

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
(Direktor: Prof. Dr. A. Seekamp)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

KLINISCHE ERGEBNISSE DER
TUBEROSITASMEDIALISIERUNG NACH ELMSLIE-TRILLAT BEI
UNTERSCHIEDLICHER INDIKATIONSSTELLUNG

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
JEANNOT OLIVET
aus Heide

Kiel 2015

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Deike Varoga

2. Berichterstatter: Prof. Dr. B. Weisser

Tag der mündlichen Prüfung: 12.05.2016

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 25.3.2016

gez.:

(Vorsitzender der Prüfungskommission)

Für Inken

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
1. Einleitung.....	1
1.1 Das femoropatellare Schmerzsyndrom.....	2
1.1.1 Femoropatellare Instabilität.....	2
1.1.2 Therapie der femoropatellaren Instabilität.....	4
1.1.2.1 Tuberositas tibiae-Medialisierung.....	5
1.1.2.2 Lateral Release.....	6
1.1.2.3 MPFL-Rekonstruktion.....	7
1.1.3 Knorpeldegenerationen.....	7
1.1.3.1 Therapieformen.....	8
1.2 Bildgebende Verfahren.....	9
1.2.1 Caton-Deschamps Index.....	9
1.2.2 Merchant Shift und Sulkuswinkel.....	10
1.2.3 Laurin Tilt.....	11
1.2.4 TTTG-Abstand.....	12
1.3 Fragestellung.....	13
2. Material und Methoden.....	14
2.1 Patienten.....	14
2.2 Operatives Vorgehen.....	16
2.3 Messung klinisch-funktioneller Parameter.....	17
2.3.1 Messung der Dehnfähigkeit des Quadrizeps.....	17
2.3.2 Messung der Dehnfähigkeit der ischiocruralen Muskulatur.....	17
2.3.3 Messung der Dehnfähigkeit des Gastrocnemius.....	17
2.3.4 Messung der Muskelumfänge.....	18
2.3.5 Messung des Q-Winkels.....	18
2.4 Radiologische Untersuchung.....	18
2.5 Scores und Fragebögen.....	19
2.5.1 Kujala Score.....	19
2.5.2 OAK Score.....	19
2.5.3 Lysholm Score.....	20

2.5.4 WOMAC Score.....	21
2.6 Statistische Auswertung.....	21
3. Ergebnisse.....	23
3.1 Dehnfähigkeit der Muskulatur.....	23
3.2 Q-Winkel.....	24
3.3 Umfangsdifferenzen des gesunden zum betroffenen Bein.....	25
3.4 Krankengymnastik.....	26
3.5 Radiologische Auswertung.....	27
3.6 Postoperative Zufriedenheit der Patienten.....	29
3.7 Funktionszustand des Kniegelenkes.....	30
3.8 Auswertung der standardisierten Scores.....	32
3.9 Schmerzskala.....	35
4. Diskussion.....	36
4.1 Kritik der Methode.....	36
4.1.1 Kritik an der Probandenauswahl und den äußeren Umständen.....	36
4.1.2 Einschränkung der erhobenen Funktionsscores.....	36
4.1.3 Einschränkung der radiologischen Diagnostik.....	37
4.1.4 Kritik an der Erstellung verschiedener Subgruppen gemäß des Operationszeitpunktes.....	37
4.2 Das operative Verfahren.....	38
4.3 Diskussion der Ergebnisse der Elmslie-Trillat Operation bei femoropatellaren Schmerzen mit und ohne femoropatellarer Instabilität.....	42
4.4 Die Bedeutung der Krankengymnastik und funktioneller Parameter auf das klinische Outcome.....	47
4.5 Schlussfolgerungen und Ausblick.....	50
5. Zusammenfassung.....	52
6. Literaturverzeichnis.....	53
7. Anhang.....	61
7.1 Abkürzungsverzeichnis.....	61
7.2 Kujala Score.....	61

7.3 Lysholm Score	63
7.4 OAK Score	65
7.5 WOMAC Score	67
7.6 Danksagung	69
7.7 Veröffentlichungen	70
7.7.1 Abstract.....	71
7.8 Lebenslauf	73
7.9 Eidesstattliche Erklärung	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Der Caton-Deschamps Index.....	10
Abbildung 1.2: Bestimmung des Kongruenz-Winkels.....	11
Abbildung 1.3: Bestimmung des Laurin Tilts.....	12
Abbildung 1.4: Der TTTG-Abstand (Tibial tuberosity to trochlear groove distance).....	13
Abbildung 3.1: Dehnfähigkeit des Quadrizeps.....	23
Abbildung 3.2: Dehnfähigkeit der Hamstrings.....	23
Abbildung 3.3: Dehnfähigkeit des Gastrocnemius.....	23
Abbildung 3.4: Der Q-Winkel prä- sowie postoperativ.....	24
Abbildung 3.5: Umfangsdifferenz beider Oberschenkel	25
Abbildung 3.6: Umfangsdifferenz beider Kniegelenke.....	25
Abbildung 3.7: Umfangsdifferenz beider Unterschenkel.....	25
Abbildung 3.8: Anzahl der krankengymnastischen Anwendungen nach der Operation.....	27
Abbildung 3.9: Der Caton-Deschamps Index des betroffenen Kniegelenkes.....	28
Abbildung 3.10: Der Sulkuswinkel des betroffenen Kniegelenkes.....	28
Abbildung 3.11: Laurin-Tilt des betroffenen Kniegelenkes.....	29
Abbildung 3.12: Merchant-Shift des betroffenen Kniegelenkes.....	29
Abbildung 3.13: Profit der Patienten von der OP.....	30
Abbildung 3.14: Zufriedenheit der Patienten mit der OP.....	30
Abbildung 3.15: Funktionszustand der betroffenen Kniegelenke prä- bzw. postoperativ.....	31
Abbildung 3.16: Zugewinn an Funktion in Abhängigkeit vom Schweregrad des Knorpelschadens.....	32
Abbildung 3.17: Kujala Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten.....	33
Abbildung 3.18: Lysholm Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten.....	33
Abbildung 3.19: WOMAC Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten.....	34
Abbildung 3.20: OAK Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten.....	34
Abbildung 3.21: Aktuelles Schmerzempfinden im betroffenen Kniegelenk.....	35
Abbildung 4.1: Das Crossing sign.....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Allgemeine Patientendaten.....	14
Tabelle 2.2: Anzahl der Probanden in Abhängigkeit des Chondromalaziegrades (CM) der retropatellaren Kontaktfläche.....	15
Tabelle 2.3: Darstellung des Follow-up Zeitpunktes in Abhängigkeit vom Grad der Chondromalazie (CM) in der Gruppe "Luxation".....	15
Tabelle 2.4: Darstellung des Follow-up Zeitpunktes in Abhängigkeit vom Grad der Chondromalazie (CM) in der Gruppe "Femoropatellares Schmerzsyndrom".....	16
Tabelle 3.1: Dehnfähigkeit des Quadrizeps der betroffenen Seite.....	23
Tabelle 3.2: Dehnfähigkeit der Hamstrings der betroffenen Seite.....	24
Tabelle 3.3: Dehnfähigkeit der Wade der betroffenen Seite.....	24
Tabelle 3.4: Der Q-Winkel prä- sowie postoperativ des betroffenen Beines.....	25
Tabelle 3.5: Umfangsdifferenz des Oberschenkels 15 cm oberhalb des Kniegelenk- spaltes gegenüber dem nicht operierten Kniegelenk des Patienten.....	26
Tabelle 3.6: Umfangsdifferenz des Kniegelenkes auf Höhe der Patella gegenüber dem nicht operierten Kniegelenk des Patienten.....	25
Tabelle 3.7: Umfangsdifferenz des Unterschenkels 15 cm unterhalb des Kniegelenkspaltes gegenüber dem nicht operierten Kniegelenk des Patienten.....	25
Tabelle 3.8: Anzahl der krankengymnastischen Anwendungen nach der Operation.....	27
Tabelle 3.9: Der Caton-Deschamps Index des betroffenen Kniegelenkes.....	28
Tabelle 3.10: Der Sulkuswinkel des betroffenen Kniegelenkes.....	28
Tabelle 3.11: Laurin Tilt des betroffenen Kniegelenkes.....	29
Tabelle 3.12: Merchant Shift des betroffenen Kniegelenkes.....	29
Tabelle 3.13: Funktionszustand der betroffenen Kniegelenke prä- bzw. postoperativ.....	31
Tabelle 3.14: Zugewinn an Funktion in Abhängigkeit vom Schweregrad des Knorpelschadens.....	32
Tabelle 3.15: Kujala Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad.....	34
Tabelle 3.16: Lysholm Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad.....	34
Tabelle 3.17: WOMAC Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad...	34
Tabelle 3.18: OAK Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad.....	34
Tabelle 3.19: Aktuelles Schmerzempfinden im betroffenen Kniegelenk.....	35

1. Einleitung

Femoropatellare Schmerzen zählen zu den häufigsten Krankheitsbildern im orthopädischen Alltag (Wilk et al 1998). Die Ätiologie ist multifaktoriell und reicht von femoropatellaren Instabilitäten über degenerative Prozesse bis hin zu psychischen Störungen (Thomee et al. 1999). Das Kniegelenk ist eines der komplexesten Gelenke im menschlichen Körper, so dass die Therapie einer Pathologie von einer intensiven Anamnese und Diagnostik abhängig ist. Die genaue Ursache einer Symptomatik bleibt jedoch dennoch oft ungeklärt. Die Therapie kann in Abhängigkeit der Indikationsstellung mittels Physiotherapie, Physikalischer Therapie, Bandagenversorgung oder medikamentöser Behandlung konservativ gestaltet werden (Fulkerson 2002). Sollten diese Methoden nicht zu einem zufriedenstellenden Therapieerfolg führen, sollten operative Maßnahmen in Erwägung gezogen werden (Post 2005). Durch Weiterentwicklung operativer Techniken, die, unterstützt von einer raschen Weiterentwicklung im Bereich der bildgebenden Verfahren, immer gezielter auf die individuellen Pathologien der Patienten abgestimmt werden können. Es haben sich dadurch in den letzten Jahrzehnten neben den konservativen Methoden eine Vielzahl an operativen Möglichkeiten beispielsweise im Bereich der patellaren Instabilitäten entwickelt, ohne dass sich ein Goldstandard herauskristallisiert hat. Komplizierend für die Auswahl des geeigneten Operationsverfahrens ist die Koexistenz knorpeldegenerativer Prozesse der Kniescheibe oder des Gleitlagers, da die Ergebnisse im Gegensatz zur alleinigen patellofemorale Instabilität schwer vorhersagbar sind.

Eine Operationsmethode, um patellare Instabilitäten zu therapieren, ist die Medialisierung der Tuberositas tibiae nach Elmslie-Trillat (Trillat et al. 1964). Diese Methode ist wissenschaftlich bei Patella(sub)luxationsneigungen als Therapieform anerkannt und gilt als eine der wenigen wirklichen Standardverfahren bei diesem Krankheitsbild (Krämer und Jani 1991). Brown et al. sehen dieses operative Verfahren auch geeignet, um ein patellares Malalignment ohne eine Luxationsneigung zu therapieren (Brown et al. 1984). Es könnten folglich auch Patienten von der Operation profitieren, die auf Grund des Malalignments eine Knorpelproblematik entwickelt haben. Die Literatur berichtet jedoch nur vereinzelt

über die Anwendung und Ergebnisse der Operation nach Elmslie-Trillat bei Patienten mit Knorpeldegenerationen. Somit ergibt sich die Fragestellung, ob diese Patientengruppe von der Tuberositاسmedialisierung profitieren würde.

1.1 Das femoropatellare Schmerzsyndrom

Das Femoropatellargelenk besteht aus der Patella und der kongruenten femoralen Trochlea. Beeinflusst wird das Zusammenspiel der Gelenkpartner durch die intermuskuläre Koordination der kniegelenksnahen Muskeln mit den Muskeln der angrenzenden Gelenkpartnern der Hüfte und der Wirbelsäule. Zudem vermitteln knöcherne und ligamentäre Strukturen die passive Stabilität des Gelenkes. Vor allem Frauen sind für dieses Krankheitsbild prädestiniert; bei ihnen erscheinen die Symptome zwei- bis dreimal häufiger als bei Männern (Christou 2004). Die Beschwerden treten dabei vor allem bei längeren Belastungen wie Fahrradfahren oder Joggen, aber auch bei alltäglichen Bewegungen wie z.B. Treppenauf- bzw. absteigen, sowie beim längeren Sitzen und Stehen meist zentral hinter der oder um die Kniescheibe auf (Thomee et al. 1999). Im klinischen Alltag wird das Krankheitsbild unter dem Oberbegriff "Femoropatellares Schmerzsyndrom" subsummiert. Um den ätiologischen Hintergrund der Schmerzsymptomatik zu beurteilen, bedarf es einer genauen Anamnese und einer intensiven klinischen Untersuchung. Dabei muss unter anderem zwischen Patella- oder Gleitlagerdysplasien, Patella(sub)luxationen, Patella alta oder baja, Knorpelschäden bis hin zur Gonarthrose oder Entzündungsprozessen der Weichteile differenziert werden (Stukenborg-Colsman und Wirth 2008). Der Begriff des femoropatellaren Schmerzsyndroms impliziert nicht zwangsläufig eine eindeutige Pathologie des femoropatellaren Gelenkes, wobei viele Schmerzursachen trotz intensiver Diagnostik ungeklärt bleiben können.

1.1.1 Femoropatellare Instabilität

Femoropatellare Instabilitäten sind ein häufiger Auslöser für Schmerzsymptomatiken und funktionelle Defizite im Kniegelenk. Es bestehen grundlegend zwei unterschiedliche Formen der patellaren Instabilität, die zu Subluxationsphänomenen und zur Luxation der Kniescheibe führen können, wobei die chronisch-habituelle und die traumatisch initiierte Patellainstabilität unterschieden werden.

Die chronisch-habituelle Instabilität resultiert aus einer pathologischen Anlage passiver und aktiver Strukturen; die betroffenen Patienten sind dabei zu 60-90% Mädchen und Frauen, wobei auch familiäre Häufungen beobachtet werden. In diesem Zusammenhang können passive Strukturen wie beispielsweise eine Trochleadysplasie, eine Patella alta, ein zu straffes laterales Retinakulum oder eine Hypertrophie des Hoffaschen Fettkörpers eine Patellainstabilität provozieren (Grelsamer und Klein 1998, Biedert und Sanchis-Alfonso 2002). Zudem können Achsfehlstellungen mit einem vergrößerten Q-Winkel und einer resultierenden Patellalateralisierung die Subluxationsneigung fördern (Herrington und Nester 2004). Der Q-Winkel, erstmals von Brattström 1964 beschrieben, gilt als Index für den kombinierten Kraftvektor von Quadrizeps- und Patellasehne (Brattström 1964). Er kann in Rückenlage des Patienten gemessen werden, indem der Drehpunkt eines Goniometers bei gestrecktem Kniegelenk auf der Mitte der Patella angelegt wird. Der untere Schenkel zeigt dabei in Richtung der Tuberositas tibiae und der obere Schenkel in Richtung der Spina iliaca superior. Ein größerer Q-Winkel repräsentiert einen verstärkt nach lateral gerichteten Kraftvektor mit möglicher Ausbildung eines femoropatellaren Schmerzsyndroms (Thomee et al. 1999, Witvrouw et al. 2000). Weitere Faktoren für patellare Instabilitäten liegen in den aktiven Strukturen. Mehrere Autoren gehen davon aus, dass eine schlechte Führung der Patella im trochlearen Gleitlager durch eine ungleiche Innervation der einzelnen Muskelanteile des M. quadriceps femoris bedingt ist. Insbesondere eine verringerte Innervation des M. vastus medialis begünstigt die subluxierende Kraft des M. vastus lateralis auf die Patella nach lateral aus dem physiologischen Gleitlager heraus (Grabiner et al. 1994, Grelsamer 2000, Cowan et al. 2001). Zudem können muskuläre Verkürzungen (M. tensor fasciae latae, Hamstrings, M. triceps surae) eine physiologische Patellaführung erschweren (Grelsamer 2000). Eine Hyperpronation bei Läufern (Hung und Gross 1999, Grelsamer 2000) sowie ein zu schnelles Wachstum in der Pubertät stellen Risikofaktoren für femoropatellare Instabilitäten dar (Haspl et al. 2001). Klinisch gibt es zunächst keine spezifische Symptomatik des Krankheitsbildes einer habituellen Instabilität. Meist werden diffuse peripatellare Schmerzen geäußert, die bei Belastungen wie beispielsweise Treppensteigen oder nach längerem Sitzen vermehrt auftreten. Durch die Instabilität kommt es bei den Patienten häufig zu einem Giving way des betroffenen Gelenkes sowie zu

intermittierenden Blockade- und Instabilitätsgefühlen, die bei sportlicher Betätigung bis hin zur Luxation führen können (Baier et al. 2011).

Abzugrenzen von den chronisch-habituellen sind die traumatischen Luxationen. Mehr als die Hälfte dieser Luxationen treten dabei bei sportlicher Betätigung auf, wobei die Erstluxation in mehr als der Hälfte der Fälle im Alter von 10-17 Jahren stattfindet (Fithian et al. 2004b). Klinisch kann das sogenannte "Herausspringen" der Kniescheibe von den Patienten recht eindeutig beschrieben werden, wobei die Patella üblicherweise nach lateral luxiert (Baier et al. 2011). Als Ursachen gelten hierbei Verletzungsmuster in Flexions-, Innenrotations- und Valgusstellung des Kniegelenkes bei fixiertem Unterschenkel mit einer forcierten Kontraktion des M. quadriceps oder auch direkte Traumen (Sanders et al. 2000). Frauen sind von diesem Krankheitsbild ebenfalls häufiger betroffen. Nicht selten führt dies zu einer Reduktion der sportlichen Aktivität und kann Auslöser einer degenerativen arthrotischen Veränderung im Kniegelenk sein.

1.1.2 Therapie der femoropatellaren Instabilität

Für die Entwicklung der Therapiestrategie nach einer Erstluxation werden zunächst verschiedene Faktoren berücksichtigt, die den Therapieerfolg massgeblich beeinflussen. So werden beispielsweise das Risiko einer Reluxation bei einer konservativen Therapie ermittelt und Therapieziele auf die individuellen Bedürfnisse des Patienten angepasst (Frosch et al. 2011). Die Therapie chronisch habitueller sowie der akuten Erstluxationen erfolgt meist konservativ. Nach einer Zeit der Belastungsreduktion bzw. Entlastung wird durch ein gezieltes Rehabilitations- und Kräftigungstraining in Kombination mit physiotherapeutischen und physikalischen Maßnahmen der muskuläre Status und die funktionelle Stabilität optimiert (Buchner et al. 2005). Zusätzlich kann durch den Einsatz von Kniegelenksbandagen oder Tapes versucht werden, die Kniescheibe in der trochlearen Rinne zu stabilisieren, Schmerzen zu reduzieren und die Kniegelenksfunktion zu verbessern (Powers 1998). Misslingt die konservative Therapie und besteht weiterhin eine chronische Instabilität, wird ein geeignetes operatives Verfahren für jeden Patienten (je nach Vorgeschichte, anatomischen Voraussetzungen und Alter) individuell ausgewählt. Eine Indikation für eine operative Versorgung bei Erstluxation ist gegeben, wenn durch die Luxation Knorpelschäden, osteochondrale Frakturen oder Schäden am

patellamedialisierenden Kapselbandapparat (insbesondere am mediopatellofemoralem Ligament, MPFL) aufgetreten sind. Bei einer konservativen Versorgung akuter Patellaluxationen erleiden bis zu 44% aller Patienten eine Relaxation; bei etwa der Hälfte der Patienten treten rezidivierende Patellainstabilitäten und Schmerzsymptomaten auf (Arendt et al. 2002, Stefancin und Parker 2007). Ziel einer operativen Versorgung ist es, die Ursachen der bestehenden Instabilität zu beheben und eine Relaxation zu verhindern (Donell 2006). Die Patella kann dabei durch mehrere Techniken stabilisiert werden, in der Literatur werden über 100 verschiedene Operationsmethoden beschrieben, wobei im Folgenden die gängigsten vorgestellt werden sollen.

1.1.2.1 Tuberositas tibiae-Medialisierung

Die Versetzung der Tuberositas tibiae nach medial wird bei rezidivierenden Patellaluxationen und einem gleichzeitig vergrößerten Q-Winkel (bei Männern über 15°; bei Frauen über 20°) sowie einem Tibial tuberositas to trochlear groove (TTTG)-Abstand von über 20 mm angewendet. Der TTTG-Abstand repräsentiert dabei den seitlichen Versatz der Tuberositas tibiae im Verhältnis zur tiefsten Stelle des trochlearen Gleitlagers. Als Kontraindikation für die Operation gelten noch nicht verschlossene Wachstumsfugen (Andrish 1997). Die Historie der Technik geht auf das Jahr 1888 zurück. In jenem Jahr beschrieb der Schweizer Chirurg César Roux eine Methode, in der er die ehemals luxierte Patella durch ein Ablösen vom M. vastus lateralis, durch eine Reparatur gerissener medialer Kapselanteile sowie durch einen Versatz der Patellasehne nach medial, fixierte (Roux 1888). Goldthwait beschrieb sieben Jahre später seine Interpretation der Operationsmethode, in der er die Patellasehne longitudinal durchtrennte und den lateralen Anteil medial mit einer Naht fixierte (Goldthwait 1895); die Operation wurde schliesslich als Roux-Goldthwait Methode bekannt und wird heute noch unter anderem bei der Behandlung von Patienten mit offenen Wachstumsfugen angewendet (Baier et al. 2011). Elmslie führte schliesslich die eigentliche Tuberositas tibiae-Medialisierung mit dem Ziel ein, einen unphysiologisch vergrößerten Q-Winkel zu normalisieren. Dabei belies er die Patellasehne in ihrem Ansatz im Knochen, schnitt den Knochen keilförmig um den Ansatz bis auf einen schmalen Span (Schichtdicke ca. 5 mm) an der distalen Tibiaseite aus und zog das Fragment wie eine Lasche nach medial, wo es mit zwei Schrauben fixiert wurde. In Abhängigkeit der erreichten Korrektur kann

durch eine Durchtrennung des lateralen Retinakulums und einer Raffung der medialen Gelenkkapsel die Patella zusätzlich nach medial gezügelt werden. Publik wurde die Methode erst 24 Jahre nach dem Tode Elmslies durch deren Veröffentlichung von Trillat, wodurch die Technik als die Elmslie-Trillat-Prozedur bekannt wurde (Trillat et al. 1964). Indiziert ist die Operation bei rezidivierenden Patellaluxationen und erhöhtem Q-Winkel, bei einer akuten Luxation mit einer intraartikulären Pathologie und einem Extensorenmalalignment sowie bei femoropatellarem Schmerzsyndrom mit Extensorenmalalignment (Cox 1982). Somit wird ersichtlich, dass sich die Operationstechnik nach Elmslie-Trillat auch bei Patienten ohne eine vorangegangene Luxation anwenden lässt, um das femoropatellare Alignment zu verändern. Eine Folge eines dauerhaften Malalignments im Femoropatellargelenk wäre möglicherweise eine Knorpeldegeneration und die Entwicklung einer Arthrose. Zudem wird in der Literatur immer wieder betont, dass ein Knorpelschaden im Kniegelenk nicht unbedingt Folge des Luxationsereignisses sein muss, sondern möglicherweise durch das dauerhafte patellare Malalignment hervorgerufen wird (Outerbridge 1961, Iliadis et al. 2012).

