

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an der  
Universität Tübingen

**Rückkehr in den Sport nach mittels medialer Raffung  
behandelter Patellaerst- und Reluxation**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

vorgelegt von  
Maurer, Julian Josef Philipp

**2019**

Dekan: Professor Dr. I. B. Authenrieth

1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. S. Schröter

2. Berichterstatter: Professor Dr. I. Krauß

Tag der Disputation: 02.07.2019

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Patellaluxation.....	2
1.1.1 Epidemiologie .....	2
1.1.2 Anatomie des Femoropatellargelenks .....	2
1.1.3 Stabilisation des Femoropatellargelenks .....	7
1.1.4 Biomechanik des Femoropatellargelenks .....	9
1.1.5 Prädisponierende/dispositionelle Faktoren .....	11
1.1.6 Einteilung.....	16
1.1.7 Diagnostik.....	18
1.1.7.1 Anamnese .....	18
1.1.7.2 Klinische Untersuchung .....	19
1.1.7.3 Bildgebende Verfahren .....	20
1.1.8 Therapie .....	23
1.1.8.1 Erstluxation .....	24
1.1.8.2 Rezidivluxation .....	26
1.2 Fragestellung .....	28
2 Material und Methoden .....	29
2.1 Studiendesign .....	29
2.2 Ein- und Ausschlusskriterien .....	29
2.2.1 Einschlusskriterien.....	29
2.2.2 Ausschlusskriterien.....	29
2.3 Datenerfassung.....	30

2.4	Erhebungsbögen.....	30
2.4.1	Allgemeiner Patientenfragebogen.....	30
2.4.2	Fragebogen zur spezifischen Unfallanamnese .....	30
2.4.3	REFA Klassifikation .....	31
2.4.4	IKDC 2000 Untersuchungsbogen .....	31
2.4.5	Kujala´s Anterior Knee Pain Score .....	32
2.4.6	Fragebogen zur Sportfähigkeit .....	33
2.4.7	Tegner Aktivitätsscore .....	33
2.5	Statistische Auswertung .....	34
3	Ergebnisse.....	35
3.1	Patientenkollektiv .....	35
3.1.1	Epidemiologie .....	36
3.1.2	Sportfähigkeit.....	38
3.2	Auswertung der Daten nach Gruppen (1-3) .....	40
3.2.1	Gruppe 1: Erstluxation mediale Raffung – Keine Reluxation .....	40
3.2.1.1	Epidemiologie.....	40
3.2.1.2	Patellaspezifische Anamnese .....	40
3.2.1.3	Diagnostik .....	41
3.2.1.4	Therapie.....	42
3.2.1.5	Sportfähigkeit .....	43
3.2.2	Gruppe 2: Erstluxation mediale Raffung – Reluxation .....	45
3.2.2.1	Epidemiologie.....	45
3.2.2.2	Patellaspezifische Anamnese .....	45
3.2.2.3	Diagnostik .....	46
3.2.2.4	Therapie.....	47
3.2.2.5	Sportfähigkeit .....	48

3.2.3	Gruppe 3: Erstluxation konservativ – Reluxation mediale Raffung	50
3.2.3.1	Epidemiologie.....	50
3.2.3.2	Patellaspezifische Anamnese .....	50
3.2.3.3	Diagnostik .....	50
3.2.3.4	Therapie.....	51
3.2.3.5	Sportfähigkeit .....	52
3.2.4	Gruppenvergleiche .....	54
4	Diskussion .....	57
4.1	Limitationen der Studie.....	69
4.2	Schlussfolgerung.....	70
5	Zusammenfassung .....	71
6	Literaturverzeichnis.....	72
7	Anhang .....	78
7.1	Informationsblatt.....	78
7.2	Untersuchungsbogen .....	80
7.3	REFA Klassifikation.....	85
7.4	IKDC Score .....	87
7.5	Kujala Score.....	89
7.6	Fragebogen zur Sportfähigkeit.....	92
7.7	Tegner Score .....	93
8	Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift.....	94
9	Danksagung.....	95

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Anzahl der Begleiterkrankungen.....	37
<b>Tabelle 2:</b> Gesamtkollektiv, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit..	39
<b>Tabelle 3:</b> Gruppe 1, durchgeführte Therapie.....	42
<b>Tabelle 4:</b> Gruppe 1, prozentuale Abnahme von Low-/High-Impact Sportarten .....	44
<b>Tabelle 5:</b> Gruppe 1, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit .....	44
<b>Tabelle 6:</b> Gruppe 2, Therapie der Reluxation.....	47
<b>Tabelle 7:</b> Gruppe 2, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit .....	49
<b>Tabelle 8:</b> Gruppe 3, Therapie der Reluxation.....	51
<b>Tabelle 9:</b> Gruppe 3, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit .....	53
<b>Tabelle 10:</b> Gruppenvergleich, Kujala Score und IKDC Score .....	54
<b>Tabelle 11:</b> Gruppenvergleich, Dauer der Rückkehr in den Sport nach der letzten Patellaluxation in Wochen.....	56

