

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie

Klinikum rechts der Isar

(Leitung: Univ.- Prof. Dr. A. Imhoff)

**Langzeitergebnisse nach distalen und proximalen  
operativen Interventionen zur Behandlung höhergradiger  
patellofemoraler Instabilität**

Hilmar Krauss

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Medizin**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation: 1. Priv.-Doz. Dr. P. Schöttle

2. Univ.-Prof. Dr. A. Imhoff

Die Dissertation wurde am 04.09.2012 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 30.01.2013 angenommen.

*Meinen Eltern in tiefer Dankbarkeit*

# Inhaltsverzeichnis

<b>VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN</b>	<b>7</b>
<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Pathomechanismus der patellofemorale Instabilität</b>	<b>10</b>
1.1.1. Anatomie und Stabilisatoren des patellofemorale Gelenks	10
1.1.2. Prädisponierende-/ Risikofaktoren der patellofemorale Instabilität	11
<b>1.2. Klassifikation der Patellaluxation</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Therapiekonzepte</b>	<b>16</b>
1.3.1. Tuberositasmédialisierung	16
1.3.2. Lateral Release	17
1.3.3. Mediale Raffung	18
1.3.4. OP nach Ali Krogus	19
1.3.5. OP nach Insall (Distalisierung des M. vastus medialis)	19
1.3.6. Rekonstruktion des MPFL	20
<b>2. FRAGESTELLUNG</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERIAL</b>	<b>22</b>
<b>3.1. Aufbau der Studie</b>	<b>22</b>
<b>3.2. Patientengut</b>	<b>22</b>
3.2.1. Ein- und Ausschlusskriterien	23
3.2.2. Patientenalter, Patientengeschlecht und BMI	24
3.2.3. Luxationsart	24
3.2.4. Bisherige Therapie	25
3.2.4.1. Konservative Therapie	25
3.2.4.2. Operative Therapie	25
3.2.5. Präoperatives Intervall	26
3.2.6. Nachuntersuchungszeitraum und postoperatives Intervall	26
3.2.7. Gruppeneinteilung	26
<b>4. METHODEN</b>	<b>29</b>

<b>4.1. Anamnestische Daten</b>	<b>29</b>
4.1.1. Relaxationen	29
4.1.2. Kontralaterales Kniegelenk	29
4.1.3. Funktion	29
4.1.4. Patientenzufriedenheit	30
<b>4.2. Untersuchungsbögen</b>	<b>30</b>
4.2.1. Subjektiver IKDC 2000 Score	30
4.2.2. Kujala Score	31
4.2.3. Lysholm Score	32
4.2.4. Tegner Aktivitäts Score	32
4.2.5. Subjective Assessment	33
<b>4.3. Numerische Rankingskala (NRS) zur Schmerzbestimmung</b>	<b>33</b>
<b>4.4. Patientenuntersuchung</b>	<b>34</b>
4.4.1. Bewegungsumfang	34
4.4.2. Erguss	34
4.4.3. Krepitationen	35
4.4.4. Apprehension Sign	35
4.4.5. J-Sign	35
4.4.6. Zohlen-Zeichen	36
4.4.7. Patellaanpressschmerz	36
4.4.8. Patellafacettendruckschmerz	36
4.4.9. Umfangsmessung des Oberschenkels	37
<b>4.5. Magnetresonanztomographische Diagnostik</b>	<b>37</b>
4.5.1. Patellärer Shift und Tilt	37
4.5.2. Bestimmung des TTTG-Abstandes	38
4.5.3. Lateraler Trochleaslope	39
4.5.4. Trochlea-Winkel	39
4.5.5. Trochleadysplasie	40
4.5.6. Patellahöhe	42
4.5.7. Knorpelschaden	43
<b>5. ERGEBNISSE</b>	<b>45</b>
<b>5.1. Ergebnisse der anamnestischen Daten</b>	<b>45</b>
5.1.1. Relaxationen	45
5.1.2. Kontralaterales Kniegelenk	45
5.1.3. Funktion	45
5.1.4. Patientenzufriedenheit	46

<b>5.2. Ergebnisse der Untersuchungsbögen</b>	<b>46</b>
5.2.1. Subjektiver IKDC 2000 Score	46
5.2.2. Kujala Score	47
5.2.3. Lysholm Score	47
5.2.4. Tegner Aktivitäts Score	48
5.2.5. Subjective Assessment	48
<b>5.3. Ergebnisse der numerischen Ratingskala (NRS) zur Schmerzbestimmung</b>	<b>48</b>
<b>5.4. Ergebnisse der Patientenuntersuchung</b>	<b>48</b>
5.4.1. Bewegungsumfang	48
5.4.2. Erguss	49
5.4.3. Krepitationen	49
5.4.4. Apprehension Sign	49
5.4.5. J-Sign	49
5.4.6. Zohlen-Zeichen	49
5.4.7. Patellaanpressschmerz	50
5.4.8. Patellafacettendruckschmerz	50
5.4.9. Umfangsmessung des Oberschenkels	50
<b>5.5. Ergebnisse der magnetresonanztomographischen Diagnostik</b>	<b>51</b>
5.5.1. Patellärer Shift und Tilt	51
5.5.2. TTTG-Abstand	51
5.5.3. Lateraler Trochleaslope	52
5.5.4. Trochlea-Winkel	52
5.5.5. Trochleadysplasie	52
5.5.6. Patellahöhe	53
5.5.7. Knorpelschaden	53
<b>5.6. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse</b>	<b>56</b>
<b>6. DISKUSSION</b>	<b>58</b>
<b>6.1. Diskussion des Materials</b>	<b>59</b>
<b>6.2. Diskussion der operativen Methoden</b>	<b>60</b>
6.2.1. Tuberositasmédialisierung	60
6.2.2. Lateral Release	61
6.2.3. Mediale Raffung	62
6.2.4. Operation nach Ali Krogus	63
6.2.5. Operation nach Insall	63
<b>6.3. Diskussion der Methode</b>	<b>63</b>

<b>6.4. Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>66</b>
6.4.1. Diskussion der Ergebnisse nach Weichteiloperation	66
6.4.2. Diskussion der Ergebnisse nach Tuberositasmialisierung	71
<b>7. AKTUELLER TREND</b>	<b>80</b>
<b>8. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>80</b>
<b>9. LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>83</b>
<b>10. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>93</b>
<b>11. TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>95</b>
<b>12. DANKSAGUNG</b>	<b>96</b>
<b>13. ANHANG</b>	<b>97</b>
13.1. Formblätter des IKDC 2000	97
13.2. Kujala Score	121
13.3. Lysholm Score	123
13.4. Tegner Aktivitäts Score	124
13.5. Untersuchungsprotokoll	125

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Abb.	Abbildung
Bsp.	Beispiel
bzw.	beziehungsweise
BMI	Body-Mass-Index
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
d. h.	das heißt
et al.	et altera
FSE	Fast-Spin-Echo
ggfs.	gegebenenfalls
ICRS	International Cartilage Repair Society
IKDC	International Knee Documentation Committee
mm	Millimeter
MPFL	mediales patellofemorales Ligament
MRT	Magnetresonanztomographie
M.	Musculus
NRS	numerische Ratingskala
o. g.	oben genannt
OATS	Osteochondral Autograft Transfer System
PFI	patellofemorale Instabilität
sog.	sogenannt
SD	Standardabweichung
sIKDC	subjektiver IKDC 2000 Score
Tab.	Tabelle
TTTG	Tuberositas tibiae trochlear groove
TSE	Turbo-Spin-Echo
vgl.	vergleiche
vs.	versus
VMO	Musculus vastus medialis obliquus
z. B.	zum Beispiel
Ø	Durchschnitt

$>, \geq, <, \leq$	größer, größer oder gleich, kleiner, kleiner oder gleich
x	Mal
%	Prozent
°	Winkelgrad



# 1. Einleitung

Patellaluxationen zählen zu den häufigsten Gelenkluxationen des Menschen und treten gehäuft bei jungen, gelenklaxen und eher übergewichtigen Frauen auf <sup>39, S. 1114-1121</sup>. Die genaue Inzidenz dieser Verletzung ist nicht bekannt, Angaben zur Häufigkeit schwanken je nach Autor und Altersgruppe zwischen 29 und 77 pro 100.000 mit einem gehäuften Auftreten der Erstluxation im Verlauf der Pubertät (ca. 16 Jahre) <sup>39, S. 1114-1121; 75, S. 513-515; 105, S. 606-611</sup>. Die Mehrheit der Fälle sind atraumatischer Genese, bzw. Folge eines Bagateltraumas <sup>12, S. 301-307</sup>. Als wichtige prädisponierende Faktoren ist das Vorhandensein einer höhergradigen Dysplasie der Trochlea femoris sowie ein insuffizientes mediales patellofemorales Ligament (MPFL) zu nennen <sup>29, S. 19-26; 46, S. 174-182</sup>. Zusätzlich findet sich eine familiäre Häufung der Patellaluxation, was auf eine genetische Disposition schließen lässt <sup>70, S. 203-204; 111, S. 183-195</sup>. Schmerzen, Bewegungseinschränkung und Angst vor Rezidiven mit möglichen Spätfolgen, wie z. B. Retropatellararthrose, führen oftmals zu einer Schonhaltung sowie einer starken Einschränkung der Lebensqualität dieser jungen Menschen.

Die initiale Therapie der akuten traumatischen Erstluxation besteht in einer konservativen Behandlung, solange keine dringende Operationsindikation wie osteochondrale Läsionen oder eine Ruptur des medialen Bandkomplexes vorliegt <sup>109, S. 93-101</sup>.

Bezüglich der operativen Therapie, welche bei den atraumatischen bzw. rezidivierenden Luxationen indiziert ist, wurden über 100 verschiedene Operationsmethoden beschrieben <sup>42, S. 132-144</sup>. Diese Anzahl lässt den Rückschluss zu, dass auf dem Gebiet der patellofemorale Instabilität ausführlich geforscht, jedoch noch kein Goldstandard gefunden wurde. Oftmals wird vor einer Operation nach stattgefundener lateraler Patellaluxation atraumatischer Genese eine konservative physiotherapeutische Behandlung durchgeführt. Hier werden allerdings Relaxationsraten von bis zu 95 Prozent beobachtet, weswegen ein operatives Vorgehen zur Stabilisierung des patellofemorale Gelenks empfohlen wird <sup>42, S. 132-144; 53, S. 27-30; 66, S. 131-136</sup>. Verschiedene klinische Arbeiten zeigen außerdem, dass bei der hohen Anzahl verschiedener Operationsmethoden die Relaxationsraten sehr hoch sind und die Langzeitfunktionalität ab- sowie retropatellare Schmerzen zunehmen <sup>20, S. 1220-1223; 73, S. 861-864</sup>. In der Folge steigt die Anzahl der Reoperationen bei Patienten mit rezidivierenden Patellaluxationen. Daher sind weiterführende wissenschaftliche Arbeiten notwendig, um die Langzeitergebnisse in der Funktionalität sowie der Patientenzufriedenheit zu verbessern. In dieser Studie werden die langfristigen Ergebnisse nach proximaler sowie distaler Intervention am Streckapparat zur

Behandlung höhergradiger patellofemorale Instabilität (PFI) mit einem mittleren postoperativen Follow-up von 7 Jahren beschrieben. Erstmals werden diese Ergebnisse in Bezug auf den Knorpelstatus des patellofemorale Gelenks sowie des zugrunde liegenden Trochleadysplasiegrades dargestellt.

## ***1.1. Pathomechanismus der patellofemorale Instabilität***

### **1.1.1. Anatomie und Stabilisatoren des patellofemorale Gelenks**

Das patellofemorale Gelenk wird in seinem Bewegungsumfang von mehreren Strukturen stabilisiert. Hierbei wird zwischen den aktiven, passiven und statischen Faktoren unterschieden. Der aktive Faktor beinhaltet die Muskulatur, während der passive durch die Kapsel und Bänder, der statische von den knöchernen Strukturen gebildet wird. Abhängig vom Grad der Flexion sind diese Stabilisatoren in unterschiedlicher Gewichtung an der Führung der Patella beteiligt <sup>92, S. 51-59</sup>.

In strecknahen Positionen zwischen 0° und 40° Flexion, in denen die Patella in der Regel luxiert, wird die mediolaterale Translation durch zwei Faktoren bestimmt. Diese sind einerseits die Kongruenz zwischen Patella und Trochlea femoris, welche durch die Trochleamorphologie bestimmt wird, und andererseits der patellofemorale Kapselbandapparat. Dieser besteht aus dem medialen Retinaculum sowie dem medialen patellofemorale Ligament (MPFL), welches den Hauptstabilisator in strecknaher Gelenkstellung darstellt <sup>46, S. 174-182</sup>. Das MPFL erstreckt sich dreieckförmig mit Basis an der medialen Patellafacette zum medialen Epicondylus (ca. 1 cm distal des Tuberculum adductorium) <sup>5, S. 215-220; 107, S. 221-227</sup>. Es wurde nachgewiesen, dass das MPFL in diesen Flexionsgraden den wichtigsten Stabilisator des patellofemorale Gelenks darstellt, während der aktive Faktor, welcher von der Quadricepsmuskulatur und dem M. vastus medialis obliquus bestimmt wird, aufgrund seines Faserverlaufs kaum stabilisierende Wirkung erzeugt <sup>5, S. 215-220; 31, S. 59-65; 46, S. 174-182; 77, S. 121-127</sup>.

Bei Flexionsgraden zwischen 30° und 60° übernimmt bei normalen anatomischen Verhältnissen die Morphologie der Trochlea femoris die stabilisierende Aufgabe. So konnten Senavongse et al. zeigen, dass eine abnorme Form der Trochlea die Stabilität der Patella in

30° Flexion um 70% verringert und somit die Bedeutung dieser Struktur bestätigen<sup>101, S. 577-582</sup>.

Die aktiven Faktoren nehmen erst ab einer Flexion von mehr als 60° einen vermehrten Einfluss auf die medio-laterale Stabilität der Patella, da hierbei die Patella in die Notch eintaucht und sich somit der Faserverlauf des M. vastus medialis obliquus (VMO) ändert<sup>35, S. 89-94</sup>. In geringeren Flexionsgraden wird neben einem Zug nach proximal auch die Lateralisierung der Patella gefördert, da aufgrund des Ansatzes am medialen Retinaculum sowie der medialen Patella der Faserverlauf nach proximolateral gerichtet ist und somit die Patella aus der sie stabilisierenden Trochlea zieht<sup>36, S. 136-143</sup>.

In der Arbeit von Fithian et al. konnte gezeigt werden, dass es bei intakten passiven sowie statischen Faktoren nicht zu einer atraumatischen Luxation der Patella kommen kann<sup>38, S. 607-615</sup>. Ferner kann bei fast allen Patellaluxationen eine Ruptur, Elongation oder Hypoplasie der statischen und/ oder passiven Faktoren, insbesondere der medialen Stabilisatoren (MPFL), nachgewiesen werden<sup>29, S. 19-26; 32, S. 736-743; 76, S. 139-143; 89, S. 52-60; 90, S. 957-962</sup>. Da Patellaluxationen in erster Linie in strecknaher Gelenkstellung stattfinden, ist davon auszugehen, dass bei der Pathogenese atraumatischer oder rezidivierender Luxationen eine Insuffizienz dieser Faktoren, vornehmlich des MPFLs vorliegt<sup>46, S. 174-182</sup>. Des Weiteren kann eine multifaktorielle Genese für die PFI ursächlich und die Insuffizienz des MPFLs hierbei lediglich deren Folge sein<sup>29, S. 19-26; 66, S. 131-136</sup>.

### **1.1.2. Prädisponierende-/ Risikofaktoren der patellofemorale Instabilität**

Dank intensiver Forschung konnten in den letzten Dekaden eine Vielzahl an Faktoren, die bei einer PFI beteiligt sein können, beschrieben werden. Prädisponierende Faktoren sind eine allgemeine Bandlaxität, Achsdeformitäten wie Valgus- oder Innenrotationsfehlstellung der unteren Extremität, eine Patella alta, eine Dysplasie des M. quadriceps sowie die Trochleadysplasie<sup>29, S. 19-26; 72, S. 709-716</sup>.

Bei einer Trochleadysplasie besteht eine Hypoplasie der medialen Trochleafacette, wobei die Führungsgrube, welche durch die beiden Facetten gebildet wird, medialisiert ist<sup>34, S. 264-272; 51, S. 187-194</sup>. Hierdurch kommt es zu einer Abflachung der lateralen Trochleafacette mit Vergrößerung des von der medialen sowie lateralen Trochleafacette begrenzten Winkels (Sulcuswinkel). In besonders starken Fällen ist die Trochlea nicht nur vermindert konkav, sie kann sogar eine konvexe Form einnehmen<sup>117, S. 746-751</sup>. Das Eintauchen der Patella in ihre

knöchernen Führung ist in der Folge erschwert respektive in schweren Fällen nicht möglich. Daraus resultiert, v.a. bei zunehmender Flexion des Kniegelenks aus strecknaher Stellung heraus, ein vermehrter Druck der Patella nach proximolateral, was ebenfalls einen Zug auf den medialen patellofemorale Kapsel-Band-Komplex haben kann<sup>93, S. 693-698</sup>. In extremen Fällen verbleibt die Patella außerhalb ihrer knöchernen Führungsrinne und „reitet“ auf der lateralen Trochleafacetten. Da die Trochleadysplasie vererbbar ist und daher mit der ebenfalls familiären Häufung von patellofemorale Instabilität korreliert, muss eine positive Familienanamnese sowie eine stattgefundene Luxation der Gegenseite als Risikofaktoren für habituelle Patellaluxationen gesehen werden<sup>92, S. 51-59; 111, S. 183-195</sup>. Ebenfalls spielt das Alter bei Erstluxation eine Rolle, wobei bei einem Erstereignis atraumatischer Genese vor Beendigung der Wachstumsphase an eine schwerwiegende Pathologie, wie z.B. eine massive Achsfehlstellung, gedacht werden muss<sup>92, S. 51-59</sup>.

Eine radiologische Klassifikation der Trochleadysplasie wurde 1994 von Déjour et al. beschrieben<sup>29, S. 19-26</sup>. Hierbei wurde auf einem streng lateralen Röntgenbild, bei dem sich beide Femurcondylen überlagern, das so genannte „crossing sign“ (Schnittpunkt von Trochlearrinne und lateralem Condylus) beobachtet. Je nach Höhe des Schnittpunktes können verschiedene Schweregrade der Trochleadysplasie unterschieden werden. In dieser Studie wiesen 96% aller Patienten mit PFI ein „crossing sign“ auf, während in der Kontrollgruppe bei lediglich 3% der untersuchten Knie ein solches nachgewiesen werden konnte<sup>29, S. 19-26</sup>. Im weiteren Verlauf wurde von Déjour et al. eine schnittbildgestützte Einteilung eingeführt, welche eine exaktere sowie leichter reproduzierbare Klassifikation der Trochleadysplasie erlaubt (siehe Abb. 10)<sup>28, S. 1466-1471</sup>.

Faktoren wie die Trochleadysplasie, Antetorsion des Femurs, Außenrotation der Tibia und vermehrte Valgusstellung der unteren Extremität führen zu einer Medialisierung der trochleären Grube und somit zu einer Erhöhung des TTTGs (Tuberositas tibiae–trochlear groove), welcher als Abstand zwischen dem tiefsten Punkt der Trochlea und dem Zentrum der Tuberositas tibiae definiert ist<sup>51, S. 187-194</sup>. Bei dessen Messung wird je eine axiale CT-Aufnahme mit Abbildung der Tuberositas tibiae sowie des proximalsten Anteils der trochleären Grube übereinander projiziert und der Abstand zwischen Tuberositas und Trochleagrube gemessen<sup>11, S. 18-28</sup>. Schöttle et al. konnten zeigen, dass die Bestimmung des TTTG- Abstandes nicht nur computertomographisch, sondern auch im MRT möglich und gut reproduzierbar ist. Weitere Vorteile der MRT- Untersuchung sind die Möglichkeit der Bestimmung des Knorpelzustandes, Darstellung von Weichteilstrukturen sowie die Abwesenheit von Röntgenstrahlung<sup>96, S. 1192-1198</sup>.

Die Messung des TTTGs stellt eine Quantifizierung des Q-Winkels dar, welcher eine hohe untersucherabhängige Variabilität aufweist und zudem von der Muskelaktivität abhängt. Werte zwischen 12 und 15 mm gelten als physiologisch<sup>29, S. 19-26</sup>.

Déjour et al. beschrieben 1994 vier für die patellofemorale Instabilität relevante Faktoren<sup>29, S. 19-26</sup>. So konnte in 85% der Fälle eine Dysplasie der Trochlea, in 83% eine Dysplasie des M. quadriceps femoris, in 56% ein erhöhter TTTG sowie in 24 % eine Patella alta nachgewiesen werden. In der Kontrollgruppe waren diese Faktoren lediglich in 3 – 6,5% vorhanden. Ein in dieser Studie nachgewiesener vermehrter patellärer Tilt (Verkipfung der Patella nach lateral) in der betroffenen Gruppe wurde als Dysplasie des M. quadriceps femoris interpretiert.

Escala et al. konnten bei erhöhtem patellären Tilt eine Sensitivität von 92,7% für das Bestehen einer patellofemorale Instabilität aufzeigen<sup>34, S. 264-272</sup>. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass die Patella bei einer abgeflachten trochleären Grube aufgrund der Kongruenz der Knorpelflächen ebenfalls einen erhöhten Tilt aufweist und somit auch auf eine bestehende Trochleadysplasie hinweisen kann<sup>40, S. 168-174</sup>.

Durch die signifikante Häufung einer Patella alta in verschiedenen Studien wurde diese als ursächlich oder begünstigend für eine Patellaluxation gehalten<sup>29, S. 19-26; 66, S. 131-136; 110, S. 197-205</sup>.

Darüber hinaus können jedoch auch eine dysplastische Trochlea oder pathologisch veränderte passive Stabilisatoren ursächlich für eine Patella alta sein. Bei einer Trochleadysplasie kann die Patella nicht in die hierbei nicht vorhandene trochleäre Grube eintauchen und wird somit nach proximal gedrückt. Im Falle eines durch vorhergehende Luxationen rupturierten oder hypoplastisch angelegten MPFL kann die Patella nicht an ihrer physiologischen Stelle gehalten werden, was sich in einer Patella alta äußert.

Fucetese et al. konnten 2006 zeigen, dass die Trochleadysplasie nicht zu einer Dysplasie der Patella, sondern lediglich zu einer verkürzten medialen Facette und somit zu einer verminderten Größe führt<sup>41, S. 145-150</sup>. Die Kegelform oder der resultierende Winkel der chondralen Oberfläche der Patella waren jedoch nicht betroffen.

## ***1.2. Klassifikation der Patellaluxation***

Patellaluxationen finden fast ausschließlich nach lateral statt und führen zur Ruptur oder Überdehnung des medialen Kapsel-Band-Apparates<sup>53, S. 27-30; 71, S. 429-431</sup>. Sie lassen sich in zwei Luxationsarten einteilen:

- Traumatische Patellaluxation

Da eine Patella bei intakten physiologischen Stabilisatoren nicht luxieren kann, benötigt es bei traumatischen Patellaluxationen ein adäquates Trauma von medial gegen die Patella, wie dies z.B. bei Motorradunfällen oder Tritten von medial gegen die Patella vorkommt<sup>38, S. 607-615</sup>. Es kommt zur schmerzhaften Luxation mit Gelenkerguss und meist einem Hämarthros aufgrund von Verletzungen des Kapsel-Band-Apparates<sup>105, S. 606-611</sup>. Gelegentlich verbleibt die Patella in Luxationsstellung und muss in Kurznarkose reponiert werden. Nach Reponierung imponiert ein druckschmerzhafter medialer Kapsel-Band-Apparat, ein Lateralisierungsschmerz der Patella sowie eine schmerz- und ergussbedingte Bewegungseinschränkung<sup>53, S. 27-30</sup>. Fettaggen auf dem punktierten Hämarthros können hinweisend auf eine vorhandene osteochondrale Läsion sein, welche bei traumatisch bedingten Patellaluxationen typischerweise im Bereich der medialen Patellafacette oder des lateralen Femurcondylus auftritt. Radiologisch ist eine Fraktur der Patella auszuschließen. Bei der traumatischen Patellaluxation findet die Ruptur des MPFLs in bis zu 94% der Fälle femoralseitig statt, gefolgt von der patellaseitigen sowie intramuralen Rupturlokalisierung<sup>7, S. 926-935; 81, S. 163; 105, S. 606-611</sup>.

- Habituelle Patellaluxation

Die Ursachen für eine habituelle Patellaluxation sind vielfältig. Da die Stabilität im patellofemorale Gelenk auf einem komplexen Zusammenspiel statischer, passiver sowie aktiver Stabilisatoren basiert, können schon einzelne Defekte im Verlauf zu einer komplexen Pathogenese dieses Krankheitsbildes führen. Die Patella kann bei intakten Stabilisatoren nicht luxieren und entsprechend muss bei der habituellen Luxation mindestens einer dieser Faktoren pathologisch verändert sein, so dass es auch ohne adäquates Trauma zu einer Luxation und persistierenden Instabilität kommen kann<sup>38, S. 607-615</sup>.

Das MPFL ist in strecknaher Gelenkstellung, in der die meisten Luxationen stattfinden, der wichtigste Stabilisator des patellofemorale Gelenks<sup>5, S. 215-220</sup>. Bei Hypo- oder Aplasie sowie Insuffizienz dieser Struktur besteht eine Prädisposition für rezidivierende Patellaluxationen<sup>46, S. 174-182; 77, S. 121-127</sup>. Knöcherne Deformitäten (Valgusfehlstellung, vermehrte Innenrotation des Femurs, Trochleadysplasie) gelten als weitere Risikofaktoren für eine habituelle Patellaluxation<sup>4, S. 48-56; 44, S. 1639-1650</sup>. Hierbei zeigt sich meist eine minimaltraumatische

Genese, wobei es nahezu immer zu einer spontanen Reposition kommt. Oftmals wird eine Luxation vom Patienten nicht einmal als eine solche wahrgenommen<sup>92, S. 51-59</sup>. Im Anschluss können ein Unsicherheitsgefühl (Luxationsangst) sowie Belastungsschmerz und Bewegungseinschränkung bestehen<sup>53, S. 27-30; 110, S. 197-205</sup>. Das typische Patientenbild wird in der Literatur als allgemein gelenklaxes, leicht übergewichtiges Mädchen beschrieben<sup>92, S. 51-59</sup>. Je nach Ausprägung der dysplastischen Faktoren luxiert die Patella sogar bei alltäglichen Bewegungen. Eine typische Position hierfür ist die strecknahe Gelenkstellung mit femoraler Innenrotations- und Valgusstellung bei flach aufsitzendem Fuß<sup>47, S. 117-120</sup>. Diese rezidivierenden Luxationen sind meist nicht schmerzhaft, ein Gelenkerguss sowie ein Instabilitäts- und Unsicherheitsgefühl im Kniegelenk können jedoch bestehen<sup>53, S. 27-30; 110, S. 197-205</sup>.

Eine Extremform der habituellen Patellaluxation bildet die kongenitale Luxation. Hier befindet sich die Patella von Geburt an in irreponierbarer lateraler Luxationsstellung<sup>115, S. 119-123</sup>. Dieses Krankheitsbild wird gehäuft bei Patienten mit generalisierten Grunderkrankungen wie Down-Syndrom oder Ehlers-Danlos-Syndrom beobachtet<sup>110, S. 197-205</sup>. Eine frühzeitige Diagnose ist hierbei anzustreben, da sich bei kongenitaler Patellaluxation und daraufhin unzureichendem Extensionsvermögen Kontrakturen des M. vastus lateralis und des Tractus iliotibialis, Genu valga sowie Ossifikationsstörungen der Patella, welche physiologischerweise erst im Alter von 3-5 Jahren stattfindet, entwickeln können<sup>110, S. 197-205; 115, S. 119-123</sup>.

### **1.3. Therapiekonzepte**

Zur Behandlung der Patellaluxation existieren mehr als 100 verschiedene operative Behandlungsansätze<sup>2, S. 8-17</sup>. Ein großer Teil dieser Operationsmethoden adressiert jedoch die aktiven Stabilisatoren, ohne die ursächliche Pathologie zu beseitigen. Gegenstand neuerer biomechanischer und klinischer Forschungen ist jedoch die Wiederherstellung des medialen Bandkomplexes oder der Trochleamorphologie, um eine physiologische Belastung des Gelenks zu ermöglichen<sup>93, S. 693-698; 94, S. 516-521</sup>.

Im Folgenden werden die in unserer Studie vorkommenden Operationen und deren physiologischen Auswirkungen erläutert. Diese Operationsmethoden haben zum Ziel, die Patella zu medialisieren und somit weiteren Patellaluxationen vorzubeugen. Abschließend wird die Rekonstruktion des MPFL als relativ neue, jedoch schon weit verbreitete Therapieoption in der patellofemorale Chirurgie beschrieben.

#### **1.3.1 Tuberositäsmedialisierung**

Die Tuberositäsmedialisierung nach Elmslie-Trillat wurde erstmals 1888 von Cesar Roux beschrieben, im Weiteren von Elmslie modifiziert und von Trillat et al. 1964 veröffentlicht<sup>61, S. 700-707; 114, S. 813-824; 116, S. 75-80</sup>. Seither wurde diese Operationstechnik vielfach modifiziert beschrieben. Nach Darstellung des Ligamentum patellae sowie der Tuberositas tibiae erfolgt eine Miniarthrotomie lateral der Patellasehne. Nach Inspektion der Patellarückfläche sowie der Trochlea femoris können zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, wie z.B. Pridiebohrung, Knorpelglättung, Osteophytenabtragung oder autologe osteochondrale Transplantation (OATS). Mit einem Bohrer wird ca. 5 cm distal der Tuberositas tibiae eine Sollbruchstelle angefertigt. Anschließend wird mit Meißel und/ oder einer oszillierenden Säge die Tuberositas tibiae unter Beibehaltung eines distalen Perioststiels abgelöst, ca. 1 – 1,5 cm nach medial geschwenkt und mit einem Spickdraht in dem zuvor angefrischten neuen Knochenbett fixiert. Nach Bewegungsprüfung des Kniegelenks wird die Tuberositas tibiae endgültig mittels Schrauben fixiert. Hierbei ist v.a. auf die Patellahöhe zu achten, um mögliche unerwünschte Problematiken wie postoperative Schmerzen zu vermeiden. Bei noch bestehender Restinstabilität können nun Zusatzoperationen wie eine mediale Raffung oder eine Distalisierung des M. vastus medialis obliquus folgen (siehe Abb. 3)<sup>25, S. 303- 310; 61, S. 700-</sup>



707; 63, S. 287-292. Als weitere Modifikationsmöglichkeit dieser Operationsmethode kann die zusätzliche Ventralisierung der Tuberositas tibiae durchgeführt werden. Hierbei verringert sich neben der patellofemorale Kontaktfläche auch die Belastung im patellofemorale Gelenk. Als häufige unerwünschte Operationsfolge werden Schmerzen beim Hinknien beobachtet<sup>14</sup>, S. 872-883.

### 1.3.2. Lateral Release

Das laterale Retinakulum besteht aus einer oberflächlichen sowie einer tiefen Schicht und ist, gemeinsam mit anderen intraartikulären Strukturen, ein wichtiger Faktor der Patellazentrierung und –stabilisierung<sup>16</sup>, S. 195-200. Die Gelenkkapsel stellt die dritte Schicht dar. Beim offenen *lateral release* erfolgt ein Hautschnitt ca. 1 cm lateral des cranialen Patellarandes beginnend nach distal, gegebenenfalls bis auf Höhe der Mitte des Lig. patellae ziehend. Nach Darstellen des lateralen Retinakulums wird dieses anschließend vom Ansatz des M. vastus lateralis bis zur Mitte des Lig. patellae unter Erhalt der Kapsel, häufig mit dem Elektromesser, gespalten<sup>31</sup>, S. 59-65; 80, S. 526-531.

Eine weitere Möglichkeit, ein *lateral release* durchzuführen, besteht in der arthroskopischen Vorgehensweise. Nach der arthroskopischen Diagnostik wird die Kapsel sowie das laterale Retinakulum, je nach Autor, ggfs. inklusive seiner proximalen und distalen verstärkenden Strukturen (patellotibiales und epicondylopatellares Ligament), durchtrennt (siehe Abb. 3)<sup>16</sup>, S. 195-200.

### 1.3.3. Mediale Raffung

Bei der offenen medialen Raffung wird ein Hautschnitt medial der Patella durchgeführt. Nach der Präparation auf das mediale Retinakulum wird dies samt M. vastus medialis abgetrennt und auf die Patella vernäht und somit gerafft (siehe Abb. 1) <sup>100, S. 856-861</sup>. Eine weniger invasive Methode der medialen Raffung stellt das arthroskopische Vorgehen dar (siehe Abb. 2), welches bei unserer Patientengruppe jedoch nicht durchgeführt wurde

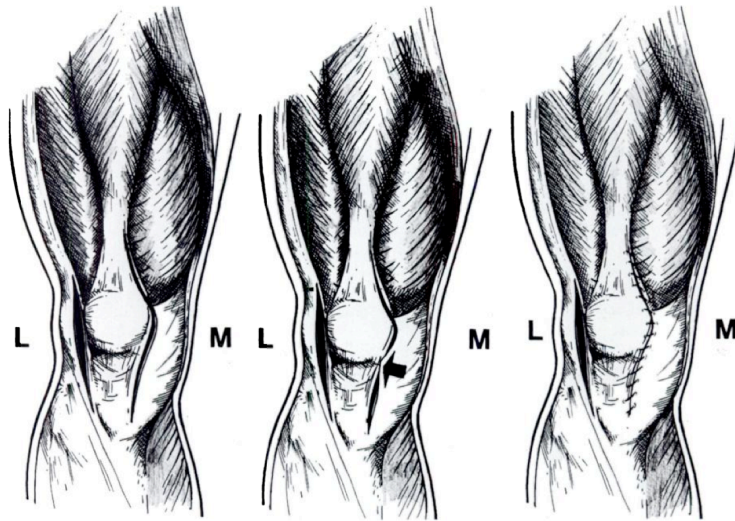


Abb. 1: Schemazeichnung Mediale Raffung, hier inkl. lat. release, aus <sup>100, S. 856-861</sup>; L: lateral; M: medial

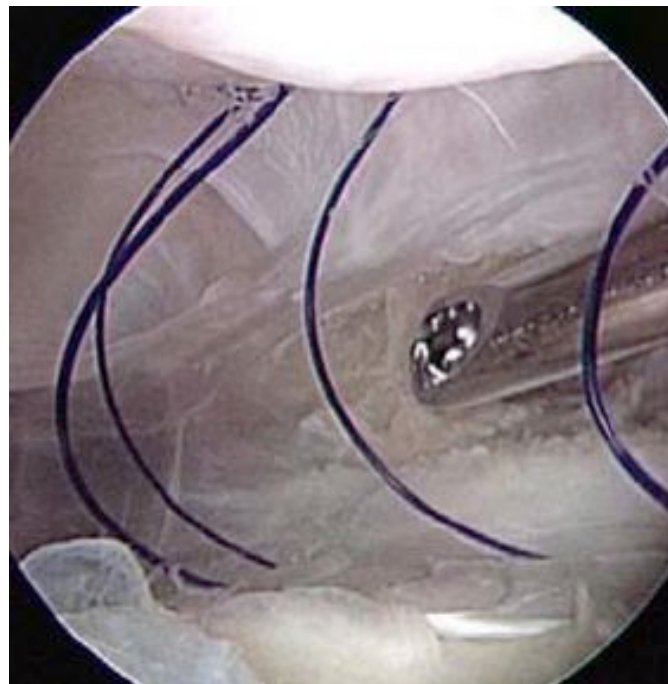


Abb. 2: Arthroskopische Mediale Raffung, aus <sup>92, S. 51-59</sup>

### 1.3.4. OP nach Ali Krogius

Bei der Operation nach Ali Krogius handelt es sich aus biomechanischer Sicht um eine Kombination eines *lateral release* und einer medialen Raffung. Hierzu wird aus dem medialen Retinakulum ein proximal gestielter Lappen geschnitten, proximal unterhalb des M. quadriceps femoris nach lateral geschwenkt und dort in das zuvor eröffnete laterale Retinakulum eingnäht. Anschließend wird das eröffnete mediale Retinakulum auf die Patella genäht (siehe Abb. 3) <sup>110, S. 197-205</sup>.