1.1.2.2 Lateral Release

Eine weitere Methode der operativen Behandlung ist die Spaltung des lateralen Retinakulums, das sogenannte "Lateral Release". Diese Operationstechnik gilt als leicht durchzuführen und komplikationsarm. Die Idee hinter dieser Methode ist, dass durch die Durchtrennung der lateralen Strukturen die subluxierende Kraft auf die Patella reduziert werden kann (Larson et al. 1978, Hawkins et al. 1986). Neuere Erkenntnisse sprechen aber dafür, dass durch die Durchtrennung des lateralen Retinakulums eine multidirektionale Patellainstabilität geschaffen wird, wodurch diese Technik wieder etwas in den Hintergrund gerückt ist (Nonweiler und DeLee 1994, Christoforakis et al. 2006). In einem Review von 14 Studien konnte nachgewiesen werden, dass die initiale Zufriedenheit der Patienten von ursprünglich 80% auf 63,5% in einem 4-Jahres Follow-up fiel (Lattermann et al. 2007).

1.1.2.3 MPFL-Rekonstruktion

Das MPFL gilt als primärer Stabilisator der Patella und zerreißt in vivo in 15 von 16 Fällen bei einer Luxation (Sallay et al. 1996). In der Literatur werden eine Vielzahl an Techniken zur Rekonstruktion beschrieben; im Wesentlichen wird dabei versucht, die Patella über eine Ersatzplastik (meist durch die Sehne des M. semitendinosus, des M. gracilis oder des M. adductor magnus) oder eine direkte Raffung wieder nach medial zu zügeln (Baier et al. 2011). Mehrere Autoren berichten von ausgezeichneten Ergebnissen in der Nachbehandlung von rezidivierenden Patellaluxationen mit dieser Operationstechnik bei einem Anstieg des Kujala Scores von 48,4 Punkten auf 92 Punkte postoperativ (Frosch et al. 2011). Jedoch wird in der Literatur auch darauf hingewiesen, dass Patienten mit einer fortgeschrittenen Chondromalazie möglicherweise nicht so stark von der Operation profitieren würden (Nomura und Inoue 2006).

Um bei der Vielzahl von verschiedenen operativen Eingriffsmöglichkeiten einen einheitlichen Standard festzulegen, stellten Neyret et al. (Neyret et al. 2008) einen Algorithmus zum Vorgehen bei femoropatellarer Instabilität auf. Sofern die Wachstumsfugen geschlossen sind, propagieren sie bei einem TTTG- Abstand von über 20 mm die Tuberositäsmedialisierung nach Elmslie-Trillat, bei einem lateralen Tilt der Patella von über 20° raten sie zur Rekonstruktion des MPFL und bei einer Patella alta empfehlen sie eine Patelladistalisierung. Déjour et al. ergänzen diesen Algorithmus um eine sulkusvertiefende Osteoplastik bei einem Sulkuswinkel über 145° (Arendt und Déjour 2012).

1.1.3 Knorpeldegenerationen

Knorpeldefekte können grundsätzlich durch zwei Erscheinungstypen beschrieben werden: fokale Läsionen und degenerative Läsionen. Fokale Läsionen werden als klar begrenzte Defekte beschrieben, die häufig durch Trauma, Osteochondrosis dissecans oder Osteonekrose hervorgerufen werden und bis auf den subchondralen Knochen reichen können. Degenerative Knorpeldefekte hingegen können unter anderem durch jahrelanges Malalignment im Femoropatellargelenk entstehen. Die Knorpeldefekte können dabei ebenfalls bis auf den Knochen reichen, wobei es durch die kontinuierliche Fehlbelastung zu einem völligen Untergang der Knorpelmatrix kommen kann (Craig et al. 2003). Die Lokalisation der

Knorpeldegeneration richtet sich dabei nach der Pathologieform; die häufigsten Degenerationen finden sich beispielsweise bei der chronischen Patellalateralisation im Bereich der distalen zentralen Retropatellarfläche und dem lateralen posterioren Anteil der Femurcondyle (Hunt et al. 2001).

Um Gelenkknorpeldegenerationen zu klassifizieren, stellte Outerbridge 1961 ein Schema für die arthroskopische Befundung der Chondromalacia patellae in 4 Graden auf. In Grad 1 sind nach diesem Schema Knorpelaufweichungen und Schwellungen zu erkennen; Grad 2 weist Fissuren in einem Durchmesser von kleiner als 0,5 inch, Grad 3 Fissuren mit einem Durchmesser von mehr als 0,5 inch auf. Läsionen bis auf den subchondralen Knochen charakterisieren schliesslich den Grad 4 (Outerbridge 1961).

1.1.3.1 Therapieformen

Der symptomatische Patient wird zunächst konservativ anbehandelt, wobei meist nichtsteroidale antiinflammatorische Medikamente (NSAIDs) sowie die krankengymnastische Behandlung ihren Einsatz finden. Falls diese Therapieversuche misslingen, kann eine operative Versorgung angedacht werden (Strauss et al. 2011). Dabei wird unterschieden zwischen gelenkerhaltenden und gelenkersetzenden Verfahren. Altbekannte Methoden sind dabei die einfache Gelenkspülung zum Auswaschen entzündungsstimulierender Faktoren ("Lavage") oder auch das Glätten herausstehender Knorpel- und Meniskusreste sowie das Abtragen von Teilen der entzündlich veränderten Synovialmembran. Diese Techniken werden auch als "Shaving" oder "Debridement" bezeichnet (Haggart 1940). Es entwickelten sich zudem Techniken, in denen der subchondrale Knochen durch gezielte Penetration zur Bildung von Knorpelersatzgewebe angeregt werden sollte. Pridie beschrieb in den 1950er Jahren eine Technik, in der der subchondrale Knochen systematisch angebohrt wurde (Pridie 1959), wohingegen Steadman im Jahre 1997 erstmals das sogenannte "Microfracturing" beschrieb. Diese Technik besteht in einem Abtragen der unscharfen Knorpelränder und einem anschliessenden kleinflächigen Verletzen der subchondralen Knochenfläche durch eine Ahle in einem Abstand von 3-4 mm, so dass es zu sichtbaren Einblutungen kommt, wodurch Stammzellen und Wachstumsfaktoren freigesetzt werden sollen (Steadman et al. 1997). Bei der sogenannten Abrasionsarthroplastik wird im

Gegensatz zur Mikrofrakturierung der subchondrale Knochen flächig mit einer Knochenfräse eröffnet (Goymann 1999). Eine weitere Alternative bei Knorpeldefekten unter einer Größe von 2 cm² stellt die Anfang der 1990er Jahre von Laszlo Hangody beschriebene Mosaikplastiktechnik dar. Der Operateur setzt in die betroffene Gelenkregion kopfsteinpflasterartig Knorpelfragmente, die er vorher zylinderförmig dem belastungsfernen Gewebe entnommen hat (Hangody et al. 1997). Knorpeldefekte mit einer Fläche von mehr als 2 cm² können mit einer von Imhoff entwickelten Mega OATS-Technik behandelt werden (OATS= Osteochondral Autologous Transplantation). Durch Abtragen der posterioren Femurkondyle kann ein großes Knochen-/ Knorpelfragment entnommen werden und in das beschädigte Gebiet eingesetzt werden (Imhoff et al. 1999).

Des Weiteren beschreibt Brittberg erstmals 1994 die Anwendung von autologen Stammzelltransplantationen bei Knorpeldefekten von bis zu 6,5 cm² Größe. Dem Patienten werden dabei eigene Chondrozyten entnommen und in vitro vermehrt. Einige Wochen später können die neu angezüchteten Zellen in die betroffene Gelenkregion transplantiert werden (Brittberg et al. 1994).

1.2 Bildgebende Verfahren

Zur Darstellung der Patellaposition in der konservativen Bildgebung werden neben einer Standard a.p.- Aufnahme im Stand eine streng seitliche Aufnahme sowie drei Patelladefiléeaufnahmen tangential in 30°, 60° und 90° Knieflexion angefertigt (Baier et al. 2011).

1.2.1 Caton-Deschamps Index

Aus der seitlichen Aufnahme kann über den Caton-Deschamps Index die Patellahöhe bestimmt werden. Die Berechnung erfolgt durch den Quotienten aus dem Abstand der inferioren Patellarückseite zum ventralen Punkt des Tibiaplateaus (AT) und der Länge der Patellagelenkfläche (AP): AT/AP (s. Abb. 1.1). Ein Quotient über 1,2 klassifiziert eine Patella alta, ein Quotient unter 0,8 eine Patella baja (Déjour 1989). Die Ätiologie der Patella alta ist weitgehend ungeklärt. Déjour et al. sprechen jedoch von einer Dysplasie des Quadrizeps im Sinne einer muskulären Verkürzung (Déjour et al. 1994). Biomechanisch ergibt sich das Problem, dass durch

den Hochstand der Patella die trochleare Führung nicht gewährleistet ist. Folglich kommt es zu einer vermehrten Belastung der aktiven und passiven Strukturen und einer erhöhten Luxationsneigung (Arendt et al. 2002, Beasley und Vidal 2004, Fithian et al. 2004a).

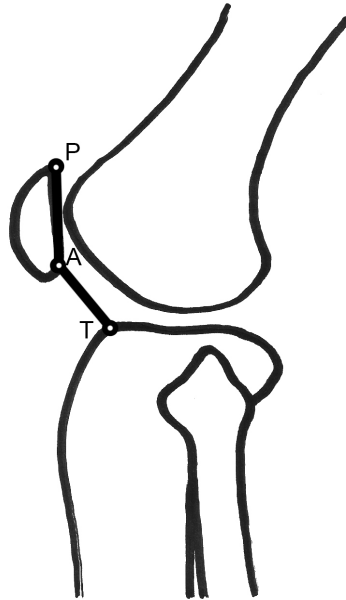


Abbildung 1.1: Der Caton-Deschamps Index. T= Ventrals Tibiaplateau, A= inferiore Patellarrückfläche, P= superiore Patellarrückfläche. Normwerte: $AT/AP=1$, Patella alta: $AT/AP >1,2$, Patella baja: $AT/AP <0,8$ (umgezeichnet nach Caton und Déjour 2010).

1.2.2 Merchant Shift und Sulkuswinkel

Über die Messung des Sulkus- bzw. Trochleawinkels kann eine Gleitlagerdysplasie diagnostiziert werden. Der Sulkuswinkel wird in einer tangentialen Aufnahme gemessen. Ausgehend von der tiefsten Stelle der Trochlea zieht eine Gerade zur lateralen und eine Gerade zur medialen Femurcondylenspitze. Ein Winkel der beiden Geraden zueinander von über 145° gilt dabei als pathologisch (Déjour und Lecoultre 2007). 90% der Patienten mit rezidivierenden Luxationen haben eine Trochleadysplasie, welche daher von vielen Autoren als wichtigster prädisponierender Faktor für eine femoropatellare Instabilität angesehen wird (Déjour et al. 1994). Radiologisch kann zudem aus den tangentialen Defiléeaufnahmen der Kongruenzwinkel von Patella zu trochlearem Gleitlager bestimmt werden. Hierbei wird eine Winkelhalbierende des Trochleawinkels gezeichnet. Eine weitere Linie verbindet dann den tiefsten Punkt in der Trochlea mit dem dorsalsten Punkt der Patellarrückfläche. Der Winkel zwischen diesen beiden Linien wird Merchant Winkel genannt; er objektiviert den seitlichen Versatz (Merchant Shift) der Patella zur Trochlea. Wird er medial der Winkelhalbierenden

gemessen gilt der Merchant Shift als negativ, wird er lateral gemessen, gilt er als positiv (s. Abb. 1.2). Merchant postuliert eine Öffnung des Winkels um 16° nach lateral als abnormal. Hinsichtlich der Reliabilität und Validität des Merchant-Shifts erzielte er in einer Kniegelenksflexion von 45° die besten Ergebnisse (Merchant et al. 1974).

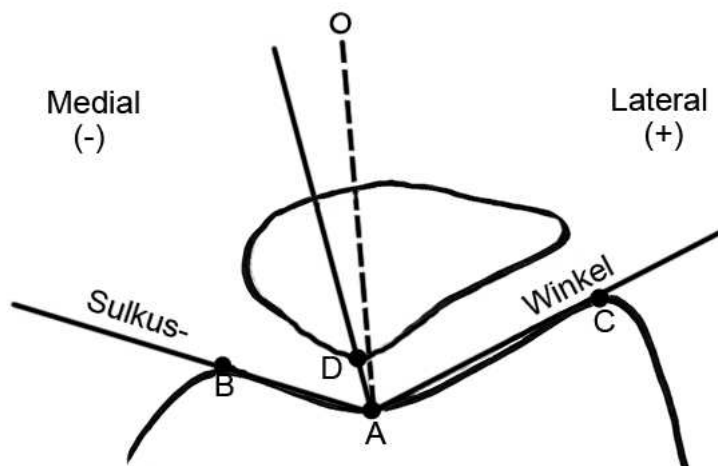


Abbildung 1.2: Bestimmung des Kongruenz-Winkels. Die Punkte B und C markieren die prominentesten Punkte der Femurcondylen, Punkt A markiert die tiefste Stelle des intercondylären Sulkus. Diese Punkte repräsentieren den Sulkuswinkel. Nun wird die Hälfte dieses Winkels berechnet und eine gedachte Linie (hier: gestrichelt) nach ventral (zum Punkt O) gezogen. Eine weitere Linie verbindet die tiefste Stelle des Sulkus mit der prominentesten Spitze der retropatellaren Fläche (Punkt D). Der Winkel DAO ist der Kongruenzwinkel (Merchant Shift). Alle Werte medial der O-Referenzlinie gelten als "minus", alle lateral davon als "plus". Mittelwert= -6° (umgezeichnet nach Merchant et al. 1974).

1.2.3 Laurin Tilt

Das laterale Aufklappen der Patella kann über den sogenannten Laurin Tilt-Winkel bestimmt werden. Dabei werden zwei Linien in der tangentialen Röntgenaufnahme gezogen; eine verbindet die Spitzen beider Condylen miteinander, die zweite verbindet die Spitze der Patellarrückfläche mit der lateralen Patellafacette. Physiologisch öffnet sich der Winkel nach lateral. Liegen die Linien parallel zueinander oder öffnet sich der Winkel nach medial, liegt eine Subluxation vor (s. Abb. 1.3). Laurin betont, dass die Untersuchung am besten in 20° Knieflexion durchgeführt werden sollte, da die Patella bei einem höheren Kniegelenkwinkel in der Trochlea fixiert werden und falsch negative Ergebnisse liefern würde (Laurin et al. 1979). Am exaktesten wäre eine Untersuchung in der CT, da hier das Kniegelenk auch in voller Extension gemessen werden könnte (Saggin et al. 2012). Die Bedeutung des Laurin Tilts ist noch nicht vollständig geklärt. Er basiert auf einem multifaktoriellen Geschehen, wie beispielsweise einer vermehrten Laxität medialer Band- und Kapselstrukturen, aber auch eine Patella alta, eine Trochleadysplasie

oder ein zu straffes laterales Retinakulum können einen lateralen Tilt verursachen (Arendt et al. 2002, Beasley und Vidal 2004).

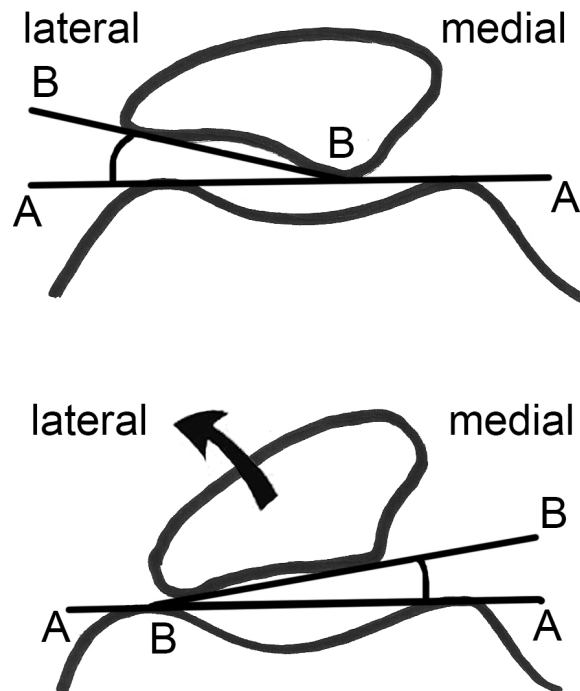


Abbildung 1.3: Bestimmung des Laurin Tilts. Defilée-Aufnahme des linken Kniegelenkes. Linie AA verbindet die Spitzen der beiden Condylen, Linien BB verbinden die lateralen Patellafacetten. Physiologischerweise ist der Winkel BB/AA nach lateral geöffnet (s.oben), bei vorliegendem Patellatilt ist er nach medial geöffnet (unten) (umgezeichnet nach Laurin et al. 1979).

1.2.4 TTTG-Abstand

Die moderne Bildgebung erlaubt über die Magnetresonanztomographie oder die Computertomographie noch weitergehende Analytik des femoropatellaren Gelenkes. So kann über den Tibial tuberositas to trochlear groove Abstand (TTTG) eine indirekte Objektivierung der lateral auf die Patella wirkenden Kräfte vorgenommen werden. Die Berechnung des Abstandes erfolgt durch eine transversale Schichtbildung in der CT oder MRT, wobei je eine senkrecht zur Condylenlinie verlaufende Gerade die tiefste Stelle der Trochlea und eine weitere Gerade weiter caudal die Mitte der Tuberositas tibiae tangiert (s. Abb. 1.4). Die Bestimmung des TTTG-Abstandes ist theoretisch auch in der konventionellen Röntgenaufnahme möglich, die Darstellung in der CT und MRT liefert jedoch deutlich genauere Ergebnisse (Schoettle et al. 2006, Wagenaar et al. 2007). Bei femoropatellarer Instabilität zeigt sich der horizontale Abstand zwischen diesen beiden Geraden häufig vergrößert; ein Wert von über 20 mm gilt als pathologisch (Waldt und Rummeny 2012).

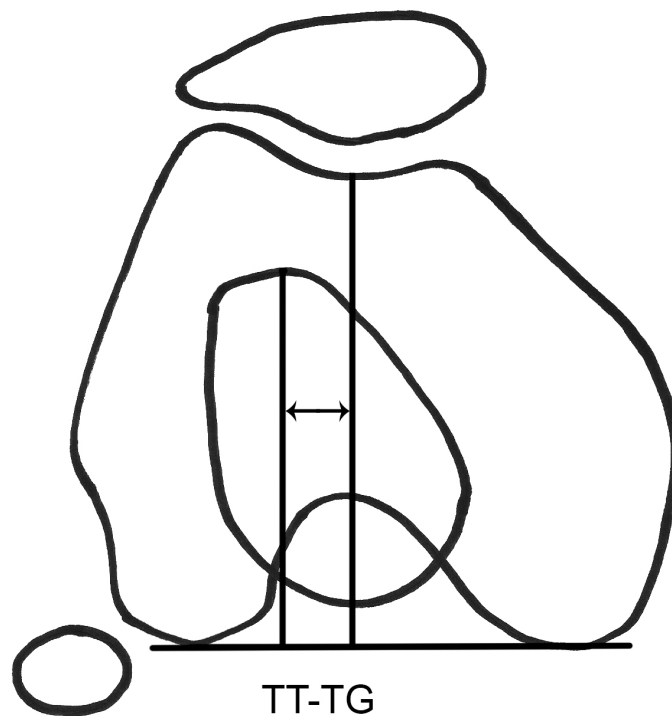


Abbildung 1.4: Der TTTG-Abstand (Tibial tuberosity to trochlear groove distance). Er beschreibt den Abstand zwischen dem tiefsten Punkt der trochlearen Rinne und dem prominentesten Punkt der Tuberositas tibiae in Bezug zu einer Tangente der posterioren Condylen (umgezeichnet nach Schoettle et al. 2006).

1.3 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Beurteilung der klinischen und funktionellen Ergebnisse nach Elmslie-Trillat Operation eines patellaren Malalignments mit fakultativer Knorpeldegeneration. Es werden zwei Gruppen gebildet, wobei die eine Gruppe die klassische Indikationsstellung mit mindestens einer vorangegangenen Patellaluxation bildet. Die zweite Gruppe besteht aus Patienten ohne Luxationsereignis mit femoropatellarer Schmerzsymptomatik bei patellarem Malalignment.

Ziele der vorliegenden Arbeit sind:

1. Beurteilung der klinischen und funktionellen Ergebnisse
2. Darstellung des zeitlichen Verlaufes der Ergebnisse
3. Ermittlung der Einflussfaktoren auf das postoperative Ergebnis

2. Material und Methoden

2.1 Patienten

In dieser Studie wurden Patienten untersucht, die entweder eine Patellaluxation (Gruppenbezeichnung "Luxation") erlitten hatten oder die ein therapieresistentes femoropatellares Schmerzsyndrom mit patellarem Malalignment (Gruppenbezeichnung "FPSS") beklagten. Um in die Studie aufgenommen zu werden, mussten sich die Patienten einer Medialisierung der Tuberositas tibiae nach Elmslie-Trillat als Therapiemaßnahme unterzogen haben. Die Operation musste zum Untersuchungszeitpunkt mindestens 12 Monate zurückliegen. In diesem Zeitraum durfte keine weitere Operation (außer der Materialentnahme) am betroffenen Kniegelenk durchgeführt worden sein. Weitere Ausschlusskriterien waren begleitende Kreuzband- oder Innenbandverletzungen, Frakturen oder Begleitverletzungen an anderen Gelenken der unteren Extremität. In die Studie eingeschlossen wurden insgesamt 43 Patienten (s. Tab. 2.1), hiervon waren 6 männlich mit einem durchschnittlichen Alter von 30,7 Jahren (23-47 Jahre) und 37 weiblich mit einem Durchschnittsalter von 33,3 Jahren (17-58 Jahre). Da einige Patienten mit beiden Kniegelenken die Einschlusskriterien erfüllten, konnten insgesamt 51 Kniegelenke untersucht werden. 22 Kniegelenke wurden der Gruppe "Luxation" zugeordnet und 29 Kniegelenke der Gruppe "FPSS".

Gruppe	Geschlecht	Alter	Gewicht	Größe	BMI
Luxation	4 m/ 16 w	32,9 (9,6)	71,8 (14,0)	170,8 (7,4)	24,5 (3,6)
FPSS	2 m/ 21 w	33,0 (10,2)	74,6 (20,6)	170,7 (9,1)	25,3 (5,4)

Tabelle 2.1: Allgemeine Patientendaten. Mittelwerte sowie in Klammern die Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom, BMI= Body Mass Index. Angaben zum Gewicht in Kilogramm, Angaben zur Größe in Zentimetern. Abkürzungen zum Geschlecht: m= männlich, w= weiblich.

Die meisten Patienten hatten in beiden Gruppen einen starken bis sehr starken retropatellaren Knorpelschaden. So hatten in der Gruppe "Luxation" 16 Kniegelenke der Patienten einen Knorpelschaden Grad III oder IV, in der Gruppe "FPSS" waren es sogar 26. Beide Gruppen beinhalteten wenige Kniegelenke mit einer geringeren

Chondromalazie (CM) als Grad III, nämlich 6 in Gruppe "Luxation" und nur 3 in Gruppe "FPSS" (s. Tab. 2.2).

