

**Ergebnisse nach MPFL-Ersatzplastik bei chronischer
Patellainstabilität**

Ersteingriff vs. Revisionseingriff

Einfluss individueller Parameter auf das Outcome der Operation

Eine retrospektive klinische Fallbeobachtungsstudie

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Dr. med.
an der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig

eingereicht von:
Theresa Diedrich
geboren am 26.07.1984 in Hannover

angefertigt an der
Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie
Universitätsklinikum Leipzig
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Christoph Josten

und der
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Abteilung des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg
Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH Hannover
Chefarzt: Prof. Dr. med. Helmut Lill

Betreuer: Prof. Dr. med. Christoph Josten und
Prof. Dr. med. Helmut Lill

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom: 24.05.2016

für Kalle

I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis	IV
II.	Abbildungsverzeichnis	VII
III.	Tabellenverzeichnis	X
IV.	Bibliographische Zusammenfassung	XII
V.	Abkürzungsverzeichnis	XIII
1	Einführung	1
1.1	Funktionelle Anatomie und Biomechanik des patellofemorale Gleitgelenks	1
1.2	Formen und Pathomechanismen der Patellaluxation	7
1.3	Prädisponierende Faktoren für die Patellainstabilität.....	8
1.3.1	Statische Stabilisatoren	8
1.3.1.1	Beinachse und Rotationsfehlstellung der unteren Extremität	8
1.3.1.2	Trochleadysplasie.....	9
1.3.1.3	TTTG-Abstand.....	10
1.3.2	Passive Stabilisatoren	11
1.3.3	Aktive Stabilisatoren	12
1.3.4	Interaktion der Stabilisatoren im Rahmen der Kniegelenksbewegung	13
1.3.5	Weitere prädisponierende Faktoren.....	13
1.3.5.1	Patellahochstand (Insall-Index vs. Caton-Deschamps-Index)	14
1.3.5.2	Patelladeformität.....	15
1.4	Therapie der Patellaluxationen.....	15
1.4.1	Konservative Therapie.....	15
1.4.2	Stabilisierende Operationsverfahren.....	16
1.4.2.1	Mediale Raffung	16
1.4.2.2	Laterales Release.....	16
1.4.2.3	Tuberositasversatz	17
1.4.2.4	Trochleaplastik	17
1.4.2.5	Adressierung der Achs- und Rotationsfehlstellungen.....	18
1.4.2.6	MPFL-Ersatzplastik	19
2	Aufgabenstellung - Studienhypothese.....	21
3	Material und Methoden	22
3.1	Patienten	22
3.1.1	Einschlusskriterien	22
3.1.2	Ausschlusskriterien	22
3.1.3	Gruppeneinteilung	23
3.2	Prä-operative klinische und bildgebende Diagnostik	23
3.3	Erhebung intra-operativer Daten	24
3.4	Eigenes Vorgehen: OP-Technik MPFL-Rekonstruktion mittels autologer Gracillessehne	24
3.5	Nachbehandlung.....	30

3.6	Nachuntersuchung.....	31
3.6.1	Erhebung der Basisdaten.....	31
3.6.2	Klinische Untersuchung.....	32
3.6.2.1	Inspektion und Palpation	32
3.6.2.2	Messung des Bewegungsausmaßes nach Neutral-Null-Methode	32
3.6.2.3	Patella-spezifische Tests	32
3.6.2.4	Umfangsmessung.....	33
3.6.3	Scores.....	34
3.6.3.1	Subjektive Zufriedenheit	34
3.6.3.2	Visuelle Analogskala (VAS)	34
3.6.3.3	Intensität der sportlichen Betätigung nach IKDC (International Knee Documentation Committee).....	35
3.6.3.4	Tegner-Activity-Score	35
3.6.3.5	Kujala-Score.....	35
3.6.3.6	Lysholm-Score	35
3.6.4	Radiologische Untersuchung.....	36
3.7	Statistik.....	37
4	Ergebnisse.....	39
4.1	Deskriptive Ergebnisse	39
4.1.1	Gruppe A – MPFL als stabilisierender Ersteingriff	39
4.1.1.1	Auswertung der Basisdaten Gruppe A.....	39
4.1.1.2	Auswertung der prä- und intra-operativ erhobenen Daten Gruppe A.....	42
4.1.1.3	Auswertung der radiologischen Daten Gruppe A.....	43
4.1.1.4	Auswertung post-operativ erhobener Daten Gruppe A	45
4.1.1.5	Post-operative Komplikationen in Gruppe A	48
4.1.1.6	Auswertung der Scores in Gruppe A.....	49
4.1.2	Gruppe B - MPFL als stabilisierender Revisionseingriff	51
4.1.2.1	Auswertung der Basisdaten Gruppe B.....	51
4.1.2.2	Auswertung der prä- und intra-operativ erhobenen Daten Gruppe B.....	54
4.1.2.3	Auswertung der radiologischen Daten Gruppe B.....	56
4.1.2.4	Auswertung post-operativ erhobener Daten Gruppe B	57
4.1.2.5	Post-operative Komplikationen in Gruppe B	60
4.1.2.6	Auswertung der Scores Gruppe B	61
4.2	Vergleichende Ergebnisse - Ersteingriff vs. Revisionseingriff.....	63
4.3	Vergleichende Ergebnisse - Zusammenhang individueller Parameter und Outcome	67
4.3.1	Outcome der Gesamtgruppe bezüglich der post-operativ erhobenen Scores.....	67

4.3.2	Varianzanalyse mittels Kruskal-Wallis- und Mann-Whitney-U-Test für metrische Outcome-Parameter sowie mittels Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Test für ordinale Outcome-Parameter	68
4.4	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	79
5	Diskussion	81
5.1	Hypothese 1 - Verbesserung der Outcome-Parameter durch die Operation	81
5.1.1	In Bezug auf die Gesamtgruppe	81
5.1.2	In Bezug auf Gruppe A und Gruppe B	87
5.2	Hypothese 2 - Vergleich der Ergebnisse Gruppe A vs. Gruppe B	89
5.3	Hypothese 3 - Einfluss individueller Parameter auf das Outcome der Operation in der Gesamtgruppe	90
5.4	Stärken der Studie	93
5.5	Limitierungen der Studie	93
5.6	Zusammenfassung	94
6	Zusammenfassung	96
VI.	Literaturverzeichnis	VIII
VII.	Anhang	XVII
VII.1.	Studienprotokoll / Scores	XVII
VII.2.	Ethikantrag	XXVI
VII.3.	Votum der Ethikkommission	XXVIII
VII.4.	Hauseigener Nachbehandlungsbogen	XXIX
VII.5.	Gruppenvergleichstabellen mit Fehlerkorrektur	XXX
VII.6.	Kreuztabellen	XXXIV
VIII.	Selbstständigkeitserklärung	XXXVIII
IX.	Lebenslauf	XXXIX
X.	Danksagung	XLI

II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anatomie des Kniegelenks aus: [78].....	2
Abb. 2: Anatomischer Aufbau der Trochlea femoris modifiziert nach [82].....	3
Abb. 3: Anatomische Darstellung des patellofemorale Gelenks mit Einteilung der Patellafacetten aus: [80].....	3
Abb. 4: Kontaktfläche der Patella zum Femurkondylus bei 0°, 30°, 60° und 90° aus: [51].....	3
Abb. 5: Q-Winkel aus: [52].....	4
Abb. 6: Die trilaminäre Struktur der medialen kniegelenksumgebenden Weichteile am Präparat aus: [2].....	5
Abb. 7: Anatomische Lage des MPFL am Präparat aus: [2].....	6
Abb. 8: Habituelle Patellaluxation beidseits mit luxierten Patellae.....	8
Abb. 9: Sulcuswinkel aus: [73].....	9
Abb. 10: Klassifikation der Trochlea-Dysplasie nach Dejour aus: [19].....	10
Abb. 11: TTTG-Abstand aus: [6].....	11
Abb. 12: Auswirkung der Stabilisatoren bei verschiedenen Flexionsgraden aus: [74].....	13
Abb. 13: Insall-Salvati-Index aus: [6].....	14
Abb. 14: Caton-Deschamps-Index aus: [72].....	14
Abb. 15: Klassifikation der Patelladysplasie nach Wiberg und Baumgartl aus: [50].....	15
Abb. 16: Arthroskopisches Laterales Release aus: [66].....	17
Abb. 17: Schematische Darstellung der Trochleoplastik nach Bereiter und Gautier aus: [28].....	18
Abb. 18: Schematische Darstellung der MPFL-Plastik in Doppelbündeltechnik aus: [69].....	20
Abb. 19: Insertionspunkt der femoralen Komponente bei MPFL-Plastik aus: [68].....	20
Abb. 20: Gruppeneinteilung.....	23
Abb. 21: Lagerung zur MPFL-Rekonstruktion vor der Abdeckung.....	25
Abb. 22: Lagerung zur MPFL-Rekonstruktion nach der sterilen Abdeckung.....	25
Abb. 23: Aufsuchen (a) und Präparation (b) der Gracillessehne am Pes anserinus.....	25
Abb. 24: Anschlingen (a) und Entnahme (b) der Gracillessehne.....	26
Abb. 25: Vorbereitung (a+b) und Armierung (c+d) der Gracillessehne auf dem Sutureboard.....	26
Abb. 26: Platzieren (a) und Überbohren (b) der Führungsdrähte am medialen Patellarand.....	27
Abb. 27: Fixierung der Gracillessehne mittels SwiveLook ^(R)	27
Abb. 28: Aufsuchen des gedachten „isometrischen“ Zentrums zur femoralen Fixierung.....	28
Abb. 29: Überbohren des Führungsdrahtes am femoralen Fixierungspunkt.....	28
Abb. 30: Extracapsuläres Shuttlein der Gracillessehne zum femoralen Fixierungspunkt (a) und Einziehen der Sehne in den Bohrkanal (b).....	28
Abb. 31: Femorale Fixierung der Gracillessehne mittels Biokompressionsschraube.....	29
Abb. 32: Dokumentation der Schnitfführung.....	29
Abb. 33: Post-operative Anlage einer KI-Schiene.....	30

Abb. 34: Hauseigener Nachbehandlungsbogen des Diakoniekkrankenhauses Friederikenstift Hannover gGmbH	30
Abb. 35: Bewegungsausmaß nach Neutral-0-Methode aus: [10]	32
Abb. 36: Apprehension-Test aus : [3].....	33
Abb. 37: Visuelle Analogskala / Smiley-Skala aus: [84].....	34
Abb. 38: Lage der Bohrkanäle am post-operativen Röntgenbild	36
Abb. 39: Alter bei OP in Gruppe A	40
Abb. 40: Berufsgruppen in Gruppe A	41
Abb. 41: Generelle sportliche Betätigung in der Gruppe A	41
Abb. 42: BMI in Gruppe A	42
Abb. 43: Verwendete Fadenanker zur Fixierung an der Patella in Gruppe A.....	43
Abb. 44: Lage der Bohrkanäle in Gruppe A.....	45
Abb. 45: Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit in Gruppe A	45
Abb. 46: Wiedererlangung der Sportfähigkeit in Gruppe A.....	46
Abb. 47: Veränderung des Aktivitätslevels nach Tegner vor und nach der Operation in Gruppe A.....	47
Abb. 48: Oberschenkelumfangsdifferenz im Seitenvergleich in Gruppe A.....	48
Abb. 49: Re-Luxationen nach MPFL-Plastik in Gruppe A.....	48
Abb. 50: Kujala-Score prä- und post-operativ in Gruppe A.....	50
Abb. 51: Schmerzangaben auf der VAS prä- und post-operativ in Gruppe A	50
Abb. 52: Tegner-Activity-Score prä- und post-operativ in Gruppe A	50
Abb. 53: Alter bei OP in Gruppe B	52
Abb. 54: Berufsgruppen in Gruppe B	52
Abb. 55: Generelle sportliche Betätigung in Gruppe B	53
Abb. 56: BMI in Gruppe B	53
Abb. 57: Erst-Operationen in Gruppe B	54
Abb. 58: Verwendete Fadenanker zur Fixierung an der Patella Gruppe B	55
Abb. 59: Lage der Bohrkanäle in Gruppe B.....	57
Abb. 60: Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit in Gruppe B	57
Abb. 61: Wiedererlangung der Sportfähigkeit in Gruppe B.....	58
Abb. 62: Veränderung des Aktivitätslevels nach Tegner vor und nach der Operation in Gruppe B.....	59
Abb. 63: Oberschenkelumfangsdifferenz in Gruppe B.....	60
Abb. 64: Re-Luxationen nach MPFL-Plastik in Gruppe B.....	60
Abb. 65: Kujala-Scores prä- und post-operativ in Gruppe B.....	62
Abb. 66: Schmerz auf VAS prä- und post-operativ in Gruppe B	62
Abb. 67: Tegner-Activity-Scores prä- und post-operativ in Gruppe B	62
Abb. 68: Zeitraum Erstereignis bis MPFL-Plastik abhängig von Erst- bzw. Revisionseingriff.....	63
Abb. 69: Kujala-Score post-operativ in Gruppe A und B.....	65
Abb. 70: Lysholm-Score post-operativ in Gruppe A und B	65

Abb. 71: Tegner-Activity-Score post-operativ in Gruppe A und B.....	65
Abb. 72: Schmerzen auf VAS post-operativ in Gruppe A und B.....	65
Abb. 73: Zufriedenheit in Schulnoten in Gruppe A und B.....	65
Abb. 74: Kujala-Score der Gesamtgruppe prä- und post-operativ.....	68
Abb. 75: Schmerzniveau auf der VAS der Gesamtgruppe prä- und post-operativ.....	68
Abb. 76: Tegner-Activity-Score der Gesamtgruppe prä- und post-operativ.....	68
Abb. 77: Alter bei OP vs. Arbeitsfähigkeit in Monaten.....	69
Abb. 78: Alter bei OP vs. Kujala-Score post-operativ.....	70
Abb. 79: Alter bei OP vs. Tegner-Activity-Score.....	70
Abb. 80: Alter bei OP vs. Beugedefizit in Grad.....	70
Abb. 81: Seite vs. Sportfähigkeit in Monaten.....	70
Abb. 82: Umfangsdifferenz des Oberschenkels abhängig von der Seite.....	71
Abb. 83: Re-Operationsrate abhängig von der Seite.....	71
Abb. 84: VAS abhängig vom BMI.....	72
Abb. 85: Beruf vs. Arbeitsfähigkeit in Monaten.....	72
Abb. 86: Zeitpunkt des Wiedereintritts in die Arbeitsfähigkeit abhängig von der Berufsgruppe.....	73
Abb. 87: Beruf vs. Zufriedenheit in Schulnoten.....	73
Abb. 88: Beruf vs. Schmerzniveau auf VAS.....	73
Abb. 89: Beruf vs. Kujala-Score.....	73
Abb. 90: Beruf vs. Lysholm-Score.....	73
Abb. 91: Beruf vs. Beugedefizit in Grad.....	74
Abb. 92: Generelle sportliche Betätigung vs. Arbeitsfähigkeit in Monaten.....	74
Abb. 93: Generelle sportliche Betätigung vs. Lysholm-Score.....	74
Abb. 94: Post-operativer Apprehension-Test abhängig von der generellen sportlichen Betätigung.....	75
Abb. 95: Post-operative Re-Luxationsrate abhängig von der generellen sportlichen Betätigung.....	75
Abb. 96: Kujala-Score post-operativ abhängig von der generellen sportlichen Betätigung.....	76
Abb. 97: Schmerzen auf VAS post-operativ abhängig von der generellen sportlichen Betätigung.....	76
Abb. 98: Tegner-Activity-Score abhängig von der generellen sportlichen Betätigung.....	76
Abb. 99: Beugedefizit in Grad abhängig von der Transplantatfixierung an der Patella.....	77
Abb. 100: Streckdefizit in Grad abhängig von der Transplantatfixierung an der Patella.....	77
Abb. 101: Beugedefizit in Grad abhängig von der Lage der Bohrkanäle.....	78
Abb. 102: Re-Luxationsrate nach MPFL-Rekonstruktion abhängig von der Bewegungseinschränkung.....	78
Abb. 103: Re-Luxationsrate nach MPFL-Rekonstruktion abhängig vom Apprehension- Test.....	78

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Basisdaten der Gruppe A	40
Tabelle 2: Übersicht der Score-Punkte in Gruppe A.....	49
Tabelle 3: Basisdaten der Gruppe B	51
Tabelle 4: Übersicht der Score-Punkte in Gruppe B.....	61
Tabelle 5: Vergleich der individuellen Parameter Gruppe A und B.....	64
Tabelle 6: Aufstellung Outcome-Parameter	66
Tabelle 7: Übersicht der Score-Punkte in der Gesamtgruppe	67
Tabelle 8: Aufstellung der Literatur 2005-2015.....	82
Tabelle 9: Vergleich der Score-Werte der Gesamtgruppe mit der Literatur aus Tabelle 8.....	84
Tabelle 10: Gegenüberstellung Gruppe B mit den Ergebnissen der Literatur [35, 47]	88
Tabelle 11: Vergleich der Outcome-Parameter Ersteingriff vs. Revisionseingriff meiner Arbeit mit der Literatur [47].....	90
Tabelle 12: Alter bei OP vs. Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit	XXX
Tabelle 13: Alter bei OP vs. Kujala-Score	XXX
Tabelle 14: Alter bei OP vs. Tegner-Activity-Score	XXX
Tabelle 15: Alter bei OP vs. Beugedefizit.....	XXX
Tabelle 16: BMI vs. Schmerzen auf VAS	XXXI
Tabelle 17: Beruf vs. Arbeitsfähigkeit.....	XXXI
Tabelle 18: Beruf vs. Zufriedenheit in Schulnoten	XXXI
Tabelle 19: Beruf vs. Schmerzen auf der VAS	XXXI
Tabelle 20: Beruf vs. Kujala-Score post-operativ	XXXI
Tabelle 21: Beruf vs. Lysholm-Score post-operativ	XXXII
Tabelle 22: Beruf vs. Beugedefizit post-operativ	XXXII
Tabelle 23: Sportliche Betätigung vs. Arbeitsfähigkeit.....	XXXII
Tabelle 24: Sportliche Betätigung vs. Zufriedenheit in Schulnoten.....	XXXII
Tabelle 25: Sportliche Betätigung vs. Schmerzen auf der VAS.....	XXXII
Tabelle 26: Sportliche Betätigung vs. Kujala-Score.....	XXXIII
Tabelle 27: Sportliche Betätigung vs. Lysholm-Score	XXXIII
Tabelle 28: Sportliche Betätigung vs. Tegner-Activity-Score	XXXIII
Tabelle 29: Chondromalazie vs. Streckdefizit in Grad.....	XXXIII
Tabelle 30: Lage der Bohrkanäle vs. Beugedefizit in Grad*	XXXIII
Tabelle 31: Alter bei OP vs. Arbeitsfähigkeit	XXXIV
Tabelle 32: Seite vs. Sportfähigkeit in Gruppen	XXXIV
Tabelle 33: Seite vs. Umfangsdifferenz Oberschenkel.....	XXXIV
Tabelle 34: Seite vs. Revisions-OP.....	XXXV
Tabelle 35: Beruf vs. Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit.....	XXXV
Tabelle 36: Sportliche Betätigung vs. Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit.....	XXXV
Tabelle 37: Sportliche Betätigung vs. Apprehension-Test post-operativ.....	XXXVI
Tabelle 38: Sportliche Betätigung vs. Re-Luxationsrate	XXXVI

Tabelle 39: Lage der Bohrkanäle vs. Bewegungseinschränkung XXXVI
Tabelle 40: Bewegungseinschränkung post-OP vs. Re-Luxationrate XXXVII
Tabelle 41: Apprehension-Test post-operativ vs. Re-Luxationsrate XXXVII

IV. Bibliographische Zusammenfassung

Diedrich, Theresa

Ergebnisse nach MPFL-Ersatzplastik bei chronischer Patellainstabilität Ersteingriff vs. Revisionseingriff Einfluss individueller Parameter auf das Outcome der Operation

Eine retrospektive klinische Fallbeobachtungsstudie

Universität Leipzig, Dissertation

146 Seiten, 93 Literaturangaben, 103 Abbildungen, 41 Tabellen, 6 Anlagen

Das mediale patello-femorale Ligament (MPFL) wurde in den letzten Jahren und Jahrzehnten als maßgeblicher passiver Stabilisator der Kniescheibe identifiziert und in biomechanischen Studien beschrieben. Auch wurden die verschiedenen Möglichkeiten der operativen Rekonstruktion des MPFL und deren klinisches Outcome bei patellofemoraler Instabilität in zahlreichen Studien beschrieben sowie relevante Ergebnisse für den klinischen Alltag formuliert. Ziel dieser Arbeit war es, die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff mit dem Outcome bei Primäreingriffen zu vergleichen und Faktoren zu bestimmen, die das klinische Outcome beeinflussen.

Hierzu wurden 61 Patienten, die von Januar 2009 bis Dezember 2012 in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Diakoniekrankenhauses Friederikenstift gGmbH Hannover operativ mittels MPFL-Ersatzplastik stabilisiert worden sind, untersucht. Retrospektiv nach Aktenlage und im Rahmen einer klinischen Nachuntersuchung wurden anhand eines standardisierten Studienprotokolls verschiedene Ausgangs- und Outcome-Parameter erhoben und mittels IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. Released 2011 ausgewertet.

Es zeigte sich, dass die Patienten der Primärgruppe eine signifikante Verbesserung durch die Operation erzielen konnten, bei den Patienten der Revisionsgruppe traf dies nicht auf alle Parameter zu. Im Vergleich der Ausgangs- und Outcome-Parameter der Primär- und Revisionsgruppe zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Des Weiteren zeigte sich, dass die Ausgangsparameter Alter bei OP, operativ-versorgte Seite, BMI, Beruf, generelle sportliche Betätigung, verwendete Fadenanker zur Transplantatfixierung an der Patella und Lage der Bohrkanäle in der Patella das Outcome der Operation signifikant beeinflussten.

V. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AdtL	Aktivitäten des täglichen Lebens
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
CM	Chondromalazie
cm	Zentimeter
CRPS	Komplexes regionales Schmerzsyndrom
Δ	Delta
etc.	et cetera
gel.	gelegentlich
ggf.	gegebenenfalls
IKDC	International Knee Documentation Committee
KI	Knie-Immobilisations-
körperl.	körperlich
lat.	lateral
Lig.	Ligamentum
Lux.	Luxation
m	month (Monate)
M.	Musculus
med.	medial
mm	Millimeter
MPFL	Mediales patello-femorales Ligament
n	Anzahl
o.g.	oben genannt
OP	Operation
pers.	persistierend
SD	Standardabweichung
sportl.	sportlich(e/er)
vs.	versus
y	years (Jahre)

1 Einführung

Das mediale patello-femorale Ligament (MPFL) wurde in den letzten Jahren und Jahrzehnten als maßgeblicher passiver Stabilisator der Kniescheibe identifiziert und in biomechanischen Studien [1, 13, 21, 22, 74] beschrieben. Auch wurden die verschiedenen Möglichkeiten der operativen Rekonstruktion des MPFL und deren klinisches Outcome bei patellofemoraler Instabilität in zahlreichen Studien beschrieben sowie relevante Ergebnisse für den klinischen Alltag formuliert.

Betrachtet man allein die Literatur der letzten 15 Jahre, so liegen nach PubMed-Research von 04/2015 über 250 Studien vor, die sich dem MPFL und seiner Rekonstruktion widmen. Laut aktueller PubMed-Research, zuletzt in 04/2015, liegt jedoch nur eine einzige Arbeit vor, die explizit das klinische Outcome von Patienten untersucht hat, bei denen die MPFL-Rekonstruktion als Revisionseingriff nach vorangegangener, nicht-zufriedenstellender stabilisierender Erstoperation durchgeführt wurde [35]. Aktuelle Studien, die das Outcome der MPFL-Rekonstruktion als stabilisierenden Ersteingriff mit dem Outcome nach MPFL-Rekonstruktion als Revisionseingriff vergleichen, liegen nach PubMed-Research nicht vor. Es findet sich eine Doktorarbeit aus dem Jahre 2012, die sich im Rahmen einer prospektiven Studie unter anderem diesem Thema widmet [47]. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse dieser Arbeit über das Bibliotheksportal findet sich nicht.

Des Weiteren wurde in den bisher veröffentlichten Studien nur sehr am Rande darauf eingegangen, ob und wenn ja, welche individuellen Parameter Auswirkungen auf das Outcome der Operation haben. Zwar untersuchen viele Studien den Einfluss prädisponierender radiologischer Faktoren [66–68, 85] oder den Einfluss der Lage des femoralen Fixierungspunktes der MPFL-Plastik [1, 8, 45], ob jedoch der Lifestyle der Patienten, zum Beispiel der BMI, die berufliche körperliche Belastung oder die sportliche Betätigung, generelle Faktoren, wie zum Beispiel das Geschlecht der Patienten oder welche Seite operiert wurde, oder intraoperative Faktoren, wie die Lage der Bohrkanäle oder das Vorliegen und Adressieren von Begleitpathologien, ebenfalls Auswirkungen auf das Outcome haben, wurde bislang selten in die Überlegungen mit einbezogen.

Ziel dieser Arbeit ist es, die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff mit dem Outcome bei Primäreingriffen zu vergleichen und Faktoren zu bestimmen, die das klinische Outcome beeinflussen.

1.1 Funktionelle Anatomie und Biomechanik des patellofemorale Gleitgelenks

Das Kniegelenk, *Articulatio genus*, ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers und setzt sich aus drei Teilgelenken zusammen. Zum einen artikulieren der

Oberschenkelknochen (Femur) und das Schienbein (Tibia) im sogenannten Femorotibialgelenk miteinander, zum anderen artikulieren das Femur und die Kniescheibe (Patella) im sogenannten Patellofemoralgelenk miteinander. Das dritte Teilgelenk des Kniegelenks, das sogenannte Tibiofibulargelenk, wird aus der gelenkigen Verbindung zwischen Schien- und Wadenbein (Fibula) gebildet. Abb. 1 zeigt den anatomischen Aufbau des gesamten Kniegelenks.

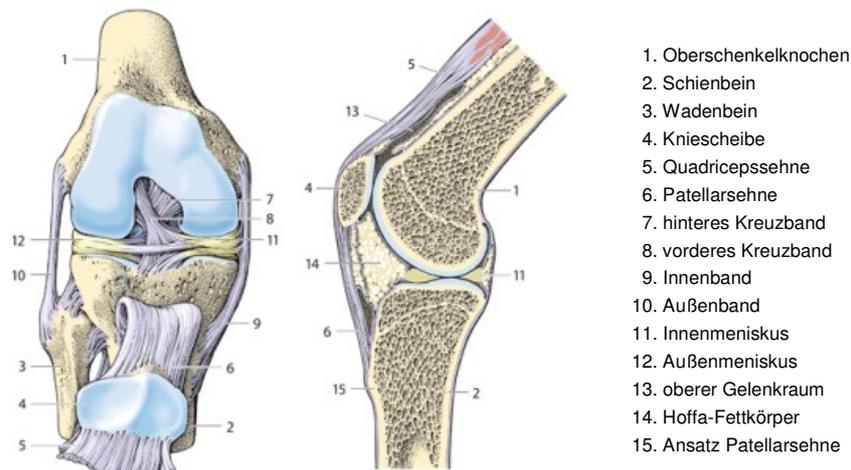


Abb. 1: Anatomie des Kniegelenks aus: [78]

Das Augenmerk dieser Arbeit wird nicht dem gesamten Kniegelenk gelten, sondern sich auf das Patellofemoralgelenk fokussieren.

Die Patella ist ein annähernd dreieckiger Knochen mit einer breiten Basis im körpernahen, proximalen, und einer abgerundeten Spitze (Apex) im körperfernen, distalen, Anteil. Die Vorderfläche der Kniescheibe ist aufgeraut und von oberflächlichen Fasern des M. quadriceps femoris überzogen. Die Rückfläche der Patella bildet die eigentliche Gelenkfläche, die Facies articularis patellae, und ist zum Großteil mit hyalinem Gelenkknorpel überzogen. Lediglich der Apex bleibt vom Knorpelüberzug ausgespart. Auf Grund der hohen mechanischen Belastung weist die Patellarückfläche den dicksten Knorpelbelag des Körpers auf [9]. Sie teilt sich in eine meist kleinere mediale und eine meist größere laterale Facette, die durch einen vertikalen First voneinander getrennt sind. Die in der 7. Embryonalwoche knorpelig angelegte Patella beginnt etwa zwischen dem 3. und 4. Lebensjahr zu verknöchern, in der Regel ist diese Verknöcherung zwischen dem 15. und 20. Lebensjahr abgeschlossen [25, 50, 80].

Die Kniescheibenrückfläche artikuliert mit der Führungsrinne des Femurs, der sogenannten Trochlea femoris, die auch als Gleitlager bezeichnet wird. Die Trochlea femoris besteht aus einer medialen und einer lateralen Facette und ist durch den Sulcus intercondylaris femoris verbunden. Distal gehen die Facetten in die Femurkondylen und somit in den das Femorotibialgelenk bildenden Anteil des Femurs über. Die Linea terminalis trennt Facette und Kondyle.

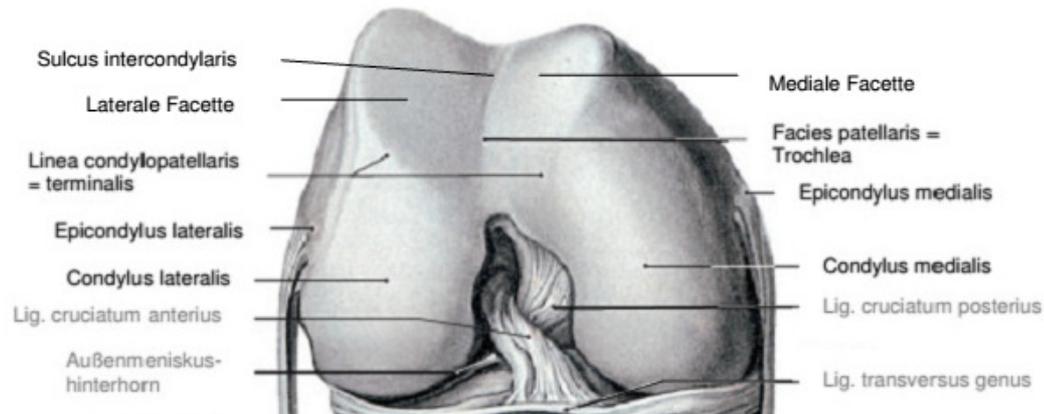


Abb. 2: Anatomischer Aufbau der Trochlea femoris modifiziert nach [82]

Im Laufe der Beugung des Kniegelenks artikulieren unterschiedliche Anteile der Patellarückfläche mit der Trochlea, so dass sich die Rückfläche, neben der Einteilung in mediale und laterale Facette, in insgesamt 7 Facettenabschnitte unterteilen lässt: Die paarig angelegten kranialen Beugefacetten, die mittleren Hauptfacetten und kaudalen Streckfacetten sowie die unpaarig angelegte, sogenannte Odd facet, die am medialen Rand der medialen Facette gelegen ist und nur bei einer Flexion von 90° und mehr mit dem medialen Femurkondylus artikuliert (siehe Abb. 3) [80].

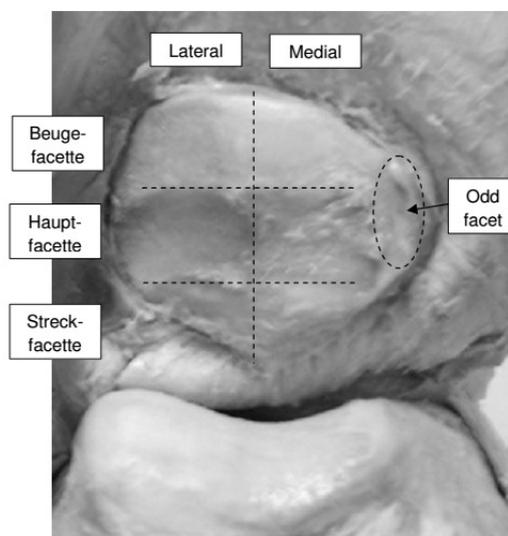


Abb. 3: Anatomische Darstellung des patellofemorale Gelenks mit Einteilung der Patellafacetten aus: [80]

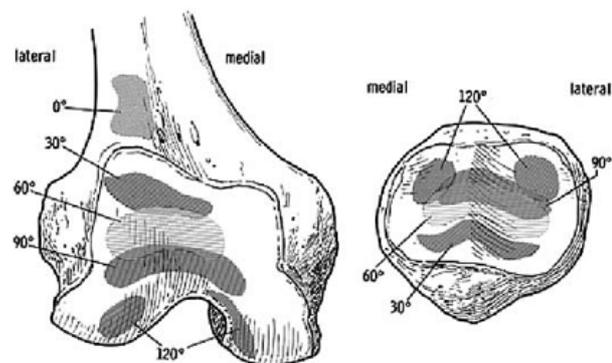


Abb. 4: Kontaktfläche der Patella zum Femurkondylus bei 0° , 30° , 60° und 90° aus: [51]

Bei gestrecktem Knie ruht die Patella auf dem oberen Rezessus. Lediglich der kaudalste Teil der Kniescheibe artikuliert mit der knorpelüberzogenen Facies patellae des Femurs. Im Rahmen der Kniegelenksbeugung artikulieren nun zunächst die Streckfacetten, bei mittlerer Beugung die Hauptfacetten und bei tiefer Beugung die Beugefacetten mit dem

Gleitlager (siehe Abb. 4) [51]. Mit zunehmender Beugung taucht die Patella in die Trochlea ein, die bei physiologischer Konfiguration in ihrem kranio-kaudalen Verlauf an Tiefe gewinnt.

Die Patella ist als größtes Sesambein des menschlichen Körpers in die Sehne des M. quadrizeps femoris bzw. die Patellarsehne eingefasst und dient im Rahmen der Kraftübertragung des M. quadrizeps femoris auf den Unterschenkel, genauer gesagt auf die Tuberositas tibiae, als Hypomochleon [79, 90]. Kaufer zeigte in seiner Arbeit, dass die benötigte Kraft, um das Knie zu strecken, bei nicht vorhandener Patella bei einer Knieflexion von 90° um 13% steigt, bei einer Flexion von 0° sogar um 31% [34]. Die vier Köpfe des M. quadriceps femoris setzen in einer gemeinsamen Sehne an der Patellabasis an. Diese Sehne ist in drei Schichten unterteilt: In der oberflächlichen Schicht setzt der M. rectus femoris an der Patellabasis an. Seine oberflächlichsten Fasern ziehen über die Kniescheibe hinweg und bilden distal das Lig. patellae. In der mittleren Schicht setzt lateral der M. vastus lateralis und medial der M. vastus medialis an. Beide geben Fasern an die Kniegelenkkapsel ab und bilden so das laterale bzw. mediale Retinaculum. Eine Besonderheit des M. vastus medialis ist es, dass er Anteile von annähernd horizontal verlaufenden Muskelfasern birgt, die als funktionelle Einheit gesehen und als M. vastus medialis obliquus bezeichnet werden. Zwar liegen ähnliche Fasern auch auf der lateralen Seite vor, bisher wurde diesen jedoch wenig Aufmerksamkeit gewidmet. In der tiefsten Schicht setzt der M. vastus intermedius an [80, 86].

Die durch den M. quadrizeps femoris und die Patellarsehne auf die Kniescheibe wirkenden Kräfte werden durch die Erhebung des Quadriceps-Winkels, auch Q-Winkel genannt, beschrieben (siehe Abb. 5). Der Q-Winkel ist definiert als Winkel zwischen dem resultierenden Kraftvektor des M. quadriceps und der Patellarsehne und wird im Röntgenbild anhand einer Linie zwischen der Spina anterior superior und dem Zentrum der Patella einerseits und dem Zentrum der Patella und der Tuberositas tibiae andererseits gebildet.

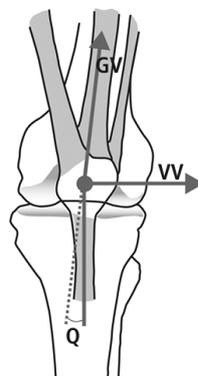


Abb. 5: Q-Winkel aus: [52]

Q = Quadrizepswinkel, GV = Gesamtzugvektor des M. quadriceps femoris, VV = resultierender Valguszugvektor

Bei physiologischen anatomischen Verhältnissen führt der Q-Winkel zu einer nach lateral gerichteten Zugkraft auf die Patella. Je größer der Q-Winkel, desto höher ist dieser nach lateral gerichtete Zug. Auf Grund der physiologischen Außenrotation der Tibia in Streckstellung ist der Q-Winkel in dieser Position am größten. Als geschlechtsspezifische Normwerte werden 12–15° für Männer und 15–18° für Frauen angegeben [14, 39, 52, 53, 57, 92].

Neben der bereits erläuterten Muskulatur üben auch weichteilige Strukturen Zugkräfte auf das Patellofemoralgelenk aus: Auf der lateralen Seite geht das aus kollagenem Bindegewebe bestehende Retinaculum patellae laterale vom lateralen Rand der Patella und des Lig. patellae aus und setzt dann an der lateralen Fläche der Tibia an. Es nimmt neben Fasern des Tractus iliotibialis, wie bereits beschrieben, Fasern des M. vastus lateralis auf und verstärkt den lateralen Teil der Kniegelenkscapsel.

Die medial gelegenen Weichteilstrukturen werden nach Warren und Marshall in 3 Schichten eingeteilt [88]: In der oberflächlichen Schicht befindet sich der Hauptteil des medialen Retinaculums mit Anteilen des M. vastus medialis, sowie das Lig. patellotibiale mediale. In der zweiten Schicht verläuft das Lig. patellofemorale mediale, sowie die oberflächlichen Anteile des medialen Seitenbandes. In der dritten Schicht befindet sich neben dem Lig. patellomeniscale die Gelenkkapsel [66, 89]. Abb. 6 zeigt die anatomischen Gegebenheiten am Präparat.

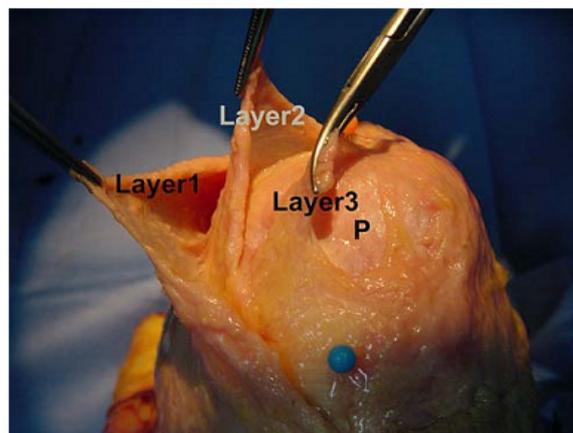


Abb. 6: Die trilaminäre Struktur der medialen kniegelenksumgebenden Weichteile am Präparat aus: [2]

Layer 1 = oberflächliche Schicht, Layer 2 = mittlere Schicht, Layer 3 = tiefe Schicht, P = Patella

In biomechanischen Studien konnte dem MPFL eine tragende Rolle zur Vermeidung der Patellaluxation zugesprochen werden [70]. So zeigten Conlan et al., dass das MPFL mit 53 % den größten Anteil der einer Lateralisierung entgegengesetzten Kräfte aufbot, das Lig. patellomeniscale und die medialen Kapselanteile nur jeweils 22% [13]. Desio et al. sprachen dem MPFL in einem ähnlichen Versuchsaufbau sogar 60% der einer

Patellalateralisation entgegenwirkenden Kräfte der medialen Strukturen zu [21], so dass im Folgenden die Anatomie dieser wichtigen Struktur näher erläutert wird.

Das MPFL spannt sich segelförmig zwischen dem medialen Patellarand und dem Epicondylus medialis auf und besteht funktionell aus einem superioren und einem inferioren Bündel. Im patellaren Ansatzbereich wird es von Fasern des M. vastus medialis obliquus überlagert [30] (siehe Abb. 7). In vielen anatomischen Studien wurde die genaue Anatomie des MPFL zum Teil kontrovers beschrieben: Placella et al. fassten diese Ergebnisse in ihrer Arbeit von 2014 zusammen [60]. Demnach konnte das MPFL in 99% der Studien identifiziert werden. Es wies eine Länge von 56,9mm (SD 4,69) und eine durchschnittliche Breite von 17,8mm (SD 4,4mm) im mittleren Sehnenbereich auf. Die Dicke des MPFL ist bislang nur in der Arbeit von Nomura et al. mit 0,44mm (SD 0,19) beschrieben worden. Im Bereich der patellaren Insertion zeigte sich eine Breite von 26,0mm (SD 4,53), im Bereich der femoralen Insertion zeigte sich eine Breite von 12,7mm (SD 2,6). In der Regel setzte das MPFL im proximalen Bereich der Patella an. Bezüglich des femoralen Ansatzes herrschte Unstimmigkeit. So wurde in knapp 30% der Fälle eine Insertion im Bereich des Tuberculum adductorium, in knapp 18% im Bereich des Epicondylus medialis und in 44% eine andere Insertionsstelle beschrieben [49, 60].

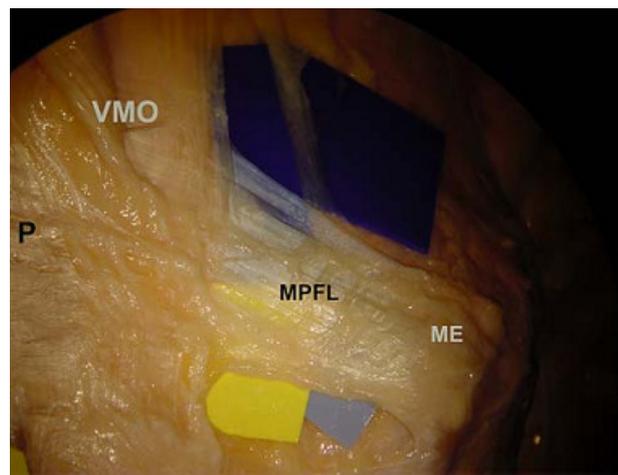


Abb. 7: Anatomische Lage des MPFL am Präparat aus: [2]
ME = Epicondylus medialis, P = Patella, VMO = M. vastus medialis obliquus

Bezüglich der Biomechanik zeigten Amis et al., dass das MPFL bei physiologischer anterolateraler Zugrichtung eine Versagenskraft von 208 N aufweist. Dies stellt einen sehr hohen Wert dar, vor allem wenn man bedenkt, dass die Messungen an Kadaverknien durchgeführt wurden, deren Altersdurchschnitt bei über 70 Jahren lag [1]. Die gelenkstabilisierenden Kräfte, die vom MPFL ausgehen, werden in Kapitel 1.2 „Formen und Pathomechanismen der Patellaluxation“ näher erläutert.

1.2 Formen und Pathomechanismen der Patellaluxation

Die Patellaluxation nach lateral macht etwa 2-3% aller Knieverletzungen aus und tritt mit einer Inzidenz von ca. 2,3 - 5,8 pro 100.000 Einwohner in erster Linie in der 2. Lebensdekade auf [7]. Das weibliche Geschlecht ist hierbei etwas häufiger betroffen als das männliche [32]. Entgegen früherer Meinungen, dass in der Regel übergewichtige junge Frauen eine Patellaluxation erleiden, zeigt die neuere Studienlage, dass die Mehrzahl der Patienten sportlich aktiv ist [7]. Die Patellaerstluxation ereignet sich meist im Rahmen von sportlicher Betätigung, jedoch ist der Luxationsmechanismus in der Regel als atraumatisch oder gering-traumatisch zu bewerten [7, 32, 58]. Häufig resultieren aus der Erstluxation rezidivierende Luxationen oder Subluxationen [90]. So werden nach der Erstluxation Re-Luxationsraten von 15-44% angegeben [32], wobei das Risiko einer erneuten Luxation nach stattgehabter Zweitluxation noch höher ist. Bei 30-50% der Patienten kommt es durchschnittlich nach mehr als 2 Jahren zur Ausbildung eines vorderen Knieschmerzes [57, 70]

Die Patellaluxationen lassen sich in Abhängigkeit ihres Pathomechanismus einteilen:

Die **kongenitale oder angeborene Luxation** wird auch als chronische Luxation bezeichnet und tritt mit familiärer Häufung auf. Meist sind beide Kniegelenke betroffen. In der Regel liegt ihr ein komplexes Fehlbildungsbild auch im Bereich anderer Teile des Bewegungsapparates im Rahmen einer generalisierten Grunderkrankung, wie dem Down-Syndrom zu Grunde. Die Luxation wird häufig erst mit Beginn der meist verzögerten Ossifikation der Patella bemerkt, da trotz der Fehlstellung ein physiologisches Gangbild besteht [50, 90].

Bei der **habituellen Luxation** (siehe Abb. 8) kommt es im Rahmen von Alltagsbewegungen zu rezidivierenden Luxationen und Subluxationen des Kniegelenks, meist auf Grund ausgeprägter prädisponierender Faktoren, wie beispielsweise einer Trochleadysplasie. Ein auslösendes Erstereignis kann nicht angegeben werden. Das weibliche Geschlecht ist mit 60-90% deutlich häufiger betroffen [50, 90].



Abb. 8: Habituelle Patellaluxation beidseits mit luxierten Patellae
(im OP-Saal)

Die **akute Luxation** ereignet sich meist, in bis zu 70%, im Rahmen von sportlicher Aktivität. Nur etwa 20% entstehen im Alltag. Ein akutes traumatisches Ereignis im Sinne eines direkten Anpralls liegt nur in den seltensten Fällen vor [7, 65]. Meist ist die akute Luxation mit Ausbildung eines Hämarthros assoziiert. Häufig kommt es nach stattgehabtem Erstereignis zu **rezidivierenden Luxationen**. Je jünger der Patient ist und je traumatischer das Erstereignis, desto größer ist das Risiko von rezidivierenden Luxationen [50]. Auch neigen Patienten, die vor dem eigentlichen Erstereignis bereits über Instabilitätsgefühle berichteten, zur Ausbildung von rezidivierenden Luxationen [90].

Als Sonderform ist die **Luxation nach medial** zu betrachten, die in der Regel nur iatrogen nach chirurgischen Eingriffen im Bereich des Kniegelenks auftritt [50].

1.3 Prädisponierende Faktoren für die Patellainstabilität

Die Patellaführung wird durch verschiedene anatomische Gegebenheiten beeinflusst, die in statische, passive und aktive Faktoren eingeteilt werden können [72].

1.3.1 Statische Stabilisatoren

Zu den statischen Faktoren zählen hierbei die Beinachse, die Rotation des Beines, knöcherne und knorpelige Konfiguration der Trochlea sowie die Position der Tuberositas tibiae und damit der Ansatzpunkt des Lig. patellae.

1.3.1.1 Beinachse und Rotationsfehlstellung der unteren Extremität

Als prädisponierender Faktor für die Patellaluxation gilt das Vorliegen einer valgischen Beinachse, bzw. eines Genu valgum. Die Beinachse kann entweder klinisch oder anhand

einer radiologischen Ganzbeinaufnahme beurteilt werden. Im Röntgenbild wird hierzu eine Senkrechte, die sogenannte Mikulicz-Linie, vom Zentrum des Femurkopfes zum Zentrum des oberen Sprunggelenks gelegt und die Lage dieser Linie in Bezug auf die Intercondylarregion beurteilt. Bei einer Abweichung der Linie nach lateral liegt ein Genu valgum, bei einer Abweichung nach medial ein Genu varum vor [93]. Die Beinachse hat Auswirkung auf die Patellaführung und damit auch auf die Luxationstendenz, da das Vorliegen eines Genu valgum den resultierenden Valguszugvektor auf die Patella erhöht und so eine Luxation nach lateral begünstigt [69]. Auch eine Rotationfehlstellung der unteren Extremität kann die Luxation der Patella begünstigen. So führt eine vermehrte Femurantetorsion zu einer Medialisierung der Trochlea, reaktiv zu einer Zunahme des Valguszugvektors und somit zur Erhöhung der nach lateral gerichteten Zugkraft an der Patella. Gleiches gilt für eine vermehrte Außenrotation der Tibia: Durch die Lateralisierung der Tuberositas tibiae und damit des Ansatzes der Patellarsehne kommt es ebenfalls zu einer Zunahme des Valguszugvektors (siehe auch Abb. 5) [7].

