte Transplantatauswahl in der Kreuzbandchirurgie. Chirurg 71: 1045-1054
33. Holmes PF, James SL, Larson RL et al. (1991) Retrospective direct comparison of three intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 19: 596-600

34. Insall JN, Salvati E (1979) Patella position in the normal knee joint. *Radiology*, 101: 101-104
35. Jakob PR, Stäubli H-U, Deland JT (1987) Grading the pivot shift-Objective tests with implications for treatment. *J Bone Joint Surg [Br]* 69: 294-299
36. Jansson K, Linko E, Sandelin J, Harilainen A (2003) A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 31: 12-18
37. Jansson K, Harilainen A, Sandelin J, Karjalainen P, Aronen H, Tallroth K (1999) Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and endobutton fixation technique. A clinical, radiographic and magnetic resonance imaging study with 2 years follow.up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 7: 290-297
38. Johnson D, Coen M (1995) Revision ACL surgery. *Am J Knee Surg* 8: 155-167
39. Johnson D, Houle J, Almazan A (1998) Comparison of intraoperative AP translation of two different modes of fixation of the grafts used in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 14: 425
40. Jones KG (1963) Reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 45: 925-932
41. Kartus J, Magnusson L, Stener S, Brandsson et al. (1999) Complications following arthroscopy anterior cruciate ligament reconstruction – A 2-5 year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 7: 2-8

42. Kartus J, Stener S, Lindahl S, Engstrom B, Eriksson BI, Karlsson J (1997) Factors affecting donorsite morbidity after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 5: 222-228
43. Knaepler H, Wagner UA, Werlich T, Gotzen L (1990) Die isolierte frische vordere Kreuzbandruptur – eine klinische, instrumentelle oder arthroskopische Diagnose? *Arthroskopie* 3: 2-6
44. L'Insalata J, Klatt B, Fu F, Harner C (1997) Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 5: 234-238
45. Lju SH, Osti L, Henry M, et al. (1995) The diagnosis of acute complete tears of the anterior cruciate ligament. Comparison of MRI, arthrometry and clinical examination. *J. Bone Joint Surg* 77B: 586-588
46. Lysholm J, Gillquist J (1982) Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 10: 150-154
47. Marder R, Raskind J, Carroll M (1991) Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 19: 478-484
48. Müller W, Biedert R, Hefti F, Jakob RP, Munzinger U, Stäubli H-U (1988) OAK knee evaluation – A new way to assess knee ligament injuries. *Clin Orthop* 232: 37-50

49. Müller B, Rupp S, Seil R, Kohn D (2000) Entnahmestellenmorbidity nach VKB-Ersatzplastik mit dem Ligamentum-paellae-Transplantat. Unfallchirurg 103: 662-667
50. Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K (1999) Two-bundle reconstruction of the ACL using semitendinosus tendon with endobutton: operative technique and preliminary result. Arthroscopy 6: 618-624
51. Nebelung W, Becker R, Merkel M, Pöpke M (1998) Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side. Arthroscopy 14: 810-815
52. Noyes FR, Grood ES, Torzilli PA (1989) The definition of terms for motion and position of the knee and injuries of the ligaments. Current concept review. J Bone Joint Surg [Am]71: 465-472
53. O'Neill DB (1996) Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques. J Bone Joint Surg Am 78: 803-813
54. Otero AL, Hutcheson L (1993) A comparison of doubled semitendinosus/gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy, 9: 143-148
55. Pinczewski L, Clingeleffer A, Webb J, Corry I (1997) A comparison of endoscopic ACL reconstruction utilizing patellar tendon autograft and hamstring tendon autograft at 1 year. J Bone Joint Surg Br 79 (Suppl 4): 394