Gruppe	CM 0°	CM I°	CM II°	CM III°	CM IV°	CM-Grad: Mittelwert
Luxation	3	1	2	9	7	2,73°
FPSS	1	0	2	15	11	3,21°

Tabelle 2.2: Anzahl der Probanden in Abhängigkeit des Chondromalaziegrades (CM) der retropatellaren Kontaktfläche. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

Eine weitere Unterteilung der Gruppen wurde über den Follow-up Zeitraum des Patienten getroffen. Dabei wurden drei Kategorien gebildet: 24-36 Monate postoperativ, 37-54 Monate postoperativ und über 55 Monate postoperativ. Da in der Gruppe "FPSS" keine Patienten unter 24 Monaten post-OP vorhanden waren und somit keine Vergleichbarkeit mit der Gruppe "Luxation" vorlag, konnten die vier Patienten der Gruppe "Luxation" unter 24 Monaten post-OP nicht mitberücksichtigt werden. Diese Einteilung soll im Folgenden insbesondere für die Auswertung der Schmerzfragebögen von Bedeutung sein. Um die Gruppeneinteilung zu differenzieren, wird an dieser Stelle die Anzahl der Patienten pro Untergruppe mit dem jeweiligen retropatellaren Chondromalaziegrad dargestellt (s. Tab. 2.3, 2.4). Der durchschnittliche Chondromalaziegrad lag dabei in allen Untergruppen zwischen 2,83° und 3,25°; lediglich die Gruppe "Luxation" hatte in der Untergruppe "24-36 Monate post-OP" einen deutlich günstigeren durchschnittlichen Chondromalaziegrad von 1,87°.

post-OP Zeitpunkt	CM 0°	CM I°	CM II°	CM III°	CM IV°	CM-Grad: Mittelwert
24-36 Mo. post-OP	n=3	n=0	n=0	n=3	n=1	1,86°
37-54 Mo. post-OP	n=0	n=1	n=0	n=2	n=2	3°
> 55 Mo. post-OP	n=0	n=0	n=2	n=3	n=1	2,83°

Tabelle 2.3: Darstellung des Follow-up Zeitpunktes in Abhängigkeit vom Grad der Chondromalazie (CM) in der Gruppe "Luxation". Zudem Mittelwert des Chondromalaziegrades für die jeweilige postoperative Gruppe. Mo.= Monate.

post-OP Zeitpunkt	CM 0°	CM I°	CM II°	CM III°	CM IV°	CM-Grad: Mittelwert
24-36 Mo. post-OP	n=0	n=0	n=2	n=2	n=4	3,25°
37-54 Mo. post-OP	n=1	n=0	n=0	n=4	n=4	3,11°
> 55 Mo. post-OP	n=0	n=0	n=0	n=9	n=3	3,25°

Tabelle 2.4: Darstellung des Follow-up Zeitpunktes in Abhängigkeit vom Grad der Chondromalazie (CM) in der Gruppe "Femoropatellares Schmerzsyndrom". Zudem Mittelwert des Chondromalaziegrades für die jeweilige postoperative Gruppe. Mo.= Monate.

Die Patienten wurden im Rahmen der retrospektiven Analyse klinisch und funktionell evaluiert. Die Operation lag dabei in der Gruppe "Luxation" durchschnittlich 41,5 Monate zurück, in der Gruppe "FPSS" durchschnittlich 52,3 Monate.

2.2 Operatives Vorgehen

Die Tuberositas tibiae-Versetzung wurde unter Stauschlauch-kontrollierter Blutleere im Kniegelenk durchgeführt. In der eingängigen arthroskopischen Untersuchung wurde zunächst ein aktueller Knorpelstatus nach dem Outerbridge-Schema erhoben. Anschliessend wurden mit dem Synovator gegebenenfalls Knorpeloberflächen geglättet, d.h. Knorpelfransen abgetragen und unterminierte Randareale reseziert. Bei allen Patienten mit CM III-IV° wurde im selben Eingriff eine Abrasionsarthroplastik zur Knorpelregeneratbildung durchgeführt. Danach wurde ein etwa 7 cm langer anteromedialer Hautschnitt über der Patellarsehne gesetzt und es konnten die Patellarsehne sowie die Tuberositas tibiae dargestellt werden. Die Tuberositas tibiae wurde im Anschluss tortenstückartig ausgemeißelt und in direkter Nachbarschaft wurde ein zweiter corticospongiöser Span mit ca. 10 mm Basisbreite ausgemeißelt. Der Versatz der Tuberositas tibiae wurde von dem arthroskopisch kontrollierten Tracking der Patella abhängig gemacht. Bei starker Lateralisationstendenz wurde in der Regel ein Lateral Release bis zum M. vastus lateralis durchgeführt. Unter arthroskopischer Kontrolle wurde der Span exakt positioniert, so dass ein physiologisches Tracking ohne Überkorrektur resultierte. Die osteosynthetische Versorgung erfolgte schließlich mit 2 x 4,5 mm Corticalisschrauben. Das MPFL wurde auch bei einer potenziellen Ruptur nicht rekonstruiert, und es wurde in der Regel keine mediale Kapselraffung durchgeführt.

2.3 Messung klinisch-funktioneller Parameter

Für die postoperative Studie wurden objektive Parameter der Probanden gemessen, um zusätzliche Kriterien zu erheben, die das postoperative Ergebnis beeinflussen können. Hierzu zählen die Messung der Dehnfähigkeit einzelner Muskelgruppen (Hamstrings, Quadrizeps, Wade) sowie Umfangsmessungen der unteren Extremität und die Erhebung des Q-Winkels. Es wurde bei allen Dehnfähigkeitsmessungen und bei der Messung des Q-Winkels nur das operierte Bein untersucht.

2.3.1 Messung der Dehnfähigkeit des Quadrizeps

Die Messung der Dehnfähigkeit des Quadrizeps wurde in Bauchlage des Patienten mit neutraler Hüftgelenkspositionierung ausgeführt. Der Untersucher beugte nun das zu messende Kniegelenk bis zum Maximum, wobei ein für den Patienten nicht mehr tolerierbarer Dehnschmerz als Grenze angesehen wurde. Als objektives Kriterium für die Dehnfähigkeit wurde der Abstand zwischen Hacke und Gesäß in der maximalen Dehnposition genutzt und in Zentimetern angegeben.

2.3.2 Messung der Dehnfähigkeit der ischiocruralen Muskulatur

Die Messung der Dehnfähigkeit der ischiocruralen Muskulatur wurde in Rückenlage des Probanden ausgeführt. Dabei beugte der Untersucher das Bein bei gestrecktem Kniegelenk und entspanntem Sprunggelenk in der Hüfte bis zum maximal für den Probanden tolerierbaren Dehnungsschmerz. Objektiviert wurde das Ergebnis über die Messung der maximal tolerierbaren Hüftgelenksflexion.

2.3.3 Messung der Dehnfähigkeit des Gastrocnemius.

Bei der Messung der Dehnfähigkeit des Gastrocnemius stellte sich der Proband in einen leichten Ausfallschritt mit der Aufgabe, das Kniegelenk des hinteren Beines gestreckt zu belasten. Nun sollte der Proband versuchen, das Sprunggelenk des hinteren Fußes mit dem gestreckten Kniegelenk so stark wie möglich in die Dorsalextension zu bewegen, ohne dass die Hacke den Boden verlässt. Die Messung der maximal möglichen Dorsalextension wurde notiert und als Maß für die Dehnfähigkeit des Gastrocnemius genutzt.

2.3.4 Messung der Muskelumfänge

Zur Objektivierung potenzieller Muskelmassendefizite in Ober- und Unterschenkel wurden die Beinumfangfänge 15 cm ober- und 15 cm unterhalb des Kniegelenkspaltes erhoben. Die Umfangsmessung auf Höhe der Patella diente vor allem dem Nachweis eines Gelenkergusses bzw. einer Kapselschwellung. Da für die Ergebnisdarstellung nur der individuelle Muskelumfangsunterschied von Bedeutung war und mehrere Patienten an beiden Beinen operiert waren, konnten nicht alle Patienten in die Auswertung miteinbezogen werden. In die Gruppe "Luxation" wurden 14 Patienten und in die Gruppe "FPSS" 10 Patienten eingeschlossen.

2.3.5 Messung des Q-Winkels

Der Q-Winkel wurde ausnahmsweise von zwei Untersuchern gemessen, da der präoperative Wert vom Operateur ermittelt wurde, dieser jedoch nicht die postoperative Untersuchung durchführte. Gemessen wurde der Q-Winkel gemäß den aus der Literatur bekannten Punkten (Spina iliaca anterior superior, Mitte Patella, Tuberositas tibiae). Er wurde anhand eines Goniometers objektiviert (Brattström 1964, Smith et al. 2008).

2.4 Radiologische Untersuchung

Die radiologische Untersuchung beschränkte sich auf die Auswertung bereits vorhandener Röntgenbilder. Die Bilder wurden unmittelbar postoperativ im Auftrag des Operateurs, also unabhängig von der vorliegenden Studie, zur Verlaufskontrolle angefertigt. Die a.p.- Aufnahme und die laterale Aufnahme für die Bestimmung der Patellahöhe durch den Caton-Deschamps Index wurden dabei stehend in leichter Kniegelenksflexion (10-20°) angefertigt. Der Caton-Deschamps Index beruht auf eindeutig identifizierbaren Landmarken und ist reliabler als der sogenannte Insall-Salvati Index, bei dem die exakte Bestimmung des Patellasehnenansatzes laut der Literatur ein großes Problem darstellt (Thévenine-Lemoine et al. 2011). Zudem ist er unabhängig von der Größe des Kniegelenkes, der Position der Tuberositas tibiae und dem Beugewinkel im Kniegelenk (zwischen 10 und 90° Knieflexion) während der Röntgenaufnahme. Die Defilée-Aufnahmen wurden rücklings auf dem Röntgentisch liegend in 30°/60°/90° Kniegelenksflexion angefertigt. Die objektive Auswertung dieser Bilder erwies sich für die Defilée-Aufnahmen in 30° jedoch als

nicht immer möglich, so dass die Bestimmung des Sulkuswinkels, des Merchant Shifts und des Laurin Tilts in 60° durchgeführt wurden.

2.5 Scores und Fragebögen

Vor der eigentlichen Untersuchung mussten die Patienten zunächst mehrere standardisierte Fragebögen ausfüllen (Kujala, Lysholm, WOMAC). In den Fragebögen wurde der Patient gefragt, ob er von der Operation profitiert habe. Darüberhinaus sollten die Patienten ihren subjektiven Eindruck zur Funktion des Kniegelenkes vor und nach der Operation wiedergeben. Die Frage nach der Funktionalität des Kniegelenkes vor der Operation geht allerdings von der Annahme aus, dass sich der Patient genau an die Funktion des Kniegelenkes im präoperativen Zustand erinnert. Eine Frage zur Dauer der anschließenden Krankengymnastik hinterfragte das postoperative Nachbehandlungsschema. Anschliessend wurden die Kniegelenke der Patienten im Rahmen des OAK Scores auf Entzündungszeichen und klinische sowie funktionelle Stabilität hin untersucht.

2.5.1 Kujala Score

Der Kujala-Fragebogen ist speziell für Patienten mit femoropatellarem Schmerzsyndrom bzw. mit (Sub-) Luxationen der Patella ausgerichtet. Er besteht aus 15 Fragen (s. Anhang), die jeweils drei bis fünf Antwortmöglichkeiten zulassen, von denen je eine angekreuzt werden muss. Jede Antwortmöglichkeit ist einem Zahlenwert zugeordnet, so dass alle 15 Fragen zusammen einen Summenscore ergeben, welcher eine Aussage über die Schmerzhaftigkeit und die Funktion des Femoropatellargelenkes ergibt. Der höchste Summenscore beträgt 100 (keine Schmerzen und volle Funktion), der tiefste Wert ist 0 (maximale Schmerzen und minimale Funktion) (Kujala et al. 1993). Man kann den Fragebogen in mehrere Subgruppen unterteilen, wobei sich ein großer Fragenblock spezifisch den Symptomen des vorderen Knieschmerzes zuwendet (Schmerzen beim Springen, Laufen, Treppensteigen, etc.); in einem kleinen Block wird nach bereits aufgetretenen (Sub-) Luxationen der Kniescheibe gefragt, und ein weiterer Block hinterfragt die Klinik des Kniegelenkes (Schwellung, Beugung). Für das Ausfüllen des Fragebogens benötigten die Patienten selten mehr als zehn Minuten.

2.5.2 OAK Score

Der sogenannte "OAK Score" (Orthopädische Arbeitsgruppe Knie, s. Anhang) ist ein Score zur Objektivierung von ligamentären und femoropatellaren Störungen. Er unterteilt sich in insgesamt 20 Parameter (maximal 5 Punkte pro Parameter), die unter anderem die Krankengeschichte des Patienten sowie aktuelle Untersuchungsbefunde miteinbeziehen, aber auch funktionelle und klinische Aspekte der Kniegelenksstabilität erfassen. Der Maximalwert für ein gesundes Kniegelenk beträgt 100 Punkte. 91-100 Punkte gelten als "exzellent", 81-90 Punkte als "gut", 71-80 Punkte als "mittelmäßig", 70 Punkte und weniger gelten als "schlecht". In dem Score werden vier Kategorien gebildet: Kategorie "A" umfasst alle Aspekte, die mit Schmerz und Schwellung in Zusammenhang stehen (maximal 20 Punkte). Kategorie "B" beinhaltet Kraft und Bewegungsausmaß (max. 15 Punkte), Kategorie "C" besteht aus Stabilitätsparametern (max. 40 Punkte) und Kategorie "D" bewertet die Funktion (max. 25 Punkte). In jeder Kategorie werden die zum Maximalwert fehlenden Punkte berechnet. Null bis vier fehlende Punkte gelten als "exzellent", fünf bis neun fehlende Punkte gelten als "gut", zehn bis 14 fehlende Punkte gelten als "mittelmäßig", mehr als 14 fehlende Punkte gelten als "schlecht". Das Gesamtergebnis kann nicht besser als das Ergebnis in der schlechtesten Kategorie sein. Falls ein einzelner Parameter mit null Punkten bewertet wird, kann das Gesamtergebnis nicht besser als "mittelmäßig" sein. Die Evaluation gilt als schnell durchzuführen und gibt dem Untersucher eine hohe Aussage über das aktuelle Problem des Patienten (Müller et al. 1988).

2.5.3 Lysholm Score

Der Lysholm Score (s. Anhang) ist entwickelt worden, um den postoperativen Verlauf nach einer Kniebandverletzung objektivieren zu können. Ein besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Stabilität des Kniegelenkes gelegt. Der Score nimmt dabei Alltagsfunktionen des Kniegelenkes auf und er richtet sich eher an jüngere Patienten, die in der Rehabilitation auf dem Weg zurück in die sportliche Belastung sind. Dabei basiert der Score größtenteils auf Aussagen, die der Patient selber zur Beurteilung seiner Kniegelenksfunktion im Alltag vornimmt. Die Umfangsdifferenz der Oberschenkel verbleibt als alleiniges klinisches Kriterium. Dabei sind die Themen in acht Kategorien eingeteilt (Humpeln, Belastung, Treppensteigen, Kniebeugen, Oberschenkelatrophie, Instabilität sowie Schmerz und Schwellungen

bei Belastung). Es kann ein Punktmaximum von 100 Punkten erreicht werden, wobei 100 den besten Funktionswert und 0 den schlechtesten Wert repräsentiert. Die Autoren geben in ihren Untersuchungen eine hohe Übereinstimmung der Scorewerte mit dem subjektiven Funktionsempfinden der Patienten für ihr Kniegelenk an. Zudem habe der Score eine hohe Reliabilität (Lysholm und Gillquist 1982).

2.5.4 WOMAC Score

Der Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC, s. Anhang) ist ein 1982 entwickelter Score zur Objektivierung der Verfassung arthrotischer Knie- bzw. Hüftpatienten. Er wird in mehreren Versionen ausgegeben, die sich seit seiner Erfindung zusätzlich noch weiterentwickelt haben. Der WOMAC Score existiert als "Visuell-analoge Skala", als "Likert-Skala" und als "Numerische Skala". In der vorliegenden Studie wurde die visuell-analoge Skalenversion genutzt, in der je eine von elf aufgereihten kleinen Boxen pro Frage anzukreuzen war. Die am weitesten links liegende Box bedeutete dabei "keine Beschwerden", die am weitesten rechts liegende Box "meiste Beschwerden". Dabei handelt es sich um fünf Fragen zum Thema Schmerz, zwei zum Thema Steifigkeit und 17 Fragen über funktionelle Parameter. Als funktionelle Parameter gelten hierbei unter anderem Treppensteigen, Gehen, Hinknien, Liegen oder Haushaltsarbeit. 0 repräsentiert den besten gesundheitlichen Zustand, 10 den schlechtesten. Der Test gilt als äußerst valide und reliabel und hat sich in vielen wissenschaftlichen Fragestellungen bewährt (Quintana et al. 2006). Das Ausfüllen des Testes durch den Probanden dauert etwa 5-10 Minuten. Verschiedene Arten der Auswertung wurden beschrieben (Stucki et al. 1996, Weigl et al. 2004, Amir 2007). Bei der Auswertung der Daten in der vorliegenden Studie wurden alle erreichten Punkte addiert und anschliessend durch die Anzahl der Fragen dividiert, so dass man einen Mittelwert aller Punkte erhielt.

2.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Ergebnisse wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Dipl. Inform. Jürgen Hedderich vom Institut für Medizinische Informatik und Statistik am UK-SH (Universitätsklinikum Schleswig-Holstein), Campus Kiel, vorgenommen.

Die Berechnung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS 11.0 für Windows. Da die Patientendaten keiner Normalverteilung folgten, wurde zur Signifikanzberechnung der Mann-Whitney U-Test angewendet. Der U-Test ist ein parameterfreier statistischer Rangsummentest, der die Übereinstimmung zweier unabhängiger Verteilungen überprüft. Dabei nimmt der Test an, dass die beiden Variablen der selben Grundgesamtheit angehören. Das Signifikanzniveau α wurde bei allen Berechnungen auf 95% festgelegt ($p < 0,05$). Als hoch signifikant sollten Ergebnisse ab einem Signifikanzniveau von 99% ($p < 0,01$) gelten; als höchst signifikant sollten die Werte ab einem Signifikanzniveau von 99,9% ($p < 0,001$) gelten. In den folgenden Graphen werden signifikante Werte mit einem " * " markiert, hoch signifikante Ergebnisse mit " ** " und höchst signifikante Werte mit " *** ". Nicht signifikante Beziehungen werden in den Abbildungen nicht erwähnt. Die Darstellung erfolgt größtenteils mittels Boxplots, einer Diagrammform mit der kardinalskalierte Daten dargestellt werden können. Die Box stellt dabei den Bereich dar, in dem 50% aller Werte liegen, die obere und untere Begrenzung repräsentieren jeweils die obere und untere Quartile. Der Median wird als Querstrich im Innenbereich der Box angezeigt. Innerhalb der sogenannten "Whisker" liegen 95% aller Werte; Ausreißer darüberhinaus werden als einzelner Kreis sichtbar gemacht. Unter den Boxplots sind zudem meist Tabellen mit Mittelwerten und in Klammern Standardabweichungen für den jeweiligen Graphen dargestellt.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung beschäftigt sich zunächst mit der Präsentation der erhobenen biometrischen Daten, bevor die radiologische Auswertung erfolgt. Der Kern der Arbeit, die Ergebnisse der Scores und Fragebögen, wird zum Schluss abgehandelt.

3.1 Dehnfähigkeit der Muskulatur

Die Dehnfähigkeit des Quadrizeps in der Luxationsgruppe ergab eine auffällig hohe Streuung der Messwerte, die bei der Messung der Dehnfähigkeit der Hamstrings sogar beide Gruppen betraf. Die Dehnfähigkeit der Muskelgruppen "Quadrizeps" sowie "ischioocrurale Muskulatur" schien in der Luxationsgruppe verglichen mit der Gruppe "FPSS" tendenziell vermindert zu sein. Im Vergleich zu der Gruppe "FPSS" ergab sich für die Luxationsgruppe sogar eine signifikante Verkürzung hinsichtlich der Dehnfähigkeit des Gastrocnemius (s. Abb. 3.1, 3.2, 3.3; Tab. 3.1, 3.2, 3.3).

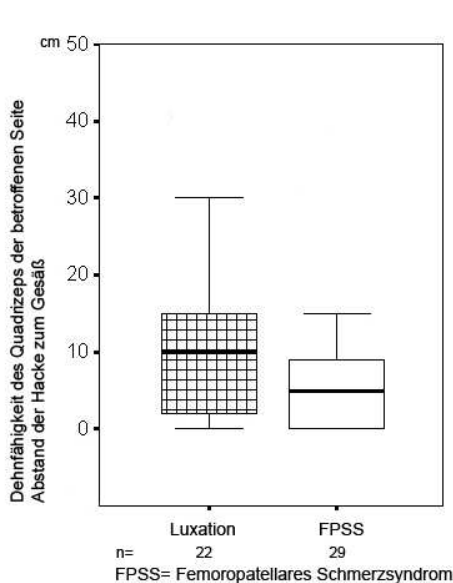


Abbildung 3.1: Dehnfähigkeit des Quadrizeps. Abstand der Hacke zum Gesäß in cm.

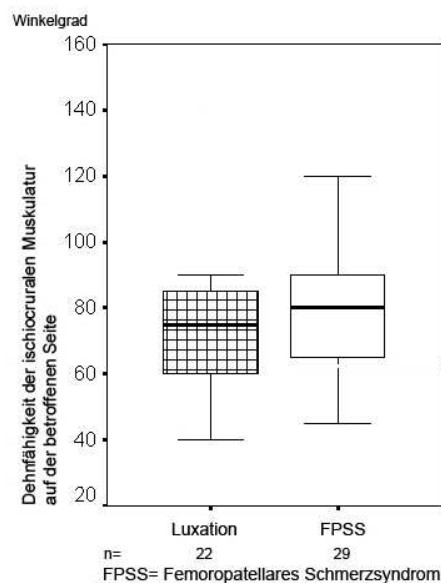


Abbildung. 3.2: Dehnfähigkeit der Hamstrings. Hüftflexion in Winkelgrad.

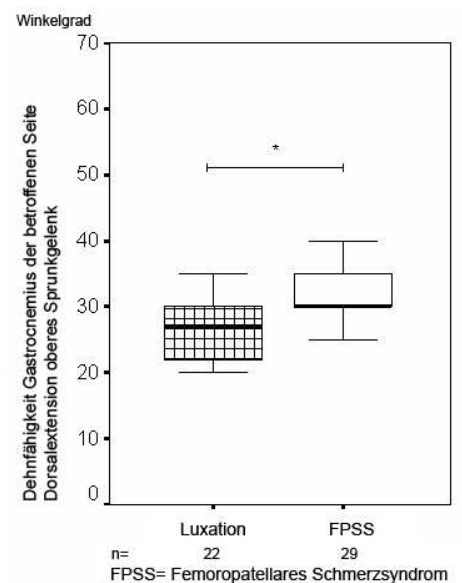


Abbildung. 3.3: Dehnfähigkeit des Gastrocnemius. Dorsalextension im oberen Sprunggelenk in Winkelgrad (* $p < 0,05$).

Luxation (n=22)	FPSS (n= 29)
10,19 (10,28)	7,59 (9,87)

Tabelle 3.1: Dehnfähigkeit des Quadrizeps der betroffenen Seite. Abstand der Hacke zum Gesäß in Zentimetern. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
66,18 (28,96)	80,69 (20,99)

Tabelle 3.2: Dehnfähigkeit der Hamstrings der betroffenen Seite. Angaben in Winkelgrad. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
26,95 (4,96)	32 (8,74)

* Gruppe Luxation zu Gruppe FPSS

Tabelle 3.3: Dehnfähigkeit der Wade der betroffenen Seite. Angaben in Winkelgrad. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (*p<0,05).