1.3.1.2 Trochleadysplasie

Im Rahmen der Kniegelenksbeugung taucht die Patella ab einer Beugung von 20-30° zunehmend in die Trochlea ein und wird in erster Linie durch die höher stehende laterale Facette vor einer Luxation nach lateral geschützt. Bei einer Trochleadysplasie, also der Abflachung der Trochlea, besteht diese Barriere nicht oder nicht ausreichend, so dass die Trochleadysplasie als entscheidender statischer prädisponierender Faktor für eine Patellaluxation beschrieben wird [7].

Bereits im axialen Röntgenbild kann auf Grund eines erhöhten Sulcuswinkels, also des Winkels zwischen medialer und lateraler Trochleafacette, auf $>145^\circ$ eine Trochleadysplasie angenommen werden [73] (siehe Abb. 9).

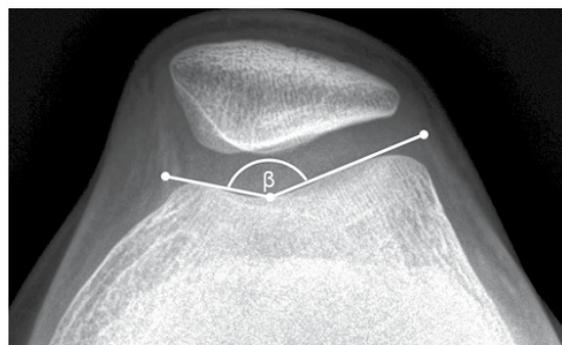


Abb. 9: Sulcuswinkel aus: [73]

β = Winkel zwischen medialer und lateraler Trochleawand

Die Trochleadysplasie wurde durch Dejour et al. 1987 anhand exakt seitlicher Röntgenaufnahmen in 3 Typen unterteilt [20] und im Verlauf durch weitere Studien und

Hinzunahme der axialen CT-Bildgebung ergänzt, so dass die Trochleadysplasie heute in 4 Typen unterschieden wird [18] (siehe Abb. 10).

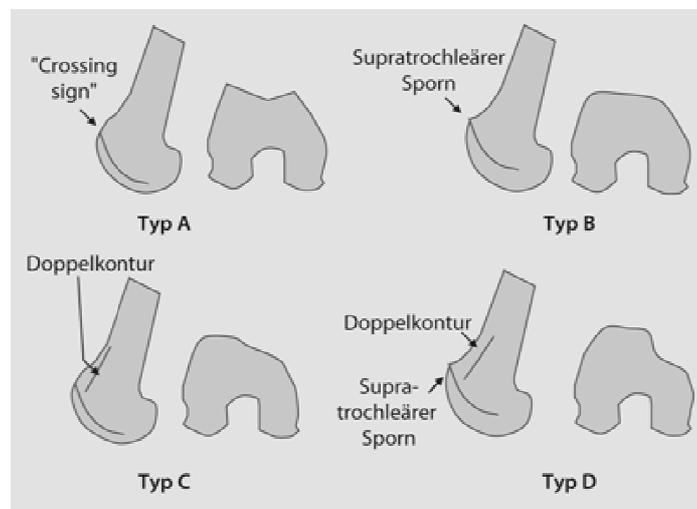


Abb. 10: Klassifikation der Trochlea-Dysplasie nach Dejour aus: [19]

Rechts anhand der Computertomographie und links anhand der seitlichen Röntgenbilder

- Typ A zeigt das sogenannte Crossing sign, bei dem die Trochlea auf der streng seitlichen Röntgenaufnahme die laterale Femurkondyle schneidet, bei größtenteils erhaltener Trochleamorphologie mit jedoch abgeflachter Trochlea und einem Sulcus-Winkel von über 145° .
- Typ B zeigt ein deutliches Crossing sign im Sinne eines supratrochlearen Sporns und eine abgeflachte Trochlea.
- Typ C zeigt das Crossing sign im Sinne einer Doppelkontur und eine Asymmetrie der trochlearen Facetten mit einer konvexen lateralen Facette und einer hypoplastischen medialen Facette.
- Typ D zeigt ein Crossing sign mit supratrochlearem Sporn und Doppel-Kontur sowie eine asymmetrische Trochlea mit konvexer lateraler und hypoplastischer medialer Facette und zum Teil intratrochlearer Erhebung.

Auf Grund der in Abhängigkeit zur Schwere der vorliegenden Dysplasie abflachenden, oder sogar konvexen Form der Trochlea, insbesondere der lateralen Facette, kann die Patella nicht mehr durch die knöchernen Führung stabilisiert werden. Es resultiert also aus der Zunahme der Dysplasie eine Zunahme der Luxationstendenz.

1.3.1.3 TTTG-Abstand

Die Lage der Tuberositas tibiae ist ein weiterer entscheidender Faktor für die Patellastabilität, da sie als Ansatzpunkt der Patellarsehne direkt an den Kraftvektoren, die

auf die Patella wirken, beteiligt ist. Eine lateral gelegene Tuberositas tibiae kann somit die Lateralisierungstendenz der Patella verstärken, da sie den Q-Winkel und damit den Valguszugvektor erhöht (siehe Abb. 5). Da der Q-Winkel jedoch relativ ungenau und auf Grund seiner vielen Abhängigkeiten (Lage des Patienten, Rotation der Extremität, Grad der Kniegelenksbeugung, Anspannung der Muskulatur) schlecht zu quantifizieren ist, wird heutzutage zur Beurteilung der Auswirkung der Lage der Tuberositas tibiae auf den Lauf der Patella der TTTG-Abstand bestimmt [7, 57]. Der TTTG-Abstand ist als der Abstand zwischen der Tuberositas tibiae und der Trochleagrube in der transversalen CT- oder MRT-Untersuchung definiert. Hierbei werden die Ebenen des tiefsten Punktes der Trochlea und der Mitte der Tuberositas tibiae aufeinander projiziert und jeweils eine Linie senkrecht zur Kondylenebene durch die Mitte der Tuberositas und den tiefsten Punkt der Trochleagrube gelegt. Der Abstand dieser beiden Linien gibt den TTTG-Abstand an (siehe Abb. 11). Ein TTTG-Abstand von $\geq 20\text{mm}$ gilt dabei als pathologisch.



Abb. 11: TTTG-Abstand aus: [6]
Tibial-Tuberosity/Trochlea-Grove

Zu beachten ist jedoch, dass der TTTG-Abstand durch verschiedene Faktoren beeinflusst wird. So kann eine vermehrte Antetorsion des Femurs oder eine Außenrotation der Tibia den TTTG-Abstand vergrößern. Auch bei Vorliegen einer Trochleadysplasie, bei der der Sulcus trochlearis in der Regel medialisiert ist, bewirkt eine Erhöhung des TTTG. Ein pathologischer TTTG-Abstand kann zudem bei zunehmender Beugung durch die Rotation des Unterschenkels kompensiert, aber auch verschlechtert werden [6, 14, 66, 73, 93].

1.3.2 Passive Stabilisatoren

Neben der bereits beschriebenen Führung durch die knöcherne Konfiguration des patellofemorale Gelenks und der Stellung der gesamten unteren Extremität, üben passive Faktoren Einfluss auf die Lage und Stabilität der Patella aus. Dazu zählt, neben dem medialen und lateralen Retinaculum, das mediale patello-femorale Ligament (MPFL),

welches in den letzten Jahren in Betrachtung der Pathomechanismen der Patellaluxationen zunehmend an Bedeutung gewonnen hat und inzwischen als wichtigster passiver Stabilisator der Patella angesehen wird [7, 90]. In einer biomechanischen Studie zeigten Conlan et al., indem sie eine lateralisierende Kraft auf die Patella wirken ließen und zur Beurteilung der verschiedenen medialen Strukturen diese nach und nach durchtrennten, dass das MPFL mit 53 % den größten Anteil, das Lig. patellomeniscale sowie die tiefen medialen Kapselanteile jeweils nur einen Anteil von 22 % der Widerstandskräfte aufbrachten [13].

In verschiedenen biomechanischen und radiologischen Studien konnte gezeigt werden, dass die Luxation der Kniescheibe in mehr als 90% der Fälle zu einer Ruptur des MPFL führt [65]. Die Lokalisation der Ruptur ist dabei in 70% im Bereich des femoralen Ansatzes, in 20% intraligamentär und in lediglich 10% im Bereich des patellaren Ansatzes zu finden [7, 70].

Senavongse et al. konnten in ihrer Arbeit von 2005 zeigen, dass das MPFL den größten stabilisierenden Effekt auf das Patellofemoralgelenk in strecknaher Position aufbringt [74].

Auch die lateralen passiven Stabilisatoren haben einen, wenn auch geringen, Effekt auf die Luxationstendenz der Patella. Während man früher davon ausging, dass ein zu straff gespannter lateraler Kapsel-Band-Apparat eine Luxation begünstigte, geht man heute zunehmend davon aus, dass die lateralen Strukturen nicht nur keinen negativen, sondern im Gegenteil einen stabilisierenden Effekt hinsichtlich der lateralen Luxation innehaben, da sie bei Insuffizienz der medialen Stabilisatoren als letzte Barriere gegen die Luxation wirken [57, 69].

1.3.3 Aktive Stabilisatoren

Die Zugkräfte des M. quadriceps femoris, insbesondere des M. vastus medialis obliquus, schützen vor einer Luxation der Kniescheibe und werden auch als aktive Stabilisatoren bezeichnet. Ihnen wird jedoch im Vergleich zu den statischen und passiven Stabilisatoren eher eine untergeordnete Bedeutung zugesprochen, da biomechanische Studien zeigen konnten, dass eine Stabilisierung durch die Muskulatur erst ab einer Beugung von 60° zum Tragen kommt [66]. In diesem Bereich ist die Kniescheibe jedoch bei physiologischen Trochleaverhältnissen bereits ausreichend durch die statischen Faktoren stabilisiert. Sind die passiven und/oder statischen Stabilisatoren insuffizient, zum Beispiel bei Vorliegen einer Trochleadysplasie oder Ruptur des MPFL, können auch die aktiven Faktoren die Patella nicht ausreichend stabilisieren [69, 74].

1.3.4 Interaktion der Stabilisatoren im Rahmen der Kniegelenksbewegung

Mit Zunahme der Beugung des Kniegelenks ändern sich die vornehmlich einer Luxation entgegenwirkenden Strukturen. Während im streckungsnahen Bereich vor allen Dingen die passiven Stabilisatoren, allen voran das MPFL, der Luxation entgegen wirken, zeigt sich bei stärkerer Beugung eine zunehmende Stabilisierung durch die statischen Faktoren, vornehmlich durch die Trochlea, deren laterale Facette bei physiologischer Konfiguration vor einer Lateralisierung schützt. Farahmand et al. und Senavongse et al. konnten dies in ihren biomechanischen Studien, in denen die verschiedenen Stabilisatoren in Abhängigkeit zum Beugegrad des Kniegelenks getestet wurden, zeigen (siehe Abb. 12) [26, 74].

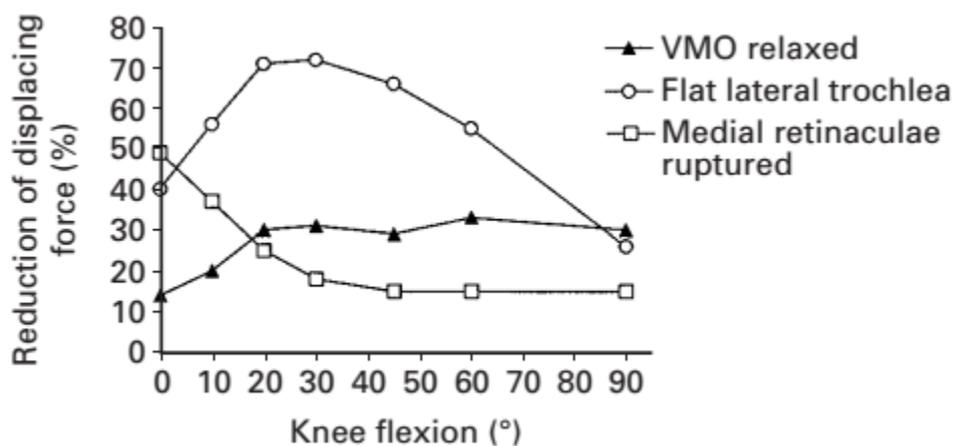


Abb. 12: Auswirkung der Stabilisatoren bei verschiedenen Flexionsgraden aus: [74]

VMO = M. vastus medialis obliquus

So konnte im Bezug auf das MPFL nachgewiesen werden, dass es bei Ruptur der medialen Strukturen vor allem bei gestrecktem Knie und bis zu einer Flexion von 20° zu einer Reduktion der stabilisierenden Kräfte kommt. Im Gegensatz dazu, ist durch die Trochleadysplasie bei Flexionsgraden von etwa 20-60° eine maßgebliche Reduktion der stabilisierenden Kräfte zu verzeichnen. Hinsichtlich des Verlusts des M. vastus medialis obliquus zeigte sich zwar ebenfalls eine signifikante Reduktion der stabilisierenden Kräfte, vornehmlich ab einer Flexion >20°, jedoch wurde dieser Effekt von den passiven und statischen Stabilisatoren deutlich überlagert [74].

1.3.5 Weitere prädisponierende Faktoren

Neben den bereits beschriebenen Stabilisatoren existieren weitere Faktoren, die eine Patellaluxation prädisponieren.

1.3.5.1 Patellahochstand (Insall-Index vs. Caton-Deschamps-Index)

Im Rahmen der Kniegelenksbeugung wird die Kniescheibe ab etwa 20-30° Beugung von der lateralen Facette der Trochlea vor einer Luxation geschützt [74]. Liegt jedoch ein Patellahochstand, eine sogenannte Patella alta, vor, taucht die Patella erst jenseits der 30° Flexion in die Trochlea ein und ist somit länger einer Luxationsgefahr ausgesetzt. Aus diesem Grund zählt die Patella alta zu den luxationsprädisponierenden Faktoren [63].

Die Lage der Patella wird radiologisch anhand der seitlichen nativen Röntgenaufnahme bestimmt. Eine der gängigsten Methoden ist die Bestimmung des Insall-Salvati-Index'. Dieser gibt das Verhältnis zwischen dem Lig. patellae und dem vertikalen Durchmesser der Patella an. Ein Wert von $1 \pm 0,2$ gilt als normwertig, bei einem Wert $> 1,2$ liegt ein Patellahochstand vor (siehe Abb. 13) [73].



Abb. 13: Insall-Salvati-Index aus: [6]
A = größte vertikale Länge der Patella,
B = Länge der Patellarsehne



Abb. 14: Caton-Deschamps-Index aus: [72]
A = Länge der Patellagelenkfläche,
B = Distanz zwischen Unterrand der Patellagelenkfläche und vorderer oberer Tibiakante

Der Insall-Salvati-Index weist jedoch in seiner klinischen Anwendung Schwächen auf: Zum Einen ist der exakte Ansatzpunkt des Lig. patellae schwer zu definieren, zum Anderen können Ausziehungen am distalen Patellapol das Ergebnis verzerren. Auch ändert sich der Index bei Änderung der Lage der Tuberositas tibiae nicht, so dass sich andere Messverfahren etabliert haben [4, 73].

Beim Caton-Deschamps-Index wird das Verhältnis zwischen der Distanz zwischen Unterrand der Gelenkfläche und Tibiavorderkante und der Länge der Patellagelenkfläche bestimmt (siehe Abb. 14). Auch hier gilt ein Wert von $1 \pm 0,2$ als normwertig, bei einem Wert $> 1,2$ liegt ein Patellahochstand vor [72].

1.3.5.2 Patelladeformität

Die Formvarianten der Patella werden nach Wiberg und Baumgartl anhand des tangentialen Röntgenbildes in 40° Flexion in 3 Typen unterschieden (siehe Abb. 15) [50]:

- Typ I die mediale und laterale Facette ist konkav, symmetrisch und von gleicher Länge.
- Typ II die mediale Facette ist im Gegensatz zur lateralen etwas kleiner (1:2) und leicht abgeflacht bis konvex, die laterale Facette ist konkav.
- Typ III die mediale Facette ist deutlich kleiner (>1:2) als die laterale und deutlich konvex.



Abb. 15: Klassifikation der Patelladysplasie nach Wiberg und Baumgartl aus: [50]

Zudem wurden verschiedene Sonderformen der Patella beschrieben. Eine davon ist die sogenannte „Jägerhut“-Form, bei der die Kniescheibe nach lateral aufladend konfiguriert ist [80]. Die Dysplasieformen der Patella sind hier nur der Vollständigkeit halber beschrieben, ein prädisponierender Zusammenhang konnte bislang nicht gezeigt werden [73, 90].

1.4 Therapie der Patellaluxationen

Ziel der Therapie ist, neben der Beseitigung der aktuellen Schmerzsymptomatik und Bewegungseinschränkung nach Patellaluxation, die Wiederherstellung der Stabilität des Patellofemoralgelenks. Um dieses Ziel zu erreichen stehen konservative und operative Therapieansätze zur Verfügung.

1.4.1 Konservative Therapie

Nach akuter Patellaluxation als Erstereignis und Fehlen von Begleitpathologien wie beispielsweise osteochondralen Flakes kann nach Reposition der Patella eine Ausheilung unter konservativer Therapie angestrebt werden. Hier variieren die Therapieregime von Klinik zu Klinik in kleinerem oder größerem Ausmaß. Laut aktueller S1-Leitlinie der AWMF von 06/2014 sollte, neben Kühlung, Schonung, Hochlagerung und antiphlogistischer Schmerzmedikation, eine temporäre Ruhigstellung der Extremität im Sinne einer

Immobilisation in Streckstellung für wenige Tage und anschließend nach Anlage einer 4-Punkte-Orthese mit stufenweise limitierter Flexion für einen Zeitraum von insgesamt 6 Wochen nach dem Unfallereignis erfolgen. Nach 6 Wochen sollte zur funktionellen Nachbehandlung übergegangen werden. Zudem sollte frühzeitig mit isometrischen Kräftigungsübungen der Streckmuskulatur, insbesondere des M. vastus medialis begonnen werden [33]. Dass es unter konservativer Therapie in 15-44% zu Re-Luxationen kommt [6, 32], ist in erster Linie durch die auf Grund der Luxation verursachte Insuffizienz der passiven Stabilisatoren, die auch durch das Auftrainieren der aktiven Stabilisatoren nicht kompensiert werden kann, begründet [69].

1.4.2 Stabilisierende Operationsverfahren

In der Literatur sind über hundert verschiedene Operationstechniken zur Adressierung der patellaren Instabilität beschrieben [63, 70]. Die Operationsmethoden verfolgen dabei in der Regel einen von drei Grundgedanken: Zum einen die Korrektur des Alignements der aktiven Stabilisatoren durch Eingriffe am Streckapparat (mediale Raffung, laterales Release, Tuberositas-Transfer), zum anderen die Korrektur der statischen Komponenten (Adressierung einer Trochleadysplasie, Achs- und Rotationsfehlstellungen) und als letzten Punkt die Rekonstruktion der passiven Stabilisatoren durch Adressierung des MPFLs [66]. Im Folgenden sollen die gängigsten Methoden vorgestellt werden.

1.4.2.1 Mediale Raffung

Es existieren viele unterschiedliche Operationsmethoden zur Umlenkung der aktiven Stabilisatoren des Patellofemoralgelenks, die unter dem Begriff „Mediale Raffung“ zusammengefasst sind. Hierbei werden das mediale Retinaculum und der M. vastus medialis obliquus abgetrennt und unter Medialisierung an der Patella fixiert. Die alleinige mediale Raffung zeigt jedoch im Vergleich zur konservativen Therapie im Hinblick auf die Stabilität des Patellofemoralgelenks keine Verbesserung im Bezug auf die Re-Luxationsrate [54]. Biomechanisch führt die mediale Raffung ab Beugegraden von über 60 Grad zu einer Erhöhung des Anpressdruckes, was entsprechend zu Schmerzen und Ausbildung einer Retropatellararthrose führen kann [66]. Aus diesem Grund wird von dieser Methode zur Stabilisierung zunehmend Abstand genommen [6, 66].

1.4.2.2 Laterales Release

Das Laterale Release kann sowohl offen oder arthroskopisch erfolgen und umfasst Operationstechniken, in denen das laterale Retinaculum in unterschiedlicher Ausdehnung in Längsrichtung gelockert oder getrennt wird (siehe Abb. 16).

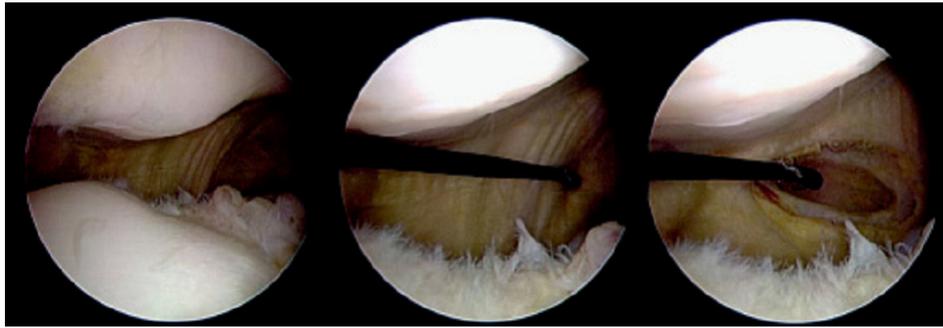


Abb. 16: Arthroskopisches Laterales Release aus: [66]

Wie man heute weiß, führt das Laterale Release alleine nicht zu einer Stabilisierung, da gerade bei insuffizientem medialem Halteapparat das laterale Retinaculum als letzte Instanz die Luxation der Patella verhindern kann [1, 69]. Es kann sogar zu einer iatrogenen Erhöhung der Instabilität auch mit Luxationen nach medial oder auch zu erhöhten Drücken im medialen patellofemoralem Gelenk mit Ausbildung chronischer Schmerzen oder sogar einer frühzeitigen Arthrose führen [70]. Ein Laterales Release als alleinige Therapie der patellaren Instabilität ist demnach heutzutage obsolet, kann jedoch gegebenenfalls im Rahmen von Kombinationseingriffen oder zur operativen Lösung einer nicht reponierbaren Patellaluxation zur Anwendung kommen. [6, 12, 66, 69, 71].

1.4.2.3 Tuberositasversatz

Eine weitere Möglichkeit zur Adressierung der Patellaführung ist der Versatz der Tuberositas tibiae, der bei einer Vergrößerung des TTTG-Abstandes auf Werte $> 20\text{mm}$ und/oder Vorliegen einer Patella alta indiziert sein kann. Hier wird die Tuberositas tibiae und damit der Patellarsehnenansatz abgelöst, in der Regel um 10-15mm medialisiert und mittels Schraubenosteosynthese refixiert [66]. Dies geschieht unter der Vorstellung, so den Valguszugvektor zu verkleinern und die lateralisierende Zugkraft zu minimieren. Da die Patella jedoch nicht in erster Linie durch die aktiven Stabilisatoren, sondern durch die passiven und statischen Faktoren stabilisiert wird, erklärt sich, warum durch den alleinigen Versatz der Tuberositas tibiae, laut Literatur zum Teil nur in 65% der Fälle, eine Stabilisierung der Patella erreicht werden konnte [69, 70]. Auch kann es, vor allem bei Überkorrektur, durch die Medialisierung der Patella zu unphysiologischem Kontakt der medialen Facette mit der medialen Femurkondyle kommen, wodurch neben Schmerzen, auch eine vorzeitige Arthrose ausgelöst werden kann [69]. Bei noch geöffneten Wachstumsfugen stellt diese Operation keine Option dar [6, 30, 57, 66].

1.4.2.4 Trochleoplastik

Die Indikation zur Trochleoplastik ist bei höhergradigen Dysplasien der Trochlea und Instabilitäten zwischen 30° und 60° Beugung gegeben. Man unterscheidet prinzipiell eine

Vertiefungstrochleoplastik vom Aufbau der lateralen Facette durch Einbringen eines knöchernen Spans. Da jedoch durch den Aufbau der lateralen Facette der intraartikuläre Druck und somit das Arthroserisiko steigt, kommt in erster Linie die Vertiefungstrochleoplastik mit Schaffung eines tieferen Sulcus zur Anwendung. Diese wird im Folgenden anhand der Methode nach Bereiter und Gautier beschrieben.

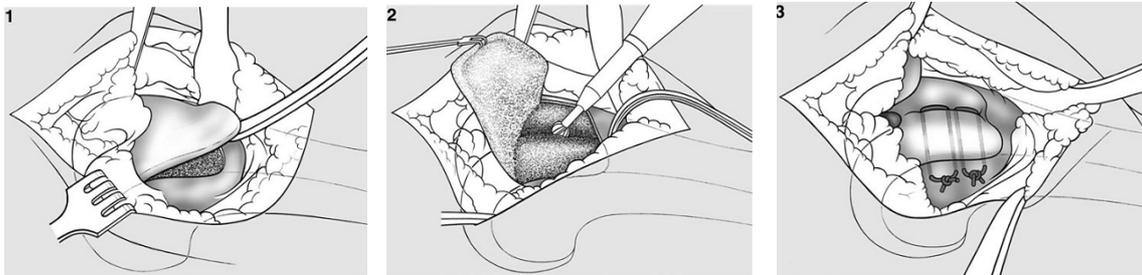


Abb. 17: Schematische Darstellung der Trochleoplastik nach Bereiter und Gautier aus: [28]
 (1) Abhebung des osteochondralen Flakes mit dem Meißel (2) Vertiefung des Sulcus (3) Einpassung des Flakes in den neugeschaffenen Sulcus und Fixierung desselben mittels absorbierbaren Fäden

Hierbei wird die Trochlea nach lateraler Arthrotomie und Beiseitehalten der Patella dargestellt und mit dem Meißel eine osteochondrale Lamelle von latero-proximal abgelöst. Nun erfolgt die eigentliche Trochleoplastik, indem mit Meißel und Knochenfräse der Sulcus remodelliert wird. Sodann wird die osteochondrale Lamelle reponiert, an den neu-konfigurierten Sulcus anmodelliert und mittels Anker oder Naht fixiert (siehe Abb. 17) [28, 66].

Durch diese Operation kann bei korrekter Indikationsstellung ein gutes Ergebnis bezüglich der Stabilität erzielt werden, jedoch handelt es sich um einen ausgedehnten Eingriff, in dessen Folge das Risiko der Ausbildung ausgeprägter Schmerzen und Bewegungseinschränkungen auf Grund von (iatrogenen) Knorpelverletzungen, Trochleanekrosen und Arthrofibrosen nicht außer Acht gelassen werden darf. Auch ist diese Operation bei noch geöffneten Wachstumsfugen kontraindiziert [6, 28, 57, 63].

1.4.2.5 Adressierung der Achs- und Rotationsfehlstellungen

Da Achs- und Rotationsfehlstellungen ursächlich an der Ausbildung einer Patellaluxation beteiligt sein können, ist es nur offensichtlich, dass bei Vorliegen entsprechender Pathologien eine operative Achs- bzw. Rotationskorrektur indiziert sein kann. Hierbei handelt es sich in erster Linie um Korrektur einer Valgusfehlstellung, Aufhebung einer vermehrten Antetorsionsstellung des Femurs und Korrektur einer vermehrten Innenrotationsfehlstellung der Tibia. Jedoch seien diese Operationsmöglichkeiten an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber erwähnt, ohne näher auf die einzelnen Verfahren einzugehen.

1.4.2.6 MPFL-Ersatzplastik

Neben der Möglichkeit der Kontinuitätswiederherstellung des MPFLs durch direkte Naht, die jedoch auf Grund der Bandheilung nur in akuten und subakuten Phasen zur Anwendung kommen kann, ist vor allem bei chronisch-rezidivierenden Patellaluxationen und strecknahen Instabilitäten die Rekonstruktion des MPFL indiziert [66]. Biomechanische und radiologische Studien konnten nachweisen, dass die Luxation zur Kniescheibe in über 90% mit einer Verletzung des MPFL einhergeht und daraus resultierend mit einer hohen Re-Luxationsrate vergesellschaftet ist [50]. Bei Fehlen oder allenfalls geringer Ausprägung prä-disponierender Faktoren, wie der Trochleadysplasie oder einem pathologisch vergrößerten TTTG-Abstand, konnten durch die MPFL-Rekonstruktion sehr gute post-operative Ergebnisse erzielt werden. So konnten neben einer hohen Patientenzufriedenheit, deutliche funktionelle Verbesserung sowie Verbesserungen der Kniegelenks-spezifischen Scores bei insgesamt geringer Re-Luxations- und Revisionsrate erreicht werden [11, 56, 67]. Zur Anwendung kommen eine Vielzahl von operativen Techniken mit unterschiedlichen Transplantaten (Hamstrings, Quadricepssehne, Patellarsehne, Adductor-Magnus-Sehne, allogenes Material) [66, 76]. Im Rahmen unserer Studie erfolgte die anatomische Rekonstruktion in Doppelbündeltechnik. Hierbei wird das Transplantat durch zwei Fadenanker an der Patella und mit Hilfe einer Biokompressionsschraube am Femur fixiert (siehe Abb. 18). Die detaillierte operative Vorgehensweise ist in Kapitel 3.4 „Eigenes Vorgehen: OP-Technik MPFL-Rekonstruktion mittels autologer Gracillessehne“ erläutert.

Von großer Bedeutung ist die Lage der femoralen Insertion, da eine Fehlpositionierung post-operativ zu einem erhöhten patellofemoralem Druck, damit verbundenen Schmerzen und Ausbildung einer Retropatellararthrose führt [1, 45, 68]. Allgemein anerkannt ist die Methode nach Schöttle, bei der die femorale Insertionsstelle intraoperativ anhand eines streng seitlichen Röntgenbildes bestimmt wird. Der optimale Insertionspunkt liegt hier etwa 1mm anterior der Tangentialen zum posterioren Femurkortex (Abb. 19a) zwischen einer senkrecht zu dieser Tangentialen laufenden Linie durch den Beginn des medialen Femurkondylus (Abb. 19b) und einer senkrecht zur Tangentialen laufenden Linie durch den posteriorsten Teil der Blumensaat-Linie, die dem Dach der Fossa intercondylaris entspricht (Abb. 19c) [71].



Abb. 18: Schematische Darstellung der MPFL-Plastik in Doppelbündeltechnik aus: [69]



Abb. 19: Insertionspunkt der femoralen Komponente bei MPFL-Plastik aus: [68]

Einen Sonderfall stellen Patienten mit offenen Wachstumsfugen dar, da der Punkt der femoralen Insertion in der Regel im Bereich der Wachstumsfuge liegt. Zur Vermeidung einer Bohrung im Bereich der Wachstumsfuge kann zur MPFL-Rekonstruktion ein Adduktor-Magnus-Transfer genutzt werden. Hierbei wird die M. adductor magnus etwa 12-14cm proximal seines Ansatzes am Tuberculum adductorum abgesetzt, nach medial zur Patella gebracht und dort mittels Fadenanker fixiert [5, 30, 76].

2 Aufgabenstellung - Studienhypothese

Wie in der Einführung erläutert, konnte das MPFL in den letzten Jahren in verschiedenen Studien als wichtigster passiver Stabilisator des patellofemorales Gelenks identifiziert werden. Zahlreiche Studien haben untersucht, welche Auswirkungen die radiologischen prädisponierenden Faktoren auf das Patellofemoralgelenk haben, durch welche operative Technik diese adressiert werden können und wie sich das post-operative Outcome der Operationen im Vergleich darstellt. Auch haben viele Studien untersucht, inwiefern sich die unterschiedlichen Operationstechniken zur MPFL-Rekonstruktion in ihrem Outcome unterscheiden.

Ziel dieser retrospektiven Fallbeobachtungsstudie war es nun, zu untersuchen, ob sich signifikante Unterschiede hinsichtlich des Ergebnisses der primären MPFL-Rekonstruktion gegenüber eines Revisionseingriffes nachweisen lassen oder nicht.

Als Studienhypothese wurde zunächst angenommen, dass die MPFL-Ersatzplastik sowohl als Ersteingriff als auch als Revisionseingriff zu einer signifikanten Verbesserung hinsichtlich der im Rahmen der Nachuntersuchung erhobenen Parameter führt.

Des Weiteren wurde angenommen, dass die primäre MPFL-Ersatzplastik bessere Ergebnisse liefert als die als Revisionseingriff durchgeführte sekundäre MPFL-Ersatzplastik.

Abschließend sollte untersucht werden, ob verschiedene epidemiologische, soziale, körperliche oder operative Parameter das Outcome der Operation beeinflussen. Als dritte Studienhypothese wurde also angenommen, dass bei Vorliegen bestimmter Parameter das Ergebnis der Operation, unabhängig davon ob sie als primärer oder sekundärer Eingriff durchgeführt wurde, signifikant beeinflusst wird.

3 Material und Methoden

3.1 Patienten

In der vorliegenden Studie wurden alle Patienten, die im Zeitraum vom Januar 2009 bis Dezember 2012 in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Diakoniekrankenhauses Friederikenstift gGmbH Hannover operativ mittels MPFL-Ersatzplastik stabilisiert worden sind und den unten aufgeführten Einschlusskriterien entsprachen bzw. den Ausschlusskriterien nicht entsprachen, angeschrieben und/oder telefonisch kontaktiert und zu einer Nachuntersuchung eingeladen. Insgesamt wurden 87 Patienten im o.g. Zeitraum mittels MPFL-Plastik versorgt und entsprachen den aufgestellten Kriterien. Davon konnten 61 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. Dies entspricht einer Quote von 70,1%. Die restlichen 26 Patienten konnten entweder auf Grund nicht vorliegender aktueller Kontaktdaten nicht erreicht werden (n=19) oder wollten aus persönlichen Gründen nicht an der Studie bzw. der damit verbundenen Nachuntersuchung teilnehmen (n=7) (siehe Abb. 20).

Alle so erfassten Patienten und ggf. deren Erziehungsberechtigte wurden vor Beginn der Studie ausführlich mündlich und schriftlich über Art und Ziel der Studie informiert und willigten unterschriftlich in die Nachuntersuchung und die Verwendung der Daten ein.

Das Votum der Ethikkommission unter der Nummer 1387-2012 vom 15.03.2012 lag zu Beginn der Studie vor (siehe VII.3 „Votum der Ethikkommission“).

3.1.1 Einschlusskriterien

- Chronische habituelle oder post-traumatisch rezidivierende Patella-Instabilität
- Operative Versorgung mit MPFL-Ersatzplastik im Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH Hannover von 01/09 bis 12/12
- Studieneinverständnis
- Follow-Up-Fähigkeit
- Compliance

3.1.2 Ausschlusskriterien

- Alkohol- / Drogenabusus
- Mehrfach- und Vorverletzungen des Kniegelenks unabhängig von der Patellainstabilitäten
- akute refixierungsbedürftige Flake-Frakturen
- Vorbestehende Erkrankungen, die die Beinfunktion beeinflussen (z.B. neuromuskuläre oder rheumatische, signifikante psychiatrische oder metabolische Erkrankungen)

3.1.3 Gruppeneinteilung

Die Patienten wurden nach Einschluss in die Studie in zwei Gruppen eingeteilt:

Gruppe A: MPFL-Plastik als stabilisierende Erstoperation

Gruppe B: MPFL-Plastik als stabilisierende Revisionsoperation

Der Gruppe der Primäreingriffe konnten 43 Patienten zugeordnet werden. Dies entspricht einem Anteil von 70,5%. Der Gruppe der Revisionseingriffe konnten 18 Patienten zugeordnet werden. Dies entspricht einem Anteil von 29,5% (siehe Abb. 20).

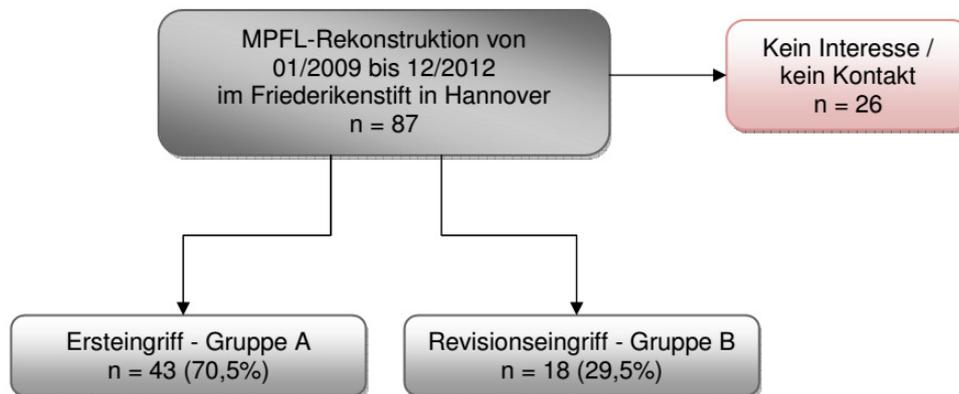


Abb. 20: Gruppeneinteilung

3.2 Prä-operative klinische und bildgebende Diagnostik

Im Rahmen der prä-operativen klinischen Untersuchung, die durch mehrere verschiedene Untersucher erfolgt war, wurden in der Regel das Gangbild, die klinische Beinachse, das Bewegungsausmaß des Kniegelenks, Schwellungen oder Kniegelenksergüsse, Druckschmerzhaftigkeit, Hypermobilität, Zohlenzeichen, Apprehension-Test und ggf. vorliegende Muskelatrophie dokumentiert. Auf Grund der hohen Varianz der Untersucher variierten der Umfang und die Dokumentation der untersuchten Merkmale.

Im Rahmen der prä-operativen Bildgebung erfolgte die Darstellung des betroffenen Kniegelenks in 2 Ebenen sowie eine tangentielle Patella-Aufnahme. Zudem wurden die Beinachse des betroffenen Beins anhand einer Ganzbeinaufnahme und der TTTG-Abstand beiderseits mittels CT erhoben. Auch hier zeigt sich eine Varianz der untersuchten Merkmale, die zum Teil aus dem Alter der Patienten, zum Teil aus dem Zeitpunkt der Untersuchung resultiert. So lagen die prä-operativen Röntgenaufnahmen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zum Teil nicht vor, da diese nach der stationären Behandlung den Patienten mitgegeben wurden und von diesen nicht mehr beigebracht werden konnten. Dies änderte sich mit der Digitalisierung der Röntgenuntersuchungen. Zum Teil war auf Grund des jungen Alters der Patienten auf Röntgen- und CT-

Untersuchungen zumindest teilweise verzichtet worden, um die Strahlenbelastung zu minimieren.

3.3 Erhebung intra-operativer Daten

Anhand der vorliegenden OP-Protokolle wurde im Studienprotokoll vermerkt, mit welchem Fadenanker-Typ (PushLock[®] oder SwiveLock[®]) die patellare Fixierung erfolgte. Zudem wurde dokumentiert, ob patellar, im Gleitlager oder an anderer Stelle im Kniegelenk eine Chondromalazie vorlag, ob freie Gelenkkörper vorlagen und ob zusätzlich zu der MPFL-Ersatzplastik weitere operative Interventionen, wie Knorpeltherapien oder Meniskusadressierung, notwendig waren. Als Transplantat wurden bei allen Patienten die autologen, ipsilateralen Hamstrings (Semitendinosus- oder Gracilissehne) verwendet.

3.4 Eigenes Vorgehen: OP-Technik MPFL-Rekonstruktion mittels autologer Gracilissehne

Zur Veranschaulichung der im Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH vorgenommen operativen MPFL-Rekonstruktion wird im Folgenden das operative Vorgehen exemplarisch anhand der Rekonstruktion mittels autologer Gracilissehne und Entnahme vom ipsilateralen Bein sowie Fixierung der Sehne am medialen Patellarand mittels SwiveLock[®]-Ankern der Firma Arthrex dargestellt.

Alternativ zu diesem Vorgehen wurde bei einigen Patienten statt der Gracilissehne die Semitendinosussehne verwandt. Des Weiteren wurde bei einigen Patienten die Sehnenfixierung am Patellarand mittels PushLock[®]-Ankern der Firma Arthrex vorgenommen. Der Unterschied zwischen beiden Ankern besteht darin, dass der PushLock[®]-Anker mit Widerhaken ausgestattet ist und in den Knochen eingeklopft wird, während der SwiveLock[®]-Anker über ein Gewinde verfügt und in den Knochen eingedreht wird [24].

Verwendete Fremdmaterialien:

SwiveLock [®] -Anker oder PushLock-Anker [®]	Firma Arthrex, deutsche Niederlassung Arthrex GmbH, Erwin-Hielscher-Straße 9 in 81249 München
6,0mm BioComposite-Interferenzschraube [®]	Firma Arthrex, deutsche Niederlassung Arthrex GmbH, Erwin-Hielscher-Straße 9 in 81249 München
Orthocord [®] -Faden	Firma DePuy Synthes, deutsche Niederlassung Synthes GmbH, Im Kirchenhürstle 4-6 in 79224 Umkirch bei Freiburg

Prä-operativ erfolgt die Lagerung des Patienten in Rückenlage auf einem OP-Tisch. An das zu operierende Bein wird auf Höhe des Oberschenkels eine pneumatische Blutsperre angelegt und das Bein wird in einem Arthroskopiebeinhalter frei hängend gelagert. Das andere Bein wird einige Grad abgesenkt und am Tisch fixiert. Zum späteren Aufsuchen des isometrischen Punktes der femoralen Fixierung des Autografts unter Röntgenkontrolle, wird ein Bildverstärker in den Lagerungsaufbau integriert (siehe Abb. 21). Anschließend erfolgen die sterile Abdeckung und das sterile Abwaschen des zu operierenden Beins (siehe Abb. 22)



Abb. 21: Lagerung zur MPFL-Rekonstruktion vor der Abdeckung



Abb. 22: Lagerung zur MPFL-Rekonstruktion nach der sterilen Abdeckung

Prä-operativ wird die Blutsperre auf 300mmHg gebracht. Zunächst erfolgt nun die diagnostische Arthroskopie des Kniegelenks zur Beurteilung der Patella-Lokalisation, sowie zur Beurteilung und, wenn notwendig, Adressierung von Kniebinnenschäden.

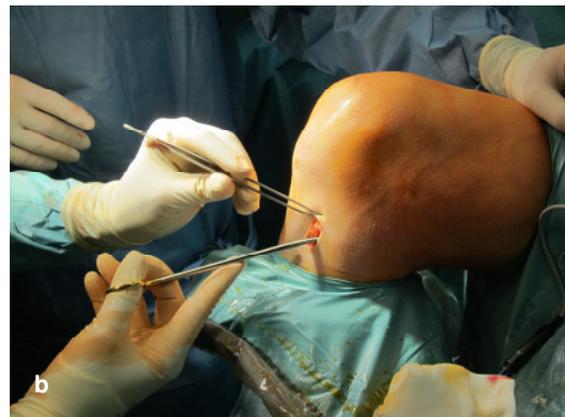


Abb. 23: Aufsuchen (a) und Präparation (b) der Gracillessehne am Pes anserinus

Nach Abschluss der Arthroskopie erfolgt die Sehnenentnahme. Hierzu wird der Pes anserinus palpiert und ein schräg verlaufender Hautschnitt von etwa 3cm über dem Pes anserinus vollzogen. Nach Präparation der Satoriusfaszie und Spalten derselben wird die Gracillessehne dargestellt (siehe Abb. 23).

Nun wird die Gracillessehne mit einem kräftigen Faden angeschlungen, von Verwachsungen befreit und mittels Sehnenstripper entnommen (siehe Abb. 24).

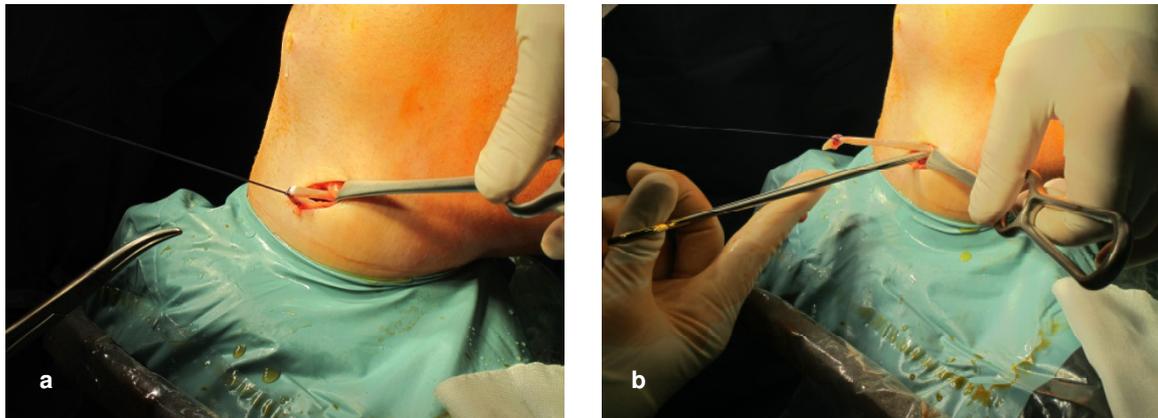


Abb. 24: Anschlingen (a) und Entnahme (b) der Gracillessehne

Nun folgt die Präparation der Gracillessehne: Die Gracillessehne wird auf einem Sutureboard zunächst von Verwachsungen, Seitenästchen und Muskulatur gesäubert (siehe Abb. 25 a+b), auf eine Länge von etwa 20-22mm gekürzt und anschließend an beiden Enden mit nicht-resorbierbaren Orthocord®-Fäden armiert (siehe Abb. 25 c+d)

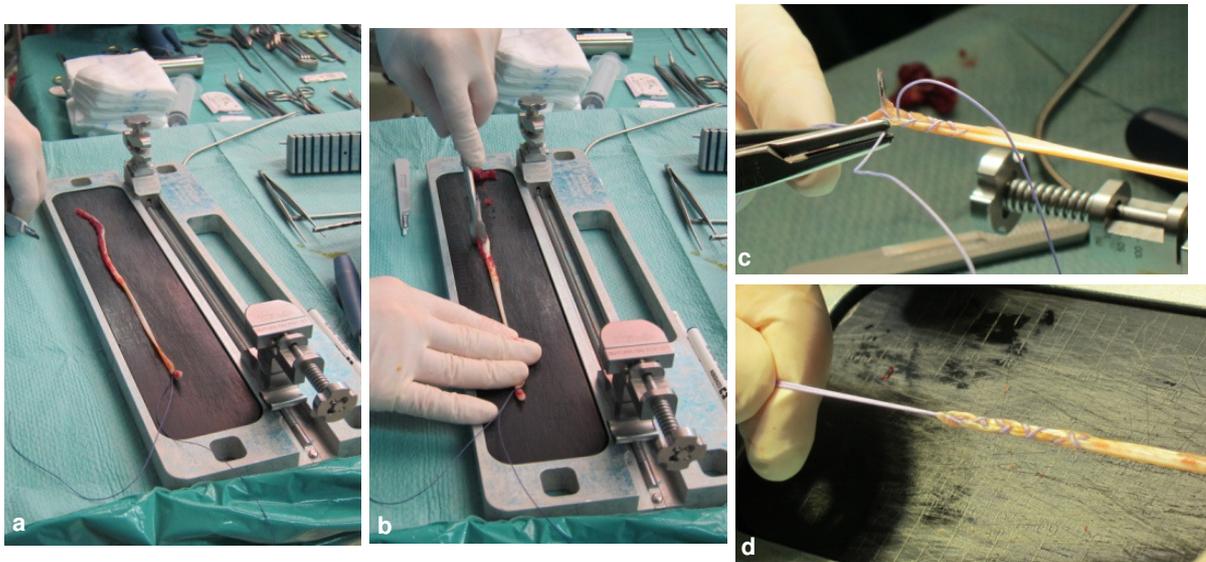


Abb. 25: Vorbereitung (a+b) und Armierung (c+d) der Gracillessehne auf dem Sutureboard

Die so vorbereitete Gracillessehne wird nun auf dem Sutureboard eingespannt und verbleibt dort bis zur weiteren Verarbeitung.

Nun folgt das Vorbereiten der Fixierung im Bereich des medialen Patellarandes: Hierzu wird der mediale Patellarand palpatorisch aufgesucht und parallel zum oberen bis mittleren Drittel eine etwa 2-3cm lange Hautinzision angelegt. Sodann erfolgt die Präparation und Darstellung der medialen Patellafacette.