56. Price D, Bush F, Long S, Harkins S (1994) A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales. *Pain* 56: 217-226
57. Robson AW Mayo (1903) Ruptured crucial ligament and their repair by operation. *Ann Surg* 37: 716-718
58. Ropke M, Becker R, Urbach D, Nebelung W (2001) Semitendinosus tendon vs. Patellar ligament. Results of a prospective randomized study after anterior cruciate ligament reconstruction. *Unfallchirurg* 104: 312-316
59. Rosenberg J, Franklin J, Baldwin G, Elson D (1990) Extensor mechanism morbidity associated with patellar tendon graft harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 18: 560-565
60. Rosenberg J, Deffner K (1999) ACL reconstruction: Semitendinosus tendon is the graft of choice. *Orthopedics* 20: 396-398
61. Sahieb MD, Kan DM, Chang SK, Marumoto JM, Richardson AB (2002) A prospective randomized comparison of patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 30: 214-220
62. Sekiya I, Muneta T, Ogiuchi T, Yagishita K, Yamamoto H (1998) Significance of the single-legged hop test to the anterior cruciate ligament-reconstructed knee in relation to muscle strength and anterior laxity, *Am J Sports Med* 26: 384-388
63. Sherman MF, Lieber L, Bonamo JR, Podesta L, Reiter I (1991) The long-term followup of primary anterior cruciate ligament repair – Defining a rationale for augmentation. *Am J Sports Med* 19: 243-255

64. Simonian P, Harrison S, Cooley V, Escabedo E, Deneka D, Larson R (1997) Assessment of morbidity of semitendinosus and gracilis tendon harvest for ACL reconstruction. *Am J Knee Surg* 10: 54-59
65. Stark J (1850) Two cases of ruptered crucial ligaments of the knee-joint. *Med Surg (Edinburgh)* 5: 267-271
66. Stange R, Russel V, Salmon L, Pinczewski L (2001) 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, 20th Annual Meeting*, p 67
67. Steiner M, Hecker A, Brown C, Hayes W (1994) Anterior cruciate ligament graft fixation. Comparison of hamstring and patellar tendon graft. *Am J Sports Med* 22: 240-246
68. Strobel MJ, Schulz MS (2002) ACL reconstruction with semitendinosus and gracilis tendon graft. *Orthopädie* 31: 758-769
69. Strobel M (1998) *Arthroskopische Chirurgie*. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokio
70. Torg JS, Conrad W, Kalen V (1976) Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athelete. *Am J Sports Med* 4: 84-93
71. Winkel, Vleeming Fisher, Meijer, Vroege (1985) *Nichtoperative Orthopädie der Weichteile und des Bewegungsapparates. Teil 1*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 196
72. Woo S, Sakane M, Rudy T, Fox R, Fu F (1997) Comparison of bone-patellar tendon-bone versus quadruple-hamstrings tendon, for anterior cruciate (ACL) reconstruction. *Trans Orthop Res Soc* 43: 99

73. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tannabe Y, Kanade K (1995) Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 23: 706-714
74. Yunes M, Richmond J, Engels E, Pinczewski L (2001) Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy* 17: 248-257
75. Zysk SP, Kruger A, Baur A, Veihelmann A, Refior HJ (2000) Triple semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction with Endobutton fixation: a 2-3 year follow-up study of 35 patients. *Acta Orthop Scand* 71: 381-386

6. Anhang

6.1 Untersuchungsbogen und Fragebogen der Eingangsuntersuchung

Patientendaten	OP-Daten
Nachname: _____	Zeitpunkt der Verletzung: _____
Vorname: _____	Betroffene Seite: _____
Geburtsdatum: _____	Ursache der Verletzung: Sport _____ <input type="checkbox"/> andere _____
Straße: _____	OP-Datum: _____
PLZ Ort: _____	OP-Befund
Geschlecht: _____	ACL: _____
Pat.Nummer: _____	Knorpel: _____ MCL: _____ LCL: _____
Telefon: _____	OP-Technik
Untersuchungsdatum: _____	OP-Verfahren: _____ <input type="checkbox"/> MCL
	AC: _____ <input type="checkbox"/> LCL
	Knorpel: _____ IM: _____ AM: _____