### 1.3.5. OP nach Insall (Distalisierung des M. vastus medialis)

Bei der Operation nach Insall wird die Patella durch den distalisierten Ansatz des Musculus vastus medialis medialisiert und somit einer Luxation vorgebeugt. Hierzu wird die Sehne des M. quadriceps femoris sowie der proximale Anteil des Ligamentum patellae dargestellt. Der M. vastus medialis wird am Ansatz der Patella abgelöst (ggf. Längsspaltung des proximalen Anteils des Lig. patellae notwendig). Der dadurch entstandene Lappen wird mindestens 1 cm nach lateral gezogen, distalisiert und vernäht. Oft wird diese Operation mit einem *lateral release* kombiniert (siehe Abb. 3) <sup>54, S. 1-8; 55, S. 225-232</sup>.

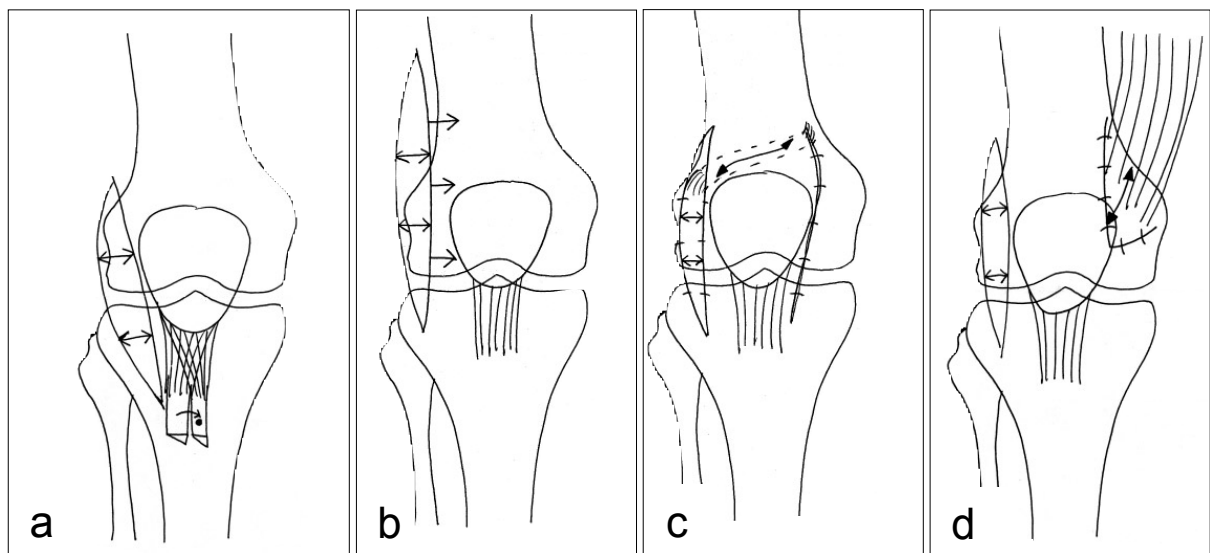


Abb. 3: Schemazeichnungen der OP-Verfahren; a: Tuberositäsmedialisierung; b: *lateral release*; c: OP nach Ali Krogius; d: OP nach Insall; aus <sup>110, S. 197-205</sup>

### 1.3.6. Rekonstruktion des MPFL

Eine neue Methode der chirurgischen Therapie der Patellaluxation ist die Rekonstruktion des medialen patellofemorales Ligaments (MPFL). Verschiedene Techniken sind hierzu beschrieben worden <sup>77, S. 121-127; 79, S. 359-365; 107, S. 221-227</sup>. In unserer Abteilung erfolgt die Rekonstruktion des MPFLs in „double-bundle“ Technik unter Verwendung eines M. Gracilis-Sehnen- Autografts. Eine direkte, anatomische Fixation in Patella und Femur (sog. *Aperture fixation*) ermöglicht eine gute Initialstabilität, wodurch frühzeitig Rehabilitationsmaßnahmen bei Teilbelastung begonnen werden können. Bei der Operationstechnik nach Schöttle et al. erfolgt über einen ca. 2-3 cm langen Hautschnitt die Entnahme der ipsilateralen Gracilissehne mit nachfolgender Armierung derer freien Enden. Es folgt ein ca. 2 cm langer Hautschnitt entlang der medialen Patellafacette. Im Bereich der anatomischen MPFL-Insertionsstellen an der Patella werden nun die Bohrkanäle angefertigt und die angeschlungenen Enden des Transplantats in der Patella mittels bioresorbierbarer Schrauben fixiert. Nach Aufsuchen und Eingehen mit einem *Overhold* in die 2. Schicht des medialen patellofemorales Komplexes, in dem sich das MPFL befindet, wird über dem Bereich des medialen Epikondylus/ Tuberculum adductorium ein ca. 1 cm langer longitudinaler Hautschnitt angelegt. Nach röntgenologischer Bestimmung der femoralen anatomischen Insertion erfolgt die Bohrkanalanlage. Die entstandene Schlaufe des Transplantates wird durch den femoralen Bohrkanal gezogen und mittels bioresorbierbarer Schraube bei 30° Flexion im Kniegelenk befestigt. Dabei ist zu beachten, dass sich die laterale Patellafacette und der laterale Rand des Femurkondylus auf gleicher Höhe befinden (siehe Abb. 4) <sup>95, S. 192-195</sup>. Die Rekonstruktion des MPFL findet auch in Kombinationseingriffen Anwendung. Einschränkungen der Indikation dieses operativen Verfahrens bestehen bei geöffneten Epiphysenfugen, dem Vorliegen einer höhergradigen Trochleadysplasie sowie einem TTTG über 20 mm <sup>97, S. 3-13</sup>.



Abb. 4: Schemazeichnung MPFL-Rekonstruktion, aus <sup>95, S. 192-195</sup>

## 2. Fragestellung

Fragestellung dieser Studie war es, die klinischen sowie magnetresonanztomographischen Langzeitergebnisse nach distalen und proximalen operativen Interventionen zur Behandlung höhergradiger patellofemorale Instabilität darzustellen.

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wird in der vorliegenden Arbeit das objektive sowie subjektive Ergebnis folgender Operationsmethoden mit einem Follow-up zwischen 4 und 12 Jahren beschrieben:

- Kombinierte proximale und distale operative Interventionen des Streckapparates, d. h. Medialisierung der Tuberositas tibiae in Kombination mit Weichteileingriffen („*Knochengruppe*“)
- Proximale Interventionen des Streckapparates, d. h. ausschließlich Weichteiloperationen („*Weichteilgruppe*“)

Hauptzielkriterien waren hierbei die Beschreibung der postoperativen Reluxationsrate, das Vorhandensein retropatellarer Schmerzen, arthrotische Veränderungen sowie die Erhebung des Knorpelzustandes bei zugrunde liegender Trochleadysplasie.

## **3. Material**

### ***3.1. Aufbau der Studie***

Vorgelegt wird eine retrospektive, klinische Follow-up Studie. Es werden sowohl klinische, subjektive, als auch magnetresonanztomographische Langzeitergebnisse von Patienten nach verschiedenen Operationen am Patellofemoralgelenk nach lateraler Patellaluxation beschrieben. Die Operationen lassen sich in kombinierte proximale und distale (Tuberositasmialisierungen kombiniert mit weichteiligen Interventionen, im Folgenden als „*Knochengruppe*“ bezeichnet) und in proximale (d. h. alleinige Weichteiloperationen, im Folgenden als „*Weichteilgruppe*“ bezeichnet) Eingriffe am Streckapparat einteilen.

### ***3.2. Patientengut***

Zwischen 1997 und 2004 wurden in der Sportorthopädie des Klinikums *Rechts der Isar* in München 81 Kniegelenke bei 75 Patienten aufgrund von Dysfunktionen des patellofemorales Gelenkes behandelt. Hierbei handelte es sich um ein heterogenes Patientengut mit Erst- und Rezidivluxationen, Revisionsoperationen sowie Begleitverletzungen unterschiedlicher Komplexität. Die Operationen wurden von mehreren erfahrenen Operateuren in einer in der Abteilung standardisierten OP-Technik durchgeführt. Von den 81 Kniegelenken wurden aufgrund der Ausschlusskriterien, Non-Compliance sowie Unerreichbarkeit von Patienten 31 Kniegelenke bei 27 Patienten in die Studie aufgenommen (siehe Abb. 5). Bei 2 der 4 Patienten, die nicht an der Studie teilnehmen wollten, fanden mehrere Reluxationen statt. Es wurden 17 linke und 14 rechte Knie untersucht.

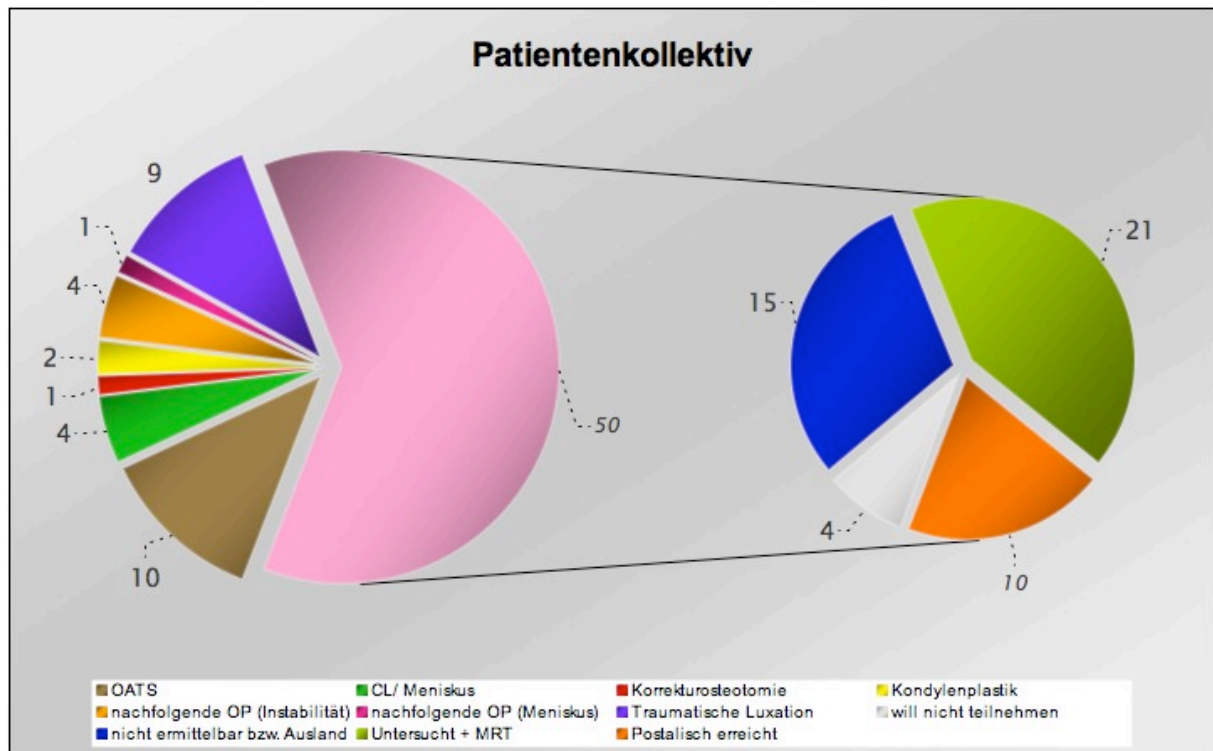


Abb. 5: Darstellung Patientenkollektiv

### 3.2.1. Ein- und Ausschlusskriterien

Untersucht wurden Patienten, die im Zeitraum von 1997 bis 2004 im Krankenhaus *Rechts der Isar* in München wegen lateraler Patellaluxation operiert wurden. Es wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt:

<b>Einschlusskriterien</b>	<b>Ausschlusskriterien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erst-/ Rezidivluxationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OATS</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atraumatische Luxationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traumatische Patellaluxation</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erst-/ Reoperationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreuzbandplastik</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knöcherner Operationen: Tuberositas-medialisierung kombiniert mit Weichteiloperation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meniskus Chirurgie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weichteiloperationen: <i>lateral release</i>, mediale Raffung, Distalisierung des M. vastus medialis, OP nach Ali-Krogus sowie Kombinationen o.g. Eingriffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trochleoplastik</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrekturosteotomie</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präoperative radiologische Arthrosezeichen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachfolgende Operationen am betroffenen Kniegelenk</li> </ul>

Tab. 1: Ein- und Ausschlusskriterien

### 3.2.2. Patientenalter, Patientengeschlecht und BMI

Das durchschnittliche Patientenalter bei der Operation betrug 21,7 Jahre mit einem Maximum von 38 Jahren und einem Minimum von 15 Jahren (SD 6,6). Es wurden 24 weibliche und 7 männliche Kniegelenke bei 20 Frauen sowie 7 Männern untersucht. Der mittlere BMI beim Zeitpunkt der Operation betrug 21,7 mit einem Maximum von 29,6 und einem Minimum von 16,2 (SD 3,5).

### 3.2.3. Luxationsart

Die Patienten erlitten präoperativ durchschnittlich 9,4 Luxationen mit einem Maximum von 60 und einem Minimum von 1 Luxation. Die Erstluxation war bei allen Kniegelenken atraumatischer Genese. 8 Fälle (25,8%) waren Erst-, 23 (74,2%) Rezidivluxationen.



In der *Knochengruppe* fanden durchschnittlich 13,1 Luxationen mit einem Maximum von 60 und einem Minimum von 1 (SD 18,1) präoperativ statt.

In der *Weichteilgruppe* fanden durchschnittlich 3,6 Luxationen mit einem Maximum von 20 und einem Minimum von 1 (SD 5,3) präoperativ statt.

### **3.2.4. Bisherige Therapie**

#### **3.2.4.1. Konservative Therapie**

Bei 15 Patienten wurde präoperativ eine konservative physiotherapeutische Behandlung durchgeführt. Diese dauerte im Mittel 16,1 Monate mit einem Maximum von 108 Monaten und einem Minimum von 2 Monaten. Eine Besserung der Symptome konnte hierdurch nur bei 2 Patienten (13,3%) erreicht werden. Allerdings stellte sich aufgrund des weiterhin bestehenden Leidensdrucks auch bei diesen Patienten die Indikation zum operativen Vorgehen.

#### **3.2.4.2. Operative Therapie**

10 Patienten waren auf dem symptomatischen Knie voroperiert. Es wurden folgende Operationen durchgeführt:

- 2 x mediale Raffung
- Refixation Osteochondrosis dissecans
- Flake-Refixation
- diagnostische Arthroskopie
- *lateral release* und Operation nach Insall/ Madigan
- Fremdkörperentfernung, *lateral release*, mediale Raffung
- *lateral release* (1. OP), *lateral release*, mediale Raffung (2. OP)
- Goldwaith- Operation sowie eine weitere nicht mehr zu bestimmende Operation
- Kombination Flake-Refixation, mediale Raffung.

### **3.2.5. Präoperatives Intervall**

Das präoperative Intervall beschreibt die Dauer von der Erstluxation bis zur operativen Therapie. Es betrug im Mittel 71,4 Monate mit einem Maximum von 318 und einem Minimum von 0 Monaten (SD 86,5).

In der *Knochengruppe* betrug es im Mittel 83,5 Monate mit einem Maximum von 318 und einem Minimum von 2 Monaten (SD 89,1).

In der *Weichteilgruppe* betrug es im Mittel 52,2 Monate mit einem Maximum von 264 und einem Minimum von 0 Monaten (SD 82,4).

### **3.2.6. Nachuntersuchungszeitraum und postoperatives Intervall**

Die Patienten wurden vom 01.04.2008 bis zum 25.05.2009 untersucht. Das postoperative Intervall beschreibt die Dauer von der operativen Therapie bis zum Nachuntersuchungstermin. Es betrug im Mittel 86,0 Monate mit einem Maximum von 145,3 und einem Minimum von 52,7 Monaten (SD 26,3). Die *Knochengruppe* hatte ein Mittel von 84,8 (52,7 – 130,8 Monate; SD 24,5) und die *Weichteilgruppe* eines von 87,9 Monaten (57,4 – 145,3 Monate; SD 30,0).

### **3.2.7. Gruppeneinteilung**

Die Patienten wurden je nach Operationsart in 2 Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe erhielt eine Medialisierung der Tuberositas tibiae mit begleitender Weichteiloperation, während bei der anderen Gruppe ausschließlich Weichteiloperationen durchgeführt wurden. Insgesamt betrug die Anzahl der Probandenkniegelenke 31.

Die *Knochengruppe* enthält 19 Kniegelenke. Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 21,1 Jahre mit einem Minimum von 16 und einem Maximum von 38 Jahren, die präoperative Luxationsrate betrug 13,1 mit einem Minimum von 1 und einem Maximum von 60 Luxationen (SD 18,1), es gab 3 (15,8%) Erst- sowie 16 (84,2%) Rezidivluxationen. Alle Luxationen waren atraumatischer Genese. Das Follow-up betrug im Mittel 84,8 Monate mit

einem Minimum von 52,7 und einem Maximum von 130,8 Monaten (SD 24,5). Das Durchschnittsalter bei der Nachuntersuchung betrug 28,1 Jahre mit einem Minimum von 21 und einem Maximum von 46 Jahren.

2 Patienten erhielten zusätzlich zur Tuberositasmedialisierung eine Distalisierung des M. vastus medialis, ein Patient ein *lateral release* sowie eine Distalisierung des M. vastus medialis, 2 Patienten ein *lateral release* sowie eine mediale Raffung, 2 Patienten eine mediale Raffung sowie eine Distalisierung des M. vastus medialis, 4 Patienten ein *lateral release*, eine mediale Raffung sowie eine Distalisierung des M. vastus medialis und 8 Patienten eine Operation nach Ali-Krogus (siehe Abb. 6).

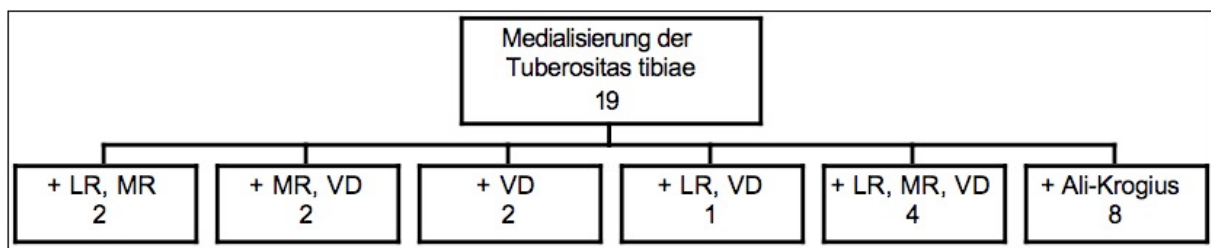


Abb. 6: OP-Kombinationen *Knochengruppe*; LR = Lateral release; MR = Mediale Raffung; VD = Distalisierung des M. vastus medialis

Die *Weichteilgruppe* enthält 12 Kniegelenke. Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 22,8 Jahre mit einem Minimum von 15 und einem Maximum von 36 Jahren, die präoperative Luxationsrate betrug 3,6 mit einem Minimum von 1 und einem Maximum von 20 Luxationen (SD 5,3), es gab 5 (41,7%) Erst- sowie 7 (58,3%) Rezidivluxationen. Alle Luxationen waren atraumatischer Genese. Das Follow-up betrug im Mittel 87,9 Monate mit einem Minimum von 57,4 und einem Maximum von 145,3 Monaten (SD 30,0). Das Durchschnittsalter bei der Nachuntersuchung betrug 30,1 Jahre mit einem Minimum von 20 und einem Maximum von 42 Jahren.

5 Patienten erhielten eine mediale Raffung, 1 Patient eine Kombination aus medialer Raffung und einer Distalisierung des M. vastus medialis, 1 Patient eine Kombination aus medialer Raffung und *lateral release*, 4 Patienten eine Kombination aus medialer Raffung, *lateral release* und einer Distalisierung des M. vastus medialis und 1 Patient eine Operation nach Ali-Krogus (siehe Abb. 7).

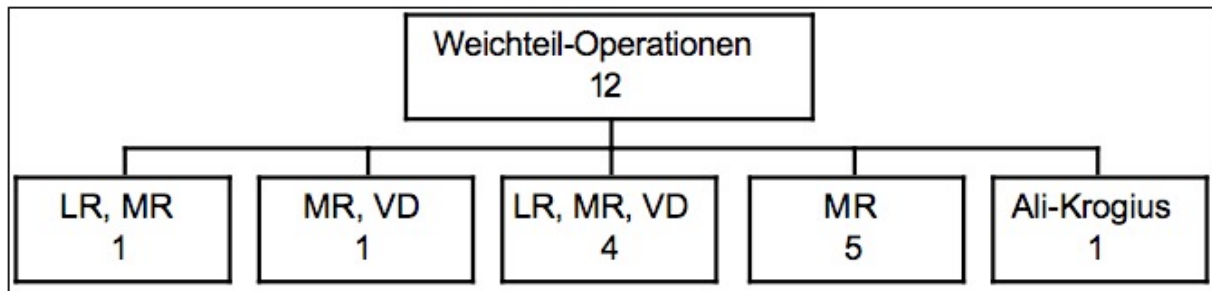


Abb. 7: OP-Kombinationen *Weichteilgruppe*; LR = Lateral release; MR = Mediale Raffung; VD = Distalisierung des M. vastus medialis

21 Kniegelenke, davon 13 aus der *Knochen-* und 8 aus der *Weichteilgruppe*, wurden zusätzlich zu den Fragebögen klinisch untersucht und ein MRT durchgeführt. Den restlichen Patienten wurden die Fragebögen zugesandt.

## **4. Methoden**

### ***4.1. Anamnestische Daten***

Die Patienten wurden bezüglich der Anzahl der Reluxationen, der Beschwerdesymptomatik des kontralateralen Kniegelenks, der Funktion des Kniegelenks vor der Verletzung, der aktuellen Funktion des Kniegelenks sowie der eigenen Zufriedenheit befragt.

#### **4.1.1. Reluxationen**

Um den primären Erfolg der vorangegangenen Operation zu evaluieren, wurden die Patienten befragt, ob und wie viele Reluxationen des betroffenen Kniegelenks aufgetreten sind.

#### **4.1.2. Kontralaterales Kniegelenk**

Da bei einem großen Teil der Patienten mit Patellaluxation zusätzlich das kontralaterale Kniegelenk betroffen ist, haben wir diese Daten auch in unserem Patientenkollektiv erhoben  
78, S. 463-470

#### **4.1.3. Funktion**

Um eine Einschätzung der langfristigen Änderung der Funktionalität des Kniegelenks zu erhalten, wurden die Patienten nach der Funktion ihres Kniegelenkes vor der ersten Luxation sowie dem momentanen Zustand befragt. Diese Fragen sind an den „Subjektiven IKDC 2000 Score“ (sIKDC) angegliedert, gehen jedoch nicht in dessen Bewertung ein. Die Fragen können von 0 (kann keine täglichen Aktivitäten ausführen) bis 10 (keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten) in ganzzahligen Schritten beantwortet werden.

#### **4.1.4. Patientenzufriedenheit**

Hierbei wurde den Patienten die Frage gestellt, ob sie sich noch einmal für die Operation entscheiden würden.

### ***4.2. Untersuchungsbögen***

Zur Bewertung des aktuellen Zustandes ihres Knies füllten die Patienten am Untersuchungstag mehrere standardisierte Fragebögen aus. Wir entschieden uns für den subjektiven IKDC 2000 Score (sIKDC), den Kujala Knee Score, den Lysholm Score sowie den Tegner Aktivitäts Score. Diese Fragebögen haben zur Aufgabe, den Kniestatus der Patienten zu objektivieren und international vergleichbar zu machen. Außerdem wurde ein von uns verfasster Fragebogen zur subjektiven Bewertung ausgefüllt. Die Fragebögen wurden selbstständig von den Patienten ausgefüllt.

#### **4.2.1. Subjektiver IKDC 2000 Score**

1987 wurde das *International Knee Documentation Committee* (IKDC) gegründet, um ein standardisiertes Bewertungssystem für Knieverletzungen zu erstellen. Das Ziel war, einen einzeitigen, leicht anwendbaren Score zu entwickeln, der den Kniestatus verschiedener Patienten international vergleichbar macht und somit dazu beiträgt, die Qualität der Behandlung zu verbessern. 1993 wurde von Hefti et al. ein Standardevaluationsbogen veröffentlicht, welcher in weiterer Entwicklung zum IKDC 2000 Score wurde<sup>48, S. 351-362</sup>. Der IKDC 2000 besteht aus folgenden 6 Formblättern:

1. Demographisches Formblatt
2. Formblatt zur Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes
3. Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies
4. Formblatt zur Anamnese des Knies
5. Chirurgisches Dokumentationsblatt
6. Formblatt zur Untersuchung des Knies

Für unsere Studie benutzten wir das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies (sIKDC). Irrgang et al. konnten 2001 nachweisen, dass dieser Test eine gute Reliabilität bezüglich der verschiedenen kniespezifischen Symptome, Funktionen und sportlichen Aktivitäten aufweist. Dieser Fragebogen stellt somit eine sehr gute Vergleichsmöglichkeit von Patienten mit Knieverletzungen dar<sup>50, S. 594-599; 56, S. 600-613</sup>.

Die Auswertung des Fragebogens folgt einem standardisierten Schema mit einer Punktskale von 0 bis 100, wobei 100 Punkte einem symptomfreien Knie ohne Einschränkungen bei sportlichen sowie alltäglichen Aktivitäten entsprechen. Je nach Altersgruppe und Geschlecht gibt es unterschiedliche Erwartungshorizonte (zu erwartende Punktskale bei symptomfreien Kniegelenken der Normalbevölkerung) bei der Punkteverteilung<sup>6, S. 128-135</sup>.

	<b>Männer</b>	<b>Frauen</b>
<b>18 – 24 Jahre</b>	89 ± 18	86 ± 19
<b>25 – 34 Jahre</b>	89 ± 16	86 ± 19
<b>35 – 50 Jahre</b>	85 ± 19	80 ± 23

Tab. 2: Erwartungshorizont sIKDC 2000

Die Formblätter 2 und 5 fanden in unserer Studie keine Anwendung, da die für uns relevanten Informationen des Formblattes 2 durch die übrigen Untersuchungsbögen abgedeckt werden und für das 5. Formblatt eine arthroskopische oder offen chirurgische Vorgehensweise nötig ist. Die Formblätter 1, 4 und 6 wurden in Auszügen in die Anamnese sowie Untersuchung der Patienten einbezogen.

Der komplette IKDC 2000 ist im Anhang unter Kapitel 14.1. angefügt.

#### **4.2.2. Kujala Score**

Kujala et al. entwickelten 1993 einen Test, der speziell das patellofemorale Gelenk untersucht<sup>62, S. 159-163</sup>. Er besteht aus 13 Fragen, wobei maximal 100 Punkte erreicht werden können. Dieser Test wurde an 4 Patientengruppen getestet (Kontrolle, vorderer Knieschmerz, Subluxation, Luxation) und zeigte signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Kohorten. Weiterhin wurden die Testergebnisse mit magnetresonanztomographischen Aufnahmen verglichen, wobei sich eine Korrelation zwischen niedrigem Testergebnis und vermehrtem lateralem patellarem Tilt bei 0° Flexion im Kniegelenk und Kontraktion des M.

quadriceps femoris zeigte. Es wird angenommen, dass diese Konstellation patellofemorale Schmerzen begünstigt. Daher besitzt dieser Test eine hohe Relevanz bei der patellofemorale Instabilität <sup>62, S. 159-163</sup>.

Der Kujala Score ist im Anhang unter Kapitel 14.2. angefügt.

#### **4.2.3. Lysholm Score**

Lysholm und Gillquist veröffentlichten 1982 einen Fragebogen, der neben den ligamentären Strukturen des tibiofemorale Gelenkes auch das patellofemorale Gelenk beurteilt <sup>67, S. 150-154</sup>. Es besteht eine Korrelation zwischen dem subjektivem Empfinden der Patienten und dem Testergebnis <sup>67, S. 150-154</sup>. Der Test besteht aus 8 Fragen mit einer maximalen Punktzahl von 100. Der Fragebogen beurteilt die Rubriken Hinken, Belastung, Treppensteigen, Kniebeugen, Instabilität, Schmerz, Schwellung sowie Oberschenkelatrophie. Diese fließen in unterschiedlicher Gewichtung in das Ergebnis ein. Instabilität und Schmerz haben mit jeweils 30 möglichen Punkten eine hohe Gewichtung. Mit Ausnahme der Oberschenkelatrophie werden alle Parameter vom Patienten beurteilt.

Punktwerte von 100 bis 95 gelten als hervorragendes, von 94 bis 84 als gutes, von 83 bis 65 als ausreichendes und < 65 als schlechtes Ergebnis <sup>18, S. 898-901</sup>.

Der Lysholm Score ist im Anhang unter Kapitel 14.3. angefügt.

#### **4.2.4. Tegner Aktivitäts Score**

Tegner und Kujala erarbeiteten 1985 diesen Aktivitäts-Score, welcher als Erweiterung des funktionellen Lysholm Scores angesehen werden kann <sup>112, S. 43-49</sup>. Dem momentanen Aktivitätsgrad einer Person wird hierbei je nach Intensität und Belastung ein Wert von 0 bis 10 zugeteilt. 0 bedeutet Invalidität des Patienten, während 10 Wettkampfsport auf nationalem oder internationalem Niveau entspricht <sup>112, S. 43-49</sup>. Die Gruppen können aufgrund dieses Tests gut in ihrer Aktivität verglichen werden.



Briggs et al. konnten eine inverse Korrelation des Tegner Aktivitäts Score gegenüber dem Patientenalter feststellen <sup>18, S. 898-901</sup>. Somit ergibt sich ein Mittelwert von 6,5 für das Alter von 18 – 30 Jahren, 5,9 für das Alter von 31 – 45 Jahren, sowie 4,6 für das Alter von 46 – 60 Jahren <sup>18, S. 898-901</sup>.

Der Tegner Aktivitäts Score ist im Anhang unter Kapitel 14.4. angefügt.

#### **4.2.5. Subjective Assessment**

Weiterhin haben wir eine subjektive Einschätzung des Operationsergebnisses in unsere Befragung aufgenommen. Die Patienten konnten zwischen den folgenden Aussagen die Zutreffende auswählen:

1. Mein Knie hat sich merklich verbessert und ich kann wieder alle Aktivitäten ausüben
2. Mein Knie hat sich verbessert, aber es bestehen immer noch zeitweise Beschwerden oder Probleme beim Sport
3. Mein Knie hat sich verbessert, aber ich kann noch immer keinen Sport ausüben
4. Mein Knie hat sich nicht verbessert, oder ist sogar schlimmer als vor der Operation

Zur Auswertung wurde die Häufigkeit der einzelnen Unterpunkte gezählt.

Zusätzlich wurden die Patienten gefragt, ob sie die Operation noch einmal durchführen lassen würden.

#### **4.3. Numerische Rankingskala (NRS) zur Schmerzbestimmung**

Bei den Patienten wurde eine Schmerzanamnese mit Hilfe einer numerischen Rankingskala durchgeführt. Sie erstreckt sich von 0 (= kein Schmerz) bis 10 (= stärkster vorstellbarer Schmerz) in ganzzahligen Schritten. Ruhe- und Belastungsschmerzen im Kniegelenk wurden getrennt voneinander bewertet. Das Vorhandensein von Ruhe- oder Belastungsschmerz kann ein Anzeichen von Arthrose im Kniegelenk sein <sup>3, S. S41-47</sup>.

## **4.4. Patientenuntersuchung**

Die Patienten wurden am operierten sowie am kontralateralen Knie untersucht. Diese Untersuchung wurde von einem Doktoranden unter der Aufsicht eines Orthopäden durchgeführt. Die allgemeine klinische Untersuchung beinhaltet die Überprüfung des Bewegungsumfanges, der Stabilität der Kollateral- und Kreuzbänder sowie Meniskustests und Schmerzpunkte. Spezifisch das patellofemorale Gelenk betreffende Tests waren Untersuchungen auf Krepitationen, Erguss und Quadricepsatrophie sowie J-Sign, Apprehension Sign, Zohlen-Zeichen, Hyperpressions- und Facettendruckschmerz der Patella. Das komplette Untersuchungsprotokoll ist im Anhang unter Kapitel 14.5. angefügt.

### **4.4.1. Bewegungsumfang**

Die Überprüfung des Bewegungsumfanges des Kniegelenks wurde in Rückenlage des Patienten durchgeführt. Die maximale passive Flexion und Extension, durchgeführt durch den Untersucher, wurde mit einem Goniometer gemessen und notiert. Das kontralaterale Bein verblieb hierbei in Extension auf der Untersuchungsfläche.

### **4.4.2. Erguss**

Reizzustände wie Bandrupturen und Arthrose können einen Erguss im Kniegelenk hervorrufen. Dieser wird durch das Phänomen der „tanzenden Patella“ untersucht. Hierbei streicht der Untersucher bei Rückenlage des Patienten mit einer Hand den Recessus suprapatellaris aus und übt mit der anderen Hand Druck auf die Patella aus. Wird ein federnder Widerstand gespürt, spricht dies für einen Kniegelenkserguss<sup>53, S. 27-30</sup>. Die Einteilung erfolgte in „kein“, „mäßiger“ und „starker“ Erguss. In asymptotischen Kniegelenken ist ein Erguss normalerweise nicht nachweisbar<sup>57, S. 347-359</sup>. Es zeigen sich jedoch gehäuft Gelenkergüsse bei früharthrotischen Veränderungen des Kniegelenks, wobei die Funktion noch als asymptotisch beschrieben wird<sup>64, S. 514-522</sup>.