Nun werden zwei parallel zueinander und parallel zur Patellarrückfläche verlaufende K-Drähte in 40° kaudalwärtiger Richtung platziert und mit einem 4,5mm-Bohrer auf einer Länge von 25mm überbohrt (siehe Abb. 26)

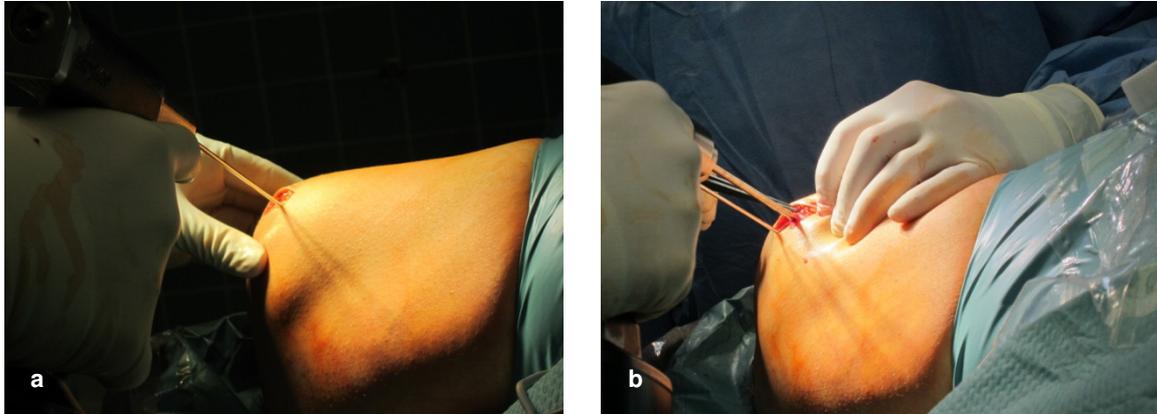


Abb. 26: Platzieren (a) und Überbohren (b) der Führungsdrähte am medialen Patellarand

Sodann erfolgt die Befestigung des Autografts: Hierfür werden die armierten Sehnenenden in die Öse jeweils eines SwiveLock®-Ankers eingefädelt und unter Fadenspannung in die vorgebohrten Kanäle eingezogen (siehe Abb. 27 a+b).

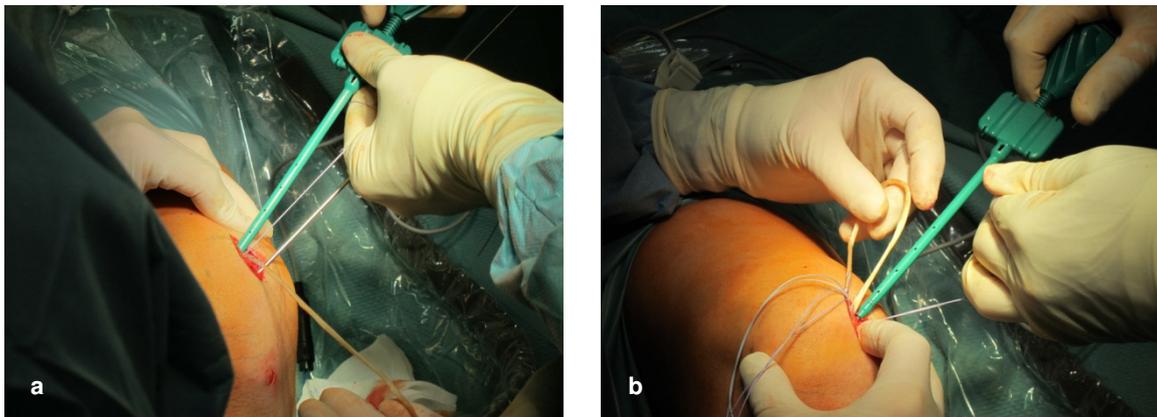


Abb. 27: Fixierung der Graciliesehne mittels SwiveLock^(R)

Nun folgt das Aufsuchen der femoralen Insertionsstelle des MPFL: Wie bereits beschrieben, ist die korrekte Positionierung der femoralen Insertion maßgeblich für das Outcome der Operation. Unter 90° Beugung des Kniegelenks wird mittels Bildverstärker eine exakt seitliche Aufnahme des Kniegelenks angefertigt. Anhand dieser Aufnahme erfolgen nun die Stichinzision im Bereich der medialen Femurkondyle und die stumpfe Präparation auf den Knochen. Sodann folgt die Positionierung des Führungsdrahtes (Ösendraht) unter Röntgenkontrolle am „isometrischen“ Punkt (siehe Abb. 28) und Vorbringen des Drahtes bis zum Austritt auf der Gegenseite im Bereich des Epicondylus lateralis. Anschließend erfolgt das Überbohren des Führungsdrahtes mit einem 6,0mm-Bohrer (siehe Abb. 29).



Abb. 28: Aufsuchen des gedachten „isometrischen“ Zentrums zur femoralen Fixierung



Abb. 29: Überbohren des Führungsdrahtes am femoralen Fixierungspunkt

Anschließend erfolgt das Schaffen des Tunnels, durch den das Transplantat später in den Bereich der femoralen Insertionsstelle gezogen wird. Hierzu wird digital der Raum zwischen M. vastus medialis und der Kapsel aufgesucht und in Richtung des femoralen Insertionspunktes stumpf, ggf. unter Zuhilfenahme einer Schere oder einer Klemme, präpariert. Mit Hilfe eines Overholds wird das mit einem Orthocord®-Faden angeschlungene Transplantat nun durch den Tunnel gezogen (siehe Abb. 30a). Der Orthocord®-Faden wird nun durch die Öse des Führungsdrahtes gefädelt und in den Bohrkanal eingezogen (siehe Abb. 30b).

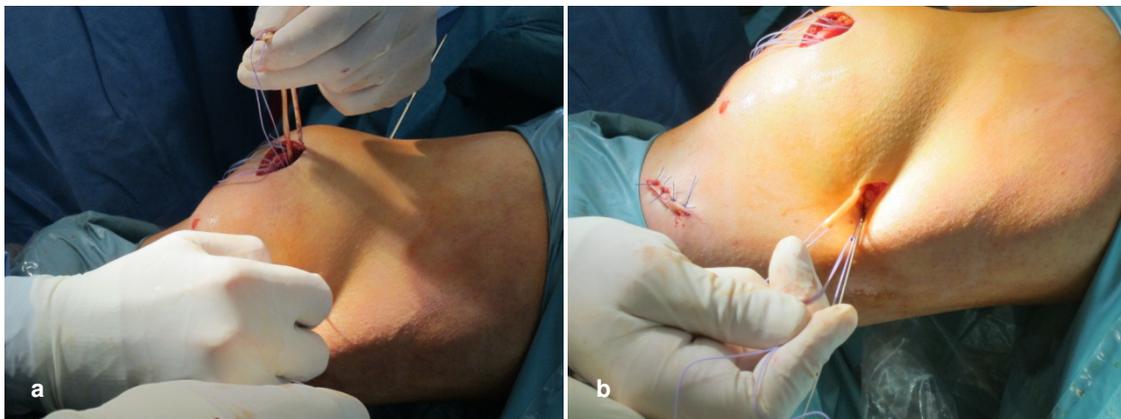


Abb. 30: Extracapsuläres Shutteln der Gracillessehne zum femoralen Fixierungspunkt (a) und Einziehen der Sehne in den Bohrkanal (b)

Sodann wird das Transplantat bei 40° Flexion des Kniegelenks und klinisch im Gleitlager zentrierter Patella unter Vorspannung mittels 6,0mm BioComposite-Interferenzschraube® fixiert (siehe Abb. 31). Anschließend erfolgt die Bewegungsprüfung des Kniegelenks bis 90° Beugung und die Überprüfung der über die gesamte Beugung vorliegenden regelrechten Lage der Patella.



Abb. 31: Femorale Fixierung der Gracillessehne mittels Biokompressionsschraube

Nun erfolgt die subtile Blutstillung, Säuberung der Wunden, Wundverschluss mittels Faciennaht und Subcutannaht und nach erneuter Hautdesinfektion die Hautnaht in Donati-Rückstichtechnik. Abb. 32 dokumentiert abschließend nochmals die Zugangsschnittführung zur MPFL-Ersatzplastik mittels autologer ipsilateraler Gracillessehne.



Abb. 32: Dokumentation der Schnittführung

Post-operativ erfolgt die Anlage eines sterilen Wundverbandes, die elastokompressive Wickelung des Beins, Lösen der Blutsperre und Anlage einer 0°-Knieimmobilisationsorthese (siehe Abb. 33).

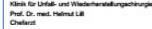


Abb. 33: Post-operative Anlage einer KI-Schiene

3.5 Nachbehandlung

Die Nachbehandlung der Patienten erfolgte nach einem hauseigenen standardisierten Nachbehandlungsschema, das jedem Patienten post-operativ ausgehändigt und erklärt wurde (siehe Abb. 34). Es wurde noch im Krankenhaus mit der Nachbehandlung begonnen und vom heimatnahen Physiotherapeuten fortgesetzt. Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde erhoben, ob diesem Nachbehandlungsschema gefolgt wurde oder es zu Abwandlungen kam.



Nachbehandlungsempfehlung

Rekonstruktion des Ligamentum patellofemorale mediale (MPFL, Patellastabilisierung) / Stand 01.2014

Zeit nach OP	Bewegungsausmaß	Belastung/Hilfsmittel	Therapieaufbau
ab 1.- 2. Tag	<ul style="list-style-type: none"> das Kniegelenk ist ruhiggestellt 	<ul style="list-style-type: none"> schmerzabhängige Vollbelastung Orthese Gehhilfen bis das Gehen ohne Schmerzen und Ausweichbewegung en möglich ist 	<ul style="list-style-type: none"> ggf. Schmerzlinderung ggf. Resorptionsförderung (z.B. Muskelpumpe, Hochlagerung, apparative Kompressionstherapie und/ oder Manuelle Lymphdrainage) Isometrie (Spannungsübungen) Bewegungsübungen (=BÜ) für die angrenzenden Gelenke Gangschule mit Orthese ggf. Elektrotherapie
ab 3. Tag- 2. Woche	<ul style="list-style-type: none"> 0/ 0/ 30° Ext/ Flex, d.h. Extension (Streckung) bis zur Mittelstellung und max. 30° Flexion (Beugung) und erlaubt 	<ul style="list-style-type: none"> Orthese entsprechend einstellen 	<ul style="list-style-type: none"> aktive BÜ für das betroffene Gelenk ADL (Aktivitäten des täglichen Lebens) nach Entfernung der Fäden Narbenbehandlung Beinachsentraining
ab 3. Woche	<ul style="list-style-type: none"> 0/ 0/ 60° Ext/ Flex 		<ul style="list-style-type: none"> zunehmend aktive BÜ für das betroffene Gelenk
ab 5. Woche	<ul style="list-style-type: none"> 0/ 0/ 90° Ext/ Flex 		
ab 7. Woche	<ul style="list-style-type: none"> keine Bewegungslimitierung 	<ul style="list-style-type: none"> keine Hilfsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Üben gegen Widerstand erlaubt Koordinations- und Stabilisationsübungen Beginn Lauftraining und Kraulschwimmen mgl. Fahrad- und Autofahren bei entsprechender Funktion erlaubt
ab 3. Monat			<ul style="list-style-type: none"> Sportbeginn und sportartenspezifisches Training nach ärztlicher Rücksprache
ab 6. Monat			<ul style="list-style-type: none"> Kontakt- und Risikosportarten nach ärztlicher Rücksprache

Abb. 34: Hauseigener Nachbehandlungsbogen des Diakoniekkrankenhauses Friederikenstift Hannover gGmbH

(siehe auch VII.4 „Hauseigener Nachbehandlungsbogen“)

Analog zum Nachbehandlungsschema wurde das betroffene Kniegelenk post-operativ für 2 Tage in einer Knieimmobilisationsorthese ruhiggestellt. Im Rahmen der physiotherapeutischen Übungstherapie wurde mit der schmerzadaptierten Vollbelastung zunächst an Unterarmgehstützen begonnen, bis das Gehen ohne Gehhilfen und Ausweichbewegungen schmerzfrei möglich war. Zudem erfolgte die Durchführung

abschwellender Maßnahmen, wie Muskelpumpe, Hochlagerung, apparative Kompressionstherapie und/oder manuelle Lymphdrainage und es wurde mit isometrischen Übungen und Bewegungsübungen der angrenzenden Gelenke begonnen.

Ab dem 3. Tag bis einschließlich zur 6. Woche post-operativ erfolgte die Anlage einer Bewegungsorthese. In den ersten zwei post-operativen Wochen wurde eine Limitierung von 0-0-30° eingestellt. Die Gangschule in der Orthese erfolgte weiterhin unter schmerzadaptierter Vollbelastung. Zudem wurde nun mit der aktiven Bewegungstherapie des Kniegelenks im Rahmen der oben genannten Limitierung sowie mit Beinachsentraining begonnen.

In der dritten und vierten Woche nach der Operation wurde die Beugung auf 0-0-60°, in der fünften und sechsten Woche nochmals um 30° auf 0-0-90° gesteigert. Es sollten zunehmend aktive Bewegungsübungen des betroffenen Gelenks durchgeführt werden.

Ab der 7. Woche post-operativ wurde die Orthese entfernt und die Beugelimitierung aufgehoben. Ab dieser Woche wurde mit der Bewegung gegen Widerstand, Koordinations- und Stabilisierungsübungen begonnen. Beginn des Lauftrainings, Kraulschwimmen sowie Fahrrad- und/oder Autofahren waren ab dieser Zeit erlaubt.

Ab dem 3. Monat konnte nach ärztlicher Rücksprache mit Sport und sportartenspezifischem Training begonnen werden, Kontakt- und Risikosportarten sollten erst ab dem 6. Monat und nach ärztlicher Rücksprache begonnen werden.

3.6 Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchungen fanden in den Räumlichkeiten der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Diakoniekrankenhauses Friederikenstift gGmbH in Hannover statt. Der Follow-Up-Zeitraum war dabei variabel gestaltet. Im Rahmen der Nachuntersuchungen wurden beide Kniegelenke der Patienten nach einem standardisierten Studienprotokoll (siehe Kapitel VII.1 „Studienprotokoll / Scores“) untersucht sowie Daten bezüglich der prä-operativen klinischen, radiologischen und subjektiven Situation der Patienten erhoben.

3.6.1 Erhebung der Basisdaten

Während des Nachuntersuchungsgesprächs wurden die Basisdaten der Patienten abgefragt und im Studienprotokoll vermerkt. Neben betroffener Seite, Alter, Größe und Gewicht sowie Beruf zum Zeitpunkt der MPFL-Ersatzplastik, Zeitpunkt und Mechanismus der Erstluxation und Häufigkeit und Mechanismen der Re-Luxationen wurde auch erhoben, zu welchem Zeitpunkt die Patienten wieder arbeits- bzw. sportfähig waren, ob es post-operativ zu Komplikationen wie Infektionen, Wundheilungsstörungen, Re-Luxationen oder Revisionseingriffen gekommen ist und ob ähnliche Probleme auch beim

gegenseitigen Kniegelenk vorlagen. Anhand dieser Angaben wurde der BMI errechnet und die Patienten je nach Profession der Gruppe Schüler/Student, Berufe mit leichter körperlicher Belastung, Berufe mit hoher körperlichen Belastung oder arbeitssuchend/berentet zugeordnet.

3.6.2 Klinische Untersuchung

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung wurden die Kniegelenke im Seitenvergleich am teilentkleideten Patienten untersucht.

3.6.2.1 Inspektion und Palpation

Zunächst wurden die Kniegelenke inspiziert und abgetastet. Im Rahmen der Inspektion wurden Narben, Schwellung, Gelenkkontur, Stellung der Patella und klinische Beinachse beurteilt, im Rahmen der Palpation wurden schmerzhafteste Druckpunkte registriert. Abweichungen der Kniegelenkskonfiguration, die Patellamobilität und die Narbenverhältnisse des betroffenen Beins wurden bei vorliegendem Einverständnis des Patienten mittels Digitalkamera fotodokumentiert.

3.6.2.2 Messung des Bewegungsausmaßes nach Neutral-Null-Methode

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde die Beweglichkeit beider Kniegelenke im Seitenvergleich nach der Neutral-Null-Methode dokumentiert. Hierbei wurde die aktiv-assistive Beweglichkeit, also die Bewegungen, die vom Patienten selbstständig mit Führung durch den Untersucher durchgeführt werden konnten, mittels Standardgoniometer gemessen und zur nächsten Fünferstelle aufgerundet notiert.

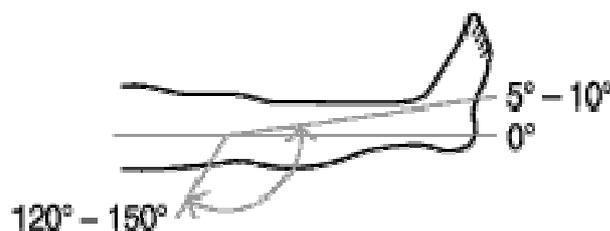


Abb. 35: Bewegungsausmaß nach Neutral-0-Methode aus: [10]

3.6.2.3 Patella-spezifische Tests

Bei der klinischen Untersuchung wurde zudem ein besonderes Augenmerk auf die Patella-spezifischen Tests gelegt.

Zu Überprüfung der **Patellaverschieblichkeit** wird die Kniescheibe des in Rückenlage auf der Untersuchungsfläche gelagerten Patienten mit den Daumen und Zeigefingern

beider Hände am kranialen bzw. kaudalen Pol umfasst und mit den Daumen nach lateral bzw. mit den Zeigefingern nach medial geschoben. Zur Prüfung der Stabilität, vor allem bei vermehrter Lateralisierungstendenz, wird der Patient gebeten den Oberschenkelmuskel anzuspannen. So kann der Spannungszustand bzw. eine Lockerung der Retinacula geprüft werden. Die Untersuchung erfolgt im Seitenvergleich. Physiologisch ist eine seitengleiche, schmerzfreie Verschieblichkeit und Krepitation oder Lateralisatioentendenz. Eine vermehrte Patellaverschieblichkeit weist auf eine Lockerung des Bandapparates bzw. auf eine vermehrte habituelle Luxations- und Subluxationstendenz hin [10].

Der **Apprehension-Test** des Kniegelenk ist positiv, wenn bei der passiven Lateralisierung der Patella, also dem nach außen Drücken der Kniescheibe durch den Untersucher, eine Abwehrbewegung des Patienten provoziert werden kann (siehe Abb. 36) [3]. Im Rahmen unserer Nachuntersuchung wurde dokumentiert, ob die Lateralisation der Patella für den Patienten schmerzhaft oder unangenehm empfunden wurde und ob zudem eine Abwehrbewegung vollzogen wurde. Des Weiteren wurde dokumentiert, ob sich die Patella beim Lateralisieren luxieren ließ

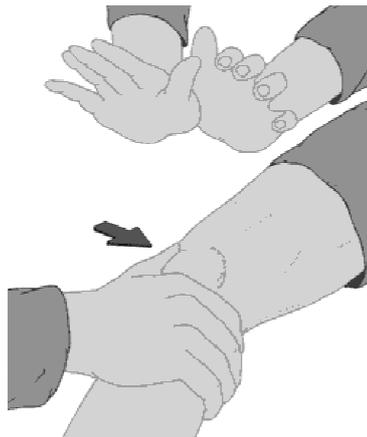


Abb. 36: Apprehension-Test aus : [3]

Das **Zohlenzeichen** wird untersucht, indem der Untersucher die Patella des mit gestreckten Beinen auf dem Rücken liegenden Patienten mit beiden Daumen von proximal in ihr femorales Gleitlager drückt und den Patienten bittet, den Oberschenkel anzuspannen. Durch den Zug des M. quadrizeps wird die Kniescheibe so noch stärker in ihr Gleitlager gepresst. Bei Vorliegen von retropatellaren Knorpelschäden führt dies zu retro- oder parapatellaren Schmerzen [10]. Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde dokumentiert, ob ein positives oder negatives Zohlenzeichen vorlag.

3.6.2.4 Umfangsmessung

Die Beinumfangs wurden im Seitenvergleich mit dem Maßband gemessen und notiert. Hierzu wurde zunächst der laterale Gelenkspalt getastet und von diesem

Punkt ausgehend jeweils 10 cm proximal und distal die Beinumfang gemessen und auf die jeweils nächste 5-mm-Stelle aufgerundet. Zudem wurde die Kniescheibenmitte palpirt und auch hier unter oben beschriebenem Vorgehen der Umfang gemessen und notiert.

3.6.3 Scores

Im Rahmen des Nachuntersuchungsgespräches wurden mit den Patienten Fragebögen bezüglich ihrer subjektiven Zufriedenheit nach der Operation sowie verschiedene Scores bezüglich ihrer Verfassung am Tag vor der Operation und am Nachuntersuchungstag besprochen und ausgefüllt, um so die subjektiven Behandlungsergebnisse vergleichbar zu machen. Die Beurteilung der prä-operativen Situation der Patienten musste hierbei aus der Erinnerung erfolgen.

3.6.3.1 Subjektive Zufriedenheit

Die Patienten wurden gebeten, ihre Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis am Tag der Nachuntersuchung in Schulnoten von 1 bis 6 (1 = „sehr gut“ und 6 = „ungenügend“) zu bewerten.

3.6.3.2 Visuelle Analogskala (VAS)

Zur Einschätzung des Schmerzzustandes wurden die Patienten gebeten, ihre Schmerzsituation am Tag vor der Operation und am Tag der Nachuntersuchung anhand der Visuellen Analogskala (VAS) mit Smileys anzugeben. Diese Skala zeigt analog zum Schmerzzustand des Patienten entsprechend schmerzverzerrte Gesichter (1 = kein Schmerz => lachender Smiley, 6 = stärkster Schmerz => weinender Smiley). Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studienergebnissen wurde Smiley-Skala in Abstimmung mit dem Patienten auf die in Studien gebräuchlichere 11-Punkteskala (0= kein Schmerz, 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz) übertragen.

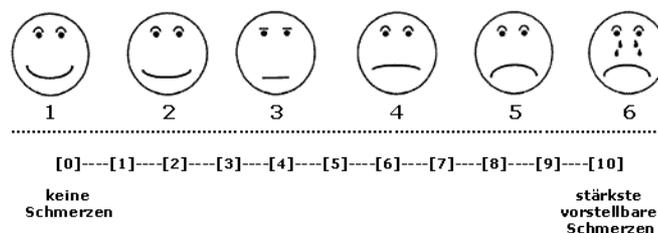


Abb. 37: Visuelle Analogskala / Smiley-Skala aus: [84]

3.6.3.3 Intensität der sportlichen Betätigung nach IKDC (International Knee Documentation Committee)

Die Patienten wurden gebeten, ihre eigene sportliche Betätigung vor Eintreten des Erstereignisses einzuschätzen. Hierzu standen analog zum IKDC-Fragebogen vier Möglichkeiten zur Auswahl:

- Hochleistungssportler
- Häufige sportliche Betätigung
- Gelegentliche sportliche Betätigung
- Kein Sport

3.6.3.4 Tegner-Activity-Score

Zur Einschätzung des Aktivitätsniveaus in Beruf, Alltag, Freizeit- und Leistungssport, wurden die Patienten gebeten, ihre sportliche Aktivität zum Zeitpunkt der operativen Intervention (einen Tag prä-operativ) sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung anhand des Tegner-Activity-Scores anzugeben. Bei dieser elfstufigen Skala wird mit Aktivitätslevel Null die Arbeitsunfähigkeit aufgrund der Kniebeschwerden bezeichnet, das höchstmögliche Level, Level 10, entspricht der Teilnahme an nationalen und internationalen Turnieren bei Kontaktsportarten. Auch hier wird die subjektive Einschätzung der Patienten abgefragt. Der Tegner-Activity-Score ist unter Kapitel VII.1 „Studienprotokoll / Scores“ abgebildet [81].

3.6.3.5 Kujala-Score

Die Patienten wurden des Weiteren gebeten, ihre Kniegelenksfunktion anhand des Kujala-Scores am Tag vor der MPFL-Ersatzplastik sowie am Tag der Nachuntersuchung anzugeben. Der Kujala-Score ist ein gutes Mittel zur Beurteilung funktioneller Beschwerden, beispielsweise bei Laufen, Hüpfen oder Knien, zur Beurteilung genereller Probleme, wie Schmerzen oder Instabilität, und schließt zudem klinische Kriterien, wie Muskelatrophie und Bewegungseinschränkungen, ein. Bei klinisch und funktionell uneingeschränkter Zufriedenheit können maximal 100 Punkte erreicht werden. Der schlechteste Wert, die maximale umfassende Einschränkung, liegt bei 0 Punkten. Der Kujala-Score ist unter Kapitel VII.1 „Studienprotokoll / Scores“ abgebildet [15, 17, 37].

3.6.3.6 Lysholm-Score

Als Ergänzung zum Kujala-Score wurden die Patienten gebeten, ihre Kniefunktion zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auch anhand des modifizierten Scores nach Lysholm und Gillquist anzugeben. Dies ist ein Fragebogen, der zur Erfassung der Kniefunktion nach Kreuzbandverletzungen konzipiert wurde. Der Originalfragebogen ist in englischer Sprache und beinhaltet 8 Fragen bezüglich der Kniefunktion im Alltag (Hinken, Hilfsmittel,

Blockieren, Instabilität, Schmerzen, Schwellung, Treppensteigen und Kniebeugen) [43, 91]. Analog zum Kujala-Score können auch hier maximal 100 Punkte erreicht werden. Die niedrigste Punktzahl liegt bei 0 Punkten. Der verwendete modifizierte Lysholm-Score ist unter Kapitel VII.1 „Studienprotokoll / Scores“ abgebildet.

3.6.4 Radiologische Untersuchung

Für die Nachuntersuchung wurden keine radiologischen Routineuntersuchungen notwendig. Anhand der vorliegenden prä-operativen und post-operativen Bildgebung wurden die unter Kapitel 1.3 „Prädisponierende Faktoren für die Patellainstabilität“ beschriebenen prädisponierenden Faktoren prä-operativ (TTTG-Abstand, Q-Winkel, Beinachse, Patella- und Trochleadysplasien, Sulcuswinkel sowie Patellahochstand mittels Insall- und Carton-Deschamps-Index) erhoben und verglichen. Da die Voraussetzung zur Indikationsstellung einer MPFL-Operation am Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH in Hannover war, dass keine höhergradigen Pathologien hinsichtlich des TTTG-Abstandes und der Trochlea vorlagen, zeigten sich hier normwertige oder allenfalls geringgradig ausgeprägte Normabweichungen, so dass die prä-operativ erhobenen radiologischen Daten im Rahmen der Auswertung nur deskriptiv erläutert werden.

Zudem wurde anhand der vorliegenden Röntgenbilder ermittelt, ob die Wachstumsfugen zum Zeitpunkt der Operation noch geöffnet oder bereits geschlossen waren.

Des Weiteren wurde anhand der vorliegenden post-operativen Bildgebung die Lage der Bohrkanäle in der Patella beurteilt und dem oberen, mittleren oder unteren Patella-Drittel zugeordnet (siehe Abb. 38)



Abb. 38: Lage der Bohrkanäle am post-operativen Röntgenbild
Exemplarisch Lage im mittleren Drittel

3.7 Statistik

Die statistische Auswertung und das Generieren der Tabellen und Schaubilder erfolgt mit IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. Released 2011.

Zunächst wurden die erfassten Merkmale der Gruppen A und B zusammengefasst, um die Gruppen näher zu beschreiben. Des Weiteren wurde mit dem Kolmogorow-Smirow-Test überprüft, ob bei den zur späteren Signifikanzprüfung heranzuziehenden Parametern (Schmerzangaben nach VAS, der Kujala-Score und der Tegner-Activity-Score prä- und post-operativ) eine Normalverteilung vorlag. War dies der Fall, wurde mit dem T-Test für gepaarte Stichproben überprüft, ob durch die Operation eine signifikante Verbesserung innerhalb der Gruppen erzielt werden konnte. War dies nicht der Fall, wurde mit dem Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben überprüft, ob durch die Operation eine signifikante Verbesserung innerhalb der Gruppen erzielt werden konnte.

In einem zweiten Schritt wurden die Gruppen A und B zunächst hinsichtlich ihrer Ausgangsparameter miteinander verglichen, um auszuschließen, dass etwaige Signifikanzen bezüglich des Outcomes auf Grund unterschiedlicher Ausgangsvoraussetzungen zustande kamen. Im Anschluss wurden die Gruppen hinsichtlich des Outcomes miteinander verglichen, um die aufgestellte Studienhypothese, das Outcome der Patienten mit Ersteingriff sei besser als das derer, die sich einem Revisionseingriff unterziehen, zu überprüfen. Hierzu wurden zur Beurteilung als metrisch-skalierte Outcome-Parameter „Zufriedenheit in Schulnoten“, „Schmerzen auf VAS post-operativ“, „Kujala-Score post-operativ“, „Lysholm-Score post-operativ“, „Tegner-Activity-Score post-operativ“, „Wiedereintritt Arbeitsfähigkeit“, „Wiedereintritt Sportfähigkeit“, „Beugedefizit post-operativ“ und „Streckdefizit post-operativ“ definiert und die Normalverteilung mittels Komogorow-Smirow-Test überprüft. Anschließend wurde mittels T-Test, bzw. bei nicht vorliegender Normalverteilung mittels Mann-Whitney-U-Test für ungepaarte Stichproben analysiert, ob bei diesen Parametern signifikante Differenzen zwischen den Gruppen vorlagen. Als ordinale Outcome-Parameter wurden „Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit in Gruppen“, „Wiederherstellung der Sportfähigkeit in Gruppen“, „Umfangsdifferenz Oberschenkel“, „Bewegungseinschränkung“, „Apprehensionstest“, „Relaxationsrate“ und „Rate der Revisionsoperationen“ definiert. Diese wurden in Kreuztabellen gegenübergestellt und dem Chi-Quadrat-Test unterzogen.

Im letzten Schritt der Auswertung wurde untersucht, ob einzelne Parameter, wie BMI, generelle sportliche Betätigung, Lage der Bohrkanäle, etc., unabhängig von der Gruppenzuordnung zu Gruppe A oder B, das Outcome der Patienten beeinflussen. Auch hier wurden als Outcome die im vorherigen Absatz beschriebenen Parameter definiert. Zunächst wurden auch hier die metrisch-skalierten Outcome-Parameter mittels Komogorow-Smirow-Test auf Normalverteilung überprüft. Anschließend wurde mit dem T-Test für gepaarte Stichproben bzw. bei nicht vorliegender Normalverteilung mit dem Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben überprüft, ob durch die Operation eine

signifikante Verbesserung innerhalb der Gesamtgruppen erzielt werden konnte. Zur Analyse, ob einzelne Parameter (BMI, Geschlecht, generelle sportliche Betätigung, etc.) das Outcome der Operation beeinflussen, wurden sodann mittels Kruskal-Wallis-Test die metrisch-skalierten Outcome-Parameter und mittels Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Test die ordinalen Outcome-Parameter untersucht.

Bei allen durchgeführten Tests wurde ein Wert von $p < 0,05$ als signifikant angesehen.

4 Ergebnisse

Wie unter Kapitel 3.7 „Statistik“ bereits beschrieben, erfolgte die statistische Auswertung in drei Stufen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der statistischen Auswertungen entsprechend der drei Stufen vorgestellt.

4.1 Deskriptive Ergebnisse

In der Zeit von Januar 2009 bis Dezember 2012 wurden insgesamt 87 Patienten im Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH in Hannover mit einer MPFL-Ersatzplastik versorgt und entsprachen den bereits erläuterten Einschlusskriterien, bzw. entsprachen nicht den bereits erläuterten Ausschlusskriterien. 61 Patienten stellten sich für die Studie zur Verfügung und konnten somit eingeschlossen werden. Dies entspricht einer Teilnehmerrate von 70,1%. Abhängig davon, ob es sich bei der MPFL-Ersatzplastik um den stabilisierenden Ersteingriff, oder einen stabilisierenden Revisionseingriff handelte, wurden die Patienten Gruppe A, Ersteingriff, oder Gruppe B, Revisionseingriff, zugeordnet (siehe auch Kapitel 3.1 „Patienten“).

4.1.1 Gruppe A – MPFL als stabilisierender Ersteingriff

43 Patienten (70,5%) konnten der Gruppe A zugeordnet werden.

4.1.1.1 Auswertung der Basisdaten Gruppe A

Die Patienten der Gruppe A (n=43) waren zum Zeitpunkt der operativen Versorgung im Durchschnitt 20,5 Jahre alt. 29 Patienten waren weiblich (67,4%), 14 Patienten waren männlich (32,6%). Es wurden 18 rechte (41,9%) und 25 linke (58,1%) Knie operiert. 12 Patienten klagten über Symptome wie Instabilität, Luxationen- und/oder Subluxationen auf der Gegenseite, 31 Patienten waren diesbezüglich beschwerdefrei. Im Durchschnitt lagen 47,8 Monate zwischen dem Zeitpunkt der Erstluxation und dem Zeitpunkt der operativen Versorgung. Wie die hohe Standardabweichung (SD) von 57,37 zeigt, lag bezüglich dieses Zeitraums eine hohe Varianz innerhalb der Gruppe vor. Die Nachuntersuchung erfolgte durchschnittlich nach 24,33 Monaten post-operativ (SD: 10,2) siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Basisdaten der Gruppe A

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	SD
Alter bei MPFL-Operation in Jahren	12	36	20,5	18,0	6,65
Erstluxation bis MPFL in Monaten	2	276	47,86	15,0	57,39
Follow-up in Monaten	5	41	24,33	27,0	10,22

Betrachtet man die Gruppe genauer, so lassen sich die Patienten anhand der untersuchten Merkmale (Alter bei OP, Berufsstand, generelle sportliche Betätigung, BMI, Mechanismus des Erstereignisses, Häufigkeit der Re-Luxation vor MPFL-Versorgung, prä-operative funktionelle Einschränkung, radiologische Daten, Vorliegen einer Chondromalazie, zusätzliche Eingriffe, Transplantatfixierung an der Patella, Lage der Bohrkanäle an der Patella, Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit, Wiedererlangung der Sportfähigkeit, post-operative funktionelle Ergebnisse und post-operative Komplikationen) Untergruppen zuordnen, die im weiteren Verlauf der Auswertung auf eine signifikante Verbesserung oder Verschlechterung bezüglich des Outcomes getestet wurden.

15 Patienten waren zum Zeitpunkt der MPFL-Operation unter 16 Jahre alt, 12 Patienten waren 17-21 Jahre alt, 11 Patienten waren 22-30 Jahre alt und 5 Patienten waren älter als 30 Jahre. Die prozentuale und graphische Darstellung der Verteilung ist Abb. 39 zu entnehmen.

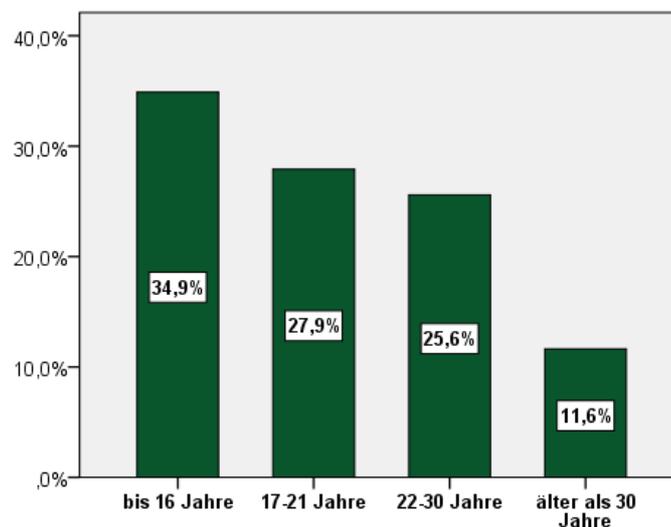


Abb. 39: Alter bei OP in Gruppe A

25 Patienten waren zum Zeitpunkt der MPFL-Operation Schüler oder Student, 5 Patienten gaben an, einer beruflichen Tätigkeit mit leichter körperlicher Belastung wie Büroarbeit nachzugehen, 8 Patienten gaben an, einer beruflichen Tätigkeit mit schwerer körperlicher

Belastung nachzugehen und 5 Patienten waren zum Zeitpunkt der MPFL-Operation arbeitssuchend oder berentet. Krankgeschriebene Patienten fielen nicht in diese Gruppe, sondern waren entsprechend ihrer eigentlichen beruflichen Tätigkeit einer der 3 anderen Gruppen zugeordnet. Die prozentuale und graphische Darstellung der Verteilung ist Abb. 40 zu entnehmen.

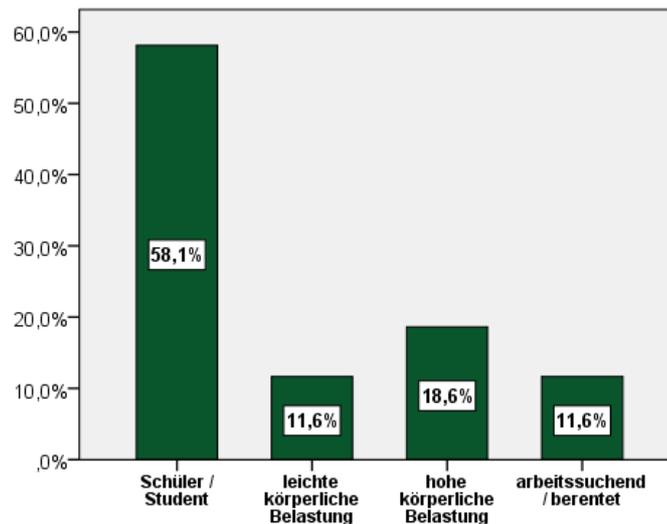


Abb. 40: Berufsgruppen in Gruppe A

Die Patienten wurden gebeten, ihre generelle sportliche Betätigung nach IKDC, unabhängig von der Luxationsproblematik, einzuschätzen. 4 Patienten gaben an, generell keinen Sport zu betreiben, 11 Patienten bezeichneten ihre sportliche Betätigung als gelegentlich, 26 als häufig und 2 Patienten bezeichneten sich als Hochleistungssportler. Die prozentuale und graphische Darstellung der Verteilung ist Abb. 41 zu entnehmen.

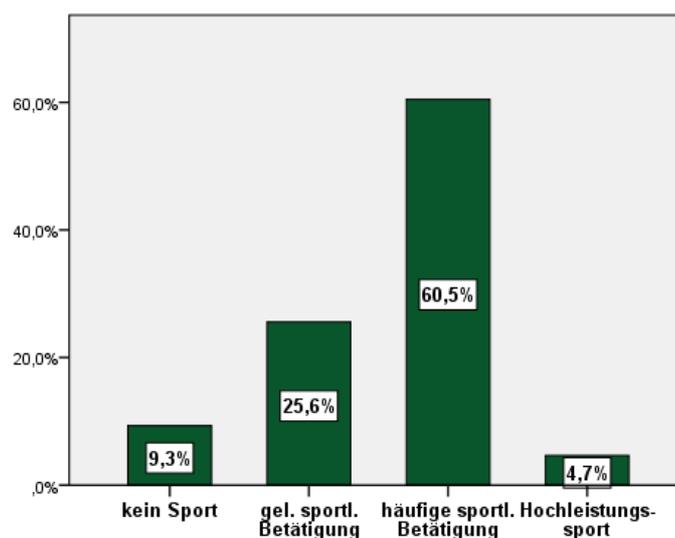


Abb. 41: Generelle sportliche Betätigung in der Gruppe A

Bezüglich des Körperbaus wurde aus den Größen- und Gewichtsangaben der Patienten der BMI ermittelt und den Gewichtskategorien Untergewicht ($<18,5\text{m}^2/\text{kg}$), Normalgewicht ($18,5\text{-}24,9\text{m}^2/\text{kg}$), Prä-Adipositas ($25\text{-}29,9\text{m}^2/\text{kg}$) und Adipositas ($>30\text{m}^2/\text{kg}$) gemäß WHO-Definition zugeordnet. 5 Patienten hatten zum Zeitpunkt der MPFL-Operation Untergewicht, 25 Patienten waren normalgewichtig, 8 Patienten konnten der Gruppe Prä-Adipositas zugeordnet werden, 5 Patienten waren adipös (siehe Abb. 42).

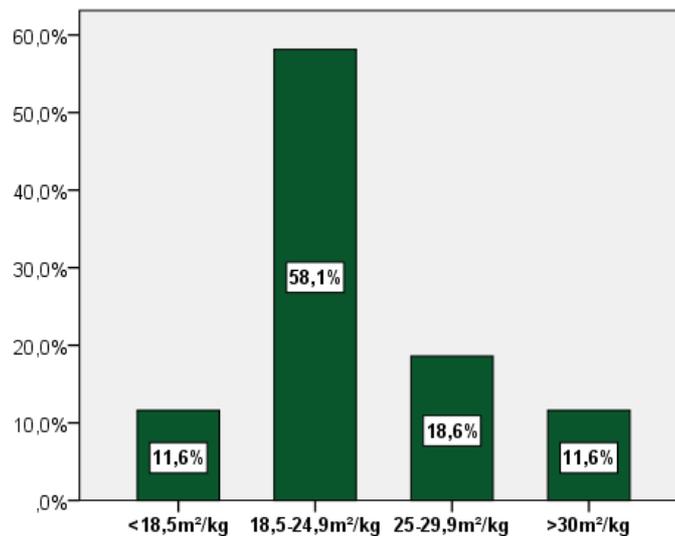


Abb. 42: BMI in Gruppe A

4.1.1.2 Auswertung der prä- und intra-operativ erhobenen Daten Gruppe A

21 der Patienten der Gruppe A gaben an, dass ein adäquates Trauma zur Erstluxation geführt habe, bei 22 Patienten konnte kein solches traumatisches Erstereignis beschrieben werden.

4 Patienten beschrieben, es sei nach dem Erstereignis bis zur MPFL-Versorgung zu keiner erneuten Luxation gekommen. 7 Patienten gaben an, es sei zum Teil zu täglichen Subluxationen ohne komplette Luxation der Patella gekommen. Weitere 7 Patienten beschrieben 1-2 Luxationen, 9 Patienten beschrieben 3-5 Luxationen, nochmals 7 Patienten beschrieben 6-10 Luxationen und die übrigen 9 Patienten beschrieben, es sei zu mehr als 10 Luxationsereignissen gekommen.

In der prä-operativen klinischen Untersuchung wurde bei 24 Patienten ein freies Bewegungsausmaß dokumentiert. 6 Patienten zeigten eine Beugung bis maximal 120° , 2 Patienten zeigten eine Beugung bis maximal 90° , ein Patient zeigte Bewegungseinschränkung bis maximal 60° Beugung und bei 3 Patienten lag eine Beugefähigkeit bis maximal 30° vor. Bei 7 Patienten wurde das Bewegungsausmaß prä-operativ nicht dokumentiert.

Bei 20 Patienten zeigte sich prä-operativ ein positiver Apprehension-Test, bei 7 Patienten fiel er negativ aus. Bei 16 Patienten wurde der Apprehension-Test prä-operativ nicht dokumentiert.

Bei 33 Patienten zeigte sich in der prä-operativen klinischen Untersuchung eine hypermobile Patella, bei 2 Patienten konnte dieses Phänomen nicht nachgewiesen werden. Bei 8 Patienten wurde nicht dokumentiert, ob eine hypermobile Patella vorlag oder nicht.

Intra-operativ zeigte sich bei 17 Patienten keine begleitende Chondromalazie (CM). Bei 21 Patienten zeigte sich eine CM im Bereich der Patella, bei 2 Patienten im Bereich des Gleitlagers und bei weiteren 2 Patienten zeigte sich eine ubiquitäre CM sowohl im Gleitlager als auch patellar. Bei einem Patienten lag eine CM im Tibiofemoralgelenk vor, ohne dass Anzeichen einer patellofemorale CM nachzuweisen waren.

Bei 15 Patienten wurden zusätzlich zu der MPFL-Ersatzplastik weitere Interventionen im selben Eingriff vorgenommen. Bei 12 Patienten erfolgte die Durchführung einer Chondroplastik, bei einem Patienten erfolgte die Entfernung freier Gelenkkörper und bei 2 Patienten erfolgte eine Meniskusteilresektion. Bei 28 Patienten war kein zusätzlicher Eingriff notwendig.

Bei 29 Patienten erfolgte die Fixierung des Autografts an der Patella mittels PushLock®-Ankern, bei 14 Patienten erfolgte die Fixierung mittels SwiveLock®-Ankern. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 43 zu entnehmen.

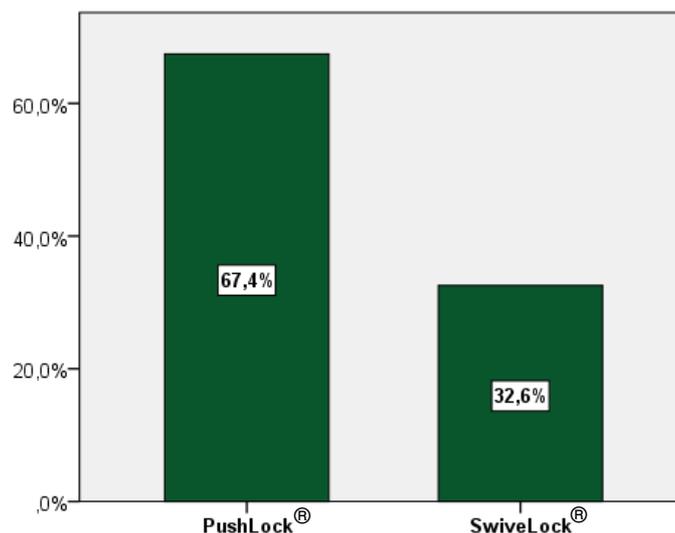


Abb. 43: Verwendete Fadenanker zur Fixierung an der Patella in Gruppe A

4.1.1.3 Auswertung der radiologischen Daten Gruppe A

In der Auswertung der radiologischen Daten in Gruppe A zeigte sich, dass bei 9 Patienten keine Aussage bezüglich einer Trochleadysplasie getroffen werden konnte, da keine

entsprechende Bildgebung vorlag oder die vorliegende Bildgebung nicht ausreichend beurteilbar war. Bei 21 Patienten zeigte sich eine normal konfigurierte Trochlea, bei 6 Patienten eine Trochleadysplasie Typ A und bei 7 Patienten eine Trochleadysplasie Typ B. Eine höhergradige Dysplasie zeigte sich bei keinem der Patienten.

Analog dazu ließ sich auch bezüglich des Sulcuswinkels auf Grund fehlender oder unzureichend beurteilbarer Bildgebung bei 9 Patienten keine Aussage treffen. Bei 4 Patienten war der Sulcuswinkel auf über 145° vergrößert. Jeder dieser 4 Patienten zeigte eine Trochleadysplasie Typ B nach Dejour, bei den übrigen 30 Patienten war der Sulcuswinkel normwertig.

Bezüglich des TTTG-Abstandes zeigte sich, dass bei 2 Patienten keine entsprechende Bildgebung vorlag oder die vorliegende Bildgebung nicht ausreichend beurteilbar war. Bei 37 Patienten zeigte sich ein normwertiger TTTG-Abstand, bei 4 Patienten war der Abstand vergrößert. Die Vergrößerung betrug hier maximal 3mm.

Der Q-Winkel zeigte sich bei 4 Patienten um maximal 10° vergrößert, bei 10 Patienten normwertig und bei 19 Patienten sogar vermindert. Bei 10 Patienten konnte auf Grund nicht vorliegender oder nicht beurteilbarer Bildgebung keine diesbezügliche Aussage getroffen werden.

Die Beinachse konnte bei 9 Patienten nicht adäquat beurteilt werden. Von den verbleibenden 34 Patienten lag bei 11 Patienten eine gerade Beinachse vor. 13 Patienten zeigten eine valgische, 10 Patienten eine varische Beinachse, wobei in beiden Richtungen Abweichungen von maximal 5° vorlagen.

Ein Patellahochstand lag sowohl nach der Messung nach Insall als auch nach der Messung nach Carton und Deschamps bei 21 Patienten vor. Bei 12 Patienten war die Lage der Patella normwertig, eine Patella baja zeigte sich bei keinem Patienten. Bei 10 Patienten war die Bildgebung nicht beurteilbar oder nicht vorliegend.

Die Patelladysplasie nach Wiberg konnte auf Grund fehlender oder unzureichender Bildgebung bei 5 Patienten nicht beurteilt werden. Bei 19 Patienten lag eine Patelladysplasie Typ II, bei 13 Patienten eine Dysplasie Typ III und bei 6 Patienten eine sogenannte Jägerhut-Patella vor.

Bei 29 Patienten waren die Wachstumsfugen zum Zeitpunkt der MPFL-Operation bereits geschlossen, bei 13 Patienten waren sie radiologisch noch sichtbar. Bei einem Patienten konnte auf Grund fehlender Bildgebung keine Aussage bezüglich der Wachstumsfugen getroffen werden.