Eingangsuntersuchung	
<p>1. Konstitutionelle Laxizität: _____</p> <p>2. Stellung der Beinachsen: _____</p> <p>○ Oberschenkel-Umfang (10 cm oberhalb d. med. Kniespaltes): rechts: _____ cm links: _____ cm</p> <p>4. Inspektion und Palpation:</p> <p>Schwellung: _____ Erguß: _____</p> <p>Crepitatio: _____</p> <p>Retropatellar: _____ med: _____ lat: _____</p> <p>Druckschmerz an Transplantatentnahmestelle: Patellaspitze: _____ Tibiatuberositas: _____ andere: _____</p> <p>5. Bewegungsmaß: Rehtes KG: aktiv _____ - _____ - _____ passiv _____ - _____ - _____ Linkes KG: aktiv _____ - _____ - _____ passiv _____ - _____ - _____</p> <p>Mangel an Extension: _____</p> <p>Mangel an Flexion: _____</p> <p>○ Kniegelenkspaltverbreiterung und Meniskuszeichen</p> <p>Valgusrotation: _____ Varusrotation: _____ medial: _____ lateral: _____</p>	<p>7. Kniestabilität:</p> <p>1. Lachmann-Test bei 25° Flexion: _____ Anschlag: _____</p> <p>2. Schubladezeichen hinterer Durchhang 70° _____ 70° Flexion _____ 15° IRO _____ 30° ARO _____</p> <p>3. Pivot-Shift-Test: _____ 4. Reversed Pivot-Shift-Test: _____</p> <p>Lysholm-Score: _____ IKDC: _____</p> <p>Änderung des Aktivitätsniveaus nach der Operation: _____</p> <p>Tegner-Aktivitätsniveau: vor OP: _____ nach OP: _____</p> <p>Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis: _____</p> <p>Zufriedenheit mit dem Knie: _____</p> <p>Visuelle Analogskalen:</p> <p>Intensität der Knieschmerzen: _____</p> <p>Einschränkung im täglichen Leben: _____</p> <p>Einschränkung beim Sport: _____</p> <p>Beeinflussung der Aktivität:</p> <p>vor Unfall: _____</p> <p>vor Operation: _____</p> <p>heute: _____</p>

Patientenfragebogen

Kreuzbandplastik-Eingangsuntersuchung

ID:7

Sehr geehrte(r) Patient(in),

bei Ihnen wird eine Kreuzbandplastik am Kniegelenk durchgeführt. Wir würden Sie deswegen gerne in eine Studie aufnehmen, in der wir den Behandlungserfolg dokumentieren und auswerten. Sollten Sie damit einverstanden sein, benötigen wir von Ihnen dafür einige Daten und Ihre persönliche Einschätzung, Ihr verletztes Knie betreffend. Diese beziehen sich jetzt auf Ihre aktuelle Situation, später, nach dem Eingriff, auf den Behandlungsablauf und auf das Behandlungsergebnis. Bitte füllen Sie daher den nachfolgenden Fragebogen gewissenhaft aus.

Falls Sie nicht möchten, daß Ihre Daten im Rahmen dieser Studie verwendet werden, so teilen Sie dies bitte Ihrem behandelten Arzt mit, der Ihnen auch gern bei Rückfragen zur Verfügung steht.

Am Ende dies Fragebogens finden Sie auch Ihren Termin für Ihre erste Nachuntersuchung im König-Ludwig-Haus.

1. Die Beantwortung der folgenden Fragen betreffen das

rechte Knie

linke Knie

Lysholm-Score

2. Bei welcher Art von Unfall haben Sie sich Ihre Kreuzbandverletzung zugezogen?

Sportunfall

Sportart:.....

Arbeitsunfall

Freizeit/ häuslicher Unfall

3. Wann war der Unfall? Vor: (Wochen/ Monaten)

4. Müssen Sie bei Belastungen des täglichen Lebens hinken?

nein

leicht oder gelegentlich

deutlich oder ständig

5. Benutzen Sie Gehhilfen?

nein

ja, Gehstütze oder Krücke

Belastung unmöglich

6. Ist Ihr Kniegelenk zwischenzeitlich blockiert oder haben sie Einklemmungserscheinungen?

- nein
- Einklemmungserscheinungen, aber keine Blockierung
- gelegentliche Blockierung
- das Knie ist zur Zeit blockiert

7. 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

8. 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

—————
kein Schmerz maximaler Schmerz

9. 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 Tätigkeit

10. Schwillt Ihr Kniegelenk an?

- nein
- nur nach starker Belastung
- nach alltäglicher Belastung
- ständig geschwollen

11. Haben Sie beim Treppensteigen Probleme?

- treppauf
- treppab

- nein
- leichte Einschränkung
- nur schrittweise möglich
- Treppensteigen unmöglich

12. Können Sie in die Hocke gehen?

- ja, tiefe Hocke möglich
- leicht eingeschränkt
- nicht über 90 Grad
- unmöglich

13. Weicht Ihr Knie bei plötzlich auftretendem Schmerz nach vorne aus, ohne daß Sie dies verhindern können?

- nein
- nur leicht
- komplett

bei welchen Aktivitäten?