3.2 Q-Winkel

Da nicht alle präoperativen Werte vorlagen, wurden nur 19 bzw. 24 Patienten in die Auswertung des Q-Winkels eingeschlossen. Beide Gruppen zeigten identische Ausgangswerte hinsichtlich der Medianwerte bei der präoperativen Messung. Nach der Versetzung der Tuberositas tibiae zeigte sich die erwartete Veränderung des Q-Winkels hinsichtlich einer Medialisierung der patellaren Führung. In beiden Gruppen verringerte sich der Q-Winkel höchst signifikant (s. Abb. 3.4, Tab. 3.4).

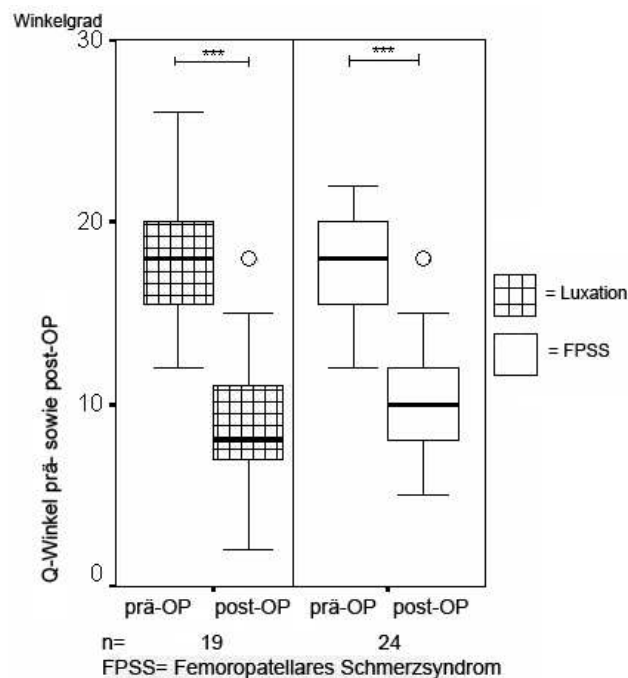


Abbildung 3.4: Der Q-Winkel prä- sowie postoperativ. Angaben des betroffenen Beines in Winkelgrad (**p<0,001).

	Luxation (n=19)	FPSS (n=22)
prä-OP	18,47 (3,49)	17,79 (2,95)
post-OP	9,14 (3,63)	10,10 (3,14)

***Gruppe Luxation prä- zu post-OP
 ***Gruppe FPSS prä- zu post-OP

Tabelle 3.4: Der Q-Winkel prä- sowie postoperativ des betroffenen Beines. Angaben in Winkelgrad. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (**p<0,001).

3.3 Umfangsdifferenzen des gesunden zum betroffenen Bein

15 cm oberhalb des Kniegelenkes, auf Höhe des Quadrizeps und gleichzeitig oberhalb des oberen Rezessus, ergab sich bei beiden Gruppen ein ähnliches Umfangsdefizit (s. Abb. 3.5, Tab. 3.5). Auch auf Höhe der Patella zeigte sich in beiden Gruppen kein nennenswerter Umfangsunterschied (s. Abb. 3.6, Tab. 3.6). Jedoch zeigte sich 15 cm unterhalb des Kniegelenkspaltes, auf Höhe des Muskelbauches der Wade, dass die Gruppe "FPSS" ein signifikant höheres Umfangsdefizit zwischen dem gesunden und dem betroffenen Bein aufwies, als die Gruppe "Luxation". (s. Abb. 3.7, Tab. 3.7).

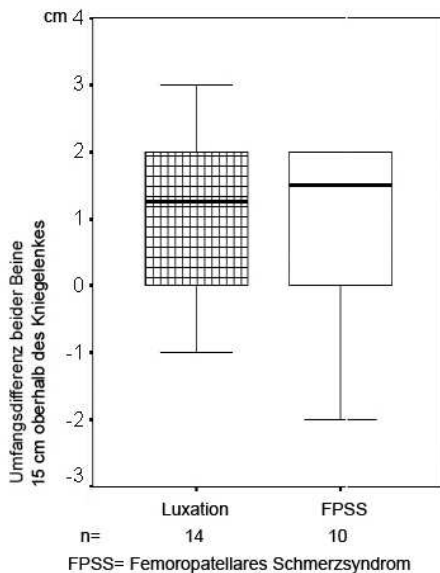


Abbildung 3.5: Umfangsdifferenz beider Oberschenkel.

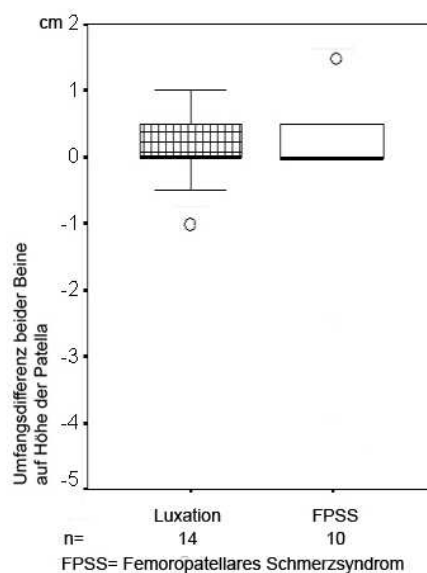


Abbildung 3.6: Umfangsdifferenz beider Kniegelenke.

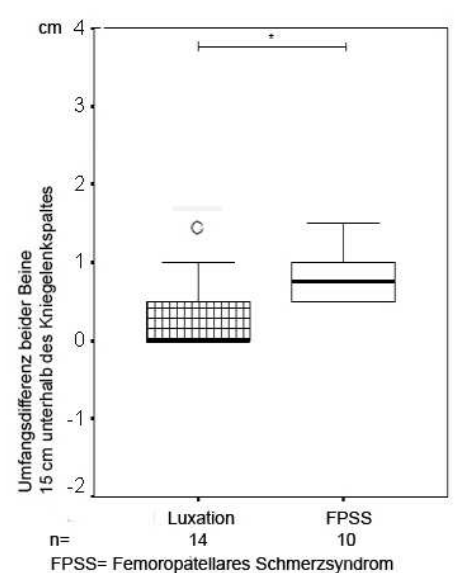


Abbildung 3.7: Umfangsdifferenz beider Unterschenkel (*p<0,05).

Luxation (n=14)	FPSS (n=10)
1,11 (1,30)	0,73 (1,54)

Tabelle 3.5: Umfangsdifferenz des Oberschenkels 15 cm oberhalb des Kniegelenkspaltes gegenüber dem nicht operierten Kniegelenk des Patienten. Angaben in Zentimetern. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

Luxation (n=14)	FPSS (n=10)
0,07 (0,47)	-0,37 (1,53)

Tabelle 3.6: Umfangsdifferenz des Kniegelenkes auf Höhe der Patella gegenüber dem nicht operierten Kniegelenk des Patienten. Angaben in Zentimetern. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

Luxation (n=14)	FPSS (n=10)
0,07 (0,81)	0,90 (0,97)

*Gruppe Luxation zu Gruppe FPSS

Tabelle 3.7: Umfangsdifferenz des Unterschenkels 15 cm unterhalb des Kniegelenkspaltes gegenüber dem nicht operierten Kniegelenk des Patienten. Angaben in Zentimetern. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (*p<0,05).

3.4 Krankengymnastik

Mitentscheidend für das postoperative Ergebnis ist die Verordnungsform und die Dauer der anschliessenden Krankengymnastik. Hier kann generell unterschieden werden zwischen Maßnahmen aus dem Heilmittelkatalog der Krankenkassen bzw. sogar Rehabilitationsmaßnahmen der Kassen oder Rentenversicherungsträgern, wobei für die durchgeführte Operation seitens der Kostenträger in der Regel die Heilmittelbehandlungen als ausreichend angesehen werden. Die Form der Krankengymnastik konnte in der Studie nur über die Quantität bestimmt werden. Qualitative Unterschiede zwischen den Physiotherapeuten und Einrichtungen waren sicherlich vorhanden, wurden aber nicht differenziert. Die Patienten wurden demnach lediglich nach der Anzahl der krankengymnastischen Anwendungen befragt. Dabei stellte sich heraus, dass die Gruppe "Luxation" signifikant mehr Krankengymnastik wahrgenommen hatte als die Gruppe "FPSS" (s. Abb. 3.8, Tab. 3.8).

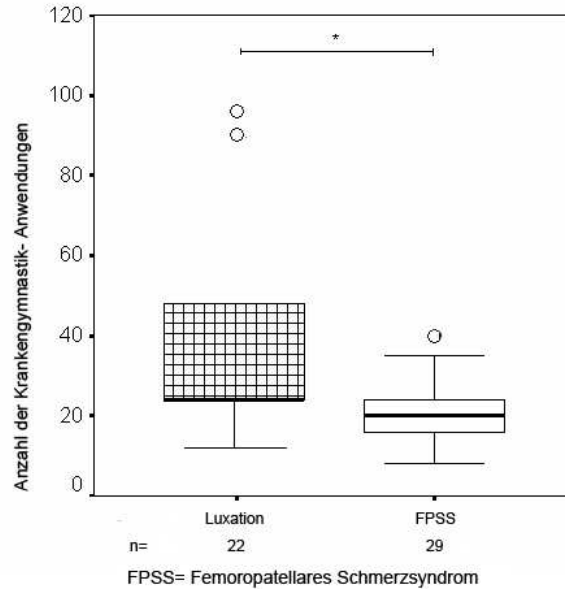


Abbildung 3.8: Anzahl der krankengymnastischen Anwendungen nach der Operation (*p<0,05).

Luxation	FPSS
38,41 (29,05) (n=22)	23,17 (9,68) (n=29)

*Gruppe Luxation zu Gruppe FPSS

Tabelle 3.8: Anzahl der krankengymnastischen Anwendungen nach der Operation. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (*p<0,05).

3.5 Radiologische Auswertung

Die radiologische Untersuchung ergab für den Caton-Deschamps Index in der Gruppe "Luxation" eine Tendenz zu einem höheren Quotienten. In dieser Gruppe bestand eine Tendenz zu einer Patella alta (vgl. Abb. 3.9, Tab. 3.9). Im Vergleich des Sulkuswinkels (erhoben in 60° Knieflexion) ergab sich ein signifikanter Unterschied hinsichtlich eines flacheren Sulkus in der Gruppe "Luxation" mit einem Medianwert von über 145° als Zeichen einer Gleitlagerdysplasie. Auffällig sind zudem die hohen Streuungen der Werte (vgl. Abb. 3.10, Tab. 3.10). In der Gruppe "Luxation" ergab sich darüberhinaus ein signifikant stärkerer Laurin Tilt in Richtung der Öffnung des patellocondylären Winkels nach medial (s. 1.2.3) mit Subluxationsstellung der Patella (s. Abb. 3.11, Tab. 3.11). Die Ergebnisse der Auswertung des Merchant Shifts sind auf Grund einer schwierigen radiologischen Beurteilung unter Vorbehalt anzusehen, was in der Methodenkritik im Diskussionsteil noch eingängiger erörtert werden soll. Die Gruppe "FPSS" erzielte hohe Streuungen der einzelnen Werte (vgl. Abb. 3.12, Tab. 3.12). Tendenzen einer

Patellalateralisierung zeigten sich dabei in beiden Gruppen; insbesondere die Gruppe "Luxation" hatte postoperativ immer noch ein Malalignment mit einem Mittelwert von 15,8°, was nach Merchant als grenzwertige Anomalie gedeutet wird (Merchant 1974).

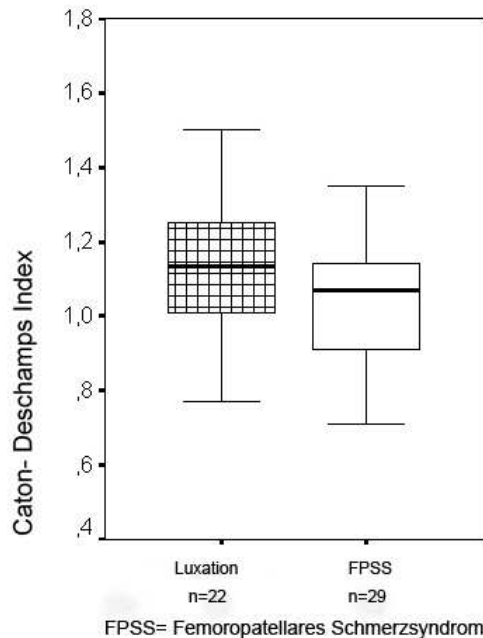


Abbildung 3.9: Der Caton-Deschamps Index des betroffenen Kniegelenkes.

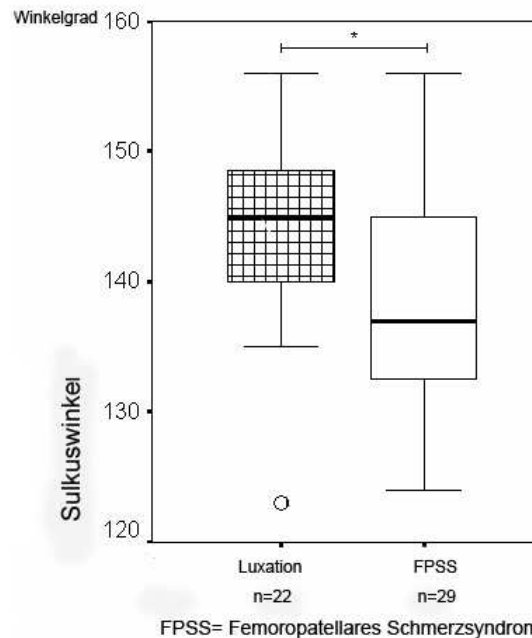


Abbildung 3.10: Der Sulkuswinkel des betroffenen Kniegelenkes (*p<0,05).

Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
10,19 (10,28)	7,59 (9,87)

Tabelle 3.9: Der Caton-Deschamps Index des betroffenen Kniegelenkes. Dargestellt sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
143,21 (7,25)	138,74 (8,41)

*Gruppe Luxation zu Gruppe FPSS

Tabelle 3.10: Der Sulkuswinkel des betroffenen Kniegelenkes. Angaben in Winkelgrad. Dargestellt sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (*p<0,05).

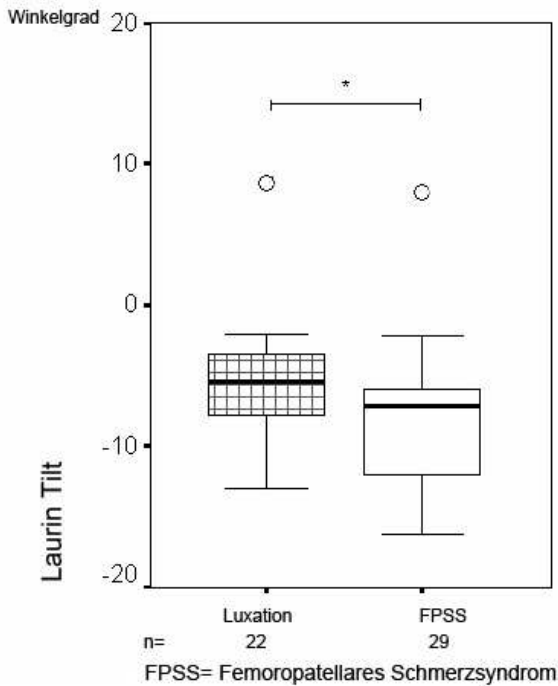


Abbildung 3.11: Laurin Tilt des betroffenen Kniegelenkes (* $p < 0,05$).

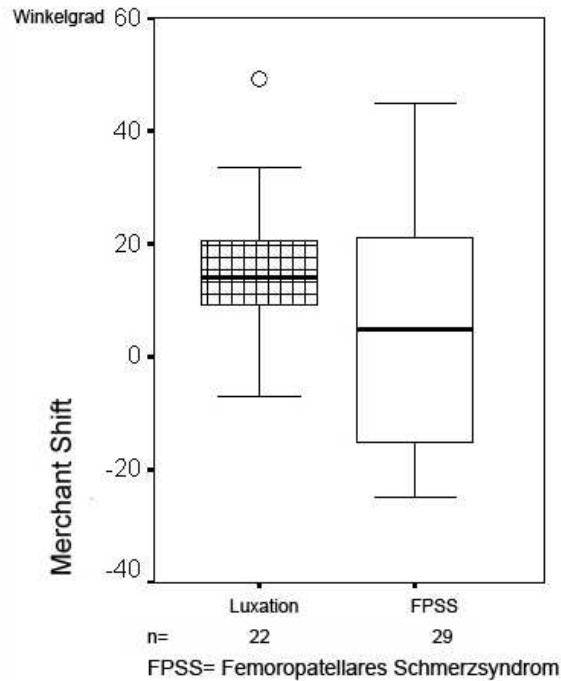


Abbildung 3.12: Merchant Shift des betroffenen Kniegelenkes.

Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
-5,64 (4,66)	-7,4 (5,12)

*Gruppe Luxation zu Gruppe FPSS

Tabelle 3.11: Laurin Tilt des betroffenen Kniegelenkes. Angaben in Winkelgrad. Dargestellt sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (* $p < 0,05$).

Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
15,76 (12,74)	5,21 (20,35)

Tabelle 3.12: Merchant Shift des betroffenen Kniegelenkes. Angaben in Winkelgrad. Dargestellt sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

3.6 Postoperative Zufriedenheit der Patienten

Die Frage nach der postoperativen Zufriedenheit der Patienten konnten beide Gruppen allgemein positiv beantworten. Nur ein kleiner Prozentsatz der Patienten war mit der OP unzufrieden und hatte nicht von ihr profitieren können. Auffallend war, dass in der "FPSS"- Gruppe ein deutlich höherer Prozentsatz mit der OP sehr zufrieden war und angab, sehr von ihr profitiert zu haben. Umgekehrt war in der Gruppe "FPSS" aber auch der Anteil derjenigen höher, die angaben, mit dem

operativen Ergebnis nicht zufrieden zu sein und von der OP nicht profitiert zu haben. Es war bei keinem Patienten der Gruppe "Luxation" eine Relaxation zu dokumentieren (s. Abb. 3.13, 3.14).

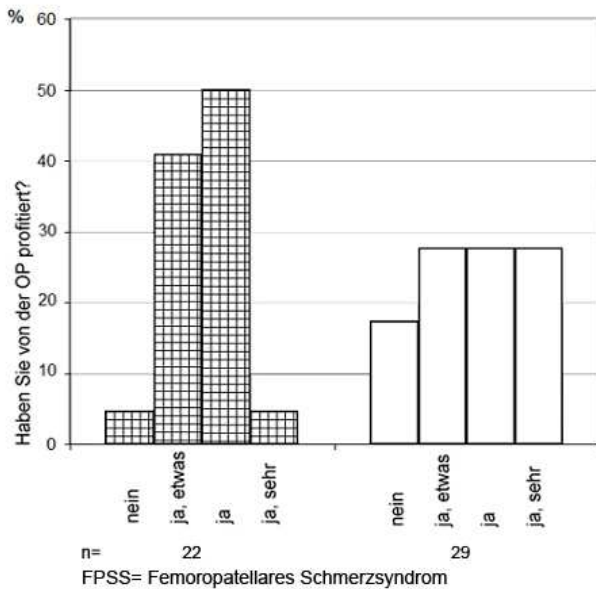


Abbildung 3.13: Profit der Patienten von der OP.

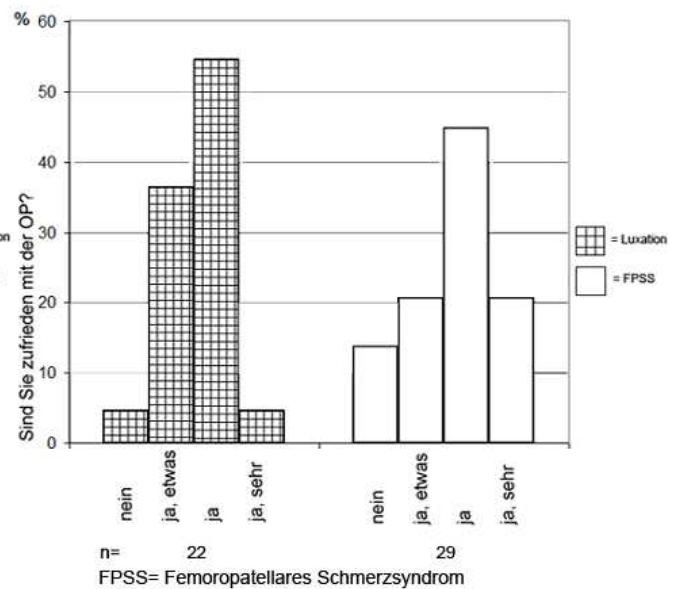


Abbildung 3.14: Zufriedenheit der Patienten mit der OP.

3.7 Funktionszustand des Kniegelenkes

Bei der Frage nach dem Funktionszustand des Kniegelenkes kann man in der Grafik erkennen, dass die Ausgangswerte der Gruppe "FPSS" vor der Operation bereits signifikant schlechter waren als in der Gruppe "Luxation" (s. Abb. 3.15, Tab. 3.13). In der Gruppe "FPSS" kam es jedoch zu einer höchst signifikanten Funktionsverbesserung nach der Operation. Auch in der Gruppe "Luxation" kam es zu einer hoch signifikanten Funktionsverbesserung, jedoch ist dieser Zugewinn an Funktion nicht ganz so deutlich zu erkennen wie in der Gruppe "FPSS". Auffallend sind in der Grafik die hohen Streuungen der Werte, insbesondere in der Gruppe "FPSS".

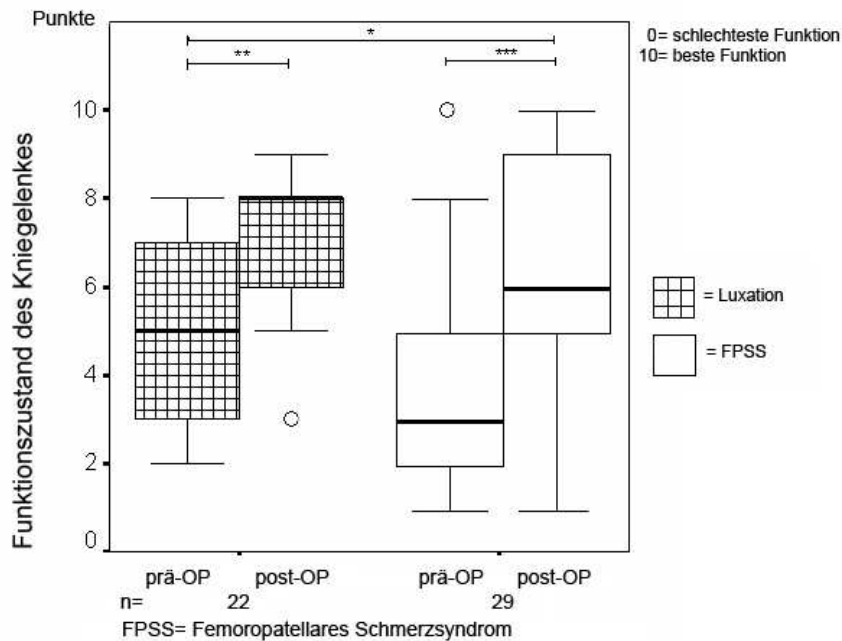


Abbildung 3.15: Funktionszustand der betroffenen Kniegelenke prä- bzw. postoperativ (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$).

	Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
prä-OP	5,32 (2,06)	3,59 (2,15)
post-OP	7,05 (1,84)	6,38 (2,58)

* Gruppe Luxation prä-OP zu Gruppe FPSS post-OP
 ** Gruppe Luxation prä- zu post-OP
 *** Gruppe FPSS prä- zu post-OP

Tabelle 3.13: Funktionszustand der betroffenen Kniegelenke prä- bzw. postoperativ. Angaben in Punkten. 0 Punkte= schlechteste Funktion, 10 Punkte= beste Funktion. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).