In der post-operativen Bildgebung wurde die Lage der Bohrkanäle in der Patella beurteilt.

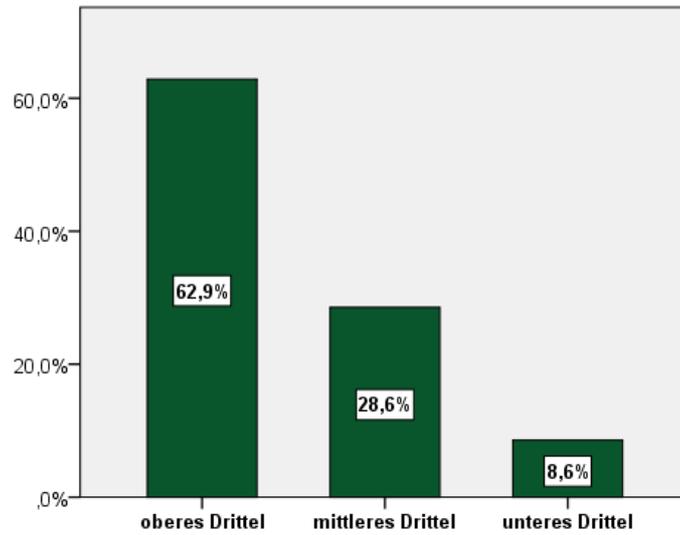


Abb. 44: Lage der Bohrkanäle in Gruppe A

Bei 8 Patienten konnte die Lage nicht beurteilt werden oder es lag keine post-operative Bildgebung vor. Bei den verbleibenden 35 Patienten lagen die Bohrkanäle bei 22 Patienten im oberen Drittel, bei 10 Patienten im mittleren und bei 3 Patienten im unteren Drittel. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 44 zu entnehmen.

4.1.1.4 Auswertung post-operativ erhobener Daten Gruppe A

Die Patienten waren, wenn sie wieder arbeitsfähig wurden, im Durchschnitt nach 1,8 Monaten (Minimum 0,5 Monate, Maximum 6,0 Monate, Median 1,0 Monate, SD 1,7 Monate) wieder arbeits- bzw. schul- oder studierfähig.

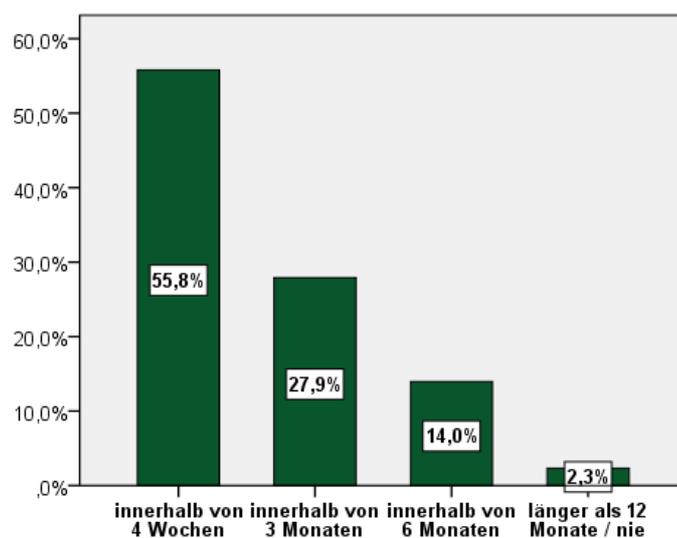


Abb. 45: Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit in Gruppe A

22 Patienten gaben an, innerhalb der ersten 4 Wochen nach OP wieder arbeitsfähig gewesen zu sein, 14 Patienten gaben an, innerhalb von 3 Monaten arbeitsfähig gewesen zu sein und 6 Patienten gaben an, innerhalb von 6 Monaten arbeitsfähig gewesen zu sein. Ein Patient war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, in diesem Fall 20 Monate post-OP, noch nicht arbeitsfähig. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 45 zu entnehmen.

Die Patienten waren, wenn sie wieder sportfähig wurden, im Durchschnitt nach 7 Monaten (Minimum 2,0 Monate, Maximum 24,0 Monate, Median 6,0 Monate, SD 4,5) wieder sportfähig.

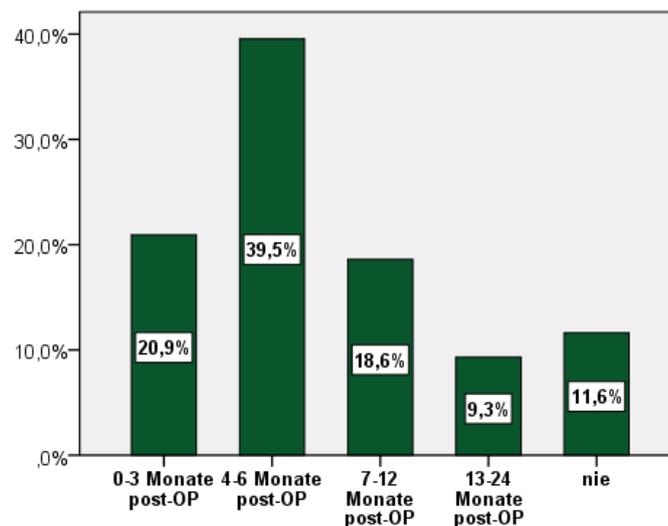


Abb. 46: Wiedererlangung der Sportfähigkeit in Gruppe A

9 Patienten gaben an, innerhalb der ersten 3 Monate nach der OP wieder sportfähig gewesen zu sein, 17 Patienten gaben an, nach 4-6 Monaten sportfähig gewesen zu sein, 8 Patienten gaben an, nach 7-12 Monaten sportfähig gewesen zu sein und weitere 4 Patienten gaben an, nach 13-24 Monaten sportfähig gewesen zu sein. 5 Patienten gaben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung an, noch nicht wieder sportfähig zu sein. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 46 zu entnehmen.

Vergleicht man das Aktivitätsniveau nach Tegner vor und nach der Operation zeigte sich, dass 26 Patienten in der Nachuntersuchung ein höheres Level angaben als vor der Operation. 10 Patienten gaben das gleiche Level wie vor der Operation an. 7 Patienten gaben an, ein niedrigeres Level zu erreichen. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 47 zu entnehmen

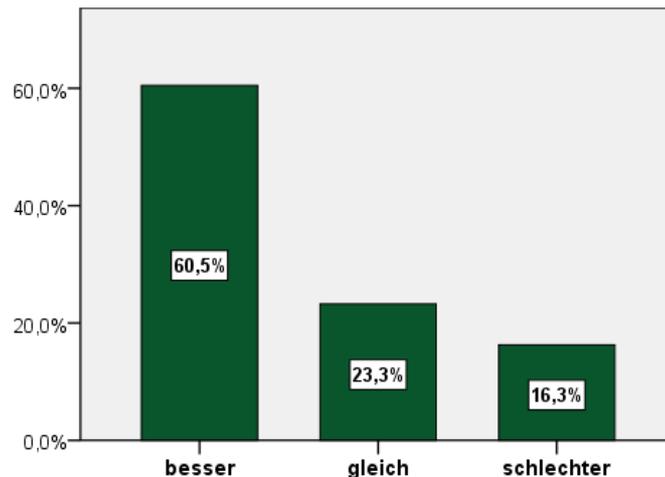


Abb. 47: Veränderung des Aktivitätslevels nach Tegner vor und nach der Operation in Gruppe A

Bei 26 Patienten bestand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Bewegungseinschränkung im Seitenvergleich.

5 Patienten beklagten ein Streckdefizit von 5° , 2 Patienten beklagten ein Streckdefizit von 10° im Seitenvergleich, wobei es sich in allen Fällen um fehlende Überstreckbarkeit des Kniegelenks handelte, eine Extension von 0° konnte von allen Patienten erreicht werden.

18 Patienten zeigten im Seitenvergleich kein Beugedefizit. 4 Patienten beklagten ein Beugedefizit von 5° . Bei 10 Patienten lag ein Beugedefizit von 10° vor. Bei 2 Patienten lag ein Beugedefizit von 15° vor. Bei 5 Patienten lag ein Beugedefizit von 20° vor. Bei weiteren 5 Patienten lag ein Beugedefizit von 30° und mehr im Seitenvergleich vor.

Der Apprehension-Test zeigte sich in der Nachuntersuchung bei 6 Patienten positiv, bei den übrigen 37 Patienten war der Apprehension-Test negativ.

Bezüglich der Umfangsdifferenzen des Oberschenkels zeigte sich bei 11 Patienten keine Differenz, bei 14 Patienten zeigte sich eine Abnahme von bis zu 2 cm und bei 9 Patienten eine Abnahme von mehr als 2 cm im Seitenvergleich. Bei 6 Patienten konnte eine Umfangsvermehrung von bis zu 2 cm verzeichnet werden, bei weiteren 3 Patienten konnte sogar eine Zunahme von mehr als 2 cm verzeichnet werden. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 48 zu entnehmen.

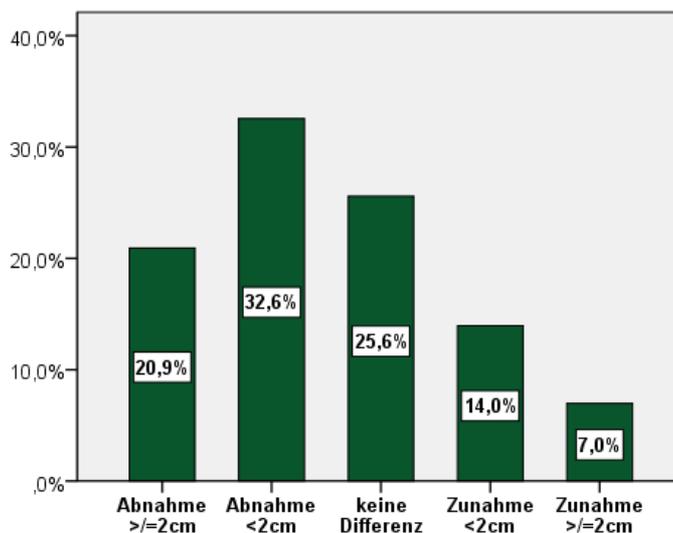


Abb. 48: Oberschenkelumfangsdifferenz im Seitenvergleich in Gruppe A

4.1.1.5 Post-operative Komplikationen in Gruppe A

Bei 6 Patienten (14,0%) kam es post-operativ zu Re-Luxationen der Patella, wobei 2 dieser Patienten angaben, dass ein adäquates Trauma vorangegangen sei. Von den restlichen 4 Patienten (9,3%) berichteten 3, dass es ohne adäquates Trauma zu rezidivierenden Luxationen gekommen sei, ein Patient berichtete, dass es zu rezidivierenden Subluxationen gekommen sei (siehe Abb. 49). Dies entspricht einer Re-Luxationsrate von 7,0% und einer Subluxationsrate von 2,3 %.

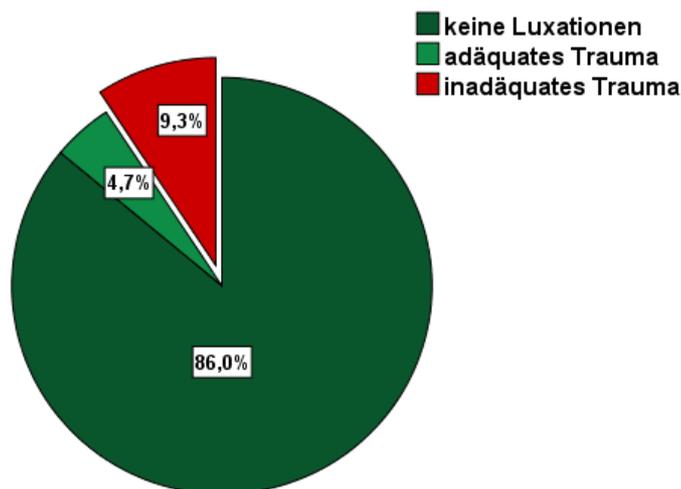


Abb. 49: Re-Luxationen nach MPFL-Plastik in Gruppe A

Bei 2 Patienten kam es nach der Operation zu einer Infektion, die in einem Fall zu einer Revisionsoperation im Sinne eines Debridements führte, im anderen Fall konnte die Infektion durch alleinige antibiotische Therapie behandelt werden.

Wundheilungsstörungen traten nicht auf. Insgesamt 3 Patienten mussten in der Folge erneut operiert werden. Dies entspricht einer Revisionsrate von 7%. Einmal wurde bei Bewegungseinschränkung ein laterales Release durchgeführt, einmal wurde auf Grund eines Infektes ein Debridement notwendig und einmal wurde die MPFL-Plastik auf Grund eines Ausrisses refixiert. Insgesamt zeigte sich in Gruppe A eine Komplikationsrate von 18% (Re-Luxation oder Subluxationen ohne adäquates Trauma, Infektion, Revisionsoperation).

4.1.1.6 Auswertung der Scores in Gruppe A

Die Patienten gaben ihre Schmerzen vor der Operation retrospektiv mit 5,47 auf der VAS an. Der Kujala-Score lag prä-operativ durchschnittlich bei 46,56 Punkten. Der Tegner Activity Score zeigte prä-operativ ein Aktivitätsniveau von Level 2,7.

Die Zufriedenheit mit dem Ergebnis der Operation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde im Durchschnitt mit einem Wert von 2,49 in Schulnoten angegeben. Die Patienten gaben ihre aktuellen durchschnittlichen Schmerzen mit 2,7 auf der VAS an, der Kujala-Score konnte auf 80,12 Punkte, der Tegner Activity Score auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,81 gesteigert werden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht der Score-Punkte in Gruppe A

	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum	Signifikanz
Kujala-Score prä-operativ	46,56	28,12	3	100	p < 0,001
Kujala-Score post-operativ	80,12	19,14	16	100	
Schmerzen VAS prä-operativ	5,47	3,54	0	10	p < 0,001
Schmerzen VAS post-operativ	2,72	2,24	0	10	
Tegner-Activity-Score prä-operativ	2,70	2,75	0	9	p < 0,001
Tegner-Activity-Score post-operativ	4,81	1,89	0	10	
Zufriedenheit in Schulnoten	2,49	1,486	1	6	
Lysholm-Score post-operativ	80,09	17,36	27	100	

Bevor nun berechnet werden konnte, ob durch die Operation eine signifikante Verbesserung der Scores erzielt werden konnte, musste zunächst analysiert werden, ob bei den Werten eine Normalverteilung vorlag, um den korrekten Test zur Signifikanzprüfung zu wählen.

Nach der Durchführung des Kolmogorov-Smirnov-Test zeigte sich, dass eine Normalverteilung lediglich bei dem prä-operativen Kujala-Score vorlag, so dass die Signifikanzprüfung mittels Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben erfolgte.

Hier zeigte sich, dass bei allen drei miteinander zu vergleichenden Paaren, Kujala-Score (siehe Abb. 50), Schmerzen nach VAS (siehe Abb. 51) und Tegner-Activity-Score (siehe Abb. 52) eine signifikante Verbesserung $p < 0,001$ erzielt werden konnte.

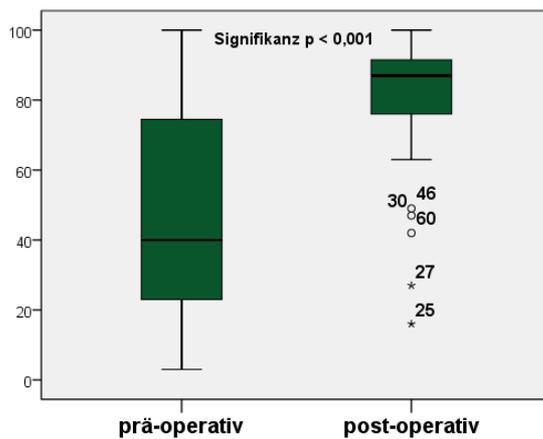


Abb. 50: Kujala-Score prä- und post-operativ in Gruppe A

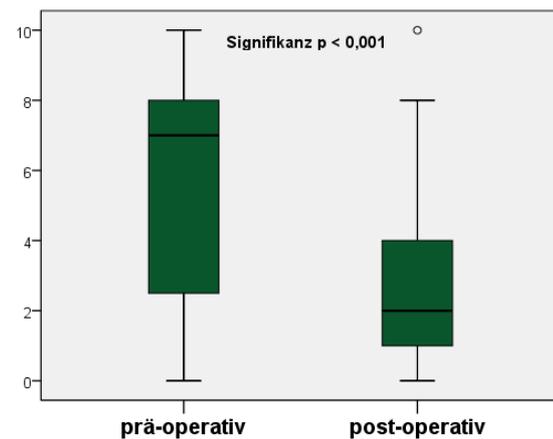


Abb. 51: Schmerzangaben auf der VAS prä- und post-operativ in Gruppe A

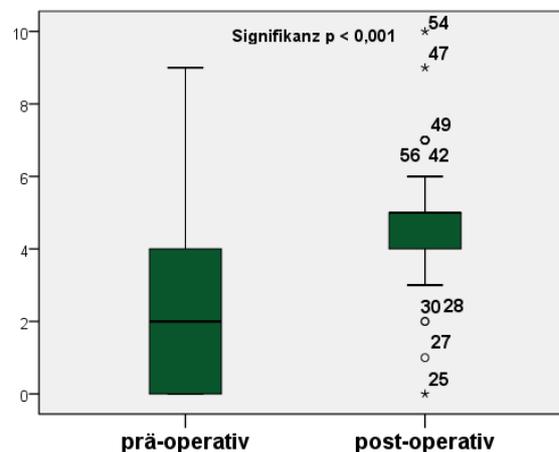


Abb. 52: Tegner-Activity-Score prä- und post-operativ in Gruppe A

4.1.2 Gruppe B - MPFL als stabilisierender Revisionseingriff

Der Gruppe B konnten 18 Patienten zugeordnet werden, dies entspricht einem Anteil von 29,5% der Studienpopulation.

4.1.2.1 Auswertung der Basisdaten Gruppe B

Die Patienten der Gruppe B (n=18) waren zum Zeitpunkt der operativen Versorgung im Durchschnitt 20,8 Jahre alt. 13 Patienten waren weiblich (72,2%), 5 Patienten waren männlich (27,8%). Es wurden 6 rechte (33,3%) und 12 linke Knie (66,7%) operiert. 7 Patienten klagten über Symptome wie Instabilität, Luxationen und/oder Subluxationen auf der Gegenseite, 11 Patienten waren diesbezüglich beschwerdefrei. Im Durchschnitt lagen 66,7 Monate zwischen dem Zeitpunkt der Erstluxation und dem Zeitpunkt der operativen Versorgung mittels MPFL-Plastik. Wie die hohe Standardabweichung (SD) von 48,5 zeigt, lag bezüglich dieses Zeitraums eine hohe Varianz innerhalb der Gruppe vor. Die Nachuntersuchung erfolgte durchschnittlich nach 23,83 Monaten (SD: 9,9) - siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: Basisdaten der Gruppe B

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Standardabweichung
Alter bei MPFL-Operation in Jahren	11	46	20,8	18,0	8,40
Erstluxation bis MPFL in Monaten	7	180	66,3	57	48,51
Follow-up in Monaten	6	39	23,8	27,0	9,87

Betrachtet man die Gruppe genauer, so lassen sich die Patienten anhand der untersuchten Merkmale (siehe 4.1.1.1 „Auswertung der Basisdaten Gruppe A“) Untergruppen zuordnen, die im weiteren Verlauf der Auswertung auf eine signifikante Verbesserung oder Verschlechterung bezüglich des Outcomes getestet wurden.

4 Patienten waren zum Zeitpunkt der MPFL-Operation unter 16 Jahre alt, 8 Patienten waren 17-21 Jahre alt, weitere 4 Patienten waren 22-30 Jahre alt und 2 Patienten waren älter als 30 Jahre. Die prozentuale und graphische Darstellung der Verteilung ist Abb. 53 zu entnehmen.

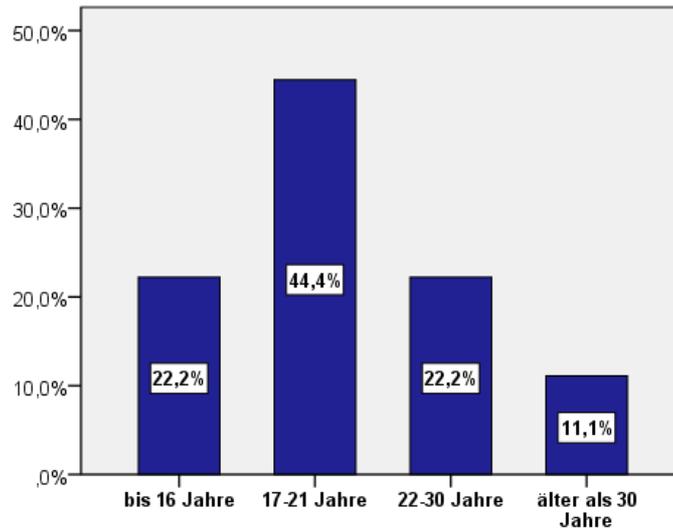


Abb. 53: Alter bei OP in Gruppe B

9 Patienten waren zum Zeitpunkt der MPFL-Operation Schüler oder Student. 2 Patienten gaben an, einer beruflichen Tätigkeit mit leichter körperlicher Belastung wie Büroarbeit nachzugehen, 5 Patienten gaben an, einer beruflichen Tätigkeit mit schwerer körperlicher Belastung nachzugehen und 2 Patienten waren zum Zeitpunkt der MPFL-Operation arbeitssuchend oder berentet. Krankgeschriebene Patienten fielen nicht in diese Gruppe, sondern waren entsprechend ihrer eigentlichen beruflichen Tätigkeit einer der 3 anderen Gruppen zugeordnet. Die prozentuale und graphische Darstellung der Verteilung ist Abb. 54 zu entnehmen.

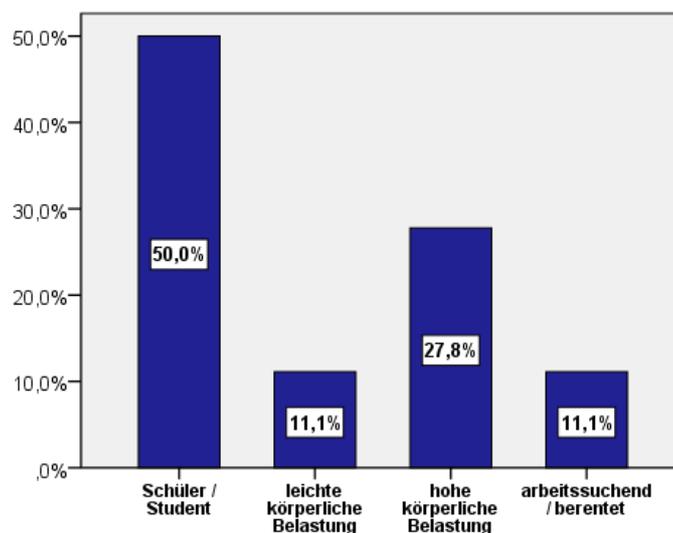


Abb. 54: Berufsgruppen in Gruppe B

Die Patienten wurden gebeten, ihre generelle sportliche Betätigung nach IKDC unabhängig von der Luxationsproblematik, also vor dem Erstereignis, einzuschätzen. 3

Patienten gaben an, generell keinen Sport zu betreiben, 6 Patienten bezeichneten ihre sportliche Betätigung als gelegentlich, 8 als häufig und ein Patient bezeichnete sich als Hochleistungssportler. Die prozentuale und graphische Darstellung der Verteilung ist Abb. 55 zu entnehmen.

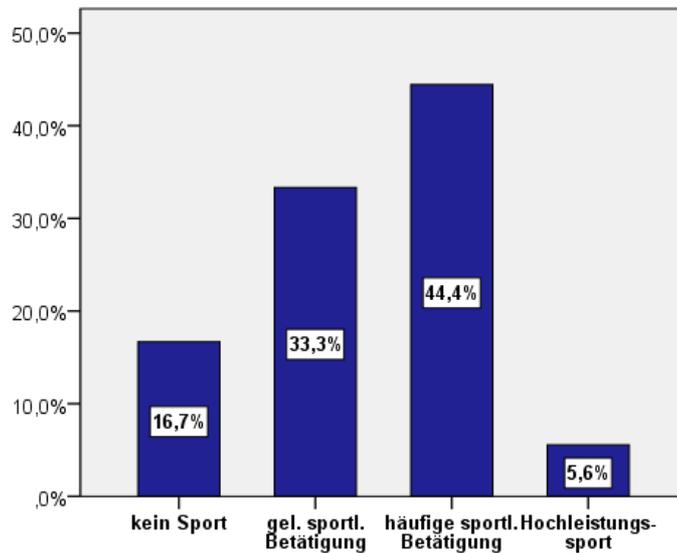


Abb. 55: Generelle sportliche Betätigung in Gruppe B

12 Patienten waren laut BMI gemäß WHO normalgewichtig, 4 Patienten waren prä-adipös, 2 Patienten waren adipös, kein Patient war untergewichtig (siehe Abb. 56).

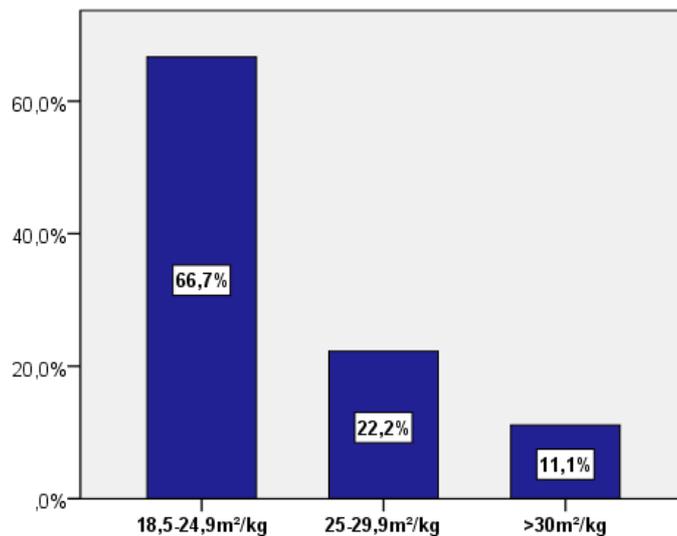


Abb. 56: BMI in Gruppe B

Alle Patienten der Gruppe B wurden in der Vorgeschichte, zum Teil auch mehrfach, stabilisierend voroperiert. Im Rahmen der Voroperationen wurden das Laterale Release, offen oder arthroskopisch, die mediale Raffung oder Kapselraffung, die Naht des

medialen Retinaculums und der Tuberositasversatz, teilweise auch im Kombination, durchgeführt. Zweimal konnten die Patienten nicht genau angeben, welche Art der Operation durchgeführt wurde, sondern diese lediglich als „stabilisierenden Weichteileingriff“ bezeichnen. Bezüglich der Verteilung der Erstoperationen siehe Abb. 57.

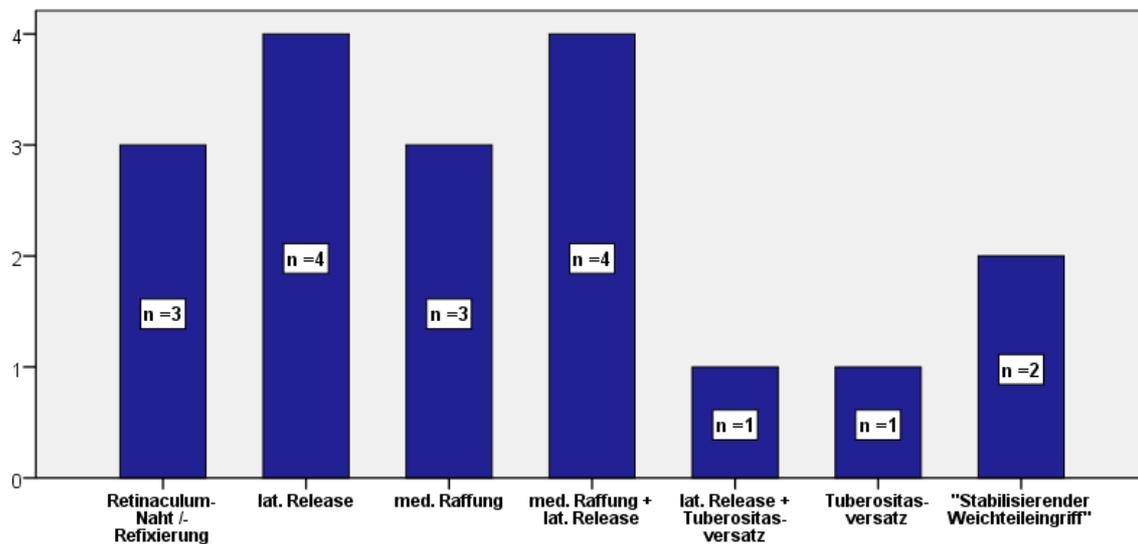


Abb. 57: Erst-Operationen in Gruppe B

Bei 4 Patienten wurde vor Durchführung der MPFL-Plastik eine zweite Voroperation vollzogen: Bei einem Patienten erfolgt ein arthroskopisches laterales Release nach vorheriger Kombination aus medialer Raffung und lateralem Release, bei einem Patienten erfolgte nach erfolglosem arthroskopischen lateralem Release im Rahmen des Zweieingriffes ein offenes Vorgehen. Bei einem Patienten erfolgte nach vorherigem „stabilisierendem Weichteileingriff“ ein Tuberositasversatz und bei einer Patientin wurde nach vorheriger Retinaculumnaht eine Operation nach Goldthwait, also die rein weichteilige Verlagerung des Patellarsehnenansatzes nach medial [38], durchgeführt.

Bei 15 Patienten (83,3%) kam es nach dem stabilisierenden Erst- bzw. Zweiteingriff zu Re-Luxationen, 3 Patienten klagten über ein starkes Instabilitätsgefühl ohne dokumentierte Re-Luxation.

4.1.2.2 Auswertung der prä- und intra-operativ erhobenen Daten Gruppe B

13 Patienten der Gruppe B gaben an, dass ein adäquates Trauma zur Erstluxation geführt habe. Bei 5 Patienten konnte kein solches traumatisches Erstereignis beschrieben werden.

In der prä-operativen klinischen Untersuchung wurde bei 8 Patienten ein freies Bewegungsausmaß dokumentiert, bei jeweils einem Patienten zeigte sich eine Beugung

bis maximal 120°, bis 60° und bis 30°. Bei 7 Patienten wurde das Bewegungsausmaß prä-operativ nicht dokumentiert.

Bei 9 Patienten zeigte sich prä-operativ ein positiver Apprehension-Test, bei weiteren 9 wurde der Apprehension-Test prä-operativ nicht dokumentiert. Ein negativer Apprehension-Test wurde nicht dokumentiert.

Bei 14 Patienten zeigte sich in der prä-operativen klinischen Untersuchung eine hypermobile Patella, bei 4 Patienten wurde nicht dokumentiert, ob eine hypermobile Patella vorlag oder nicht.

Intra-operativ zeigte sich bei 6 Patienten keine begleitende CM. Bei 7 Patienten zeigte sich eine CM im Bereich der Patella, bei einem Patienten im Bereich des Gleitlagers und bei weiteren 4 Patienten zeigte sich eine ubiquitäre CM sowohl im Gleitlager als auch patellar. Eine CM im Tibiofemoralgelenk, ohne dass auch Anzeichen einer patellofemorale CM nachzuweisen waren, war bei keinem Patienten zu sehen.

Bei 5 Patienten wurden zusätzlich zu der MPFL-Ersatzplastik weitere Interventionen im selben Eingriff vorgenommen. Bei 3 Patienten erfolgte die Durchführung einer Chondroplastik, bei einem davon wurden nach vorangegangenem Tuberositasversatz zudem die Schrauben entfernt. Bei 2 Patienten erfolgte die Entfernung freier Gelenkkörper und bei einer davon zusätzlich die Meniskusteilresektion. Bei 13 Patienten war ein zusätzlicher Eingriff nicht notwendig.

Bei 11 Patienten erfolgte die Fixierung des Autografts an der Patella mittels PushLock®-Ankern, bei 7 Patienten erfolgte die Fixierung mittels SwiveLock®-Ankern. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 58 zu entnehmen.

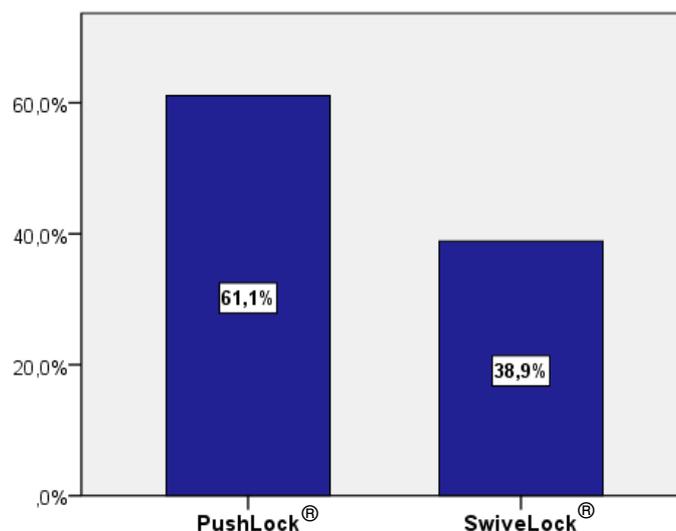


Abb. 58: Verwendete Fadenanker zur Fixierung an der Patella Gruppe B

4.1.2.3 Auswertung der radiologischen Daten Gruppe B

In der Auswertung der radiologischen Daten in Gruppe B zeigte sich, dass bei 5 Patienten keine Aussage bezüglich einer Trochleadysplasie getroffen werden konnte, da keine entsprechende Bildgebung vorlag oder die vorliegende Bildgebung nicht ausreichend beurteilbar war. Bei 7 Patienten zeigte sich eine normal konfigurierte Trochlea, bei jeweils 3 Patienten eine Trochleadysplasie Typ A, bzw. Typ B. Eine höhergradige Dysplasie zeigte sich bei keinem der Patienten.

Bezüglich des Sulcuswinkels ließ sich auf Grund fehlender oder unzureichend beurteilbarer Bildgebung bei 5 Patienten keine Aussage treffen. Bei 3 Patienten war der Sulcuswinkel auf über 145° vergrößert, bei den übrigen 10 Patienten lag ein normwertiger Sulcuswinkel vor.

Bezüglich des TTTG-Abstandes zeigte sich, dass bei 3 Patienten keine entsprechende Bildgebung vorlag oder die vorliegende Bildgebung nicht ausreichend beurteilbar war. Bei 14 Patienten zeigte sich ein normwertiger TTTG-Abstand, bei einem Patienten war der Abstand vergrößert. Die Vergrößerung betrug hier 5mm.

Der Q-Winkel zeigte sich bei 2 Patienten um maximal 3° vergrößert, bei 3 Patienten normwertig und bei 9 Patienten sogar vermindert. Bei 4 Patienten konnte auf Grund nicht vorliegender oder nicht beurteilbarer Bildgebung keine diesbezügliche Aussage getroffen werden.

Die Beinachse konnte bei 3 Patienten nicht adäquat beurteilt werden. Von den verbleibenden 15 Patienten lag bei 2 Patienten eine gerade Beinachse vor. 10 Patienten zeigten eine valgische, 3 Patienten eine varische Beinachse.

Ein Patellahochstand lag sowohl nach der Messung nach Insall als auch nach der Messung nach Carton und Deschamps bei 5 Patienten vor. Bei 9 Patienten war die Lage der Patella normwertig, eine Patella baja zeigte sich bei keinem Patienten. Bei 4 Patienten war die Bildgebung nicht beurteilbar oder nicht vorliegend.

Die Patelladysplasie nach Wiberg konnte auf Grund fehlender oder unzureichender Bildgebung bei 4 Patienten nicht beurteilt werden. Bei 7 Patienten lag eine Patelladysplasie Typ II, bei 5 Patienten eine Dysplasie Typ III und bei 2 Patienten eine sogenannte Jägerhut-Patella vor.

Bei 14 Patienten waren die Wachstumsfugen zum Zeitpunkt der MPFL-Operation bereits geschlossen, bei 4 Patienten waren sie radiologisch noch sichtbar.

In der post-operativen Bildgebung wurde die Lage der Bohrkanäle beurteilt. Bei 4 Patienten konnte die Lage nicht beurteilt werden oder es lag keine post-operative Bildgebung vor. Bei den verbleibenden 14 Patienten lagen die Bohrkanäle bei 8 Patienten im oberen Drittel und bei 6 Patienten im mittleren Drittel. Bei keinem Patienten lagen die

Bohrkanäle im unteren Drittel. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 59 zu entnehmen.

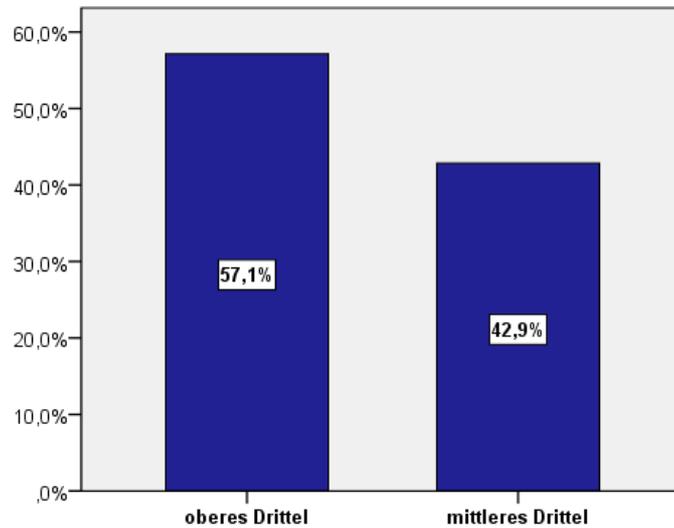


Abb. 59: Lage der Bohrkanäle in Gruppe B

4.1.2.4 Auswertung post-operativ erhobener Daten Gruppe B

Die Patienten waren, wenn sie wieder arbeitsfähig wurden, im Durchschnitt nach 2,0 Monaten (Minimum 0,5 Monate, Maximum 9 Monate, Median 1,0 Monate, SD 2,3 Monate) wieder arbeits- bzw. schul- oder studierfähig.

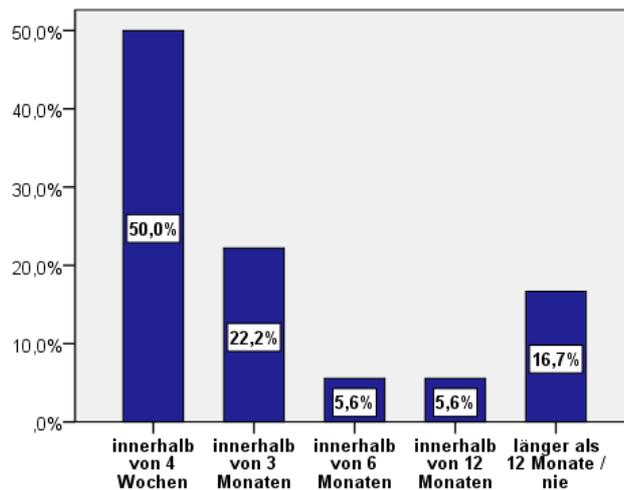


Abb. 60: Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit in Gruppe B

9 Patienten gaben an, innerhalb der ersten 4 Wochen nach OP wieder arbeitsfähig gewesen zu sein, 4 Patienten gaben an, innerhalb von 3 Monaten wieder arbeitsfähig gewesen zu sein und jeweils ein Patient gab an, innerhalb von 6 bzw. 12 wieder

arbeitsfähig gewesen zu sein. 3 Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, nach 26, 9, bzw. 6 Monaten post-operativ, noch nicht arbeitsfähig. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 60 zu entnehmen.

Die Patienten waren, wenn sie wieder sportfähig wurden, im Durchschnitt nach 6,1 Monaten (Minimum 2,0 Monate, Maximum 26 Monate, Median 3,5 Monate, SD 6,3) wieder sportfähig.

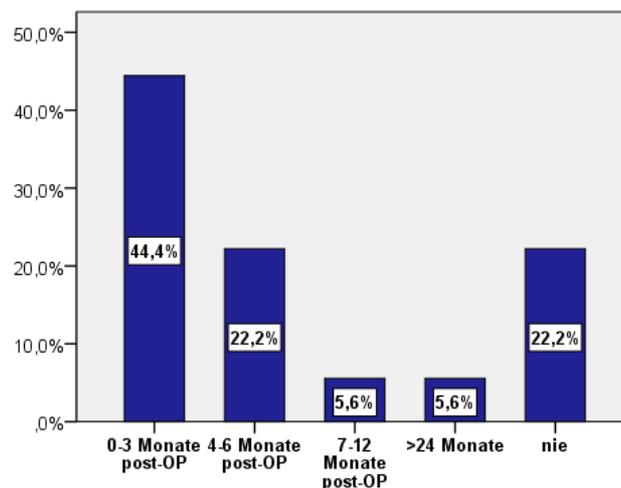


Abb. 61: Wiedererlangung der Sportfähigkeit in Gruppe B

8 Patienten gaben an, innerhalb der ersten 3 Monate nach der OP wieder sportfähig gewesen zu sein, 4 Patienten gaben an, nach 4-6 Monat sportfähig gewesen zu sein, ein Patient gab an, nach 7-12 Monaten sportfähig gewesen zu sein und ein weiterer Patient gab an, nach über 24 Monaten sportfähig gewesen zu sein. 4 Patienten gaben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung an, noch nicht wieder sportfähig zu sein. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 61 zu entnehmen.

Vergleicht man das Aktivitätsniveau nach Tegner vor und nach der Operation, so zeigte sich, dass 9 Patienten in der Nachuntersuchung ein höheres Level angaben als vor der Operation. 6 Patienten gaben das gleiche Level wie vor der Operation an. 3 Patienten gaben an, ein niedrigeres Level zu erreichen. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 62 zu entnehmen

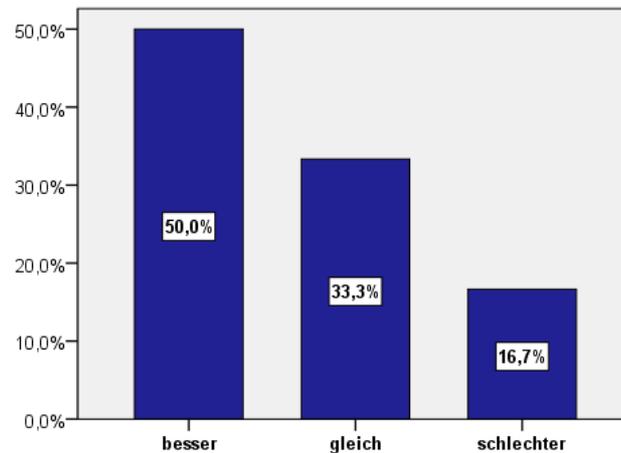


Abb. 62: Veränderung des Aktivitätslevels nach Tegner vor und nach der Operation in Gruppe B

Bei 11 Patienten (61,1%) bestand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Bewegungseinschränkung im Seitenvergleich.

2 Patienten beklagten ein Streckdefizit von 10°, wobei es sich in beiden Fällen um fehlende Überstreckbarkeit des Kniegelenks handelte, eine Extension von 0° konnte von beiden Patienten erreicht werden. Bei beiden Patienten lag zudem ein Beugedefizit von 20° im Seitenvergleich vor.

7 Patienten zeigten im Seitenvergleich kein Beugedefizit, 2 Patienten beklagten ein Beugedefizit von 5°, bei 3 Patienten lag ein Beugedefizit von 10° vor, bei 5 Patienten lag ein Beugedefizit von 20° vor und bei einem Patienten lag ein Beugedefizit von 30° und mehr im Seitenvergleich vor.

Der Apprehension-Test zeigte sich in der Nachuntersuchung bei 3 Patienten positiv, bei den übrigen 16 Patienten war der Apprehension-Test negativ.

Bezüglich der Umfangsdifferenzen des Oberschenkels zeigte sich bei 3 Patienten keine Differenz, bei 7 Patienten zeigte sich eine Abnahme von bis zu 2cm und bei 5 Patienten eine Abnahme von mehr als 2cm im Seitenvergleich. Bei 3 Patienten konnte eine Umfangsvermehrung von bis zu 2cm verzeichnet werden. Prozentuale und graphische Verteilung sind Abb. 63 zu entnehmen.

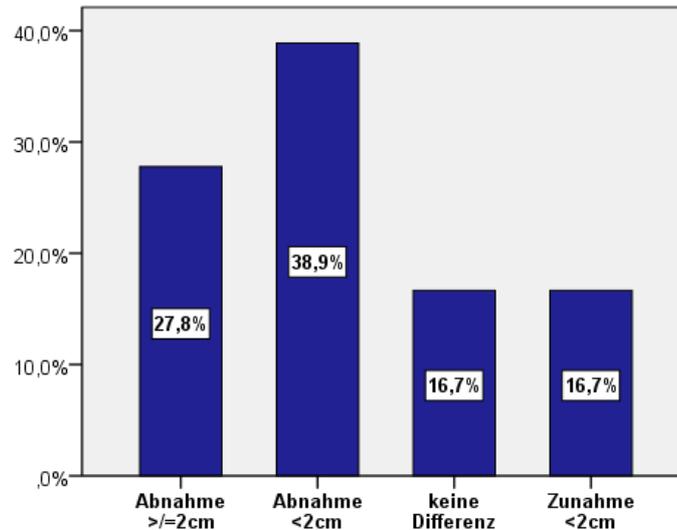


Abb. 63: Oberschenkelumfangsdifferenz in Gruppe B

4.1.2.5 Post-operative Komplikationen in Gruppe B

Bei 6 Patienten (33,3%) kam es post-operativ zu Re-Luxationen der Patella, wobei 3 dieser Patienten angaben, dass ein adäquates Trauma vorangegangen sei. Von den restlichen 3 Patienten (16,7%) gaben 2 an, dass es im Rahmen von Alltagsbewegungen zu einer Re-Luxation gekommen sei, ein Patient berichtete, dass es zu rezidivierenden Subluxationen gekommen sei (siehe Abb. 64). Dies entspricht einer Re-Luxationsrate von 11,1% und einer Subluxationsrate von 5,6%.

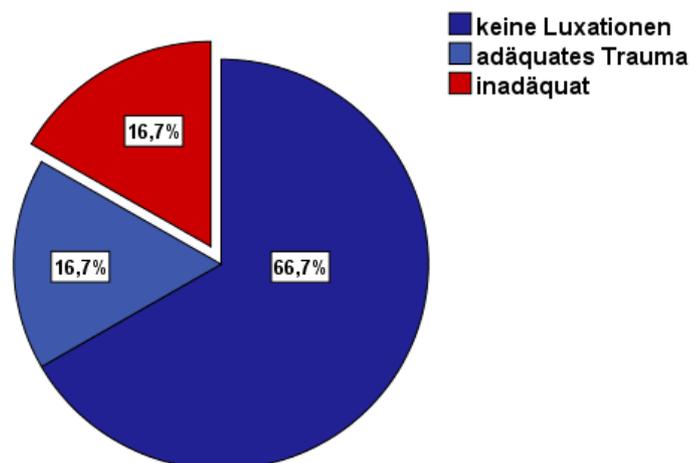


Abb. 64: Re-Luxationen nach MPFL-Plastik in Gruppe B

Bei keinem Patienten kam es nach der Operation zu einer Infektion oder Wundheilungsstörung. 2 Patienten mussten in der Folge erneut operiert werden. Dies entspricht einer Revisionsrate von 11,1%. Einmal wurden bei Bewegungseinschränkung ein arthroskopisches Debridement mit Entfernung der Bio-Schraube, dynamische

Transplantatfixierung, Patella-Denervierung und Chondroplastik durchgeführt, bei einer Patientin wurde nach Re-Luxation der Patella nach adäquatem Trauma eine erneute MPFL-Ersatzplastik durchgeführt. Insgesamt zeigte sich in Gruppe B eine Komplikationsrate von 28% (Re-Luxation und Subluxationen ohne adäquates Trauma, Infektion, Revisionsoperation).

4.1.2.6 Auswertung der Scores Gruppe B

Die Patienten gaben ihre Schmerzen vor der Operation retrospektiv mit 4,7 auf der VAS an. Der Kujala-Score lag prä-operativ durchschnittlich bei 44,2 Punkten. Der Tegner-Activity-Score zeigte prä-operativ ein Aktivitätsniveau von Level 3,4.