14. Wie funktioniert Ihr Knie?

- normal, ohne Probleme
- fast normal, mit leichten Problemen
- abnormal, mit deutlichen Schwierigkeiten
- stark abnormal, mit starken Schwierigkeiten

15. Um wieviel Prozent, bezogen auf das gesunde Bein, sind Ihre Aktivitäten mit dem verletzten Bein eingeschränkt?



16. Fühlen Sie sich im täglichen Leben kniebedingt eingeschränkt?



Lysholm-Score:

Tegner Aktivitätsskala

Bitte Skala
ankreuzen 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*:	Tennis, Laufdisziplinen in der Leichtathletik, Motocross, Kontaktsportarten
		Freizeitsport:	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:	Schwerarbeit
		Leistungssport*:	Radfahren, Skilanglauf
		Freizeitsport:	Jogging auf unebenem Grund mind. 2x/ Woche
<input type="checkbox"/>	4	Beruf:	Mittelschwere Arbeit
		Freizeitsport:	Jogging auf unebenem Grund mind. 2x/ Woche, Radfahren, Skilanglauf
<input type="checkbox"/>	3	Beruf:	Leichte Arbeit
		Leistungssport*:	Schwimmen
		Freizeitsport:	Schwimmen
		Spaziergehen	Im Wald möglich
<input type="checkbox"/>	2	Beruf:	Leichte Arbeit
		Spaziergehen:	Auf unebenem Boden möglich, jedoch unmöglich auf Waldboden
<input type="checkbox"/>	1	sitzende Tätigkeit, Spaziergehen auf ebenem Grund möglich	
<input type="checkbox"/>	0	Arbeitsunfähigkeit bzw. Berentung wegen Kniegelenkserkrankung	

6.2 Untersuchungsbogen und Fragebogen der U1

<p>U1 6 Wochen Datum: _____</p> <p>3. Oberschenkel-Umfang (10 cm oberhalb d. med. Kniespaltes): rechts: _____ cm links: _____ cm</p> <p>4. Inspektion und Palpation: Schwellung: _____ Erguß: _____ Crepitatio: _____ Retropatellar: _____ med: _____ lat: _____ Druckschmerz an Transplantatentnahmestelle: Patellaspitze: _____ Tibiatuberositas: _____ andere _____</p>	<p>5. Bewegungsmaß: \bar{n}</p> <p>Rechtes KG: aktiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> passiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> Linkes KG: aktiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> passiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> Mangel an Extension _____ Mangel an Flexion: _____</p> <p>6. Wundzustand: _____</p> <p>7. Schmerzempfinden: _____</p>
--	--

6.3 Untersuchungsbogen und Fragebogen der U2

<p>U2 12 Wochen Datum: _____</p> <p>3. Oberschenkel-Umfang (10 cm oberhalb d. med. Kniespaltes): rechts: _____ cm links: _____ cm</p> <p>4. Inspektion und Palpation: Schwellung: _____ Erguß: _____ Crepitatio _____ Retropatellar: _____ med: _____ lat: _____ Druckschmerz an Transplantatentnahmestelle: Patellaspitze: _____ Tibiatuberositas: _____ andere _____</p>	<p>Mangel an Extension _____ Mangel an Flexion: _____</p> <p>6. Gelenkspaltverbreiterung und Meniskuszeichen Valgusrotation: _____ Varusrotation _____ medial _____ lateral _____</p> <p>7. Kniestabilität: \bar{n}</p> <p>1. Lachmann-Test bei 25° Flexion: _____ Anschlag _____ 2. Schubladenzeichen hinterer Durchhang 70° _____ 70° Flexio _____ 15° IR _____ 30° AR _____ 3. Pivot-Shift-Test _____ 4. Reversed Pivot-Shift-Test _____</p>
<p>5. Bewegungsmaß: Rechtes KG: aktiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> passiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> Linkes KG: aktiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> passiv <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/></p>	<p>_____</p>