### **4.4.3. Krepitationen**

Die Patienten wurden auf Krepitationen im Patellofemoralgelenk bei passiver Flexion und Extension des Kniegelenks untersucht. Hierbei wird eine Hand auf die Patella gelegt und mithilfe der anderen Hand das Bein im Kniegelenk bewegt. Der Nachweis von Krepitationen wurde als positives Testergebnis gewertet. Retropatellare Krepitationen können auf intraartikuläre Pathologien, wie z.B. beginnende Arthrose, hinweisen, sind jedoch oftmals auch bei asymptomatischen Kniegelenken nachweisbar <sup>57, S. 347-359; 82, S. 841-851</sup>.

### **4.4.4. Apprehension Sign**

Bei der Untersuchung des Apprehension Sign wird die Patella in Rückenlage des Patienten, entspannter Quadricepsmuskulatur und Extension des Kniegelenks vom Untersucher lateralisiert. Der Test fällt positiv aus, wenn der Patient eine Luxationsangst angibt. Hierbei ist von einer symptomatischen lateralen patellofemorale Instabilität auszugehen <sup>82, S. 841-851</sup>. Der Test wird in 0°, 20°, 30°, 45°, 60° sowie 90° Flexion durchgeführt. Da die Patella in voller Streckung noch nicht knöchern von der Trochlea geführt ist, besitzt dieser Test eine hohe Sensitivität für eine mögliche Insuffizienz der passiven Faktoren, wie z.B. des medialen patellofemorale Weichteilkomplexes <sup>82, S. 841-851</sup>. Zusätzlich kann bei einem positiven Apprehension Sign bei höheren Flexionsgraden der Verdacht auf Pathologien der statischen Faktoren wie Trochleadysplasie, Valgus- und/ oder Rotationsfehlstellung gestellt werden <sup>93, S. 693-698</sup>.

### **4.4.5. J-Sign**

Das J-Sign dient zur Erfassung einer möglichen Trochleadysplasie und somit eines erschwerten Eingleitens der Patella in die Trochlea. Das im Sitzen frei hängende Bein wird aus 90° Flexion aktiv in die volle Extension gebracht. Hierbei befindet sich die Patella mittig in der Trochlea und springt bei strecknaher Gelenkstellung plötzlich nach proximolateral. Seinen Namen bekam das J-Sign durch die Bahn der Patella, welche am linken Knie aus Patientensicht ein „J“ beschreibt. Hierbei lassen sich Rückschlüsse auf die Morphologie der Trochlea sowie auf eine Imbalance zwischen medialen und lateralen passiven Stabilisatoren

ziehen <sup>82, S. 841-851</sup>. Johnson et al. konnten zeigen, dass das J-Sign bei 210 asymptomatischen Kniegelenken nicht nachweisbar war <sup>57, S. 347-359</sup>. Unter Berücksichtigung der Entstehung des J-Signs lässt dieses Ergebnis auf eine hohe Spezifität dieses Tests bei patellofemorale Instabilität schließen.

#### **4.4.6. Zohlen-Zeichen**

Dr. Eberhard Zohlen (1908 – 2006) beschrieb 1943 eine Untersuchungsmethode, um retropatellare Knorpelschäden zu diagnostizieren und zu lokalisieren. Hierzu wird die Patella am entspannten Bein des liegenden Patienten zwischen zwei Finger genommen und unter leichtem Druck gegenüber ihrem Gegenpart, also der Trochlea, verschoben. Schmerzen und Krepitationen stellen einen positiven Befund dar <sup>121, S. 69-88</sup>. Die Anspannung des M. quadriceps femoris gegen die manuell distalisierte Patella wurde nicht durchgeführt, da bei diesem Manöver selbst bei physiologischen Kniegelenken Schmerzen provoziert werden können.

#### **4.4.7. Patellaanpressschmerz**

Zur Untersuchung des Patellaanpressschmerzes wird in Rückenlage des Patienten die Patella gegen die Trochlea gedrückt. Schmerzen entsprechen einem positiven Zeichen und deuten auf eine Pathologie im patellofemorale Gelenk hin <sup>82, S. 841-851</sup>.

#### **4.4.8. Patellafacettendruckschmerz**

Bei der Untersuchung des Patellafacettendruckschmerzes liegt der Patient in Rückenlage mit gestreckten Kniegelenken. Die Patella wird lateralisiert und ihre laterale Facette palpiert. Medial wird genauso vorgegangen <sup>53, S. 27-30</sup>. Bei Auftreten von Schmerzen während der Palpation wird das Zeichen als positiv gewertet. Es kann Hinweise auf randständige intraartikuläre, retinakuläre und synoviale Pathologien geben <sup>82, S. 841-851</sup>.

#### **4.4.9. Umfangsmessung des Oberschenkels**

Zur Messung des Oberschenkelumfangs liegt der Patient in Rückenlage mit gestreckten Kniegelenken und entspannter Muskulatur. Mit einem Maßband wird der Umfang 8 und 12 cm oberhalb des Oberrandes der Patella gemessen.

#### **4.5. Magnetresonanztomographische Diagnostik**

Beim Nachuntersuchungstermin wurde bei allen Patienten eine axiale MRT-Untersuchung in T2-Wichtung (Fast-Spin-Echo) des betroffenen Kniegelenks durchgeführt. Verwendet wurde ein Siemens® *Magnetom Espree* mit 1,5 Tesla. Vorteile der magnetresonanztomographischen Untersuchung gegenüber dem konventionellen Röntgenbild oder der computertomographischen Untersuchung sind, dass der Patient keiner Strahlung ausgesetzt ist und eine gute Beurteilbarkeit des Knorpels, der Weichteile und ossärer Strukturen gegeben ist. Zusätzlich besteht gegenüber dem Röntgenbild die Möglichkeit, die posteriore Condylenlinie als Referenzlinie zur Bestimmung verschiedener Parameter zu verwenden. Zu diesen Parametern gehören patellärer Tilt und Shift, die Bestimmung des TTTG-Abstandes, des lateralen Trochleaslopes, des Trochleawinkels sowie Dysplasiegrad der Trochlea. Ferner wurde der Zustand des retropatellaren sowie femoralen Knorpels beurteilt. Anhand der Scout-Bilder wurde die Patellahöhe ermittelt. Alle Bilder wurden in OsiriX® (<http://www.osirix-viewer.com>) bearbeitet und ausgemessen.

##### **4.5.1. Patellärer Shift und Tilt**

Der patelläre Shift gibt die Stellung der Patella in axialer Ebene gegenüber der Trochlea an. Hierzu werden der retropatellare Giebel und die trochleäre Grube in der axialen MRT-Schichtung im Lot auf die posteriore Condylenlinie abgebildet und im Folgenden der Abstand dieser beiden Punkte gemessen (siehe Abb. 8) <sup>11, S. 18-28</sup>. Besteht ein patellärer Shift von mehr als 2,5 mm, liegt eine Subluxation der Patella vor.

Der patelläre Tilt misst die Verkippung der Patella in der vertikalen Achse. Hierzu wird die Hauptachse der Patella in der axialen MRT-Schichtung verlängert, auf die posteriore Condylenlinie abgebildet und der resultierende Winkel bestimmt (siehe Abb. 8) <sup>11, S. 18-28</sup>. Déjour et al. bestimmten in ihrer Kontrollgruppe einen mittleren Winkel von  $10^\circ \pm 5,8^\circ$  und in der Gruppe mit patellofemorale Instabilität einen mittleren Winkel von  $28,8^\circ \pm 10,5^\circ$  <sup>29, S. 19-26</sup>. In einer 2006 veröffentlichten Studie von Escala et al. konnte nachgewiesen werden, dass ein patellärer Tilt von  $> 11^\circ$  eine hohe Sensitivität für patellofemorale Instabilität besitzt, weshalb wir die Grenze für pathologische Werte bei diesem Winkel ansetzten <sup>34, S. 264-272</sup>.

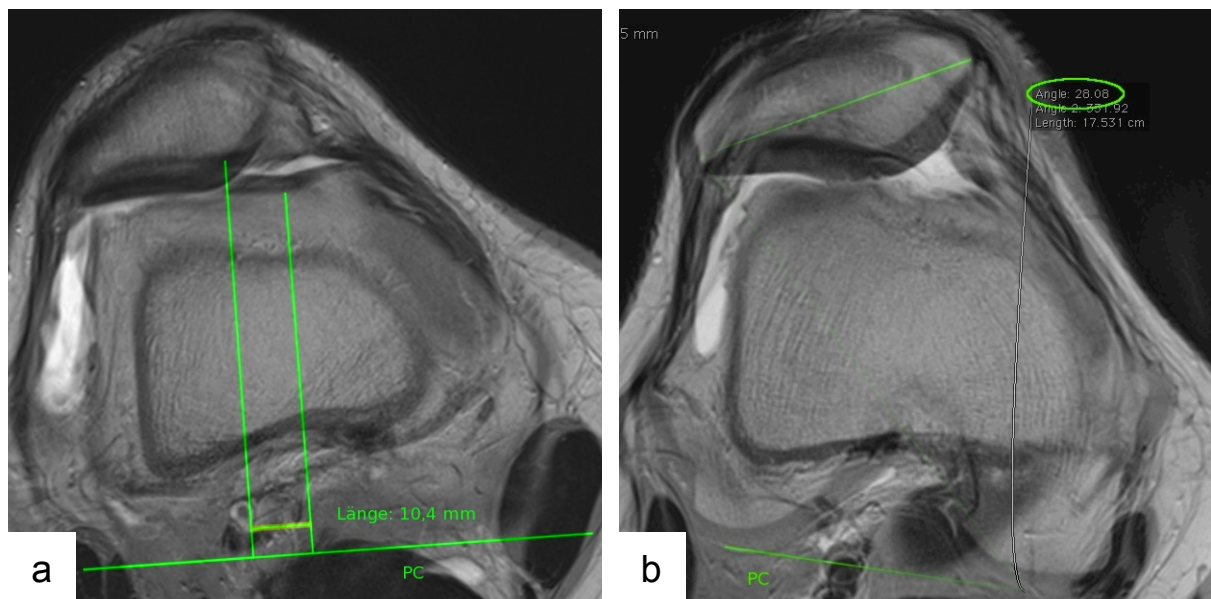


Abb. 8: Bestimmung des a) patellären Shifts; b) patellären Tilts; PC= posteriore Condylenlinie

#### 4.5.2. Bestimmung des TTTG-Abstandes

Der Abstand der Tuberositas tibiae zur trochleären Grube wird durch zwei übereinander projizierte axiale Schichten bestimmt und löst die untersucher- sowie muskelaktivitätsabhängige Bestimmung des Q-Winkels ab <sup>108, S. 1068-1079</sup>. Das Zentrum der Tuberositas tibiae sowie der tiefste Punkt der Trochlea femoris werden im Lot auf die posteriore Condylenlinie abgebildet und der resultierende Abstand gemessen (siehe Abb. 9). Ein Abstand von 10 bis 15 mm gilt als physiologisch, während Werte  $> 20$  mm pathologisch sind <sup>11, S. 18-28; 14, S. 872-883</sup>. Die Bestimmung des TTTG-Abstandes war lange Zeit nur im CT möglich. 2006 konnten Schöttle et al. zeigen, dass die Bestimmung auch im MRT möglich ist <sup>98, S. 26-31</sup>.

### 4.5.3. Lateraler Trochleaslope

Um die Steigung der lateralen Trochleafacette zu bestimmen, wird in der axialen Schichtung an diese Struktur eine Tangente angelegt, welche die posteriore Condylenlinie schneidet. Der hieraus resultierende Winkel entspricht dem lateralen Trochleaslope, welcher physiologischerweise ungefähr  $30^\circ$  beträgt und bei bestehender Trochleadysplasie verringert ist (siehe Abb. 9) <sup>11, S. 18-28</sup>.

### 4.5.4. Trochlea-Winkel

Die Trochlea-Winkel im MRT sowie in der Skyline-Röntgenaufnahme sind identisch. Hierbei wird in der axialen Schichtung auf Höhe des ersten durchgängigen Knorpelbezuges der Trochlea von proximal kommend der Winkel bestimmt, welcher zwischen der medialen und lateralen Trochleafacette eingeschlossen wird (siehe Abb. 9). Er beträgt physiologischerweise  $124^\circ$  bis  $145^\circ$  und ist bei einer Trochleadysplasie vergrößert <sup>11, S. 18-28; 29, S. 19-26</sup>.

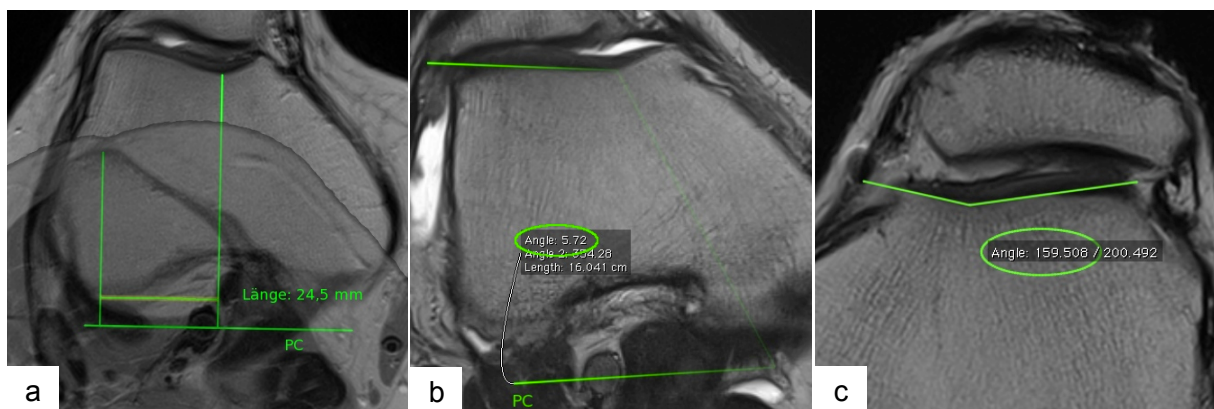


Abb. 9: Bestimmung von a) TTTG-Abstand (im Bsp.: 24,5 mm); b) Lateraler Trochleaslope (im Bsp.:  $5,7^\circ$ ); c) Trochleawinkel (im Bsp.:  $159,5^\circ$ ); PC= posteriore Condylenlinie

### 4.5.5. Trochleadysplasie

H. Déjour et al. beschrieben 1994 die Trochleadysplasie als einen Faktor für patellofemorale Instabilität<sup>29, S. 19-26</sup>. Als radiologisches Zeichen entdeckte er das „crossing sign“ im lateralen Röntgenbild, welches den Schnittpunkt des tiefsten Punktes der Trochlea mit der lateralen Condylenkante beschreibt, und unterschied 3 Schweregrade der Trochleadysplasie<sup>29, S. 19-26</sup>. Dieses Zeichen ist von diagnostischem Wert, da es bei unklaren klinischen Befunden oftmals einen Anlass zur weiteren Diagnostik darstellt. Im weiteren Verlauf wurden 1998 von D. Déjour et al. anhand von axialen CT- Bildern vier Grade der Trochleadysplasie klassifiziert (Typ A bis D, siehe Abb. 10)<sup>28, S. 1466-1471</sup>. Als Referenzbild zur Bestimmung des Dysplasiegrades wird, von proximal kommend, die erste axiale Schichtung, bei der die Trochlea vollständig mit Knorpel überzogen ist, verwendet. Typ A entspricht einer abgeflachten, jedoch noch erkennbaren Trochlea, während diese bei Typ B schon flach oder sogar konvex ist. Bei Typ C ist die laterale Facette konvex und die mediale hypoplastisch. Zwischen den beiden Facetten besteht ein Absatz, das sogenannte „cliff sign“. Typ D zeigt sich wie eine Trochleadysplasie Typ C, bei dem noch eine zusätzliche Erhöhung im Bereich der Trochlea, der sogenannte „bump“, existiert<sup>28, S. 1466-1471</sup>.

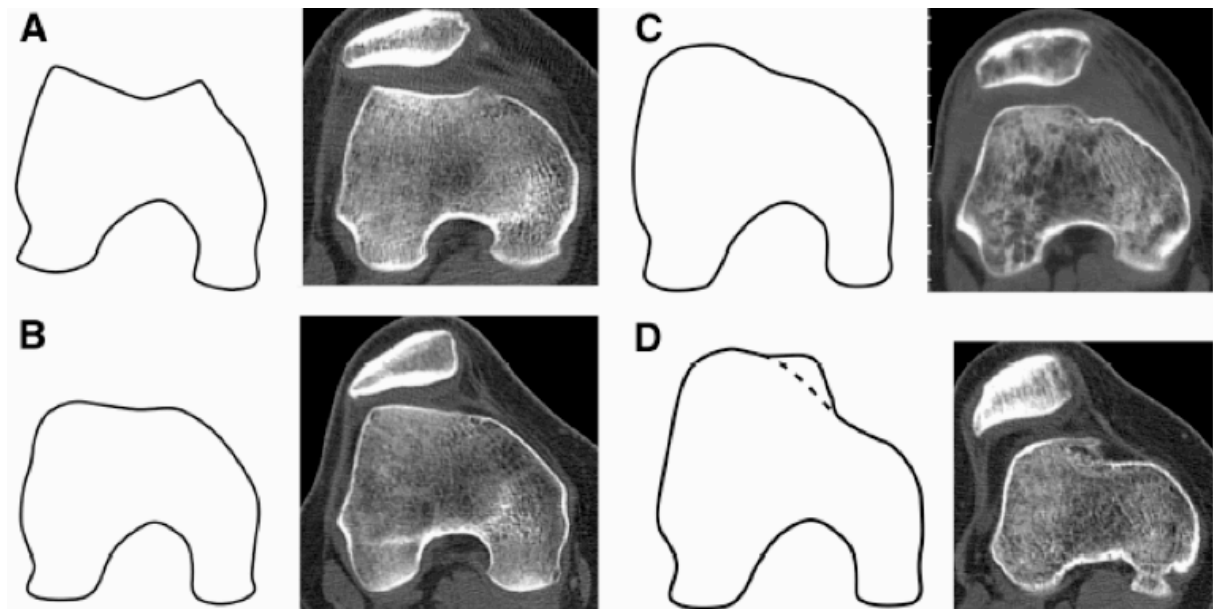


Abb. 10: Klassifikation der Trochleadysplasie, aus<sup>96, S. 1192-1198</sup>; A= abgeflachte, noch erkennbare Trochlea; B= Trochlea flach oder konvex; C= lat. Facette konvex und mediale Facette hypoplastisch; D= wie Typ C, zusätzlich „bump“



Nachfolgend Beispiele aus unserem Patientengut:

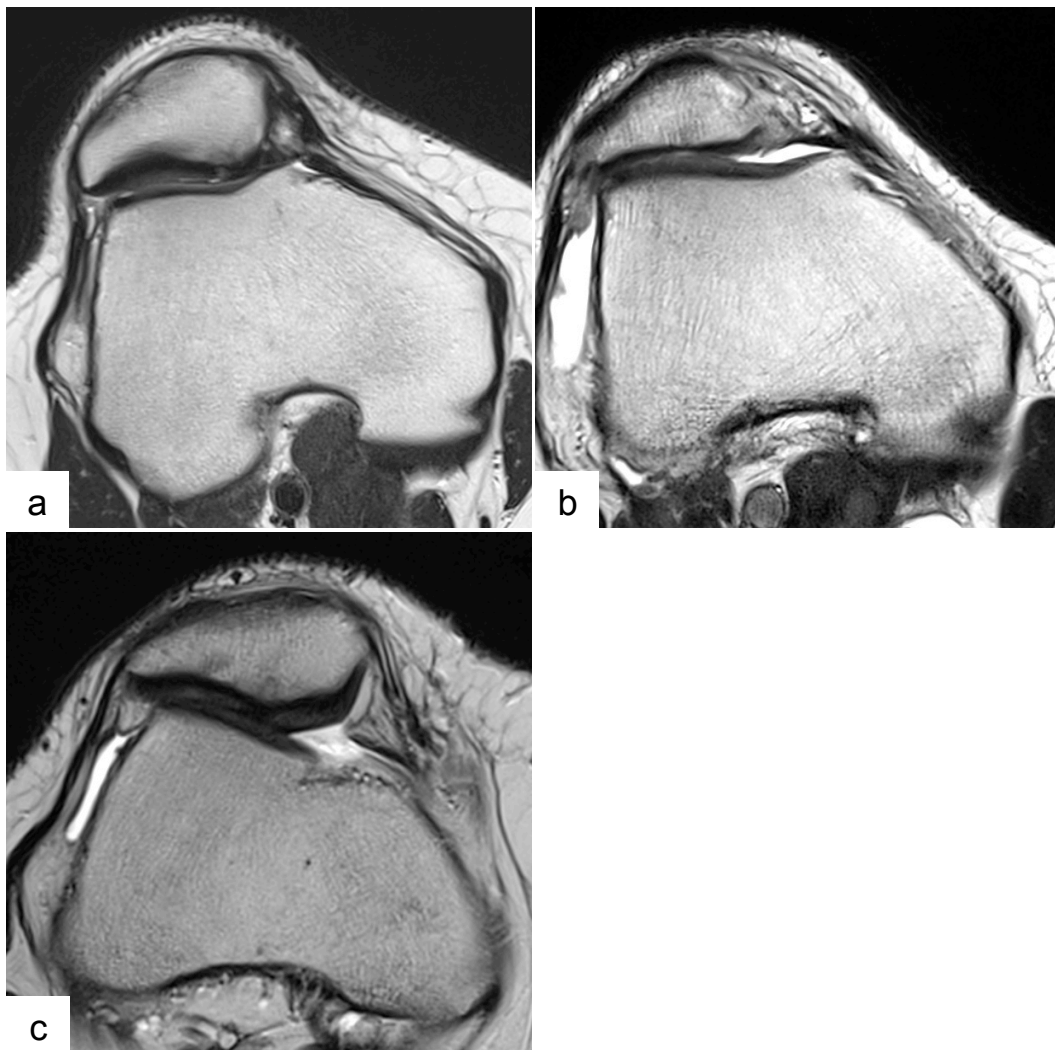


Abb. 11: Trochleadysplasien unseres Patientengutes; a) Typ A; b) Typ B; c) Typ C

Die Trochleadysplasie konnte trotz fehlender Nachuntersuchung bei 30 von 31 Patienten ermittelt werden, da, mit einer Ausnahme, von allen postalisch erreichten Patienten eine präoperative MRT-Untersuchung vorlag.

Die Bestimmung des Grades der Trochleadysplasie wurde vom Untersucher sowie von einem erfahrenen Assistenten unabhängig voneinander durchgeführt.

#### 4.5.6. Patellahöhe

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die Höhe der Patella zu messen. Dies geschieht entweder in einem lateralen Röntgenbild oder im sagittalen Bild eines Schnittbildverfahrens. Wir ermittelten den Patellaindex anhand der *Scout*- Bilder der MRT- Aufnahmen. Der Patellaindex nach Caton und Deschamps setzt die Strecke zwischen dem anteriorsten Punkt des knorpelüberzogenen Tibiaplateaus und dem inferiorsten Punkt der Patella mit der Strecke der artikulären Oberfläche der Patella im 20° - 30° flektierten Knie ins Verhältnis (siehe Abb. 12). Werte über 1,2 sind als Hochstand der Patella definiert<sup>21, S. 385-386</sup>. Dieses Verfahren zur Bestimmung der Patellahöhe hat den Vorteil, dass es unabhängig vom Flexionsgrad im Kniegelenk ist<sup>53, S. 27-30</sup>.

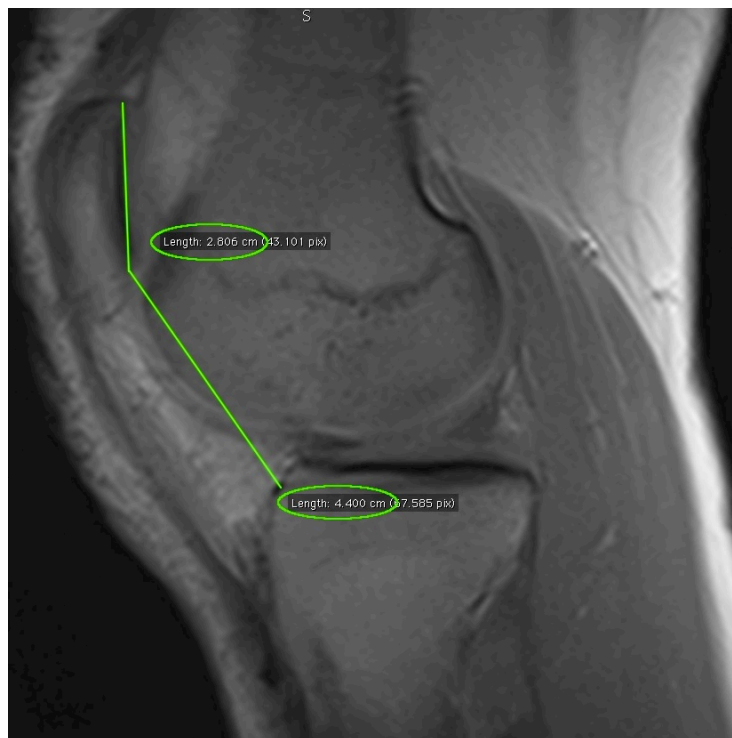


Abb. 12: Bestimmung des Patella-Index nach Caton/ Deschamps  
(im Bsp.: 1,57)

### 4.5.7. Knorpelschaden

Zur Bestimmung der Knorpelqualität wurde die 2003 von Brittberg et al. veröffentlichte Klassifikation der „International Cartilage Repair Society“ (ICRS) verwendet <sup>19, S. 58-69</sup>. Zur Erhebung des Knorpelstatus sind moderne MRT-Sequenzen, wie die in unserer Studie durchgeführte Fast-Spin-Echo (FSE) – Aufnahme, aufgrund ihrer sehr hohen Sensitivität von mehreren Autoren empfohlen worden <sup>17, S. 1073-1080; 83, S. 1276-1284</sup>. Der Knorpelzustand lässt sich laut ICRS auf einer Skala von 0 bis 4 bestimmen, wobei 0 einen normalen Knorpel und 4 eine schwere Knorpelschädigung beschreibt (siehe Abb. 13).

Bei einer ICRS-Läsion Grad 1 lassen sich oberflächliche Fissuren und Unregelmäßigkeiten des Knorpels sowie eine intracartilaginäre Signalanhebung feststellen. Tiefere Knorpelschäden werden, wenn bis zu 50% der Knorpeldicke geschädigt ist, als Grad 2 und über 50% als Grad 3 eingestuft. Wenn die Läsion in die subchondrale Knochenplatte reicht, wird der Defekt als Grad 4 beschrieben. Dies äußert sich an einem nachweisbaren fokalen Knochenödem, falls in letzter Zeit kein Trauma erlitten wurde <sup>19, S. 58-69</sup>.

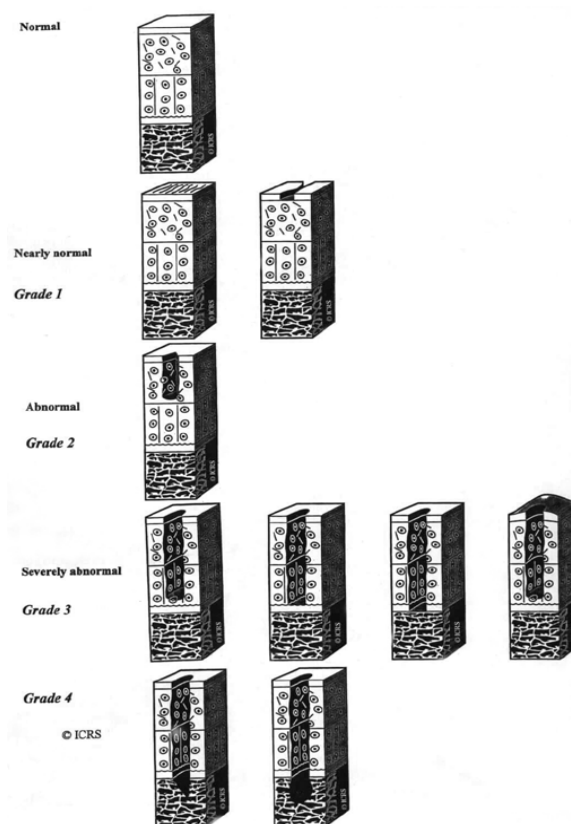


Abb. 13: ICRS-Klassifikation für Knorpelschäden, aus <sup>19, S. 58-69</sup>

Nachfolgend Beispiele aus unserem Patientenkollektiv:

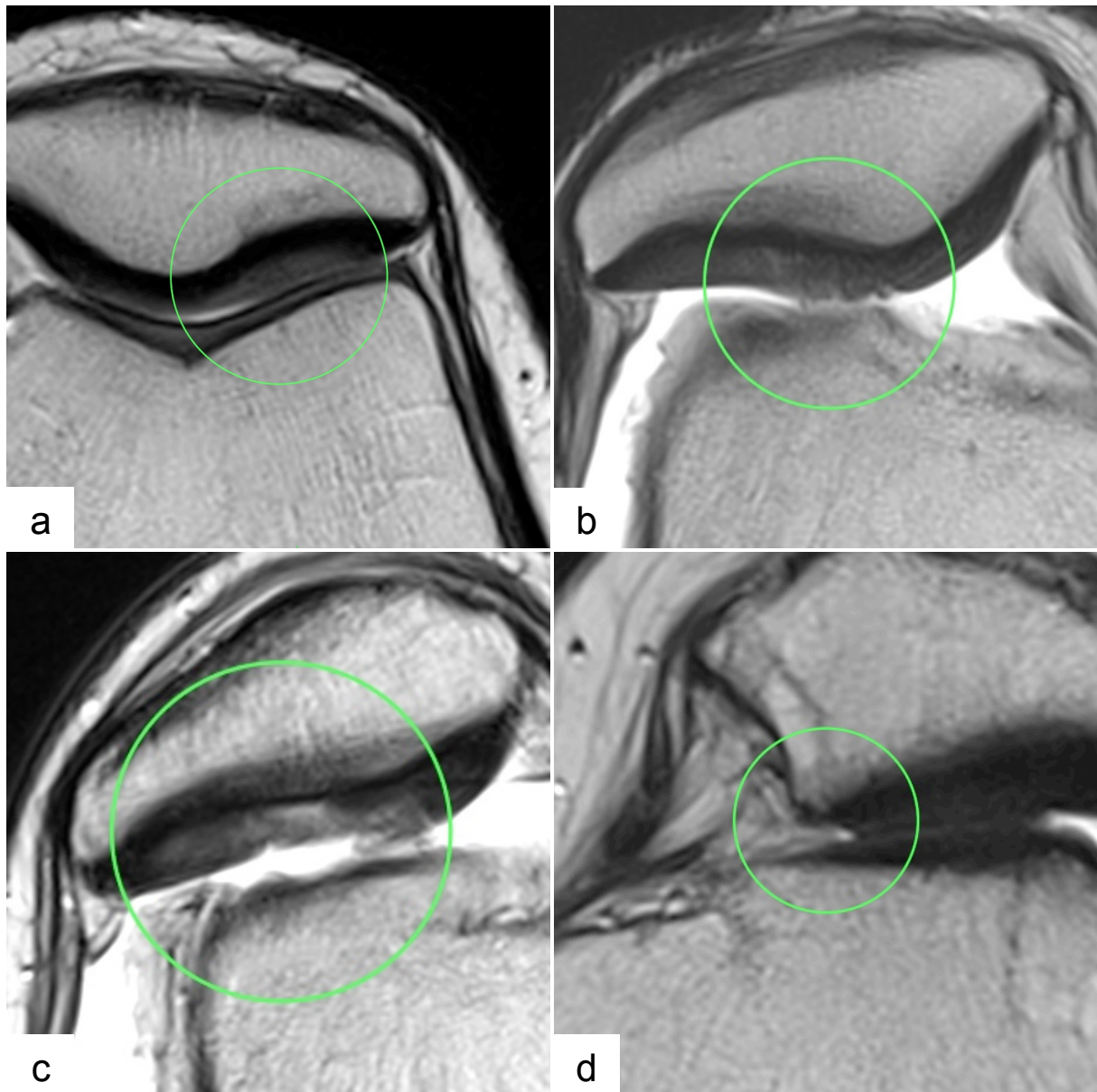


Abb. 14: Knorpelschäden unseres Patientengutes; a) Grad 1, retropatellar; b) Grad 2, retropatellar; c) Grad 3, retropatellar; d) Grad 4, retropatellar

## **5. Ergebnisse**

### ***5.1. Ergebnisse der anamnestischen Daten***

#### **5.1.1. Reluxationen**

In der *Knochengruppe* sind bei 5 (26,3%) Patienten Reluxationen aufgetreten. Bei 3 Patienten ist die Patella einmal, bei einem Patienten viermal reluxiert. Ein Patient konnte sich an die genaue Zahl der Reluxationen nicht erinnern.

In der *Weichteilgruppe* sind bei 4 (33,3%) Patienten Reluxationen aufgetreten. Bei 3 Patienten ist die Patella einmal und bei einem Patienten 10 Mal reluxiert.

#### **5.1.2. Kontralaterales Kniegelenk**

In der *Knochengruppe* war das kontralaterale Kniegelenk bei 14 (73,7%) Patienten, in der *Weichteilgruppe* bei 8 (66,7%) Patienten betroffen.

#### **5.1.3. Funktion**

Da diese Frage ein Anhang des „Subjektiven IKDC 2000 Scores“ ist, wurde sie nur von 27 der 31 Patienten, darunter 17 (89,5%) Patienten der *Knochen-* und 10 (83,3%) Patienten der *Weichteilgruppe*, bearbeitet. Von 4 der postalisch erreichten Patienten wurde dieser Test nicht zurückgesendet.

In der *Knochengruppe* betrug die durchschnittliche Funktion des Kniegelenkes vor der Erstluxation 8,4 mit einem Maximum von 10 und einem Minimum von 3 (SD 2,1). Bei 5 (29,4%) Patienten hat sich die Funktion gebessert, bei 5 (29,4%) Patienten ist sie gleich geblieben und bei 7 (41,2%) Patienten hat sie sich verschlechtert.

In der *Weichteilgruppe* betrug die durchschnittliche Funktion des Kniegelenkes vor der Erstluxation 9,7 mit einem Maximum von 10 und einem Minimum von 9 (SD 0,5). Bei 1 (10%) Patienten hat sich die Funktion gebessert, bei 5 (50%) Patienten ist sie gleich geblieben und bei 4 (40%) Patienten hat sie sich verschlechtert.

#### 5.1.4. Patientenzufriedenheit

13 (68,4%) Patienten der *Knochen-*, sowie 9 (75%) Patienten der *Weichteilgruppe* würden sich erneut für die durchgeführte Operation entscheiden.

### 5.2. Ergebnisse der Untersuchungsbögen

Die Fragbögen wurden, mit Ausnahme des „Subjektiven IKDC 2000 Scores“, von allen 31 Patienten bearbeitet.

#### 5.2.1. Subjektiver IKDC 2000 Score

Der subjektive IKDC 2000 Score wurde von 27 der 31 Patienten, darunter 17 (89,5%) Patienten der *Knochen-* und 10 (83,3%) Patienten der *Weichteilgruppe*, bearbeitet. Von 4 postalisch erreichten Patienten wurde dieser Test nicht zurückgeschickt. 6 Patienten, darunter 5 (26,3%) Patienten der *Knochen-* und 1 (8,3%) Patient der *Weichteilgruppe*, erzielten ein Ergebnis unterhalb des Erwartungshorizonts (siehe Abb. 15).