Sieht man sich die Veränderung des Funktionszustandes prä- bzw. post-OP an und bezieht dies auf den Grad des retropatellaren Knorpelschadens, so erkennt man ebenfalls, dass die Gruppe FPSS tendenziell einen höheren Funktionszuwachs erzielt hat. Hochinteressant erscheint, dass vor allem die Patienten mit einem geringen Chondromalaziegrad (0-II°) höhere Zuwächse an Funktion erzielen konnten als die Patienten in der Gruppe "Luxation" mit einem vergleichbaren Knorpelschaden (s. Abb. 3.16, Tab. 3.14).

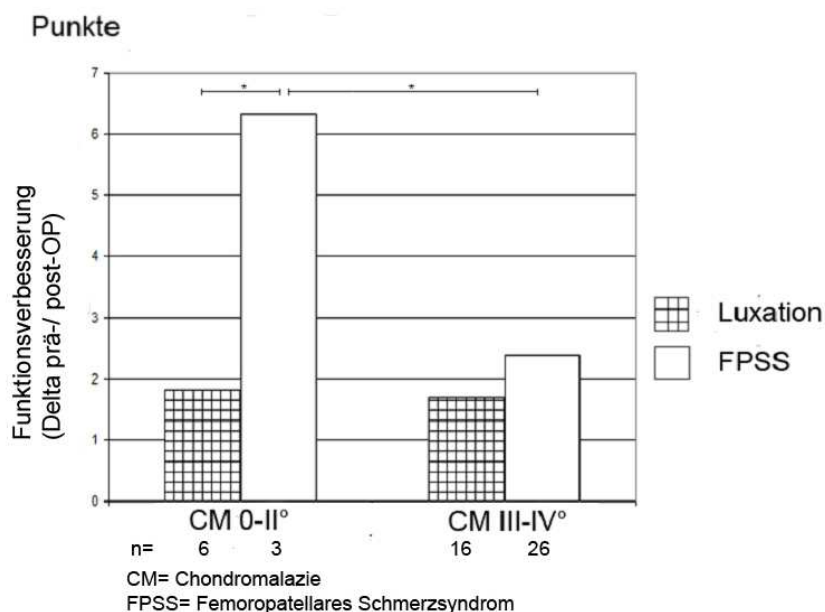


Abbildung 3.16: Zugewinn an Funktion in Abhängigkeit vom Schweregrad des Knorpelschadens (*p<0,05).

	Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
CM 0-II°	1,83 (1,47); n=6	6,33 (1,15); n=3
CM III-IV°	1,69 (2,70); n=16	2,38 (2,90); n=26

* Gruppe Luxation CM 0-II° zu Gruppe FPSS 0-II°
* Gruppe FPSS CM 0-II° zu CM III-IV°

Tabelle 3.14: Zugewinn an Funktion in Abhängigkeit vom Schweregrad des Knorpelschadens. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. CM= Chondromalazie. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom (*p<0,05).

3.8 Auswertung der standardisierten Scores

Um die Phasen des postoperativen Heilungsverlaufes zu berücksichtigen, wurden in den beiden Gruppen "Luxation" und "FPSS" jeweils drei Untergruppen gebildet; eine Untergruppe enthielt nur die Patienten, bei denen die OP 24-36 Monate zurücklag; eine weitere Patienten, bei denen die Operation 37-54 Monate zurücklag, und eine dritte enthielt alle Patienten, bei denen die OP vor mehr als 55 Monaten durchgeführt worden war. In der Gruppe "Luxation", bei der die Operation am längsten zurücklag, waren die besten Scoreergebnisse zu dokumentieren. Im OAK Score war der Unterschied zur Untergruppe "24-36 Monate post-OP" signifikant (s. Abb. 3.20). Auch zwischen den Gruppen "Luxation" und "FPSS" war ein signifikanter Unterschied im OAK Score bei den Patienten zu erkennen, bei denen die OP über 55 Monate zurücklag. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich im WOMAC, Lysholm und Kujala Score. In den Untergruppen, bei denen die Operation vor nicht so langer Zeit

durchgeführt worden war (24-36 Monate), zeigte sich ein ähnlicher Scorewert, gefolgt von leicht besseren Werten in der zeitlich folgenden Untergruppe ("37-54 Monate post-OP") und schliesslich deutlich abfallenden Werten in der Gruppe "FPSS" bei den Patienten, deren OP über 55 Monate her war. Die Patienten aus der Gruppe "FPSS" schienen in diesem Zeitraum weniger stark von der Operation zu profitieren; ihre Werte näherten sich wieder den Werten der Patienten aus dem Stadium 24-36 Monate post-OP an (s. Abb. 3.17, 3.18 und 3.19).

Unterlässt man die Einteilung der Gruppen nach postoperativen Monaten und bildet neue Gruppen nach dem Grad der Chondromalazie 0-II° und III-IV°, so gibt es in der Gruppe "FPSS" signifikante Unterschiede zwischen diesen Gruppen, die darauf hinweisen, dass der Erfolg der Operation vom Grad des Knorpeldefektes abhängen könnte. In sämtlichen Scores kam es zu deutlichen Unterschieden zwischen der Gruppe "FPSS" mit einer Chondromalazie 0-II° und der Gruppe "FPSS" mit einer Chondromalazie III-IV° (s. Tab. 3.15, 3.16, 3.17, 3.18). Im WOMAC Score war der Unterschied zwischen den beiden Gruppen "Luxation" und "FPSS" des Chondromalaziegrades 0-II zu Gunsten der Gruppe "FPSS" sogar signifikant (s. Tab. 3.17). Dies allerdings bei sehr kleinen Stichproben von 6 ("Luxation") und 3 ("FPSS") Probanden.

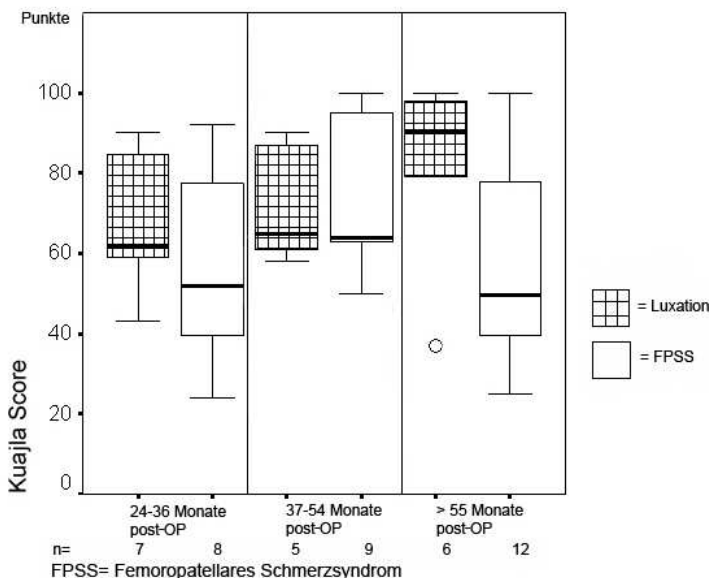


Abbildung 3.17: Kujala Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten.

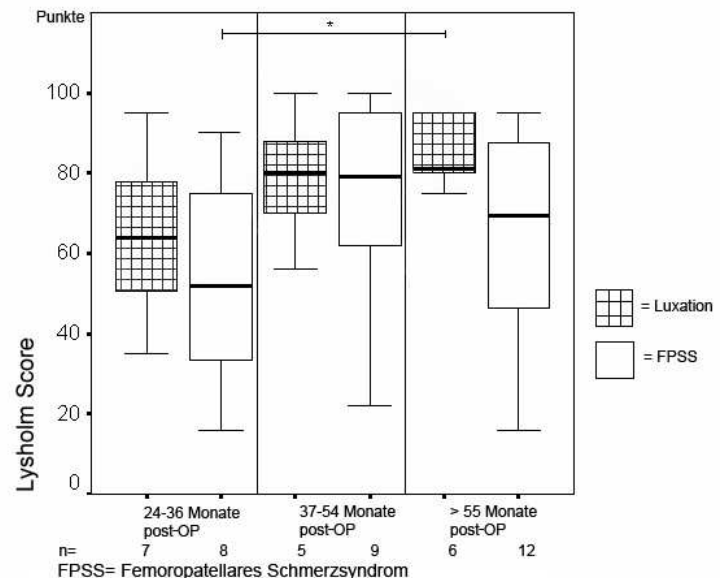


Abbildung 3.18: Lysholm Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten (*p<0,05)

	Luxation	FPSS
Gesamt	73,05(19,02);n=22	62,41(23,24);n=29
CM 0-II°	79,33(16,05);n=6	94,67(4,62);n=3
CM III/IV°	70,69(19,98);n=16	58,69(21,54);n=26

Tabelle 3.15: Kujala Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad.

* Gruppe FPSS: CM 0-II° zu CM III/IV°

Dargestellt sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom. Angaben in Punkten (*p<0,05).

	Luxation	FPSS
Gesamt	74,32(18,70);n=22	64,14(27,23);n=29
CM 0-II°	75,67(21,11);n=6	93,33(5,77);n=3
CM III/IV°	73,81(18,43);n=16	60,77(26,71);n=26

Tabelle 3.16: Lysholm Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad.

* Gruppe FPSS: CM 0-II° zu CM III/IV°

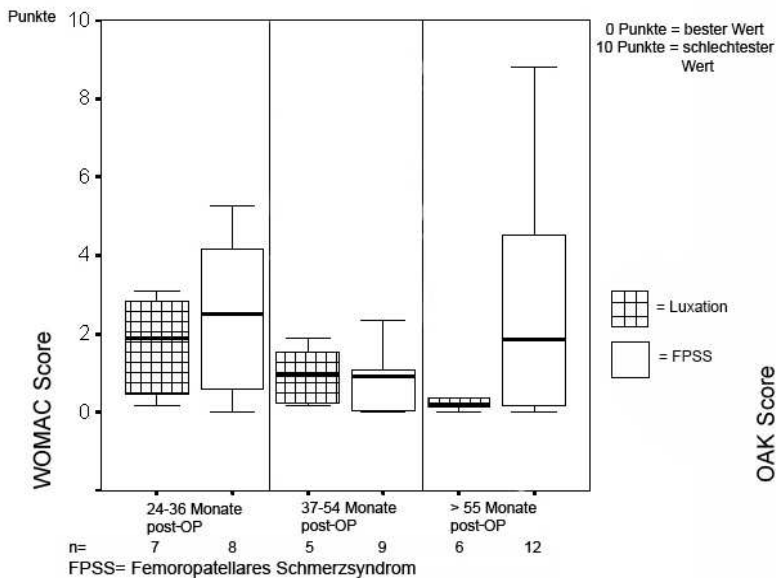


Abbildung 3.19: WOMAC Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten.

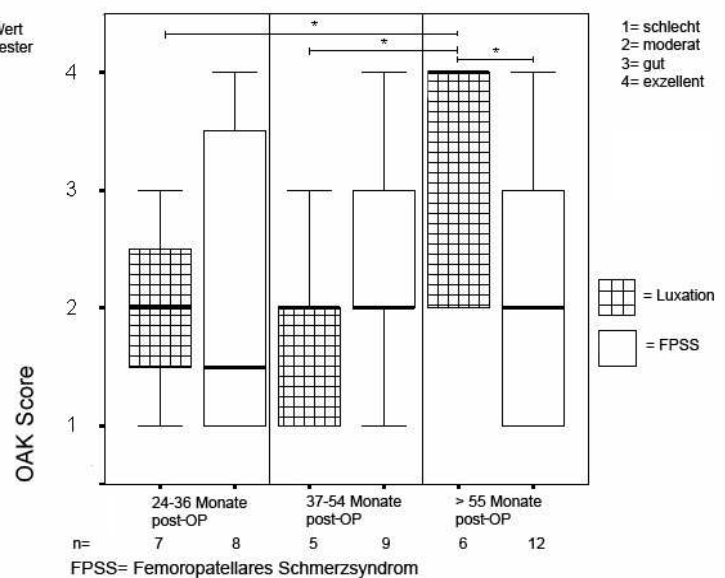


Abbildung 3.20: OAK Score in Abhängigkeit vom postoperativen Monat des Patienten (*p<0,05).

	Luxation	FPSS
Gesamt	1,13 (1,19);n=22	2,02 (2,18);n=29
CM 0-II°	1,37 (1,38);n=6	0,00 (0,00);n=3
CM III/IV°	1,04 (1,12);n=16	2,25 (2,19);n=26

Tabelle 3.17: WOMAC Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad.

* Gruppe FPSS: CM 0-II° zu CM III/IV°
* CM 0-II°: zwischen Gruppe Luxation und FPSS

Dargestellt sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom. Angaben in Punkten (*p<0,05).

	Luxation	FPSS
Gesamt	2,27 (1,08);n=22	2,24 (1,22);n=29
CM 0-II°	2,67(1,21);n=6	4,00 (0,00);n=3
CM III/IV°	2,13 (1,02);n=16	2,04 (1,00);n=26

Tabelle 3.18.: OAK Score gesamt und in Abhängigkeit vom Chondromalaziegrad.

* Gruppe FPSS: CM 0-II° zu CM III/IV°

3.9 Schmerzskala

Die Patienten sollten auf einer Skala von 0-10 den aktuellen Schmerzzustand markieren, wobei "0" keine Schmerzen bedeutet und "10" stärkste Schmerzen. Hierbei zeigte sich, dass die Gruppe "FPSS" deutlich mehr Schmerzen aufwies als die Gruppe Luxation, diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant (s. Abb. 3.21, Tab. 3.19).

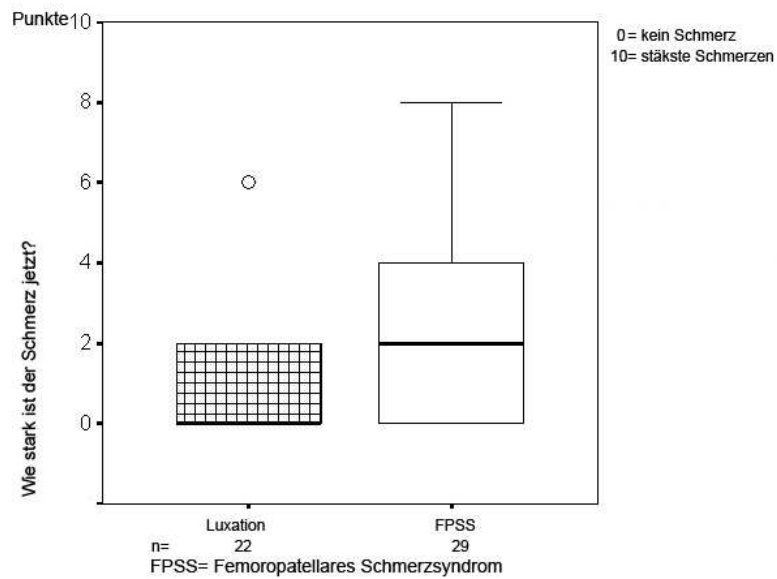


Abbildung 3.21: Aktuelles Schmerzempfinden im betroffenen Kniegelenk.

Luxation (n=22)	FPSS (n=29)
0,91 (1,41)	2,38 (2,53)

Tabelle 3.19: Aktuelles Schmerzempfinden im betroffenen Kniegelenk. Angaben in Punkten. 0 Punkte= kein Schmerz, 10 Punkte= stärkste Schmerzen. Dargestellt sind Mittelwerte und in Klammern Standardabweichungen. FPSS= Femoropatellares Schmerzsyndrom.

4. Diskussion

Im Folgenden sollen die oben dargestellten Ergebnisse vor dem Hintergrund der bisherigen wissenschaftlichen Ergebnisse verglichen und diskutiert werden. Eingangs sollen jedoch an dieser Stelle die Methoden der Untersuchung kritisch hinterfragt werden, ehe sich die Diskussion der Auswertung der Ergebnisse zuwendet.

4.1 Kritik der Methode

4.1.1 Kritik an der Probandenauswahl und den äußeren Umständen

Das femoropatellare Schmerzsyndrom stellt, wie in der Einleitung bereits gesehen, ein äußerst komplexes Krankheitsbild dar. Ursächlich können hierbei neben muskulären Schwächen oder Verkürzungen der kniegelenksnahen Muskulatur auch ligamentäre, statische, degenerative oder auch psychische Komponenten eine Rolle spielen (Radin und Pan 1993, Thomee et al. 1999). Es ist somit schwierig, aus dieser Vielzahl an Variablen eine homogene Stichprobe zu bilden. Zudem war die Geschlechtsverteilung in der vorliegenden Studie ungleichmäßig; die meisten Probanden waren weiblich, was allerdings charakteristisch für das femoropatellare Schmerzsyndrom sowie für Luxationsneigungen im Femoropatellargelenk ist (Christou 2004).

Einige Patienten waren darüberhinaus schon mehrmals am Kniegelenk voroperiert, so dass auch hier die Vergleichbarkeit der Patienten innerhalb der einzelnen Gruppen unter Vorbehalt zu sehen ist. Patienten mit knorpeldegenerativen Prozessen im Kniegelenk wiesen eine hohe Variation in Lokalisation und Ausmaß der Schäden auf.

4.1.2 Einschränkung der erhobenen Funktionsscores

Die eingesetzten Fragebögen waren alle für femoropatellare Beschwerden sowie für (Sub-) Luxationsproblematiken ausgerichtet, dennoch war für die Patienten die Zuordnung der zu setzenden Kreuze nicht immer ganz eindeutig zu tätigen. Auch Fragen, die unabhängig von den standardisierten Fragebögen gestellt wurden, waren den Probanden nicht immer ganz schlüssig. Es war den Patienten jedoch

erlaubt, beim Untersucher nachzufragen, wie die jeweilige Frage zu verstehen sei. Die Frage wurde dann zusammen mit dem Untersucher durchgegangen und geklärt. Dadurch sollte vermieden werden, dass durch ein Missverständnis Fragen unwahr beantwortet wurden. Der Untersucher lieferte aber keinerlei Hilfestellung hinsichtlich des Setzens der Kreuze, um eine Beeinflussung der Probanden zu vermeiden. Einen weiteren Kritikpunkt stellt die Frage nach dem Funktionszustand des Kniegelenkes vor der OP dar. Hier wurde davon ausgegangen, dass der Patient den genauen Funktionszustand seines Kniegelenkes vor der Operation noch im Gedächtnis hat. Teilweise lag bei den Patienten die Operation jedoch über 5 Jahre zurück, so dass es zu subjektiven Verfälschungen des ehemaligen Funktionszustandes gekommen sein kann.

4.1.3 Einschränkung der radiologischen Diagnostik

Deutliche Probleme gab es in der Berechnung des Merchant Shifts. Er wurde in 60° Flexion erhoben, was konform mit den Ausführungen der Originalarbeit ist (Merchant et al. 1974). Die standardisierte Auswertung verursachte jedoch erhebliche Probleme, was zum einen an der exakten Definition des prominentesten Punktes des retropatellaren Firstes lag, zum anderen aber auch an der Definition der tiefsten Stelle des Sulkus. Eine Missinterpretation einer dieser Punkte resultierte in einer Abweichung des Merchant Shifts, so dass die Interpretation dieser Ergebnisse unter Vorbehalt zu sehen ist. Smith et al. berichteten von ähnlichen Problemen bei ihrer Auswertung verschiedener radiologischer Berechnungsformen, insbesondere beim Congruence angle (Merchant Shift) und beim Sulkuswinkel (Smith et al. 2013). Die Autoren gingen davon aus, dass die Bestimmung der korrekten Winkel in hohem Maße von der Erfahrung des Untersuchers und der fachärztlichen Spezialisierung abhängen. In der vorliegenden Studie gestaltete sich die Bestimmung des Sulkuswinkels allerdings als weniger problematisch, was sich wiederum mit den Ergebnissen von Davies et al. deckt (Davies et al. 2000). Eine weitere Problematik trat bei der Erhebung des Laurin Tilts auf. Der Laurin Tilt sollte laut der Autoren möglichst in 20° Knieflexion gemessen werden. Somit wären die vorliegenden Röntgenbilder in 30° Kniebeugung nicht aussagekräftig, weil die Patella in diesem Winkel bereits passiv in den femoralen Sulkus gleitet (Laurin et al. 1979). Da die Röntgenbilder in 30° Knieflexion auf Grund technischer Mängel bei der Anfertigung zudem zum großen Teil nicht auswertbar waren, mussten die Bilder in 60°

Beugeposition zur Auswertung genutzt werden. Die Aussagekraft des Laurin Tilts in dieser Position ist somit nicht belegt, wobei noch hinzukommt, dass sich hier die gleichen Bestimmungsprobleme des Winkels ergaben, wie beim Merchant Shift. Diese Probleme sind aber ebenfalls der Literatur bekannt (Alemparte et al. 2007).

4.1.4 Kritik an der Erstellung verschiedener Subgruppen gemäß des Operationszeitpunktes

Es wurden drei Subgruppen in den Gruppen "Luxation" und "FPSS" gebildet, um bei der Darstellung der Fragebogenergebnisse einen Längsschnitt zu erzielen. Diese Ergebnisse stellen jedoch keinen wirklichen Längsschnitt an drei verschiedenen Zeitpunkten dar, sondern repräsentieren einen Querschnitt von drei Subgruppen, die drei verschiedenen Zeitpunkten zugeteilt wurden. Ein wirklicher Längsschnitt über mehrere Jahre mit einer postoperativen Scoreerhebung an drei verschiedenen Zeitpunkten wäre in jedem Fall zu bevorzugen, liess sich in der vorliegenden Studie aber nicht realisieren.

4.2 Das operative Verfahren

Operative Verfahren in der Behandlung femoropatellarer Schmerzsymptomatiken und Instabilitäten gestalten sich als äußerst heterogen und haben in der Vergangenheit eine starke Entwicklung durchlebt. Somit werden diese Verfahren auch in der Literatur kontrovers diskutiert. Die vorliegende Operationsmethode hat ihren Ursprung in der Behandlung femoropatellarer Instabilitäten. Insbesondere Autoren aus Lyon haben hierzu im Namen der "Lyonnaiser Schule" eine Vielzahl an Arbeiten publiziert.

Die angewendete Operation der Tuberositas tibiae-Medialisierung ist ein anerkanntes Verfahren in der Behandlung femoropatellarer Dysplasien. Die Tuberositas tibiae-Medialisierung nach Elmslie-Trillat hat im Laufe ihrer Evolution von Roux im Jahre 1888 über die Beschreibung von Trillat 1964 (vgl. 1.1.2.1) durch die Lyonnaiser Schule eine ganz klare Indikationsstellung erhalten. 1987 veröffentlichten Henri Déjour und Gilles Walch die grundlegenden Prinzipien und diagnostischen Grundlagen für die Behandlung femoropatellarer Instabilitäten, die bis heute gültig sind. Ihre Arbeit war eine Gemeinschaftsarbeit der gesamten

Lyonnaiser Schule, die über 1800 Fälle femoropatellarer Probleme analysierten, welche durch Patellaluxationen, das femoropatellare Schmerzsyndrom, Femoropatellararthrose oder operative Fehler hervorgerufen worden waren (Déjour und Walch 1987). Die Essenz dieser Arbeit war es, eine femoropatellare Dysplasie anhand klarer Kriterien einer lateralen Röntgenaufnahme zu definieren. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Behandlung femoropatellarer Instabilitäten gesetzt, wobei die Instabilität durch eine stattgehabte Luxation definiert wurde, bei der Patella und Femurgelenkfläche den Kontakt komplett verloren hatten. Déjour und Walch arbeiteten vier ursächliche Faktoren einer patellaren Instabilität heraus, die jeweils signifikante Schwellenwerte besitzen. Dies sind eine trochleare Dysplasie mit einem Sulkuswinkel über 145° (im lateralen Strahlengang zu erkennen am sogenannten "Crossing sign", vgl. Abb. 4.1), eine Patella alta mit einem Caton-Deschamps Index von größer als 1,2, eine übermässige TTTG-Distanz von mehr als 20 mm sowie ein lateraler Tilt von über 20° .