Die Zufriedenheit mit dem Ergebnis der Operation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde im Durchschnitt mit einem Wert von 2,8 in Schulnoten angegeben. Die Patienten gaben ihre aktuellen durchschnittlichen Schmerzen mit 3,1 auf der VAS an, der Kujala-Score konnte auf 72,4 Punkten, der Tegner-Activity-Score auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,5 gesteigert werden (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht der Score-Punkte in Gruppe B

	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum	Signifikanz
Kujala-Score prä-operativ	44,17	28,301	3	86	p = 0,001
Kujala-Score post-operativ	72,39	23,655	10	96	
Schmerzen VAS prä-operativ	4,72	3,159	0	10	p = 0,093
Schmerzen VAS post-operativ	3,11	2,742	0	10	
Tegner-Activity-Score prä-operativ	3,44	3,222	0	10	p = 0,133
Tegner-Activity-Score post-operativ	4,50	2,229	0	8	
Zufriedenheit in Schulnoten	2,78	1,700	1	6	
Lysholm-Score post-operativ	72,78	23,720	8	95	

Der Kolmogorov-Smirnov-Test wies eine Normalverteilung für den Kujala-Score und die Schmerzangabe nach VAS sowohl prä- als auch post-operativ und für den Tegner-Activity-Score prä-operativ aus. Der Tegner-Activity-Score post-operativ zeigte keine Normalverteilung, jedoch zeigte das Histogramm, dass zumindest die Tendenz der Werte der Normalverteilung nahekam, jedoch ein deutlicher Ausreißer im Bereich der schlechteren Werte (Level 0) bestand.

Zur Signifikanzprüfung wurde der T-Test für gepaarte Stichproben auf die drei Parameter (VAS, Kujala-Score und Tegner-Activity-Score) prä- und post-operativ angewendet, die nicht vorliegende Normalverteilung für den post-operativen Tegner-Activity-Score wurde bei der Interpretation berücksichtigt.

Hier zeigte sich, dass bezüglich des Kujala-Scores eine signifikante Verbesserung durch die Operation erzielt werden konnte (siehe Abb. 65), bezüglich der Schmerzangabe (siehe Abb. 66) und des Aktivitätsniveaus (siehe Abb. 67) jedoch keine signifikante Verbesserung angegeben wurde.

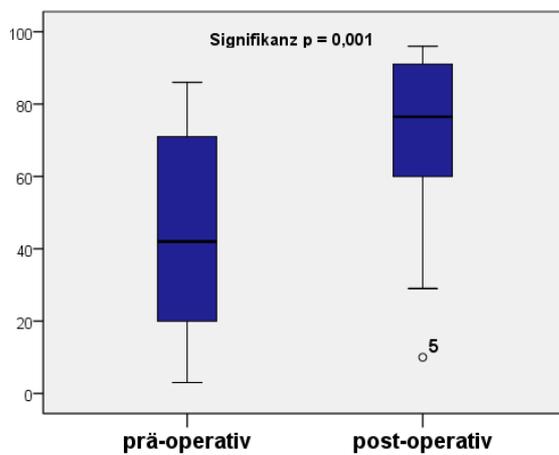


Abb. 65: Kujala-Scores prä- und post-operativ in Gruppe B

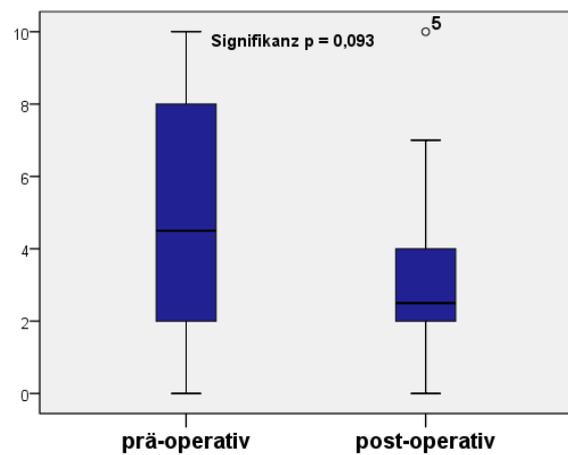


Abb. 66: Schmerz auf VAS prä- und post-operativ in Gruppe B

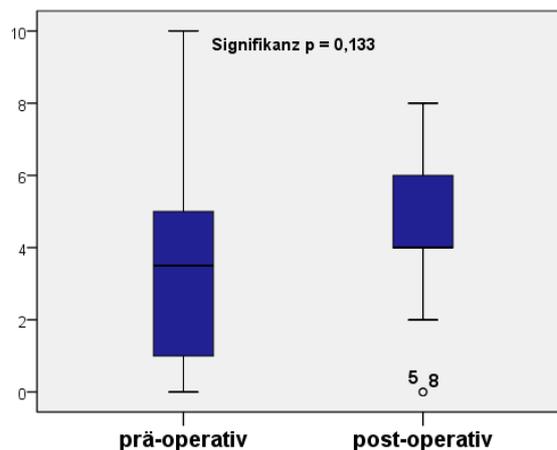


Abb. 67: Tegner-Activity-Scores prä- und post-operativ in Gruppe B

4.2 Vergleichende Ergebnisse - Ersteingriff vs. Revisionseingriff

Ein Ziel dieser Arbeit war es, zu vergleichen, ob es bezüglich des Outcomes Unterschiede zwischen Gruppe A und Gruppe B gibt, also, ob es eine Rolle spielt, ob ein Patient bereits (mehrfach) voroperiert wurde, oder nicht.

Zunächst wurde untersucht, ob hinsichtlich des Patientenkollektivs signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen vorlagen. Hierzu wurden die individuellen Parameter „Alter bei OP“, „Geschlecht“, „Seite“, „BMI“, „berufliche körperliche Belastung“, „generelle sportliche Betätigung“, „Zeitraum Erstluxation bis MPFL-Ersatzplastik“, „Mechanismus des Erstereignisses“, „prä-operatives Bewegungsausmaß“, „prä-operativ hypermobile Patella“, „prä-operativ positiver Apprehension-Test“, „Chondromalazie“, „Durchführung zusätzlicher Eingriffe“, „Transplantatfixierung an der Patella“ und „Lage der Bohrkanäle“ der beiden Gruppen mittels Chi-Quadrat-Test verglichen. Es zeigte sich, dass lediglich bezüglich des Zeitraums zwischen Erstereignis und MPFL-Ersatzplastik ein signifikanter Unterschied vorlag (siehe Tabelle 5): Dieser Zeitraum war bei den Patienten, bei denen die MPFL-Ersatzplastik als Sekundäreingriff durchgeführt wurde, signifikant länger als bei den Patienten, bei denen die MPFL-Ersatzplastik als Ersteingriff durchgeführt wurde (siehe Abb. 68).

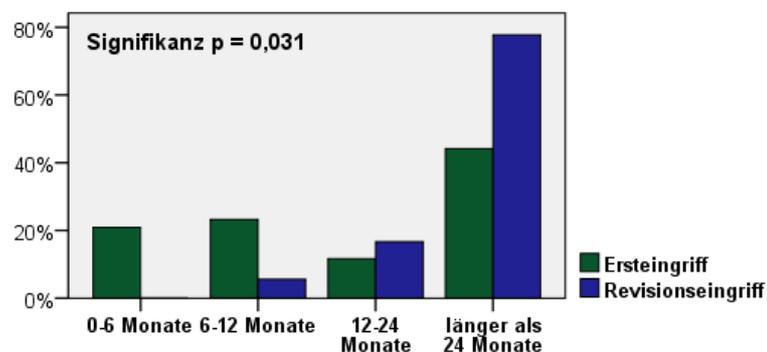


Abb. 68: Zeitraum Erstereignis bis MPFL-Plastik abhängig von Erst- bzw. Revisionseingriff

Des Weiteren wurde mittels Mann-Whitney-U-Test untersucht, ob sich die Patientengruppen hinsichtlich ihrer prä-operativen metrischen Parameter „Alter bei OP“, „BMI“, „Zeitraum Erstereignis bis MPFL-Ersatzplastik“, „Kujala-Score“, „Tegner-Activity-Score“ und „Schmerzen auf der VAS“ signifikant unterschieden. Auch hier zeigten sich, abgesehen vom Zeitraum zwischen Erstereignis und MPFL-Ersatzplastik, keine signifikanten Unterschiede (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Vergleich der individuellen Parameter Gruppe A und B

ordinale Parameter	Signifikanz Chi-Quadrat	metrische Parameter	Mittelwerte	Signifikanz Mann-Whitney- U-Test
Alter bei OP in Gruppen	0,621	Alter bei OP in Zahlen	Gruppe A 20,53	0,968
			Gruppe B 20,83	
BMI in Gruppen	0,506	BMI in Zahlen	Gruppe A 23,39	0,482
			Gruppe B 24,27	
Zeitraum Erstluxation bis MPFL-Plastik in Gruppen	0,031	Zeitraum Erstluxation bis MPFL-Plastik in Monaten	Gruppe A 47,86	0,035
			Gruppe B 66,28	
operierte Seite	0,534	Kujala-Score prä-operativ	Gruppe A 46,56	0,788
			Gruppe B 44,17	
Geschlecht	0,713	Schmerzen VAS prä-operativ	Gruppe A 5,47	0,463
			Gruppe B 4,72	
berufliche körperliche Belastung	0,883	Tegner-Activity-Score prä-operativ	Gruppe A 2,7	0,399
			Gruppe B 3,4	
generelle sportliche Betätigung	0,687			
Mechanismus des Erstereignisses	0,094			
Bewegungsausmaß prä-operativ	0,777			
Apprehension-Test prä-operativ	0,089			
hypermobiler Patella prä-operativ	0,361			
Chondromalazie	0,306			
zusätzliche Eingriffe	0,590			
Transplantatfixierung an der Patella	0,635			
Lage der Bohrkanäle	0,391			

Bereits in der Untersuchung der Gruppen A und B wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft, ob bezüglich der Parameter Kujala-Score, Schmerzen VAS und Tegner-Activity-Score eine Normalverteilung vorliegt. Dies wurde nun ebenfalls für die Parameter Zufriedenheit in Schulnoten und Lysholm-Score überprüft. Für diese beiden Parameter lag keine Normalverteilung vor, so dass zur Signifikanzprüfung der Mann-Whitney-U-Test für ungepaarte Stichproben zu Anwendung kam. Es zeigte sich, dass Gruppe A zwar in jeder Kategorie etwas bessere Ergebnisse erzielte als Gruppe B, eine Signifikanz zwischen Gruppe A und Gruppe B lag jedoch nicht vor. Zur Veranschaulichung sind im Folgenden die Box-Plot-Diagramme der fünf getesteten Parameter abgebildet (siehe Abb. 69 bis Abb. 73)

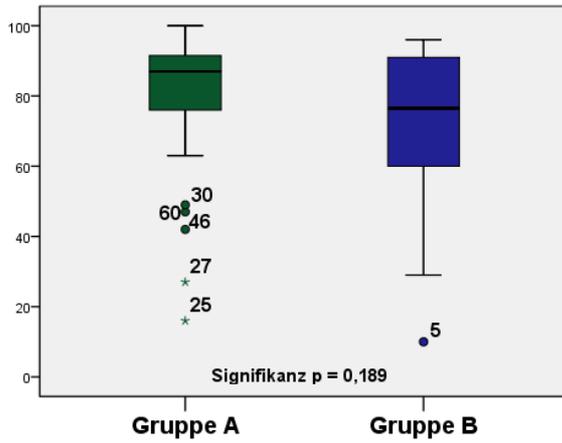


Abb. 69: Kujala-Score post-operativ in Gruppe A und B

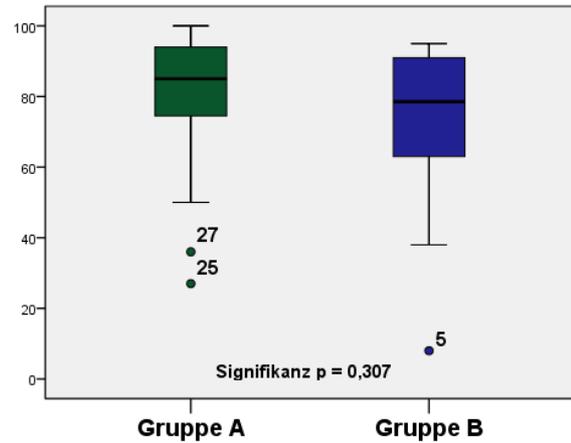


Abb. 70: Lysholm-Score post-operativ in Gruppe A und B

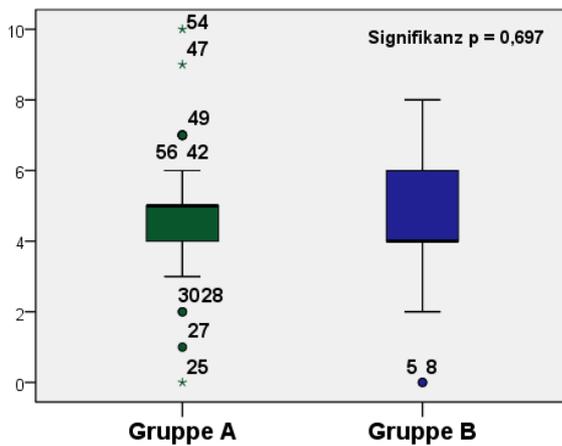


Abb. 71: Tegner-Activity-Score post-operativ in Gruppe A und B

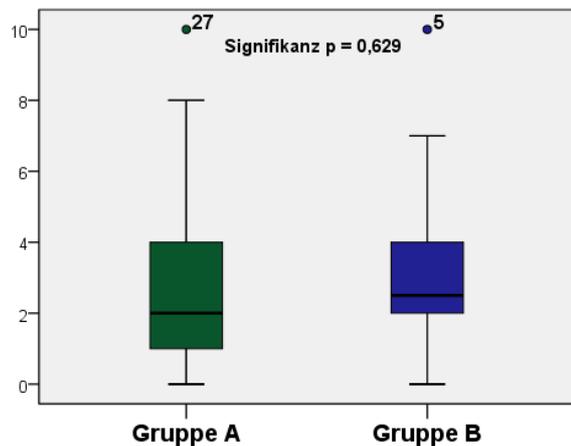


Abb. 72: Schmerzen auf VAS post-operativ in Gruppe A und B

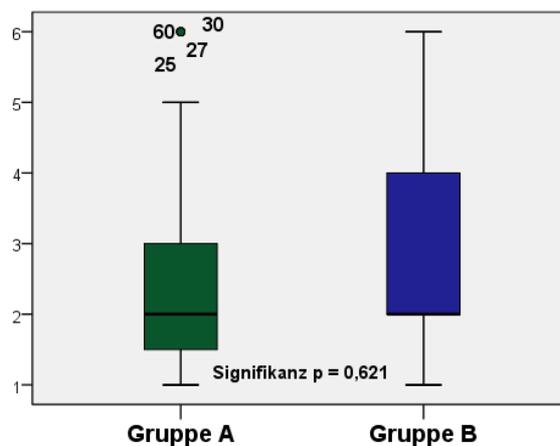


Abb. 73: Zufriedenheit in Schulnoten in Gruppe A und B

Bezüglich der Parameter Zeitpunkt der Arbeits- und Sportfähigkeit sowie post-operative Bewegungseinschränkung (eine Normalverteilung lag auch bei diesen Parametern nicht vor) zeigte sich, dass die Patienten der Gruppe B etwas schneller sportfähig waren als die Patienten der Gruppe A. Jedoch waren die Patienten der Gruppe A früher arbeitsfähig und zeigten eine geringere Bewegungseinschränkung in der Nachuntersuchung als die Patienten der Gruppe B. Im Mann-Whitney-U-Test für ungepaarte Stichproben waren diese Unterschiede jedoch ebenfalls nicht signifikant (siehe Tabelle 6).

Des Weiteren wurden die unter 3.7 „Statistik“ beschriebenen ordinalen Outcome-Parameter bezüglich ihrer Unterschiede zwischen den Gruppen analysiert. Hierzu wurden Kreuztabellen angefertigt und durch die Anwendung des Chi-Quadrat-Tests untersucht. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Aufstellung Outcome-Parameter

Outcome-Parameter	Mittelwerte	Signifikanz		
		Mann-Whitney-Test	Chi-Quadrat	
Kujala-Score post-operativ	Gruppe A 80,12	0,189	Re-Luxationsrate post-operativ	0,082
	Gruppe B 72,39			
Schmerzen VAS post-operativ	Gruppe A 2,72	0,629	Revisionsoperation post-operativ	0,591
	Gruppe B 3,11			
Tegner-Activity-Score post-operativ	Gruppe A 4,81	0,697	Bewegungseinschränkung post-operativ in Gruppen	0,962
	Gruppe B 4,50			
Zufriedenheit in Schulnoten	Gruppe A 2,49	0,621	Umfangsdifferenz Oberschenkel	0,705
	Gruppe B 2,78			
Lysholm-Score post-operativ	Gruppe A 80,09	0,307	Apprehensionstest post-operativ	0,785
	Gruppe B 72,78			
Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit in Monaten	Gruppe A 1,81	0,807	Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit in Gruppen	0,088
	Gruppe B 1,97			
Wiederherstellung Sportfähigkeit in Monaten	Gruppe A 6,95	0,111	Wiederherstellung der Sportfähigkeit in Gruppen	0,160
	Gruppe B 6,14			
Beugedefizit post-operativ in Grad	Gruppe A 9,30	0,754	Veränderung des Aktivitätsniveaus nach Tegner durch die Operation	0,693
	Gruppe B 9,44			
Streckdefizit post-operativ in Grad	Gruppe A 1,05	0,700		
	Gruppe B 1,11			

Zusammengefasst kann man konstatieren, dass Gruppe A, MPFL als stabilisierender Ersteingriff, bezüglich des Outcomes etwas bessere Ergebnisse erzielen konnte als Gruppe B, MPFL-Rekonstruktion als stabilisierender Revisionseingriff. Eine Signifikanz lag jedoch bei keinem der getesteten Outcome-Parameter vor.

4.3 Vergleichende Ergebnisse - Zusammenhang individueller Parameter und Outcome

Im dritten Teil der Auswertung wurde nun untersucht, ob bestimmte Parameter bzw. eine bestimmte Gruppenzugehörigkeit das Outcome der Operation signifikant beeinflussen, also ob bestimmte Faktoren prädisponierend für ein gutes oder schlechtes Outcome sind. Da sich in der Vergleichsanalyse der Gruppen A und B weder bezüglich der individuellen Parameter, noch bezüglich des Outcome signifikante Unterschiede gezeigt haben (siehe 4.2 „Vergleichende Ergebnisse - Ersteingriff vs. Revisionseingriff“), wurde im Folgenden die Gesamtgruppe untersucht.

4.3.1 Outcome der Gesamtgruppe bezüglich der post-operativ erhobenen Scores

Zunächst wurde das Outcome der Patienten anhand der im Rahmen der Nachuntersuchung abgefragten Scores erhoben.

Tabelle 7: Übersicht der Score-Punkte in der Gesamtgruppe

	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum	Signifikanz
Kujala-Score prä-operativ	45,85	27,959	3	100	p < 0,001
Kujala-Score post-operativ	77,84	20,678	10	100	
Schmerzen VAS prä-operativ	5,25	3,424	0	10	p < 0,001
Schmerzen VAS post-operativ	2,84	2,382	0	10	
Tegner-Activity-Score prä-operativ	2,92	2,888	0	10	p < 0,001
Tegner-Activity-Score post-operativ	4,72	1,984	0	10	
Zufriedenheit in Schulnoten	2,57	1,543	1	6	
Lysholm-Score post-operativ	77,93	19,534	6	100	

Im nächsten Schritt wurde auch hier die Normalverteilung der metrischen Parameter in der Gesamtgruppe mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Diese lag nur beim prä-operativen Kujala-Score vor, so dass die Analyse, ob durch eine Operation eine signifikante Verbesserung des Kujala-Scores, des Tegner-Activity-Scores und des Schmerzniveaus auf der VAS mittels Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben erfolgte. Es ergab sich für alle drei Parameter eine signifikante Verbesserung von $p < 0,001$ (siehe Tabelle 7 und Abb. 74 bis Abb. 76)

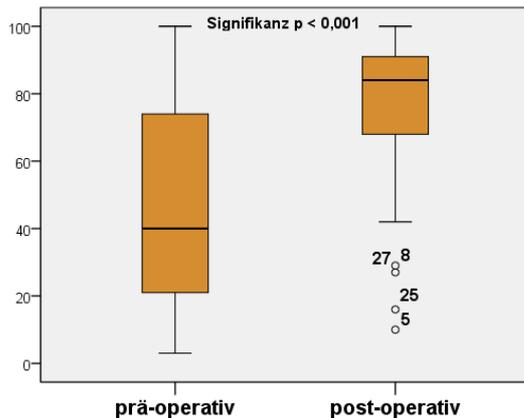


Abb. 74: Kujala-Score der Gesamtgruppe prä- und post-operativ

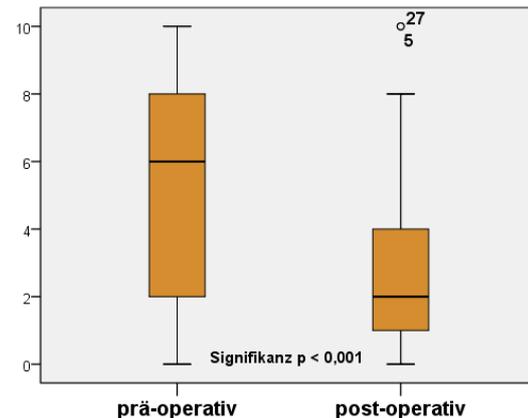


Abb. 75: Schmerzniveau auf der VAS der Gesamtgruppe prä- und post-operativ

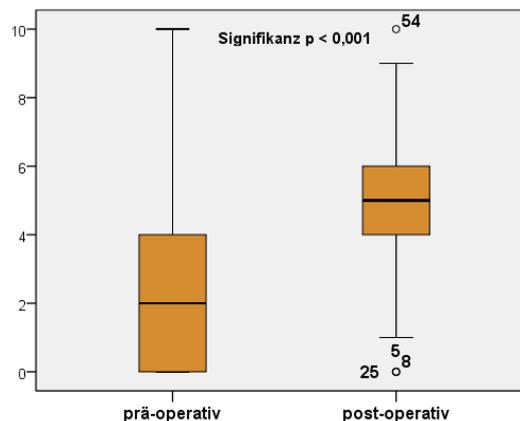


Abb. 76: Tegner-Activity-Score der Gesamtgruppe prä- und post-operativ

4.3.2 Varianzanalyse mittels Kruskal-Wallis- und Mann-Whitney-U-Test für metrische Outcome-Parameter sowie mittels Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Test für ordinale Outcome-Parameter

Nun wurde mittels Kruskal-Wallis-Test, dem Pendant zur ANOVA-Varianzanalyse bei nicht-gegebener Normalverteilung, überprüft, ob bestimmte Konstellationen oder Untergruppenzugehörigkeiten positiven oder negativen Einfluss auf das Outcome der unter 3.7 „Statistik“ beschriebenen metrischen Parameter hatten. Zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Subgruppe, wurde bei mehr als 2 vorliegenden Subgruppen mittels Mann-Whitney-U-Test weiter differenziert, welche Subgruppen sich signifikant unterscheiden.

Es zeigte sich, dass die Parameter „Alter bei OP“, „betroffene Seite“, „Beruf“, „BMI“, „generelle sportliche Betätigung“, „Apprehensions-Test prä-operativ“, „Wachstumsfugen“, „Chondromalazie“, „Art der Transplantat-Fixierung an der Patella“ und „Lage der Bohrkanäle“ signifikante Auswirkungen auf die Outcome-Parameter hatten. Im Folgenden werden diese Auswirkungen näher erläutert. Die entsprechenden

Subgruppenvergleichstabellen sind im Anhang unter Punkt VII.5 „Gruppenvergleichstabellen mit Fehlerkorrektur“ aufgeführt.

Des Weiteren wurde mittels Kreuztabellen und der Analyse des Chi-Quadrats überprüft, ob bestimmte Konstellationen oder Untergruppenzugehörigkeiten positiven oder negativen Einfluss auf das Outcome der unter Kapitel 3.7 „Statistik“ beschriebenen ordinalen Parameter haben.

Es zeigte sich, dass die Parameter „Alter bei OP“, „betroffene Seite“, „Beruf“, „generelle sportliche Betätigung“, „Lage der Bohrkanäle“, signifikante Differenzen bezüglich der Outcome-Parameter zeigten. Im Folgenden werden diese Differenzen näher erläutert. Die entsprechenden Kreuztabellen sind im Anhang unter VII.6 „Kreuztabellen“ aufgeführt.

Zudem wurde überprüft, ob auch die im Rahmen der Nachuntersuchung erhobenen Parameter „Umfangsdifferenz Oberschenkel“, „Bewegungseinschränkung“ und „Apprehension-Test“ signifikante Differenzen bei den metrischen und ordinalen Outcome-Parametern ergaben. Auch hier sind die auffälligen Subgruppenvergleichstabellen und die auffälligen Kreuztabellen im Anhang unter VII.5 und VII.6 aufgeführt.

In der Folge werden die Auswirkungen auf die Outcome-Parameter nun näher erläutert.

Das **Alter der Patienten** zum Zeitpunkt der MPFL-Ersatzplastik zeigte signifikante Unterschiede in den Gruppen. So waren die jüngeren Patienten bis 16 Jahre signifikant früher wieder arbeitsfähig als die 22- bis 30-jährigen Patienten (siehe Abb. 77).

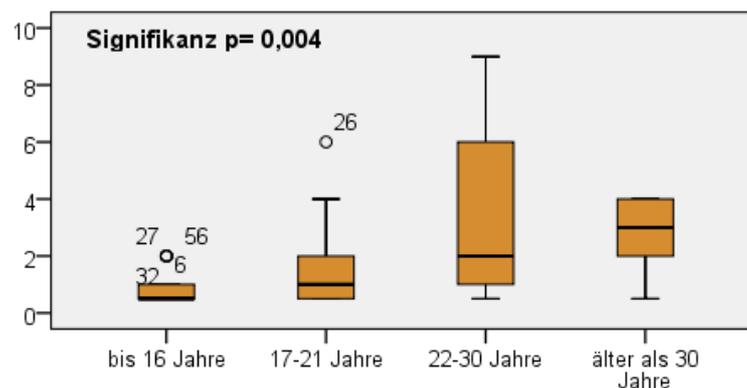


Abb. 77: Alter bei OP vs. Arbeitsfähigkeit in Monaten

Analog zum Kruskal-Wallis-Test zeigten sich zwischen den Altersgruppen auch im Chi-Quadrat-Test signifikante Unterschiede bezüglich des Wiedereintritts in die Arbeitsfähigkeit. So waren die Gruppe der unter 16-jährigen und die Gruppe der 17-21-jährigen signifikant eher wieder arbeitsfähig als die älteren Patienten. Umgekehrt fanden sich Patienten, die nach der Operation nie (bzw. nicht bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung) arbeitsfähig wurden, signifikant häufiger in den Gruppen der älteren Patienten mit 22-30 Jahren und über 30 Jahren.

Bezüglich des Kujala-Scores und des Tegner-Activity-Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zeigte sich, dass die Patienten bis 16 Jahre signifikant bessere Ergebnisse, also höhere Punktwerte erreichen konnten, als die Patienten über 30 Jahre (siehe Abb. 78 und Abb. 79).

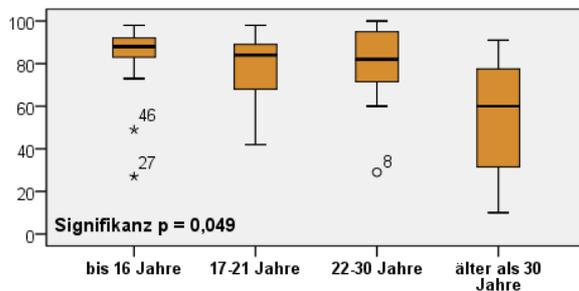


Abb. 78: Alter bei OP vs. Kujala-Score post-operativ

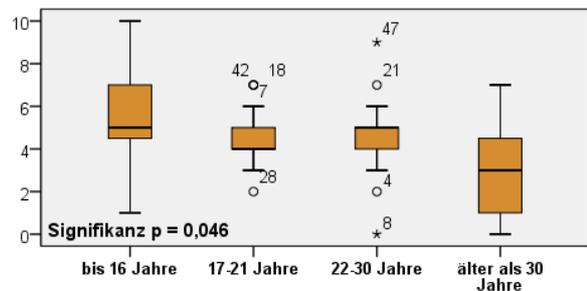


Abb. 79: Alter bei OP vs. Tegner-Activity-Score

Auch konnte nachgewiesen werden, dass die Patienten über 30 Jahre ein signifikant höheres Beugedefizit in Grad aufwiesen als alle anderen Altersgruppen (siehe Abb. 80).

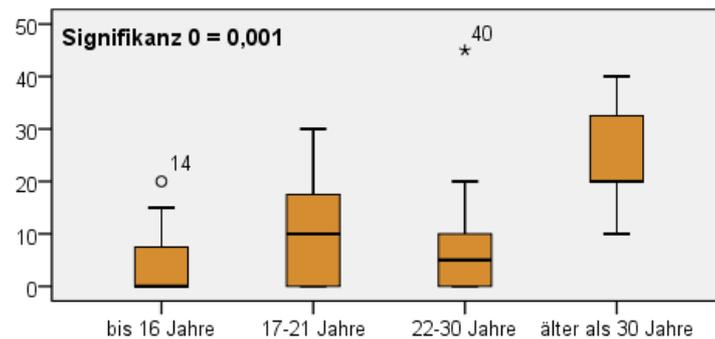


Abb. 80: Alter bei OP vs. Beugedefizit in Grad

Hinsichtlich der **betroffenen Seite** zeigten sich ebenfalls signifikante Differenzen. Sowohl der Mann-Whitney-U-Test als auch die Untersuchung des Chi-Quadrats ergaben, dass die Patienten, deren rechtes Bein operiert wurde, signifikant später wieder sportfähig waren als jene Patienten, deren linkes Bein operiert wurde (siehe Abb. 81).

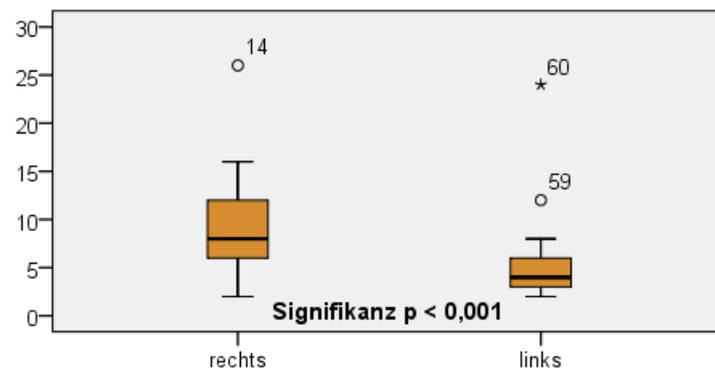


Abb. 81: Seite vs. Sportfähigkeit in Monaten

Des Weiteren finden sich signifikante Unterschiede bezüglich der Umfangsdifferenz des Oberschenkels. Die Patienten, deren rechte Seite operiert wurde, zeigen signifikant häufiger eine Abnahme der Oberschenkelmuskulatur als die Patienten, deren linke Seite operiert wurde (siehe Abb. 82).

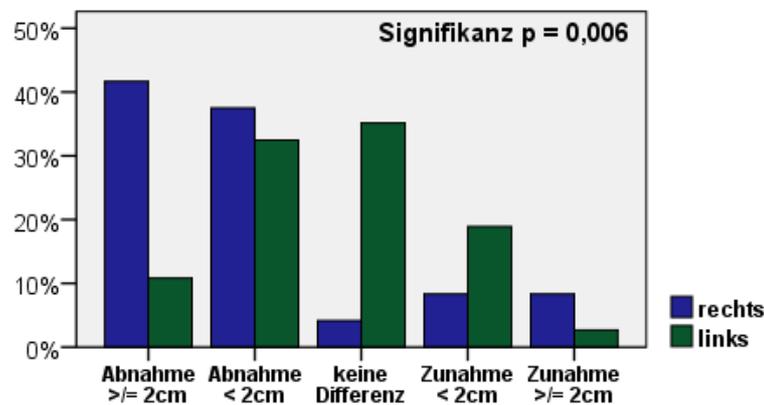


Abb. 82: Umfangsdifferenz des Oberschenkels abhängig von der Seite

Zudem finden sich signifikante Differenzen bezüglich der Rate der Revisionsoperationen. Die rechte Seite ist signifikant häufiger operativ revidiert worden als die linke Seite (siehe Abb. 83)

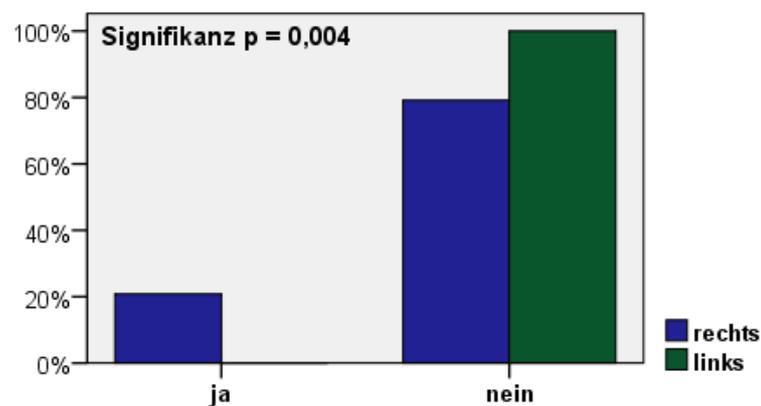


Abb. 83: Re-Operationsrate abhängig von der Seite

In Betrachtung des **BMI** zeigte sich, dass adipöse Patienten mit einem BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$ im Rahmen der Nachuntersuchung signifikant höhere Schmerzen auf der VAS angaben als Patienten, die unter- oder normgewichtig sowie nur leicht adipös waren (siehe Abb. 84).

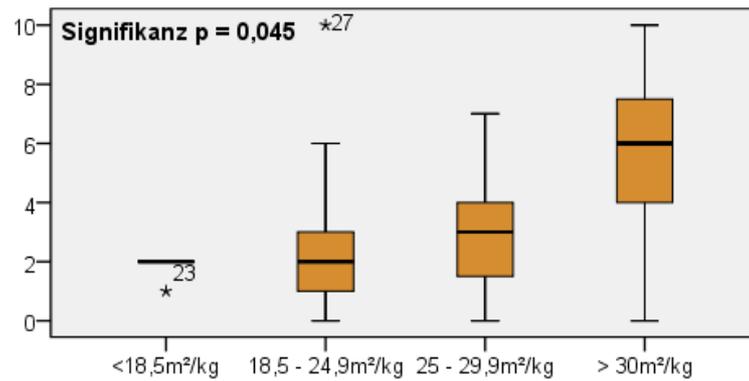


Abb. 84: VAS abhängig vom BMI

Die **körperliche Belastung im Beruf** zeigte Auswirkungen auf das Outcome. So wurde sowohl im Kruskal-Wallis- als auch im Chi-Quadrat-Test nachgewiesen, dass die Schüler und Studenten signifikant früher wieder arbeitsfähig waren als die Patienten mit einem körperlich anstrengenden Beruf, aber auch als die Patienten, die vor dem Eingriff arbeitssuchend oder berentet waren (siehe Abb. 85).

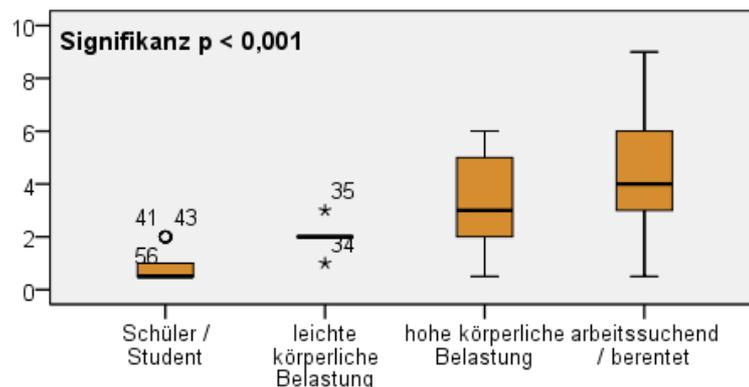


Abb. 85: Beruf vs. Arbeitsfähigkeit in Monaten

Waren die Patienten in ihrem Beruf stark körperlich gefordert, waren sie im Vergleich eher später wieder arbeitsfähig. Des Weiteren zeigte sich, dass die Patienten, die bereits vor der Operation arbeitssuchend oder berentet waren, später arbeitsfähig wurden als die Patienten, die vor der Operation einer geregelten Arbeit nachgingen, bzw. Schüler oder Student waren. Auch fanden sich Patienten, die nach der Operation nie (bzw. nicht bis zum dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung) arbeitsfähig wurden, signifikant häufiger in der Gruppe der bereits vor der Operation arbeitssuchenden/berenteten Patienten (siehe Abb. 86).

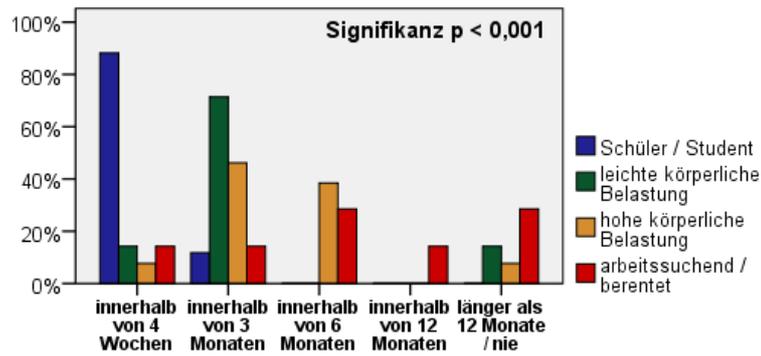


Abb. 86: Zeitpunkt des Wiedereintritts in die Arbeitsfähigkeit abhängig von der Berufsgruppe

Bezüglich der Zufriedenheit in Schulnoten und der Schmerzangabe auf der VAS zeigte sich, dass die Schüler und Studenten signifikant zufriedener mit dem Gesamtergebnis der Operation waren, als die Patienten, die eine hohe körperliche Belastung im Beruf hatten (siehe Abb. 87 und Abb. 88). Zwischen den anderen Berufsgruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

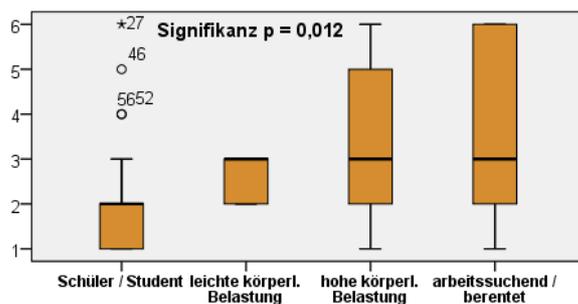


Abb. 87: Beruf vs. Zufriedenheit in Schulnoten

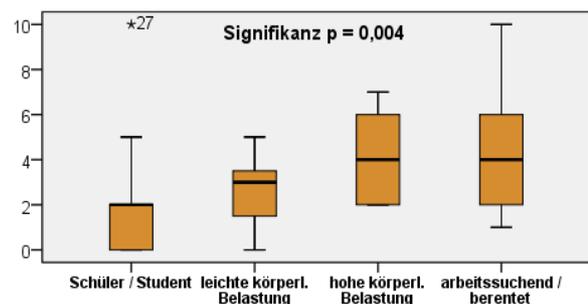


Abb. 88: Beruf vs. Schmerzniveau auf VAS

Des Weiteren zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe der Schüler und Studenten auf der einen und der Gruppe der Arbeitssuchenden bzw. Berenteten auf der anderen Seite bezüglich der im Rahmen der Nachuntersuchungen erhobenen Scores. So zeigten die Schüler und Studenten signifikant höhere Ergebnisse im Kujala- und Lysholm-Score (siehe Abb. 89 und Abb. 90).

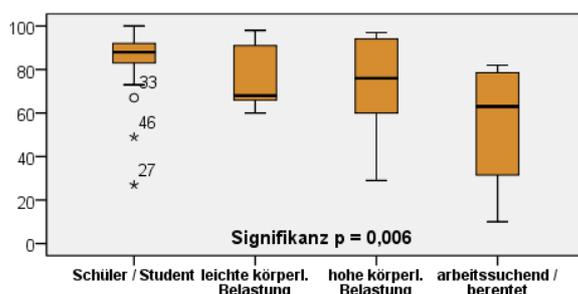


Abb. 89: Beruf vs. Kujala-Score

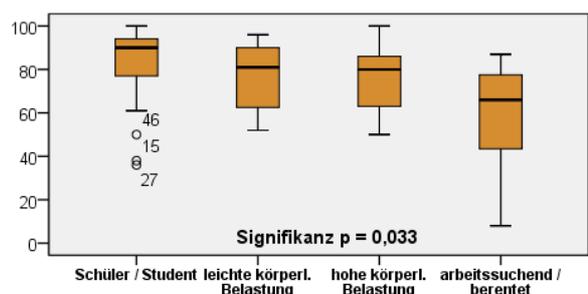


Abb. 90: Beruf vs. Lysholm-Score

Auch konnte nachgewiesen werden, dass die Gruppe der Arbeitssuchenden und Berenteten ein signifikant höheres Beugedefizit in Grad aufwiesen, als die Gruppe der Schüler und Studenten und die Gruppe derer, die in ihrem Beruf einer hohen körperlichen Belastung ausgesetzt ist (siehe Abb. 91).

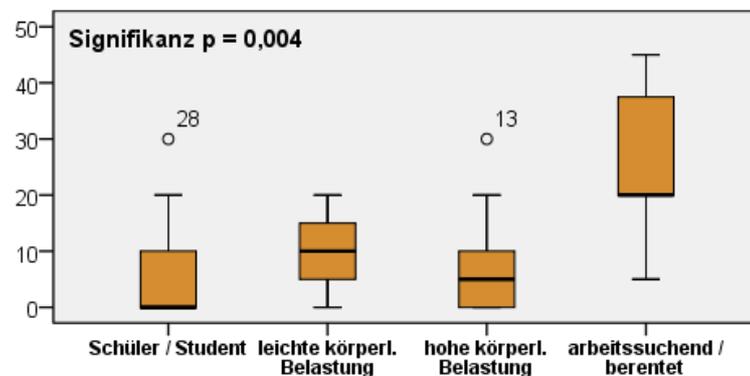


Abb. 91: Beruf vs. Beugedefizit in Grad

Betrachtet man die **generelle sportliche Betätigung der Patienten**, so zeigten sich auch hier signifikante Unterschiede im Outcome.

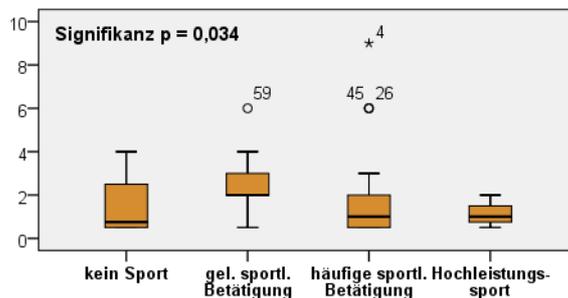


Abb. 92: Generelle sportliche Betätigung vs. Arbeitsfähigkeit in Monaten

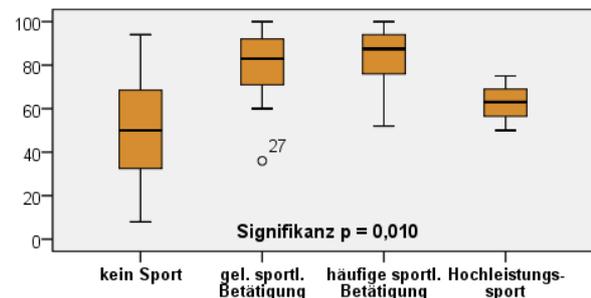


Abb. 93: Generelle sportliche Betätigung vs. Lysholm-Score

Die Patienten, die sich generell häufig sportlich betätigten, waren signifikant früher wieder arbeitsfähig und erreichten in der Nachuntersuchung höhere Werte im Lysholm-Score als die Patienten, die sich nur gelegentlich sportlich betätigten (siehe Abb. 92 und Abb. 93).

Auch in der Chi-Quadrat-Untersuchung der Subgruppen der sportlichen Betätigung der Patienten zeigte sich analog zum Kruskal-Wallis-Test, dass die Gruppe derer, die sich häufig sportlich betätigen oder sich als Hochleistungssportler einschätzten, im Vergleich schneller wieder arbeitsfähig waren als diejenigen, die nur gelegentlich oder gar keinen Sport betrieben.

Bezüglich des Apprehension-Test zeigte sich, dass die Patienten, die keinen Sport betrieben, post-operativ häufiger einen positiven Test zeigten als erwartet, wohingegen die Patienten, die sich häufig sportlich betätigten, überproportional häufiger einen

negativen Apprehension-Test zeigten. Die Patienten, die gelegentlich Sport trieben und auch die Hochleistungssportler zeigten ebenfalls seltener einen positiven Test als einen negativen, jedoch zeigte sich hier keine Signifikanz (siehe Abb. 94).

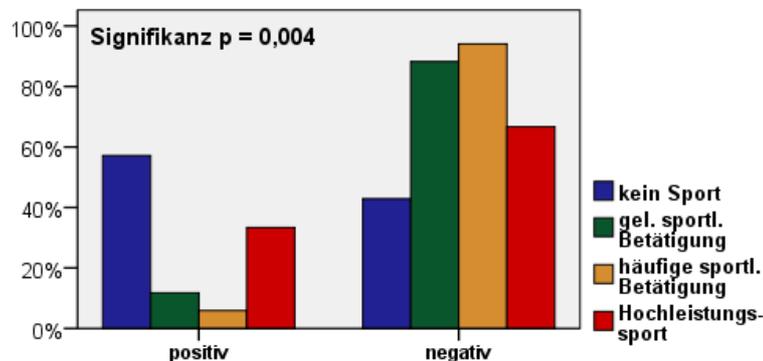


Abb. 94: Post-operativer Apprehension-Test abhängig von der generellen sportlichen Betätigung

Betrachtet man die Re-Luxationsrate zeigten sich ebenfalls signifikante Differenzen zwischen den unterschiedlichen Gruppen. So erfolgte bei den Patienten, die keinen Sport betrieben, und bei den Hochleistungssportlern signifikant häufiger eine Re-Luxation ohne adäquates Trauma als bei den Patienten, die sich gelegentlich oder häufig sportlich betätigten (siehe Abb. 95).

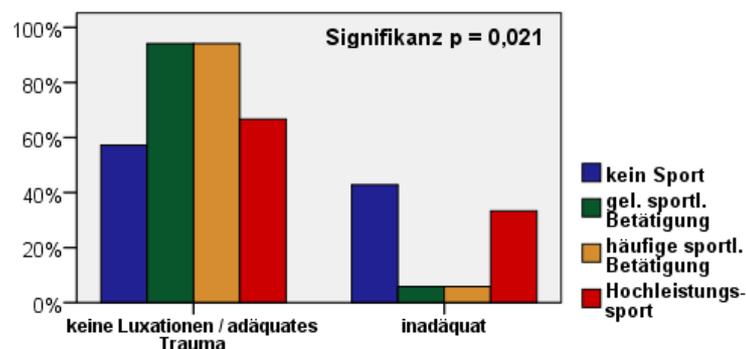


Abb. 95: Post-operative Re-Luxationsrate abhängig von der generellen sportlichen Betätigung

Des Weiteren zeigte sich, dass die Zufriedenheit in Schulnoten signifikante Differenzen zwischen den Gruppen ergab. So waren die Patienten, die gar keinen Sport betrieben signifikant unzufriedener als die Patienten, die sich häufig sportlich betätigten. Berücksichtigt man jedoch in der Subgruppenanalyse den Fehlerkorrekturfaktor, so lässt sich diese Signifikanz nicht mehr nachweisen.

Bezüglich des post-operativen Kujala-Scores zeigte sich, dass die Patienten, die keinen Sport betrieben in der Nachuntersuchung signifikant schlechtere Werte angaben als die Patienten, die sich häufig sportlich betätigten (siehe Abb. 96).

Bezüglich des Schmerzniveaus auf der VAS zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zeigte sich, dass die Patienten, die keinen Sport betrieben, signifikant höhere Schmerzen angaben als die Patienten, die häufig oder auch nur gelegentlich Sport trieben (siehe Abb. 97). Gegenüber den Hochleistungssportlern zeigten sich keine Signifikanzen.