6.4 Untersuchungsbogen und Fragebogen der U3

Patientenfragebogen

Kreuzbandplastik-Nachuntersuchung (U3)

ID:

Sehr geehrte(r) Patient(in),

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

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

1. Müssen Sie bei Belastungen des täglichen Lebens hinken?

- nein
- leicht oder gelegentlich
- deutlich oder ständig

2. Benutzen Sie Gehhilfen?

- nein
- ja, Gehstütze oder Krücke
- Belastung unmöglich

3. Ist Ihr Kniegelenk zwischenzeitlich blockiert oder haben sie Einklemmungserscheinungen?

- nein
- Einklemmungserscheinungen, aber keine Blockierung
- gelegentliche Blockierung
- das Knie ist zur Zeit blockiert

4. 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

U3 6 Monate Datum:

3. Oberschenkel-Umfang (10 cm oberhalb d. med. Kniespaltes):
 rechts: cm links: cm

4. Inspektion und Palpation:
 Schwellung: Erguß:
 Crepitatio:
 Retropatellar: med: lat:
 Druckschmerz an Transplantatentnahmestelle:
 Patellaspitze: Tibiatuberositas:
 andere:

5. Bewegungsmaß: Rehtes KG: aktiv - -
 passiv - -
 Linkes KG: aktiv - -
 passiv - -

Mangel an Extension Mangel an Flexion:
 Patellaposition vor OP: nach OP: Differenz:

6. Gelenkspaltverbreiterung und Meniskuszeichen
 Valgusrotation: Varusrotation:
 media lateral

7. Kniestabilität:
 1. Lachmann-Test bei 25° Flexion: Anschlag
 2. Schubladezeichen 70° Flexio 15° IR 30° AR
 3. Pivot-Shift-Test 4. Reversed Pivot-Shift-Test

5. KT-1000-Arthrometer betroffene Seite Gegenseite
 89 N= mm 89 N= mm
 101 N= mm 101 N= mm
 Max= mm Max= mm

6. Einbeinsprungtest: gesundes Knie operiertes Knie
 (Angabe in m) 1. Versuch 2. Versuch 1. Versuch 2. Versuch
 100 % 100 %

6.5 Untersuchungsbogen und Fragebogen der U4

U4 12 Monate Datum:

3. Oberschenkel-Umfang (10 cm oberhalb d. med. Kniespaltes):
 rechts: cm links: cm

4. Inspektion und Palpation:
 Schwellung: Erguß:
 Crepitatio:
 Retropatellar: med: lat:
 Druckschmerz an Transplantatentnahmestelle:
 Patellaspitze: Tibiatuberositas:

5. Bewegungsmaß: Rehtes KG: aktiv - -
 passiv - -
 Linkes KG: aktiv - -
 passiv - -

Mangel an Extension
 Mangel an Flexion:
 Lysholm-Score: IKDC:

6. Gelenkspaltverbreiterung und Meniskuszeichen
 Valgusrotation: Varusrotation:
 medial lateral

7. Kniestabilität:
 1. Lachmann-Test bei 25° Flexion: Anschlag
 2. Schubladezeichen hinterer Durchhang 70°
 70° Flexio 15° IR 30° AR
 3. Pivot-Shift-Test 4. Reversed Pivot-Shift-Test

5. KT-1000-Arthrometer betroffene Seite Gegenseite
 89 N= mm 89 N= mm
 101 N= mm 101 N= mm
 Max= mm Max= mm

6. Einbeinsprungtest: gesundes Knie operiertes Knie
 (Angabe in m) 1. Versuch 2. Versuch 1. Versuch 2. Versuch
 100 % 100 %

Patientenfragebogen

Kreuzbandplastik-Nachuntersuchung (U4)

ID:

Sehr geehrte(r) Patient(in),

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

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

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

- nein
- Einklemmungserscheinungen, aber keine Blockierung
- gelegentliche Blockierung
- 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

—————
kein Schmerz maximaler Schmerz

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 Tätigkeit

5. Schwillt Ihr Kniegelenk an?

- nein
- nur nach starker Belastung
- nach alltäglicher Belastung
- ständig geschwollen

6. Haben Sie beim Treppensteigen Probleme?

- treppauf treppab
- nein
- leichte Einschränkung
- nur schrittweise möglich
- Treppensteigen unmöglich