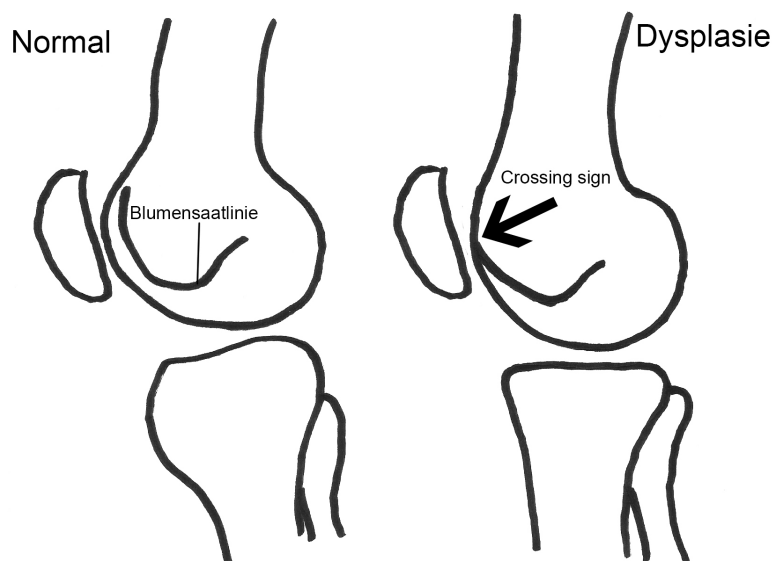


Abbildung 4.1: Das Crossing sign. Die Projektion des Sulkus im lateralen Röntgenbild wird als Blumensaatlinie bezeichnet. In einem normalen Kniegelenk bleibt diese Linie hinter der Condylenlinie, was wiederum eine tiefe und kongruente Trochlea repräsentiert. Das Crossing sign ist positiv, wenn die Blumensaatlinie die laterale Condylenlinie kreuzt; dieses Phänomen tritt auf bei einer abgeflachten Trochlea (umgezeichnet nach Arendt und Déjour 2013).

Hieraus ergab sich das "Menu à la carte", in der H. Déjour für jede Pathologie klare operative Therapien vorgab (Malghem und Maldague 1989, Déjour et al. 1994, Arendt und Déjour 2012, Arendt und Déjour 2013). Bei trochlearer Dysplasie wird eine sulkusvertiefende Trochleoplastik, bei Patella alta eine Patelladistalisierung, für die übermässige TTTG-Distanz eine Patellamedialisierung (Elmslie-Trillat) und für den übermässigen lateralen Tilt eine Vastus Medialisplastik empfohlen. Jede dieser

Techniken wird mit einem Lateral Release kombiniert. Diese Vorgehensweise wird allerdings nicht bei Patienten mit einer reinen Schmerzsymptomatik (femoropatellares Schmerzsyndrom) empfohlen, auch wenn sich radiologische Zeichen einer Dysplasie zeigen sollten. Der entscheidende Parameter zur Anwendung des Menu à la carte ist die femoropatellare Instabilität (Déjour 1987). Trochleadysplasiezeichen zeigen sich auch in der vorliegenden Arbeit; so lag der Sulkuswinkel in der Gruppe "Luxation" mit einem Medianwert von 145° signifikant höher als in der FPSS-Gruppe mit einem Medianwert von 137° und stützt damit die Aussage Déjourns von einer Tendenz hin zu einer flachen Trochlea bei Patienten mit femoropatellaren Instabilitäten.

Die Weiterentwicklung der Forschung in der Behandlung femoropatellarer Instabilitäten führte jedoch in den 1990er Jahren zu einem Paradigmenwechsel. So wurde die Bedeutung des mediopatellofemorales Ligaments (MPFL) in der statischen Stabilisierung der Patella, insbesondere in der Extension, immer stärker propagiert (Ellera Gomes 1992). Das "Menu à la carte" wurde schliesslich um eine zusätzliche Rekonstruktion des MPFL erweitert, da es in über 90% der Fälle bei einer Luxation rupturiert (Desio 1998). Zudem wurde die Vastus Medialisplastik in den Ausführungen Déjourns größtenteils durch eine MPFL-Rekonstruktion ersetzt. Verschiedene Autoren berichteten von den guten Ergebnissen der Kombination einer Tuberositasversetzung mit einer MPFL-Rekonstruktion bei einem pathologisch vergrößertem Q-Winkel (Drez et al. 2001, Hinton und Sharma 2003). Diese Ergebnisse wurden bestätigt von Mikashima et al. durch ihre Studie an insgesamt 40 Patienten mit (Sub-) Luxationen der Patella. 20 Patienten wurden hierbei nur mit der klassischen Elmslie-Trillat OP versorgt; die anderen 20 mit einer zusätzlichen MPFL-Rekonstruktion. Sechs der Patienten ohne eine zusätzliche MPFL-Rekonstruktion zeigten deutliche Apprehension-Zeichen; zudem war die Patellastabilität bei Patienten mit der MPFL-Rekonstruktion deutlich höher (Mikashima et al. 2004). Eine MPFL-Plastik ohne eine der eigentlichen Dysplasie-korrigierenden Operationen aus dem "Menu à la carte" ist laut den Autoren allerdings wissenschaftlich nicht erwiesen und wird daher nicht empfohlen (Arendt und Déjour 2013). In mehreren Studien verdichteten sich über die Jahre die Hinweise, dass die operative Behandlung patellarer Instabilitäten generell das Risiko von arthrotischen Veränderungen signifikant erhöhe, bei jedoch gleichzeitiger signifikanter Reduktion patellarer

Redislokationen (Smith et al. 2011). Um den degenerativen Prozessen entgegenzutreten, entschieden sich Tomatsu et al., die mediale Kapselraffung bei der Operation nach Elmslie-Trillat nicht anzuwenden. Dadurch verringerten sich die arthrotischen Veränderungen und es verkürzte sich zudem die Zeit der postoperativen Rehabilitation. Ein weiterer günstiger Nebeneffekt dieser Technik sei die geringere Affektion des Nervus saphenus (Tomatsu et al. 1996).

Die in der vorliegenden Arbeit angewendete Operationstechnik ist somit als Variation der Lehre der Lyonnaiser Schule zu verstehen. Die TTTG-Distanz, die in der MRT oder CT gemessen wird, wurde nicht als Kriterium für eine Patellamedialisierung gewählt, sondern es wurde die Lateralisierungstendenz der Patella anhand des Q-Winkels quantifiziert. Hierbei spielten neben ökonomischen auch strahlenschutztechnische Gründe eine Rolle. Der Q-Winkel wurde bereits von Trillat in seiner Beschreibung der Operationstechnik als Kriterium der Quantifizierung einer Patellalateralisierung genutzt (Trillat et al. 1964) und gilt als pathologisch vergrößert bei über 15° (Männer) bzw. bei über 20° (Frauen) (Andrish 1997, Frosch et al. 2009). Des Weiteren wurde in der vorliegenden Studie keine Rekonstruktion des MPFL bei einer stattgehabten Luxation durchgeführt, wie es eigentlich von Arendt und Déjour angedacht wurde (Arendt und Déjour 2013). Es zeigte sich in der Gruppe "Luxation" wie erwartet ein präoperativ tendenziell erhöhter Medianwert des Q-Winkels von 18°, der postoperativ signifikant in den physiologischen Bereich von 8° korrigiert werden konnte. Die Gruppe FPSS wies mit 18° ebenfalls tendenziell einen erhöhten Q-Winkel auf; postoperativ konnte er signifikant auf 10° reduziert werden.

Von vielen Autoren wird die MPFL-Rekonstruktion zur Zeit als primäre Operationstechnik bei rezidivierender Patellaluxation angesehen (Nomura et al. 2000, Bicos et al. 2007, Andrish 2008). Die mediale Stabilisierung der Patella durch das MPFL ist folglich gegenwärtig Thema vieler Studien. Der direkte Vergleich ist allerdings auf Grund verschiedener Operationstechniken und Studiendesigns äußerst kompliziert. So ergab ein Studienvergleich von Smith et al. Reluxationsraten von 5% bei 115 MPFL-Rekonstruktionen (Smith et al. 2007), wohingegen die Patienten der vorliegenden Studie keine Reluxationen aufwiesen. Zudem scheint es bei MPFL-Rekonstruktionen noch zu relativ hohen Komplikationsraten zu kommen.

Es wurde in einem weiteren Literaturvergleich postoperativer Ergebnisse eine Komplikationsrate von 26,1 % (Flexionsverlust, Patellafraktur, Zeichen klinischer Instabilität, Schmerz) erhoben (Shah et al. 2012). Ostermeier et al. konnten bei Patienten zwar eine bessere patellofemorale Stabilisierung mittels MPFL-Rekonstruktion im Vergleich zum Tuberositas tibiae-Transfer nachweisen (Ostermeier et al. 2006), es gilt jedoch zu bedenken, dass die isolierte MPFL-Rekonstruktion einen hohen technischen Aufwand sowie hohe Kosten verursacht und in Langzeitergebnissen noch keine signifikante Überlegenheit gegenüber anderen Techniken erwiesen hat (Baier et al. 2011). Die Auseinandersetzung mit der Patellastabilisierung über das MPFL soll an dieser Stelle jedoch nicht weiter vertieft werden; vielmehr wird sich die Arbeit im Folgenden der Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf die Anwendung der Tuberositas tibiae-Medialisierung nach Elmslie-Trillat bei unterschiedlicher Indikationsstellung zuwenden.

4.3. Diskussion der Ergebnisse der Elmslie-Trillat Operation bei femoropatellaren Schmerzen mit und ohne femoropatellarer Instabilität

Die Besonderheit der vorliegenden Arbeit ist es, die eigentlich für die femoropatellare Instabilität angedachte Operationstechnik nach Elmslie-Trillat für die Therapie des femoropatellaren Schmerzsyndroms bei einem femoropatellaren Malalignment ohne eine stattgehabte Luxation zu nutzen. Die Literatur berichtet von einigen ähnlich angelegten Studien. Rillmann et al. verglichen den Einfluss der Elmslie-Trillat Methode auf das Outcome von Patienten mit femoropatellarer Instabilität und femoropatellarem Schmerzsyndrom mit einem gleichzeitigen Malalignment (Rillmann et al. 2000). Allerdings handelte es sich bei der Operationstechnik um eine Modifizierung, wobei nur das mediale Drittel der Patellasehne versetzt wurde, so dass diese Arbeit mit der vorliegenden Studie nicht direkt vergleichbar ist. Diese Autoren berichteten von durchweg guten oder exzellenten Ergebnissen für die FPSS-Gruppe im Turba Score und es gab in diesem Score keine signifikanten Unterschiede zu der Luxationsgruppe. Kumar et al. bildeten 3 Gruppen (Patellaluxation ohne Schmerzsymptomatik, Patellaluxation mit Schmerzsymptomatik sowie femoropatellares Schmerzsyndrom mit einem femoropatellaren Malalignment) und versorgten diese Patienten mit einer

Tuberositasmedialisierung nach Elmslie-Trillat, bei der in Anlehnung an Tomatsu auf die üblicherweise vorgesehene mediale Kapselraffung verzichtet wurde (Kumar et al. 2001). Die Stichproben waren hier jedoch mit jeweils nur neun Patienten recht klein und das Follow-up lag bei 18-72 Monaten (Medianwert 36 Monate). Es stellte sich heraus, dass der Kujala Score lediglich bei den Patellaluxationspatienten mit durchschnittlich 91 Punkten exzellent war, während der Score in den übrigen beiden Gruppen signifikant niedriger lag (70 bzw. 72 Punkte). Dies deckt sich in etwa mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, in der ebenfalls die Gruppe "Luxation" im Kujala Score bessere Ergebnisse erzielte (Mittelwert 73,0 Punkte) als die Gruppe "FPSS" (Mittelwert 62,4 Punkte, nicht signifikant). Insbesondere bei den Patienten, bei denen die Operation über 55 Monate zurücklag, war der Medianwert der Gruppe "FPSS" mit 49,5 Punkten deutlich niedriger als in der Gruppe "Luxation" mit 90,5 Punkten. Bessere Ergebnisse zeigte in der vorliegenden Studie jedoch die Gruppe "FPSS" 37-54 Monate post-OP; sie lag in diesem Zeitraum in etwa gleichauf mit der Gruppe "Luxation" (Medianwert 64 bzw. 65 Punkte).

Eine weitere vergleichbare Studie erstellten Dannawi et al.. Sie bildeten ebenso wie Kumar et al. drei Gruppen: Patellaluxation, femoropatellares Schmerzsyndrom mit einem gleichzeitigen Malalignment und eine weitere Gruppe mit beiden Symptomen (Dannawi et al. 2010). Der Schmerzzustand ihrer insgesamt 29 Patienten wurde nach einem Zeitraum von durchschnittlich 45 (24-74 Monate) Monaten postoperativ anhand des Fulkerson Scores evaluiert. Hierbei zeigten sich auch in der Studie von Dannawi et al. signifikant schlechtere Scoreergebnisse für die Patienten, die mit einem reinen femoropatellaren Schmerzsyndrom und einem begleitenden Malalignment operiert worden waren. In ihrer Studie empfanden zudem knapp 70% der Patienten der Gruppe "Luxation" das Ergebnis im sogenannten Cox Score als "exzellent", jedoch nur etwa 10% der Gruppe "FPSS". Etwa 20% der Patienten der Gruppe "FPSS" empfanden das Ergebnis als "gut". Zum Vergleich vergaben in der vorliegenden Studie etwa 20% der Patienten der Gruppe "FPSS" die höchste Wertung ("sehr zufrieden"), etwa 45% der Patienten waren "zufrieden", was die zweithöchste von vier Wertungsstufen darstellt. Dannawi et al. stellen fest, dass insbesondere das Alter ein entscheidender Faktor für das Outcome der Patienten sei. Das Alter der Patienten mit einem guten oder exzellentem Ergebnis betrug in ihrer Studie durchschnittlich 28 Jahre; diejenigen mit einem unterdurchschnittlichen

Ergebnis ("fair", "poor") waren im Durchschnitt 37 Jahre alt. Zudem machten die Autoren sehr stark den Grad des Knorpelschadens für das postoperative Ergebnis verantwortlich; nur einer von 7 Patienten mit einem Knorpelschaden von Grad III/IV hatte ein gutes bzw. exzellentes Ergebnis. Zu ähnlichen Erkenntnissen kamen Karataglis et al.. Auch diese Autoren konnten unabhängig von der OP-Indikation signifikant schlechtere Outcomes nach der Elmslie-Trillat Operation bei Patienten mit einer Chondromalazie Grad III/IV im Vergleich zu einem geringeren Knorpelschaden nachweisen. Sie sahen allerdings keinen direkten Bezug zum Alter des Patienten (Karataglis et al. 2006). Wang et al. konnten ebenfalls keinen Zusammenhang von Alter, Geschlecht, Körpergröße und Körpergewicht zum postoperativen Ergebnis einer Tuberositäsmedialisierung bei femoropatellarem Schmerzsyndrom herstellen. Ihre Probanden hatten postoperativ einen Lysholm Score von 91,4 Punkten (Wang et al. 2005). Damit erzielten diese Patienten, bei deren Pathologien es sich hauptsächlich um Chondromalacia patellae und Patellofemoralarthrose handelte, deutlich günstigere Ergebnisse als die Patienten in der vorliegenden Studie (Mittelwert 64,1 Punkte). Jedoch war auch ihr präoperativer Wert mit 71,1 Punkten schon recht hoch, so dass man von einer präoperativ gesünderen Population ausgehen muss. In der vorliegenden Studie erzielten die Probanden die günstigsten Ergebnisse innerhalb des Follow-up Zeitraumes von 37-54 Monaten post-OP mit einem Medianwert von 79 Punkten im Lysholm Score. Die Autoren sehen als Hauptgründe für ein nicht zufriedenstellendes operatives Outcome insbesondere den Grad des präoperativen Knorpelschadens sowie eine inadäquate Korrektur des patellaren Malalignments an. Wang et al. erzielten ein gutes oder exzellentes Ergebnis bei 88,7% ihrer Patienten mit femoropatellarem Malalignment in einem Follow-up von 25-96 Monaten (Wang et al. 2005). Dieses Ergebnis scheint im Vergleich zu der vorliegenden Studie, in der 75% der Probanden mit femoropatellarem Schmerzsyndrom im Follow-up von 14-96 Monaten zufrieden oder sehr zufrieden sind, recht hoch zu sein. Neben der Tuberositäsmedialisierung an 41 Kniegelenken wurden in der Studie von Wang et al. allerdings auch 12 Tuberositäsanteriorisierungen durchgeführt, so dass die Vergleichbarkeit nur bedingt ist. Diese Technik birgt allerdings ein relativ hohes Frakturrisiko (Dannawi et al. 2010) und auch die Gefahr einer Patellainstabilität auf Grund einer geringeren femoropatellaren Kontaktfläche steigt (Dandy 1996). Betrachtet man in der vorliegenden Studie die Ergebnisse in Bezug auf den Grad

der Chondromalazie, so kann man die Ergebnisse von Dannawi et al., Karataglis et al. sowie Wang et al. bestätigen. Die Patienten in der Gruppe "FPSS" mit einer Chondromalazie die geringer als Grad III ist, haben ein sehr gutes Outcome in den Scores (Mittelwert im Kujala Score: 94,7 Punkte; im Lysholm Score: 93,3 Punkte); diejenigen Patienten mit einem Chondromalaziegrad III-IV schnitten in der vorliegenden Studie signifikant schlechter ab (Mittelwert im Kujala Score: 58,7 Punkte; im Lysholm Score: 60,8 Punkte). Bei der Diskussion der Ergebnisse muss allerdings mitberücksichtigt werden, dass nur 3 Probanden in der Gruppe "FPSS" einen Chondromalaziegrad unter III haben, so dass die Interpretation trotz der Signifikanz unter Vorbehalt zu sehen ist. Dennoch kann man diese Resultate als Hinweis darauf sehen, dass die sorgfältige Patientenauswahl für das postoperative Ergebnis von entscheidender Bedeutung ist. Im Umkehrschluss sollte man aber auch hinterfragen, ob die Elmslie-Trillat Operation für Patienten mit einem größeren Knorpelschaden profitabel ist. Man muss hierbei jedoch beachten, dass die Patienten der Gruppe "FPSS" postoperativ in der bis maximal 10 Punkten eingeteilten Funktionsskala mit durchschnittlich 2,79 Punkten höchst signifikant an Funktion hinzugewonnen haben. Demgegenüber verbesserte sich die Gruppe "Luxation" durchschnittlich "nur" um 1,72 Punkte; dieses Ergebnis war aber immer noch hoch signifikant. Aus dieser Tatsache resultiert schliesslich auch der hohe Profit der Patienten von der OP; über 80% der Patienten in der Gruppe "FPSS" gaben an, von der OP profitiert zu haben. Dennoch muss eine Auswahl der Patienten für die Operation nach Elmslie-Trillat bei femoropatellarem Malalignment sorgfältig durchgeführt werden. Neben dem Grad des Knorpeldefektes und eventuell dem Alter des Patienten können zudem auch soziale und psychische Probleme einen entscheidenden Einfluss auf das postoperative Ergebnis haben. Auch Rentenneurosen oder komplexe regionale Schmerzsyndrome können sich negativ auf das Ergebnis auswirken (Radin und Pan 1993).

Bei genauer Betrachtung der Scores fällt auf, dass die Gruppe "FPSS" die besten Ergebnisse im Zeitraum "37-54 Monate" post-OP erzielte. Die Patienten, bei denen die Operation über 55 Monate zurücklag, wiesen wieder schlechtere Scorewerte auf, die vergleichbar sind mit den Patienten, bei denen die OP 24-36 Monate zurücklag. Auf Grund der geringen Stichproben bleiben die Unterschiede zwischen den drei Zeitpunkten jedoch alle im nichtsignifikanten Bereich. Die Gruppe "Luxation"

hingegen wies eine andere Dynamik auf. Die Patienten, bei denen die OP über 55 Monate zurücklag, erzielten die besten Scorewerte; diese Ergebnisse lagen allerdings auch meist im nichtsignifikanten Bereich. Lediglich im OAK Score konnte vom Zeitpunkt "24-36 Monate" zu "über 55 Monate" eine Signifikanz erzielt werden. Somit muss man davon ausgehen, dass die Patienten in der Gruppe "FPSS" kurzfristig von der Operation profitierten, jedoch im Langzeitverlauf eine erneute Verschlechterung ihrer Symptomatik erfuhren.

Die Literatur liefert nur wenige Studien, die den Langzeitverlauf der Elmslie-Trillat Operation untersuchen. Nakagawa et al. beobachteten 39 Patienten (45 Kniegelenke) über einen Zeitraum von 120-238 Monaten (Mittelwert 161 Monate). Diese Patienten hatten allerdings eine habituelle oder traumatische Patellaluxation als OP-Indikation, so dass die Vergleichbarkeit zur vorliegenden Studie nur unter Vorbehalt zu sehen ist (Nakagawa et al. 2002). Es zeigten sich bei 13 von 31 operierten Kniegelenken arthrotische Veränderungen zum letzten Untersuchungszeitraum, die auf der gesunden Gegenseite nicht zu erkennen waren. Somit scheint die Elmslie-Trillat Operation an sich einen Risikofaktor für arthrotische Veränderungen und folglich einer sekundären Schmerzsymptomatik darzustellen. Arnbjörnsson et al. stellten bei ihren Luxationspatienten in einem durchschnittlichen Follow-up von 14 Jahren ebenfalls signifikante arthrotische Veränderungen im operierten Patellofemoralgelenk bei 75% der mit der Elmslie-Trillat Technik versorgten Patienten fest. Im Vergleich dazu traten lediglich in 29% der nicht operierten Kniegelenke neuartige arthrotische Veränderungen auf (Arnbjörnsson et al. 1992). Diese Autoren untersuchten allerdings neben der Elmslie-Trillat Methode noch weitere verschiedene Operationstechniken miteinander. Man könnte somit argumentieren, dass die eventuelle Zunahme der auf die Operationstechnik folgenden arthrotischen Veränderungen und die anschliessend aufkommende Schmerzsymptomatik die Scorewerte insbesondere in der Gruppe "FPSS" wieder verschlechterte. Die Studien von Nakagawa et al. und Arnbjörnsson et al. untersuchten jedoch die herkömmliche Elmslie-Trillat Operationstechnik, in der die mediale Kapsel gerafft wurde. Wie bereits diskutiert, wurde in der vorliegenden Studie in Anlehnung an Tomatsu aber auf diese Technik verzichtet, da sie arthrotische Prozesse beschleunigen soll (Tomatsu 1996). Weitere Risikofaktoren könnten allerdings in einer Übermedialisierung der Tuberositas tibiae liegen (Kuroda

2001) oder in einer relativen Außenrotation der Tibia mit einem begleitenden lateralen Shift, so dass die Operation an sich ein Risikofaktor für die Ausbildung arthrotischer Prozesse darstellt (Mani 2011). Farr et al. sehen zudem das Alter zum Operationszeitpunkt und die Länge des Zeitraums von der Luxation bis zur Operation als mitentscheidend für die Ausbildung einer arthrotischen Veränderung an (Farr et al. 2014). Bei Patienten im Wachstumsalter gilt die Operation auf Grund noch nicht verschlossener Wachstumsfugen generell als kontraindiziert (Andrish 1997, Barber und McGarry 2008). Ob die Operation an sich für die Verschlechterung der Patienten in der Gruppe "FPSS" verantwortlich ist, kann allerdings nicht eindeutig beantwortet werden, zumal in der Gruppe "Luxation" nach 55 Monaten kein Abfallen der Scorewerte trotz gleicher Operationstechnik zu beobachten ist. Man sollte aber mitberücksichtigen, dass die Gruppe "FPSS" eine von vornherein tendenziell stärkere Knorpelschädigung aufweist. Liegt in der Untergruppe "Luxation, 55 Monate post-OP" ein durchschnittlicher Chondromalaziegrad von 2,83 vor, so ist er in der Gruppe "FPSS" mit 3,25 Grad deutlich höher, so dass man auch hier schlussfolgern kann, dass der Grad des Knorpelschadens das klinische Outcome nach über 55 Monaten stark beeinflusst. Leider enthält die Literatur bei Patienten mit einer Elmslie-Trillat Operation bei femoropatellarem Malalignment keine Angaben über den Langzeitverlauf an verschiedenen Messzeitpunkten. Ein weiterer Faktor, der in der Literatur nicht hinreichend behandelt wird, ist der Einfluss der postoperativen Krankengymnastik auf das klinische Outcome.