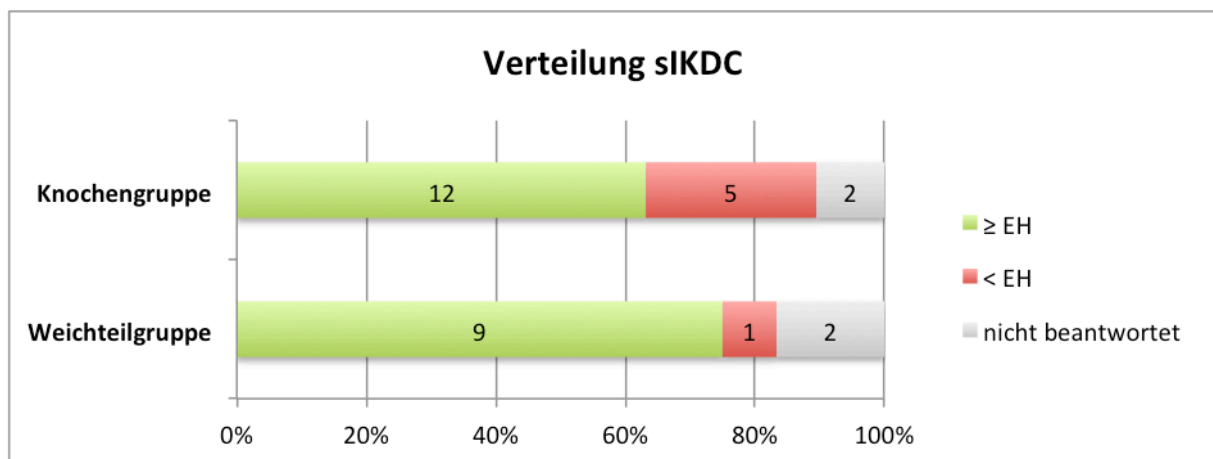


Abb. 15: Verteilung sIKDC Score; EH= Erwartungshorizont

Die *Knochengruppe* erreichte im Mittel 74,3 Punkte mit einem Maximum von 97,7 Punkten und einem Minimum von 28,7 Punkten (SD 19,5).

Die *Weichteilgruppe* erreichte im Mittel 82,5 Punkte mit einem Maximum von 97,8 Punkten und einem Minimum von 56,3 Punkten (SD 12,3).

### 5.2.2. Kujala Score

Der Kujala Score betrug in der *Knochengruppe* im Mittel 76,3 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 38 Punkten (SD 22,2).

Die *Weichteilgruppe* erreichte im Mittel 89,4 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 70 Punkten (SD 8,0).

### 5.2.3. Lysholm Score

Der Lysholm Score betrug in der *Knochengruppe* im Mittel 76,2 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 45 Punkten (SD 20,4). 7 (36,8%) Patienten erreichten ein „hervorragendes“, 3 (15,8%) Patienten ein „gutes“, 3 (15,8 %) Patienten ein „ausreichendes“ und 6 (31,6%) Patienten ein „schlechtes“ Ergebnis (siehe Abb. 16).

Die *Weichteilgruppe* erreichte im Mittel 87,4 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 50 Punkten (SD 12,9). 2 (16,7%) Patienten erreichten ein „hervorragendes“, 8 (66,7%) Patienten ein „gutes“, 1 (8,3%) Patient ein „ausreichendes“ und 1 (8,3%) Patient ein „schlechtes“ Ergebnis (siehe Abb. 16).

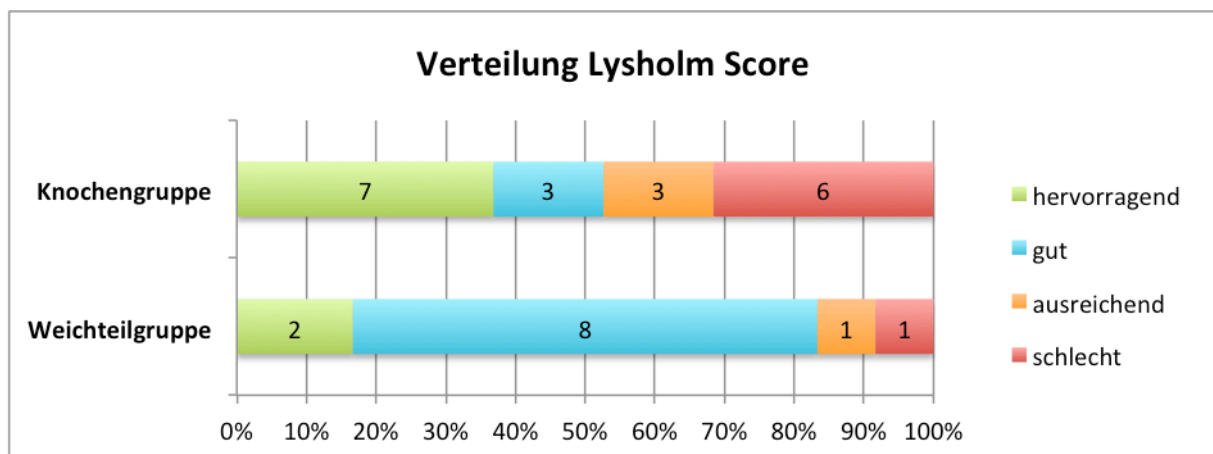


Abb. 16: Verteilung Lysholm Score

#### **5.2.4. Tegner Aktivitäts Score**

Der Tegner Activity Score betrug in der *Knochengruppe* im Mittel 4,2 Punkte mit einem Maximum von 8 Punkten und einem Minimum von 1 Punkt (SD 2,0).

Die *Weichteilgruppe* erreichte im Mittel 5,2 Punkte mit einem Maximum von 10 Punkten und einem Minimum von 1 Punkt (SD 2,8).

#### **5.2.5. Subjective Assessment**

In der *Knochengruppe* wählten 6 (31,6%) Patienten Aussage 1, 9 (47,4%) Patienten Aussage 2, 1 (5,3%) Patient Aussage 3 und 3 (15,8%) Patienten Aussage 4.

In der *Weichteilgruppe* wählten 5 (41,7%) Patienten Aussage 1, 6 (50%) Patienten Aussage 2, kein Patient Aussage 3 und 1 (8,3%) Patient Aussage 4.

### ***5.3. Ergebnisse der numerischen Ratingskala (NRS) zur Schmerzbestimmung***

In der *Knochengruppe* gaben die Patienten einen mittleren Ruheschmerz von 1,5 mit einem Maximum von 7 und einem Minimum von 0 an (SD 2,2). Der Belastungsschmerz betrug im Mittel 3,5 mit einem Maximum von 9 und einem Minimum von 0 (SD 3,0).

In der *Weichteilgruppe* gaben die Patienten einen mittleren Ruheschmerz von 0,3 mit einem Maximum von 3 und einem Minimum von 0 an (SD 0,9). Der Belastungsschmerz betrug im Mittel 1,8 mit einem Maximum von 4 und einem Minimum von 0 (SD 1,2).

### ***5.4. Ergebnisse der Patientenuntersuchung***

#### **5.4.1. Bewegungsumfang**

Alle 21 untersuchten Patienten zeigten eine Flexion im Kniegelenk von mehr als 140°. Alle Patienten konnten das Kniegelenk komplett strecken (Extension 0°). Die Seitendifferenz lag bei weniger als 5°.



#### **5.4.2. Erguss**

Bei 11 Patienten, darunter 6 (46,2%) Patienten aus der *Knochen-* und 5 (62,5%) Patienten aus der *Weichteilgruppe*, war kein Erguss nachweisbar. Bei 7 (53,8%) Patienten der *Knochen-* und 3 (37,5%) Patienten der *Weichteilgruppe* war ein „mäßiger“ Erguss nachweisbar. Bei keinem der Patienten zeigte sich ein „starker“ Erguss des Kniegelenkes.

#### **5.4.3. Krepitationen**

Bei 12 Patienten, darunter 7 (53,8%) Patienten aus der *Knochen-* und 5 (62,5%) Patienten aus der *Weichteilgruppe*, waren retropatellare Krepitationen spürbar.

#### **5.4.4. Apprehension Sign**

Bei 8 Patienten, davon 6 (46,2%) aus der *Knochen-* und 2 (25%) aus der *Weichteilgruppe*, war das Apprehension Sign negativ. Dementsprechend waren bei 7 Patienten (53,8%) der *Knochen-* und 6 Patienten (75%) der *Weichteilgruppe* das Apprehension Sign positiv.

In der *Knochengruppe* war der Test einmal bis 20°, zweimal bis 30°, einmal bis 45°, einmal bis 60°, sowie zweimal bis 90° Flexion positiv.

In der *Weichteilgruppe* war er fünfmal bis 30° und einmal bis 90° Flexion positiv.

#### **5.4.5. J-Sign**

Bei 15 Patienten, darunter 8 (61,5%) Patienten aus der *Knochen-* und 7 (87,5%) Patienten aus der *Weichteilgruppe*, war das J-Sign positiv.

#### **5.4.6. Zohlen-Zeichen**

3 (23,7%) Patienten aus der *Knochengruppe* gaben bei der Durchführung der Untersuchung nach Zohlen Schmerzen an. Alle Patienten der *Weichteilgruppe* hatten ein negatives Zohlen-Zeichen.

### 5.4.7. Patellaanpressschmerz

Bei 3 Patienten, darunter 1 (7,7%) Patient aus der *Knochen-* und 2 (25%) Patienten aus der *Weichteilgruppe*, war diese Untersuchung schmerzhaft.

### 5.4.8. Patellafacettendruckschmerz

Bei 7 Patienten, darunter 4 (30,8%) Patienten aus der *Knochen-* und 3 (37,5%) Patienten aus der *Weichteilgruppe*, war diese Untersuchung schmerzhaft.

In der *Knochengruppe* gaben 2 (15,4%) Patienten bei medialer Palpation und 2 (15,4%) Patienten bei medialer sowie lateraler Palpation Schmerzen an.

In der *Weichteilgruppe* gaben 2 (25%) Patienten bei medialer Palpation und 1 (12,5%) Patient bei medialer sowie lateraler Palpation Schmerzen an.

### 5.4.9. Umfangsmessung des Oberschenkels

12 Patienten, darunter 8 (61,5%) Patienten aus der *Knochen-* und 4 (50%) Patienten aus der *Weichteilgruppe*, weisen eine Atrophie des M. quadriceps femoris bezüglich der kontralateralen Seite auf (siehe Abb. 17).

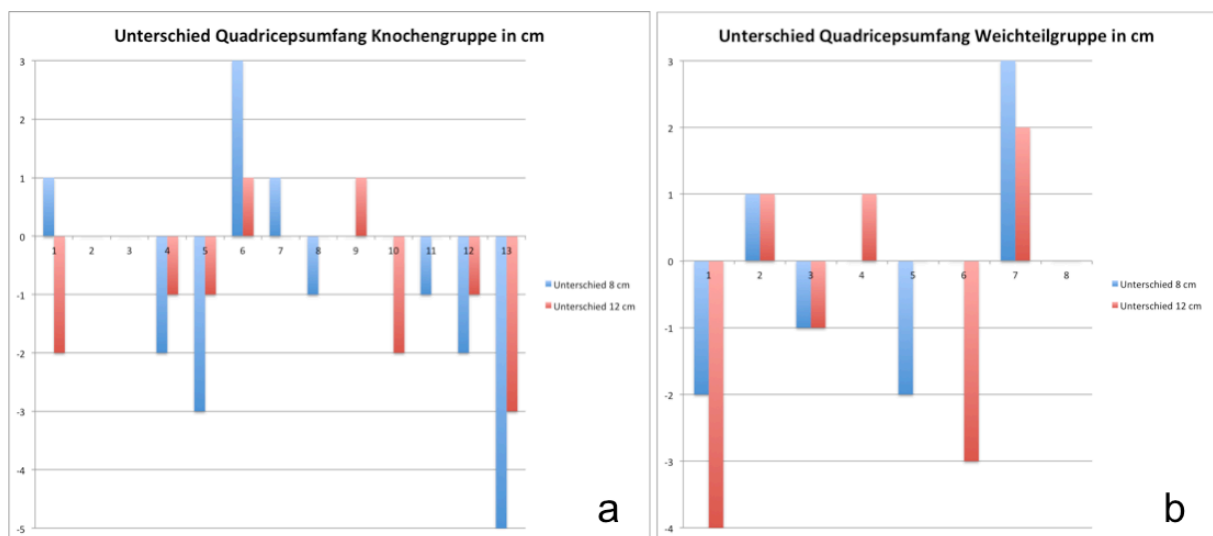


Abb. 17: Unterschied des M. quadriceps femoris im Vergleich zur Gegenseite; a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe

## ***5.5. Ergebnisse der magnetresonanztomographischen Diagnostik***

### **5.5.1. Patellärer Shift und Tilt**

Der patelläre Shift in der *Knochengruppe* betrug im Mittel 0,5 mm nach lateral mit einem Maximum von 10,1 mm nach medial und 9,1 mm nach lateral (SD 5,9).

Bei 5 (38,5%) Patienten lag eine Subluxationsstellung der Patella nach lateral vor.

Der patelläre Shift in der *Weichteilgruppe* betrug im Mittel 0,6 mm nach lateral mit einem Maximum von 4,4 mm nach medial und 10,3 mm nach lateral (SD 5,2).

Bei 2 (25%) Patienten lag eine Subluxationsstellung der Patella nach lateral vor.

Der patelläre Tilt in der *Knochengruppe* betrug im Mittel  $9,8^\circ$  mit einem Maximum von  $28,1^\circ$  und einem Minimum von  $1,3^\circ$  (SD 6,8). Bei 2 (15,4%) Kniegelenken zeigte sich ein patellärer Tilt  $> 11^\circ$ . Diese wurden bei einer Patientin mit beidseitigen Eingriffen gemessen und betragen  $15,8^\circ$  respektive  $28,1^\circ$ .

Der patelläre Tilt in der *Weichteilgruppe* betrug im Mittel  $14,1^\circ$  mit einem Maximum von  $22,5^\circ$  und einem Minimum von  $3,9^\circ$  (SD 6,7). Bei 6 (75%) Kniegelenken zeigte sich ein patellärer Tilt  $> 11^\circ$ .

### **5.5.2. TTTG-Abstand**

Der TTTG-Abstand betrug in der *Knochengruppe* im Mittel 9,3 mm mit einem Maximum von 16,6 mm und einem Minimum von 4,4 mm (SD 3,9). Bei keinem Patienten wurde ein Wert über 20 mm gemessen.

Der TTTG-Abstand betrug in der *Weichteilgruppe* im Mittel 14,4 mm mit einem Maximum von 24,5 mm und einem Minimum von 3,4 mm (SD 6,4). Bei einem (12,5%) Patienten wurde ein Wert über 20 mm gemessen.

### 5.5.3. Lateraler Trochleaslope

Der laterale Trochleaslope betrug in der *Knochengruppe* im Mittel  $15,1^\circ$  mit einem Maximum von  $23,7^\circ$  und einem Minimum von  $6,4^\circ$  (SD 5,8). Bei allen (100%) Patienten wurde ein Wert unter  $30^\circ$  gemessen.

Der laterale Trochleaslope betrug in der *Weichteilgruppe* im Mittel  $15,1^\circ$  mit einem Maximum von  $26,6^\circ$  und einem Minimum von  $5,7^\circ$  (SD 6,6). Bei allen (100%) Patienten wurde ein Wert unter  $30^\circ$  gemessen.

### 5.5.4. Trochlea-Winkel

Der Trochlea-Winkel betrug in der *Knochengruppe* im Mittel  $147,0^\circ$  mit einem Maximum von  $160^\circ$  und einem Minimum von  $132^\circ$  (SD 7,3). Bei 7 (53,8%) Patienten wurde ein Wert  $> 145^\circ$  gemessen.

Der Trochlea-Winkel betrug in der *Weichteilgruppe* im Mittel  $143,3^\circ$  mit einem Maximum von  $155^\circ$  und einem Minimum von  $130^\circ$  (SD 9,8). Bei 4 (50%) Patienten wurde ein Wert  $> 145^\circ$  gemessen.

### 5.5.5. Trochleadysplasie

Nach der Einteilung von Déjour et al. setzt sich unser Patientenkollektiv aus 5 (16,1%) Typ-A-Dysplasien, 14 (45,2%) Typ-B-Dysplasien, 5 (16,1%) Typ-C-Dysplasien, und keiner Typ-D-Dysplasie zusammen<sup>28, S. 1466-1471</sup>. Bei 6 (19,4%) Patienten war keine Dysplasie der Trochlea nachweisbar. Bei einem Patienten (3,2%) konnte aufgrund fehlenden radiologischen Bildmaterials keine Dysplasiebestimmung durchgeführt werden.

Die *Knochengruppe* setzt sich aus 3 (15,8%) Typ-A-Dysplasien, 10 (52,6%) Typ-B-Dysplasien und 3 (15,8%) Typ-C-Dysplasien zusammen. Bei 2 (10,5%) Patienten war keine Dysplasie der Trochlea nachweisbar (siehe Abb. 18). Bei einem Patienten (5,3%) konnte aufgrund fehlenden radiologischen Bildmaterials keine Dysplasiebestimmung durchgeführt werden.

Die *Weichteilgruppe* setzt sich aus 2 (16,7%) Typ-A-Dysplasien, 4 (33,3%) Typ-B-Dysplasien, 2 (16,7%) Typ-C-Dysplasien und keiner Typ-D-Dysplasie zusammen. Bei 4 (33,3%) Patienten war keine Dysplasie der Trochlea nachweisbar (siehe Abb. 18).

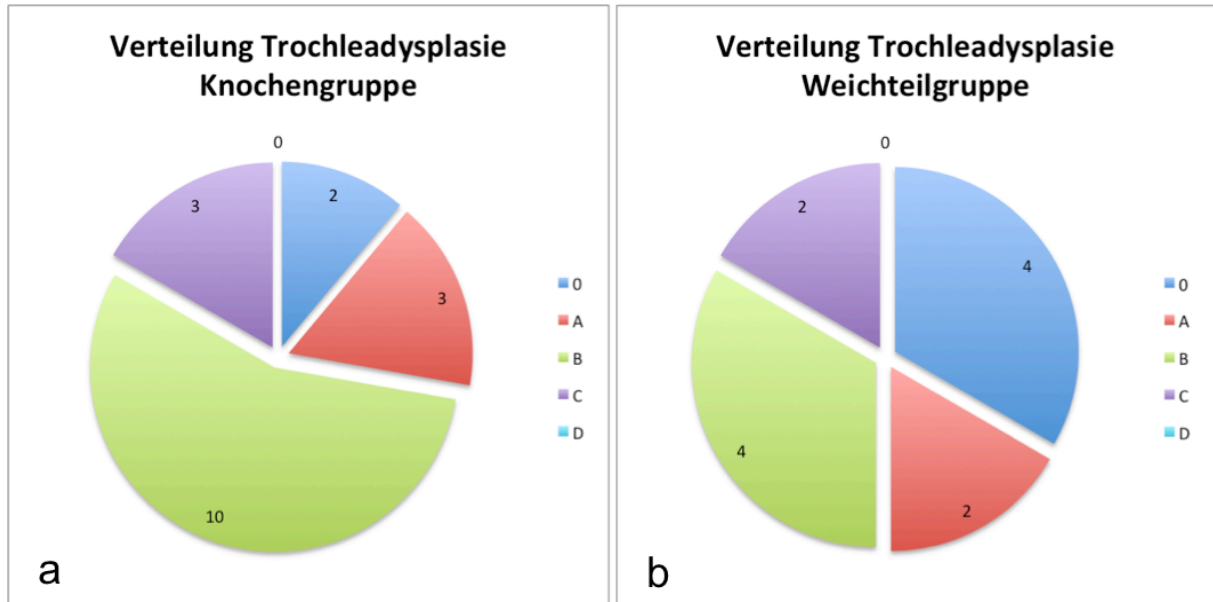


Abb. 18: Verteilung der Trochleadysplasiegrade; a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe

### 5.5.6. Patellahöhe

Bei 9 (69,2%) Patienten in der *Knochengruppe* war ein Patella-Index nach Caton und Deschamps  $> 1,2$  und somit eine Patella alta nachweisbar. Im Mittel betrug der Index 1,3 mit einem Maximum von 1,6 und einem Minimum von 0,9 (SD 0,2).

Bei 4 (50%) Patienten in der *Weichteilgruppe* war ein Patella-Index  $> 1,2$  und somit eine Patella alta nachweisbar. Im Mittel betrug der Index 1,3 mit einem Maximum von 1,8 und einem Minimum von 1,1 (SD 0,2).

### 5.5.7. Knorpelschaden

Magnetresonanztomographisch wurden 5 Patienten mit Trochleadysplasie Typ A, 7 Patienten mit Typ B, 5 Patienten mit Typ C sowie 4 Patienten ohne bestehende Trochleadysplasie untersucht.

Nach ICRS-Kriterien wurde bei 3 (14,3%) Patienten ein retropatellarer Knorpelschaden Grad 1, bei 8 (38,1%) Patienten Grad 2, bei 7 (33,3%) Patienten Grad 3 (Lokalisation: einmal lateral, 3 Mal medial, 3 Mal zentral) und bei 3 (14,3%) Patienten Grad 4 (Lokalisation: zweimal medial, einmal zentral) diagnostiziert.

In der *Knochengruppe* waren es 2 (15,4%) Patienten mit Grad 1, 5 (38,5%) Patienten mit Grad 2, 4 (30,8%) Patienten mit Grad 3 (Lokalisation: zweimal medial, zweimal zentral) und 2 (15,4%) Patienten mit Grad 4 (Lokalisation: zweimal medial) (siehe Abb. 19).

In der *Weichteilgruppe* waren es 1 (12,5%) Patient mit Grad 1, 3 (37,5%) Patienten mit Grad 2, 3 (37,5%) Patienten mit Grad 3 (Lokalisation: einmal lateral, einmal medial, einmal zentral) und 1 (12,5%) Patient mit Grad 4 (Lokalisation: zentral) (siehe Abb. 19).

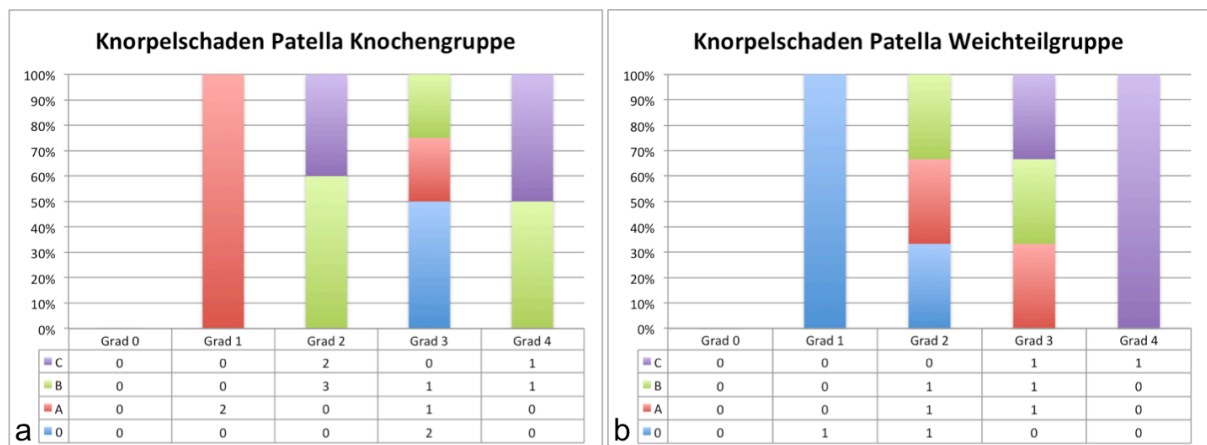


Abb. 19: Verteilung des retropatellaren Knorpelzustands nach ICERS, a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe; 0, A, B, C: Trochleadysplasiegrade; Grad 0 – Grad 4: Knorpelzustand nach ICERS

Bei 9 (42,9%) Patienten wurde ein trochleärer Knorpelschaden Grad 1, bei 9 (42,9%) Patienten Grad 2, bei 1 (4,8%) Patienten Grad 3 (Lokalisation: medial) und bei 1 (4,8%) Patienten Grad 4 (Lokalisation: medial) diagnostiziert. 1 (4,8%) Patient wies keinen trochleären Knorpelschaden auf.

In der *Knochengruppe* waren es 6 (46,2%) Patienten mit Grad 1, 5 (38,5%) Patienten mit Grad 2, 1 (7,7%) Patient mit Grad 3 (Lokalisation: medial) und 1 (7,7%) Patient mit Grad 4 (Lokalisation: medial) (siehe Abb. 20).

In der *Weichteilgruppe* waren es 3 (37,5%) Patienten mit Grad 1, 4 (50%) Patienten mit Grad 2, kein Patient mit Grad 3 oder Grad 4. 1 (12,5%) Patient wies keinen trochleären Knorpelschaden auf (siehe Abb. 20).

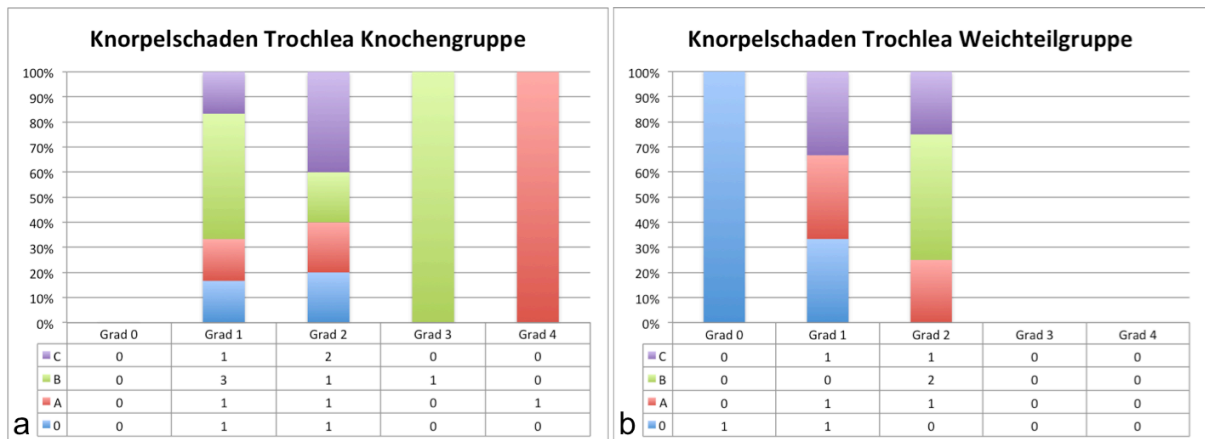


Abb. 20: Verteilung des trochleären Knorpelzustands nach ICRS, a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe; 0, A, B, C: Trochleadysplasiegrade; Grad 0 – Grad 4: Knorpelzustand nach ICRS

Verglichen mit den verschiedenen Typen der Trochleadysplasie zeigen sich folgende Ergebnisse:

Ohne bestehende Trochleadysplasie wurde bei 1 (25%) Patienten ein retropatellärer Knorpelschaden Grad 1, bei 1 (25%) Patienten Grad 2, bei 2 (50%) Patienten Grad 3 (einmal zentral, einmal medial) und bei keinem Patienten Grad 4 diagnostiziert.

Trochleär wurde bei 2 (50%) Patienten ein Knorpelschaden Grad 1, bei 1 (25%) Patienten Grad 2 und bei keinem Patienten Grad 3 oder 4 diagnostiziert. Ein Patient (25%) wies keinen Knorpelschaden auf.

Bei Trochleadysplasie Typ A wurde bei 2 (40%) Patienten ein retropatellärer Knorpelschaden Grad 1, bei 1 (20%) Patienten Grad 2, bei 2 (40%) Patienten Grad 3 (Lokalisation: einmal zentral, einmal medial) und bei keinem Patienten Grad 4 diagnostiziert.

Trochleär wurde bei 2 (40%) Patienten ein Knorpelschaden Grad 1, bei 2 (40%) Patienten Grad 2, bei keinem Patient Grad 3 und bei 1 (20%) Patienten Grad 4 (Lokalisation: medial) diagnostiziert.

Bei Trochleadysplasie Typ B wurde bei keinem Patienten ein retropatellärer Knorpelschaden Grad 1, bei 4 (57,1%) Patienten Grad 2, bei 2 (28,6%) Patienten Grad 3 (Lokalisation: einmal medial, einmal zentral) und bei 1 Patienten (14,3%) Grad 4 (Lokalisation: medial) diagnostiziert.

Trochleär wurde bei 3 (42,9%) Patienten ein Knorpelschaden Grad 1, bei 3 (42,9%) Patienten Grad 2 und bei 1 (14,3%) Patienten Grad 3 (Lokalisation: medial) diagnostiziert.

Bei Trochleadysplasie Typ C wurde bei keinem Patienten ein retropatellärer Knorpelschaden Grad 1, bei 2 (40%) Patienten Grad 2, bei 1 (20%) Patient Grad 3 (Lokalisation: lateral) und

bei 2 (40%) Patienten Grad 4 (Lokalisation: einmal medial, einmal zentral) diagnostiziert. Trochleär wurde bei 2 (40%) Patienten ein Knorpelschaden Grad 1, bei 3 (60%) Patienten Grad 2 und bei keinem Patienten Grad 3 oder 4 diagnostiziert.

## ***5.6. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse***

In der *Weichteilgruppe* wurde von 4 (33,3%) Patienten mindestens ein Reluxationsereignis berichtet. Bei 3 Patienten ist die Patella einmal und bei einem Patienten 10 Mal reluxiert.

Der subjektive IKDC 2000 Score wurde von 10 (83,3%) Patienten der *Weichteilgruppe* bearbeitet. Von 2 postalisch erreichten Patienten wurde dieser Test nicht zurückgeschickt. Im Durchschnitt wurden 82,5 Punkte mit einem Maximum von 97,8 Punkten und einem Minimum von 56,3 Punkten (SD 12,3) erreicht. 1 (8,3%) Patient der *Weichteilgruppe* erzielte mit 56,3 Punkten ein Ergebnis unterhalb des Erwartungshorizonts.

Beim Kujala Score wurden im Mittel 89,4 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 70 Punkten (SD 8,0) erzielt.

Beim Lysholm Score wurden im Mittel 87,4 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 50 Punkten (SD 12,9) erzielt, was einem „guten“ Ergebnis entspricht. 2 (16,7%) Patienten erreichten ein „hervorragendes“, 8 (66,7%) Patienten ein „gutes“, 1 (8,3%) Patient ein „ausreichendes“ und 1 (8,3%) Patient ein „schlechtes“ Ergebnis. Der Tegner Aktivitäts Score ergab im Mittel 5,2 Punkte mit einem Maximum von 10 Punkten und einem Minimum von 1 Punkt (SD 2,8).

Bei der subjektiven Einschätzung des Operationsergebnisses wählten 5 (41,7%) Patienten Aussage 1, 6 (50%) Patienten Aussage 2, kein Patient Aussage 3 und 1 (8,3%) Patient Aussage 4. Somit hat sich bei 11 (91,7%) Patienten der Zustand des Kniegelenks verbessert.

Anhand der numerischen Ratingskala gaben die Patienten einen mittleren Ruheschmerz von 0,3 mit einem Maximum von 3 und einem Minimum von 0 an (SD 0,9). Der Belastungsschmerz betrug im Mittel 1,8 mit einem Maximum von 4 und einem Minimum von 0 (SD 1,2).

Die Verteilung der zugrunde liegenden Trochleadysplasiegrade sowie die Ergebnisse des Knorpelzustands sind unter Abb. 19 und Abb. 20 einsehbar.



In der *Knochengruppe* sind bei 5 (26,3%) Patienten Relaxationen aufgetreten. Bei 3 Patienten ist die Patella einmal, bei einem Patienten viermal relaxiert. Ein Patient konnte sich an die genaue Zahl der Relaxationen nicht erinnern.

Der subjektive IKDC 2000 Score wurde von 17 (89,5%) Patienten der *Knochengruppe* bearbeitet. Von 2 postalisch erreichten Patienten wurde dieser Test nicht zurückgeschickt. 5 (26,3%) Patienten erzielten ein Ergebnis unterhalb des Erwartungshorizonts.

Im Kujala Score wurden im Mittel 76,3 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 38 Punkten (SD 22,2) erzielt.

Der Lysholm Score betrug im Mittel 76,2 Punkte mit einem Maximum von 100 Punkten und einem Minimum von 45 Punkten (SD 20,4), was einem „ausreichenden“ Ergebnis entspricht. 7 (36,8%) Patienten erreichten ein „hervorragendes“, 3 (15,8%) Patienten ein „gutes“, 3 (15,8%) Patienten ein „ausreichendes“ und 6 (31,6%) Patienten ein „schlechtes“ Ergebnis.

Beim Tegner Aktivitäts Score wurde ein Mittelwert von 4,2 Punkten mit einem Maximum von 8 Punkten und einem Minimum von 1 Punkt (SD 2,0) erreicht.

Bei der Frage zur subjektiven Einschätzung des Operationsergebnisses wählten 6 (31,6%) Patienten Aussage 1, 9 (47,4%) Patienten Aussage 2, 1 (5,3%) Patient Aussage 3 und 3 (15,8%) Patienten Aussage 4. Somit hat sich der Zustand des Kniegelenkes bei 16 (84,2%) Patienten verbessert.

Mit der numerischen Ratingskala wurde eine mittlerer Ruheschmerz von 1,5 mit einem Maximum von 7 und einem Minimum von 0 an (SD 2,2) und ein mittlerer Belastungsschmerz von 3,5 mit einem Maximum von 9 und einem Minimum von 0 (SD 3,0) ermittelt.

Die Verteilung der zugrunde liegenden Trochleadysplasiegrade sowie die Ergebnisse des Knorpelzustands sind unter Abb. 19 und Abb. 20 einsehbar.

## 6. Diskussion

Die Patellaluxation zählt zu den häufigsten Luxationen des Menschen. Für ihre Therapie wurden weit über 100 verschiedene Operationsverfahren beschrieben. Dank intensiver Forschung kam es in den letzten Jahren zu einem Umdenken bezüglich der Genese und Pathomorphologie der Biomechanik und Kinetik im patellofemorale Gelenk. So konnten verschiedene Faktoren, die für die patellofemorale Stabilität verantwortlich sind, identifiziert und deren Mitwirken an verschiedenen Pathologien zugeschrieben werden. Viele Operationen zielen, entweder durch distale (Tuberositasmédialisierung) oder proximale (mediale Raffung, *lateral release*) Eingriffe am Streckapparat, auf eine Veränderung des Quadrizepsvektors hin. Allerdings konnte gezeigt werden, dass in strecknaher Stellung des Gelenkes, bei der eine Patellaluxation klassischerweise auftritt, die Stabilität der Patella durch die statischen und passiven Faktoren und nicht durch die aktiven Faktoren erzielt wird<sup>5, S. 215-220; 29, S. 19-26; 31, S. 59-65</sup>.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass es durch die veränderte Lage der Patella nach Tuberositasmédialisierung zu unphysiologisch hohen patellofemorale Druckverhältnissen kommen kann, welche eine verfrühte Arthrose bedingen können<sup>33, S. 1202-1208</sup>.