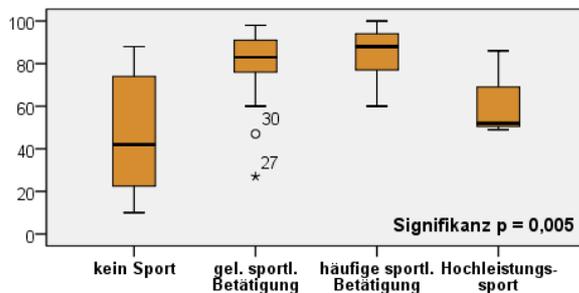


Abb. 96: Kujala-Score post-operativ abhängig von der generellen sportlichen Betätigung

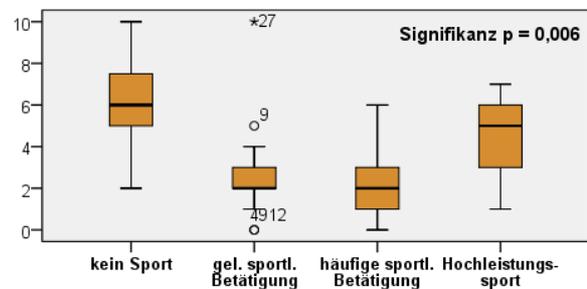


Abb. 97: Schmerzen auf VAS post-operativ abhängig von der generellen sportlichen Betätigung

Vergleicht man die Subgruppen bezüglich ihres Aktivitätsniveaus nach Tegner zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, so zeigte sich, dass die Patienten, die sich häufig sportlich betätigten, ein signifikant höheres Niveau erreichen konnten als die Patienten, die sich nur gelegentlich oder nie sportlich betätigten (siehe Abb. 98).

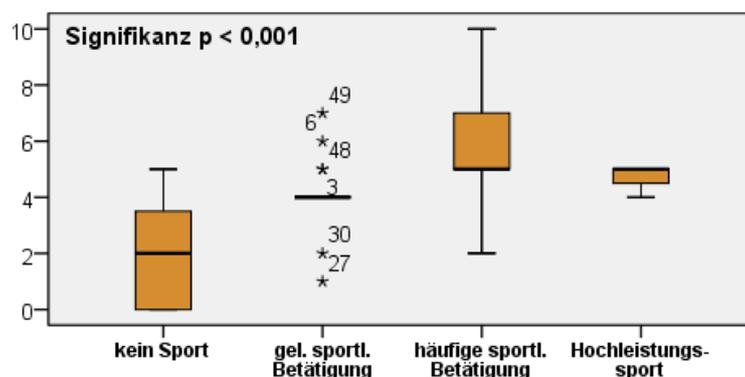


Abb. 98: Tegner-Activity-Score abhängig von der generellen sportlichen Betätigung

Das Vorliegen eines **positiven prä-operativen Apprehension-Tests** zeigte ein signifikant schlechtes Outcome bezüglich der Schmerzangabe auf der VAS und des Lysholm-Scores. Jedoch wurde dieser Test prä-operativ nur bei 36 Patienten dokumentiert und nur bei 7 von ihnen war der Test negativ, so dass dieses Ergebnis sicherlich mit Zurückhaltung zu bewerten ist.

Des Weiteren zeigte sich, dass die Patienten, deren **Wachstumsfugen** anhand des Röntgenbildes noch geöffnet waren, signifikant höhere Werte beim Tegner-Activity-Score erreichten und signifikant früher wieder arbeitsfähig waren, als die Patienten, deren

Wachstumsfugen geschlossen waren. Diese Ergebnisse deckten sich, wie zu erwarten war, mit den Untersuchungen in Abhängigkeit des Alters der Patienten.

Ferner zeigte sich, dass die intra-operativ nachgewiesene **Chondromalazie** eine signifikante Auswirkung auf die spätere Streck- bzw. Überstreckbarkeit des Kniegelenks hatte. So zeigte sich in der Subgruppenanalyse, dass die Patienten, die einen Knorpelschaden im Bereich des Tibiaplateaus und/oder der Femurkondyle aufwiesen, ein signifikant höheres Streckdefizit hatten als die Patienten, die einen Knorpelschaden im Bereich der Patella und des Gleitlagers (ubiquitär im Patellofemoralgelenk), nur der Patella oder gar keinen Knorpelschaden, aufwiesen. Berücksichtigt man jedoch in der Subgruppenanalyse den Fehlerkorrekturfaktor, so lassen sich diese Signifikanzen nicht mehr nachweisen.

Bezüglich der Art der **Fixierung an der Patella** zeigte sich, dass die Patienten, bei denen SwiveLock[®]-Anker verwendet wurden, ein signifikant höheres Beuge- und Streckdefizit aufwiesen als die Patienten, bei denen PushLock[®]-Anker verwendet wurden (siehe Abb. 99 und Abb. 100).

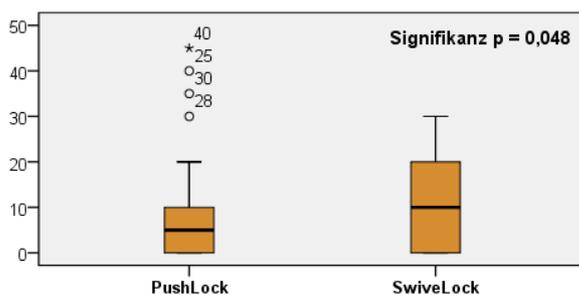


Abb. 99: Beugedefizit in Grad abhängig von der Transplantatfixierung an der Patella

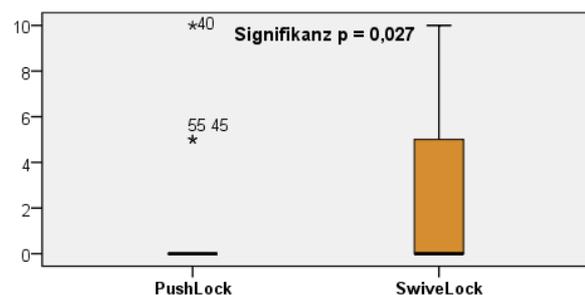


Abb. 100: Streckdefizit in Grad abhängig von der Transplantatfixierung an der Patella

Auch die **Lage der Bohrkanäle** zeigte eine Signifikanz im Bezug auf die post-operative Beweglichkeit des Kniegelenks, genauer gesagt im Bezug auf die Beugefähigkeit des Kniegelenks. So wiesen die Patienten, bei denen die Bohrkanäle im mittleren Drittel lagen, ein signifikant höheres Beugedefizit auf als die Patienten, bei denen die Bohrkanäle im oberen Drittel lagen. Bezüglich der Patienten, bei denen die Bohrkanäle im unteren Drittel lagen, zeigten sich keine Signifikanzen (siehe Abb. 101).

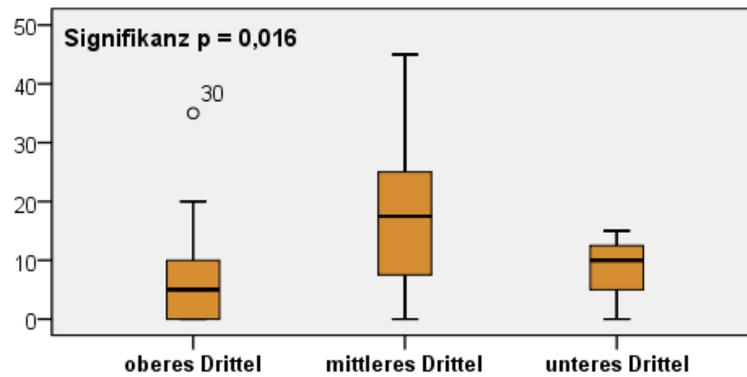


Abb. 101: Beugedefizit in Grad abhängig von der Lage der Bohrkanäle

Der Chi-Quadrat-Test bestätigte das Ergebnis des Kruskal-Wallis-Tests bezüglich der Lage der Bohrkanäle. Bei Lage im oberen Drittel kam es zu weniger Bewegungseinschränkung als statistisch erwartet, während die Lage im mittleren Drittel häufiger zu Bewegungseinschränkung führte als statistisch erwartet. Die Lage im unteren Drittel ist auf Grund der geringen Fallzahl ($n=3$) zu vernachlässigen.

Die Patienten, bei denen eine **Bewegungseinschränkung im Rahmen der Nachuntersuchung** festgestellt werden konnte, zeigten ein signifikant schlechteres Outcome bezüglich der Zufriedenheit in Schulnoten, des Schmerzniveaus auf der VAS, des Kujala- und Lysholm-Scores und des Aktivitätsniveaus.

Auch bei den Patienten, bei denen ein **positiver Apprehension-Test in der Nachuntersuchung** vorlag, zeigte sich ein signifikant schlechteres Outcome bezüglich der Zufriedenheit in Schulnoten, des Schmerzniveaus auf der VAS, des Kujala-Scores, des Aktivitätsniveaus und des Beugedefizits in Grad.

Auch zeigten die Patienten mit im Rahmen der Nachuntersuchung festgestellter Bewegungseinschränkung (siehe Abb. 102) sowie Patienten mit positivem Apprehension-Test (siehe Abb. 103) in der Chi-Quadrat-Untersuchung häufiger Re-Luxationen ohne adäquates Trauma als statistisch erwartet.

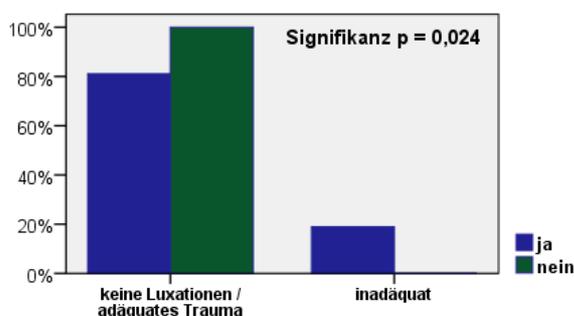


Abb. 102: Re-Luxationsrate nach MPFL-Rekonstruktion abhängig von der Bewegungseinschränkung

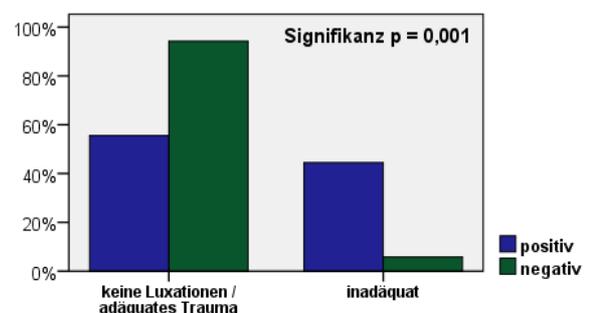


Abb. 103: Re-Luxationsrate nach MPFL-Rekonstruktion abhängig vom Apprehension-Test

Des Weiteren wurde der Kruskal-Wallis-, bzw. Mann-Whitney-U-Test, sowie der Chi-Quadrat-Test auf die Parameter Geschlecht, Symptome der Gegenseite, Mechanismus des Erstereignisses, Zeitraum vom Erstereignis bis zur MPFL-Operation, Relaxationsrate zwischen Erstereignis und MPFL-Operation, prä-operative Bewegungseinschränkung, prä-operativ vorliegende hypermobile Patella, prä-operative radiologische Befunde, sowie Durchführung zusätzlicher Eingriffe im Rahmen der MPFL-Operation angewendet. Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Outcome-Parameter. Auch bei dem im Rahmen der Nachuntersuchung erhobenen Parameter Umfangsdifferenz Oberschenkel zeigten sich in Bezug auf die Outcome-Parameter keine signifikanten Differenzen.

4.4 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

- Die Patienten der Gruppe A konnten ihre Schmerzen auf der VAS um 2,77 Punkte von 5,47 auf 2,7 auf der VAS senken, der Kujala-Score konnte um 33,56 von 46,56 auf 80,12 Punkte gesteigert werden, der Tegner Activity Score konnte um 2,11 von Level 2,7 auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,81 gesteigert werden. Für alle drei Parameter zeigte sich eine signifikante Verbesserung von $p < 0,001$.
- Die Patienten der Gruppe B konnten ihre Schmerzen auf der VAS um 1,6 Punkte von 4,7 auf 3,1 senken, der Kujala-Score konnte um 28,2 von 44,2 auf 72,4 Punkte gesteigert werden, der Tegner Activity Score konnte um 1,8 von Level 2,7 auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,5 gesteigert werden. Für den Kujala-Score zeigte sich eine signifikante Verbesserung von $p=0,001$. Bezüglich der Schmerzen und des Aktivitätsniveaus zeigten sich keine signifikanten Verbesserungen.
- Im Vergleich der Ausgangs-Parameter sowie hinsichtlich des Outcomes der Gruppen A und B zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.
- In Betrachtung der Gesamtgruppe konnten die Schmerzen auf der VAS um 2,4 Punkte von 5,25 auf 2,85 gesenkt, der Kujala-Score um 31,99 von 45,85 auf 77,84 Punkte gesteigert und der Tegner-Activity-Score um 1,8 von Level 2,92 auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,72 gesteigert werden. Für alle drei Parameter zeigte sich eine signifikante Verbesserung von $p < 0,001$.
- Alter bei OP
 - Jüngere Patienten waren signifikant eher arbeitsfähig (unter 16 Jahren bzw. unter 21 Jahren im Vergleich zu den über 22-Jährigen) und erzielten bessere Ergebnisse beim Kujala-Score und Tegner-Activity-Score (bis 16 Jahre im Vergleich zu den über 30-Jährigen) als ältere Patienten.
 - Patienten über 30 Jahre wiesen ein signifikant höheres Beugedefizit auf als alle jüngeren Patienten.
- Operativ-versorgte Seite:

- Bei Operation des rechten Beins waren die Patienten später sportfähig, zeigten häufiger eine Abnahme des Oberschenkelumfangs und wurden häufiger operativ revidiert.
- BMI
 - Patienten mit einem BMI über 30 gaben im Rahmen der Nachuntersuchung signifikant höhere Schmerzen an als unter-, normal- und leicht übergewichtige Patienten.
- Beruf
 - Schüler und Studenten waren früher arbeitsfähig, gaben höhere Zufriedenheit in Schulnoten und weniger Schmerzen auf der VAS an und erzielten höhere Werte beim Kujala-Score und beim Tegner-Activity-Score.
 - Patienten, die in ihrem Beruf stark körperlich gefordert sind, waren eher später wieder arbeitsfähig.
 - Patienten, die bereits vor der Operation arbeitssuchend oder berentet waren, wurden später oder sogar nie arbeitsfähig und zeigten ein signifikant höheres Beugedefizit.
- Sportliche Betätigung
 - Patienten, die sich generell häufig sportlich betätigten, waren signifikant früher arbeitsfähig und erreichten höhere Werte im Lysholm-Score und im Tegner-Activity-Score.
 - Patienten, die keinen Sport betrieben, zeigten schlechtere Werte im Kujala-Score, gaben auf der VAS höhere Schmerzen an, zeigten häufiger einen positiven Apprehension-Test in der Nachuntersuchung und zeigten signifikant häufiger eine Re-Luxation ohne adäquates Trauma.
 - Hochleistungssportler zeigten signifikant häufiger eine Re-Luxation ohne adäquates Trauma.
- Verwendete Fadenanker
 - Patienten, bei denen SwiveLock[®]-Anker verwendet wurden, wiesen ein signifikant höheres Beuge- und Streckdefizit auf als die Patienten, bei denen PushLock[®]-Anker verwendet wurden.
- Lage der Bohrkanäle:
 - Patienten, bei denen die Bohrkanäle im mittleren Drittel lagen, wiesen ein signifikant höheres Beugedefizit auf als die Patienten, bei denen die Bohrkanäle im oberen Dritten lagen.
- Keine signifikanten Auswirkungen auf das Outcome hatten die Parameter Geschlecht, Symptome der Gegenseite, Mechanismus des Erstereignisses, Zeitraum von Erstereignis bis MPFL-Operation, Re-Luxationsrate zwischen Erstereignis und MPFL-Operation, prä-operative Bewegungseinschränkung, prä-operativ vorliegende hypermobile Patella, prä-operative radiologische Parameter, Chondromalazie sowie die Durchführung zusätzlicher Eingriffe im Rahmen der MPFL-Operation.

5 Diskussion

In den letzten Jahren und Jahrzehnten konnte das MPFL als maßgeblicher passiver Stabilisator der Patella identifiziert werden und wurde auf Grund dieser Tatsache Bestand einer Vielzahl klinischer, radiologischer und anatomischer bzw. biomechanischer Studien. Neben der genauen Anatomie und Biomechanik des MPFL, den Pathomechanismen der Luxation sowie den prädisponierenden radiologischen Faktoren und deren Auswirkungen auf die Stabilität der Kniescheibe, wurden auch verschiedene operative Stabilisationsverfahren bzw. Rekonstruktionsmöglichkeiten des MPFL vorgestellt und deren Outcome untersucht. Zum Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden lediglich die Studien herangezogen, die in den letzten 10 Jahren veröffentlicht wurden und bei denen das MPFL mittels autologer Gracilies- oder Semitendinosussehne in double-bundle-Technik rekonstruiert wurde. Die Studien, auf die diese Kriterien zutrafen sowie deren Ergebnisse, sind in Tabelle 8 aufgestellt. Im Folgenden werden nun die im Rahmen des Ergebnisteils erhobenen Resultate unter Beantwortung der Studienhypothesen in den Kontext der aktuellen Literatur gestellt.

5.1 Hypothese 1 - Verbesserung der Outcome-Parameter durch die Operation

5.1.1 In Bezug auf die Gesamtgruppe

Zu Beginn dieser Arbeit bin ich davon ausgegangen, dass durch die Operation eine signifikante Verbesserung hinsichtlich der prä-operativ und im Rahmen der Nachuntersuchung erhobenen Outcome-Parameter erzielt werden kann. In Betrachtung der Gesamtgruppe traf diese Hypothese zu: Es konnte eine signifikante Verbesserung der Outcome-Parameter Kujala-Score, Schmerzen auf der VAS und Tegner-Activity-Score erzielt werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit decken sich weitgehend mit den Ergebnissen der aktuellen Literatur: So konnte in den Veröffentlichungen beginnend mit Schöttle et al. aus 2005 bis hin zu Lin et al. aus 2015 gezeigt werden, dass die Patienten mit rezidivierenden Patellaluxationen von der Rekonstruktion des MPFL profitieren [41, 67].

Tabelle 8: Aufstellung der Literatur 2005-2015

Autor	Anzahl Follow-Up	Kujala- Score		Lysholm-Score		Tegner-Activity-Score		Return to Sport	Subjektive Verbesserung	ROM		Re-Luxationen		Komplikationen
		prä-OP	post-OP	prä-OP	post-OP	prä-OP	post-OP			Flexion	Extension	Subluxation	komplette Luxation	
Schöttle et al. 2005 [67]	n = 15 Follow-Up 47,5m	53,5	85,7 p < 0,001						86% Besserung durch OP					
Mikashima et al. 2006 [45]	n = 24 Follow-Up 41m	30,5	95,2 p < 0,001					Sport vor Lux. n = 17 gleiches Level n = 13 geringeres Level n = 4						Patellafraktur n = 2
Panagopoulos et al. 2008 [55]	n = 25 Follow-Up 13m					4,2	7,7					n = 0	n = 0	Patellafraktur n = 1
Lim et al. 2008 [40]	n = 9* Follow-Up 11,2m			57,4	89,4 p < 0,008	5,00	6,8 p < 0,031						n = 0	
Watanabe et al. 2008 [89]	n = 29 Follow-Up 4,3y			70,2	92,4 p p < 0,001						frei			
Christiansen et al. 2008 [11]	n = 44** Follow-Up 22m	46	84				4	84% Besserung bzgl. Sport	80% Besserung bzgl. AUIL	Defizit < 10° n = 4		n = 3	n = 1	Pers. Schmerz = 4 Revisions-OP n = 4 Patellafraktur n = 1
Ronga et al 2009 [64]	n = 28 Follow-Up 37,2m	45	83 p < 0,03					Return to Sport 7,6 m besseres Level n = 3 gleiches Level n = 9 schlechtes Level n = 14 als vor der Luxation änderten Sportart n = 2					n = 3	Schmerz n = 2 Re-OP bei ROM n = 2 Re-OP bei Dislokation n = 1
Mathews et al 2010 [44]	n = 21 Follow-Up 31m					3	4,4							Patellafraktur n = 0 Narkosembil. n = 5 Re-OP bei Neurom n = 1 Infektion n = 1
Han et al. 2011 [29]	n = 59 Follow-Up 5,7y	41,4	82,6 p < 0,001							post-OP 125 ± 5°		n = 0	n = 0	Instabilitätsgefühl n = 7
Panni et al. 2011 [56]	n = 48 Follow-Up 33m	56,7	86,8 p < 0,01	57,6	88,1 p < 0,01			gleiches Level 64 % schlechteres Level/ Sportartwechsel wg der OP 20%	87% zufrieden oder sehr zufrieden bzgl. des Schmerz				n = 0	
Toritsuka et al. 2011 [83]	n = 20 Follow-Up 30m									Defizit 5° n = 1		n = 1	n = 0	Patellafraktur n = 0
Quirbach et al. 2012 [61]	n = 27 Follow-Up 12m	61	93											
Ragnaveer et al. 2012 [62]	n = 15 Follow-Up 42m	44,8	91,9							Defizit 10° n = 1 15° n = 1			n = 2	n = 0 Schmerzen n = 2
Münch 2012 [47]	n = 15**** Follow-Up 12m	51	76,5			2,1	5,5	Sport nach 2-3m n = 3 Sport nach 3-6m n = 5 Sport nach > 6m n = 7						Re-OP bei ROM n = 2 CRPS n = 2
	n = 18 Follow-Up 12m	64,5	90,1			4	7,3	Sport nach 2-3m n = 6 Sport nach 3-6m n = 10 Sport nach > 6m n = 3						CRPS n = 1

Fortsetzung Tabelle 8

Autor	Anzahl Follow-Up	Kujala-Score		Lysholm-Score		Tegner-Activity-Score		Return to Sport	Subjektive Verbesserung	ROM		Re-Luxationen		Komplikationen
		prä-OP	post-OP	prä-OP	post-OP	prä-OP	post-OP			Flexion	Extension	Subluxation	komplette Luxation	
Neitz et al. 2013 [48]	n = 21 Follow-Up 2,8 y	72,8	92,8 p < 0,001			6,1	5,8 p = 0,48	höheres Level n = 3 gleiches Level n = 14 geringeres Level n = 4 als vor der OP	sehr zufrieden 67% zufrieden 19% teilw. zufrieden 14%			n = 2 bei Trochlea-dysplasie	n = 0	
Hinterwimmer et al. 2013 [31]	n = 19 Follow-Up 16m		92				5		sehr zufrieden 57% zufrieden 32% teilw. zufrieden 11%				n = 0	Patellafraktur n = 1 (adäquates Trauma) pers. Schmerzen n = 0
Wagner et al. 2013 [85]	n = 50 Follow-Up 12-24m	70	87 p < 0,001					Gleiches oder höheres Level als vor Luxation 80%			frei		n = 1	Wundheilungsstörung mit Revision OP n = 2
Wang et al. 2013 [87]	n = 44*** Follow-Up 48m	61	92,86 p < 0,001										n = 0	Infektion n = 1
Kohn et al. 2013 [35]	n = 42**** Follow-Up 24m	51	85 p < 0,001			2,4	4,9 p < 0,001		87% zufrieden oder sehr zufrieden			n = 0	n = 0	
Csintalan et al. 2014 [16]	n = 56 Follow-Up 4,3y						5,6						n = 6	
Feller et al. 2014 [27]	n = 31* Follow-Up 3,1y											n = 0	n = 0	keine Komplikationen
Krishna Kumaret al. 2014 [36]	n = 30 Follow-Up 25m	47,5	87,3 p < 0,001	44,6	88,1 p < 0,001					Defizit 30° n = 1			n = 0	
Enderlein et al. 2014 [23]	n = 240**** Follow-Up 41m	62	77 p signifikant							Defizit ≥10° 12%		14%	n = 7	MPPFL-bedingte Revisions-OP n = 5
Lipscher et al. 2014 [42]	n = 72 Follow-Up	66	87,5 p = signifikant			4,5	4	return to sports 100% gleiches/höheres Level als vor der OP 53% geringeres Level 47%	79,4% zufrieden oder sehr zufrieden	diskret. Defizit n = 24			39%	pers. Instabilität 10%
Song, et al. 2014 [77]	n = 20 Follow-Up 34,5m	56,2	90,9 p < 0,001	49,2	90,9 p < 0,001	3,0	5,0 p < 0,001				frei	n = 1	n = 0	Patellafraktur n = 0 Infektion n = 0
Lin et al. 2015 [41]	n = 18 Follow-Up 35m	55,3	95,2 p < 0,001	43,6	93,6 p < 0,001			return to sports 100% auf gleichem Level wie vor Luxation Monate nach OP			frei	n = 0	n = 0	Patellafraktur n = 0 Infektionen n = 0
Eigene Arbeit	Gruppe B n = 18**** Follow-Up 23,8m	44,2	72,4 p < 0,001	72,8		3,4	4,5	gleiches / höheres Level als vor der OP 83,3% geringeres Level 16,7%	zufrieden oder sehr zufrieden 61% teilw. zufrieden 17% urzufrieden 22%	Defizit >10° 33,3% Defizit >10° 11,1%		n = 3 (16,7%)	n = 1 (5,6%)	Infektion n = 0 Revisions-OP n = 2
		45,9	77,8 p < 0,001	77,9		2,9	4,7 p < 0,001	gleiches / höheres Level als vor der OP 83,6% geringeres Level 16,4%	zufrieden oder sehr zufrieden 64% teilw. zufrieden 21% urzufrieden 15%	Defizit >10° 27,9% Defizit 5-10° 14,8%		n = 9 (14,8%)	n = 2 (3,3%)	Infektion n = 2 Revisions-OP n = 6

** Bei 12 Patienten erfolgte zusätzlich ein Tuberositasversatz, kein signifikanten Unterschiede im Ergebnis
 *** Es wurden nur die Patienten berücksichtigt, bei denen eine MPFL-Rekonstruktion in double-bundle-Technik erfolgte
 **** Alle Patienten waren voroperiert (laterales Release, mediale Raffung, Tuberositasversatz, etc.)
 ***** 33% der Patienten war voroperiert, bei 23% der Patienten erfolgte zusätzlich ein Tuberositasversatz; keine signifikanten Unterschiede im Ergebnis
 AdL = Aktivitäten des tÄgl. Lebens; m = month; y = years

Der durchschnittliche Kujala-Score in der Literatur lag post-operativ bei 88,6 (77 [23] bis 95,2 [41, 46]), der Lysholm-Score bei 90,4 (88,06 [36] bis 93,6 [41]) und der Tegner-Activity-Score wurde post-operativ durchschnittlich mit 5,5 (4 [11, 42] bis 7,7 [55]) angegeben. Diese Werte lagen insgesamt über den Werten, die von meinen Patienten erzielt werden konnten (Kujala-Score 77,8, Lysholm-Score 77,9 und Tegner-Activity-Score 4,7). Jedoch muss man in der Interpretation dieser Diskrepanz berücksichtigen, dass hinsichtlich des Kujala-Scores und des Tegner-Activity-Scores auch die prä-operativ erhobenen Werte mit 54,6 (30,5 [46] bis 72,8 [48]) und 4,1 (3 [44] bis 6,1 [48]) etwa in gleichem Maße über meinen Werten (Kujala-Score 45,9 und Tegner-Activity-Score 2,9) lagen wie die post-operativ erhobenen Scores. Betrachtet man die reine Differenz zwischen prä- und post-operativ erhobenen Werten, konnten meine Patienten ihr Aktivitätsniveau sogar etwas weiter steigern als das in der Literatur beschriebene Kollektiv (siehe auch Tabelle 9).

Tabelle 9: Vergleich der Score-Werte der Gesamtgruppe mit der Literatur aus Tabelle 8

	Eigene Arbeit	Δ	Literatur	Δ
Kujala-Score prä-OP	45,9 (3 bis 100)	31,9	54,6 (30,5 bis 72,8)	34
Kujala-Score post-OP	77,8 (10 bis 100)		88,6 (77 bis 95)	
Tegner-Activity-Score prä-OP	2,9 (0 bis 10)	1,8	4,1 (3 bis 6,1)	1,4
Tegner-Activity-Score post-OP	4,7 (0 bis 10)		5,5 (4 bis 7,7)	
Lysholm-Score post-OP	77,9 (6 bis 100)	./	90,4 (88 bis 94)	./

Hinsichtlich der Verbesserung des Schmerzniveaus zeigten die Arbeiten von Enderlein et al. und Lippacher et al. eine signifikante Verbesserung durch die Operation [23, 42] von durchschnittlich 3,6 auf 1,6. Panni et al. gaben an, dass 87% der Patienten zufrieden oder sogar sehr zufrieden hinsichtlich der Verbesserung des Schmerzniveaus waren [56]. Bei meinen Patienten lag das Schmerzniveau prä-operativ mit 5,2 deutlich höher, konnte jedoch ebenfalls signifikant auf 2,8 Punkte gesenkt werden. Insgesamt kann man also festhalten, dass durch die Operation das Schmerzniveau signifikant gesenkt werden kann. Jedoch werden in der Literatur persistierende Knieschmerzen in bis zu 13% der Fälle beschrieben [62], so dass dies zu den häufigsten Komplikation nach MPFL-Rekonstruktion zählt. Dies deckt sich mit meinen Ergebnissen: 13,1% meiner Patienten gaben im Rahmen der Nachuntersuchung Schmerzen von >5 auf der VAS an.

Unter anderem Lin et al., Mikashima et al. und Ronga et al. befassten sich mit der Frage, ab wann die Patienten wieder sportfähig waren und ob sie in ihren alten Sport zurückkehren konnten bzw. ein höheres oder geringeres sportliches Level erreichten als entweder vor der Luxation oder vor der Operation. Im Durchschnitt konnten die Patienten nach 6,6 Monaten in ihren Sport zurückkehren [41, 46, 64]. Dies deckt sich mit meinen

Untersuchungen, wonach die Patienten nach durchschnittlich 6,7 Monaten wieder Sport treiben konnten.

83,6% meiner Patienten gaben an, auf gleichem oder besserem Niveau aktiv zu sein als vor der Operation, 16,4% gaben an, ein schlechteres Level zu erreichen. Hierbei wurde die Aktivität auf Grundlage des Tegner-Activity-Scores vor der Operation, also nach stattgehabtem Trauma, und nach der Operation verglichen. In der Arbeit von Nelitz et al. zeigten sich ähnliche Ergebnisse: 80,9 % der Patienten gaben an, nach der Operation ein höheres oder gleiches Level im Vergleich zu dem Niveau vor der Operation zu erreichen [48]. Wagner et al. konnten ähnliche hohe Werte im Vergleich des sportlichen Levels vor dem Trauma und nach der Operation nachweisen: Sie berichteten, dass 80% der Patienten ein gleiches oder sogar höheres sportliches Level erreichten als vor der Luxation [85]. Lippacher et al. hingegen zeigten annähernd ausgeglichene Zahlen mit 53% auf gleichem oder höherem Level als vor der Operation und 47% auf geringerem Level [42].

Somit kann geschlussfolgert werden, dass die Patienten in der Regel etwa 6-7 Monate nach MPFL-Rekonstruktion in der Lage sind, ihren vor der Operation ausgeübten Sport weiter zu betreiben oder das Niveau sogar zu steigern.

Ein wichtiger Parameter für das Outcome einer Operation ist die subjektive Zufriedenheit der Patienten. Laut Literatur gaben im Durchschnitt 84,9% (79,4 % [42] bis 89% [31]) der Patienten an, sehr zufrieden oder zufrieden mit dem Ergebnis der Operation zu sein. Bei meinen Patienten zeigten sich 64% der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden oder sehr zufrieden (Schulnoten 1 und 2), 21% Patienten waren teilweise zufrieden (Schulnoten 3 und 4) und 15% der Patienten waren unzufrieden (Schulnoten 5 und 6). Aus welchem Grund die Patienten unzufrieden mit der Operation waren, liegt zum Teil auf der Hand, da sie zum Beispiel angaben, nicht wieder arbeitsfähig zu sein, keinen Sport mehr treiben zu können oder eine andere Einschränkung seit der Operation zu verzeichnen. Zum Teil bleibt diese Bewertung jedoch anhand der erhobenen Daten unklar.

Insgesamt kann man festhalten, dass die MPFL-Rekonstruktion ein operativer Eingriff ist, der eine hohe Patientenzufriedenheit nach sich zieht.

Ein weiterer maßgeblicher Faktor hinsichtlich des Outcomes der Patienten ist das Bewegungsausmaß. Hier gehen die Angaben in der Literatur weit auseinander. Während Song et al. in ihrer Arbeit von 2014 über eine freie Bewegung berichten [77], geben andere Studien Beugedefizite von mehr als 10° in 12% [23] oder sogar 33% [42] der Fälle an. Ein Extensionsdefizit von 5° wurde lediglich von Raghuvver et al. beschrieben [62]. In meiner Arbeit zeigte sich bei 61% der Patienten eine Bewegungseinschränkung im Seitenvergleich, wobei 72,1% der Patienten kein oder ein Beugedefizit von maximal 10° aufwiesen und nur bei zwei Patienten die Bewegung auf 0-0-90° eingeschränkt war. Bei 14,8% lag im Seitenvergleich ein Streckdefizit von 5-10° vor, wobei hier zu präzisieren ist,

dass es sich um ein „Überstreckdefizit“ handelt. Insgesamt lag bei den nachuntersuchten Patienten also ein Bewegungsausmaß vor, das die Aktivitäten des täglichen Lebens in maximal 2 Fällen, und auch hier eher in diskretem Ausmaß, einschränkt. Nichtsdestotrotz muss man festhalten, dass die Bewegungseinschränkung zu den häufigsten Komplikationen nach MPFL-Rekonstruktion zählt und nicht selten Ursache einer Revision-Operation oder Gelenkmobilisierung unter Narkose ist [44, 75].

Ronga et al. untersuchten in ihrer Arbeit das Volumen des Oberschenkelmuskels im Seitenvergleich [64]. Hier zeigte sich bereits prä-operativ eine signifikante Volumenminderung der betroffenen Seite, die zwar im Rahmen der Nachuntersuchung etwas geringer ausfiel, jedoch weiterhin signifikant nachzuweisen war. In meiner Arbeit untersuchte ich im Rahmen der Nachuntersuchung die Muskulatur des Beines im Seitenvergleich. Hinsichtlich der Oberschenkelmuskulatur zeigte sich bei 34% der Patienten eine Abnahme von bis zu 2 cm, bei 23% sogar eine Abnahme von über 2 cm. Diese scheinbare Muskelatrophie hatte jedoch keine signifikanten Auswirkungen auf das Outcome der Patienten, was jedoch am ehesten dadurch begründet ist, dass lediglich die Umfänge gemessen wurden, also keine Aussage über die Qualität des Muskels, den Anteil der Verfettung oder die Kraft getroffen werden kann. Anhand meiner Untersuchung in Zusammenschau mit den Ergebnissen von Ronga et al. kann lediglich geschlussfolgert werden, dass es durch die Luxation und die resultierende Minderbelastung zu einer Abnahme des Oberschenkelumfangs kommt, wie diese Abnahme qualitativ einzuschätzen ist, bleibt jedoch unklar.

Die MPFL-Rekonstruktion zeichnet sich als Operation mit einer geringen Rate an post-operativen Instabilitätsmomenten aus: Die Re-Luxationsrate wurde in der Literatur mit 0 [16, 40, 61, 83] bis 11% [11] angegeben. Die Subluxationsrate wurde mit 0 [27, 31] bis 13% [62] beschrieben, lediglich in der Arbeit von Enderlein et al. wurden Subluxationsraten von 39% beschrieben [23]. In meinem Kollektiv erlitten 12 Patienten eine Luxation oder Subluxation, wobei bei 5 Patienten ein adäquates Trauma zu der Luxation geführt hatte, so dass diese nicht weiter berücksichtigt wurden. Somit decken sich meine Ergebnisse (Re-Luxationsrate 8,2% und Subluxationsrate von 3,3%) mit denen der Literatur. Eine persistierende Instabilität im Sinne eines positiven Apprehension-Tests wurde in der Literatur zwischen 0 [27, 29] und 27,5% [89] angegeben. Christiansen et al. beschrieben in ihrer Arbeit von 2008 sogar, dass 44% der Patienten post-operativ einen positiven Apprehension-Test zeigten [11]. Die Ergebnisse meiner Arbeit decken sich in dieser Hinsicht mit dem beschriebenen Kollektiv, es zeigte sich bei 14,8% der Patienten ein positiver Apprehension-Test im Rahmen der Nachuntersuchung.

Shah et al. beschrieben in ihrer Literaturrecherche von 2012 eine Komplikationsrate von 26,1% nach MPFL-Rekonstruktion, wobei jedoch zu bedenken ist, dass hier verschiedene Arten der MPFL-Rekonstruktion zusammengefasst wurden [75]. Bei meinem Kollektiv lag die Gesamtkomplikationsrate (Luxation oder Subluxation ohne adäquates Trauma,

Infektion, Revisionsoperation) bei 21,3% und somit unter der in der Literatur beschriebenen Rate.

Zu den häufigsten Komplikationen zählen neben der bereits beschriebenen persistierenden Instabilität, Schmerzen und Bewegungseinschränkung, Patellafrakturen [31, 55], Wundheilungsstörungen und Infektionen [85, 87] sowie die Ausbildung eines Komplexen Regionalen Schmerzsyndroms (CRPS) [47]. Auch bei meinen Patienten zeigte sich in 2 Fällen eine Infektion; Patellafrakturen oder ein CRPS fanden sich nicht. Die Notwendigkeit der operativen Revision wurde von Shah et al. mit 4% beschrieben [75]. In meinem Kollektiv lag die Revisionsrate mit 8% deutlich höher: Bei einem Patienten bestand die Notwendigkeit einer Revisionsoperation auf Grund eines Infekts und bei 2 Patienten auf Grund einer Bewegungseinschränkung. Bei weiteren 2 Patienten lag ein revisionsbedürftiges Implantatversagen, einmal auf Grund eines adäquaten Traumas, einmal auf Grund eines patellarseitigen Transplantatausrisses mit -elongation, vor. Diese Diskrepanz lässt sich am ehesten mit der geringen Größe unseres Kollektivs erklären, da bereits ein operativ revidierter Patient eine Rate von 2% ausmacht. Auch zeigten die Arbeiten von Christiansen et al. und Münch mit 9% [11] und 13,3% [47] noch höhere Revisionsraten.

5.1.2 In Bezug auf Gruppe A und Gruppe B

Teilt man die Gruppen hinsichtlich der Frage, ob die MPFL-Rekonstruktion als Primär- oder Sekundäreingriff erfolgt ist, zeigt sich, dass lediglich in der Gruppe A, MPFL als stabilisierender Ersteingriff, eine signifikante Verbesserung der Outcome-Parameter Kujala-Score, Schmerzen auf der VAS und Tegner-Activity-Score erzielt werden konnte.

In der Gruppe B hingegen konnten die Outcome-Parameter zwar ebenfalls verbessert werden, es lag jedoch lediglich hinsichtlich des Kujala-Scores eine Signifikanz vor. Im Bezug auf die Gruppe B traf die Studienhypothese also nicht bzw. nur teilweise zu.

Über die Gründe hierfür kann auf Grund der geringen Datenlage zum Vergleich nur spekuliert werden, da derzeit lediglich zwei Arbeiten in der Literatur zu finden sind, die das Outcome von Patienten nach MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff untersucht haben.

In ihrer Doktorarbeit von 2012 vergleicht Münch Patienten, bei denen die MPFL-Operation als Ersteingriff durchgeführt wurde mit Patienten, bei denen die MPFL-Rekonstruktion als Revisionseingriff durchgeführt wurde [47]. In beiden Gruppen wurde nochmal in isolierte und Kombinationseingriffe unterschieden. Die Gruppe der Patienten, bei denen ein isolierter Sekundäreingriff erfolgte, umfasste 15 Patienten. Der Kujala-Score (von 51 auf 76,5) sowie der Tegner-Activity-Score (von 2,1 auf 5,5) konnten signifikant verbessert werden. Es zeigten sich kein positiver post-operativer Apprehension-Test und auch keine Re-Luxation. Die Patienten gaben zudem eine deutliche Linderung der Schmerzen bei täglichen Aktivitäten an. Post-operativ kam es bei 2 Patienten zur Ausbildung eines

CRPS, weitere 2 Patienten mussten auf Grund einer Arthrofibrose operativ revidiert werden (siehe auch Tabelle 8).

Kohn et al. untersuchten in ihrer Arbeit von 2013 ein Kollektiv von 42 Patienten, bei denen die MPFL-Rekonstruktion als Revisionseingriff vorgenommen wurde [35]. Bei 15 dieser Patienten erfolgte eine isolierte MPFL-Rekonstruktion, bei 27 Patienten erfolgte die MPFL-Revisionsoperation als Kombinationseingriff. Auch in dieser Arbeit konnten signifikante Verbesserungen hinsichtlich des Outcomes erzielt werden: 87% der untersuchten Patienten waren zufrieden oder sehr zufrieden mit dem Resultat der Operation. Es zeigten sich kein positiver post-operativer Apprehension-Test und auch keine Re-Luxation. Die Patienten gaben zudem eine deutliche Linderung der Schmerzen bei täglichen Aktivitäten an. Der Kujala-Score (von 51 auf 85) sowie der Tegner-Activity-Score (von 2,4 auf 4,9) konnten signifikant verbessert werden (siehe auch Tabelle 8).

Vergleicht man diese Ergebnisse mit der Gruppe B aus meiner Arbeit, so zeigt sich, dass die Patienten der Gruppe B insgesamt schlechtere Ergebnisse erzielten als die von Kohn et al. und Münch untersuchten Kollektive. So bewerteten lediglich 61% der Patienten der Gruppe B ihre Zufriedenheit mit der Operation mit der Schulnote 1 oder 2. Bei jeweils 3 Patienten zeigte sich ein positiver Apprehension-Test bzw. eine Re-Luxation oder Subluxation der Patella ohne adäquates Trauma, wobei zwei von drei Patienten sowohl einen positiven Apprehension-Test als auch eine Re-Luxation der Patella ohne adäquates Trauma zeigten. Bei einem Patienten kam es auf Grund einer Patella-Luxation nach adäquatem Trauma zu einem positiven Apprehension-Test. Die Schmerzen auf der VAS konnten auch in Gruppe B gesenkt werden, der Kujala-Score (von 44 auf 72) sowie der Tegner-Activity-Score (von 3,4 auf 4,5) gesteigert werden. Das vermeintlich schlechtere Outcome der Patienten der Gruppe B verglichen mit der Literatur, könnte darin begründet sein, dass diese auch prä-operativ einen niedrigen Kujala-Score angaben und somit eine Steigerung auf einen niedrigeren Score-Wert nicht verwunderlich ist, zumal in beiden Kollektiven eine Steigerung um rund 30 Punkte erfolgte. Bezüglich des Tegner-Activity-Scores zeigten die Patienten der Gruppe B bereits prä-operativ einen höheren Wert, so dass eine Steigerung der Aktivität auf ein noch höheres Level schwieriger erscheint (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Gegenüberstellung Gruppe B mit den Ergebnissen der Literatur [35, 47]

	Gruppe B	Δ	Literatur 1 [47]	Δ	Literatur 2[35]	
Kujala-Score prä-OP	44,2	28,2	51,0	25,5	51	34
Kujala-Score post-OP	72,4		76,5		85	
Tegner-Activity-Score prä-OP	3,4	1,1	2,1	3,4	2,4	2,5
Tegner-Activity-Score post-OP	4,5		5,5		4,9	

Insgesamt unterstreicht die Diskrepanz der Ergebnisse jedoch in erster Linie, dass die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff bislang wenig untersucht wurde und es dringend weiterer Untersuchungen hinsichtlich des Outcomes bedarf, um valide Rückschlüsse ableiten zu können.

5.2 Hypothese 2 - Vergleich der Ergebnisse Gruppe A vs. Gruppe B

In Betrachtung der zweiten Studienhypothese, die MPFL-Ersatzplastik als Ersteingriff liefere bessere Ergebnisse als die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff, zeigte sich, dass diese nicht zutrifft: Zwar zeigte sich, dass Gruppe A im Bezug auf die getesteten Outcome-Parameter insgesamt etwas bessere Ergebnisse erzielen konnte, lediglich bezüglich der Wiedererlangung der Sportfähigkeit zeigte Gruppe B ein etwas besseres Ergebnis, jedoch konnte für keinen der untersuchten Parameter eine Signifikanz festgestellt werden.

In der aktuellen Literatur liegt lediglich eine Doktorarbeit aus dem Jahr 2012 vor, die das Outcome der MPFL-Rekonstruktion als Ersteingriff und das Outcome der MPFL-Rekonstruktion als Revisionseingriff miteinander vergleicht [47]. In dieser Arbeit wurden isolierte ($n = 19$) und als Kombinationseingriff ($n = 4$) durchgeführte Ersteingriffe mit isolierten ($n = 15$) und als Kombinationseingriff ($n = 10$) durchgeführte Revisionseingriffe prospektiv unter anderem nach einem Follow-up von 12 Monaten untersucht und die Ergebnisse verglichen. Jedoch wurde die Gesamtgruppe der Ersteingriffe (isoliert und kombiniert) mit der Gesamtgruppe der Revisionseingriffe (isoliert und kombiniert) verglichen und nur teilweise (Kujala-Score und Tegner-Activity-Score) die Ergebnisse aller 4 Subgruppen gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass bezüglich der Parameter Kujala-Score, Schmerzen VAS, Tegner-Activity-Score und Wiedereintritt in die Sportfähigkeit, sowohl in der Revisions- als auch in der Gruppe der Ersteingriffe signifikante Verbesserungen erzielt werden konnten. Des Weiteren zeigte sich im Gegensatz zu meinen Ergebnissen, dass die Ersteingriffsgruppe signifikant bessere Ergebnisse vorbrachte als die Gruppe der Revisionseingriffe.

Betrachtet man jedoch isoliert die Differenz zwischen prä- und post-operativ erzielten Werten bezüglich des Kujala- und Tegner-Activity-Scores und vergleicht diese Differenz mit meinen Ergebnissen, zeigt sich lediglich ein geringer Unterschied zwischen Erst- und Revisionseingriff auf der einen und meinen Ergebnissen und den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen auf der anderen Seite (siehe Tabelle 11). Die Signifikanz der in der Literatur beschriebenen Ergebnisse bezieht sich demnach nur auf die absoluten, in den Scores erzielten Punkte, nicht aber auf die Differenz-Werte.

Tabelle 11: Vergleich der Outcome-Parameter Ersteingriff vs. Revisionseingriff meiner Arbeit mit der Literatur [47]

Outcome-Parameter		Eigene Arbeit	Δ	Literatur*[47]	Δ
Kujala-Score Ersteingriffe	prä-operativ	46,7	33,6	64,5	25,6
	post-operativ	80,1		90,1	
Kujala-Score Revisionseingriffe	prä-operativ	44,2	28,2	51,0	25,5
	post-operativ	72,4		76,5	
Tegner-Activity-Score Ersteingriffe	prä-operativ	2,7	2,1	4,7	2,6
	post-operativ	4,8		7,3	
Tegner-Activity-Score Revisionseingriffe	prä-operativ	3,4	1,1	2,1	3,4
	post-operativ	4,5		5,5	

* nur isolierte Eingriffe berücksichtigt

Insgesamt kann man hier festhalten, dass keine eindeutigen Ergebnisse im Hinblick auf die Frage vorliegen, ob die MPFL-Rekonstruktion als Ersteingriff bessere Ergebnisse liefert als die MPFL-Rekonstruktion als Revisionseingriff, so dass auch hier weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden sollten.

5.3 Hypothese 3 - Einfluss individueller Parameter auf das Outcome der Operation in der Gesamtgruppe

Hinsichtlich der dritten Hypothese, verschiedene Konstellationen beeinflussten das Outcome der Patienten unabhängig von ihrer Gruppenzugehörigkeit, ließ sich zeigen, dass diese Hypothese tatsächlich auf einige Parameter zutraf. So zeigten sich signifikante Unterschiede im Bezug auf das Outcome der Patienten bei Betrachtung der Parameter Alter bei OP, operativ versorgte Seite, BMI, Beruf, generelle sportliche Betätigung, verwendete Fadenanker und Lage der Bohrkanäle.