4.4 Die Bedeutung der Krankengymnastik und funktioneller Parameter auf das klinische Outcome

Auffällig ist, dass in der Literatur wiederholt auf die Bedeutung der Krankengymnastik im konservativen Therapieversuch hingewiesen wird (Kumar et al. 2001, Wang et al. 2005, Dannawi et al. 2010), diese aber im Follow-up der postoperativen Studien beinahe keine Rolle mehr spielt. Bemerkenswert ist im Vergleich der beiden Gruppen in der vorliegenden Studie bereits der Unterschied im Umfang der krankengymnastischen Anwendungen. So hat die Gruppe "FPSS" signifikant weniger Krankengymnastiktermine wahrgenommen als die Gruppe "Luxation". Hiermit liesse sich auch erklären, dass die Gruppe "FPSS" noch deutliche Muskelumfangsdefizite aufweist und im Vergleich der Umfänge zur Gruppe

"Luxation" schlechter abschneidet (Oberschenkelumfangsdefizit im Vergleich zum gesunden Bein im Mittel: 1,5 cm; Unterschenkelumfangsdefizit im Mittel: 0,91 cm; im Vergleich zur Gruppe "Luxation" ist dies sogar ein signifikanter Unterschied). Rillmann et al. sprachen in ihrer Arbeit über eine modifizierte Tuberositas tibiae-Versetzung davon, dass die femoropatellare Schmerzgruppe ohne stattgehabte Luxation deutlich mehr Krankengymnastik als die Luxationsgruppe benötigte, um ein gutes Outcome zu erarbeiten (Rillmann et al. 2000). Überträgt man diese Aussage auf die vorliegende Studie, so kommt man zu dem Schluss, dass auch hier die Gruppe "FPSS" vermutlich mehr Krankengymnastik benötigt hätte, um in funktionellen und subjektiven Parametern mit der Luxationsgruppe konkurrieren zu können. Dies bezieht sich insbesondere auf die Patienten mit einer Chondromalazie III° oder IV°. Im Endeffekt hat aber die Gruppe "FPSS" signifikant weniger Krankengymnastiktermine wahrgenommen als die Gruppe "Luxation". Laut Aussage des Operateurs ist eine Begründung für die Notwendigkeit einer Folgeverordnung oder einer Rehabilitationsmaßnahme einfacher, wenn ein Trauma vorgelegen hat. So ist es zu erklären, dass die Gruppe "Luxation" deutlich mehr Krankengymnastiktermine wahrnehmen konnte als die Gruppe "FPSS". Einige Patienten in der Luxationsgruppe haben sogar an einer vom Rentenversicherungsträger übernommenen Rehabilitationsmaßnahme teilgenommen, deren Folgeverordnung eine monatelange Teilnahme an medizinischer Trainingstherapie beinhaltete. Diese Patienten erhielten somit eine monatelange Therapieform, die den meisten Kassenpatienten verwehrt blieb.

In der Krankengymnastik bzw. der medizinischen Trainingstherapie wird in der Nachbehandlung operativer Eingriffe am Kniegelenk für gewöhnlich die kniegelenksnahe Muskulatur auftrainiert. Insbesondere der Quadrizeps gilt als Stabilisator des Kniegelenkes, wobei in der Literatur immer wieder auf die Bedeutung eines funktionellen Trainings dieses Muskels bei femoropatellaren Problematiken mit Betonung des M. vastus medialis gelegt wird (Arroll et al. 1997, McConnell 2002, Cowan et al. 2003, Wang et al. 2005, Dannawi et al. 2010). Des Weiteren ist die Bedeutung der Funktion der Unterschenkelmuskulatur äußerst wichtig für kinematische Prozesse im Kniegelenk. Von besonderer Bedeutung sind der M. gastrocnemius und M. soleus für die Abdruckphase im flüssigen Gangbild (Neptune et al. 2004). Sie sind somit sekundär verantwortlich für das optimale

femoropatellare Gleiten durch ein Ausnutzen der Extension und Flexion im Kniegelenk. Darüberhinaus resultiert eine schwache Gastrocnemius- und Soleusmuskulatur in einer verstärkten Pronation im unteren Sprunggelenk, was wiederum zu einer verstärkten tibialen Innenrotation führt. Hieraus kann ein erhöhter retropatellarer Anpressdruck mit einer resultierenden retropatellaren Schmerzsymptomatik entstehen (Wright et al. 1964, Klingman et al. 1997).

Um somit biomechanisch bedingten Schmerzsymptomatiken vorzubeugen, ist das funktionelle Training der kniegelenksnahen Muskulatur sehr stark mitentscheidend. Weiterhin von Bedeutung für ein optimales femoropatellares Gleiten ist die Behebung muskulärer Verkürzungen. In der vorliegenden Studie wies überraschenderweise die Gruppe "Luxation" durchweg tendenziell schlechtere Werte als die Gruppe "FPSS" auf; die Wadenmuskulatur war sogar signifikant weniger dehnfähig. Da jedoch keine einheitlichen Normwerte für die Dehnfähigkeit der einzelnen Muskelgruppen gelten, kann aus diesem Ergebnis kein Rückschluss gezogen werden, ob es sich bei den Patienten generell um Verkürzungen handelte oder nicht.

Grundsätzlich gilt, dass eine eingeschränkte Dehnfähigkeit der Hamstrings in einem höheren retropatellaren Anpressdruck dadurch resultiert, dass eine höhere Kraft vom Quadrizeps aufgebracht werden muss, um das Kniegelenk gegen den Widerstand der ischiocruralen Muskelgruppe zu extendieren (Thein Brody und Thein, 1998). Eine weitere Quelle für hohe retropatellare Belastung ist die Verkürzung des Quadrizeps, insbesondere des M. rectus femoris. Vor allem in der Abdruckphase des Ganges, in der das Kniegelenk bei Hüftstreckung angebeugt wird, erzeugt ein verkürzter M. rectus femoris eine verstärkte Kompression des Femoropatellargelenkes (Smith et al. 1991). Eine Verkürzung des M. gastrocnemius wiederum kann über eine insuffiziente Dorsalextension im oberen Sprunggelenk in der terminalen Standphase zu femoropatellarem Schmerz führen. Als Kompensationsmechanismus der fehlenden Dorsalextension wird eine vermehrte subtalare Pronation eingesetzt, die wiederum in einer vermehrten tibialen Innenrotation und einer Beugekontraktur im Kniegelenk resultiert und somit die femoropatellaren Kräfte erhöht (Eng und Pierrynowski 1993, Klingman et al. 1997).

Es bleibt somit zu hinterfragen, ob die krankengymnastische Nachbehandlung optimal gestaltet wurde. Neben quantitativen Parametern werden sicherlich auch qualitative Parameter eine Rolle gespielt haben, welche in der vorliegenden Studie jedoch nicht untersucht wurden. Die meisten Patienten erhielten die Krankengymnastik nach den Regeln des Heilmittelkataloges der Krankenkassen. Diese Therapieform unterscheidet sich jedoch in der Intensität deutlich von der Therapie einer Rehabilitationsmaßnahme, welche einige Patienten wahrgenommen haben. Auch die Qualität der Therapie bleibt zu hinterfragen. So kam eine Patientin mit einem aktiven Streckdefizit im Kniegelenk von 45° in die Untersuchung, andere Patienten hatten massive Probleme bei funktionellen Übungen, wie z.B. dem Einbeinstand. Eine Standardisierung der Nachbehandlung zu erzielen, würde sich in der Praxis jedoch als äußerst schwierig erweisen. Optimal wäre die konsequente Zuweisung der Probanden in ein und dieselbe Nachbehandlungseinrichtung bei gleichzeitiger Kontrolle der therapeutischen Maßnahmen. Nachfolgende Studien müssten diese Problematik versuchen, mit in ihr Studiendesign einzubeziehen. Ebenfalls wünschenswert wäre es, in Zusammenarbeit mit den Krankengymnasten einen einheitlichen Therapieplan zu erstellen.

4.5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Tuberositas tibiae-Medialisierung nach Elmslie-Trillat ist eine Behandlungsoption für Patienten mit femoropatellarem Schmerzsyndrom und einem begleitenden patellaren Malalignment sowie nach einer stattgehabten Patellaluxation. In der vorliegenden Studie wurde herausgearbeitet, dass insbesondere Patienten mit einem retropatellaren Knorpelschaden, der geringer als Grad III ist, von dieser Operationstechnik profitieren können. Patienten mit einem retropatellaren Knorpelschaden III° oder IV° profitieren auch noch von der Operation, jedoch sind bei ihnen die Scoreergebnisse schlechter als bei den Patienten mit einem geringeren Knorpelschaden oder mit einer stattgehabten Patellaluxation. Dennoch liegt auch hier eine hohe Zufriedenheit der Patienten mit dem Ergebnis vor, was unter anderem durch den hohen Funktionsgewinn in dieser Gruppe zu erklären ist. Auffallend war, dass die Patienten in der Gruppe "FPSS" abfallende Scorewerte in der Untergruppe "über 55 Monate post-OP" aufwiesen. Folgende Studien könnten in diesem Bereich über Langzeituntersuchungen hinterfragen, ob diese

Verschlechterung an der Ausbildung arthrotischer Prozesse liegen könnte. Es bleibt darüberhinaus zu erarbeiten, wie hoch der Einfluss der postoperativen Krankengymnastik auf das Ergebnis ist. In der Zukunft könnten Studien in diesem Bereich versuchen, eine Standardisierung vorzunehmen und die Therapie zu optimieren.

5. Zusammenfassung

Femoropatellare Beschwerden sind häufig auf mechanische Ursachen wie akute bzw. rezidivierende Luxationen oder femoropatellares Malalignment zurückzuführen. Abhängig von der Ursache stehen konservative und verschiedene operative Therapieverfahren zur Verfügung. Durch die Tuberositasmédialisierung wird versucht, das patellare Alignment wiederherzustellen. Die Evaluation des klinischen Outcomes bei unterschiedlicher Indikationsstellung (rezidivierende Patellaluxationen versus femoropatellares Schmerzsyndrom) ist Gegenstand dieser Studie.

In der retrospektiven Studie wurden in einem mittleren Follow-up von 44 Monaten postoperativ 51 Kniegelenke von 43 Patienten nach Tuberositasmédialisierung (mittleres Alter 33 Jahre, 86% weiblich) untersucht und in zwei Gruppen unterteilt. Gruppe "Luxation": 22 Kniegelenke mit akuten bzw. rezidivierenden Patellaluxationen; Gruppe "FPSS": 29 Kniegelenke mit femoropatellarer Schmerzsymptomatik ohne Luxationsereignis. Das klinische und funktionelle Ergebnis wurde durch klinische Untersuchung, radiologische Diagnostik, Fragebögen und wissenschaftliche Scores erfasst.

Patienten der Gruppe "Luxation" erreichten postoperativ im WOMAC, Kujala und Lysholm Score leicht bessere Werte als die Gruppe "FPSS". Im OAK Score der Patienten über 55 Monate post-OP war dieser Unterschied signifikant. Die Gruppe "FPSS" wies generell in diesem Zeitraum abfallende Scorewerte auf. 95% der Gruppe "Luxation" und 74% der Gruppe "FPSS" profitierten von der OP. In beiden Gruppen verbesserte sich die Funktionalität des Kniegelenkes hochsignifikant, insbesondere bei denjenigen Patienten der Gruppe "FPSS", die eine Chondromalazie 0-II° aufwiesen.

Die Operationstechnik nach Elmslie-Trillat ist zur Korrektur eines femoropatellaren Malalignemnts und rezidivierender Patellaluxationen geeignet. Eventuell spielten fortschreitende arthrotische Veränderungen in der Gruppe "FPSS" für die abfallenden Scorewerte im Follow-up nach über 55 Monaten eine Rolle. Zu hinterfragen bleibt der Einfluss der postoperativen Krankengymnastik, da die Gruppe "Luxation" signifikant mehr Therapieeinheiten wahrgenommen hatte.

6. Literaturverzeichnis

- Alemparte, J., Ekdahl, M., Burnier, L., Hernandez, R., Cardemil, A., Cielo, R., Danilla, S. (2007): Patellofemoral evaluation with radiographs and computed tomography scans in 60 knees of asymptomatic subjects. *Arthroscopy* 23 (2), 170-177
- Amir, T. (2007): Assessment WOMAC. *Arthrose evaluieren. Physiopraxis* 6, 36-37
- Andrish, J. (2008): The management of recurrent patellar dislocation. *Orthop Clin North Am* 39, 313-327
- Andrish, J. (1997): The Elmslie-Trillat procedure. *Tech Orthop* 12, 170-177
- Arendt, E., Déjour, D. (2012): Patella instability. Building bridges across the ocean. A historic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21, 279-293
- Arendt, E., Fithian, D., Cohen, E. (2002): Current concepts of lateral patella dislocation. *Clin Sports Med* 3, 499-519
- Arnbjörnsson, A., Egund, N., Rydning, O., Stockerup, R., Ryd, L. (1992): The natural history of recurrent dislocation of the patella. Long-term results of conservative and operative treatment. *J Bone Joint Surg* 74 (1), 140-142
- Arroll, B., Ellis-Pegler, E., Edwards, A., Sutcliffe, G. (1997): Patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 25, 207-212
- Baier, C., Springorum, J., Beckmann, J., Grifka, J., Matussek, J. (2011): Treatment of patellar instability in children and adolescents. *Orthopäde* 40 (10), 872-876
- Barber, F.A., McGarry, J.E. (2008): Elmslie-Trillat procedure for the treatment of recurrent patellar instability. *Arthroscopy* 24, 77-81
- Beasley, L.S., Vidal, A.F. (2004): Traumatic patellar dislocation in children and adolescents: treatment update and literature review. *Curr Opin Pediatr* 16 (29), 36
- Bicos, J., Fulkerson, J.P., Amis, A.A. (2007): Current concepts review: the medial patellofemoral ligament. *Am J Sports Med* 35, 484-492
- Biedert, R.M., Sanchis-Alfonso, V. (2002): Sources of anterior knee pain. *Clin Sports Med* 21 (3), 335-347
- Brattström, H. (1964): Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of the patella. A clinical and x-ray-anatomical investigation. *Acta Orthop Scand* 20 (Suppl. 68), 1-148
- Brittberg, M., Lindahl, A., Nilsson, A., Ohlsson, C., Isaksson, O., Peterson, L. (1994): Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Engl J Med* 331, 889-895

- Buchner, M., Baudenstiel, B., Sabo, D., Schmitt, H. (2005): Acute traumatic primary patellar dislocation: long-term results comparing conservative and surgical treatment. *Clin J Sport Med* 15 (2), 62-66
- Caton, J.H., Déjour, D. (2010): Tibial tubercle osteotomy in patello-femoral instability and in patellar height abnormality. *Int Orthop* 34, 305-309
- Christoforakis, J., Bull, A., Strachan, R. (2006): Effects of lateral retinacular release on the lateral stability of the patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14, 273-277
- Christou, E.A. (2004): Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain. *J Electromyogr Kinesiol* 14 (4), 495-504
- Cowan, S.M., Bennell, K., Hodges, P., Crossley, K.M., McConnell, J. (2003): Simultaneous feedforward recruitment of the vasti in untrained postural tasks can be restored by physical therapy. *J Orthop Res* 21, 553-558
- Cowan, S.M., Bennell, K.L., Hodges, P.W., Crossley, K.M., McConnell, J. (2001): Delayed onset of electromyographic activity of medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 82, 183-189
- Cox, J.S. (1982): Evaluation of the Roux-Elmslie-Trillat procedure for knee extensor realignment. *Am J Sports Med* 10 (5), 303-310
- Craig, W., David, J., Ming, H. (2003): A current review on the biology and treatment of the articular cartilage defects (part I and part II). *J Musculoskelet Res* 7 (3&4), 157-181
- Dandy, D.J. (1996): Chronic patellofemoral instability. *J Bone Joint Surg Br* 78 (2), 328-335
- Dannawi, Z., Khanduja, V., Palmer, C.R., El-Zebdeh, M. (2010): Evaluation of the modified Elmslie-Trillat procedure for patellofemoral dysfunction. *Orthopedics* 33 (1), 13
- Davies, A., Costa, M., Donnell, S., Glasgow, M., Shepstone, L. (2000): The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg* 82, 1162-1166
- Déjour, H. (1987): Terminologie classification des affections femoropatellaires. In: *Journées Lyonnaises des Chirurgies du Genou*. Lyon, 15-22
- Déjour, H., Walch, G. (1987): Morphologic factors in patellar instability: clinical, radiologic, and tomographic data. In: *Journées Lyonnaises des Chirurgies du Genou*. Lyon, 25-35
- Déjour, H., Walch, G., Nove-Josserand, L., Guier, C. (1994): Morphologic factors in patellar instability: clinical, radiologic, and tomographic data. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2), 19-26

- Déjour, D. (1989): Méthode de mesure de la hauteur de la rotule. *Acta Orthop Belg* 55, 385-386
- Déjour, D., Lecoultre, B. (2007): Osteotomies in patellofemoral instabilities. *Sports Med Arthrosc* 15, 39-46
- Déjour, H., Walch, G., Nove-Josserand, L., Guier, C. (1994): Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2, 19-26
- Desio, S.M., Burks, R.T., Bachus, K.N. (1998): Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med* 26 (59), 65
- Donell, S.T. (2006): Patellofemoral dysfunction- extensor mechanisms malalignment. *Curr Orthop* 20 (2), 103-111
- Drez, D., Edwards, T., Williams, C. (2001): Results of medial patellofemoral ligament reconstruction in the treatment of patellar dislocation. *Arthroscopy* 17 (3), 298-306
- Ellera Gomes, J.L. (1992): Medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent dislocation of the patella: a preliminary report. *Arthroscopy* 8, 335-340
- Eng, J.J., Pierrynowski, M.R. (1993): Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 73, 62-70
- Farr, S., Huyer, D., Sadoghi, P., Kaipel, M., Grill, F., Ganger, R. (2014): Prevalence of osteoarthritis and clinical results after the Elmslie-Trillat procedure: a retrospective long-term follow-up. *Int Orthop* 38, 61-66
- Fithian, D.C., Paxton, E.W., Cohen, A.B. (2004a): Indications in the treatment of patellar instability. *J Knee Surg* 17, 47-56
- Fithian, D.C., Paxton, E.W., Stone, M.L. (2004b): Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med* 5 (32), 1114-1121
- Frosch, K.H., Nägerl, H., Kubein-Meesenburg, D. (2009): A new total knee arthroplasty with physiologic ally shaped surfaces. Part 2: First clinical results. *Unfallchirurg* 112, 176-184
- Frosch, S., Balcarek, P., Walde, T. (2011): The treatment of patellar dislocation: A systematic review. *Z Orthop Unfall* 149, 630-645
- Fulkerson, J.P. (2002): Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med* 30 (3), 447-455
- Goldthwait, J.E. (1895): Dislocation of the patella. *Am Orthop Assn* 8, 237-238
- Goymann, V. (1999): Abrasion arthroplasty. *Orthopäde* 28 (1), 11-18
- Grabner, M., Koh, T., Draganich, L. (1994): Neuromechanics of the patellofemoral joint. *Med Sci Sports Ex* 26 (1), 10-21
- Grelsamer, R. (2000): Patellar malalignment. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 82-A (11), 1639-1649

- Grelsamer, R., Klein, J. (1998): The biomechanics of the patellofemoral joint. *Physical Therapy* 28 (5), 286-298
- Haggart, G. (1940): The surgical treatment of degenerative arthritis of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 22, 717-729
- Hangody, L., Kish, G., Karpati, Z., Szerb, I., Udvarhelyi, I. (1997): Arthroscopic autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of femoral condylar articular defects. A preliminary report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 5 (4), 262-267
- Haspl, M., Dubravcic-Simunjak, S., Bojanic, I., Pecina, M. (2001): Anterior knee pain associated with sports and work. *Arh Hig Rada Toksikol*, 1-449
- Hawkins, R., Bell, R., Anisette, G. (1986): Acute patellar dislocation: the natural history. *Am J Sports Med* 14, 117-120
- Herrington, L., Nester, C. (2004): Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-lateral position of the patella. *Clin Biomech* 19 (10), 1070-1073
- Hinton, R.Y., Sharma, K.M. (2003): Acute and recurrent patellar instability in the young athlete. *Orthop Clin North Am* 34, 385-396
- Hung, Y., Gross, M. (1999): Effect of foot position on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis during lower-extremity weight-bearing activities. *J Orthop Sports Phys Ther* 29 (2), 93-105
- Hunt, N., Sanchez-Ballester, J., Pandit, R., Thomas, R., Strachan, R. (2001): Chondral lesions of the knee: A new localization method and correlation with associated pathology. *Arthroscopy* 17 (5), 481-490
- Iliadis, A., Jaiswal, P., Khan, W., Johnstone, D. (2012): The operative management of patella malalignment. *Op Orthop J* 6 (Suppl. 2), 327-339
- Imhoff, A., Brurkart, A., Ottl, G.M. (1999): Transfer of the posterior femoral condyle. First experience with a salvage operation. *Orthopäde* 28 (1), 45-51
- Karataglis, D., Green, M., Learmonth, D.J.A. (2006): Functional outcome following modified Elmslie–Trillat procedure. *Knee* 13, 464-468
- Klingman, R.E., Liaos, S.M., Harding, K.M. (1997): The effect of subtalar joint posting on patellar glide position in subjects with excessive rearfoot pronation. *J Orthop Sports Phys Ther* 25 (3), 185-191
- Krämer, K.L., Jani, L. (1991): Die Operation nach Elmslie-Trillat. *Operat Orthop Traumatol* 3, 38-48
- Kujala, U., Jaakkola, L.H., Koskinen, S.K., Taimela, S., Hurme, M., Nelimarkka, O. (1993): Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy* 9 (2), 159-163
- Kumar, A., Jones, S., Bickerstaff, D.R., Smith, T.W.D (2001): Functional evaluation of the modified Elmslie-Trillat procedure for patello-femoral dysfunction. *Knee* 8, 287-291

- Kuroda, R., Kambic, H., Valdevit, A., Andrish, J.T. (2001): Articular cartilage contact pressure after tibial tuberosity transfer. A cadaveric study. *Am J Sports Med* 29, 403-409
- Larson, R., Cabaud, E., Slocum, D. (1978): The patellar compression syndrome. Surgical treatment by lateral retinacular release. *Clin Orthop Rel Res* 134, 158-167
- Lattermann, C., Toth, J., Bach Jr., B. (2007): The role of lateral retinacular release in the treatment of patellar instability. *Sports Med Arthrosc* 15, 57-60
- Laurin, C., Dussault, M., Levesque, H. (1979): The tangential x-ray investigation of the patellofemoral joint. *Clin Orthop Rel Res* 144, 16-26
- Lysholm, J., Gilquist, J. (1982): Evaluation of knee surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 10 (3), 150-154
- Malghem, J., Maldague, B. (1989): Depth insufficiency of the proximal trochlear groove on lateral radiographs of the knee. *Radiol* 170, 507-510
- Mani, S., Kirkpatrick, M.S., Saranathan, A., Smith, L.G., Cosgarea, A.J., Elias, J.J. (2011): Tibial tuberosity osteotomy for patellofemoral realignment alters tibiofemoral kinematics. *Am J Sports Med* 39, 1024-1031
- McConnell, J. (2002): The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. *Clin Sports Med* 21, 363-387
- Merchant, A., Mercer, R., Jacobsen, R. (1974): Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg* 56A, 1391-1396
- Mikashima, Y., Kimura, M., Kobayashi, Y. (2004): Medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar instability. *Acta Orthop Belg* 70, 545- 550
- Müller, W., Biedert, R., Hefti, F., Jakob, R.P., Munzinger, U., Staubli, H.U. (1988): OAK knee evaluation. A new way to assess knee ligament injuries. *Clin Orthop Rel Res* 232, 37-50
- Nakagawa, K., Wada, Y., Minamide, M., Tsuchiya, A., Moriya, H. (2002): Deterioration of long-term clinical results after the Elmslie-Trillat procedure for dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg* 84, 861-864
- Neptune, R.R., Zajac, F.E., Kautz, S.A. (2004): Muscle mechanical work requirements during normal walking: the energetic cost of raising the body's center-of-mass is significant. *J Biomech* 37, 817-825
- Neyret, P., Verdonk, P., Si Selmi, T.A. (2008): *Kniechirurgie München*. Urban und Fischer
- Nomura, E., Horiuchi, Y., Kihara, M. (2000): Medial patellofemoral ligament restraint in lateral patellar translation and reconstruction. *Knee* 7, 121-127
- Nomura, E., Inoue, M. (2006): Hybrid medial patellofemoral ligament reconstruction using the semitendinosus tendon for recurrent patellar dislocation: minimum 3 years' follow-up. *Arthroscopy* 22, 787-793.