Es wurden mehrere Studien zum Follow-up nach proximalen und distalen Eingriffen am Streckapparat mit teils stark divergierenden Ergebnissen durchgeführt<sup>9, S. 77-81; 12, S. 301-307; 20, S. 1220-1223; 25, S. 303-310; 26, S. 9-13; 27, S. 121-125; 43, S. 33-36; 61, S. 700-707; 63, S. 287-292; 69, S. 250-257; 73, S. 861-864; 80, S. 526-531; 87, S. 31-35</sup>. Nach unserem Wissensstand wurde jedoch noch keine Studie durchgeführt, die Langzeitergebnisse oben genannter Operationen in Bezug auf die zugrunde liegende Dysplasie der Trochlea femoris untersucht.

Aufgrund einer starken Inhomogenität der präoperativen Luxationen der beiden Gruppen (13,1 Luxationen in der *Knochengruppe* vs. 3,6 Luxationen in der *Weichteilgruppe*) wurde auf eine vergleichende Statistik der beiden Gruppen verzichtet und diese nur deskriptiv durchgeführt, da hierbei davon ausgegangen werden kann, dass es durch eine höhere Anzahl an Luxationen zu einer stärkeren Beeinträchtigung des Knorpelzustandes sowie einer Verschlechterung des postoperativen Outcomes kommen kann.

## 6.1. Diskussion des Materials

Um weitere Einflussfaktoren auf das postoperative Ergebnis auszuschließen, wurden strenge Ein- und Ausschlusskriterien an das Patientengut gestellt. So wurden z.B. Patienten mit begleitenden Meniskus-, Kreuz- oder Kollateralbandschäden, knorpelchirurgischen Eingriffen (z.B. OATS), radiologischen Arthrosezeichen, sowie Reoperationen aus der Studie ausgeschlossen. Auf Grund dieser strengen Kriterien wurden im Zeitraum von 1997 – 2004 von 81 wegen Patellaluxation operativ behandelten Kniegelenken 50 Fälle inkludiert. 4 Patienten wollten nicht an der Studie teilnehmen. Hinzu kamen 15 Patienten, deren Wohnort nicht ermittelt werden konnte. Dies ist dadurch zu erklären, dass diese Patienten zum damaligen Zeitpunkt jüngeren Alters waren, sich z. T. noch in Ausbildung befanden und in der Zwischenzeit aufgrund beruflicher oder privater Umstände umgezogen sind. Letztlich konnten 31 Kniegelenke bei 27 Patienten evaluiert werden, was einem Follow-up von 62% entspricht. Diese relativ geringe Anzahl an Patienten lässt sich durch die strengen Auswahlkriterien sowie das seltene Auftreten komplexer Instabilitäten, die eine Behandlung in einem spezialisierten Zentrum erfordern, erklären. Dennoch ist sie weitgehend vergleichbar mit bisher veröffentlichten Studien<sup>1, S. 61-65; 2, S. 8-17; 20, S. 1220-1223; 26, S. 9-13; 69, S. 250-257; 88, S. 272 - 281; 103, S. 2101-2108</sup>.

24 (77,4%) der 31 untersuchten Kniegelenke waren weiblich, was mit der Literatur über die Ätiologie der Patellaluxation übereinstimmt<sup>39, S. 1114-1121</sup>.

Um die Ergebnisse übersichtlich zu gestalten, wurde das Patientengut in 2 Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe bestand aus Patienten, deren vorrangige Operation die Tuberositäsmedialisierung darstellt, während die andere Gruppe durch einen reinen Weichteileingriff gekennzeichnet war. Dieses Vorgehen ist möglich, da die einzelnen Kombinationen in den Gruppen ähnliche biomechanische Effekte besitzen. Auch in der Literatur sind verschiedene Kombinationsmöglichkeiten beschrieben<sup>9, S. 77-81; 12, S. 301-307; 20, S. 1220-1223; 22, S. 93-96; 25, S. 303- 310; 26, S. 9-13</sup>. So wird z.B. bei Studien, die Ergebnisse nach einer Operation nach Insall beschreiben, diese teilweise mit einem *lateral release* durchgeführt<sup>60, S. 94-101; 88, S. 272 - 281; 119, S. 446-453</sup>.

Die Indikation zur Tuberositäsmedialisierung stützte sich unter anderem auf die schwerwiegendere patellofemorale Instabilität dieser Patientengruppe, die sich vor allem in einer hohen präoperativen Luxationsrate von durchschnittlich 13,1 sowie höhergradigen Trochleadysplasien darstellte. Die *Knochengruppe* enthielt 19 und die *Weichteilgruppe* 12

Knienelenke. Hinsichtlich des Alters zum Zeitpunkt der Operation waren beide Gruppen sehr ähnlich. Für die *Knochengruppe* wurde hierbei ein Mittelwert von 21,1 (SD 6,5) und für die *Weichteilgruppe* von 22,8 Jahren (SD 6,8) ermittelt.

Die beiden Gruppen wiesen jedoch hinsichtlich der präoperativen Luxationsrate eine starke Inhomogenität auf (13,1 Luxationen in der *Knochengruppe* vs. 3,6 Luxationen in der *Weichteilgruppe*). Da angenommen werden kann, dass eine höhere Anzahl an Luxationen eine stärkere Beeinträchtigung des Knorpelzustandes sowie einer Verschlechterung des postoperativen Ergebnisses bedingt, wurde anstatt einer vergleichenden Statistik verzichtet und diese nur deskriptiv durchgeführt.

Als Stärke dieser Studie kann das lange postoperative Intervall gewertet werden. Dieses betrug im Mittel 86,0 Monate (SD 26,3).

## **6.2. Diskussion der operativen Methoden**

### **6.2.1. Tuberositäsmedialisierung**

Ziel der Tuberositäsmedialisierung ist es, die Patella zu medialisieren, um der Lateralisierungstendenz der Patella entgegenzuwirken und weitere Luxationen zu verhindern. Diese Operation adressiert jedoch nicht die ursächlichen pathologischen Faktoren, wie die Trochleadysplasie oder die medialen passiven Faktoren, sondern kann vielmehr durch das Anpressen der medialen Patellafacette an den medialen Condylus mit gleichzeitig verringerter Kontaktfläche unphysiologisch hohe Drücke im Patellofemoralgelenk zur Folge haben<sup>33, S. 1202-1208; 49, S. 73-85; 65, S. 403-409</sup>. Zusätzlich kann die Tuberositäsmedialisierung zu einer Verminderung des lateralen Tilts und lateraler Rotation der Patella und somit zu einer verkleinerten Auflagefläche der Patella mit resultierender Druckerhöhung führen<sup>33, S. 1202-1208</sup>. In der Literatur wird weiterhin zwischen einer reinen Medialisierung sowie einer Anteromedialisierung der Tuberositas tibiae unterschieden<sup>85, S. 749-756</sup>. Ramappa et al. konnten 2006 zeigen, dass eine Anteromedialisierung ebenfalls zu einer Verbesserung des Alignments, jedoch zu höheren Drücken an der lateralen Patellafacette sowie einer nur geringen Minimierung des lateralen Tilts führt<sup>85, S. 749-756</sup>. Eine reine Ventralisierung der Tuberositas tibiae führt zu einer verminderten Kontaktfläche und somit zu einer Druckerhöhung des patellofemorale Gelenkes, jedoch nur sehr bedingt zu einer vermehrten patellofemorale

Stabilität, weswegen die meisten Autoren, wie auch wir, von dieser Operation absehen<sup>14, S. 872-883; 74, S. 255-260</sup>. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Medialisierung der Tuberositas neben der Druckerhöhung im patellofemorale Gelenk auch eine Druckerhöhung im tibiofemorale Gelenk hervorrufen kann<sup>65, S. 403-409</sup>. Der Anstieg des Druckes kann zu einem retropatellären Schmerzsyndrom führen und birgt das Risiko einer verfrühten Arthroseentstehung durch die druckbedingte Minderversorgung des Knorpels<sup>26, S. 9-13</sup>. Durch die Versetzung, speziell Medialisierung der Tuberositas tibiae, kann zwar der TTTG normalisiert werden, meist ist dieser jedoch nicht durch eine zu stark lateralisierte Tuberositas, sondern, wie oben genannt, aufgrund einer Medialisierung der Trochleagrube, vergrößert. Mit bis zu 60% machen retropatellare Schmerzen den größten Anteil der Komplikationen aus<sup>43, S. 33-36; 73, S. 861-864</sup>. Die Reluxationsrate schwankt je nach Studie zwischen 0% und 30%<sup>2, S. 8-17; 8, S. 32-35; 9, S. 77-81; 12, S. 301-307; 20, S. 1220-1223; 25, S. 303-310; 26, S. 9-13; 43, S. 33-36; 63, S. 287-292; 69, S. 250-257; 73, S. 861-864; 84, S. 994-1002; 87, S. 31-35</sup>. Ferner könnte der für diese Operation notwendige große mediane Zugang zu schmerzhaften Narben führen und für die großteils jungen Frauen ein erhebliches kosmetisches Problem darstellen.

## 6.2.2. Lateral Release

Ziel des *lateral release* ist, die Patellalateralisation sowie Kompressionskräfte im patellofemorale Gelenk zu verringern<sup>80, S. 526-531</sup>.

Jedoch konnten mehrere Studien zeigen, dass ein *lateral release* als alleinige Maßnahme bei Patienten mit patellofemorale Instabilität unbefriedigende Ergebnisse liefert und die Reluxationsrate bis zu 40% beträgt<sup>2, S. 8-17; 27, S. 121-125; 80, S. 526-531; 86, S. 463-468; 102, S. 226-234</sup>.

Christoforakis et al. zeigten, dass nach Durchtrennung des lateralen Retinakulums bis zu 20 % weniger Kraft aufgebracht werden muss, um bei Flexionsgraden zwischen 0° und 20° die Patella um 10 mm zu lateralisieren<sup>23, S. 273-277</sup>. Diese Arbeit verdeutlicht die Beteiligung dieser Struktur an der lateralen Stabilität der Patella. Gleichzeitig führt die Durchtrennung dieser Strukturen zu Narbenbildung, welche eine erhöhte Zugwirkung nach proximolateral und damit einen erhöhten Anpressdruck im patellofemorale Gelenk zur Folge haben kann.

Hughston et al. berichteten 1988 erstmals über eine mediale Subluxation als Komplikation nach arthroskopischem *lateral release*. Von 60 operierten Patienten zeigten 30 diese Komplikation. Das *lateral release* wurde isoliert sowie in Kombination mit anderen Verfahren durchgeführt. Als Indikation zu diesen Operationen zählten Sub- und

Luxationsereignisse, Chondromalazie der Patella, laterales Schmerzsyndrom sowie Begleitoperation bei Menishektomie. Als Erklärung für die medialen Subluxationen wurde die Durchtrennung der Sehne des M. vastus lateralis, dessen Sehne in das laterale Retinakulum einstrahlt, beschrieben, da bei allen betroffenen Patienten eine Atrophie dieses Muskels vorlag<sup>13, S. 289 - 292; 52, S. 383-388</sup>. Es folgten mehrere Studien, die als Fazit lediglich bei isoliertem lateralem Schmerzsyndrom bei stabiler Patella die Indikation für ein *lateral release* sehen<sup>16, S. 195-200; 59, S. 359-365; 80, S. 526-531; 113, S. 193-203</sup>. Ein neues Verfahren bei gleicher Indikation stellt die laterale Retinakulumverlängerung dar. Hierbei werden die beiden Schichten des Retinakulums getrennt, versetzt gespalten und danach im Sinne einer Verlängerungsplastik vernäht. Bei dieser Operationsmethode lässt sich die Vorspannung des Retinakulums individuell anpassen und die Gefahr einer medialen Instabilität vermeiden<sup>15, S. 191 - 194</sup>. Beim *lateral release* kommt es also zusätzlich zur zunehmenden lateralen Instabilität auch zu einer vermehrten medialen Instabilität.

### 6.2.3. Mediale Raffung

Ziel der medialen Raffung ist, die Patellalateralisation zu vermindern. Zwar werden durch diese operative Maßnahme nach proximal gerichtete Zugkräfte medialisiert, gleichzeitig jedoch passive Stabilisatoren wie das MPFL nicht rekonstruiert. Diese Operationstechnik führt zu einer Proximalisierung und Medialisierung der Patella, was zu einem erhöhten patellofemoralem Anpressdruck, besonders ab 60° Flexion, führen kann.

Schöttle et al. konnten zeigen, dass die arthroskopische Raffung nach Yamamoto bei postakuten Erstluxationen eine suffiziente Behandlung darstellt, dessen Outcome jedoch bei höhergradiger Trochleadysplasie sinkt<sup>98, S. 26-31; 118, S. 125-131</sup>. Bei höhergradigen Trochleadysplasien ( $\geq$  Typ B) fanden sich in 22 untersuchten Kniegelenken vier Reluxationen, wohingegen bei 26 Patienten mit geringgradiger (Typ A) oder fehlender Trochleadysplasie keine Reluxation auftrat. Auch der Tegner Aktivitäts Score zeigte in der Gruppe mit höhergradigen Dysplasien signifikant schlechtere postoperative Ergebnisse<sup>96, S. 1192-1198</sup>.

#### **6.2.4. Operation nach Ali Krogius**

Ziel der Operation nach Ali Krogius ist, die Patella zu medialisieren und somit laterale Luxationen zu verhindern. Da diese Operation vereinfacht gesehen eine Kombination aus lateralem release und einer medialen Raffung darstellt, werden auch hier die pathologischen Faktoren nicht adressiert. Auch hier wurden Reluxationsraten bis 41% festgestellt <sup>10, S. 267-269; 26, S. 9-13</sup>.

#### **6.2.5. Operation nach Insall**

Ziel der Operation nach Insall ist, die Patella durch den veränderten Ansatz des Musculus vastus medialis obliquus zu medialisieren und somit einer Luxation vorzubeugen. Da dieser aktive Faktor aufgrund seines Faserverlaufes erst mit zunehmender Knieflexion (ab 60°) stabilisierend auf die Patella wirken kann, werden auch bei dieser Operation die, das patellofemorale Gelenk in strecknaher Stellung stabilisierenden Faktoren, nicht adressiert <sup>37, S. 1147-1152</sup>. Bei dieser operativen Methode werden Reluxationsraten von bis zu 14 % beobachtet <sup>60, S. 94-101; 88, S. 272 - 281; 119, S. 446-453; 120, S. 173-176</sup>. Der im Rahmen dieser Operation versetzte Ansatz des VMO enthält auch das mediale Retinakulum, welches dadurch gerafft wird und, analog zur medialen Raffung, zu unphysiologisch hohen Anpressdrücken im medialen Kompartiment führen kann <sup>54, S. 1-8</sup>.

### ***6.3. Diskussion der Methode***

Um die Ergebnisse des Langzeitverlaufes nach den zuvor genannten Operationen darzustellen, wurden sowohl subjektive als auch objektive Parameter untersucht. Mit dem subjektiven Formblatt des IKDC 2000 Score, dem Kujala, Lysholm sowie Tegner Aktivitäts Score, wurden standardisierte und international anerkannte sowie vergleichbare Evaluationsverfahren zum Messen der Funktionalität und Patientenzufriedenheit verwendet <sup>6, S. 128-135; 18, S. 898-901; 50, S. 594-599; 56, S. 600-613</sup>. Diese Fragebögen wurden nach einem standardisierten Verfahren erhoben. Sie wurden selbstständig durch die Patienten ausgefüllt, um eine Beeinflussung durch den Untersucher zu vermeiden.

Briggs et al. konnten 2009 im Lysholm Score bei einer Stichprobe von 488 symptomfreien Teilnehmern mit einem Mittelwert von 94 Punkten (43 – 100) zeigen, dass keine signifikante Korrelation zwischen Alter oder Geschlecht mit dem Ergebnis vorliegt und 75 % der Studienteilnehmer einen Punktwert > 90 erreichten<sup>18, S. 898-901</sup>. Demirdjian et al. erhoben bei amerikanischen High School Sportlern einen Mittelwert von 99,10 Punkten (77 – 100) bei Männern und bei Frauen einen Mittelwert von 97,16 Punkten (75 – 100)<sup>30, S. 46-51</sup>.

Die klinische sowie die magnetresonanztomografische Untersuchung konnte nur bei 21 der 31 Patienten durchgeführt werden, da die restlichen 10 Patienten aus den o.g. Gründen hierfür nicht zur Verfügung standen.

Die klinische Untersuchung wurde in standardisierter Reihenfolge und Ablauf von dem Doktoranden unter ständiger Aufsicht eines Orthopäden durchgeführt. Als Hauptkriterium wurde hierbei das J-Sign angesehen. Johnson et al. konnten 1998 zeigen, dass in einer Studienpopulation von 210 Patienten mit asymptomatischen Kniegelenken kein einziges positives J-Sign nachweisbar war, was eine hohe Spezifität dieses Tests bei patellofemorale Instabilität bekräftigt<sup>57, S. 347-359</sup>. Der Untersucher war bezüglich Operationsart, -methode sowie Ergebnis der Bildgebung verblindet, um eine Verzerrung des Untersuchungsergebnisses zu vermeiden.

Die magnetresonanztomografische Untersuchung wurde am gleichen Tag wie die klinische Untersuchung durchgeführt. Die Untersuchung fand entweder in der radiologischen Abteilung des Klinikums Rechts der Isar oder in einer radiologischen Praxis in München statt. Eine T2-gewichtete Fast-Spin-Echo (FSE, oder TSE, Turbo-Spin-Echo) mit 1,5 Tesla, wie bei uns verwendet, ist in der Literatur zur Evaluierung des Knorpelzustandes empfohlen<sup>17, S. 1073-1080; 83, S. 1276-1284; 91, S. 1131-1137; 99, S. 1667-1675</sup>.

Als Kritikpunkte der Studie sind das retrospektive Studiendesign, die fehlende Verblindung sowie eine relativ geringe Fallzahl zu sehen, wodurch statistisch signifikante Aussagen erschwert zu erheben sind.

Von den, nach Ausschlusskriterien, 50 für die Studie geeigneten Kniegelenke, konnte der Status von 31 Kniegelenken erhoben werden. Dies entspricht einer Follow-up-Rate von 62 %. Die verfügbaren Zahlen hierzu lagen über unserem Ergebnis, jedoch wurde in vielen vergleichbaren Studien dieser Wert nicht veröffentlicht. Nachfolgend eine Tabelle veröffentlichter Werte:



<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Follow-Up Ø (Jahre)</b>	<b>Follow-Up-Rate</b>
Abraham <sup>1</sup> , S. 61-65	1989	6	59,3%
Aglietti <sup>2</sup> , S. 8-17	1994	8	95,8%
Bauer <sup>10</sup> , S. 267-269	1984	3	91,9%
Benedetto <sup>12</sup> , S. 301-307	2005		83,7%
Carney <sup>20</sup> , S. 1220-1223	2005	26	17,3%
Crosby <sup>26</sup> , S. 9-13	1976	8	75,7%
Hampson <sup>45</sup> , S. 209-213	1975	16	67,3%
Juliusson <sup>58</sup> , S. 42-46	1984	18	83,3%
Krause <sup>60</sup> , S. 94-101	2006	5	96,4%
Krüger <sup>61</sup> , S. 700-707	1999	4	72,2%
Kumar <sup>63</sup> , S. 287-292	2001	3	82,4%
Nakagawa <sup>73</sup> , S. 861-864	2002	13	77,6%
Pritsch <sup>84</sup> , S. 994-1002	2007	6	86,3%
Rillmann <sup>87</sup> , S. 31-35	1998	5	87,8%
Scuderi <sup>100</sup> , S. 856-861	1988	3,5	75,9%
Zeichen <sup>119</sup> , S. 446-453	1998	6,5	78,9%

Tab. 3: Veröffentlichte Follow-up-Raten nach operativen Interventionen zur Behandlung der patellofemorale Instabilität

Die Fallzahl in dieser Studie ist mit 19 Kniegelenken in der *Knochen*- und 12 Kniegelenken in der *Weichteilgruppe* gering. Durch die strengen Ausschlusskriterien und dem langen postoperativen Intervall von 86,0 Monaten ist sie jedoch gut mit den Fallzahlen in der Literatur vergleichbar (vgl. Tab. 4, Tab. 6).

Der Pilotcharakter dieser Studie zeigt sich dadurch, dass bisher keine Veröffentlichung zur Evaluation des Knorpelzustandes des patellofemorale Gelenkes in Abhängigkeit der zu Grunde liegenden Trochleadysplasie gefunden werden konnte. Da in Schwerpunktzentren wie unserer Abteilung hauptsächlich die weniger zahlreichen schweren Fälle der patellofemorale Instabilität behandelt werden, müssten hierzu im weiteren Verlauf Multicenterstudien durchgeführt werden, um eine adäquate Fallzahl zu erreichen.

## 6.4. Diskussion der Ergebnisse

### 6.4.1. Diskussion der Ergebnisse nach Weichteiloperation

Im Folgenden werden die Ergebnisse der *Weichteilgruppe* diskutiert und mit bestehenden Ergebnissen in der Literatur verglichen. Das wichtigste objektive Zielkriterium nach Eingriffen bei Patellaluxation ist die Reluxationsrate. In dieser Gruppe luxierte die Patella im postoperativen Verlauf bei 33,3% der Patienten. Ricchetti et al. veröffentlichten 2007 einen Review-Artikel über die Luxationsrate nach Kombinationsoperationen von *lateral release* und medialer Raffung<sup>86, S. 463-468</sup>. Als mediale Raffung wurden hierbei alle Operationsmethoden gewertet, bei denen mediale Weichteilstrukturen adressiert wurden, wie z.B. mediale Raffung oder die Operation nach Insall. Patienten mit stattgefundenen Subluxationen wurden bei diesem Review eingeschlossen. Da bei diesen Patienten aufgrund der geringeren zugrunde liegenden Pathologie ein niedrigeres postoperatives Luxationsrisiko zu erwarten ist, lässt sich auch das niedrigere Ergebnis mit einer Reluxationsrate von 5,5% (nur Reluxationen) beziehungsweise 6,4% (Reluxationen und rezidivierende Subluxationen kombiniert) erklären<sup>86, S. 463-468</sup>. Weitere Studien zeigten jedoch auch höhere Reluxationsraten bis zu 25%<sup>26, S. 9-13; 60, S. 94-101; 88, S. 272 - 281</sup>. Bauer et al. beobachteten bei einem 3-jährigen Follow-up nach Operationen nach Ali-Krogius sogar eine Reluxationsrate von über 40%<sup>10, S. 267-269</sup>.

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Anzahl an Kniegelenken</b>	<b>Follow-Up Ø (Jahre)</b>	<b>Reluxationen</b>	<b>Diagnose</b>
Crosby <sup>26, S. 9-13</sup>	1976	12	8	3	Lux
Bauer <sup>10, S. 267-269</sup>	1984	34	3	14	Lux
Rudert <sup>88, S. 272 - 281</sup>	2001	21	6	3	Lux, Sublux
Krause <sup>60, S. 94-101</sup>	2006	30	5	2	Lux
Ricchetti (Review) <sup>86, S. 463-468</sup>	2007	220	5	12	Lux, Sublux
<b>Gesamt</b>					
		<b>317</b>	<b>5,4</b>	<b>34</b>	<b>10,7 %</b>
<b>Gesamt (nur Lux)</b>					
		<b>76</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>25 %</b>

Tab. 4: Reluxationraten nach Weichteileingriffen zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella

Bei allen nachuntersuchten Patienten unserer Studie mit stattgefundener Relaxation konnte ein positives J-Sign am betroffenen Kniegelenk beobachtet werden. Jedoch wiesen dies auch 4 von 5 Patienten ohne Relaxationsereignis auf. Bei den insgesamt 7 positiven Tests zeigte sich radiologisch bei 2 Patienten eine Trochleadysplasie Typ A, einmal Typ B und zweimal Typ C. Bei dem Patienten mit negativem J-Sign wurde eine Trochleadysplasie Typ B nachgewiesen. Das Ergebnis stützt die Annahme von Post et al., der 1999 das J-Sign als hinweisende klinische Untersuchung auf eine Kombination aus zugrunde liegendem Malalignment (pathologische knöcherne Führung der Patella) und Maltracking (pathologische weichteilige Führung der Patella) beschreibt <sup>82, S. 841-851</sup>.

Das Apprehension Sign war bei 66,7% der Patienten mit Relaxationsereignis sowie bei 80% der Patienten ohne Relaxation positiv. Es fanden sich lediglich 2 Patienten (33,3 %) ohne Dysplasie unter den Testpositiven. Bei den Patienten ohne auslösbares Apprehension Sign wurde einmal eine Typ B und eine Typ C Dysplasie diagnostiziert.

Die klinischen Scores zeigen fast durchwegs zufriedenstellende Ergebnisse.

Der Kujala-Score zeigt bei 58,3% ein Ergebnis von mindestens 90 Punkten, bei 33,3% ein Ergebnis über 80 Punkten und nur bei einem Patienten (8,4%) ein Ergebnis von 70 Punkten. Auch im subjektiven Formblatt des IKDC 2000 Score zeigten 90% der Patienten einen Wert innerhalb des Erwartungshorizonts. Ein Patient zeigte jedoch ein Ergebnis, das sich mit 56 Punkten deutlich unterhalb des zu erwartenden Wertes befand.

Der Lysholm Test zeigte in unserem Kollektiv einen Mittelwert von 87,4 Punkten, was einem „guten“ Ergebnis entspricht. Bei 83,4% wurde ein „hervorragendes“ oder „gutes“ und bei jeweils einem Patienten (8,4%) ein „ausreichendes“ sowie „schlechtes“ Ergebnis festgestellt. In der Literatur wird meist nicht auf die einzelnen Testergebnisse eingegangen, sondern ein Gesamturteil in „sehr gut“, „gut“, „ausreichend“ und „schlecht“ angegeben. Bei den Studien wurden unterschiedliche Testverfahren verwendet, wie z.B. der Larsen Score, die Einteilung nach Turba sowie eine subjektive Einschätzung der Patienten <sup>1, S. 61-65; 26, S. 9-13; 60, S. 94-101; 88, S. 272 - 281; 100, S. 856-861; 119, S. 446-453</sup>. Wir nahmen diese Testverfahren nicht in unsere Studie auf, da sie sich deutlich überschneiden und nicht so verbreitet sind wie die von uns verwendeten Fragebögen. Lediglich Krause und Rudert veröffentlichten die Ergebnisse ihres Patientenkollektivs im Lysholm Score <sup>60, S. 94-101; 88, S. 272 - 281</sup>. In der Arbeit von Rudert et al. wurde lediglich der Mittelwert mit 75,5 Punkten angegeben, was einem „ausreichenden“ Ergebnis entspricht <sup>88, S. 272 - 281</sup>. Krause et al. ermittelte bei seinem Patientenkollektiv (Erst- sowie Rezidivluxationen) einen Mittelwert von 83,1 Punkten, was einem „ausreichenden“ Ergebnis entspricht <sup>60, S. 94-101</sup>. Eine genauere Aufteilung der Ergebnisse wurde nicht

beschrieben. Zusätzlich wurde eine subjektive Einteilung des postoperativen Zustands in „exzellent“ bis „unbefriedigend“ durchgeführt.

„Hervorragende“ oder „gute“ Ergebnisse zeigen sich in der Literatur bei 75,3% (63,2% – 83,2%), „ausreichende“ bei 19,6% (9,5% – 33,3%) und „schlechte“ Ergebnisse bei 10,4% (0% – 22,0%) der Patienten<sup>1, S. 61-65; 2, S. 8-17; 26, S. 9-13; 60, S. 94-101; 88, S. 272 - 281; 100, S. 856-861; 119, S. 446-453</sup>. Dementsprechend liegen unsere positiven Ergebnisse über der vergleichbaren Literatur.

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Anz. KG</b>	<b>FU Ø (Jahre)</b>	<b>Lysholm</b>	<b>Hervorragend</b>	<b>Gut</b>	<b>Ausreichend</b>	<b>Schlecht</b>	<b>Diagnose</b>
Crosby <sup>26, S. 9-13</sup>	1976	12	8		8,3%	66,7%	16,7%	8,3%	Lux
Scuderi <sup>100, S. 856-861</sup>	1988	26	3,5		26,9%	53,8%	9,5%	11,5%	Lux
Abraham <sup>1, S. 61-65</sup>	1989	9	6		56,0%	22,0%		22,0%	Lux
Aglietti <sup>2, S. 8-17</sup>	1994	14	8					21,0%	Lux
Zeichen <sup>119, S. 446-453</sup>	1998	30	6,5		23,3%	39,9%	33,3%	3,3%	rez. Lux
Rudert <sup>88, S. 272 - 281</sup>	2001	21	6	75,5	9,5%	61,9%	28,6%	0,0%	Lux, Sublux
Krause <sup>60, S. 94-101</sup>	2006	30	5	83,1	36,6%	46,6%	10,0%	6,6%	Lux

Tab. 5: Subjektive und Fragebogenergebnisse nach Weichteileingriffen zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; rez. = rezidivierend; FU = Follow Up

41,7% der Patienten bewerteten ihr Knie im Subjective Assessment als voll funktionstüchtig. Es bestehen auch keine Probleme bei sportlichen Aktivitäten. 50% der Patienten (6 Patienten) geben an, das Knie habe sich verbessert, die sportliche Aktivität wurde wieder aufgenommen und es bestehen lediglich zeitweise Probleme. Bei einem Patienten habe sich die Beschwerdesymptomatik nicht gebessert. Dieser Patient klagt zudem über ein Relaxationsereignis der Patella. Krause et al. berichten, dass 38% ihrer Patienten ihre alte Sportart und 51% weniger anspruchsvolle Sportarten ausüben können, während es 11% nicht möglich war, wieder sportlich aktiv zu werden<sup>60, S. 94-101</sup>. Diese Ergebnisse sind unseren vergleichbar. Da die Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität ein wichtiges Ziel für Patienten sowie behandelnde Ärzte darstellt, kann man in Bezug auf dieses Kriterium in 91,7% der Fälle unseres Patientengutes von einem Therapieerfolg sprechen. Dieses Ergebnis muss jedoch kritisch gesehen werden. Die fast ausschließlich jungen Patienten zeigen oftmals einen hohen Ehrgeiz bei der Wiederaufnahme ihrer Sportart. Da sich die Langzeitschäden der Patellaluxationen sowie die geänderte Biomechanik im patellofemorale Gelenk meist erst

nach einiger Latenzzeit auswirken, müssen objektive Verfahren zur Beurteilung des Knorpelstatus herangezogen werden <sup>68, S. .</sup>

Ein weiterer wichtiger Faktor für das Operationsergebnis sowie die Patientenzufriedenheit ist die Schmerzhaftigkeit des patellofemorales Gelenkes in Ruhe sowie bei Belastung. In Ruhe gaben nur 2 Patienten Schmerzen an. Auf einer Skala von 0 bis 10 waren dies 3 und 1. Bei Belastung sind 25% der Patienten schmerzfrei. 75% geben einen mäßigen Schmerz (2 – 4) an. In der Literatur fanden sich keine vergleichbaren Zahlen für Eingriffe am proximalen Streckapparat.

Bei der magnetresonanztomografischen Untersuchung wurde bei der Hälfte der Patienten kein oder ein Knorpelschaden Grad 1 und in der anderen Hälfte ein zweitgradiger Defekt an der Trochlea femoris festgestellt. Retropatellär wiesen 12,5% einen erstgradigen, 75% einen zweit- bis drittgradigen und 12,5% einen viertgradigen Knorpelschaden auf.

Die Vergleiche mit der Literatur gestalten sich schwierig, da die vorliegende Studie unseres Wissens erstmalig den Langzeitverlauf nach proximalem Realignment basierend auf einer magnetresonanztomografischen Bestimmung des Knorpelschadens untersucht. Crosby et al. untersuchten 81 Kniegelenke, unter anderem mit Röntgenaufnahmen zur Bestimmung der Arthroserate <sup>26, S. 9-13</sup>. In der Gruppe nach proximalem Realignment befanden sich 12 Kniegelenke, von denen jedoch im Follow-up nur bei 3 Kniegelenken Röntgenbilder (im Durchschnitt 10,6 Jahre postoperativ) angefertigt wurden, die allesamt keine bis leichte arthrotische Veränderungen zeigten. Aufgrund dieser geringen Anzahl lässt sich jedoch kein Vergleich oder signifikante Unterschiede zu unserem Patientengut durchführen.

Krause et al. führten bei einer 2006 veröffentlichten 5-Jahres-Follow-up Studie nach Operation nach Insall konventionelle Röntgenuntersuchungen des betroffenen Kniegelenkes durch <sup>60, S. 94-101</sup>. Hierbei wurde eine neu aufgetretene oder ein Fortschreiten einer vorbestehenden patellofemorales Arthrose in 40% der Fälle beobachtet. Insgesamt zeigte sich keine oder eine geringgradige Arthrose im Patellofemoralesgelenk bei 89% und eine mittel- bis schwergradige Arthrose bei 11% des Patientengutes. In dieser Studie wurde im Vergleich zu Langzeitstudien nach Operationen am distalen Streckapparat (Tuberositasmialisierung) eine geringere Arthroserate nach rein weichteiligen Operationsmethoden angenommen <sup>26, S. 9-13; 45, S. 209-213; 58, S. 42-46; 60, S. 94-101</sup>. Dies konnte jedoch nicht bewiesen werden, da die untersuchten Studien einerseits einen deutlich längeren Nachuntersuchungszeitraum aufwiesen und andererseits eine Operationsmethode überprüften, bei der ein erhöhter retropatellarer Druck entstehen kann und somit die Gefahr einer verfrühten Arthrose besteht <sup>33, S. 1202-1208; 49, S. 73-85; 65, S. 403-409</sup>.

Ein weiteres Ziel unserer Studie war, einen Zusammenhang zwischen Knorpelzustand und dem Grad der zugrunde liegenden Trochleadysplasie herzustellen. Um jedoch statistisch signifikante Aussagen machen zu können, müsste ein größeres Patientenkollektiv untersucht werden, was aufgrund unserer strengen Ein- und Ausschlusskriterien nicht möglich war. Da dies aber unseres Wissens die erste Studie ist, die diese beiden Parameter in Verbindung setzt, entschieden wir uns, eine beschreibende Analyse ohne Signifikanzen durchzuführen.

In der *Weichteilgruppe* lag bei den magnetresonanztomografisch nachuntersuchten Patienten in jeweils 2 Fällen (25%) eine Trochleadysplasie Typ A, B und C sowie in 2 (25%) Fällen eine physiologische Trochlea vor. Ein komplett unauffälliger Knorpelbefund wurde nur femoral bei einem Patienten ohne Dysplasie gefunden. Die weiteren Ergebnisse wurden im Ergebnisteil beschrieben (siehe Abb. 19, Abb. 20)

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass mit zunehmender Schwere der Trochleadysplasie im postoperativen Langzeitverlauf höhergradige Knorpeldefekte zu erwarten sind und damit auch ein erhöhtes Arthroserisiko besteht, was ebenfalls von Krause et al. beschrieben wurde<sup>60, S. 94-101</sup>. Um diese Annahme zu bekräftigen, sollten weitere Untersuchungen, möglichst mit einem prospektiven Studiendesign, durchgeführt werden. Aufgrund der multifaktoriellen Pathogenese der patellofemorale Instabilität sowie neuer Ansätze und Vorgehensweisen in der operativen Therapie wird es auch in Zukunft schwer sein, die von uns beschriebenen Operationsmethoden prospektiv, randomisiert und mit einer ausreichenden Patientenzahl durchzuführen.