7. Können Sie in die Hocke gehen?

- ja, tiefe Hocke möglich
- leicht eingeschränkt
- nicht über 90 Grad
- unmöglich

8. Wie funktioniert Ihr Knie?

- normal, ohne Probleme
- fast normal, mit leichten Problemen
- abnormal, mit deutlichen Schwierigkeiten
- stark abnormal ,mit starken Schwierigkeiten

9. Wie beeinflusst(e) Ihr Knie Ihre Aktivität zu den genannten Zeitpunkten?

	nicht	gering	mäßig	stark
vor Unfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vor Operation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
heute	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Hat sich Ihr Aktivitätsniveau gegenüber dem Zeitpunkt vor dem Unfall aufgrund Ihrer Knieverletzung geändert?

ja

nein

11. Um wieviel Prozent, bezogen auf das gesunde Bein, sind Ihre Aktivitäten mit dem verletzten Bein eingeschränkt?

0 100%

12. Fühlen Sie sich im täglichen Leben kniebedingt eingeschränkt?

keine Einschränkung maximale Einschränkung

13. Müssen Sie sich beim Sport kniebedingt einschränken?

keine Einschränkung maximale Einschränkung

14. Wie zufrieden sind Sie mit dem Operationsergebnis?

sehr zufrieden
 zufrieden
 unzufrieden

Tegner Aktivitätsskala

Bitte Skala
ankreuzen 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*:	Tennis, Laufdisziplinen in der Leichtathletik, Motocross, Kontaktsportarten
		Freizeitsport:	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:	Schwerarbeit
		Leistungssport*:	Radfahren, Skilanglauf
		Freizeitsport:	Jogging auf unebenem Grund mind. 2x/ Woche
<input type="checkbox"/>	4	Beruf:	Mittelschwere Arbeit
		Freizeitsport:	Jogging auf unebenem Grund mind. 2x/ Woche, Radfahren, Skilanglauf
<input type="checkbox"/>	3	Beruf:	Leichte Arbeit
		Leistungssport*:	Schwimmen
		Freizeitsport:	Schwimmen
		Spaziergehen	Im Wald möglich
<input type="checkbox"/>	2	Beruf:	Leichte Arbeit
		Spaziergehen:	Auf unebenem Boden möglich, jedoch unmöglich auf Waldboden
<input type="checkbox"/>	1	sitzende Tätigkeit, Spaziergehen auf ebenem Grund möglich	
<input type="checkbox"/>	0	Arbeitsunfähigkeit bzw. Berentung wegen Kniegelenkserkrankung	

Lebenslauf

Name Thomas Brenner
Geburtsdatum 05.05.1969
Geburtsort Aschaffenburg
Familienstand verheiratet, 1 Kind

Derzeitige Tätigkeit Assistenzarzt der Chirurgie im
Kreiskrankenhaus Lohr
(seit 4/2004)

Berufliche Tätigkeit

01/2002 bis 06/2003	AiP in der Anästhesiologie des Klinikum Aschaffenburg
07/2003 bis 10/2003	Assistenzarzt der Anästhesiologie im Klinikum Aschaffenburg
11/2003 bis 03/2004	Wissenschaftlicher Assistent der Abteilung Sportmedizin der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt

Hochschulausbildung

05/1994 bis 08/1996	Vorklinisches Studium, Julius-Maximilians-Universität-Würzburg
10/1996 bis 03/2000	Klinisches Studium, Julius-Maximilians-Universität-Würzburg
10/2000 bis 10/2001	Praktisches Jahr, Klinikum Aschaffenburg

Berufsausbildung

09/1991 bis 08/1993	erfolgreiche Ausbildung zum Industriekaufmann, adidas AG Herzogenaurach
---------------------	---

Wehrdienst

06/1989 bis 08/1990	Grundwehrdienst als Fallschirmjäger und Sicherungssoldat, Iserlohn, Altenstadt und Aschaffenburg
---------------------	--

Schulausbildung

09/1975 bis 07/1979	Dalberg-Grundschule in Aschaffenburg
09/1979 bis 05/1989	Friedrich- Dessauer-Gymnasium in Aschaffenburg

Aschaffenburg, 30. Juni 2004



Thomas Brenner