- Nonweiler, D., DeLee, J. (1994): The diagnosis and treatment of medial subluxation of the patella after lateral retinacular release. *Am J Sports Med* 22, 680-686
- Ostermeier, S., Stukenborg-Colsman, C., Hurschler, C., Wirth, C.J. (2006): In vitro investigation of the effect of medial patellofemoral ligament reconstruction and medial tibial tuberosity transfer on lateral patellar stability. *Arthroscopy* 22, 308-319
- Outerbridge, R. (1961): The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 43, 752-757
- Post, W.R. (2005): Anterior knee pain: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 13, 534-543
- Powers, C.M. (1998): Rehabilitation of patellofemoral joint disorders: a critical review. *J Orthop Sports* 28 (5), 345-354
- Pridie, K. (1959): A method of resurfacing osteoarthritic knee joints. *J Bone Joint Surg* 41B, 618-619
- Quintana, J.M., Escobar, A., Arostegui, I., Bilbao, A., Azkarate, J., Goenaga, I., Arenaza, J.C. (2006): Health-related quality of life and appropriateness of knee or hip joint replacement. *Arch Intern Med* 166, 220-226
- Radin, E.L., Pan, H.Q. (1993): Long-term follow-up study on the Maquet procedure with special reference to the causes of failure. *Clin Orthop* 290, 253-258
- Rillmann, P., Oswald, A., Holzach, P., Ryf, C. (2000): Fulkerson's modified Elmslie-Trillat procedure for objective patellar instability and patellofemoral pain syndrome. *Swiss Surg* 6 (6), 328-334
- Roux, C. (1888): Luxation habituelle de la rotule: Traitement operatoire. *Rev Chir Ortop* 8, 682-689
- Saggin, P., Saggin, J., Déjour, D. (2012): Imaging in patellofemoral instability: an abnormality based approach. *Sports Med Arthrosc* 20, 145-151
- Sallay, P., Poggi, J., Speer, K., Garrett, W. (1996): Acute dislocation of the patella. A correlative pathoanatomic study. *Am J Sports Med* 24, 52-60
- Sanders, T., Medynski, M., Feller, J., Lawhorn, K. (2000): Bone contusion patterns of the knee at MR imaging: footprint of the mechanism of injury. *Radiographics* 20, 135-151
- Schoettle, P., Zanetti, M., Seifert, B., Pfirrmann, C.W., Fucntese, S.F., Romero, J. (2006): The tibial tuberosity-trochlear groove distance; a comparative study between CT and MRI scanning. *Knee* 13, 26-31
- Shah, J.N., Howard, J.S., Flanigan, D.C., Brophy, R.H., Carey, J.L., Lattermann, C. (2012): A systematic review of complications and failures associated with medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* 40 (8), 1916-1923

- Smith, T.O., Song, F., Donell, S.T., Hing, C.B. (2011): Operative versus non-operative management of patellar dislocation. A metaanalysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19, 988-998
- Smith, T.O., Walker, J., Russell, N. (2007): Outcomes of medial patellofemoral ligament reconstruction for patellar instability: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15, 1301-1314
- Smith, A.D., Stroud, L., McQueen, C. (1991): Flexibility and anterior knee pain in adolescent elite figure skaters. *J Pediatr Orthop* 11, 77-82
- Smith, T.O., Cogan, A., Patel, S., Shakokani, M., Toms, A.P., Donell, S.T. (2013): The intra- and inter-rater reliability of x-ray radiological measurements for patellar instability. *Knee* 20 (2), 133-138
- Smith, T.O., Hunt, N.J., Donell, S.T. (2008): The reliability and validity of the Q-angle: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16, 1068-1079
- Steadman, J., Rodkey, W., Singleton, S., Briggs, K. (1997): Microfracture technique for full-thickness chondral defects: technique and clinical results. *Oper Tech Orthop* 7, 300-304
- Stefancin, J., Parker, R. (2007): First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Rel Res* 455, 93-101
- Strauss, E., Fonseca, B., Mehul, R., Youm, T. (2011): Management of focal cartilage defects in the knee. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 69 (1), 63-72
- Stucki, G., Meier, D., Stucki, S., Michel, B.A., Tyndall, A.G., Dick, W., Theiler, R. (1996): Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthritis Index. *Z Rheumatol* 55 (1), 40-49
- Stukenborg-Colsman, C., Wirth, C. (2008): Patellofemorale Schmerzen. *Orthopädie Unfallchirurgie* 3, 277-288
- Thein Brody, L., Thein, J. (1998): Nonoperative treatment for patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 28 (5), 336-344
- Thévenine-Lemoine, C., Ferrand, M., Courvoisier, A., Damsin, J.P., Ducou le Pointe, H., Vialle, R. (2011): Is the Caton-Deschamps index a valuable ratio to investigate patellar height in children? *J Bone Joint Surg* 93, e35
- Thomee, R., Augustsson, J., Karlsson, J. (1999). Patellofemoral pain syndrome. A review of current issues. *Sports Med* 28 (4), 245-262
- Tomatsu, T., Imai, N., Hanada, T., Nakamura, Y. (1996): Simplification of the Elmslie-Trillat procedure for patello-femoral malalignment. Is medial capsulorrhaphy necessary? *Int Orthop* 20, 211-215
- Trillat, A., Déjour, H., Couette, A. (1964): Diagnostic et traitement des subluxations recidivantes de la rotule. *Rev Chir Orthop* 50, 813-824

Wagenaar, F., Koeter, S., Anderson, P., Wymenga, A.B. (2007): Conventional radiography cannot replace CT scanning in detecting tibial tubercle lateralization. *Knee* 14, 51-54

Waldt, S., Rummeny, E. (2012): Bildgebung der patellofemorale Instabilität. *Radiologe* 52, 1003-1011

Wang, C.J., Chan, Y.S., Chen, H.H., Wu, S.T. (2005): Factors affecting the outcome of distal realignment for patellofemoral disorders of the knee. *Knee* 12, 195-200

Weigl, M., Angst, F., Stucki, G., Lehmann, S., Aeschlimann, A. (2004): Inpatient rehabilitation for hip or knee osteoarthritis: 2 year follow up study. *Ann Rheum Dis* 63, 360-368

Wilk, K., Davis, G., Mangine, R., Malone, T.R. (1998): Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 28 (5), 307-322

Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., Vanderstraeten, G. (2000): Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med* 28, 480-489

Wright, D.G., Desai, S.M., Henderson, W.H. (1964): Action of the subtalar and ankle joint complex during the stance phase of walking. *J Bone Joint Surg* 46 (2), 367-383

7. Anhang

7.1 Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body mass index
CM	Chondromalazie
MPFL	Mediales patellofemorales Ligament
OAK	Orthopädische Arbeitsgruppe Knie
OATS	Osteochondral autologous transplantation
TTTG	Tibial tuberosity to trochlear groove distance
WOMAC	The Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index

7.2 Kujala Score

1. Humpeln (in Klammern die zu vergebenden Punkte pro Antwortmöglichkeit)
 - a) Nicht vorhanden (5)
 - b) Leicht oder periodisch (3)
 - c) Immer (0)
2. Belastung
 - a) Volle Belastung ohne Unterstützung möglich (5)
 - b) Schmerzhaft (3)
 - c) Belasten des Beines unmöglich (0)
3. Gehen
 - a) Unbegrenzt (5)
 - b) Mehr als 2 km (3)
 - c) 1-2 km (2)
 - d) Unmöglich (0)
4. Treppensteigen
 - a) Keine Schwierigkeiten (10)
 - b) Leichter Schmerz beim Heruntergehen (8)
 - c) Schmerz beim herauf- und herabgehen (5)
 - d) Unmöglich (0)
5. Kniebeuge
 - a) Keine Schwierigkeiten (5)
 - b) Wiederholtes Kniebeugen schmerzhaft (4)
 - c) Jedes Mal schmerzhaft (3)
 - d) Mit Unterstützung möglich (2)
 - e) Unmöglich (0)

6. Rennen
- a) Keine Schwierigkeiten (10)
 - b) Schmerz nach mehr als 2 km (8)
 - c) Leichter Schmerz von Beginn an (6)
 - d) Starker Schmerz (3)
 - e) Unfähig (0)
7. Springen
- a) Keine Schwierigkeiten (10)
 - b) Leichte Schwierigkeiten (7)
 - c) Konstanter Schmerz (6)
 - d) Unmöglich (0)
8. Längeres Sitzen mit gebeugten Knien
- a) Keine Schwierigkeiten (10)
 - b) Schmerz nach Belastung (8)
 - c) Ständiger Schmerz (6)
 - d) Schmerz zwingt zur zeitweiligen Kniestreckung (4)
 - e) Unmöglich (0)
9. Schmerz
- a) Keiner (10)
 - b) Leicht und zeitweise (8)
 - c) Eher beim Schlafen (6)
 - d) Teilweise stark (3)
 - e) Konstant und stark (0)
10. Schwellung
- a) Keine (10)
 - b) Nach starker Belastung (8)
 - c) Nach Alltagsbelastungen (6)
 - d) Jeden Abend (4)
 - e) Immer (0)
11. Schmerzhaftes "Ausrenken" der Kniescheibe
- a) Keine (10)
 - b) Teilweise bei sportlicher Aktivität (6)
 - c) Manchmal bei Alltagsbelastung (4)
 - d) Mindestens ein dokumentiertes Herausspringen der Kniescheibe (2)
 - e) Mehr als zweimaliges Herausspringen der Kniescheibe (0)

12. Haben Sie einen Verlust von Muskelmasse im betroffenen Bein?
- a) Nein (5)
 - b) Leicht (3)
 - c) Stark (0)
13. Haben Sie ein Beugedefizit im betroffenen Kniegelenk?
- a) Nein (5)
 - b) Leicht (3)
 - c) Stark (0)

7.3 Lysholm Score

1. Hinken Sie beim Gehen? (in Klammern die zu vergebenden Punkte pro Antwortmöglichkeit)

- a) Nein (5)
- b) Selten oder zeitweise (3)
- c) Stark oder immer (1)

2. Wie stark können Sie Ihr Knie belasten?

- a) Vollbelastung (5)
- b) Gehstützen oder Stock nötig (3)
- c) Belastung nicht möglich (0)

3. Bleibt Ihr Knie manchmal hängen oder blockiert es, wenn Sie es bewegen?

- a) Niemals (15)
- b) Selten (10)
- c) Manchmal (6)
- d) Oft (2)
- e) Immer (0)

4. Fühlt sich Ihr Knie instabil an?

- a) Niemals (25)
- b) Bei schwerer Anstrengung (Sport) nur selten (20)
- c) Bei schwerer Anstrengung (Sport) häufiger (15)
- d) Bei leichter Anstrengung (im Alltag) selten (10)
- e) Bei leichter Anstrengung (im Alltag) häufiger (5)
- f) Immer (0)

5. Haben Sie Schmerzen im Kniegelenk?

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

6. Ist Ihr Kniegelenk geschwollen?

- a) Nie (10)
- b) Bei schwerer Anstrengung (6)
- c) Bei gewöhnlicher Anstrengung (2)
- d) Ständig (0)

7. Können Sie Treppensteigen?

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

8. Können Sie sich hinhocken?

- a) Kein Problem (5)
- b) Wenig beeinträchtigt (4)
- c) Nicht über 90° Kniebeugung (2)
- d) Nicht möglich (0)

7.4 OAK Score

Schmerzen (in Klammern die zu vergebenden Punkte pro Antwortmöglichkeit)

() keine (5); () selten (3); () häufig (2); () ständig (0)

Schwellungen/ Ergüsse

() keine (5); () selten (3); () rezidivierend (2); () ständig (0)

Giving-way

() keine (5); () selten (2); () regelmäßig (0)

Arbeit

() voll (5); () teilweise (3); () Wechsel (1); () unfähig (0)

Sport

() voll (5); () beschränkt (3); () stark beschränkt (1); () unfähig (0)

Allgemeine Untersuchungsbefunde

Druckdolenz

() keine (5); () gering (3); () mäßig (1); () stark (0)

Erguss/ Schwellung

() keine (5); () gering (3); () mäßig (1); () massiv (0)

Oberschenkelumfangsdifferenz (15cm proximal)

() bis 2 cm (3); () > 2cm (1)

Extensionsdefizit (passiv)

() 0° (5); () 5° (3); () 10° (1); () > 10° (0)

Flexion (passiv)

() frei (5); () > 120° (3); () > 90° (1); () < 90° (0)

Stabilität

Schublade

() 0 (5); () + (4); () ++ (2); () +++ (0)

Extensionsnahe Schublade

() 0 (5); () + (4); () ++ (2); () +++ (0)

Lateral (in 30° Flexion)

() 0 (5); () + (4); () ++ (2); () +++ (0)

Nach hinten (Schublade)

() 0 (5); () + (4); () ++ (2); () +++ (0)

Medial (in 30° Flexion)

() 0 (5); () + (4); () ++ (2); () +++ (0)

Pivot Shift

() kein (5); () fraglich (3); () positiv (0)

Reversed pivot shift

() kein (5); () positiv (2)

Funktionelle Tests

Einbeinsprung

() frei (5); () mit Mühe (3); () nicht möglich (1)

Ganz kauern/Entengang

() frei (5); () mit Mühe (3); () nicht möglich (1)

Einbein-Kniebeugeübung

() frei (5); () mit Mühe (3); () nicht möglich (1)

7.5 WOMAC Score

Wie starke Schmerzen haben Sie bei folgenden Bewegungen?

- 1) Gehen auf ebenem Boden
- 2) Treppen hinaufsteigen
- 3) Treppen hinuntersteigen
- 3) Nachts im Bett liegen
- 4) Sitzen oder liegen (z.B. auf der Couch)
- 5) Aufrecht stehen

Fragen zur Steifigkeit des Gelenkes:

- 6) Wie stark ist die Steifigkeit in Ihrem Knie gerade nach dem Erwachen/
Aufstehen am Morgen?
- 7) Wie stark ist die KniestEIFigkeit im späteren Verlauf des Tages, nachdem Sie
saßen, lagen oder sich ausruhten?

Fragen zu Ihrem Alltag:

- 8) Treppen hinuntersteigen
- 9) Treppen hinaufsteigen
- 10) Aufstehen vom Sitzen
- 11) Stehen
- 12) Sich zum Boden bücken
- 13) Gehen auf ebenem Boden
- 14) Einsteigen in das Auto
- 15) Aussteigen aus dem Auto
- 16) Einkaufen
- 17) Strümpfe an-/ ausziehen
- 18) Aufstehen aus dem Bett

- 19) Liegen im Bett
- 20) In die Badewanne ein-/ aussteigen
- 21) Sitzen
- 22) Sich auf die Toilette setzen/ von der Toilette aufstehen
- 23) Leichte Hausarbeit (z.B. Kochen, Staub wischen)
- 24) Anstrengende Hausarbeit (z.B. Schrubben, den Garten umgraben)

7.6 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die durch ihren Rat und ihre Unterstützung zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

An erster Stelle sei Herrn Prof. Dr. Deike Varoga gedankt für die intensive Betreuung der Arbeit, die konstruktive Unterstützung und geduldige Führung über den langjährigen Zeitraum. Ein großer Dank gilt Frau Dr. med. Claudia Hartz, die die Arbeit mit ständiger Innovation begleitete und ganz wesentlich die organisatorischen Abläufe in der praktischen Phase mitgestaltete. Zusätzlich sorgte sie für die Veröffentlichung der Studie auf nationaler und internationaler Ebene. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. Frank Pries, Mare Klinikum Kiel, der als Operateur das Patientengut und seine Praxis für die Durchführung dieser Studie bereitgestellt hat. In diesem Zusammenhang gilt mein Dank auch dem gesamten Team des Mare Klinikums, insbesondere Frau Nicole Trossert, Frau Nicole Knopf und Frau Randi Karberg, für die optimale Organisation und Zusammenarbeit in dieser Zeit. Ein großer Dank geht an Dr. David Déjour und Dr. Panos Ntagiopoulos von der Lyon-Ortho-Clinic, die mir die Grundsätze und Ideologien der Lyonnaiser Schule in der Behandlung femoropatellarer Dysplasien nahegebracht haben.

Weiterhin danke ich Herrn Dipl. Inform. Jürgen Hedderich vom Institut für Medizinische Informatik und Statistik am UK-SH, Campus Kiel, für die erfolgreiche Zusammenarbeit bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse. Meiner Freundin, Frau Inken Carstens, gilt ein überaus großer Dank, da sie mit einer unendlichen Geduld und ständig hinterfragender Kritik nun auch schon meine zweite Dissertation mitgetragen hat. Einen besonderen Dank auch wieder an meine Freunde, insbesondere Alexandra Schneider, Dr. rer. nat. Jan Claußen und Dr. med. vet. Ellen Wedde für den regen Gedankenaustausch sowie meinen Eltern für das dauerhafte Engagement.

Zudem möchte ich allen Probanden, die an der Studie teilgenommen haben, danken; ohne sie hätte die Studie niemals stattfinden können. Ebenso sei all denen gedankt, die nicht namentlich Erwähnung fanden, die aber zur Entstehung dieser Arbeit in besonderem Maße beigetragen haben.

7.7 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Jeannot Olivet
Geburtsdatum und -ort: 14. Februar 1976 in Heide/ Deutschland

Beruflicher und akademischer Werdegang

1982-1995 Grundschole und Gymnasium in Heide, Abschluss: Abitur
1995-1996 Zivildienst Kreiskrankenhaus Heide
1997-2001 Studium der Sportwissenschaften, CAU Kiel. Abschluss:
Magister Artium
2002-2008 Angestellter als Sporttherapeut im Reha-Zentrum Westküste,
Husum
2009 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der CAU Kiel,
voraussichtlicher Abschluss im Wintersemester 2015/16
2011 Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
2014 Schriftlicher Teil des zweiten Abschnittes der ärztlichen Prüfung

Famulaturen

März 2012: Radiologie (WKK Heide, Prof. Dr. R. Andresen)
August 2012: Innere und chirurgische Ambulanz (WKK Heide,
Prof. Dr. Dr. F.S. Keck; Dr. K.D. Luitjens)
März 2013: Innere Medizin (Klinikum Itzehoe, Prof. Dr. M. Kentsch)
Juli 2013: Chirurgie (Lyon-Ortho-Clinic, Lyon, Dr. D. Déjour)
September 2013: Neurochirurgie (WKK Heide, Dr. U. Nissen)
Februar 2014: Orthopädie (Christian Medical College, Vellore/ Indien,
Dr. Alfred Job Daniel)

Praktisches Jahr (11/2014-10/2015)

1. PJ Terial: Chirurgie (UKSH Kiel, Prof. Dr. A. Seekamp)
2. PJ Terial: Innere Medizin (Westküstenklinikum Heide, Prof. Dr. Dr. F.S. Keck)
3. PJ Terial: Anästhesie (Westküstenklinikum Heide, PD Dr. T.v.Spiegel)

Promotionen

Juli 2002-März 2008 an der Fakultät für Erziehungswissenschaft, Psychologie und Bewegungswissenschaft der Universität Hamburg unter Prof. Dr. Rüdiger Reer.
Titel: Auswirkungen einer patellastabilisierenden Bandage auf die Medialisierung der Kniescheibe bei Patienten mit femoropatellarem Schmerzsyndrom. Note: Magna cum laude.

Mai 2012-Februar 2015 an der Klinik für Unfallchirurgie unter Prof. Dr. Deike Varoga. Titel: Klinische Ergebnisse der Tuberositasmedialisierung nach Elmslie-Trillat bei unterschiedlicher Indikationsstellung. Nominert für den Nachwuchsförderpreis des Süddeutschen Orthopädenkongresses in Baden-Baden, Mai 2013.

7.8 Veröffentlichungen

Hartz, C., Olivet, J., Pries, F., Seekamp, A., Varoga, D.: Klinische Ergebnisse der Tuberositäsmedialisierung nach Elmslie-Trillat bei unterschiedlicher Indikationsstellung. 29. AGA-Kongress, Zürich, 13.-15.09.2012, Vortrag.

Hartz, C., Olivet, J., Pries, F., Seekamp, A., Varoga, D.: Klinische Ergebnisse der Tuberositäsmedialisierung nach Elmsie-Trillat bei unterschiedlicher Indikationsstellung. Süddeutscher Orthopädenkongress. Baden-Baden 01.-04.05.2013, Vortrag.

Hartz, C., Olivet, J., Pries, F., Seekamp, A., Varoga, D.: Clinical results after Elmslie-Trillat procedure in two different indications. ISAKOS-Kongress, Toronto, 12.-16.05.2013, Poster.

Hartz, C., Olivet, J., Pries, F., Seekamp, A., Varoga, D.: Klinische Ergebnisse der Tuberositäsmedialisierung nach Elmsie-Trillat bei unterschiedlicher Indikationsstellung. DKOU-Kongress 22.-25.10.2013, Berlin, Vortrag.

Hartz, C., Olivet, J., Pries, F., Seekamp, A., Varoga, D.: Clinical results after Elmslie-Trillat procedure in two different indications. ESSKA-Kongress, Amsterdam, 14.-16.05.2014, Poster.

7.9 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Zitate und Quellen sind im Text vermerkt und als solche gekennzeichnet. Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe. Mit einer eventuellen Ausleihe bin ich einverstanden.

.....

Jeannot Olivet

Kiel, den 30.01.2015