Bei 25% unseres Patientengutes wurde mit einem erhöhten patellären Shift eine Subluxationsstellung nach lateral und bei 75% ein erhöhter lateraler Tilt ( $> 11^\circ$ ) nachgewiesen. Eine Erhöhung dieser Parameter wird in der Literatur oftmals als prädisponierender Faktor für Patellaluxationen gesehen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass bei Trochleadysplasie der Trochleawinkel erhöht und somit auch die mediolaterale Führung der Patella herabgesetzt wird. Daraufhin können sich ein erhöhter patellärer Shift sowie lateraler Tilt entwickeln<sup>40, S. 168-174</sup>. Zusätzlich nimmt die Tiefe der Trochlea mit zunehmender Dysplasie ab und kann sogar konvex imponieren. Die Patella wird hierdurch angehoben und nach lateral verkippt, was sich zusätzlich in einem erhöhten lateralen Tilt äußert. Das bedeutet, dass die erhöhten Werte nicht ursächlich für die Patellaluxationen sind, sondern eine Folge der Trochleadysplasie darstellen. Daher sollte bei einer operativen Korrektur der pathologische Faktor, in diesem Falle die Dysplasie der Trochlea femoris, beachtet und gegebenenfalls das Ziel der Behandlung sein.

Nur ein Patient unseres Kollektivs wies in der MRT-Untersuchung einen TTTG-Abstand über 20 mm auf. Bei den restlichen Patienten wurde ein physiologischer oder nicht behandlungswürdiger Abstand gemessen. Hierdurch wird unter anderem die Indikation zur rein weichteiligen Operation bestätigt, welche den TTTG nicht verändert, da es sich hierbei um eine Messung fixer Knochenpunkte handelt <sup>11, S. 18-28</sup>.

In Zusammenschau dieser Ergebnisse zeigt sich ein konträres Bild durch eine einerseits erhöhte Luxationsrate als in der Literatur beschrieben und einem besseren subjektiven postoperativen Ergebnis andererseits. Auch zeigt sich in unserem Patientengut kein Trend zu schwerwiegenderen Knorpeldefekten bei rezidivierenden Luxationen. Die Erklärung hierfür ist wahrscheinlich in der kleinen Patientengruppe von insgesamt 12 Kniegelenken zu suchen.

#### **6.4.2. Diskussion der Ergebnisse nach Tuberositäsmedialisierung**

Bei der Tuberositäsmedialisierung gilt die Reluxationsrate als wichtigstes objektives Zielkriterium für ein erfolgreiches Operationsergebnis. In der *Knochengruppe* fand bei 26,3% der Patienten mindestens ein Reluxationsereignis statt. In der Literatur werden Reluxationsraten von 0% bis 30% angegeben <sup>2, S. 8-17; 8, S. 32-35; 9, S. 77-81; 12, S. 301-307; 20, S. 1220-1223; 25, S. 303-310; 26, S. 9-13; 43, S. 33-36; 61, S. 700-707; 63, S. 287-292; 69, S. 250-257; 73, S. 861-864; 84, S. 994-1002; 87, S. 31-35; 103, S. 2101-2108</sup>. In einigen Studien wurde die Operationsindikation jedoch auf Subluxationen sowie ein patellofemorales Schmerzsyndrom ausgeweitet. Durch die hierbei zugrunde liegende geringere Pathologie wurden erwartungsgemäß niedrigere Reluxationsraten festgestellt. Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über die Ergebnisse der Literatur:

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Anzahl an Kniegelenken</b>	<b>FU Ø (Jahre)</b>	<b>Reluxationen</b>	<b>Diagnose</b>
Hampson <sup>45</sup> , S. 209-213	1975	44	16	1	Lux
Crosby <sup>26</sup> , S. 9-13	1976	69	8	16	Lux
Cox <sup>25</sup> , S. 303-310	1982	116	3	8	Lux, Sublux, PFSS bei Malalignment
Juliusson <sup>58</sup> , S. 42-46	1984	25	18	5	Lux
Barbari <sup>8</sup> , S. 32-35	1990	62	8	19	Lux
Aglietti <sup>2</sup> , S. 8-17	1994	16	6	0	Lux
Gérard <sup>43</sup> , S. 33-36	1997	27	15	0	Lux
Rillmann <sup>87</sup> , S. 31-35	1998	36	5	0	Lux, Sublux bei Trochleadysplasie
Krüger <sup>61</sup> , S. 700-707	1999	72	4	2	Lux
Kumar <sup>63</sup> , S. 287-292	2001	18	3	0	Lux
Nakagawa <sup>73</sup> , S. 861-864	2002	45	13	6	Lux
Marcacci <sup>69</sup> , S. 250-257	2004	18	5	0	Lux
Benedetto <sup>12</sup> , S. 301-307	2005	28		2	Lux
Carney <sup>20</sup> , S. 1220-1223	2005	15	26	1	Lux, Sublux
Pritsch <sup>84</sup> , S. 994-1002	2007	69	6	5	Lux, Sublux, PFSS
Shen <sup>103</sup> , S. 2101-2108	2007	13	6	0	Habituelle Lux
Barber <sup>9</sup> , S. 77-81	2008	35	8	3	Lux, Sublux
<b>Gesamt</b>		<b>708</b>		<b>68</b>	<b>9,60%</b>
<b>Gesamt (nur Lux)</b>		<b>437</b>		<b>51</b>	<b>11,67%</b>

Tab. 6: Reluxationsraten nach Tuberositasmedialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; PFSS = Patellofemorales Schmerzsyndrom; FU = Follow Up

Verglichen mit diesen Werten zeigt unser Patientenkollektiv eine Reluxationsrate nahe der oberen Grenze, die sich weder auf stattgefundene Voroperationen, noch auf ein längeres präoperatives Intervall oder das Bestehen einer höhergradigen Trochleadysplasie zurückführen lässt. Am ehesten ist dieses Ergebnis durch die geringe Fallzahl unserer Studie zu erklären.

Bei allen 3 nachuntersuchten Patienten, die ein oder mehrere Reluxationsereignisse erlitten haben, wurde ein positives J-Sign festgestellt. Die Trochleamorphologie ergab zweimal eine Typ B Dysplasie und bei einem Patienten eine physiologische Trochlea. In 50% der übrigen



Patienten konnte positives J-Sign festgestellt werden. Die Trochleamorphologie zeigte in diesen Fällen Dysplasien Typ A, Typ B und Typ C. Bei den Patienten mit negativem J-Sign wurden eine normale Trochlea sowie ebenfalls Dysplasien Typ A, Typ B und Typ C auf. Dadurch ließ sich keine Aussage über das Bestehen oder den Schweregrad einer pathologischen Trochleamorphologie bei positivem J-Sign machen.

Ein positives Apprehension Sign konnte bei allen Patienten mit Reluxationsereignis festgestellt werden. Bei 40% der Patienten ohne postoperative Reluxation fiel dieser klinische Test ebenfalls positiv aus. Bei positivem sowie negativem Apprehension Sign wurden Trochleamorphologien von physiologischen Werten bis zu Typ C-Dysplasien nachgewiesen. Daher kann ein positives Apprehension Sign hinweisend für eine bestehende patellofemorale Instabilität sein, einen Rückschluss auf die Trochleamorphologie lässt unser geringes Patientengut jedoch nicht zu.

Die klinischen Scores zeigten im Mittelwert lediglich „ausreichende“ Werte. Im sIKDC 2000 Score zeigten 73,7% der Patienten ein altersentsprechendes Ergebnis. Die restlichen Patienten zeigten mit Ergebnissen von 28,7 bis 59,8 Punkten Werte, die sich deutlich unter dem Erwartungshorizont befinden.

Der Lysholm Score ergab einen Mittelwert von 76,2 Punkten, was einem „ausreichenden“ Ergebnis entspricht.

Im Kujala Score wurde ein Mittelwert von 76,2 Punkten erhoben. In bestehenden Studien wurde meist entweder nur einer der Scores angewendet oder lediglich eine Einteilung in „hervorragend“, „gut“, „ausreichend“ und „schlecht“ vorgenommen<sup>8, S. 32-35; 9, S. 77-81; 20, S. 1220-1223; 25, S. 303-310; 26, S. 9-13; 61, S. 700-707; 63, S. 287-292; 69, S. 250-257; 73, S. 861-864; 84, S. 994-1002; 87, S. 31-35; 103, S. 2101-2108</sup>. Auch finden sich weitere Testverfahren, wie z.B. die Tests nach Bentley, Turba oder Trillat<sup>25, S. 303-310; 61, S. 700-707; 87, S. 31-35</sup>. Diese Tests überschneiden sich weitgehend mit den bei uns verwendeten Untersuchungen und Fragebögen und sind in der Literatur weniger verbreitet, weswegen wir uns gegen deren Aufnahme in unsere Studie entschieden haben.

Autor	Jahr	KG	FU Ø (Jahre)	Kujala	Lysholm	Tegner	Hervorragend	Gut	Ausreichend	Schlecht	Diagnose
Crosby <sup>26</sup> , S. 9-13	1976	69	8				7,2%	52,2%	30,4%	10,1%	Lux
Cox <sup>25</sup> , S. 303-310	1982	116	3				40,0%	33,0%	19,0%	8,0%	Lux, Sublux, PFSS bei Malalignment
Juliusson <sup>58</sup> , S. 42-46	1984	40	18				22,5%	25,0%	20,0%	32,5%	Lux
Barbari <sup>8</sup> , S. 32-35	1990	62	8				30,6%	53,2%	12,9%	3,2%	Lux
Aglietti <sup>2</sup> , S. 8-17	1994	16	6							12,0%	Lux
Rillmann <sup>87</sup> , S. 31-35	1998	36	5				20,0%	78,0%			Lux, Sublux bei Trochleadysplasie
Krüger <sup>61</sup> , S. 700-707	1999	72	4				27,5%	42,8%	14,3%	15,4%	Lux
Kumar <sup>63</sup> , S. 287-292	2001	18	3	81,5			38,9%	33,3%	16,7%	11,1%	Lux
Nakagawa <sup>73</sup> , S. 861-864	2002	45	13				64,4%		35,6%		Lux
Marcacci <sup>69</sup> , S. 250-257	2004	18	5			5	88,9%	0,0%	5,6%	5,6%	Lux
Carney <sup>20</sup> , S. 1220-1223	2005	15	26	68	67	4	6,7%	46,7%	33,3%	13,3%	Lux, Sublux
Pritsch <sup>84</sup> , S. 994-1002	2007	69	6				53,6%	18,8%	18,8%	8,7%	Lux, Sublux, PFSS
Shen <sup>103</sup> , S. 2101-2108	2007	13	6	88,9							Habituelle Lux
Barber <sup>9</sup> , S. 77-81	2008	35	8		83,4	3,8					Lux, Sublux

Tab. 7: Subjektive und Fragebogenergebnisse nach Tuberositasmedialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; PFSS = Patellofemorales Schmerzsyndrom; FU = Follow Up; KG = Kniegelenke

„Hervorragende“ Werte fanden sich in der Literatur bei 36,5% (6,7% – 88,9%), „gute“ bei 36,8% (0% – 78%), „ausreichende“ bei 15,6% (0% – 33,3%) und „schlechte“ Ergebnisse bei 10,9% (0% – 32,5%) der Patienten<sup>8, S. 32-35; 20, S. 1220-1223; 25, S. 303-310; 45, S. 209-213; 58, S. 42-46; 61, S. 700-707; 63, S. 287-292; 69, S. 250-257; 73, S. 861-864; 84, S. 994-1002; 87, S. 31-35</sup>. Barber und Carney erhielten beim Lysholm Score Mittelwerte von 83,4 (SD 15,4) respektive 67 (SD 14) Punkte<sup>9, S. 77-81; 20, S. 1220-1223</sup>. Das niedrige Ergebnis wird von Carney et al. einerseits auf das lange Follow-up, welches im Mittel 26 Jahre betrug, und andererseits auf mögliche, bereits präoperativ bestehende, intraartikuläre Defekte, welche zum Zeitpunkt der Operation aufgrund des Fehlens von MRT-Untersuchungen oder Arthroskopie nicht entdeckt wurden, zurückgeführt<sup>20, S. 1220-1223</sup>. Mittlere Werte des Kujala Scores betragen bei Carney et al. 68 (SD 10) Punkte, bei Kumar et al. 81,5 Punkte und bei Shen et al. 88,9 Punkte<sup>20, S. 1220-1223; 63, S. 287-292; 103, S. 2101-2108</sup>.

Demzufolge liegen die „hervorragenden“ und „ausreichenden“ Werte unseres Patientengutes in einem ähnlichen Bereich wie bei vergleichbaren Studien in der Literatur, während die „guten“ Ergebnisse darunter liegen. Auffallend ist, dass die „schlechten“ Ergebnisse deutlich oberhalb des Vergleichswertes in der Literatur liegen. Der Kujala Score, welcher speziell für patellofemorale Pathologien entwickelt wurde, zeigte mit 76,3 (SD 22,2) Punkten einen in etwa vergleichbaren Wert mit den Studien von Carney, Kumar und Shen<sup>62</sup>, S. 159-163; 63, S. 287-292; 103, S. 2101-2108.

Einige Studien berichten über signifikant schlechtere klinische Ergebnisse bei Patienten mit längerem präoperativem Intervall<sup>61</sup>, S. 700-707; 73, S. 861-864. Bei 10 Patienten unseres Kollektivs mit einer Krankheitsanamnese unter 6 Jahren zeigten sich im Lysholm Score 6 „hervorragende“, 3 „ausreichende“ und nur ein „schlechtes“ postoperatives Ergebnis. Der Mittelwert beträgt 83,3 Punkte (48 – 100 Punkte). Bei 9 Patienten hingegen mit einem postoperativen Intervall über 6 Jahre zeigte sich nur ein „hervorragendes“, 3 „gute“ und 5 „schlechte“ Ergebnisse. Der Mittelwert beträgt in dieser Gruppe 68,2 Punkte (45 – 95 Punkte). Somit können wir mit unserer Studie diese Ergebnisse bestätigen.

Im Subjective Assessment zeigte sich bei 31,6% der Patienten ein komplett funktionsfähiges Kniegelenk, während 47,4% zeitweise Probleme bei der Ausübung sportlicher Aktivitäten berichten. Ein Kniegelenk (5,3%) habe sich verbessert, die Wiederaufnahme des Sportes sei aber noch nicht möglich. Bei 15,8% der Patienten habe sich keine Besserung, oder sogar eine Verschlechterung der Symptomatik eingestellt. Da die Wiederaufnahme des Sportes für die großteils jungen Patienten ein wichtiges Kriterium darstellt, kann bei 79% unseres Patientengutes von einer erfolgreichen Therapie ausgegangen werden. Da sich die aufgrund der Operation geänderte Biomechanik und Belastungsverteilung jedoch erst nach einer gewissen Latenzzeit auswirkt und beginnende Arthrosen erst nach einiger Zeit symptomatisch werden, ist eine bildgebende Diagnostik sowie langfristige Betreuung der Patienten indiziert. Alle 3 Patienten mit „schlechtem“ Ergebnis (Antwort 4) im Subjective Assessment erlitten mindestens ein Reluxationsereignis, hatten mindestens eine Voroperation des betroffenen Gelenkes und erhielten im Kujala-, Lysholm-, sowie im sIKDC2000- Score „schlechte“ Werte.

Ein weiteres wichtiges Kriterium für das Langzeitergebnis ist die Schmerzhaftigkeit des betroffenen Kniegelenkes in Ruhe sowie unter Belastung. Der mittlere Ruheschmerz betrug auf einer Skala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (stärkster Schmerz) 1,5 (0-7; SD 2,2). Unter Belastung wurde ein Mittelwert von 3,5 (0-9; SD 3,0) ermittelt, welcher bei 26,3 % der Patienten mindestens 7 betrug. 57,9% der Patienten berichteten keinen Ruhe- und 21,1%

überhaupt keinen Schmerz. Zu den allgemeinen Arthrosezeichen gehören u.a. Ruheschmerzen. Ein erhöhter Wert hierbei kann hinweisend für eine beginnende oder bereits bestehende Gon- oder Retropatellararthrose sein. Ein Ruheschmerz  $> 1$  wurde bei 31,6% der Patienten festgestellt und war bei 5 von 6 Patienten mit einem „schlechten“ Ergebnis im Lysholm Score begleitet. Auch waren alle Patienten am betroffenen Kniegelenk voroperiert. Von diesen 6 Patienten konnten 2 Patienten magnetresonanztomografisch nachuntersucht werden. Der erste Patient gab einen Ruheschmerz von 3 sowie einen Belastungsschmerz von 7 an. Bei dem anderen Patienten betragen diese Werte 5 respektive 6. Patellar zeigten beide Patienten großflächige Knorpelschäden Grad 4, während der erste Patient femoral einen zweit- und der andere Patient einen drittgradigen Knorpelschaden aufwies. Barbari, Carney, Benedetto und Hampson befragten ihr Patientengut ebenfalls zu bestehenden Schmerzen<sup>8, S. 32-35; 12, S. 301-307; 20, S. 1220-1223; 45, S. 209-213</sup>. Hampson et al. und Barbari et al. differenzierten in ihrer Studie nicht zwischen Ruhe- und Belastungsschmerz. Hampson et al. berichten über bestehende Schmerzen bei 75% der Patienten, wovon 2 über starke Schmerzen klagen<sup>45, S. 209-213</sup>. In der Studienpopulation von Barbari et al. klagen 58% über Schmerzen, die ebenfalls in 2 Fällen stark sind<sup>8, S. 32-35</sup>. Carney et al. berichten über einen aktivitätsbezogenen Schmerz mit einem Mittelwert von 4,8 (0,2 – 8,3), wobei kein Patient komplett schmerzfrei ist<sup>20, S. 1220-1223</sup>. 33 % der Patienten klagen über Schmerzen  $> 7$ . Diese Ergebnisse sind sehr ähnlich zu unseren Resultaten. Benedetto et al. befragten ihre Studienpopulation bezüglich Schmerzen in Ruhe, bei alltäglichen Belastungen sowie bei kniebelastenden Aktivitäten. Über Ruheschmerzen berichteten 13,2% (1 x deutlich) und über Schmerzen bei Belastung 33,3% (5 x deutlich) der Patienten<sup>12, S. 301-307</sup>. In unserer Studie berichteten 42,1% der Patienten über Ruhe- und 78,9% über Belastungsschmerz. Diese Zahlen sind deutlich höher als die von Benedetto et al. ermittelten<sup>12, S. 301-307</sup>. Dies kann jedoch auch daran liegen, dass in dieser Studie sowohl Luxationen als auch Subluxationen eingeschlossen waren, die eine geringere Pathologie des patellofemoralen Gelenkes darstellen.

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Anzahl Kniegelenke</b>	<b>FU Ø (Jahre)</b>	<b>Schmerz in Ruhe</b>	<b>Schmerz bei Belastung</b>	<b>Starker Schmerz</b>	<b>Diagnose</b>
Hampson 45, S. 209-213	1975	44	16	75,0%		4,5%	Lux
Barbari <sup>8</sup> , S. 32-35	1990	62	8	58,0%		3,2%	Lux
Benedetto 12, S. 301-307	2005	36		13,2%	33,3%	13,9% (bei Belastung)	Lux, Sublux
Carney <sup>20</sup> , S. 1220-1223	2005	15	26		100,0%	33,3%	Lux, Sublux

Tab. 8: Ruhe- sowie Belastungsschmerz nach Tuberositasmialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; FU = Follow Up

In unserer Studie konnte bei der magnetresonanztomografischen Untersuchung bei keinem nachuntersuchten Patienten ein komplett intakter Knorpelüberzug trochleär sowie retropatellar nachgewiesen werden. Retropatellar wurde bei 46,2% der Patienten ein dritt- bis viertgradiger Knorpelschaden festgestellt. Dieser befand sich stets medial oder im Bereich des Patellafirstes. Trochleär wurde bei 15,4% des Patientengutes dritt- bis viertgradiger Knorpelschaden diagnostiziert, welcher stets medial lokalisiert war (siehe Abb. 19, Abb. 20). Die mediale Lokalisation der Knorpelläsionen ist einerseits durch den Mechanismus der lateralen Patellaluxation erklärbar. Hier kommt es, vor allem bei der Reposition, zu einem Rutschen der medialen Patellafacette über den lateralen Femurcondylus mit erhöhter Druckbelastung. Andererseits konnte gezeigt werden, dass im medialen patellofemorale Kompartiment nach Tuberositasmialisierung unphysiologisch hohe Drücke resultieren können, welche zu einer Minderversorgung des Knorpels und damit zu Arthrose führen können<sup>33, S. 1202-1208; 49, S. 73-85; 65, S. 403-409</sup>.

Ein direkter Vergleich mit bestehender Literatur gestaltet sich schwierig, da dies unseres Wissens nach die erste Studie ist, die das Langzeitergebnis nach Operationen am distalen Streckapparat magnetresonanztomografisch auf die Knorpelbeschaffenheit untersucht. Es liegen jedoch Studien vor, die die Arthroserate nach Tuberositasmialisierungen mit Hilfe von konventionellen Röntgenbildern untersucht haben<sup>8, S. 32-35; 26, S. 9-13; 43, S. 33-36; 45, S. 209-213; 58, S. 42-46; 69, S. 250-257; 73, S. 861-864; 87, S. 31-35</sup>. Es werden hierbei Arthroseraten von 0% – 71% beschrieben, wobei Studien mit längeren Follow-up Intervallen eine höhere Arthroserate beschreiben. Lediglich die beiden Studien mit einem 5-Jahres-Follow-up geben eine Arthroserate von 0% an<sup>69, S. 250-257; 87, S. 31-35</sup>. Einige Studien zeigen eine stärkere Zunahme der Arthrose bei älteren Patienten<sup>45, S. 209-213; 58, S. 42-46</sup>. Dennoch zeigt sich auch bei diesen Studien ein ungewöhnlich hohes Auftreten von Arthrose bei jungen Patienten. Das

Patellofemoralgelenk ist zumeist öfter betroffen als das Tibiofemoralgelenk. Biomechanisch ist dies auf einen erhöhten retropatellaren Druck zurückzuführen, der einerseits durch ein Anpressen der medialen Patellafacette an den medialen Condylus und weiterhin durch eine Verkleinerung der Auflagefläche aufgrund einer Verminderung des lateralen Tilts und lateraler Rotation der Patella entsteht<sup>33, S. 1202-1208; 49, S. 73-85; 65, S. 403-409</sup>.

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Anzahl KG</b>	<b>FU Ø (Jahre)</b>	<b>Arthrose PFG</b>	<b>Arthrose FTG</b>	<b>Diagnose</b>
Hampson <sup>45, S. 209-213</sup>	1975	42	16	71,4%	47,6%	Lux
Crosby <sup>26, S. 9-13</sup>	1976	31	7	71% (moderate, severe)		Lux
Juliusson <sup>58, S. 42-46</sup>	1984	32	18	68,8%	28,1%	Lux, Sublux
Barbari <sup>8, S. 32-35</sup>	1990	62	8	25,8%	37,1%	Lux
Gérard <sup>43, S. 33-36</sup>	1997	27	15	14,8%	11,1%	Lux
Rillmann <sup>87, S. 31-35</sup>	1998	36	5	0,0%		Lux, Sublux bei Trochleadysplasie
Nakagawa <sup>73, S. 861-864</sup>	2002	27	13	42,0%		Lux
Marcacci <sup>69, S. 250-257</sup>	2004	18	5	0,0%		Lux

Tab. 9: Arthroserate nach Tuberositasmialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; FU = Follow Up; PFG = Patellofemoralgelenk; FTG = Femorotibialgelenk

Ein zusätzliches Ziel dieser Studie war, eine mögliche Wechselbeziehung von zugrunde liegendem Trochleadysplasiegrad und resultierendem Knorpelzustand zu beschreiben. Um hierfür statistisch signifikante Aussagen zu erreichen, müsste jedoch ein weitaus größeres Patientengut untersucht werden, was uns aufgrund der strengen Ein- und Ausschlusskriterien leider nicht möglich war. Uns ist jedoch keine Studie bekannt, die diese Beziehung bisher untersucht hat. In der Gruppe der magnetresonanztomografisch nachuntersuchten Patienten wurde kein komplett unauffälliger Knorpelbefund erhoben. Anhand der Verteilung lässt sich keine Korrelation zwischen dem Schweregrad der zugrunde liegenden Trochleadysplasie und höhergradigen Knorpelschäden feststellen (siehe Abb. 19, Abb. 20). Auch zeigte sich kein Anhalt für zunehmende Knorpelschäden bei älteren Patienten, wobei das maximale Patientenalter bei 46,4 Jahren lag. Zudem wäre ein prospektives Studiendesign geeignet, um individuelle Verläufe nachvollziehen zu können.

Bei 46,2% unseres magnetresonanztomografisch nachuntersuchten Patientenguts wurde bei einem erhöhten lateralen Shift eine Subluxationsstellung der Patella nach lateral

diagnostiziert. Andererseits konnte bei 30,8% der Patienten ein erhöhter medialer Shift gezeigt werden, was für eine mediale Subluxationsstellung und somit für eine Überkorrektur hinweisend sein kann. Jedoch zeigte sich bei 3 dieser 4 Patienten ein sehr gutes klinisches Ergebnis. Ein erhöhter lateraler Tilt der Patella ( $> 11^\circ$ ) wurde bei 2 Patienten festgestellt. Diese Parameter werden in der Literatur oftmals als Prädisposition für eine Patellaluxation angesehen, können jedoch durch eine dysplastische Trochlea bedingt sein und stellen somit sekundäre Faktoren dar<sup>40, S. 168-174</sup>. Daher sollte die zugrunde liegende Pathologie, in diesem Falle die Trochleadysplasie, beachtet und gegebenenfalls operativ korrigiert werden.

Ein pathologisch erhöhter TTTG-Abstand ( $> 20$  mm) wurde bei keinem Patienten festgestellt. Shih et al. konnten zeigen, dass die trochleäre Grube bei vorliegender Trochleadysplasie medialer liegt als bei physiologischer Trochleamorphologie und somit den TTTG erhöht<sup>104, S. 300-306</sup>. Durch die Medialisierung der Tuberositas tibiae wird zwar der TTTG-Abstand normalisiert, der pathologische Faktor, in diesem Falle die Trochleadysplasie, jedoch nicht adressiert. Eine isolierte Lateralisierung der Tuberositas tibiae, die durch diese Operation korrigiert würde, ist sehr selten. Ein anderer häufiger Grund für einen erhöhten TTTG-Abstand ist die Antetorsion des Femurs, welche durch eine tibiale Außenrotation maskiert werden kann<sup>24, S. 795-801</sup>. Diese Pathologie kann durch eine Rotationsosteotomie behoben werden<sup>14, S. 872-883</sup>.

## 7. Aktueller Trend

In den letzten Jahren wurden intensive Forschungen in der patellofemorale Biomechanik sowie Chirurgie betrieben. Dies führte zu einem genaueren Verständnis der zugrunde liegenden Pathologie der patellofemorale Instabilität und der direkten Adressierung der Pathomorphologien durch innovative Operationsmethoden. Beispiele hierfür sind die Rekonstruktion eines rupturierten oder hypoplastischen MPFLs mit Hilfe von Autografts oder die Trochleoplastik, wobei eine physiologische Gleit- und Begrenzungsfläche für die Patella hergestellt wird. Diese Verfahren zeigen mittelfristig gute klinische Ergebnisse<sup>93, S. 693-698; 94, S. 516-521; 106, S. 1475-1484</sup>.

## 8. Zusammenfassung

Die laterale Patellaluxation ist eine der häufigsten Gelenkluxationen des Menschen und tritt gehäuft bei jungen Frauen in Streckstellung des Kniegelenkes auf. Dank intensiver Forschung in den letzten Jahren fanden sich neue Ansätze in der Ätiologie der patellofemorale Instabilität, welche auf einer Insuffizienz der passiven (MPFL, medialer Kapsel-Band-Apparat) sowie der statischen (Trochleamorphologie) Stabilisatoren basieren.

Da eine sehr große Anzahl an Operationsmethoden beschrieben ist, liegt es nahe, dass kein Goldstandard zur Stabilisierung der patellofemorale Instabilität besteht. Bestehende operative Verfahren adressieren oftmals die aktiven Stabilisatoren des patellofemorale Gelenks durch einen proximalen und/ oder distalen Eingriff am Streckapparat, um die Lateralisierungstendenz der Patella zu beheben, ohne jedoch die ursächlich pathologischen Faktoren zu korrigieren. Proximale Operationen sind Weichteileingriffe, während das distale Verfahren eine Medialisierung der Tuberositas tibiae mit einer möglichen Kombination proximaler Eingriffe enthält. Oft beschriebene Kritikpunkte dieser Operationsmethoden sind eine hohe Luxationsrate, persistierende Schmerzen sowie eine verfrühte Arthrose des patellofemorale Gelenkes.

In der vorliegenden Studie wurde erstmals das klinische sowie magnetresonanztomographische Langzeitergebnis nach proximalem beziehungsweise distalem Eingriff am Streckapparat untersucht. Aufgrund der geringen Patientenzahl sowie



einem starken Unterschied der präoperativen Luxationsrate konnte keine Signifikanz errechnet und somit lediglich Tendenzen aufgezeigt werden. Aufgrund der schweren Pathologie mancher Patienten, welche z. T. mehrfach voroperiert waren sowie dem Ausschluss von Subluxationen, findet sich in dieser Studie ein anderes Patientengut als das in der bisherigen Literatur beschriebene, was den direkten Vergleich erschwert.

Insgesamt wurden 31 Patienten, welche in je eine Gruppe mit Weichteil- und knöchernem Eingriff eingeteilt wurden, mit einem mittleren postoperativen Intervall von 86,0 Monaten untersucht.

12 Patienten nach proximalem Weichteileingriff wurden im Schnitt 87,9 Monate postoperativ nachuntersucht.

Die Reluxationsrate lag hierbei mit 33,3% über dem durchschnittlichen in der Literatur beschriebenen Wert. Klinisch konnte bei einem Großteil der Patienten ein positives J-Sign sowie Apprehension Sign ausgelöst werden. Im Vergleich mit der bildgebenden Diagnostik sowie der Anamnese zeigte sich ein Hinweis auf eine bestehende Trochleadysplasie, jedoch keine Verbindung mit dem zugrunde liegenden Dysplasiegrad.

Im Lysholm Score zeigte sich bei 83,4 % der Patienten ein „hervorragendes“ oder „gutes“ Ergebnis, welches, verglichen mit der Literatur, überdurchschnittlich ist. Bei 91,7% der Patienten konnte ein subjektiver Operationserfolg erzielt werden. In Ruhe sind 83,3% der Patienten schmerzfrei, was bei Belastung jedoch nur noch von 25% berichtet wird.

Magnetresonanztomografisch wurde bei 50% im Bereich der Trochlea femoris und bei 87,5% retropatellar ein zweit- bis viertgradiger Knorpelschaden diagnostiziert und zusätzlich ein Hinweis auf höhergradige Knorpelschädigung bei zugrunde liegender stärkerer Ausprägung einer Trochleadysplasie aufgezeigt.

19 Patienten nach distalem knöchernem Eingriff wurden durchschnittlich 84,4 Monate postoperativ nachuntersucht.

Mit 26,3% lag die Reluxationsrate an der oberen Grenze der in der Literatur berichteten Werte. Ein positives J-Sign oder Apprehension Sign können hinweisend auf eine patellofemorale Instabilität, jedoch nicht auf die zugrunde liegende Trochleamorphologie sein.

Im Lysholm Score zeigten sich 52,6% „hervorragende“ oder „gute“, aber auch 31,6% „schlechte“ Ergebnisse. Während die guten Ergebnisse mit den Literaturwerten übereinstimmen, zeigt sich eine höhere Anzahl „schlechter“ Ergebnisse bei unserer Studie. Es konnte ein schlechteres Ergebnis bei längerem präoperativem Intervall gezeigt werden. Subjektiv gaben 79% der Patienten einen Operationserfolg an.

In Ruhe sind 57,9% der Patienten nach eigenem Bericht schmerzfrei, während 21,1% auch bei Belastung keine Schmerzen angeben.

Magnetresonanztomografisch wurde ein zweit- bis viertgradiger Knorpelschaden retropatellar bei 84,7% sowie trochleär bei 53,8% diagnostiziert. Ein Trend zu einem gleichsinnigen Anstieg des Schweregrades des Knorpelschadens mit zugrunde liegender Trochleadysplasie konnte nicht gezeigt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die herkömmlichen operativen Methoden zur Therapie der lateralen Patellaluxation aufgrund erhöhter Langzeitkomplikationen wie Reluxationen, Schmerzen sowie verfrühter Arthrose in Zukunft von neueren, biomechanisch korrekten Operationen wie MPFL-Rekonstruktion und Trochleoplastik abgelöst werden sollten.

## 9. Literaturverzeichnis

1. Abraham E., Washington E., Huang T. L. Insall proximal realignment for disorders of the patella. *Clin Orthop Relat Res.* 1989(248):61-65.
2. Aglietti P., Buzzi R., De Biase P., Giron F. Surgical treatment of recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop Relat Res.* 1994(308):8-17.
3. Altman R. D. Early management of osteoarthritis. *Am J Manag Care.* 2010;16 Suppl Management:S41-47.
4. Amis A. A. Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability. *Sports Med Arthrosc.* 2007;15(2):48-56.
5. Amis A. A., Firer P., Mountney J., Senavongse W., Thomas N. P. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee.* 2003;10(3):215-220.
6. Anderson A. F., Irrgang J. J., Kocher M. S., Mann B. J., Harrast J. J. The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: normative data. *Am J Sports Med.* 2006;34(1):128-135.
7. Balcarek P., Ammon J., Frosch S., Walde T. A., Schuttrumpf J. P., Ferlemann K. G., Lill H., Sturmer K. M., Frosch K. H. Magnetic resonance imaging characteristics of the medial patellofemoral ligament lesion in acute lateral patellar dislocations considering trochlear dysplasia, patella alta, and tibial tuberosity-trochlear groove distance. *Arthroscopy.* 2010;26(7):926-935.
8. Barbari S., Raugstad T. S., Lichtenberg N., Refvem D. The Hauser operation for patellar dislocation. 3-32-year results in 63 knees. *Acta Orthop Scand.* 1990;61(1):32-35.
9. Barber F. A., McGarry J. E. Elmslie-Trillat procedure for the treatment of recurrent patellar instability. *Arthroscopy.* 2008;24(1):77-81.
10. Bauer F. C., Wredmark T., Isberg B. Krogus tenoplasty for recurrent dislocation of the patella. Failure associated with joint laxity. *Acta Orthop Scand.* 1984;55(3):267-269.
11. Beaconsfield T., Pintore E., Maffulli N., Petri G. J. Radiological measurements in patellofemoral disorders. A review. *Clin Orthop Relat Res.* 1994(308):18-28.
12. Benedetto K. P. Ergebnisse des Tuberositastransfers bei Patellainstabilität. *Arthroskopie.* 2005;18(4):301-307.