Bisher sind in der Literatur nur wenige Studien zu finden, in denen untersucht wurde, ob bestimmte Parameter Einfluss auf das Outcome der Operation haben. In diesen wenigen Studien liegt zudem das Hauptaugenmerk nicht auf dieser Untersuchung, so dass die Datenlage bezüglich dieser Fragenstellung sehr dünn bleibt. Im Bezug auf die MPFL-Ersatzplastik mittels autologer Gracillessehne in double-bundle-Technik liegen derzeit lediglich 3 Studien vor, die den Einfluss von Ausgangsparametern auf das Outcome untersuchen [23, 29, 64].

Anhand meiner Ergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass jüngere Patienten, norm- oder allenfalls leicht übergewichtige Patienten, Patienten, die sich generell häufig sportlich betätigen und Patienten, die einer geregelten Arbeit nachgehen, bzw. Schüler oder Studenten sind, die besten Ausgangsvoraussetzungen im Hinblick auf das Ergebnis der Operation mitbringen. Enderlein et al. konstatierten in ihrer Arbeit von 2014 ebenfalls, dass ältere Patienten, in diesem Fall Patienten über 30 Jahre, sowie Patienten mit einem

BMI > 30m²/kg ein signifikant schlechteres Ergebnis hinsichtlich des im Rahmen der Nachuntersuchung erhobenen Kujala-Scores erzielen, als Patienten unter 30 Jahren [23].

Des Weiteren kann man konstatieren, dass Patienten, die sich generell nicht sportlich betätigen, ein höheres Risiko aufweisen, von der Operation nicht oder nur eingeschränkt zu profitieren und auch ein höheres Risiko aufweisen, eine Re-Luxation zu erleiden. Im Umkehrschluss darf jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass ein besonders hohes Maß an sportlicher Betätigung das Risiko von Komplikationen senkt, da in dieser Arbeit gezeigt werden konnte, dass auch Hochleistungssportler signifikant häufiger Re-Luxationen ohne adäquates Trauma erleiden. Insgesamt sollte dieses Ergebnis jedoch auf Grund der geringen Fallzahl der Re-Luxationen durch die Untersuchung eines größeren Kollektivs untermauert werden.

Es zeigte sich zudem, dass Patienten, die sich häufig sportlich betätigten ein signifikant höheres Aktivitätsniveau erreichen konnten als die Patienten, die sich nur gelegentlich oder nie sportlich betätigten. Dies dürfte jedoch in erste Linie dadurch erklärt werden, dass Patienten, die sich generell häufig sportlich betätigen auch generell aktiver sind als Patienten, die keinen Sport trieben. Interessanter ist hier, dass die Hochleistungssportler kein signifikant höheres Ergebnis angegeben haben.

Auch kann auf Grund der Ergebnisse dieser Arbeit festgestellt werden, dass Patienten, die bereits vor der Operation arbeitssuchend oder berentet waren, ein erhöhtes Risiko zeigen, durch die Operation keine Verbesserung hinsichtlich ihrer beruflichen Situation erreichen zu können, auch wenn sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Scores, der Zufriedenheit mit der Operation und der Schmerzsituation zwischen den Patienten, die einer geregelten Arbeit nachgingen und den Patienten, die dies nicht taten, nachweisen ließen.

Zudem konnte im Rahmen dieser Arbeit gezeigt werden, dass Patienten, deren rechtes Bein operiert wurde, ein höheres Risiko einer Komplikation aufweisen. Diesem Ergebnis sollte jedoch keine zu hohe Relevanz zugeordnet werden, da nicht festgehalten wurde, ob es sich bei der operierten Seite um Stand- oder Spielbein des Patienten handelte und somit die Unterscheidung in rechte und linke Seite sehr willkürlich erscheint. Auch die Annahme, dass im Gesamtkollektiv in der Regel das rechte Bein das dominante Bein sei, erscheint zu vage, um hier valide Rückschlüsse bezüglich des Ergebnisses ziehen zu können.

Im Rahmen meiner Studie konnte kein Zusammenhang zwischen den radiologischen prädisponierenden Faktoren und dem Outcome der Operation festgestellt werden, was jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach darin begründet ist, dass das untersuchte Patientenkollektiv aus den bereits erläuterten Gründen lediglich diskrete Normabweichungen zeigte.

Hinsichtlich der Fixierung des Transplantats an der Patella zeigte sich, dass die Verwendung von SwiveLock®-Ankern signifikant häufiger zu einer Bewegungseinschränkung führte als die Verwendung von PushLock®-Ankern. Über den Mechanismus, der zu diesem Resultat führt, kann anhand der Daten nur spekuliert werden. Zur Klärung bedarf es jedoch weiterführender Studien, die die zu Grunde liegende Biomechanik näher beleuchten.

Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass eine Lage der Bohrkanäle zur Fixierung des Transplantats an der Patella im mittleren Drittel zu einem signifikant höheren Beugedefizit führt als die Lage im oberen Drittel. Dies ist in erster Linie dadurch begründet, dass das MPFL anatomisch ebenfalls im oberen Drittel der Patella ansetzt und eine nicht-anatomische Rekonstruktion zu einer Veränderung der Biomechanik mit Erhöhung des Anpressdruckes und daraus resultierend zur Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und vorzeitigem Verschleiß führen kann [1, 8, 49, 59]. Im Gegensatz zum femoralen Insertionspunkt, der bereits in vielen radiologischen und biomechanischen Studien betrachtet wurde, ist die optimale Lage der patellaren Insertionspunkte bislang jedoch noch wenig untersucht.

Auch zeigten die Patienten mit im Rahmen der Nachuntersuchung festgestellter Bewegungseinschränkung sowie Patienten mit positivem Apprehension-Test in der Chi-Quadrat-Untersuchung häufiger Re-Luxationen ohne adäquates Trauma. Jedoch sollte man hinsichtlich der Interpretation dieses Ergebnisses die Frage berücksichtigen, ob die inadäquate Re-Luxation Folge des eingeschränkten Bewegungsausmaßes und des positiven Apprehension-Tests ist, oder ob es nicht eher auf Grund der inadäquaten Re-Luxation zu Bewegungseinschränkung bzw. einem positiven Apprehension-Test gekommen ist und auch aus diesem Grund schlechte Werte bei den metrischen Parametern erzielt wurden.

Des Weiteren zeigt diese Arbeit, dass einige Parameter keinen signifikanten Einfluss auf das Outcome der Operation hatten. Hierbei handelte es sich um die Parameter Geschlecht, Symptome der Gegenseite, Mechanismus des Erstereignisses, Zeitraum von Erstereignis bis MPFL-Operation, Re-Luxationsrate zwischen Erstereignis und MPFL-Operation, prä-operative Bewegungseinschränkung, prä-operativ vorliegende hypermobile Patella sowie die Durchführung zusätzlicher Eingriffe im Rahmen der MPFL-Operation.

Ronga et al. und Han et al. zeigten in ihren Arbeiten, dass weder ein vorliegender Knorpelschaden, noch das Geschlecht der Patienten Einfluss auf das Outcome der Patienten hatten [29, 64]. Im Gegensatz dazu zeigte die Arbeit von Enderlein et al., dass neben dem Alter der Patienten und dem BMI >30 (siehe oben), ein vorliegender höhergradiger Knorpelschaden und das weibliche Geschlecht als Prädiktor für ein schlechtes Outcome hinsichtlich des Kujala-Scores zu werten ist [23].

Bezüglich des Knorpelschadens verglichen sowohl Ronga et al. als auch Han et al. das Vorliegen einer Chondromalazie mit blanden Kniegelenken. In meiner Arbeit zeigten sich weder hinsichtlich des generellen Vorliegens einer Chondromalazie noch hinsichtlich des Ortes der Chondromalazie Unterschiede bezüglich des Outcomes. Enderlein et al. hingegen verglichen geringgradige mit höhergradigen Knorpelschäden, wodurch die Diskrepanz der Ergebnisse erklärt werden kann.

Zusammenfassend kann anhand der in der vorliegenden Arbeit erzielten Ergebnisse und der in der Literatur vorliegenden Untersuchungen im Bezug darauf, ob gewisse Parameter das Outcome der Operation beeinflussen oder nicht, konstatiert werden, dass das Alter bei OP, der BMI, der Beruf, die generelle sportliche Betätigung, die verwendeten Fadenanker und die Lage der Bohrkanäle das Outcome der Operation beeinflussen. Ferner können das Geschlecht, die betroffene Seite und eine höhergradige Chondromalazie Einfluss auf das Outcome der Operation haben, die genauen Zusammenhänge bleiben hier jedoch unklar. Letztlich keinen Einfluss auf das Outcome der Operation haben der Mechanismus des Erstereignisses, der Zeitraum von Erstereignis bis MPFL-Operation, die Re-Luxationsrate zwischen Erstereignis und MPFL-Operation, das prä-operative Vorliegen einer Bewegungseinschränkung oder einer hypermobilen Patella, sowie die Durchführung zusätzlicher Eingriffe im Rahmen der MPFL-Operation, wobei letzteres sicherlich nur für kleinere Eingriffe wie Chondropicking oder Meniskusteilresektionen gilt.

5.4 Stärken der Studie

Diese Arbeit zeichnet sich maßgeblich durch 2 Innovationen aus: Zum einen ist sie eine der ersten Arbeiten, die sich überhaupt mit der MPFL-Rekonstruktion als Revisionseingriff befasst und die Ergebnisse zudem mit denen von Patienten, bei denen die MPFL-Rekonstruktion als Ersteingriff durchgeführt wurde, vergleicht. Zum anderen ist dies die erste Arbeit, die sich ausführlich der Frage widmet, ob individuelle Parameter, unabhängig von den bereits häufig untersuchten prädisponierenden radiologischen Parametern und unabhängig von der ebenfalls schon viel beleuchteten femoralen Insertionsstelle, einen Einfluss auf das Outcome der MPFL-Rekonstruktion haben.

Eine weitere Stärke der Arbeit ist zudem, dass alle Patienten von derselben Person untersucht und auch die Röntgenbilder von nur einer Person beurteilt worden sind, da so interindividuelle Streuungen und Interpretationsvarianzen vermieden werden konnten.

5.5 Limitierungen der Studie

Schwachstelle dieser Arbeit ist in erster Linie die Tatsache, dass die prä- und intraoperativen Daten retrospektiv erhoben wurden, so dass nicht alle Parameter bei allen Patienten erhoben werden konnten. Auch mussten die für den Vergleich der prä- und

post-operativen Situation so wichtigen Scores hinsichtlich der prä-operativen Werte aus der Erinnerung der Patienten generiert werden und waren somit sehr subjektiv und durch die verstrichene Zeit verzerrt. Eine weitere Schwachstelle ist das relativ kleine Kollektiv von 61 Patienten und die daraus resultierende ebenfalls recht kleine Untergruppengröße, sowie der sehr variable Follow-Up-Zeitraum von 24 Monaten \pm 10, da gerade die Patienten mit einem eher kurzen Follow-Up die Ergebnisse eher nach unten verschieben.

5.6 Zusammenfassung

Die MPFL-Rekonstruktion in double-bundle Technik liefert gute Ergebnisse im Bezug auf die Verbesserung der Aktivitäten des täglichen Lebens (Kujala-Score, Lysholm-Score), des Aktivitätsniveaus (Tegner-Activity-Score) und auf die Reduktion des Schmerzniveaus, unabhängig davon, ob die Operation als Erst- oder Revisionseingriff durchgeführt wird. So ist ein Großteil der Patienten nach der Operation in der Lage, ihren vor der Operation ausgeübten Sport weiter zu betreiben oder das Niveau sogar zu steigern. Auch zieht die operative MPFL-Rekonstruktion eine hohe Patientenzufriedenheit mit dem Ergebnis nach sich und zeichnet sich als Operation mit einer geringen Rate an post-operativen Instabilitätsmomenten bzw. Luxationen oder Subluxationen aus.

Laut Literatur zählen zu den häufigsten Komplikationen nach MPFL-Rekonstruktion Bewegungseinschränkungen, Infektionen oder Wundheilungsstörungen, die nicht selten Ursache einer Revision-Operation oder Gelenkmobilisierung unter Narkose sind (vergleiche Tabelle 8).

Es konnte gezeigt werden, dass die Patellaluxation und die resultierende Minderbelastung zu einer Abnahme des Oberschenkelumfangs führt. Wie diese Abnahme qualitativ einzuschätzen ist, bleibt jedoch unklar und sollte anhand weiterführender (biomechanischer) Studien untersucht werden.

Die MPFL-Ersatzplastik als Ersteingriff liefert in unserem Kollektiv keine signifikant besseren Ergebnisse als die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff. Jedoch ist die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff bislang wenig untersucht, so dass Diskrepanzen zwischen den (wenigen) Ergebnissen vorliegen. Zur Klärung dieser Differenzen bedarf es weiterer Untersuchungen, um valide Rückschlüsse hinsichtlich des Outcomes, aber auch hinsichtlich des Vergleichs Erst- vs. Revisionseingriff ableiten zu können.

Verschiedene individuelle Parameter beeinflussen das Outcome der Operation:

Jüngere Patienten, norm- oder allenfalls leicht übergewichtige Patienten, Patienten, die sich generell häufig sportlich betätigen und Patienten, die einer geregelten Arbeit nachgehen, bzw. Schüler oder Studenten sind, bringen die besten Ausgangsvoraussetzungen im Hinblick auf das Ergebnis der Operation mit. Patienten, die

sich generell nicht sportlich betätigen, weisen ein höheres Risiko auf, von der Operation nicht oder nur eingeschränkt zu profitieren und eine Re-Luxation zu erleiden.

Auch scheint ein Zusammenhang zwischen der operierten Seite und dem Outcome der Patienten zu existieren, hier sollten weitere Untersuchungen mit der Unterscheidung zwischen Stand- und Spielbein angestrebt werden.

Die Verwendung von SwiveLock[®]-Ankern führte im untersuchten Kollektiv signifikant häufiger zu einer Bewegungseinschränkung als die Verwendung von PushLock[®]-Ankern. Zur Klärung des Kausalzusammenhangs bedarf es jedoch weiterführender (biomechanischer) Studien. Auch die Lage der Bohrkanäle zur Fixierung des Transplantats an der Patella im mittleren Drittel führt zu einem signifikant höheren Beugedefizit, als die Lage im oberen Drittel. Da die optimale Lage der patellaren Insertionspunkte bislang jedoch noch wenig untersucht ist, ergeben sich auch hier Ansätze für weiterführende (biomechanische) Studien.

Eine Chondromalazie kann in Abhängigkeit ihrer Schwere zu einer Verschlechterung des Outcomes führen. Jedoch reicht das alleinige Vorliegen einer Chondromalazie als Prädiktor nicht aus. Auch der Ort der Chondromalazie hat keinen Einfluss auf das Outcome.

Letztlich keinen Einfluss auf das Outcome der Operation haben der Mechanismus des Erstereignisses, der Zeitraum von Erstereignis bis MPFL-Operation, die Re-Luxationsrate zwischen Erstereignis und MPFL-Operation, das prä-operative Vorliegen einer Bewegungseinschränkung oder einer hypermobilen Patella sowie die Durchführung zusätzlicher Eingriffe im Rahmen der MPFL-Operation, wobei letzteres sicherlich nur für kleinere Eingriffe wie Chondropicking oder Meniskusteilresektionen gilt.

6 Zusammenfassung

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. med.

Ergebnisse nach MPFL-Ersatzplastik bei chronischer Patellainstabilität Ersteingriff vs. Revisionseingriff Einfluss individueller Parameter auf das Outcome der Operation

Eine retrospektive klinische Fallbeobachtungsstudie

angefertigt an der

Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie
Universitätsklinikum Leipzig

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Christoph Josten

und der

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Abteilung des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg
Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH Hannover

Chefarzt: Prof. Dr. med. Helmut Lill

Betreuer: Prof. Dr. med. Christoph Josten und
Prof. Dr. med. Helmut Lill

Eingereicht: Oktober 2015

Einführung

Die Patellaluxation nach lateral macht etwa 2-3% aller Knieverletzungen aus und tritt mit einer Inzidenz von ca. 2,3-5,8 pro 100.000 Einwohner in erster Linie in der 2. Lebensdekade auf [7]. Die Erstluxation ereignet sich meist im Rahmen von sportlicher Betätigung, jedoch ist der Luxationsmechanismus in der Regel als atraumatisch oder gering-traumatisch zu bewerten [7, 32, 58]. Häufig resultieren aus der Erstluxation rezidivierende Luxationen oder Subluxationen [90]. So werden nach der Erstluxation Re-Luxationsraten von 15-44% angegeben [32], wobei das Risiko einer erneuten Luxation nach stattgehabter Zweitluxation noch höher ist [57, 70].

Die Patellaführung wird durch verschiedene anatomische Gegebenheiten beeinflusst, die, in statische, passive und aktive Faktoren eingeteilt werden können [72].

Zu den **statischen Faktoren** zählen die Beinachse, die Rotation des Beines, knöcherner und knorplige Konfiguration der Trochlea sowie die Position der Tuberositas tibiae und damit der Ansatzpunkt des Lig. patellae. Vor allem die Trochleadysplasie wird als entscheidender statischer Faktor angesehen: Die Kniescheibe unterliegt bei Vorliegen einer Trochleadysplasie bei zunehmender Beugung keiner knöchernen Führung und kann somit nicht vor einer Luxation nach lateral geschützt werden [7].

Das mediale patello-femorale Ligament (MPFL) wurde in den letzten Jahren und Jahrzehnten als maßgeblicher **passiver Stabilisator** der Kniescheibe in strecknaher Position identifiziert und in biomechanischen Studien beschrieben [1, 13, 21, 22, 74]. So zeigten Conlan et al., dass das MPFL mit 53% den größten Anteil, das Lig. patellomeniscale sowie die tiefen medialen Kapselanteile jeweils nur einen Anteil von 22% der Widerstandskräfte gegen die Luxation der Patella nach lateral aufbrachten [13].

Die Zugkräfte des M. quadriceps femoris, vor allem des M. vastus medialis obliquus dienen der **aktiven Stabilisierung** der Patella. Ihnen wird jedoch im Vergleich zu den statischen und passiven Stabilisatoren eine untergeordnete Bedeutung zugesprochen [66, 69, 74].

Mit Zunahme Kniegelenksflexion ändern sich die vornehmlich einer Luxation entgegenwirkenden Faktoren. Während im streckungsnahen Bereich vor allen Dingen die passiven Stabilisatoren, allen voran das MPFL, der Luxation entgegenwirken, zeigt sich bei stärkerer Beugung eine zunehmende Stabilisierung durch die statischen Faktoren, vornehmlich durch die Trochlea, deren laterale Facette bei physiologischer Konfiguration vor einer Lateralisierung schützt [26, 74].

Zur Therapie der Patellaluxation stehen konservative und operative Therapieregime zur Verfügung. Welche Option gewählt wird, ist abhängig von dem zugrunde liegenden Pathomechanismus der Luxation. Neben stabilisierenden Weichteileingriffen, wird die operative Korrektur prädisponierender statischer Faktoren durchgeführt. Bei Fehlen oder allenfalls geringer Ausprägung der prädisponierenden Faktoren, konnten durch die MPFL-Rekonstruktion sehr gute post-operative Ergebnisse erzielt werden.

Ziel dieser Arbeit war es, die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff mit dem Outcome bei Primäreingriffen zu vergleichen und Faktoren zu bestimmen, die das klinische Outcome beeinflussen.

Material und Methoden

In der vorliegenden Studie wurden alle Patienten, die von Januar 2009 bis Dezember 2012 in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Diakoniekrankenhauses Friederikenstift gGmbH Hannover operativ mittels MPFL-Ersatzplastik stabilisiert worden sind, kontaktiert. Insgesamt entsprachen 87 Patienten den aufgestellten Kriterien. Davon konnten 61 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. Dies entspricht einer Quote

von 70,1%. Die restlichen 26 Patienten konnten entweder auf Grund nicht vorliegender aktueller Kontaktdaten nicht erreicht werden (n=19) oder wollten aus persönlichen Gründen nicht an der Studien bzw. der damit verbundenen Nachuntersuchung teilnehmen (n=7). Die Patienten wurden nach Einschluss in die Studie in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe A MPFL-Plastik als stabilisierende Erstoperation und Gruppe B MPFL-Plastik als stabilisierende Revisionsoperation. Der Gruppe der Primäreingriffe konnten 43 Patienten (70,5%) zugeordnet werden. Der Gruppe der Revisionseingriffe konnten 18 Patienten (29,5%) zugeordnet werden. Anhand der Aktenlage und vorliegenden Bildgebung wurden prä-operative funktionelle und klinische Daten, radiologische Daten sowie intra- und post-operative Daten erhoben. Im Rahmen der Nachuntersuchung wurden anhand eines standardisierten Studienprotokolls die Basisdaten der Patienten (Alter bei OP, Größe, Gewicht, Geschlecht, operierte Seite, Beruf), die generelle sportliche Betätigung, Zeitraum und Häufigkeit der Re-Luxationen zwischen Erstluxation und MPFL-Operation, Mechanismus des Erstereignisses, ggf. durchgeführte Voroperationen, Zeitpunkt des Wiedereintritts in die Arbeits- und Sportfähigkeit, Art der Nachbehandlung, aktuelles Bewegungsausmaß im Seitenvergleich, Umfangsdifferenz der Beine im Seitenvergleich, Apprehension-Test, aufgetretene Komplikationen wie Re-Luxation, Infektion und ggf. erfolgte Revisionsoperationen erhoben. Zudem wurden die Patienten gebeten, ihre Schmerzsituation, ihr Aktivitätsniveau auf der Skala nach Tegner und ihre Kniefunktion anhand des Kujala-Scores retrospektiv vor der Operation und aktuell einzuschätzen sowie anzugeben, wie zufrieden sie mit dem Ergebnis der Operation in Schulnoten waren. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde zusätzlich der Lysholm-Score erhoben. Das durchschnittliche Follow-Up lag zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 24,2 Monaten (Minimum 5, Maximum 41, Median 27, SD 10,04).

Die erhobenen Parameter wurden mittels IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. Released 2011 ausgewertet. Hierbei erfolgte zunächst die Auswertung der deskriptiven Daten der beiden Gruppen sowie die Überprüfung der Frage, ob durch die Operation eine signifikante Verbesserung innerhalb der Gruppen erzielt werden konnte. Des Weiteren wurden die Gruppen A und B zunächst hinsichtlich ihrer Ausgangsparameter miteinander verglichen, um auszuschließen, dass etwaige Signifikanzen auf Grund unterschiedlicher Ausgangsvoraussetzungen zu Stande kamen. Im Anschluss wurden die Gruppen hinsichtlich des Outcomes miteinander verglichen, um die aufgestellte Studienhypothese, das Outcome der Patienten mit Ersteingriff sei besser als das derer, die sich einem Revisionseingriff unterziehen, zu überprüfen. Im letzten Schritt der Auswertung wurde untersucht, ob einzelne Parameter, wie BMI, generelle sportliche Betätigung, etc., unabhängig von der Gruppenzuordnung zu Gruppe A oder B, das Outcome der Patienten beeinflussen. Bei allen durchgeführten Tests wurde ein Wert von $p < 0,05$ als signifikant angesehen.

Ergebnisse:

Die Patienten der Gruppe A konnten ihre Schmerzen auf der VAS um 2,77 Punkte von 5,47 auf 2,7 auf der VAS senken, der Kujala-Score konnte um 33,56 von 46,56 auf 80,12 Punkte gesteigert werden, der Tegner Activity Score konnte um 2,11 von Level 2,7 auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,81 gesteigert werden. Für alle drei Parameter zeigte sich eine signifikante Verbesserung von $p < 0,001$.

Die Patienten der Gruppe B konnten ihre Schmerzen auf der VAS um 1,6 Punkte von 4,7 auf 3,1 senken, der Kujala-Score konnte um 28,2 von 44,2 auf 72,4 Punkte gesteigert werden, der Tegner Activity Score konnte um 1,8 von Level 2,7 auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,5 gesteigert werden. Für den Kujala-Score zeigte sich eine signifikante Verbesserung von $p = 0,001$. Bezüglich der Schmerzen und des Aktivitätsniveaus zeigte sich keine signifikante Verbesserung.

Im Vergleich der Ausgangs-Parameter sowie hinsichtlich des Outcomes der Gruppen A und B zeigten sich keine signifikanten Unterschiede

In Betrachtung der Gesamtgruppe konnten die Schmerzen auf der VAS um 2,4 Punkte von 5,25 auf 2,85 gesenkt, der Kujala-Score um 31,99 von 45,85 auf 77,84 Punkte gesteigert und der Tegner-Activity-Score um 1,8 von Level 2,92 auf ein Aktivitätsniveau von Level 4,72 gesteigert werden. Für alle drei Parameter zeigte sich eine signifikante Verbesserung von $p < 0,001$.

Es zeigte sich, dass die Ausgangsparameter Alter bei OP, operativ-versorgte Seite, BMI, Beruf, generelle sportliche Betätigung, verwendete Fadenanker zur Transplantatfixierung an der Patella und Lage der Bohrkanäle in der Patella das Outcome der Operation signifikant beeinflussten. Keine signifikanten Auswirkungen auf das Outcome hatten die Parameter Geschlecht, Symptome der Gegenseite, Mechanismus des Erstereignisses, Zeitraum von Erstereignis bis MPFL-Operation, Re-Luxationsrate zwischen Erstereignis und MPFL-Operation, prä-operative Bewegungseinschränkung, prä-operativ vorliegende hypermobile Patella, prä-operative radiologische Parameter, Chondromalazie sowie die Durchführung zusätzlicher Eingriffe im Rahmen der MPFL-Operation.

Diskussion

Die MPFL-Rekonstruktion in double-bundle Technik liefert gute Ergebnisse im Bezug auf die Verbesserung der Aktivitäten des täglichen Lebens (Kujala-Score, Lysholm-Score), des Aktivitätsniveaus (Tegner-Activity-Score) und auf die Reduktion des Schmerzniveaus, unabhängig davon, ob die Operation als Erst- oder Revisionseingriff durchgeführt wird. So ist ein Großteil der Patienten nach der Operation in der Lage, ihren vor der Operation ausgeübten Sport weiter zu betreiben oder das Niveau sogar zu steigern. Auch zieht die operative MPFL-Rekonstruktion eine hohe Patientenzufriedenheit mit dem Ergebnis nach

sich und zeichnet sich als Operation mit einer geringen Rate an post-operativen Instabilitätsmomenten bzw. Luxationen oder Subluxationen aus.

Laut Literatur zählen zu den häufigsten Komplikationen nach MPFL-Rekonstruktion Bewegungseinschränkungen, Infektionen oder Wundheilungsstörungen, die nicht selten Ursache einer Revision-Operation oder Gelenkmobilisierung unter Narkose sind [75].

Es konnte gezeigt werden, dass die Patellaluxation und die resultierende Minderbelastung zu einer Abnahme des Oberschenkelumfangs führt. Wie diese Abnahme qualitativ einzuschätzen ist, bleibt jedoch unklar und sollte anhand weiterführender (biomechanischer) Studien untersucht werden.

Die MPFL-Ersatzplastik als Ersteingriff lieferte im untersuchten Kollektiv keine signifikant besseren Ergebnisse als die MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff, jedoch ist MPFL-Ersatzplastik als Revisionseingriff bislang wenig untersucht, so dass Diskrepanzen zwischen den (wenigen) Ergebnissen vorliegen. Zur Klärung dieser Differenzen bedarf es weiterer Untersuchungen, um valide Rückschlüsse hinsichtlich des Outcomes, aber auch hinsichtlich des Vergleichs Erst- vs. Revisionseingriff, ableiten zu können.

Verschiedene individuelle Parameter beeinflussen das Outcome der Operation:

Jüngere Patienten, norm- oder allenfalls leicht übergewichtige Patienten, Patienten, die sich generell häufig sportlich betätigen und Patienten, die einer geregelten Arbeit nachgehen bzw. Schüler oder Studenten sind, bringen die besten Ausgangsvoraussetzungen im Hinblick auf das Ergebnis der Operation mit. Patienten, die sich generell nicht sportlich betätigen, weisen ein höheres Risiko auf, von der Operation nicht oder nur eingeschränkt zu profitieren und eine Re-Luxation zu erleiden.

Auch scheint ein Zusammenhang zwischen der operierten Seite und dem Outcome der Patienten zu existieren. Hier sollten weitere Untersuchungen mit der Unterscheidung zwischen Stand- und Spielbein angestrebt werden.

Die Verwendung von SwiveLock[®]-Ankern führte im untersuchten Kollektiv signifikant häufiger zu einer Bewegungseinschränkung als die Verwendung von PushLock[®]-Ankern. Zur Klärung des Kausalzusammenhangs bedarf es jedoch weiterführender (biomechanischer) Studien. Auch die Lage der Bohrkanäle zur Fixierung des Transplantats an der Patella im mittleren Drittel führt zu einem signifikant höheren Beugedefizit als die Lage im oberen Drittel. Da die optimale Lage der patellaren Insertionspunkte bislang jedoch noch wenig untersucht ist, ergeben sich auch hier Ansätze für weiterführende (biomechanische) Studien.

Eine Chondromalazie kann in Abhängigkeit ihrer Schwere zu einer Verschlechterung des Outcomes führen. Jedoch reicht das alleinige Vorliegen einer Chondromalazie als Prädiktor nicht aus. Auch der Ort der Chondromalazie hat keinen Einfluss auf das Outcome.

VI. Literaturverzeichnis

1. Amis AA, Firer P, Mountney J, Senavongse W, Thomas NP (2003) Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *The Knee* 10(3):215–220. doi:10.1016/S0968-0160(03)00006-1
2. Andrikoula S, Tokis A, Vasiliadis HS, Georgoulis A (2006) The extensor mechanism of the knee joint: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(3):214–220. doi:10.1007/s00167-005-0680-3
3. Apprehension-Test. <http://www.gvle.de/kompendium/knie/0101/0020.html>. Zugegriffen: 15. April 2015
4. Arendt EA, Dejour D (2013) Patella instability: building bridges across the ocean a historic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21(2):279–293. doi:10.1007/s00167-012-2274-1
5. Avikainen V.J., Nikku R.K., Seppanen-Lehmonen T.K. (1993) Adductor magnus Tenodesis for Patella Dislocation. *Clin Orthop Relat Res* (297):12–16
6. Baier C, Springorum HR, Beckmann J, Grifka J, Matussek J (2011) Therapie der patellaren Instabilität bei Kindern und Jugendlichen. *Orthopade* 40(10):868-70, 872-4, 876. doi:10.1007/s00132-011-1775-9
7. Balcarek P, Frosch K (2012) Die Patellaluxation im Kindes- und Jugendalter. *Arthroskopie* 25(4):266–274. doi:10.1007/s00142-011-0687-3
8. Barnett AJ, Howells NR, Burston BJ, Ansari A, Clark D, Eldridge JD (2012) Radiographic landmarks for tunnel placement in reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20(12):2380–2384. doi:10.1007/s00167-011-1871-8
9. Bizzini M, Biedert R, Maffiuletti N, Impellizzeri F (2008) Biomechanische Aspekte in der Rehabilitation des Patellofemoralgelenks. *Orthopade* 37(9):864, 866-71. doi:10.1007/s00132-008-1293-6
10. Buckup K (2009) Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskel. Untersuchungen - Zeichen - Phänomene, 4. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart
11. Christiansen SE, Jacobsen BW, Lund B, Lind M (2008) Reconstruction of the medial patellofemoral ligament with gracilis tendon autograft in transverse patellar drill holes. *Arthroscopy* 24(1):82–87. doi:10.1016/j.arthro.2007.08.005
12. Christoforakis J, Bull, A M J, Strachan RK, Shymkiw R, Senavongse W, Amis AA (2006) Effects of lateral retinacular release on the lateral stability of the patella.

- Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 14(3):273–277. doi:10.1007/s00167-005-0699-5
13. Conlan T, Garth WP Jr, Lemons JE (1993) Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg* 75:682–693
 14. Cooney AD, Kazi Z, Caplan N, Newby M, St Clair Gibson, A, Kader DF (2012) The relationship between quadriceps angle and tibial tuberosity-trochlear groove distance in patients with patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20(12):2399–2404. doi:10.1007/s00167-012-1907-8
 15. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM et al. (2004) Analysis of outcome measures for persons with patella-femoral pain: which are reliable and valid? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85:815–822
 16. Csintalan RP, Latt LD, Fornalski S, Raiszadeh K, Inacio MC, Fithian DC (2014) Medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction for the treatment of patellofemoral instability. *J Knee Surg* 27(2):139–146. doi:10.1055/s-0033-1360652
 17. da Cunha RA, Costa LO, Hespanhol Junior LC. (2013) Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 43:332
 18. Dejour DH (2013) The patellofemoral joint and its historical roots: the Lyon School of Knee Surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21(7):1482–1494. doi:10.1007/s00167-012-2331-9
 19. Dejour D., Reynaud P (1998) Douleurs et instabilité rotulienne. Essai de classification. *Med Hyg* (56):1466–1471
 20. Dejour, H., Walch, G. (1987) Morphologic factors in patellary instability: clinical, radiologic, an tomographic data. *Joun Lyon Chir Geno*:25–35
 21. Desio SM, Burks RT, Bachus KN (1998) Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med* 26:59–65
 22. Dye SF (1994) Functional anatomy and biomechanics of the patellofemoral joint. *The Knee*:381–389
 23. Enderlein D, Nielsen T, Christiansen SE, Faunø P, Lind M (2014) Clinical outcome after reconstruction of the medial patellofemoral ligament in patients with recurrent patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22(10):2458–2464. doi:10.1007/s00167-014-3164-5

24. Fa. Arthrex Fadenanker - knotenlos.
<https://www.arthrex.com/de/schulter/knotenlose-fadenanker>. Zugegriffen: 15. April 2015
25. Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F, Nitsch R, Waldeyer AJ (2009) Waldeyer - Anatomie des Menschen, 17. Aufl. De Gruyter, Berlin
26. Farahmand F, Naghi Tahmasbi M, Amis A (2004) The contribution of the medial retinaculum and quadriceps muscles to patellar lateral stability--an in-vitro study. *The Knee* 11(2):89–94. doi:10.1016/j.knee.2003.10.004
27. Feller JA, Richmond AK, Wasiak J (2014) Medial patellofemoral ligament reconstruction as an isolated or combined procedure for recurrent patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22(10):2470–2476. doi:10.1007/s00167-014-3132-0
28. Fucentese SF, Zingg PO, Schmitt J, Pfirrmann C, Meyer DC, Koch PP (2011) Classification of trochlear dysplasia as predictor of clinical outcome after trochleoplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19(10):1655–1661. doi:10.1007/s00167-011-1410-7
29. Han H, Xia Y, Yun X, Wu M (2011) Anatomical transverse patella double tunnel reconstruction of medial patellofemoral ligament with a hamstring tendon autograft for recurrent patellar dislocation. *Arch Orthop Trauma Surg* 131(3):343–351. doi:10.1007/s00402-010-1173-5
30. Hensler D, Schöttle PB (2010) Erweiterte Indikationen für die Rekonstruktion des medialen patellofemorale Ligaments. *Arthroscopie* 23(3):184–190. doi:10.1007/s00142-010-0568-1
31. Hinterwimmer S, Imhoff AB, Minzlaff P, Saier T, Rosenstiel N, Hawe W, Feucht MJ (2013) Anatomical two-bundle medial patellofemoral ligament reconstruction with hardware-free patellar graft fixation: technical note and preliminary results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21(9):2147–2154. doi:10.1007/s00167-013-2498-8
32. Hohlweck J, Quack V, Arbab D, Spreckelsen C, Tingart M, Lüring C, Rath B (2013) Aktuelle diagnostische und therapeutische Vorgehensweise bei der primären und rezidivierenden Patellaluxation - Analyse einer bundesweiten Umfrage und der aktuellen Literatur. *Z Orthop Unfall* 151(4):380–388. doi:10.1055/s-0032-1328692
33. Jagodzinski M, Niemeyer P, Zeichen J, Balcarek P AWMF S1-Leitlinie Patella-Luxation. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/012-024.html>. Zugegriffen: 08. Mai 2015

34. Kaufer H (1979) Patellar biomechanics. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 144:51–54
35. Kohn LM, Meidinger G, Beitzel K, Banke IJ, Hensler D, Imhoff AB, Schöttle PB (2013) Isolated and combined medial patellofemoral ligament reconstruction in revision surgery for patellofemoral instability: a prospective study. *Am J Sports Med* 41(9):2128–2135. doi:10.1177/0363546513498572
36. Krishna Kumar MS, Renganathan S, Joseph CJ, Easwar TR, Rajan DV (2014) Medial patellofemoral ligament reconstruction in patellar instability. *Indian J Orthop* (48):501–505
37. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen Sk, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. (1993) Scoring Patellofemoral Disorders. *Arthroscopy* 9:159–163
38. Kusma M Operation nach Goldthwait. <http://www.lexikon-orthopaedie.com/pdx.pl?dv=0&id=01494>. Zugegriffen: 15. April 2015
39. Kusma M Q-Winkel. <http://www.lexikon-orthopaedie.com/pdx.pl?dv=0&id=01688>. Zugegriffen: 17. April 2015
40. Lim AK, Chang HC, Hui JH (2008) Recurrent Patellar Dislocation: Reappraising our Approach to Surgery. *Ann Acad Med Singapore* (37):320–323
41. Lin K, Lu Y, Renn J (2015) The Double-Pulley Technique for Anatomical Double-Bundled Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction
42. Lippacher S , Dreyhaupt J , Williams SR , Reichel H , Nelitz M (2014) Reconstruction of the Medial Patellofemoral Ligament: Clinical Outcomes and Return to Sports. *Am J Sports Med* 42(7):1661–1668
43. 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
44. Matthews JJ, Schranz P (2010) Reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a longitudinal patellar tunnel technique. *Int Orthop* 34(8):1321–1325. doi:10.1007/s00264-009-0918-7
45. McCarthy, M., Ridley, T.J., Bollier, M., Wolf, B., Albright, J., Amendola, A. (2013) Femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *The Iowa Orthopaedic Journal* (33):58–63
46. Mikashima Y, Kimura M, Kobayashi Y, Miyawaki M, Tomatsu T (2006) Clinical results of isolated reconstruction of the medial patellofemoral ligament for recurrent dislocation and subluxation of the patella. *Acta Orthop. Belg.* (72):65–71

47. Münch MC (2012) Klinische Ergebnisse nach Rekonstruktion des Ligamentum patellofemorale mediale zur Behandlung der patellofemorale Instabilität. Eine prospektive Studie. <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=1063099>. Zugegriffen: 27. April 2015
48. Nelitz M, Dreyhaupt J, Reichel H, Woelfle J, Lippacher S (2013) Anatomic reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children and adolescents with open growth plates: surgical technique and clinical outcome. *Am J Sports Med* 41(1):58–63. doi:10.1177/0363546512463683
49. Nomura E, Inoue M, Osada N (2005) Anatomical analysis of the medial patellofemoral ligament of the knee, especially the femoral attachment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13(7):510–515
50. Oestern S, Varoga D, Lippross S, Kaschwich M, Finn J, Buddrus B, Seekamp A (2011) Patellaluxation. *Unfallchirurg* 114(4):345-58; quiz 359. doi:10.1007/s00113-011-2012-z
51. Olk, A., Hennig, F.F. (2002) Anatomische Voraussetzungen der Patellaluxation. *Trauma und Berufskrankheit* (4 - Supplement 3):201–205
52. Ostermeier S, Becher C (2010) Einfluss des Tuberositastransfers auf das patellofemorale Gelenk. *Arthroscopie* 23(3):208–214. doi:10.1007/s00142-010-0571-6
53. Pagenstert GI, Bachmann M (2008) Klinische Untersuchung bei patellofemorale Problemen. *Orthopade* 37(9):890-5, 897-903. doi:10.1007/s00132-008-1296-3
54. Palmu S, Kallio PE, Donell ST et al (2008) Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg* (90):463–470
55. Panagopoulos A , van Niekerk L, Triantafillopoulos IK (2008) MPFL reconstruction for recurrent patella dislocation a new surgical technique and review of the literature. - PubMed - NCBI. *Int J Sports Med*. 29(5):359–365
56. Panni AS, Alam M, Cerciello S, Vasso M, Maffulli N (2011) Medial patellofemoral ligament reconstruction with a divergent patellar transverse 2-tunnel technique. *Am J Sports Med* 39(12):2647–2655. doi:10.1177/0363546511420079
57. Petersen W, Forkel P, Achtnich A (2012) Chronische patellofemorale Instabilität. *Unfallchirurg* 115(5):397–409. doi:10.1007/s00113-012-2197-9
58. Petri M, Krettek C, Jagodzinski M (2012) Evidenzbasierte Indikationsstellung bei Patellaluxation. *Unfallchirurg* 115(5):387–391. doi:10.1007/s00113-012-2195-y

59. Philippot R, Chouteau J, Wegrzyn J, Testa R, Fessy MH, Moyon B (2009) Medial patellofemoral ligament anatomy: implications for its surgical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17(5):475–479. doi:10.1007/s00167-009-0722-3
60. Placella G, Tei M, Sebastiani E, Speziali A, Antinolfi P, Delcogliano M, Georgoulis A, Cerulli G (2014) Anatomy of the Medial Patello-Femoral Ligament: a systematic review of the last 20 years literature. *Musculoskelet Surg*. doi:10.1007/s12306-014-0335-y
61. Quirbach S, Smekal V, Rosenberger RE, El Attal R, Schöttle PB (2012) Anatomische Rekonstruktion des medialen patellofemorales Bands mit gedoppelter Gracilissehne. *Oper Orthop Traumatol* 24(2):131–139. doi:10.1007/s00064-011-0123-x
62. Raghuvver RK, Mishra CB (2012) Reconstruction of medial patellofemoral ligament for chronic patellar instability. *Indian J Orthop* 46(4):447–454. doi:10.4103/0019-5413.97259
63. Rhee S, Pavlou G, Oakley J, Barlow D, Haddad F (2012) Modern management of patellar instability. *Int Orthop* 36(12):2447–2456. doi:10.1007/s00264-012-1669-4
64. Ronga M, Oliva F, Longo UG, Testa V, Capasso G, Maffulli N (2009) Isolated medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* 37(9):1735–1742. doi:10.1177/0363546509333482
65. Schaller C, Kusche H, Gutsfeld P, Bühren V (2015) Differenzierte Behandlung der Patellaluxation im Adoleszentenalter. *Trauma und Berufskrankheit* 17(S1):192–200. doi:10.1007/s10039-014-2133-z
66. Schmeling A Aktuelle Aspekte der Patellofemorales Instabilität. *Stiftung zur Förderung der Arthroskopie* (23)
67. Schöttle PB, Fucentese SF, Romero J (2005) Clinical and radiological outcome of medial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosus autograft for patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13(7):516–521. doi:10.1007/s00167-005-0659-0
68. Schöttle PB, Hensler D, Imhoff AB (2008) Die direkte anatomische Rekonstruktion des Lig. patellofemorales mediale in Double-bundle-Technik - „aperture fixation“. *Arthroskopie* 21(3):192–195. doi:10.1007/s00142-008-0461-3

69. Schöttle PB, Hensler D (2008) Revisionseingriffe zur Patellastabilisierung nach erfolgloser Operation am Streckapparat. *Arthroskopie* 21(3):145–152. doi:10.1007/s00142-008-0450-6
70. Schöttle PB, Weiler A, Romero J (2005) Rekonstruktion des Lig. patellofemorale mediale bei patellofemorale Instabilität. *Arthroskopie* 18(4):293–300. doi:10.1007/s00142-005-0306-2
71. Schöttle P.B., Schmeling A., Rosenstiel N., Weiler A. (2007) Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* (35):801–804
72. Seitlinger G, Beitzel K, Scheurecker G, Imhoff A, Hofmann S (2011) Das schmerzhafte Patellofemoralgelenk. *Biomechanik, Diagnostik und Therapie. Orthopade* 40(4):353–370. doi:10.1007/s00132-011-1752-3
73. Seitlinger G, Scheurecker G, Högler R, Kramer J, Hofmann S (2010) Bildgebende Diagnostik des Patellofemoralgelenks. *Arthroskopie* 23(3):176–183. doi:10.1007/s00142-010-0567-2
74. Senavongse, W., Amis, A.A. (2005) The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability. A BIOMECHANICAL STUDY IN VITRO. *J Bone Joint Surg* 87-B(4):577–582
75. Shah JN, Howard JS, Flanigan DC, Brophy RH, Carey JL, Lattermann C (2012) A systematic review of complications and failures associated with medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* 40(8):1916–1923. doi:10.1177/0363546512442330
76. Sillanpää PJ, Mäenpää HM, Mattila VM, Visuri T, Pihlajamäki H (2009) A mini-invasive adductor magnus tendon transfer technique for medial patellofemoral ligament reconstruction: a technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17(5):508–512. doi:10.1007/s00167-008-0713-9
77. Song SY, Kim IS, Chang HG, Shin J, Kim HJ, Seo Y (2014) Anatomic medial patellofemoral ligament reconstruction using patellar suture anchor fixation for recurrent patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22(10):2431–2437. doi:10.1007/s00167-013-2730-6
78. St. Josefs-Hospital Wiesbaden GmbH - Deutsches Endoprothesenzentrum (2014) Anatomie & Funktion vom Kniegelenk. <http://www.deutsches-endoprothesenzentrum.de/knie/anatomie/anatomie.html>. Zugegriffen: 10. April 2015

79. Steinbrück A, Milz S, Woiczinski M, Schröder C, Utzschneider S, Jansson V, Fottner A (2011) Anatomie und Biomechanik des Patellofemoralgelenks. Physiologische Gegebenheiten und Veränderungen nach Implantation einer Knie totalendoprothese. *Orthopäde* 40(10):848, 850-2, 854. doi:10.1007/s00132-011-1773-y
80. Tecklenburg K, Dejour D, Hoser C, Fink C (2005) Ossäre und chondrale Anatomie des patellofemorales Gelenks. *Arthroskopie* 18(4):282–288. doi:10.1007/s00142-005-0305-3
81. Tegner, Y. and Lysholm, J. (1985) Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*:43–49
82. Tillmann B (2010) *Atlas der Anatomie des Menschen*, 2. Aufl. Springer, Heidelberg
83. Toritsuka Y, Amano H, Mae T, Uchida R, Hamada M, Ohzono K, Shino K (2011) Dual tunnel medial patellofemoral ligament reconstruction for patients with patellar dislocation using a semitendinosus tendon autograft. *The Knee* 18(4):214–219. doi:10.1016/j.knee.2010.05.007
84. Visuelle Analog Skala. http://www.geriatrie-bochum.de/gif/bild_visuelle_analog_skala.gif. Zugegriffen: 15. April 2015
85. Wagner D, Pfalzer F, Hingelbaum S, Huth J, Mauch F, Bauer G (2013) The influence of risk factors on clinical outcomes following anatomical medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction using the gracilis tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21(2):318–324. doi:10.1007/s00167-012-2015-5
86. Waligora AC, Johanson NA, Hirsch BE (2009) Clinical anatomy of the quadriceps femoris and extensor apparatus of the knee. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 467(12):3297–3306. doi:10.1007/s11999-009-1052-y
87. Wang C, Ma L, Zhou J, Ji G, Wang H, Wang F, Wang J (2013) Double-bundle anatomical versus single-bundle isometric medial patellofemoral ligament reconstruction for patellar dislocation. *Int Orthop* 37(4):617–624. doi:10.1007/s00264-013-1788-6
88. Warren LF, Marshall JL (1979) The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg* (61):56–62
89. Watanabe T, Muneta T, Ikeda H, Tateishi T, Sekiya I (2008) Visual analog scale assessment after medial patellofemoral ligament reconstruction: with or without tibial tubercle transfer. *J Orthop Sci* 13(1):32–38. doi:10.1007/s00776-007-1196-0

90. Wirth T (2011) Patellaluxationen. Unfallchirurg 114(5):388–395.
doi:10.1007/s00113-011-1968-z
91. Wirth B ,Liffert F ,de Bruin ED (2011) Entwicklung und Evaluation einer deutschen Version des Lysholm-Scores zur Erfassung der Funktion nach einer Verletzung des vorderen Kreuzbands. Sportverletz Sportschaden 25(1):37–43.
doi:10.1055/s-0029-1245825
92. Wirth, C.J., Rudert, M. (2000) Das Patellofemorale Schmerzsyndrom. Korrelation zwischen Q-Winkel und Patellaposition. Steinkopf, Darmstadt
93. Wörtler K, Eiber M, Waldt S (2011) Messverfahren und Klassifikationssysteme in der muskuloskelettalen Radiologie, 1. Aufl. Thieme, Stuttgart