13. Biedert R. M. Anatomische Betrachtungen der arthroskopischen lateralen Retinakulumspaltung. *Arthroskopie*. 2005;18:289 - 292.
14. Biedert R. M. Osteotomien. *Orthopade*. 2008;37(9):872-883.
15. Biedert R. M. Laterale Retinakulumverlängerung bei arthroskopischen Eingriffen. *Arthroskopie*. 2010;23:191 - 194.
16. Biedert R. M. Sekundäre mediale Patellainstabilität. *Arthroskopie*. 2010;23:195-200.
17. Bredella M. A., Tirman P. F., Peterfy C. G., Zarlingo M., Feller J. F., Bost F. W., Belzer J. P., Wischer T. K., Genant H. K. Accuracy of T2-weighted fast spin-echo MR imaging with fat saturation in detecting cartilage defects in the knee: comparison with arthroscopy in 130 patients. *AJR Am J Roentgenol*. 1999;172(4):1073-1080.
18. Briggs K. K., Steadman J. R., Hay C. J., Hines S. L. Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees. *Am J Sports Med*. 2009;37(5):898-901.
19. Brittberg M., Winalski C. S. Evaluation of cartilage injuries and repair. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A Suppl 2:58-69.
20. Carney J. R., Mologne T. S., Muldoon M., Cox J. S. Long-term evaluation of the Roux-Elmslie-Trillat procedure for patellar instability: a 26-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2005;33(8):1220-1223.
21. Caton J. Method of measuring the height of the patella. *Acta Orthop Belg*. 1989;55(3):385-386.
22. Cerullo G., Puddu G., Conteduca F., Ferretti A., Mariani P. P. Evaluation of the results of extensor mechanism reconstruction. *Am J Sports Med*. 1988;16(2):93-96.
23. Christoforakis J., Bull A. M., Strachan R. K., Shymkiw R., Senavongse W., Amis A. A. Effects of lateral retinacular release on the lateral stability of the patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(3):273-277.
24. Cordier W., Katthagen B. D. Femorale Torsionsfehler. *Orthopade*. 2000;29(9):795-801.
25. Cox J. S. Evaluation of the Roux-Elmslie-Trillat procedure for knee extensor realignment. *Am J Sports Med*. 1982;10(5):303- 310.
26. Crosby E. B., Insall J. Recurrent dislocation of the patella. Relation of treatment to osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(1):9-13.
27. Dandy D. J., Griffiths D. Lateral release for recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br*. 1989;71(1):121-125.

28. Déjour D., Lecoultré B. Douleurs et instabilité rotulienne. Essai de classification. *Med Hyg.* 1998;56:1466-1471.
29. Dejour H., Walch G., Nove-Josserand L., Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1994;2(1):19-26.
30. Demirdjian A. M., Petrie S. G., Guanche C. A., Thomas K. A. The outcomes of two knee scoring questionnaires in a normal population. *Am J Sports Med.* 1998;26(1):46-51.
31. Desio S. M., Burks R. T., Bachus K. N. Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med.* 1998;26(1):59-65.
32. Elias D. A., White L. M., Fithian D. C. Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella. *Radiology.* 2002;225(3):736-743.
33. Elias J. J., Cech J. A., Weinstein D. M., Cosgrea A. J. Reducing the lateral force acting on the patella does not consistently decrease patellofemoral pressures. *Am J Sports Med.* 2004;32(5):1202-1208.
34. Escala J. S., Mellado J. M., Olona M., Gine J., Sauri A., Neyret P. Objective patellar instability: MR-based quantitative assessment of potentially associated anatomical features. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(3):264-272.
35. Farahmand F., Naghi Tahmasbi M., Amis A. The contribution of the medial retinaculum and quadriceps muscles to patellar lateral stability--an in-vitro study. *Knee.* 2004;11(2):89-94.
36. Farahmand F., Senavongse W., Amis A. A. Quantitative study of the quadriceps muscles and trochlear groove geometry related to instability of the patellofemoral joint. *J Orthop Res.* 1998;16(1):136-143.
37. Farahmand F., Tahmasbi M. N., Amis A. A. Lateral force-displacement behaviour of the human patella and its variation with knee flexion--a biomechanical study in vitro. *J Biomech.* 1998;31(12):1147-1152.
38. Fithian D. C., Mishra D. K., Balen P. F., Stone M. L., Daniel D. M. Instrumented measurement of patellar mobility. *Am J Sports Med.* 1995;23(5):607-615.
39. Fithian D. C., Paxton E. W., Stone M. L., Silva P., Davis D. K., Elias D. A., White L. M. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med.* 2004;32(5):1114-1121.
40. Fucentese S. F., Schöttle P. B., Pfirrmann C. W., Romero J. CT changes after trochleoplasty for symptomatic trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15(2):168-174.

41. Fucentese S. F., von Roll A., Koch P. P., Epari D. R., Fuchs B., Schöttle P. B. The patella morphology in trochlear dysplasia--a comparative MRI study. *Knee*. 2006;13(2):145-150.
42. Garth W. P., Jr., DiChristina D. G., Holt G. Delayed proximal repair and distal realignment after patellar dislocation. *Clin Orthop Relat Res*. 2000(377):132-144.
43. Gérard F., Migaud H., Gougeon F., Duquennoy A. The long-term results of tibial tubercle transfer for patellar instability *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 1997;7(1):33-36.
44. Grelsamer R. P. Patellar malalignment. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82-A(11):1639-1650.
45. Hampson W. G., Hill P. Late results of transfer of the tibial tubercle for recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br*. 1975;57(2):209-213.
46. Hautamaa P. V., Fithian D. C., Kaufman K. R., Daniel D. M., Pohlmeier A. M. Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. *Clin Orthop Relat Res*. 1998(349):174-182.
47. Hawkins R. J., Bell R. H., Anisette G. Acute patellar dislocations. The natural history. *Am J Sports Med*. 1986;14(2):117-120.
48. Hefti F., Muller W. Current state of evaluation of knee ligament lesions. The new IKDC knee evaluation form. *Orthopade*. 1993;22(6):351-362.
49. Hehne H. J. Biomechanics of the patellofemoral joint and its clinical relevance. *Clin Orthop Relat Res*. 1990(258):73-85.
50. Higgins L. D., Taylor M. K., Park D., Ghodadra N., Marchant M., Pietrobon R., Cook C. Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form. *Joint Bone Spine*. 2007;74(6):594-599.
51. Hing C. B., Shepstone L., Marshall T., Donell S. T. A laterally positioned concave trochlear groove prevents patellar dislocation. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;447:187-194.
52. Hughston J. C., Deese M. Medial subluxation of the patella as a complication of lateral retinacular release. *Am J Sports Med*. 1988;16(4):383-388.
53. Imhoff A.B. B. R., Linke R.D. Klinische Untersuchung des Knies. *Checkliste Orthopädie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2006:27-30.
54. Insall J., Falvo K. A., Wise D. W. Chondromalacia Patellae. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(1):1-8.

55. Insall J. N., Aglietti P., Tria A. J., Jr. Patellar pain and incongruence. II: Clinical application. *Clin Orthop Relat Res.* 1983(176):225-232.
56. Irrgang J. J., Anderson A. F., Boland A. L., Harner C. D., Kurosaka M., Neyret P., Richmond J. C., Shelborne K. D. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001;29(5):600-613.
57. Johnson L. L., van Dyk G. E., Green J. R., 3rd, Pittsley A. W., Bays B., Gully S. M., Phillips J. M. Clinical assessment of asymptomatic knees: comparison of men and women. *Arthroscopy.* 1998;14(4):347-359.
58. Juliusson R., Markhede G. A modified Hauser procedure for recurrent dislocation of the patella. A long-term follow-up study with special reference to osteoarthritis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1984;103(1):42-46.
59. Kolowich P. A., Paulos L. E., Rosenberg T. D., Farnsworth S. Lateral release of the patella: indications and contraindications. *Am J Sports Med.* 1990;18(4):359-365.
60. Krause F., Kolling C., Brantschen R., Sieber H. P. Mittelfristige Ergebnisse der Vastus-medialis- obliquus-Plastik bei lateraler Patellaluxation. *Orthopade.* 2006;35(1):94-101.
61. Krüger T., Birke A., Decker T., Röder T., Hein W. Ergebnisse der Operation nach Elmslie-Trillat bei Patellaluxation und -subluxation; Berücksichtigung der retropatellaren Pathologie. *Unfallchirurg.* 1999;102(9):700-707.
62. Kujala U. M., Jaakkola L. H., Koskinen S. K., Taimela S., Hurme M., Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy.* 1993;9(2):159-163.
63. Kumar A., Jones S., Bickerstaff D. R., Smith T. W. Functional evaluation of the modified Elmslie-Trillat procedure for patello-femoral dysfunction. *Knee.* 2001;8(4):287-292.
64. Kumm J., Tamm A., Lintrop M. Association between ultrasonographic findings and bone/cartilage biomarkers in patients with early-stage knee osteoarthritis. *Calcif Tissue Int.* 2009;85(6):514-522.
65. Kuroda R., Kambic H., Valdevit A., Andrish J. T. Articular cartilage contact pressure after tibial tuberosity transfer. A cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2001;29(4):403-409.
66. Larsen E., Lauridsen F. Conservative treatment of patellar dislocations. Influence of evident factors on the tendency to redislocation and the therapeutic result. *Clin Orthop Relat Res.* 1982(171):131-136.

67. Lysholm J., Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982;10(3):150-154.
68. Maffulli N., Longo U. G., Gougoulias N., Caine D., Denaro V. Sport injuries: a review of outcomes. *Br Med Bull.* 2010.
69. Marcacci M., Zaffagnini S., Lo Presti M., Vascellari A., Iacono F., Russo A. Treatment of chronic patellar dislocation with a modified Elmslie-Trillat procedure. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124(4):250-257.
70. Miller G. F. Familial recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br.* 1978;60-B(2):203-204.
71. Miller P. R., Klein R. M., Teitge R. A. Medial dislocation of the patella. *Skeletal Radiol.* 1991;20(6):429-431.
72. Mulford J. S., Wakeley C. J., Eldridge J. D. Assessment and management of chronic patellofemoral instability. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(6):709-716.
73. Nakagawa K., Wada Y., Minamide M., Tsuchiya A., Moriya H. Deterioration of long-term clinical results after the Elmslie-Trillat procedure for dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(6):861-864.
74. Nakamura N., Ellis M., Seedhom B. B. Advancement of the tibial tuberosity. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67(2):255-260.
75. Nietosvaara Y., Aalto K., Kallio P. E. Acute patellar dislocation in children: incidence and associated osteochondral fractures. *J Pediatr Orthop.* 1994;14(4):513-515.
76. Nomura E., Horiuchi Y., Inoue M. Correlation of MR imaging findings and open exploration of medial patellofemoral ligament injuries in acute patellar dislocations. *Knee.* 2002;9(2):139-143.
77. Nomura E., Horiuchi Y., Kihara M. Medial patellofemoral ligament restraint in lateral patellar translation and reconstruction. *Knee.* 2000;7(2):121-127.
78. Palmu S., Kallio P. E., Donell S. T., Helenius I., Nietosvaara Y. Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(3):463-470.
79. Panagopoulos A., van Niekerk L., Triantafillopoulos I. K. MPFL reconstruction for recurrent patella dislocation: a new surgical technique and review of the literature. *Int J Sports Med.* 2008;29(5):359-365.
80. Panni A. S., Tartarone M., Patricola A., Paxton E. W., Fithian D. C. Long-term results of lateral retinacular release. *Arthroscopy.* 2005;21(5):526-531.



81. Pförringer W., Gorschewsky O. *Die Patella: Aus orthopädischer und sportmedizinischer Sicht*. Stuttgart: Schattauer GmbH; 2005:61-63
82. Post W. R. Clinical evaluation of patients with patellofemoral disorders. *Arthroscopy*. 1999;15(8):841-851.
83. Potter H. G., Linklater J. M., Allen A. A., Hannafin J. A., Haas S. B. Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast-spin-echo imaging. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(9):1276-1284.
84. Pritsch T., Haim A., Arbel R., Snir N., Shasha N., Dekel S. Tailored tibial tubercle transfer for patellofemoral malalignment: analysis of clinical outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15(8):994-1002.
85. Ramappa A. J., Apreleva M., Harrold F. R., Fitzgibbons P. G., Wilson D. R., Gill T. J. The effects of medialization and anteromedialization of the tibial tubercle on patellofemoral mechanics and kinematics. *Am J Sports Med*. 2006;34(5):749-756.
86. Ricchetti E. T., Mehta S., Sennett B. J., Huffman G. R. Comparison of lateral release versus lateral release with medial soft-tissue realignment for the treatment of recurrent patellar instability: a systematic review. *Arthroscopy*. 2007;23(5):463-468.
87. Rillmann P., Dutly A., Kieser C., Berbig R. Modified Elmslie-Trillat procedure for instability of the patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1998;6(1):31-35.
88. Rudert M. Zügelungsoperation nach Insall bei Luxation oder Subluxation der Patella. *Operative Orthopädie und Traumatologie*. 2001;9(4):272 - 281.
89. Sallay P. I., Poggi J., Speer K. P., Garrett W. E. Acute dislocation of the patella. A correlative pathoanatomic study. *Am J Sports Med*. 1996;24(1):52-60.
90. Sanders T. G., Morrison W. B., Singleton B. A., Miller M. D., Cornum K. G. Medial patellofemoral ligament injury following acute transient dislocation of the patella: MR findings with surgical correlation in 14 patients. *J Comput Assist Tomogr*. 2001;25(6):957-962.
91. Schaefer F. K., Kurz B., Schaefer P. J., Fuerst M., Hedderich J., Graessner J., Schuenke M., Heller H. Accuracy and precision in the detection of articular cartilage lesions using magnetic resonance imaging at 1.5 Tesla in an in vitro study with orthopedic and histopathologic correlation. *Acta Radiol*. 2007;48(10):1131-1137.
92. Schöttle P. B., Beitzel K., Imhoff A. Die kindliche Patellaluxation: Anatomie, Pathomorphologie und Behandlungsstrategien. *Arthroscopie*. 2009;22:51-59.
93. Schöttle P. B., Fucentese S. F., Pfirrmann C., Bereiter H., Romero J. Trochleaplasty for patellar instability due to trochlear dysplasia: A minimum 2-year clinical and radiological follow-up of 19 knees. *Acta Orthop*. 2005;76(5):693-698.

94. Schöttle P. B., Fucentese S. F., Romero J. Clinical and radiological outcome of medial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosus autograft for patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13(7):516-521.
95. Schöttle P. B., Hensler D., Imhoff A. B. Die direkte anatomische Rekonstruktion des Lig. patellofemorale mediale in Double-bundle-Technik - „aperture fixation“. *Arthroskopie.* 2008;21(3):192-195.
96. Schöttle P. B., Scheffler S. U., Schwarck A., Weiler A. Arthroscopic medial retinacular repair after patellar dislocation with and without underlying trochlear dysplasia: a preliminary report. *Arthroscopy.* 2006;22(11):1192-1198.
97. Schöttle P. B., Weiler A. *Operationstechnik: Die anatomische Rekonstruktion des Ligamentum patellofemorale mediale.* Tuttingen: Verlag Endeo-Press; 2006.
98. Schöttle P. B., Zanetti M., Seifert B., Pfirrmann C. W., Fucentese S. F., Romero J. The tibial tuberosity-trochlear groove distance; a comparative study between CT and MRI scanning. *Knee.* 2006;13(1):26-31.
99. Schröder R. J., Fischbach F., Unterhauser F. N., Weiler A., Felix R., Bruhn H. Wertigkeit verschiedener MR-Sequenzen bei einer Feldstärke von 1,5- und 3,0 Tesla für die Analyse von Knorpeldefekten der Patella im Tiermodell. *Rofo.* 2004;176(11):1667-1675.
100. Scuderi G., Cuomo F., Scott W. N. Lateral release and proximal realignment for patellar subluxation and dislocation. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(6):856-861.
101. Senavongse W., Amis A. A. The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(4):577-582.
102. Shellock F. G., Mink J. H., Deutsch A., Fox J. M., Ferkel R. D. Evaluation of patients with persistent symptoms after lateral retinacular release by kinematic magnetic resonance imaging of the patellofemoral joint. *Arthroscopy.* 1990;6(3):226-234.
103. Shen H. C., Chao K. H., Huang G. S., Pan R. Y., Lee C. H. Combined proximal and distal realignment procedures to treat the habitual dislocation of the patella in adults. *Am J Sports Med.* 2007;35(12):2101-2108.
104. Shih Y. F., Bull A. M., Amis A. A. The cartilaginous and osseous geometry of the femoral trochlear groove. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12(4):300-306.
105. Sillanpaa P., Mattila V. M., Iivonen T., Visuri T., Pihlajamaki H. Incidence and risk factors of acute traumatic primary patellar dislocation. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(4):606-611.

106. Sillanpaa P., Mattila V. M., Visuri T., Maenpaa H., Pihlajamaki H. Ligament reconstruction versus distal realignment for patellar dislocation. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(6):1475-1484.
107. Smirk C., Morris H. The anatomy and reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee.* 2003;10(3):221-227.
108. Smith T. O., Hunt N. J., Donell S. T. The reliability and validity of the Q-angle: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(12):1068-1079.
109. Stefancin J. J., Parker R. D. First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;455:93-101.
110. Strobl W., Grill F. Die Patellaluxation. *Orthopade.* 1998;27(3):197-205.
111. Tardieu C., Trinkaus E. Early ontogeny of the human femoral bicondylar angle. *Am J Phys Anthropol.* 1994;95(2):183-195.
112. Tegner Y., Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985(198):43-49.
113. Teitge R. A., Faerber W. W., Des Madryl P., Matelic T. M. Stress radiographs of the patellofemoral joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78(2):193-203.
114. Trillat A., Dejour H., Couette A. Diagnosis and Treatment of Recurrent Dislocations of the Patella. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1964;50:813-824.
115. Wada A., Fujii T., Takamura K., Yanagida H., Suriyamorn P. Congenital dislocation of the patella. *J Child Orthop.* 2008;2(2):119-123.
116. Wolf J. H. Der späte Triumph einer stillschweigend eingeführten Operation bei Patellaluxation und ihr Urheber Reginald Cheyne Elmslie. *Operative Orthopädie und Traumatologie.* 1991;3(1):75-80.
117. Yamada Y., Toritsuka Y., Yoshikawa H., Sugamoto K., Horibe S., Shino K. Morphological analysis of the femoral trochlea in patients with recurrent dislocation of the patella using three-dimensional computer models. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(6):746-751.
118. Yamamoto R. K. Arthroscopic repair of the medial retinaculum and capsule in acute patellar dislocations. *Arthroscopy.* 1986;2(2):125-131.
119. Zeichen J., Lobenhoffer P., Bosch U., Friedemann K., Tschern H. Mittelfristige Ergebnisse der operativen Therapie der Patellaluxation durch proximale Rekonstruktion nach Insall. *Unfallchirurg.* 1998;101(6):446-453.

120. Zeichen J., Lobenhoffer P., Gerich T., Tscherne H., Bosch U. Medium-term results of the operative treatment of recurrent patellar dislocation by Insall proximal realignment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(3):173-176.
121. Zohlen E. Chondropathia patellae, über ihre Bedeutung und ihr Wesen. *Bruns Beitr Klin Chir.* 1943;174:69-88.

## 10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schemazeichnung Mediale Raffung, hier inkl. lat. release, aus <sup>100, S. 856-861</sup> ; L: lateral; M: medial	18
Abb. 2: Arthroskopische Mediale Raffung, aus <sup>92, S. 51-59</sup>	18
Abb. 3: Schemazeichnungen der OP-Verfahren; a: Tuberositasmédialisierung; b: <i>lateral release</i> ; c: OP nach Ali Krogius; d: OP nach Insall; aus <sup>110, S. 197-205</sup>	19
Abb. 4: Schemazeichnung MPFL-Rekonstruktion, aus <sup>95, S. 192-195</sup>	20
Abb. 5: Darstellung Patientenkollektiv	23
Abb. 6: OP-Kombinationen Knochengruppe; LR = Lateral release; MR = Mediale Raffung; VD = Distalisierung des M. vastus medialis	27
Abb. 7: OP-Kombinationen Weichteilgruppe; LR = Lateral release; MR = Mediale Raffung; VD = Distalisierung des M. vastus medialis	28
Abb. 8: Bestimmung des a) patellären Shifts; b) patellären Tilts; PC= posteriore Condylenlinie	38
Abb. 9: Bestimmung von a) TTTG-Abstand (im Bsp.: 24,5 mm); b) Lateraler Trochleaslope (im Bsp.: 5,7°); c) Trochleawinkel (im Bsp.: 159,5°); PC= posteriore Condylenlinie	39
Abb. 10: Klassifikation der Trochleadysplasie, aus <sup>96, S. 1192-1198</sup> , A= abgeflachte, noch erkennbare Trochlea; B= Trochlea flach oder konvex; C= lat. Facette konvex und mediale Facette hypoplastisch; D= wie Typ C, zusätzlich „bump“	40
Abb. 11: Trochleadysplasien unseres Patientengutes; a) Typ A; b) Typ B; c) Typ C	41
Abb. 12: Bestimmung des Patella-Index nach Caton/ Deschamps (im Bsp.: 1,57)	42
Abb. 13: ICRS-Klassifikation für Knorpelschäden, aus <sup>19, S. 58-69</sup>	43
Abb. 14: Knorpelschäden unseres Patientengutes; a) Grad 1, retropatellar; b) Grad 2, retropatellar; c) Grad 3, retropatellar; d) Grad 4, retropatellar	44
Abb. 15: Verteilung sIKDC Score; EH= Erwartungshorizont	46
Abb. 16: Verteilung Lysholm Score	47
Abb. 17: Unterschied des M. quadriceps femoris im Vergleich zur Gegenseite; a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe	50
	93

Abb. 18: Verteilung der Trochleadysplasiegrade; a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe	53
Abb. 19: Verteilung des retropatellaren Knorpelzustands nach ICRS, a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe; 0, A, B, C: Trochleadysplasiegrade; Grad 0 – Grad 4: Knorpelzustand nach ICRS	54
Abb. 20: Verteilung des trochleären Knorpelzustands nach ICRS, a) Knochengruppe; b) Weichteilgruppe; 0, A, B, C: Trochleadysplasiegrade; Grad 0 – Grad 4: Knorpelzustand nach ICRS	55

## 11. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ein- und Ausschlusskriterien	24
Tab. 2: Erwartungshorizont sIKDC 2000	31
Tab. 3: Veröffentlichte Follow-up-Raten nach operativen Interventionen zur Behandlung der patellofemorale Instabilität	65
Tab. 4: Relaxationraten nach Weichteileingriffen zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella	66
Tab. 5: Subjektive und Fragebogenergebnisse nach Weichteileingriffen zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; rez. = rezidivierend; FU = Follow Up	68
Tab. 6: Relaxationraten nach Tuberositäsmedialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; PFSS = Patellofemorales Schmerzsyndrom; FU = Follow Up	72
Tab. 7: Subjektive und Fragebogenergebnisse nach Tuberositäsmedialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; PFSS = Patellofemorales Schmerzsyndrom; FU = Follow Up; KG = Kniegelenke	74
Tab. 8: Ruhe- sowie Belastungsschmerz nach Tuberositäsmedialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; FU = Follow Up	77
Tab. 9: Arthroserate nach Tuberositäsmedialisierung zur Behandlung der patellofemorale Instabilität; Lux = Luxation der Patella; Sublux = Subluxation der Patella; FU = Follow Up; PFG = Patellofemoralgelenk; FTG = Femorotibialgelenk	78

## 12. Danksagung

Zuerst möchte ich **Herrn Prof. Dr. med. A. Imhoff** für die Überlassung dieses Themas, die Möglichkeit der Durchführung dieser Studie in seiner Klinik sowie für die freundliche Unterstützung bedanken.

Mein besonderer Dank gebührt meinen wissenschaftlichen Betreuern **Herrn PD Dr. med. P.B. Schöttle**, **Herrn Dr. med. D. Hensler** und **Herrn Dr. med. Sanjay Weber**, die mich während des gesamten Entstehungsprozesses dieser Arbeit, auch nach ihrem Weggang, jederzeit vorbildlich unterstützten.

Weiterhin möchte ich mich ganz herzlich bei **Herrn Dr. med. W. Riffeser** und dem **Praxisteam der radiologischen Praxis Maximilianstr.** für die schnelle und komplikationslose Vergabe der MRT-Termine sowie die fachliche Unterstützung bedanken.

Ein herzliches Dankeschön gebührt auch **allen Patienten** für ihre Teilnahme an den Nachuntersuchungen sowie dem **Team der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie der TU München** für ihre Hilfe bei der Suche nach Patientenakten im Archiv.

Abschließend, jedoch allen voran, gilt mein größter Dank **meinen Eltern** für ihre unermüdliche Unterstützung, ohne die ich das Studium und die Promotion nie hätte durchführen können.



## **13. Anhang**

### ***13.1. Formblätter des IKDC 2000***

2000

FORMBLÄTTER DES

INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION COMMITTEE

IKDC

(INTERNATIONALER AUSSCHUSS ZUR DOKUMENTATION VON  
KNEEVERLETZUNGEN)

- 1-

## **EINFÜHRUNG**

Die Formulare, aus denen sich das gesamte IKDC-Formblatt zusammensetzt - das MODEMS™-kompatible demographische Formblatt, das Formblatt zur Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes, das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies, das Formblatt zur Anamnese des Knies, das chirurgische Dokumentationsblatt und das Formblatt zur Untersuchung des Knies – können einzeln verwendet werden. Forscher, die MODEMS-kompatibel bleiben und Benchmarking-Daten verwenden möchten, müssen das demographische Formblatt und das Formblatt zur Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes ausfüllen. Das Formblatt zur Anamnese des Knies und das chirurgische Dokumentationsblatt werden aus Zweckmäßigkeitsgründen zur Verfügung gestellt. Alle Forscher müssen das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies und das Formblatt zur Untersuchung des Knies ausfüllen. Anleitungen zur Auswertung des Formblatts zur subjektiven Beurteilung des Knies und des Formblatts zur Untersuchung des Knies finden Sie auf der Rückseite der Formblätter.

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1. Demographisches Formblatt
2. Formblatt zur Beurteilung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes
3. Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies
4. Formblatt zur Anamnese des Knies
5. Chirurgisches Dokumentationsblatt
6. Formblatt zur Untersuchung des Knies

2000  
DEMOGRAPHISCHES FORMBLATT

Nachname \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Personalausweis- oder Reisepaßnr. \_\_\_\_\_ Geschlecht: ? Männlich ? Weiblich

Beruf \_\_\_\_\_

Heutiges Datum: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Nachstehend finden Sie eine Liste häufig vorkommender Gesundheitsbeschwerden. Bitte kreuzen Sie in der ersten Spalte „Ja“ oder „Nein“ an, und gehen Sie dann zum nächsten Punkt weiter. Wenn Sie an den genannten Beschwerden oder Krankheiten leiden, geben Sie bitte in der zweiten Spalte an, ob Sie dafür Medikamente erhalten oder anderweitig behandelt werden. In der letzten Spalte geben Sie bitte an, ob Ihre Aktivitäten durch diese Beschwerden oder Krankheiten eingeschränkt werden.

	Haben Sie diese Beschwerden?		Sind Sie deswegen in Behandlung?		Sind Ihre Aktivitäten dadurch eingeschränkt?	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Herzkrankheit	?	?	?	?	?	?
Hoher Blutdruck	?	?	?	?	?	?
Asthma oder Lungenkrankheit	?	?	?	?	?	?
Diabetes (Zuckerkrankheit)	?	?	?	?	?	?
Geschwür oder Erkrankungen des Magens	?	?	?	?	?	?
Darmerkrankung	?	?	?	?	?	?
Nierenerkrankung	?	?	?	?	?	?
Lebererkrankung	?	?	?	?	?	?
Anämie (Blutarmut) oder andere Blutkrankheiten	?	?	?	?	?	?
Übergewicht	?	?	?	?	?	?
Krebs	?	?	?	?	?	?
Depression	?	?	?	?	?	?
Gelenkentzündung, degenerative Arthritis	?	?	?	?	?	?
Rheumatoide Arthritis	?	?	?	?	?	?

Rückenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lyme-Borreliose	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere Gesundheitsbeschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alkoholismus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(page 4)

1. Rauchen Sie Zigaretten?

- Ja
- Nein, ich habe das Rauchen in den letzten sechs Monaten aufgegeben.
- Nein, ich habe das Rauchen vor mehr als sechs Monaten aufgegeben
- Nein, ich habe nie geraucht.

2. Ihre Größe: \_\_\_\_\_ cm \_\_\_\_\_ Zoll

3. Ihr Gewicht: \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ lbs.

4. Ihre rassische Zugehörigkeit: (bitte alles Zutreffende ankreuzen)

- Weiß  Schwarz oder Afroamerikanisch  Hispanisch
- Asiatisch oder Pazifische Inseln  Nordamerika-Indianer  Sonstiges

5. Welchen Schulabschluß haben Sie?

- Hauptschule  Realschule  Mittlere Reife  Abitur
- Fachausbildung  Universität  Postgraduiertenstudium-Studiengang

6. Wie intensiv ist Ihre sportliche Betätigung?

- Ich bin ambitionierte/r Sportler/in.
- Ich bin gut durchtrainiert und treibe häufig Sport.
- Ich treibe ab und zu Sport.
- Ich treibe nie Sport.

2000

**FORMBLATT ZUR BEURTEILUNG DES GEGENWÄRTIGEN GESUNDHEITZUSTANDES\*  
(SF36)**

Nachname \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
                          Tag      Monat   Jahr

Heutiges Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
                          Tag      Monat   Jahr

1. Wie würden Sie Ihren allgemeinen Gesundheitszustand beurteilen:  
? hervorragend ? sehr gut ? gut ? mäßig ? schlecht
2. Wie würden Sie Ihren derzeitigen Allgemeinzustand im Vergleich zu Ihrem Zustand vor einem Jahr beurteilen?  
? viel besser als vor einem Jahr ? etwas besser als vor einem Jahr  
? etwa genauso wie vor einem Jahr ? etwas schlechter als vor einem Jahr  
? viel schlechter als vor einem Jahr
3. Es folgt eine Liste von Aktivitäten, die an einem typischen Tag anfallen können. Werden Sie bei diesen Aktivitäten durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand eingeschränkt? Wenn ja, in welchem Umfang?

	Ja, sehr eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
a. Anstrengende Aktivitäten wie Laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sportarten teilnehmen	?	?	?
b. Mäßig anstrengende Aktivitäten wie z.B. einen Tisch umstellen, staubsaugen, Kegeln oder Golf spielen	?	?	?
c. Lebensmittel hochheben oder tragen	?	?	?
d. Mehrere Treppen hochsteigen	?	?	?
e. Eine Treppe hochsteigen	?	?	?
f. Sich bücken, knien oder in die Hocke gehen	?	?	?
g. Mehr als 1,5 km gehen	?	?	?
h. Mehrere Straßenblöcke gehen	?	?	?
i. Einen Straßenblock gehen	?	?	?
h. Sich baden oder anziehen	?	?	?

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Verfassung Schwierigkeiten bei Ihrer Arbeit oder bei anderen normalen täglichen Aktivitäten? Bitte Zutreffendes ankreuzen.

JA

NEIN

- a. Ich mußte die für meine Arbeit oder andere Aktivitäten die vorgesehene Zeit reduzieren ? ?
- b. Ich konnte nicht soviel leisten, wie ich wollte. ? ?
- c. Ich war in meiner Arbeit oder in anderen Aktivitäten eingeschränkt. ? ?
- d. Ich hatte Schwierigkeiten, meine Arbeit oder andere Aktivitäten auszuführen. (Ich mußte mich z.B. besonders anstrengen.) ? ?

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme Schwierigkeiten bei Ihrer Arbeit oder bei anderen normalen täglichen Aktivitäten? Sie waren z. B. deprimiert oder unruhig. Bitte Zutreffendes ankreuzen.

- |  | JA | NEIN |
|--|----|------|
| a. Ich mußte die für meine Arbeit oder andere Aktivitäten vorgesehene Zeit reduzieren.           | ?  | ?    |
| b. Ich konnte nicht soviel leisten, wie ich wollte.  | ?  | ?    |
| c. Ich habe meine Arbeit oder anderen Aktivitäten nicht so sorgfältig wie gewöhnlich ausgeführt. | ?  | ?    |

(page 6)

6. Inwieweit haben Ihre körperliche Verfassung oder seelischen Probleme Ihre normalen gesellschaftlichen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen in den vergangenen 4 Wochen beeinträchtigt?

? überhaupt nicht ? etwas ? mäßig stark ? ziemlich stark ? extrem stark

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen vier Wochen?

? keine Schmerzen ? sehr gering ? gering ? mäßig stark ? stark ? sehr stark

8. Inwieweit wurde Ihre normale Arbeit (Arbeit außerhalb des Hauses und Hausarbeit) in den vergangenen 4 Wochen durch Ihre Schmerzen beeinträchtigt?

? überhaupt nicht ? etwas ? mäßig stark ? ziemlich stark ? extrem stark

9. Die folgenden Fragen betreffen Ihren Gemüts- und Allgemeinzustand in den vergangenen 4 Wochen. Kreuzen Sie bitte für jede Frage die Antwort an, die Ihre Situation am besten beschreibt. Wie oft hatten Sie dieses Gefühl in den vergangenen 4 Wochen?

- |   | immer | fast immer | ziemlich oft | manchmal | gelegentlich nie |
|---|-------|------------|--------------|----------|------------------|
| a. Waren Sie durchweg voll Energie und und Schwung? | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |
| b. Waren Sie sehr nervös?                           | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |
| c. Waren Sie ruhig und gelassen?                    | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |
| d. Hatten Sie viel Energie?                         | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |
| e. Fühlten Sie sich niedergeschlagen und traurig?   | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |
| f. Fühlten Sie sich erschöpft?                      | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |
| g. Waren Sie glücklich?                             | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |
| h. Fühlten Sie sich müde?                           | ?     | ?          | ?            | ?        | ? ?              |

10. Wie häufig wurden Ihre gesellschaftlichen Aktivitäten (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) in den vergangenen 4 Wochen durch Ihre körperliche Verfassung oder seelischen Probleme beeinträchtigt?

? immer ? fast immer ? ziemlich häufig ? manchmal ? selten ? nie

- 6-

11. Inwieweit sind die folgenden Aussagen in Bezug auf Ihre Person RICHTIG oder FALSCH?

	unbedingt richtig	überwiegend richtig	überwiegend nicht	ich weiß falsch	überwiegend falsch	unbedingt falsch
a. Ich glaube, ich bin etwas krank- heitsanfälliger als andere Leute	?	?	?	?	?	?
b. Ich bin so gesund wie jeder andere.	?	?	?	?	?	?
c. Ich erwarte, daß sich mein Gesundheitszustand verschlechtert.	?	?	?	?	?	?
d. Mein Gesundheitszustand ist ausgezeichnet.	?	?	?	?	?	?