VII. Anhang

VII.1. Studienprotokoll / Scores

Studienprotokoll

„Ergebnisse nach MPFL-Ersatzplastik bei chronischer Patellainstabilität

Ersteingriff vs. Revisionseingriff

Einfluss individueller Parameter auf das Outcome der Operation“

Kriterien

Einschlusskriterien:

- Chronische Patella-Instabilität
- Operative Versorgung mit MPFL-Ersatzplastik im Friederikenstift von 01/09 bis 12/12
- Studieneinverständnis
- Follow-Up-Fähigkeit
- Compliance

Ausschlusskriterien:

- Alkohol- / Drogenabusus
- Mehrfach- und Vorverletzungen des Kniegelenks unabhängig von der Patellainstabilitäten
- akute refixierungsbedürftige Flake-Frakturen
- Vorbestehende Erkrankungen, die die Beinfunktion beeinflussen (z.B. neuromuskuläre oder rheumatische, signifikante psychiatrische oder metabolische Erkrankungen)

Gruppendefinition:

- Gruppe A: MPFL-Plastik als Erst-OP
- Gruppe B: MPFL-Plastik als Revisions-OP

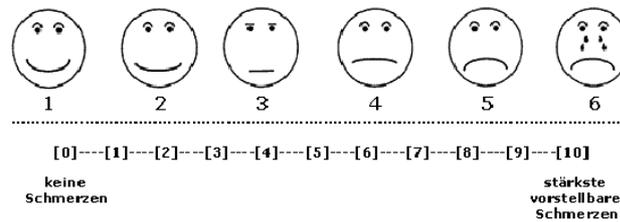
Datenerhebung

Basisdaten:

- Alter bei OP: _____
- Geschlecht: männlich weiblich
- Betroffene Seite links rechts
- Größe: _____ Gewicht: _____
- Beruf: _____
- Ersteingriff: ja nein
- Zeitraum Erstereignis bzw. Erstauftreten von Symptomen bis MPFL-Plastik _____ Monate

Prä-OP (nach retrospektiver Befragung und Aktenlage):

- Schmerzangabe nach VAS



- Einschränkung im täglichen Leben (Kujala-Score) vor OP

Hinken

- Keines (5)
- Gering oder zeitweise (3)
- Dauerhaft (0)

Belastbarkeit

- Keine Einschränkung (5)
- Schmerzhaft (3)
- Unmöglich (0)

Gehfähigkeit

- Unbegrenzt (5)
- >/= 2 km (3)
- 1-2km(2)
- Unmöglich (0)

Schmerzen beim Treppensteigen

- Keine (10)
- Gering beim Abwärtsgehen (8)
- Gering beim Auf- und Abwärtsgehen (5)
- Unmöglich (0)

Schmerzen beim Knien

- Keine(5)
- Beim wiederholten Knien (4)
- Immer (3)
- Möglich mit Teilbelastung (2)
- Unmöglich (0)

Rennen und Laufen

- Keine Einschränkung (10)
- Schmerzen nach > 2km (8)
- Leichte Schmerzen ab Beginn (6)
- Starke Schmerzen (3)
- Unmöglich (0)

Hüpfen

- Keine Einschränkung (10)
- Leichte Einschränkung (7)

Dauerhafter Schmerz (2)

Unmöglich (0)

Sitzen mit gebeugtem Knie

- Keine Einschränkung (10)
- Schmerzen nach Belastung (8)
- Dauerhafter Schmerz(6)
- Schmerz erfordert Streckung (3)
- Unmöglich (0)

Schmerz

- Kein Schmerz (10)
- Leicht und gelegentlich (8)
- Stört den Schlaf (6)
- Gelegentlich starker Schmerz (3)
- Konstant starker Schmerz (0)

Schwellung

- Keine (10)
- Nach starker Belastung (8)
- Nach tägl. Aktivitäten (6)
- Jeden Abend (4)
- Dauerhaft (0)

Abnorme Patella-Beweglichkeit

- Keine (10)
- Manchmal beim Sport (6)
- Manch. nach tägl. Aktivitäten (4)
- Eine dokument. Re-Luxation (2)
- Mehr als 2 dok. Re-Luxationen (0)

Muskelatrophie

- Keine (5)
- Leicht (3)
- Schwer (0)

Beugedefizit

- keines (5)
- leicht (3)
- schwer (0)

- Aktivitätsniveau (Activity-Score nach Tegner) vor OP
 - Level 10
 - Nationale oder internationale Turniere => Fußball, Hallen-Ballsport mit Gegnerkontakt (Handball, Basketball)
 - Level 9
 - Nationale oder internationale Turniere => Abfahrtslauf, Hallen-Ballsport ohne Gegnerkontakt (Squash, Badminton)
 - Regionale Turniere => Fußball, Hallen- Ballsport mit Gegnerkontakt
 - Level 8
 - Turniersport => Hallen- Ballsport ohne Gegnerkontakt, Eishockey, Abfahrtslauf
 - Level 7
 - Turniersport => Tennis, Turnen, Ringen, Leichtathletik
 - Freizeitsport => Fußball, Hallen- Ballsport, Querfeldeinlauf, Abfahrtslauf
 - Level 6
 - Freizeitsport => Tennis, Leichtathletik, Turnen, Joggen mindestens fünfmal wöchentlich
 - Level 5
 - Arbeit => schwere körperliche Arbeit (Bauarbeit, Waldarbeit)
 - Turniersport => Radfahren, Langlauf, Rudern
 - Freizeitsport => Jogging auf unebenem Boden zweimal wöchentlich
 - Level 4
 - Arbeit => mittelschwere körperliche Arbeit (Lastwagenfahren, Bodenreinigung)
 - Freizeitsport => Radfahren, Langlauf, Jogging auf ebenem Boden zweimal wöchentlich
 - Level 3
 - Arbeit => leichte körperliche Arbeit (Krankenschwester)
 - Turnier- und Freizeitsport => Schwimmen, Waldspaziergänge
 - Level 2
 - Arbeit => leichte körperliche Arbeit
 - Gehen auf unebenem Boden
 - Level 1
 - Arbeit => sitzende Tätigkeit
 - Gehen auf ebenem Boden
 - Level 0
 - wegen Kniebeschwerden arbeitsunfähig oder berentet

- Intensität der sportlichen Betätigung nach IKDC
 - Hochleistungssportler
 - Häufige sportliche Betätigung
 - Gelegentliche sportliche Betätigung
 - Kein Sport

- Erstereignis

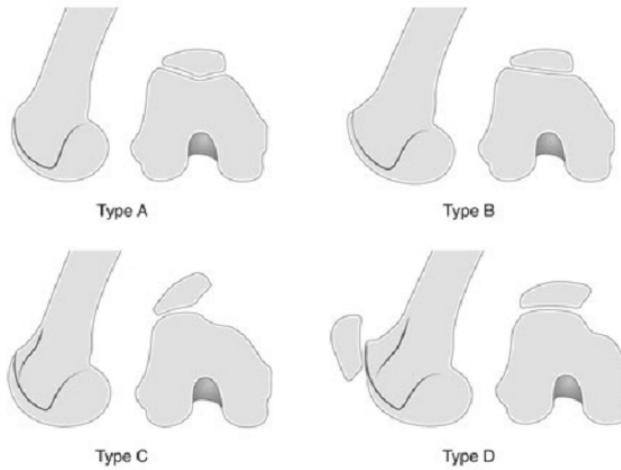
○ Zeitpunkt		
○ Trauma	adäquat	inadäquat
○ Spontanreposition	ja	nein

- Re-Luxationen

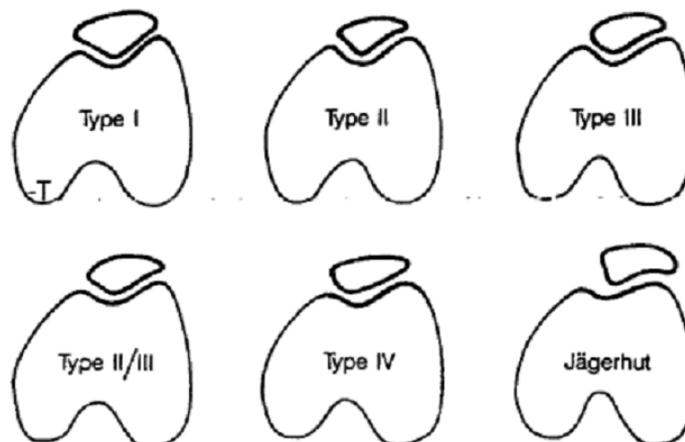
- Wie viele _____
- Wann zuletzt _____
- Trauma adäquat inadäquat
- Spontanreposition ja nein

- Prä-disponierende Faktoren anhand der (vorliegenden) Bildgebung

- Q-Winkel _____
- Patellahochstand ja _____ nein
- Trochleadysplasie (Dejour) ja _____ nein



- Patelladysplasie (Wiberg) ja _____ nein



- Symptome Gegenseite ja _____ nein _____
- Insall-Index _____
- TTTG rechts _____ links _____
- Beinachse betroffene Seite _____

- Begleitläsionen
 - Osteochondrale Läsion ja _____ nein _____
 - Knöcherner Ausriss MPFL ja, femoral _____ ja, patellar _____ nein _____

- Klinische Untersuchung
 - Bewegungsausmaß ____/____/____
 - Apprehensionstest positiv _____ negativ _____
 - Hypermobile Patella ja _____ nein _____
 - Druckschmerz MPFL ja _____ nein _____

- Vor-OPs
 - Anzahl der (Revisions-) Eingriffe _____
 - Art der Eingriffe _____
 - Verwendete Implantate _____
 - Re-Luxationen post-OP Ja _____ nein _____
 - Wann _____
 - Wieviele _____
 - Trauma adäquat _____ inadäquat _____

Intra-OP:

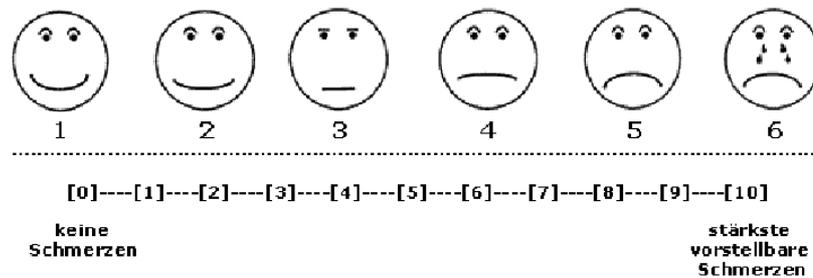
- OP-Technik
 - Fixation an der Patella: Push-Lock _____ Swivel-Lock _____
 - Zusätzliche Eingriffe: Laterales Release _____ med. Raffung _____ Sonstiges _____
- Chondromalazie patellar _____ Gleitlager _____
- Chondrale Flakes /freie Gelenkkörper ja _____ nein _____
- Wachstumsfugen offen _____ geschlossen _____
- Lage der Bohrkanäle (im post-OP Rö): oberes 1/3 _____ mittleres 1/3 _____ unteres 1/3 _____

Nachbehandlung:

- Hauseigenes Nachbehandlungsschema
 - o Schema komplett gefolgt
 - o Abweichungen vom Schema
- Arbeitsfähig ab _____
- Sportfähig ab _____

Follow up / post-OP:

- Follow-up (Tag der Untersuchung) _____
- Zufriedenheit in Schulnoten 1 2 3 4 5 6
- Schmerzangabe nach VAS



- Einschränkung im täglichen Leben (Kujala-Score) post OP

Hinken

- Keines (5)
- Gering oder zeitweise (3)
- Dauerhaft (0)

Belastbarkeit

- Keine Einschränkung (5)
- Schmerzhaft (3)
- Unmöglich (0)

Gehfähigkeit

- Unbegrenzt (5)
- >/= 2 km (3)
- 1-2km(2)
- Unmöglich (0)

Schmerzen beim Treppensteigen

- Keine (10)
- Gering beim Abwärtsgehen (8)
- Gering beim Auf- u. Abwärtsgehen (5)
- Unmöglich (0)

Schmerzen beim Knien

- Keine(5)
- Beim wiederholten Knien (4)
- Immer (3)
- Möglich mit Teilbelastung (2)
- Unmöglich (0)

Rennen und Laufen

- Keine Einschränkung (10)
- Schmerzen nach > 2km (8)
- Leichte Schmerzen ab Beginn (6)
- Starke Schmerzen (3)
- Unmöglich (0)

Hüpfen

- Keine Einschränkung (10)
- Leichte Einschränkung (7)
- Dauerhafter Schmerz (2)
- Unmöglich (0)

Sitzen mit gebeugtem Knie

- Keine Einschränkung (10)
- Schmerzen nach Belastung (8)
- Dauerhafter Schmerz(6)
- Schmerz erfordert Streckung (3)
- Unmöglich (0)

Schmerz

- Kein Schmerz (10)
- Leicht und gelegentlich (8)
- Stört den Schlaf (6)
- Gelegentlich starker Schmerz (3)
- Konstant starker Schmerz (0)

Schwellung

- Keine (10)
- Nach starker Belastung (8)
- Nach tägl. Aktivitäten (6)
- Jeden Abend (4)
- Dauerhaft (0)

Abnorme Patella-Beweglichkeit

- Keine (10)
- Manchmal beim Sport (6)
- Manch. nach tägl. Aktivitäten (4)
- Eine dokument. Re-Luxation (2)
- Mehr als 2 dok. Re-Luxationen (0)

Muskelatrophie

- Keine (5)
- Leicht (3)
- Schwer (0)

Beugedefizit

- keines (5)
- leicht (3)
- schwer (0)

- Einschränkungen tägliches Leben post-OP Lysholm Questionnaire

1. Hinken

- a. Nie (5)
- b. Wenig oder zeitweise (3)
- c. Stark oder immer (0)

2. Belastung

- a. Vollbelastung (5)
- b. Gehstützen oder Stock (2)
- c. Belastung nicht möglich (0)

3. Blockierung

- a. Keine Blockierung, kein Gefühl der Einklemmung (15)
- b. Gefühl der Einklemmung, aber keine Blockierung (10)
- c. Gelegentl. Blockierung (6)
- d. Häufige Blockierung (2)
- e. Blockiertes Gelenk bei Untersuch. (0)

4. Instabilität

- a. Niemals "giving way" Phänomen (25)
- b. "giving way" selten während Sport o anderer schwerer Anstrengung (20)
- c. "giving way" häufig während Sport o. anderer schwerer Anstrengung (15)
- d. „Giving way“ gelegentlich während Tätigkeiten des Alltags (10)
- e. „Giving way“ oft während Tätigkeiten des Alltags (5)
- f. „Giving way“ bei jedem Schritt (0)

5. Schmerzen

- a. Keine (25)
- b. Unregelmäßig und gering bei schwerer Anstrengung (20)
- c. Deutlich / ausgeprägt bei schwerer Anstrengung (15)
- d. Deutlich während oder nach dem Gehen von mehr als 2 km (10)
- e. Deutlich während oder nach dem Gehen von weniger als 2 km (5)
- f. Ständig (0)

6. Schwellung

- a. keine (10)
- b. bei schwerer Anstrengung (6)
- c. bei gewöhnlicher Anstrengung (2)
- d. Ständig (0)

7. Treppen steigen

- a. Kein Problem (10)
- b. Ein wenig beeinträchtigt (6)
- c. Schritt für Schritt (2)
- d. Nicht möglich (0)

8. Hocken

- a. Keine Probleme (5)
- b. Wenig beeinträchtigt (4)
- c. Nicht über 90° (2)
- d. Nicht möglich (0)

- Aktivitätsniveau (Activity-Score nach Tegner) post OP
 - Level 10
 - Nationale oder internationale Turniere => Fußball, Hallen-Ballsport mit Gegnerkontakt (Handball, Basketball)
 - Level 9
 - Nationale oder internationale Turniere => Abfahrtslauf, Hallen-Ballsport ohne Gegnerkontakt (Squash, Badminton)
 - Regionale Turniere => Fußball, Hallen- Ballsport mit Gegnerkontakt
 - Level 8
 - Turniersport => Hallen- Ballsport ohne Gegnerkontakt, Eishockey, Abfahrtslauf
 - Level 7
 - Turniersport => Tennis, Turnen, Ringen, Leichtathletik
 - Freizeitsport => Fußball, Hallen- Ballsport, Querfeldeinlauf, Abfahrtslauf
 - Level 6
 - Freizeitsport => Tennis, Leichtathletik, Turnen, Joggen mindestens fünfmal wöchentlich
 - Level 5
 - Arbeit => schwere körperliche Arbeit (Bauarbeit, Waldarbeit)
 - Turniersport => Radfahren, Langlauf, Rudern
 - Freizeitsport => Jogging auf unebenem Boden zweimal wöchentlich
 - Level 4
 - Arbeit => mittelschwere körperliche Arbeit (Lastwagenfahren, Bodenreinigung)
 - Freizeitsport => Radfahren, Langlauf, Jogging auf ebenem Boden zweimal wöchentlich
 - Level 3
 - Arbeit => leichte körperliche Arbeit (Krankenschwester)
 - Turnier- und Freizeitsport => Schwimmen, Waldspaziergänge
 - Level 2
 - Arbeit => leichte körperliche Arbeit
 - Gehen auf unebenem Boden
 - Level 1
 - Arbeit => sitzende Tätigkeit
 - Gehen auf ebenem Boden
 - Level 0
 - wegen Kniebeschwerden arbeitsunfähig oder berentet

- Beinumfang
 - Rechts: OS 10cm _____ Knie patellar_____ US 10 cm_____
 - Links: OS 10cm _____ Knie patellar_____ US 10cm _____

- Bewegungsausmaß
 - Bewegungseinschränkung ja nein
 - Rechts:
 - Links:

- Apprehension-Test positiv negativ

- Komplikationen
 - Allgemein:
 - Wundheilungsstörung ja nein
 - Infektion ja nein

○ Speziell:

- | | | |
|----------------|---------|-----------|
| ▪ Re-Luxation | ja | nein |
| • Anzahl | _____ | |
| • Trauma | adäquat | inadäquat |
| ▪ Instabilität | ja | nein |
| ▪ Revisions-OP | ja | nein |
| • Wann / Was | _____ | |
| | _____ | |
| | _____ | |
| | _____ | |

VII.2. Ethikantrag

Sekretariat der Ethikkommission
Vorsitzender Herr Prof. Dr. med. H.D. Tröger
Ethikkommission der MHH
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover

Hannover, den 12.03.2012

Betreff: Anfrage an die Ethikkommission der MHH

Sehr geehrter Prof. Dr. med. Tröger,
wir planen eine retrospektive klinische Fallbeobachtungsstudie

„Ergebnisse nach MPFL-Ersatzplastik bei chronischer Patella-Instabilität – Ersteingriff vs. Revisionseingriff“

im Rahmen derer wir alle Patienten (ca. n = 60), bei denen wir von 01/2009 bis 12/2011 bei o.g. Diagnose eine operative MPFL (Mediales Patello-Femorales Ligament) - Ersatzplastik durchgeführt haben, einschließen möchten.

Dazu möchten wir diese Patienten erneut einbestellen, nachuntersuchen und anhand von Fragenbögen ihre Zufriedenheit und ggf. noch vorhandene Einschränkungen erfassen. Sehr gern würden wir die Ergebnisse dieser Nachuntersuchungen zusammenfassen und publizieren.

Ziel der Studie wäre ein Vergleich der Ergebnisse nach Ersteingriff bzw. Revisionseingriff (Evaluation der subjektiven Zufriedenheit, des funktionellen Outcomes und der Komplikationen). Bildgebende Diagnostik mit Strahlenexposition (Röntgen/ Computertomographie) ist nicht vorgesehen.

Wir würden die Patienten und bei minderjährigen Patienten ihre Erziehungsberechtigten mündlich und schriftlich über das Vorhaben der anonymisierten Datenspeicherung zu Studienzwecken informieren und die erforderlich Einwilligung einholen.

Die Nachuntersuchung der Patienten wird anhand des anhängenden Protokolls durchgeführt.

Bitte teilen Sie uns mit, ob für die geplante retrospektive klinische Fallbeobachtungsstudie und die anschließende Publikation der anonymisierten Daten ein ausführlicher Antrag an die Ethikkommission der MHH notwendig ist oder ob diese Anfrage mit beiliegendem Patienteneinwilligungsschreiben und Studienprotokoll genügt.

Vielen Dank im Voraus und mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. med. Helmut Lill
Chefarzt
Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie

PD Dr. med. C. Voigt
Oberärztin
Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie

Theresa Diedrich
Assistenzärztin
Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie

VII.3. Votum der Ethikkommission



**Medizinische Hochschule
Hannover**

MHH Ethikkommission OE 0511
30625 Hannover

Frau
PD Dr. C. Voigt
Klinik für Unfall- und Wieder-
herstellungschirurgie
Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH
Postfach 2040
30020 Hannover

**Ethikkommission
Vorsitzender:
Prof. Dr. H. D. Tröger**

Sekretariat
Rita Landowski
Telefon: 0511 532-3443
Fax: 0511 532-5423
ethikkommission@mh-hannover.de

Carl-Neuberg-Strasse 1
30625 Hannover
Telefon: 0511 532-0
www.mh-hannover.de

15.03.12/La

Ergebnisse nach MPFL-Ersatzplastik bei chronischer Patella-Instabilität – Ersteingriff vs. Revisionseingriff Nr. 1387-2012

Sehr geehrte Frau Kollegin Voigt,

als Vorsitzender habe ich im Auftrag der Mitglieder der Ethikkommission Ihr Schreiben vom 13.03.12 und die Ausführungen zum o. g. Vorhaben geprüft. Für die Bewertung anonymisierter abteilungsinterner Patientendaten besteht grundsätzlich keine Vorlagepflicht bei der Ethikkommission. Auch aus berufsrechtlicher Sicht bestehen keine ethisch-rechtlichen Bedenken.

Mit besten Grüßen bin ich
Ihr

Prof. Dr. H. D. Tröger
Vorsitzender der Ethikkommission

Nachrichtlich:
Frau
Theresa Diedrich
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Diakoniekrankenhaus Friederikenstift gGmbH
Postfach 2040
30020 Hannover

VII.4. Hauseigener Nachbehandlungsbogen

Zeit nach OP	Bewegungsausmaß	Belastung/Hilfsmittel	Therapieaufbau
ab 1.- 2. Tag	<ul style="list-style-type: none"> das Kniegelenk ist ruhiggestellt 	<ul style="list-style-type: none"> schmerzabhängige Vollbelastung Orthese Gehhilfen bis das Gehen ohne Schmerzen und Ausweichbewegung en möglich ist 	<ul style="list-style-type: none"> ggf. Schmerzlinderung ggf. Resorptionsförderung (z.B. Muskelpumpe, Hochlagerung, apparative Kompressionstherapie und/ oder Manuelle Lymphdrainage) Isometrie (Spannungsübungen) Bewegungsübungen (=BÜ) für die angrenzenden Gelenke Gangschule mit Orthese ggf. Elektrotherapie
ab 3. Tag- 2. Woche	<ul style="list-style-type: none"> 0/ 0/ 30° Ext/ Flex, d.h. <ul style="list-style-type: none"> Extension (Streckung) bis zur Mittelstellung und max. 30° Flexion (Beugung) und erlaubt 	<ul style="list-style-type: none"> Orthese entsprechend einstellen 	<ul style="list-style-type: none"> aktive BÜ für das betroffene Gelenk ADL (Aktivitäten des täglichen Lebens) nach Entfernung der Fäden Narbenbehandlung Beinachsentraining
ab 3. Woche	<ul style="list-style-type: none"> 0/ 0/ 60° Ext/ Flex 		<ul style="list-style-type: none"> zunehmend aktive BÜ für das betroffene Gelenk
ab 5. Woche	<ul style="list-style-type: none"> 0/ 0/ 90° Ext/ Flex 		
ab 7. Woche	<ul style="list-style-type: none"> keine Bewegungslimitierung 	<ul style="list-style-type: none"> keine Hilfsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Üben gegen Widerstand erlaubt Koordinations- und Stabilisationsübungen Beginn Lauftraining und Kraulschwimmen mgl. Fahrad- und Autofahren bei entsprechender Funktion erlaubt
ab 3. Monat			<ul style="list-style-type: none"> Sportbeginn und sportartspezifisches Training nach ärztlicher Rücksprache
ab 6. Monat			<ul style="list-style-type: none"> Kontakt- und Risikosportarten nach ärztlicher Rücksprache



Nachbehandlungsempfehlung

Rekonstruktion des Ligamentum patellofemorale mediale
(MPFL, Patellastabilisierung)/ Stand 01.2014

VII.5. Gruppenvergleichstabellen mit Fehlerkorrektur

Jede Zeile testet die Nullhypothese, ob die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind. Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist 0,05

Tabelle 12: Alter bei OP vs. Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
bis 16 Jahre - 17 bis 21 Jahre	0,106	0,633
bis 16 Jahre - 22 bis 30 Jahre	0,001	0,006
bis 16 Jahre - älter als 30 Jahre	0,014	0,084
17 bis 21 Jahre - 22 bis 30 Jahre	0,064	0,382
17 bis 21 Jahre - älter als 30 Jahre	0,152	0,914
22 bis 30 Jahre - älter als 30 Jahre	0,917	1,000

Tabelle 13: Alter bei OP vs. Kujala-Score

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
älter als 30 Jahre - 17 bis 21 Jahre	0,063	0,375
älter als 30 Jahre - 22 bis 30 Jahre	0,028	0,169
älter als 30 Jahre - bis 16 Jahre	0,006	0,036
17 bis 21 Jahre - 22 bis 30 Jahre	0,584	1,000
17 bis 21 Jahre - bis 16 Jahre	0,214	1,000
22 bis 30 Jahre - bis 16 Jahre	0,514	1,000

Tabelle 14: Alter bei OP vs. Tegner-Activity-Score

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
älter als 30 Jahre - 17 bis 21 Jahre	0,158	0,947
älter als 30 Jahre - 22 bis 30 Jahre	0,167	1,000
älter als 30 Jahre - bis 16 Jahre	0,007	0,045
17 bis 21 Jahre - 22 bis 30 Jahre	0,971	1,000
17 bis 21 Jahre - bis 16 Jahre	0,79	0,476
22 bis 30 Jahre - bis 16 Jahre	0,111	0,669

Tabelle 15: Alter bei OP vs. Beugedefizit

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
bis 16 Jahre - 22 bis 30 Jahre	0,283	1,000
bis 16 Jahre - 17 bis 21 Jahre	0,101	0,608
bis 16 Jahre - älter als 30 Jahre	0,000	0,000
22 bis 30 Jahre - 17 bis 21 Jahre	0,652	1,000
22 bis 30 Jahre - älter als 30 Jahre	0,003	0,017
17 bis 21 Jahre - älter als 30 Jahre	0,006	0,034

Tabelle 16: BMI vs. Schmerzen auf VAS

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
< 18,5m ² /kg - 18,5 bis 24,9m ² /kg	0,630	1,000
< 18,5m ² /kg - 25 bis 29,9m ² /kg	0,283	1,000
< 18,5m ² /kg - >30m ² /kg	0,026	0,154
18,5 bis 24,9m ² /kg - 24,9 bis 29,9m ² /kg	0,304	1,000
18,5 bis 24,9m ² /kg - > 30m ² /kg	0,009	0,054
24,9 bis 29,9m ² /kg - > 30m ² /kg	0,122	0,732

Tabelle 17: Beruf vs. Arbeitsfähigkeit

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
Schüler/ Student - leichte körperliche Belastung	0,013	0,075
Schüler/ Student - hohe körperliche Belastung	0,000	0,000
Schüler/ Student - arbeitssuchend / berentet	0,002	0,011
leichte körperliche Belastung - hohe körperliche Belastung	0,549	1,000
leichte körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,522	1,000
hohe körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,869	1,000

Tabelle 18: Beruf vs. Zufriedenheit in Schulnoten

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
Schüler/ Student - leichte körperliche Belastung	0,082	0,491
Schüler/ Student - hohe körperliche Belastung	0,008	0,046
Schüler/ Student - arbeitssuchend / berentet	0,026	0,156
leichte körperliche Belastung - hohe körperliche Belastung	0,755	1,000
leichte körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,706	1,000
hohe körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,907	1,000

Tabelle 19: Beruf vs. Schmerzen auf der VAS

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
Schüler/ Student - leichte körperliche Belastung	0,326	1,000
Schüler/ Student - hohe körperliche Belastung	0,035	0,211
Schüler/ Student - arbeitssuchend / berentet	0,001	0,004
leichte körperliche Belastung - hohe körperliche Belastung	0,382	1,000
leichte körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,136	0,816
hohe körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,621	1,000

Tabelle 20: Beruf vs. Kujala-Score post-operativ

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
arbeitssuchend / berentet - hohe körperliche Belastung	0,121	0,726
arbeitssuchend / berentet - leichte körperliche Belastung	0,110	0,662
arbeitssuchend / berentet - Schüler/ Student	0,001	0,007
hohe körperliche Belastung - leichte körperliche Belastung	0,787	1,000
hohe körperliche Belastung - Schüler / Student	0,055	0,331
leichte körperliche Belastung - Schüler / Student	0,230	1,000

Tabelle 21: Beruf vs. Lysholm-Score post-operativ

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
arbeitssuchend / berentet - hohe körperliche Belastung	0,186	1,000
arbeitssuchend / berentet - leichte körperliche Belastung	0,166	0,933
arbeitssuchend / berentet - Schüler/ Student	0,006	0,035
hohe körperliche Belastung - leichte körperliche Belastung	0,796	1,000
hohe körperliche Belastung - Schüler / Student	0,109	0,653
leichte körperliche Belastung - Schüler / Student	0,333	1,000

Tabelle 22: Beruf vs. Beugedefizit post-operativ

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
Schüler/ Student - leichte körperliche Belastung	0,501	1,000
Schüler/ Student - hohe körperliche Belastung	0,233	1,000
Schüler/ Student - arbeitssuchend / berentet	0,000	0,002
leichte körperliche Belastung - hohe körperliche Belastung	0,557	1,000
leichte körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,006	0,037
hohe körperliche Belastung - arbeitssuchend / berentet	0,059	0,355

Tabelle 23: Sportliche Betätigung vs. Arbeitsfähigkeit

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
kein Sport - häufige sportl. Betätigung	0,997	1,000
kein Sport - Hochleistungssport	0,970	1,000
kein Sport - gelegentliche sportl. Betätigung	0,124	0,743
häufige sportl. Betätigung - Hochleistungssport	0,965	1,000
häufige sportl. Betätigung - gelegentliche sportl. Betätigung	0,004	0,026
Hochleistungssport - gelegentliche sportl. Betätigung	0,187	1,000

Tabelle 24: Sportliche Betätigung vs. Zufriedenheit in Schulnoten

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
häufige sportl. Betätigung - gelegentliche sportl. Betätigung	0,133	0,797
häufige sportl. Betätigung - kein Sport	0,021	0,127
häufige sportl. Betätigung - Hochleistungssport	0,081	0,489
gelegentliche sportl. Betätigung - kein Sport	0,256	1,000
gelegentliche sportl. Betätigung - Hochleistungssport	0,336	1,000
kein Sport - Hochleistungssport	0,894	1,000

Tabelle 25: Sportliche Betätigung vs. Schmerzen auf der VAS

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
häufige sportl. Betätigung - gelegentliche sportl. Betätigung	0,697	1,000
häufige sportl. Betätigung - kein Sport	0,181	1,000
häufige sportl. Betätigung - Hochleistungssport	0,001	0,005
gelegentliche sportl. Betätigung - Hochleistungssport	0,271	1,000
gelegentliche sportl. Betätigung - kein Sport	0,004	0,026
Hochleistungssport - kein Sport	0,393	1,000

Tabelle 26: Sportliche Betätigung vs. Kujala-Score

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
kein Sport - Hochleistungssport	0,782	1,000
kein Sport - gelegentliche sportl. Betätigung	0,016	0,096
kein Sport - häufige sportl. Betätigung	0,001	0,008
Hochleistungssport - gelegentliche sportl. Betätigung	0,155	0,929
Hochleistungssport - häufige sportl. Betätigung	0,057	0,344
gelegentliche sportl. Betätigung - häufige sportl. Betätigung	0,393	1,000

Tabelle 27: Sportliche Betätigung vs. Lysholm-Score

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
Hochleistungssport - kein Sport	0,922	1,000
Hochleistungssport - gelegentliche sportl. Betätigung	0,087	0,524
Hochleistungssport - häufige sportl. Betätigung	0,037	0,233
kein Sport - gelegentliche sportl. Betätigung	0,025	0,153
kein Sport - häufige sportl. Betätigung	0,004	0,025
gelegentliche sportl. Betätigung - häufige sportl. Betätigung	0,534	1,000

Tabelle 28: Sportliche Betätigung vs. Tegner-Activity-Score

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
kein Sport - gelegentliche sportl. Betätigung	0,110	0,661
kein Sport - Hochleistungssport	0,092	0,552
kein Sport - häufige sportl. Betätigung	0,000	0,001
gelegentliche sportl. Betätigung - Hochleistungssport	0,477	1,000
gelegentliche sportl. Betätigung - häufige sportl. Betätigung	0,003	0,016
Hochleistungssport - häufige sportl. Betätigung	0,460	1,000

Tabelle 29: Chondromalazie vs. Streckdefizit in Grad

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
ubiquitär - blande	0,775	1,000
ubiquitär - patellar	0,192	1,000
ubiquitär - Gleitlager	0,155	1,000
ubiquitär - sonstiges	0,016	0,159
blande - patellar	0,105	1,000
blande - Gleitlager	0,154	1,000
blande - sonstiges	0,015	0,154
patellar - Gleitlager	0,492	1,000
patellar - sonstiges	0,047	0,474
Gleitlager - sonstiges	0,166	1,000

Tabelle 30: Lage der Bohrkanäle vs. Beugedefizit in Grad*

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Signifikanz	Angepasste Signifikanz
oberes Drittel - unteres Drittel	0,670	1,000
oberes Drittel - mittleres Drittel	0,004	0,012
unteres Drittel - mittleres Drittel	0,316	0,948

VII.6. Kreuztabellen

Tabelle 31: Alter bei OP vs. Arbeitsfähigkeit

			innerhalb von 4 Wochen	innerhalb von 3 Monaten	innerhalb von 6 Monaten	innerhalb von 12 Monaten	länger als 12 Monate / nie	gesamt
Alter bei OP	bis 16 Jahre	Anzahl	16	3	0	0	0	19
		Erwartete Anzahl	10,3	5,0	2,2	,3	1,2	19,0
		% in Alter bei OP	84,2%	15,8%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	17-21 Jahre	Anzahl	12	6	2	0	0	20
		Erwartete Anzahl	10,8	5,2	2,3	,3	1,3	20,0
		% in Alter bei OP	60,0%	30,0%	10,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	22-30 Jahre	Anzahl	4	5	3	1	2	15
		Erwartete Anzahl	8,1	3,9	1,7	,2	1,0	15,0
		% in Alter bei OP	26,7%	33,3%	20,0%	6,7%	13,3%	100,0%
	älter als 30 Jahre	Anzahl	1	2	2	0	2	7
		Erwartete Anzahl	3,8	1,8	,8	,1	,5	7,0
		% in Alter bei OP	14,3%	28,6%	28,6%	0,0%	28,6%	100,0%
Gesamt	Anzahl	33	16	7	1	4	61	
	Erwartete Anzahl	33,0	16,0	7,0	1,0	4,0	61,0	
	% in Alter bei OP	54,1%	26,2%	11,5%	1,6%	6,6%	100,0%	

Tabelle 32: Seite vs. Sportfähigkeit in Gruppen

			0-3 Monate post-OP	4-6 Monate post-OP	7-12 Monate post-OP	13-24 Monate post-OP	>24 Monate	nie	gesamt
Seite	rechts	Anzahl	2	8	6	3	1	4	24
		Erwartete Anzahl	6,7	8,3	3,5	1,6	,4	3,5	24,0
		% in von Seite	8,3%	33,3%	25,0%	12,5%	4,2%	16,7%	100,0%
	links	Anzahl	15	13	3	1	0	5	37
		Erwartete Anzahl	10,3	12,7	5,5	2,4	,6	5,5	37,0
		% in von Seite	40,5%	35,1%	8,1%	2,7%	0,0%	13,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl	17	21	9	4	1	9	61	
	Erwartete Anzahl	17,0	21,0	9,0	4,0	1,0	9,0	61,0	
	% in von Seite	27,9%	34,4%	14,8%	6,6%	1,6%	14,8%	100,0%	

Tabelle 33: Seite vs. Umfangsdifferenz Oberschenkel

			keine Differenz	Abnahme < 2cm	Abnahme >/= 2cm	Zunahme < 2cm	Zunahme >/= 2cm	gesamt
Seite	rechts	Anzahl	1	9	10	2	2	24
		Erwartete Anzahl	5,5	8,3	5,5	3,5	1,2	24,0
		% in von Seite	4,2%	37,5%	41,7%	8,3%	8,3%	100,0%
	links	Anzahl	13	12	4	7	1	37
		Erwartete Anzahl	8,5	12,7	8,5	5,5	1,8	37,0
		% in von Seite	35,1%	32,4%	10,8%	18,9%	2,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl	14	21	14	9	3	61	
	Erwartete Anzahl	14,0	21,0	14,0	9,0	3,0	61,0	
	% in von Seite	23,0%	34,4%	23,0%	14,8%	4,9%	100,0%	

Tabelle 34: Seite vs. Revisions-OP

			Revisions-OP	Keine Revisions-OP	Gesamt
Seite	rechts	Anzahl	5	19	24
		Erwartete Anzahl	2,0	22,0	24,0
		% in von Seite	20,8%	79,2%	100,0%
	links	Anzahl	0	37	37
		Erwartete Anzahl	3,0	34,0	37,0
		% in von Seite	0,0%	100,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	5	56	61
		Erwartete Anzahl	5,0	56,0	61,0
		% in von Seite	8,2%	91,8%	100,0%

Tabelle 35: Beruf vs. Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit

			innerhalb von 4 Wochen	innerhalb von 3 Monaten	innerhalb von 6 Monaten	innerhalb von 12 Monaten	länger als 12 Monate / nie	gesamt
Beruf	Schüler / Student	Anzahl	30	4	0	0	0	34
		Erwartete Anzahl	18,4	8,9	3,9	0,6	2,2	34,0
		% in Beruf	88,2%	11,8%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	leichte Arbeit	Anzahl	1	5	0	0	1	7
		Erwartete Anzahl	3,8	1,8	0,8	0,1	0,5	7,0
		% in Beruf	14,3%	71,4%	0,0%	0,0%	14,3%	100,0%
	schwere Arbeit	Anzahl	1	6	5	0	1	13
		Erwartete Anzahl	7,0	3,4	1,5	0,2	0,9	13,0
		% in Beruf	7,7%	46,2%	38,5%	0,0%	7,7%	100,0%
	arbeits- suchend / berentet	Anzahl	1	1	2	1	2	7
		Erwartete Anzahl	3,8	1,8	0,8	0,1	0,5	7,0
		% in Beruf	14,3%	14,3%	28,6%	14,3%	28,6%	100,0%
Gesamt		Anzahl	33	16	7	1	4	61
		Erwartete Anzahl	33,0	16,0	7,0	1,0	4,0	61,0
		% in Beruf	54,1%	26,2%	11,5%	1,6%	6,6%	100,0%

Tabelle 36: Sportliche Betätigung vs. Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit

			in 4 Wochen	in 3 Monaten	in 6 Monaten	in 12 Monaten	> 12 Monate / nie	gesamt
Sportliche Betätigung	kein Sport	Anzahl	3	0	1	0	3	7
		Erwartete Anzahl	3,8	1,8	0,8	0,1	0,5	7,0
		% in Sport	42,9%	0,0%	14,3%	0,0%	42,9%	100,0%
	gelegentl. Sport	Anzahl	5	9	3	0	0	17
		Erwartete Anzahl	9,2	4,5	2,0	0,3	1,1	17,0
		% in Sport	29,4%	52,9%	17,6%	0,0%	0,0%	100,0%
	häufig Sport	Anzahl	23	6	3	1	1	34
		Erwartete Anzahl	18,4	8,9	3,9	0,6	2,2	34,0
		% in Sport	67,6%	17,6%	8,8%	2,9%	2,9%	100,0%
	Hochleist- ungssport	Anzahl	2	1	0	0	0	3
		Erwartete Anzahl	1,6	0,8	0,3	0,0	0,2	3,0
		% in Sport	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	33	16	7	1	4	61
		Erwartete Anzahl	33,0	16,0	7,0	1,0	4,0	61,0
		% in Sport	54,1%	26,2%	11,5%	1,6%	6,6%	100,0%

Tabelle 37: Sportliche Betätigung vs. Apprehension-Test post-operativ

			positiv	negativ	gesamt
Sportliche Betätigung	kein Sport	Anzahl	4	3	7
		Erwartete Anzahl	1,0	6,0	7,0
		% in Sport	57,1%	42,9%	100,0%
	gelegentl. Sport	Anzahl	2	15	17
		Erwartete Anzahl	2,5	14,5	17,0
		% in Sport	11,8%	88,2%	100,0%
	häufig Sport	Anzahl	2	32	34
		Erwartete Anzahl	5,0	29,0	34,0
		% in Sport	5,9%	94,1%	100,0%
	Hochleistungssport	Anzahl	1	2	3
		Erwartete Anzahl	0,4	2,6	3,0
		% in Sport	33,3%	66,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl	9	52	61	
	Erwartete Anzahl	9,0	52,0	61,0	
	% in Sport	14,8%	85,2%	100,0%	

Tabelle 38: Sportliche Betätigung vs. Re-Luxationsrate

			keine Luxationen / adäquates Trauma	inadäquat	gesamt
Sportliche Betätigung	kein Sport	Anzahl	4	3	7
		Erwartete Anzahl	6,2	0,8	7,0
		% in Sport	57,1%	42,9%	100,0%
	gelegentl. Sport	Anzahl	16	1	17
		Erwartete Anzahl	15,0	2,0	17,0
		% in Sport	94,1%	5,9%	100,0%
	häufig Sport	Anzahl	32	2	34
		Erwartete Anzahl	30,1	3,9	34,0
		% in Sport	94,1%	5,9%	100,0%
	Hochleistungssport	Anzahl	2	1	3
		Erwartete Anzahl	2,7	0,3	3,0
		% in Sport	66,7%	33,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	54	7	61	
	Erwartete Anzahl	54,0	7,0	61,0	
	% in Sport	88,5%	11,5%	100,0%	

Tabelle 39: Lage der Bohrkanäle vs. Bewegungseinschränkung

			ja	nein	gesamt
Lage der Bohrkanäle	oberes Drittel	Anzahl	16	14	30
		Erwartete Anzahl	20,2	9,8	30,0
		% in Lage der Bohrkanäle	53,3%	46,7%	100,0%
	mittleres Drittel	Anzahl	14	2	16
		Erwartete Anzahl	10,8	5,2	16,0
		% in Lage der Bohrkanäle	87,5%	12,5%	100,0%
	unteres Drittel	Anzahl	3	0	3
		Erwartete Anzahl	2,0	1,0	3,0
		% in Lage der Bohrkanäle	100,0%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	33	16	49	
	Erwartete Anzahl	33,0	16,0	49,0	
	% in Lage der Bohrkanäle	67,3%	32,7%	100,0%	

Tabelle 40: Bewegungseinschränkung post-OP vs. Re-Luxationrate

		keine Luxationen / adäquates Trauma	inadäquat	gesamt	
Bewegungseinschränkung	ja	Anzahl	30	7	37
		Erwartete Anzahl	32,8	4,2	37,0
		% in Bewegungseinschränkung	81,1%	18,9%	100,0%
	nein	Anzahl	24	0	24
		Erwartete Anzahl	21,2	2,8	24,0
		% in Bewegungseinschränkung	100,0%	0,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	54	7	61
		Erwartete Anzahl	54,0	7,0	61,0
		% in Bewegungseinschränkung	88,5%	11,5%	100,0%

Tabelle 41: Apprehension-Test post-operativ vs. Re-Luxationsrate

		keine Luxationen / adäquates Trauma	Inadäquat	gesamt	
Apprehension-Test postOP	positiv	Anzahl	5	4	9
		Erwartete Anzahl	8,0	1,0	9,0
		% in Apprehension-Test postOP	55,6%	44,4%	100,0%
	negativ	Anzahl	49	3	52
		Erwartete Anzahl	46,0	6,0	52,0
		% in Apprehension-Test postOP	94,2%	5,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	54	7	61
		Erwartete Anzahl	54,0	7,0	61,0
		% in Apprehension-Test postOP	88,5%	11,5%	100,0%

VIII. Selbstständigkeitserklärung

Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

.....

Datum

.....

Unterschrift

IX. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Theresa Diedrich
 Geburtsdatum: 26. Juli 1984
 Geburtsort: Hannover
 Familienstand: geschieden
 Nationalität: deutsch



Berufliche Laufbahn:

Seit 01. Juni 2013 Assistenzärztin im
 Zentrum für Unfallchirurgie und Orthopädie im
 Helios Klinikum Wuppertal
 Direktor: Prof. Dr. med. Andreas Dávid

01.2012 - 06.2012 Intensivmedizin in der
 Klinik für Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und
 Schmerzmedizin im
 Diakoniekrankenhaus Friederikenstift Hannover gGmbH
 Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. med. André Gottschalk, MBA

04.2010 – 05.2013 Assistenzärztin in der
 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie im
 Diakoniekrankenhaus Friederikenstift Hannover gGmbH
 Chefarzt: Prof. Dr. med. Helmut Lill

Studium:

10.2003 - 11.2009 Humanmedizin an der Ruhr-Universität Bochum
 06.09.2005 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
 Note: 4,00

27.11.2009 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
 Note: 2,50

27.11.2009 Ärztliche Prüfung
 Note: 3,00

15.12.2009 Erhalt der Approbation

Wissenschaftliche Arbeiten:

- Februar 2008 Veröffentlichung vorläufiger Ergebnisse der Arbeit „Retrospektive Analyse von 200 Patienten mit einem erworbenen Faktor XIII Mangel: Häufigkeit des Auftretens, Korrelation zwischen Mangel und klinisch manifesten Blutungen, klinisches Outcome der Patienten, Dosierung des Faktor-XIII-Konzentrats und Erfolg der Therapien“ bei der GTH in Wiesbaden.
- Mai 2008 Veröffentlichung vorläufiger Ergebnisse der Arbeit „Retrospektive Analyse von 200 Patienten mit einem erworbenen Faktor XIII Mangel: Häufigkeit des Auftretens, Korrelation zwischen Mangel und klinisch manifesten Blutungen, klinisches Outcome der Patienten, Dosierung des Faktor-XIII-Konzentrats und Erfolg der Therapien“ bei der WFH in Istanbul.
- Ende 2015 Die Veröffentlichung der im Rahmen der Dissertation „Ergebnisse nach MPFL-Ersatzplastik bei chronischer Patellainstabilität - Ersteingriff vs. Revisionseingriff und Einfluss individueller Parameter auf das Outcome der Operation“ erzielten Ergebnisse wird angestrebt.

.....
Datum.....
Unterschrift

X. Danksagung

Zunächst danke ich Herrn Prof. Dr. med. Christoph Josten für die Möglichkeit, an seiner Klinik promovieren zu können.

Mein ausdrücklicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Helmut Lill für die Überlassung des Promotionsthemas sowie für seine umfassende Unterstützung und Motivation zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Auch möchte ich Frau Prof. Dr. med. Christine Voigt für ihre Hilfe bei der Konzeptionierung dieser Arbeit und ihre Unterstützung herzlich danken.

Besonders möchte ich mich bei meiner Kollegin und Freundin Frau Dr. med. Julia Imrecke für ihre unkomplizierte Betreuung zu jeder Tages- und Nachtzeit und ihre Unterstützung bei der Bewältigung der kleineren und größeren Steine im Rahmen dieser Promotion bedanken.

Die Arbeit entstand in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Diakoniekrankenhauses Friederikenstift gGmbH in Hannover, Abteilung des BUK Hamburg. Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gilt mein Dank für die vielen offenen Ohren und Türen, auch nach Beendigung meines dortigen Arbeitsverhältnisses.

Abschließend, aber nicht minder herzlich, möchte ich mich bei meiner Familie für die motivierenden Worte, die weiterbringenden Anmerkungen und die anscheinend nie endende Geduld bedanken.