\* Dieses Formblatt enthält Fragen aus dem SF-36 Health Survey (SF-36 Fragebogen zur Gesundheit). Wiedergabe mit freundlicher Genehmigung des Medical Outcomes Trust, Copyright © 1992.



**2000**  
**FORMBLATT ZUR SUBJEKTIVEN BEURTEILUNG DES KNIES**

Name \_\_\_\_\_

Heutiges Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Datum der Verletzung \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr Tag Monat Jahr

**SYMPTOME\*:**

\* Wählen Sie zur Beurteilung der Symptome die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.

1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche Schmerzen im Knie ausüben können?

- ? Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- ? Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- ? Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- ? Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- ? Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

2. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen? Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (Nie) und geht mit zunehmender Häufigkeit der Schmerzen bis zu 10 (ständig Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nie	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

ständig Schmerzen

3. Wie stark sind Ihre Schmerzen? Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (keine Schmerzen) und geht mit zunehmender Stärke der Schmerzen bis zu 10 (unerträgliche Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Keine		?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Schmerzen											unerträgliche Schmerzen

4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung?

- ? überhaupt nicht
- ? etwas
- ? ziemlich
- ? sehr
- ? extrem

5. Was ist das höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliches Anschwellen des Knies ausüben können?

- ? Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- ? Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- ? Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- ? Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- ? Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

6. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein gesperrtes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt?

? Ja ? Nein

7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

- ? Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- ? Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- ? Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- ? Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- ? Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

(page 8)

**SPORTLICHE BETÄTIGUNG:**

8. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?

- ? Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- ? Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- ? Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- ? Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- ? Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

9. Wie schwierig sind aufgrund Ihres Knies die folgenden Aktivitäten für Sie?

	überhaupt nicht schwierig	minimal schwierig	ziemlich schwierig	extrem schwierig	unmöglich
a. Treppensteigen	?	?	?	?	?
b. Treppe hinuntergehen	?	?	?	?	?
c. Auf dem vorderen Knie knien	?	?	?	?	?
d. Hockstellung	?	?	?	?	?
e. Normal sitzen	?	?	?	?	?
f. Vom Stuhl aufstehen	?	?	?	?	?
g. Geradeaus laufen	?	?	?	?	?
h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen	?	?	?	?	?
i. Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten	?	?	?	?	?

**FUNKTION:**

10. Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10 beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0 die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise auch Sport, auszuführen?

FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KNEIEVERLETZUNG:

Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen	Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?	

DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES:

Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen	Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?	

### Anleitungen zur Berechnung des Ergebnisses für das 2000 Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies

Eine Reihe von Methoden zur Auswertung des Formblatts zur subjektiven Beurteilung des Knies wurden untersucht. Die Untersuchungen ergaben, daß eine Summierung der Einzelergebnisse ebenso gute Resultate liefert wie kompliziertere Auswertungsmethoden.

Die Antworten auf die einzelnen Fragen erhalten einen Zahlenwert, wobei 1 die niedrigste Funktionsstufe oder höchste Symptomstufe darstellt. Unter Frage 1 (höchste Aktivitätsstufe ohne erhebliche Schmerzen) erhält beispielsweise die Antwort „Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen“ einen Punkt und die Antwort „Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)“ 5 Punkte. Unter Frage 2 (Häufigkeit der Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen) erhält die Antwort „ständig Schmerzen“ einen Punkt und „Nie“ 11 Punkte.

Zur Ermittlung des Gesamtergebnisses für das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies werden die Ergebnisse für die Einzelpunkte addiert und dann zu einer Skala mit dem Bereich 0 bis 100 transformiert. **Hinweis:** Die Antwort auf Punkt 10 „Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung“ wird nicht in die Gesamtpunktzahl einbezogen. Zur Berechnung des Gesamtergebnisses für das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies gehen Sie wie folgt vor:

1. Ordnen Sie der Antwort des Patienten auf jede Frage eine Punktzahl zu, wobei die niedrigste Punktzahl die niedrigste Funktionsstufe bzw. höchste Symptomstufe darstellt.
2. Berechnen Sie das Rohergebnis, indem Sie die Punkte für alle Fragen addieren (mit Ausnahme der Antwort auf Punkt 10 „Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung“)
3. Wandeln Sie das Rohergebnis wie folgt in eine Skala von 0 bis 100 um:

$$\text{IKDC-Ergebnis} = \frac{\text{Rohergebnis} - \text{Niedrigstmögliche Punktzahl}}{\text{Punktzahlbereich}} \times 100$$

wobei die niedrigstmögliche Punktzahl 18 und der Bereich möglicher Punktzahlen 87 ist. Wenn beispielsweise die für die 18 Fragen berechnete Punktzahl 60 beträgt, wird das IKDC-Ergebnis wie folgt berechnet:

$$\text{IKDC-Ergebnis} = \frac{60 - 18}{87} \times 100$$

$$\text{IKDC-Ergebnis} = 48,3$$

Dieses umgewandelte Ergebnis wird als Maßstab für die Funktionsfähigkeit verwendet, wobei höhere Punktzahlen eine höhere Funktionsfähigkeit und geringere Symptome repräsentieren. Ein Ergebnis von 100 bedeutet, daß die täglichen oder sportlichen Aktivitäten keinen Beschränkungen unterliegen und daß keine Symptome vorliegen.

Das IKDC-Ergebnis kann auch berechnet werden, wenn Daten fehlen, solange mindestens Antworten zu 90 % der Fragen vorliegen (d.h. es wurden mindestens 16 Fragen beantwortet). Zur Berechnung des Ergebnisses bei fehlenden Daten verwenden Sie anstelle des fehlenden Einzelergebnisses (bzw. der fehlenden Einzelergebnisse) das Durchschnittsergebnis für die beantworteten Fragen. Nach Berechnung des Rohergebnisses wird es wie oben beschrieben zu dem IKDC-Ergebnis transformiert.

**2000**  
**FORMBLATT ZUR ANAMNESE DES KNIES**

Nachname des Patienten \_\_\_\_\_ Geburtsdatum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Datum der Verletzung: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Datum der ersten Untersuchung: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr Tag Monat Jahr

Heutiges Datum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Betroffenes Knie: ? rechts ? links

Kontralateral: ? normal ? nahezu normal ? abnormal ? stark abnormal

Beginn der Beschwerden: (Datum) \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Hauptbeschwerde: \_\_\_\_\_

Aktivität, bei der die Verletzung auftrat: ? Aktivität des tägl. Lebens ? Sport  
? Verkehrsunfall ? Arbeit

Verletzungsmechanismus:

? allmähliches Eintreten ohne Trauma ? Beginn mit Trauma ohne Kontakt  
? plötzlicher Beginn ohne Trauma ? Beginn mit Trauma und Kontakt

**Frühere Operationen:**

Operationsart: (Bitte alle zutreffenden Operationen ankreuzen)

Meniskusoperation

? Mediale Meniskektomie ? Laterale Meniskektomie  
? Mediale Meniskusrefixation ? Laterale Meniskusrefixation  
? Mediale Meniskustransplantation ? Laterale Meniskustransplantation

Bänderoperation:

? Naht des vorderen Kreuzbandes (VKB) ? Ersatzplastik des VKB ? Extraartikuläre Rekonstruktion VKB  
? Naht des hinteren Kreuzbandes (HKB) ? Intraartikuläre Ersatzplastik des HKB ? Rekonstruktion der posterolateralen

Gelenkecke

? Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale mediale  
? Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale laterale

Transplantattyp:

Lig. patellae ? ipsilateral ? kontralateral  
? Einzel-Hamstring Transplantat  
? Hamstring Transplantat (Doppelbündel)  
? Hamstring Transplantat (Vierfachbündel)  
? Quadrizepssehnen-Transplantat  
? Allotransplantat  
? Sonstiges

(page 11)

Operationen am Streckapparat

? Naht des Lig. Patellae ? Naht der Quadrizepssehne

Operationen bei femoropatellarer Instabilität

? Eingriffe am Streckapparat

? Weichteileingriff

? mediale Doppelung/Raffung ? Lateral Release

? Eingriffe am Knochen

Versetzung der Tuberositas tibiae nach

? proximal ? distal ? medial ? lateral ? anterior

? Trochleoplastik

? Patellektomie

Operation bei Arthrose

? Osteotomie

? Operation am Gelenkknorpel ? Glätten ? Abrasion ? Anbohren ? Mikrofrakturierung

? Zellentherapie ? Autologer osteochondraler Transfer/Mosaikplastik ? Sonstiges

Gesamtzahl bisheriger Operationen\_\_\_\_\_

**Bildgebende Untersuchungen:**

? MRT ? CT ? Arthrogramm

? Knochenszintigraphie

Befunde:

Ligamente\_\_\_\_\_

Menisci \_\_\_\_\_

Gelenkknorpel\_\_\_\_\_

Knochen\_\_\_\_\_

Name des Patienten: \_\_\_\_\_

Datum des zu beurteilenden Eingriffs: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Tag Monat Jahr

Postoperative Diagnose:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Status nach dem Eingriff:

**STATUS DES GELENKKNORPELS:**

**Größe und Position der Gelenkknorpeldefekte in den folgenden Abbildungen dokumentieren**

//Abbildung//

1/Trochlea

2/anterior

3/Mitte

4/posterior

5/R

6/L

7/proximal

8/Mitte

9/distal

10/lateral

11/zentral

12/medial

13/lateral

14/zentral

15/medial

16/lat. zentr. med.

17/lat. zentr. med.

18/lat. zentr. med.

19/lat. zentr. med.

20/medial

21/zentral

22/lateral

23/Trochlea

24/Condylus

25/anterior

26/zentral

27/posterior

28/posterior

29/zentral

30/anterior  
31/med. zentr. lat.  
32/med. zentr. lat.  
33/med. zentr. lat.  
34/med. zentr. lat.

//Measurement of the defect size//: Messung der Defektgröße



(page 13)

**Größe, Position und Grad der Knorpelläsionen dokumentieren**

**Femur** erste zweite  
Läsion Läsion

seitlich rechts links  
Condylus medial lateral  
Sagittalebene Trochlea anterior Mitte posterior  
Frontalebene lateral zentral medial

*Knorpelläsion (Grad)*  
*Defektgröße vor Debridement* mm  
*Defektgröße nach Debridement* mm

**Tibia**

seitlich rechts links  
Plateau medial lateral  
Sagittalebene anterior Mitte posterior  
Frontalebene lateral zentral medial

*Knorpelläsion (Grad)*  
*Defektgröße vor Debridement* mm  
*Defektgröße nach Debridement* mm

**Patella**

seitlich rechts links  
Sagittalebene distal Mitte proximal  
Frontalebene lateral zentral medial

*Knorpelläsion (Grad)*  
*Defektgröße vor Debridement* mm  
*Defektgröße nach Debridement* mm

**Diagnose:** ? Knorpelläsion durch Trauma ? Osteochondritis dissecans  
? Osteoarthritis ? Avaskuläre Nekrose ? Sonstiges

**Biopsie/Osteochondrale Zylinderprobe:** Position: Anzahl Zylinderproben:  
Zylinderdurchmesser: \_\_\_\_\_ mm

Behandlung: ? Glätten ? Abrasion  
? Anbohren ? Mikrofrakturierung  
? Autologer osteochondraler Transfer/Mosaikplastik  
? Zellentherapie ? Sonstiges

**Anmerkungen:**

/Right column//

**ICRS-Grad 0 -  
normal**

//Abbildung//

**ICRS-Grad 1 -  
nahezu normal**

Oberflächliche Läsionen. Weiche Einbeulung (A) und/oder oberflächliche Fissuren und Risse (B)

//Abbildung//

A B

**ICRS-Grad 2 -  
abnormal**

Läsionen reichen bis < 50 % der Knorpeltiefe hinunter.

**ICRS-Grad 3 -  
stark abnormal**

Stark abnormale Knorpeldefekte.

Dieser Grad beinhaltet Knorpeldefekte, die bis > 50 % der Knorpeltiefe (A) sowie zur kalzifizierten Schicht (B) und den Bläschen hinunterreichen (D).

//Abbildung//

A B  
C D

**ICRS-Grad 4 -  
stark abnormal**

Osteochondrale Verletzungen, Läsionen, die geringfügig durch die subchondrale Knochenplatte dringen (A) oder tiefere, in den trabekulären Knochen reichende Defekte (B). Angebohrte Defekte gelten als osteochondrale Defekte und werden als ICRS-C klassifiziert.



( page 15)

**LIGAMENTSTATUS:**

Eingriff:

- ? Naht des vorderen Kreuzbandes (VKB) ? Ersatzplastik des VKB ? extraartikuläre Rekonstruktion VKB
- ? Naht des hinteren Kreuzbandes (HKB) ? Intraartikuläre Ersatzplastik des HKB ? Rekonstruktion der posterolateralen Gelenkecke
- ? Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale mediale
- ? Naht/Rekonstruktion des Lig. collaterale laterale

Transplantat:

- ? Autologes Transplantat der Lig. patellae ? Hamstring-Sehnen ? Quadrizepssehne
- ? Sonstiges

Bisherige Transplantatentnahme:

- Autologes Transplantat der Lig. patellae Hamstring-Sehnen Quadrizepssehne
- Sonstiges

**Bohrlochplatzierung zur Ligamentrekonstruktion in den folgenden Abbildungen dokumentieren**

**Rechtes Knie**

**Linkes Knie**

//Abbildung//

**2000**  
**FORMBLATT ZUR UNTERSUCHUNG DES KNIES**

Name des Patienten \_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Tag Monat Jahr  
 Geschlecht: ? W ? M **Alter:** \_\_\_\_\_ Untersuchungsdatum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Tag Monat Jahr  
 Allgemeine Laxizität: ? verminderte Laxizität ? normal ? erhöhte Laxizität  
 Beinachse: ? eindeutig Varus ? normal ? eindeutig Valgus  
 Patellastellung: ? baja ? normal ? alta  
 Subluxation/Dislokation  
 der Patella: ? zentriert ? subluxierbar ? subluxiert ? disloziert  
 Bewegungsausmaß (Streckung/Beugung): Betroffene Seite: passiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ aktiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Normale Seite: passiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ aktiv \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**SIEBEN GRUPPEN****VIER GRADE****\*GRUPPENGRAD**

	Normal	Fast normal	Abnormal	Deutlich abnormal	A	B	C	D
<b>1. Erguß</b>	? kein	? leicht	? mäßig	? deutlich	?	?	?	?
<b>2. Passives Bewegungsdefizit</b>								
? Streckdefizit	? < 3°	? 3-5°	? 6-10°	? > 10°				
? Beugedefizit	? 0-5°	? 6-15°	? 16-25°	? > 25°	?	?	?	?
<b>3. Ligamentuntersuchung</b> (manuell, instrumentell, Röntgen)								
? Lachman Test (25° Beugung (134 N))	? -1-2mm	? 3-5mm (1+)	? 6-10mm (2+)	? >10mm (3+)				
		? <-1- -3	? <-3 steif					
? Lachman Test (25° Beugung) manuell, max.	? -1-2mm	? 3-5mm	? 6-10mm	? >10mm				
Vorderer Endpunkt:	? fest		? unsicher					
? Gesamt AP-Translation (25°)	? 0-2mm	? 3-5mm	? 6-10mm	? >10mm				
? Gesamt AP-Translation (70°)	? 0-2mm	? 3-5mm	? 6-10mm	? >10mm				
? Hintere Schublade (70°)	? 0-2mm	? 3-5mm	? 6-10mm	? >10mm				
? Valgusstress	? 0-2mm	? 3-5mm	? 6-10mm	? >10mm				
? Varusstress	? 0-2mm	? 3-5mm	? 6-10mm	? >10mm				
? Außenrotationstest (30°)	? < 5°	? 6-10°	? 11-19°	? >20°				
? Außenrotationstest (90°)	? < 5°	? 6-10°	? 11-19°	? >20°				
? Pivot shift	? gleich	? +Gleiten	? ++(dumpf)	? +++ (laut)				
? Reverse pivot shift	? gleich	? Gleiten	? stark	? ausgeprägt	?	?	?	?
<b>4. Kompartimentbefunde</b>								
? Krepitation anterior (PF)	? kein	? mäßig	? leichtem Schmerz	? > leichtem Schmerz				
? Krepitation mediales Komp.	? kein	? mäßig	? leichtem Schmerz	? > leichtem Schmerz				
? Krepitation laterales Komp.	? kein	? mäßig	? leichtem Schmerz	? > leichtem Schmerz				
<b>4. Transplantatentnahmeformbidität</b>	? kein	? gering	? mäßig	? deutlich				
<b>6. Röntgenbefund:</b>								
Medialer Gelenkspalt	? kein	? gering	? mäßig	? deutlich				
Lateraler Gelenkspalt	? kein	? gering	? mäßig	? deutlich				
Femoropatellar-Gelenk	? kein	? gering	? mäßig	? deutlich				

Vorderer Gelenkspalt (sagittal)	? kein	? gering	? mäßig	? deutlich
Hinterer Gelenkspalt (sagittal)	? kein	? gering	? mäßig	? deutlich

**7. Funktionstest**

Hüpfen auf einem Bein	? $\geq 90\%$	? 89-76%	? 75-50%	? $< 50\%$
-----------------------	---------------	----------	----------	------------

(in % der gegenüberliegenden Seite)

**\*\* Abschlußbeurteilung**

? ? ? ?

\* Gruppengrad: Der Gruppengrad richtet sich nach dem niedrigsten Grad innerhalb einer Gruppe.

\*\* Abschlußbeurteilung: Bei akuten und subakuten Patienten richtet sich die Abschlußbeurteilung nach dem schlechteren Gruppengrad. Bei chronischen Patienten wird die prä- und postoperative Beurteilung verglichen. Bei einer Abschlußbeurteilung werden nur die ersten drei Gruppen beurteilt, jedoch werden alle Gruppen dokumentiert. Der Unterschied zwischen dem betroffenen Knie und dem normalen Knie, bzw. dem, was als normal angesehen wird.

**IKDC-AUSSCHUSS:**

**AOSSM** Anderson, A., Bergfeld, J., Boland, A., Dye, S., Feagin, J., Hamer, C., Mohtadi, N., Richmond, J., Shelbourne, D., Terry, G.

**ESSKA:** Staubli, H., Hefti, F., Höher, J., Jacob, R., Müller, W., Neyret, P.

**APOSSM:** Chan, K., Kurosaka, M.

### ANLEITUNGEN FÜR DAS FORMBLATT ZUR UNTERSUCHUNG DES KNIES

Das Formblatt zur Untersuchung des Knies enthält Punkte, die in eine von sieben Meßdomänen fallen. Dabei werden jedoch nur die ersten drei Domänen bewertet. Die sieben Domänen werden mit Hilfe des Formblattes zur Untersuchung des Knies beurteilt.

#### 1. Erguß

Ein Erguß wird durch vorsichtige Palpation des Knies beurteilt. Eine Flüssigkeitswelle (weniger als 25 cc) gilt als gering, leicht palpierbare Flüssigkeit als mäßig (25 bis 60 cc) und ein angespanntes Knie zusätzlich zum Erguß (mehr als 60 cc) gilt als ausgeprägt.

#### 2. Passives Bewegungsdefizit

Der passive Bewegungsspielraum wird mit einem Winkelmesser gemessen und auf dem Formblatt für die betroffene Seite und die gegenüberliegende oder normale Seite festgehalten. Die Werte für Nullpunkt/Überstreckung/Beugung sind aufzuzeichnen (z.B. 10 Grad Überstreckung, 150 Grad Beugung = 10/0/150; 10 Grad Beugung zu 150 Grad Beugung = 0/10/150). Die Streckung wird mit der des normalen Knies verglichen.

#### 3. Ligamentuntersuchung

Der Lachman-Test, die gesamte anteroposteriore Translation bei 70 Grad und der mediale und laterale Gelenkspalt können manuell, instrumentell oder mittels Röntgenaufnahme unter Belastung beurteilt werden. Dabei sollte nur ein Test beurteilt werden, vorzugsweise eine „gemessene Verschiebung“. Bei der instrumentellen Untersuchung beider Knie wird eine Standardkraft von 134 N (30 lb-force) angelegt. Die Zahlenwerte für die Seitenunterschiede werden abgerundet und das entsprechende Kästchen wird angekreuzt.

Der Endpunkt wird mit dem Lachman-Test beurteilt. Der Endpunkt beeinflusst die Einstufung, wenn die Laxizität des betroffenen Knies vorne 3 bis 5 mm größer ist als die des normalen Knies. In diesem Fall führt ein weicher Endpunkt zu einem abnormen Grad anstelle eines nahezu normalen Grads.

Der hintere Durchhang bei 70 Grad wird durch einen Vergleich des Profils des betroffenen Knies mit dem des normalen Knie und durch Palpieren der medialen femorotibialen Kante geschätzt. Dieser Befund kann durch die Beobachtung bestätigt werden, daß die Kontraktion des Quadrizeps die Tibia nach vorne zieht.

Für die Außenrotationstests liegt der Patient mit auf 30 und 70 Grad gebeugten Knien auf dem Bauch. An beide Füße wird eine einheitliche äußere Drehkraft angelegt, und das Ausmaß der Außenrotation wird aufgezeichnet.

Pivot-Shift and Reverse Pivot-Shift werden mit dem Patienten in Rückenlage, einer Hüftabduktion von 10 bis 20 Grad und mit Tibia in Neutralrotation unter Verwendung der Technik nach Losee, Noyes oder Jakob durchgeführt. Die im Vergleich zum normalen Knie größte Subluxation wird festgehalten.

#### 4. Kompartimentbefund

Patellofemorale Krepitation wird durch Streckung gegen geringen Widerstand hervorgerufen. Die mediale und laterale Kompartimentkrepitation wird durch Strecken des Knies aus einer gebeugten Stellung mit Belastung in Varusrichtung und folgender Belastung in Valgusrichtung (d.h. McMurray-Test) hervorgerufen. Die Einstufung erfolgt nach Intensität und Schmerz.

#### 5. Transplantatentnahmemorbidität:

Auf Empfindlichkeit, Reizung oder Gefühllosigkeit an der Entnahmestelle des autologen Transplantats achten.

#### 6. Röntgenbefund

Die Verschmälerung des medialen und lateralen Gelenkspalts wird durch ein bilaterales PA-Röntgenbild mit Gewichtsbelastung auf beiden Beinen und einem Beugungswinkel von 35 bis 45 Grad (Tunnelaufnahme) beurteilt. Die patellofemorale Verschmälerung wird durch eine Merchant-Aufnahme bei 45 Grad dokumentiert. Ein geringer Grad bezeichnet minimale Veränderungen (d.h. kleine Osteophyten, leichte Sklerose oder Abflachung der Femurkondyle) und nur schwach erkennbare Verschmälerung des Gelenkspalts. Bei einem mittleren Grad liegen diese Veränderungen möglicherweise vor sowie eine Verschmälerung des Gelenkspalts (z.B. ein Gelenkspalt von 2-4 mm oder eine Verschmälerung des Gelenkspalts von bis zu 50 %). Zu den ausgeprägten Veränderungen zählen ein Gelenkspalt von weniger als 2 mm oder eine Verschmälerung des Gelenkspalts von mehr als 50 %.

7. *Funktionstest*

Der Patient wird aufgefordert, auf der betroffenen und auf der normalen Seite jeweils einmal auf einem Bein so weit wie möglich zu springen. Für jedes Bein werden drei Versuche festgehalten und die Ergebnisse werden gemittelt. Dann wird das Verhältnis von betroffenem zu normalem Knie berechnet.



### 13.2. Kujala Score

1) Limp None 5 Slight or periodical 3 Constant 0	1) Hinken Kein Hinken 5 Leicht oder zeitweise 3 Stark oder beständig 0
2) Support Full support without pain 5 Painful 3 Weight bearing impossible 0	2) Belastung Voll belastbar ohne Schmerz 5 Schmerzhaft 3 Nicht belastbar 0
3) Walking Unlimited 5 More than 2 km 3 1-2 km 2 Unable 0	3) Schmerzfremie Gehstrecke Unbegrenzt 5 Mehr als 2 km 3 1-2 km 2 Nicht möglich 0
4) Stairs No difficulty 10 Slight pain when descending 8 Pain both when descending and ascending 5 Unable 0	4) Treppensteigen Keine Probleme 10 Leichter Schmerz beim Treppabgehen 8 Schmerzen beim Treppab- sowie Treppaufgehen 5 Nicht möglich 0
5) Squatting No difficulty 5 Repeated squatting painful 4 Painful each time 3 Possible with partial weight bearing 2 Unable 0	5) Kniebeugen Keine Probleme 5 Wiederholte Kniebeugen schmerzhaft 4 Jedes Mal schmerzhaft 3 Möglich mit Teilbelastung 2 Nicht möglich 0
6) Running No difficulty 10 Pain after more than 2 km 8 Slight pain from start 6 Severe pain 3 Unable 0	6) Jogging Keine Probleme 10 Schmerzen nach > 2 km 8 Leichter Schmerz von Beginn an 6 Starke Schmerzen 3 Nicht möglich 0
7) Jumping No difficulty 10 Slight difficulty 7 Constant pain 2 Unable 0	7) Springen Keine Probleme 10 Leichte Probleme 7 Immer schmerzhaft 2 Nicht möglich 0
8) Prolonged sitting with the knees flexed No difficulty 10 Pain after exercise 8 Constant pain 6 Pain forces tho extend knees temporarily 4	8) Andauerndes Sitzen in der Hocke Keine Probleme 10 Schmerzen nach Ausübung 8 Immer schmerzhaft 6 Zeitweises schmerzbedingtes Ausstrecken der Knie 4

Unable	0	Nicht möglich	0
9) Pain		9) Schmerz	
None	10	Kein Schmerz	10
Slight and occasional	8	Leicht oder zeitweise	8
Interferes with sleep	6	Stört den Schlaf	6
Ocasionally severe	3	Zeitweise starke Schmerzen	3
Constant and severe	0	Immer und schwer	0
10) Swelling		10) Schwellung	
None	10	Keine Schwellung	10
After severe exertion	8	Nach starker Aktivität	8
After daily activities	6	Nach täglicher Aktivität	6
Every evening	4	Jeden abend	4
Constant	0	Immer	0
11) Abnormal painful kneecap movements (subluxations)		11) Abnormale schmerzhaftige Bewegungen der Kniescheibe (Subluxationen)	
None	10	Keine	10
Occasionally in sports activities	6	Zeitweise bei sportlichen Aktivitäten	6
Occasionally in daily activities	4	Zeitweise bei täglichen Aktivitäten	4
At least one documented dislocation	2	Mindestens eine dokumentierte Dislokation	2
More than two dislocations	0	Mehr als 2 Dislokationen	0
12) Atrophy of thigh		12) Atrophie (Abnahme) der Oberschenkelmuskulatur	
None	5	Keine	5
Slight	3	Leicht	3
Severe	0	Stark	0
13) Flexion deficiency		13) Flexionsdefizit (Beugedefizit)	
None	5	Kein	5
Slight	3	Leicht	3
Severe	0	Stark	0

### 13.3. Lysholm Score

1) Limp None 5 Slight or periodical 3 Severe and constant 0	1) Hinken Kein Hinken 5 Leicht oder zeitweise 3 Stark und beständig 0
2) Support Full support 5 Stick or crutch 3 Weight bearing impossible 0	2) Belastung Voll belastbar 5 Gehstütze 3 Nicht belastbar 0
3) Stairclimbing No problems 10 Slightly impaired 6 One Stepp at a time 2 Unable 0	3) Treppensteigen Keine Probleme 10 Leicht eingeschränkt 6 Nur schrittweise 2 Nicht möglich 0
4) Squatting No problems 5 Slightly impaired 4 Not past 90° 2 Unable 0	4) Kniebeugen Keine Probleme 5 Leicht eingeschränkt 4 Nicht über 90° 2 Nicht möglich 0
5) Instability Never giving way 30 Rarely during athletic or other severe exertion 25 Frequently during athletic or severe exertion (or unable to participate) 20 Occasionally in daily activities 10 Often in daily activities 5 Every Step 0	5) Instabilität Kein Instab.-Gefühl 30 Selten, bei Anstrengung 25 Öfters, bei Anstrengung (kann nicht teilnehmen) 20 Gelegentlich, bei alltäglichen Aktivitäten 10 Oft, bei alltägl. Aktivitäten 5 Immer, bei jedem Schritt 0
6) Pain None 30 Inconstant and slight during severe exertion 25 Marked on giving way 20 Marked during severe exertion 15 Marked on or after walking more than 2 km 10 Marked on or after walking less than 2 km 5 Constant and severe 0	6) Schmerz Kein Schmerz 30 Gelegentlich und leicht bei Anstrengung 25 Stark bei Instabilitätsgefühl 20 Stark bei Anstrengung 15 Bei oder nach Gehen > 2 km 10 Bei oder nach Gehen < 2 km 5 Immer, bei jedem Schritt 0
7) Swelling None 10 With giving way 7 On severe exertion 5 On ordinary exertion 2 Constant 0	7) Schwellung Keine Schwellung 10 Mit Instabilitätsgefühl 7 Bei besonderen Aktivitäten 5 Bei normalen Aktivitäten 2 Immer 0
8) Atrophy of thigh None 5 1-2 cm 3 More than 2 cm 0	8) Atrophie (Abnahme) der Oberschenkelmuskulatur Keine Atrophie 5 1-2 cm 3 Mehr als 2 cm 0

### 13.4. Tegner Aktivitäts Score

- Wegen Kniebeschwerden arbeitsunfähig oder berentet	0
- Arbeiten in sitzendem Zustand - Gehen auf ebenem Untergrund möglich	1
- Leichte körperliche Arbeit - Gehen auf unebenem Untergrund möglich (im Wald aber noch nicht möglich)	2
- Leichte körperliche Arbeit (z.B. Krankenschwester) - Wettkampf- und Freizeitsport (Schwimmen; Gehen im Wald möglich)	3
- Mittelschwere körperliche Arbeit (z.B. LKW-Fahrer, schwere Haushaltstätigkeit) - Freizeitsport (Radfahren, Langlauf, Joggen auf ebenem Untergrund, mindestens 2x wöchentlich)	4
- Schwere körperliche Arbeit (z.B. Bauarbeiter, Waldarbeiter) - Wettkampfsport (Radfahren, Langlauf) - Freizeitsport (Joggen auf unebenem Untergrund, mindestens 2x wöchentlich)	5
- Freizeitsport (Tennis, Badminton, Handball, Basketball, Abfahrtsski, Joggen mindestens 5x wöchentlich)	6
- Wettkampfsport (Tennis, Leichtathletik (Laufdisziplinen), Motocross, Handball, Basketball) - Freizeitsport (Fußball, Eishockey, Squash, Leichtathletik (Sprungdisziplinen))	7
- Wettkampfsport (Squash, Badminton, Leichtathletik, Abfahrtsski)	8
- Wettkampfsport: - regional (Fußball, Hallen- und Ballsportarten mit Gegnerkontakt, Turnen, Eishockey) - international (Abfahrtsski, Hallen- und Ballsportarten ohne Gegnerkontakt)	9
- Wettkampfsport nationale und internationale Turniere: Fußball, Hallensport mit Gegnerkontakt	10

### 13.5. Untersuchungsprotokoll

(Vom Untersucher auszufüllen)

Größe: \_\_\_\_\_ m                      Gewicht: \_\_\_\_\_ kg

Betroffene Seite:             links                       rechts                       beide  
Dominante Seite:             links                       rechts

1.) Nachfolgende OP am gleichen Knie (z.B. MPFL-Reko)?

Ja → Ausschluss     Nein

2.) Datum der Erstluxation: \_\_\_\_\_

3.) Mechanismus der Erstluxation:

Traumatisch: \_\_\_\_\_     Atraumatisch: \_\_\_\_\_

4.) Reposition:                       spontan                       fremd

5.) Zahl der Luxationen VOR OP: \_\_\_\_\_

6.) Präoperative Physio:             Ja, \_\_\_\_\_ Monate     Nein

Beschwerdebesserung:             Ja                               Nein

7.) Vorherige OP:                       keine                       sonstige: \_\_\_\_\_

8.) Reluxationen:                       Ja, \_\_\_\_\_ Mal             Nein

9.) Gegenseite betroffen?             Ja                               Nein

10.) PostOP Arbeitsunfähigkeit: \_\_\_\_\_

11.) Würden Sie die OP nochmal durchführen lassen?  Ja             Nein

12.) Sonstige Verletzungen/OP: \_\_\_\_\_

ROM F/E: Betroffene Seite: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Gegenseite: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Kollateralbänder: Betroffene Seite:  
Bei 0° Flex:  medial stabil  lateral stabil  
 sonstige: \_\_\_\_\_

Bei 20° Flex:  medial stabil  lateral stabil  
 sonstige: \_\_\_\_\_

Gegenseite:  
Bei 0° Flex:  medial stabil  lateral stabil  
 sonstige: \_\_\_\_\_

Bei 20° Flex:  medial stabil  lateral stabil  
 sonstige: \_\_\_\_\_

Kreuzbänder: Betroffene Seite:  
Bei 20° Flex:  VKB stabil  HKB stabil  
 sonstige: \_\_\_\_\_

Gegenseite:  
Bei 20° Flex:  VKB stabil  HKB stabil  
 sonstige: \_\_\_\_\_

Menisci: Betroffene Seite:  
Druckschmerz:  med. GS  lat. GS  kein DS  
Steinmann I:  pos  neg  
Steinmann II:  pos  neg

Gegenseite:  
Druckschmerz:  med. GS  lat. GS  kein DS  
Steinmann I:  pos  neg  
Steinmann II:  pos  neg

Krepitationen: Betroffene Seite:  ja  nein  
Gegenseite:  ja  nein

J-Sign: Betroffene Seite aktiv:  positiv  negativ  
Betroffene Seite passiv:  positiv  negativ

Gegenseite aktiv:  positiv  negativ  
Gegenseite passiv:  positiv  negativ

Umfang des OS: Betroffene Seite 8 cm: \_\_\_\_\_ cm  
Betroffene Seite 12 cm: \_\_\_\_\_ cm

Gegenseite 8 cm: \_\_\_\_\_ cm  
Gegenseite 12 cm: \_\_\_\_\_ cm

Erguss:	Betroffene Seite:	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> stark
	Gegenseite:	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> stark
Apprehension Sign:	Betroffene Seite:	<input type="checkbox"/> pos., von _____° bis _____°	<input type="checkbox"/> negativ	
	Gegenseite:	<input type="checkbox"/> pos., von _____° bis _____°	<input type="checkbox"/> negativ	
Zohlen-Zeichen:	Betroffene Seite:	<input type="checkbox"/> positiv	<input type="checkbox"/> negativ	
	Gegenseite:	<input type="checkbox"/> positiv	<input type="checkbox"/> negativ	
Hyperpressionstest:	Betroffene Seite:	<input type="checkbox"/> positiv	<input type="checkbox"/> negativ	
	Gegenseite:	<input type="checkbox"/> positiv	<input type="checkbox"/> negativ	
FacettenDS:	Betroffene Seite:	<input type="checkbox"/> lateral	<input type="checkbox"/> medial	<input type="checkbox"/> negativ
	Gegenseite:	<input type="checkbox"/> lateral	<input type="checkbox"/> medial	<input type="checkbox"/> negativ