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Ansicht der rechten Kniescheibe von ventral (a), dorsal (b) und distal (c) (2) .....	3
<b>Abbildung 2:</b> Die Einteilung der Patellaformen nach Wiberg-Baumgartl (20) ...	4
<b>Abbildung 3:</b> Trochleaformen nach Hepp (28).....	6
<b>Abbildung 4:</b> MPFL auf der Pinzette (34) .....	8
<b>Abbildung 5:</b> Retropatellarer Druck in Abhängigkeit von der Stellung des Kniegelenks (26) .....	10
<b>Abbildung 6:</b> Q-Winkel (44) .....	12
<b>Abbildung 7:</b> Berechnung des TT-TG Abstandes (12).....	14
<b>Abbildung 8:</b> Lateraler Patella-Tilt-Winkel.....	21
<b>Abbildung 9:</b> Sulcus-Winkel (30) .....	22
<b>Abbildung 10:</b> Patellar Instability Severity-Score (64).....	24
<b>Abbildung 11:</b> Behandlungsschema der Patella-Erstluxation (64).....	25
<b>Abbildung 12:</b> Behandlungsschema der Patella-Rezidivluxation (64) .....	27
<b>Abbildung 13</b> Patientenkollektiv, Flussdiagramm .....	36
<b>Abbildung 14:</b> Gesamtkollektiv, Einteilung der Arbeit nach der REFA Klassifikation .....	37
<b>Abbildung 15:</b> Gesamtkollektiv, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung .....	38
<b>Abbildung 16:</b> Gruppe 1 Begleitverletzungen .....	41
<b>Abbildung 17:</b> Gruppe 1, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	43
<b>Abbildung 18:</b> Gruppe 2, Begleitverletzungen. ....	46
<b>Abbildung 19:</b> Gruppe 2, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	48
<b>Abbildung 20:</b> Gruppe 3, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	52
<b>Abbildung 21:</b> Gruppenvergleich, Wechsel der Sportart.....	54
<b>Abbildung 22:</b> Gruppenvergleich, High-/Low-Impact Sportarten vor der Erstluxation.....	55

**Abbildung 23:** Gruppenvergleich, High-/Low-Impact Sportarten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ..... 56



## Abkürzungsverzeichnis

ANOVA = analysis of variance

A-LDFA = anatomical lateral distal femur angle

BGU = Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik

CT = Computertomographie

HTO = High tibial osteotomy

ICD-10 = International Classification of diseases

IKDC = International Knee Documentation Committee

Lig. = Ligamentum

M. = Musculus

Max = Maximum

Min = Minimum

min = Minuten

MPFL = mediales patellofemorales Ligament

MRT = Magnetresonanztomographie

N = Anzahl

PFG = Patellofemorales Gelenk

PIS = Patellar Instability Severity

Q-Winkel = Quadriceps Winkel

R = Range

REFA = Reichtsausschuss für Arbeitszeitvermittlung

SD = Standardabweichung

TT-TG = Tuberositas-tibiae-Trochlea-Groove

## 1 Einleitung

Das Kniegelenk (Articulatio genu) ist das größte und eines der komplexesten Gelenke im Körper. Dadurch, dass es die längsten Hebelarme (Femur und Tibia) verbindet, die Weichteilbedeckung äußerst gering ist und die miteinander artikulierenden Gelenkkörper wenig kongruent sind, kann die hohe Prävalenz von Knieverletzungen erklärt werden (1, 2).

Drei Prozent aller traumatischen Knieverletzungen sind auf die Patellaluxation zurückzuführen (3, 4). In zwei Drittel der Fälle handelt es sich um junge, sportlich aktive Patienten unter 20 Jahren. Nach Atkin et al. (5) ereignen sich 72% der Erstluxationen während körperlich anstrengender Arbeit oder sportlicher Aktivitäten, 21% fanden bei Aktivitäten des alltäglichen Lebens statt und 7% vollzogen sich durch ein direktes Anpralltrauma (4-7). Fast die Hälfte der Patienten klagten danach über ein Instabilitätsgefühl und/oder einen vorderen Knieschmerz (8).

Unter einer Patellaluxation versteht man die Seitverlagerung oder Verrenkung der Kniescheibe aus ihrer Führung, dem patellofemorale Gleitlager (9). Sie wird in die permanente, traumatische, habituelle, rezidivierende und iatrogene Patellaluxation eingeteilt (10). In fast allen Fällen luxiert die Kniescheibe nach lateral, ausschließlich bei der iatrogenen Luxation disloziert die Kniescheibe nach medial (11). In den meisten Fällen erfolgt die spontane Reposition und nur wenige Patienten kommen mit luxierter Kniescheibe zum Arzt (12, 13). Die Kniescheibe gleitet wieder von selbst bei der Kniestreckung in ihre ursprüngliche Position.

Die Erstluxation kann weitreichende Folgen haben. Sie kann der Ursprung einer instabilen Kniescheibe, rezidivierender Luxationen, Schmerzen, Knorpelabsprengung oder der patellofemorale Arthrose sein (11, 14-16).

Therapeutisch wird zwischen der operativen und konservativen Behandlung unterschieden. Bei der operativen Therapie wird versucht das mediale patellofemorale Ligament (MPFL) zu stabilisieren, welche die Patella in ihrer Lateralisationstendenz einschränkt. Außerdem werden, falls vorhanden,

prädisponierende Faktoren wie z.B. eine Patella- oder Trochleadysplasie, Torsionsfehlstellungen und eine mögliche Patella alta, die als mitursächlich für die Luxation angesehen werden, beseitigt. Die Wahl der optimalen Therapie stellt sich oft als erhebliches Problem für den behandelnden Orthopäden und Unfallchirurgen dar, da es viele ätiologische Faktoren gibt, die einen Einfluss auf die Patellaluxation haben können und aufwendig und nicht immer leicht zu identifizieren sind (12).

## 1.1 Patellaluxation

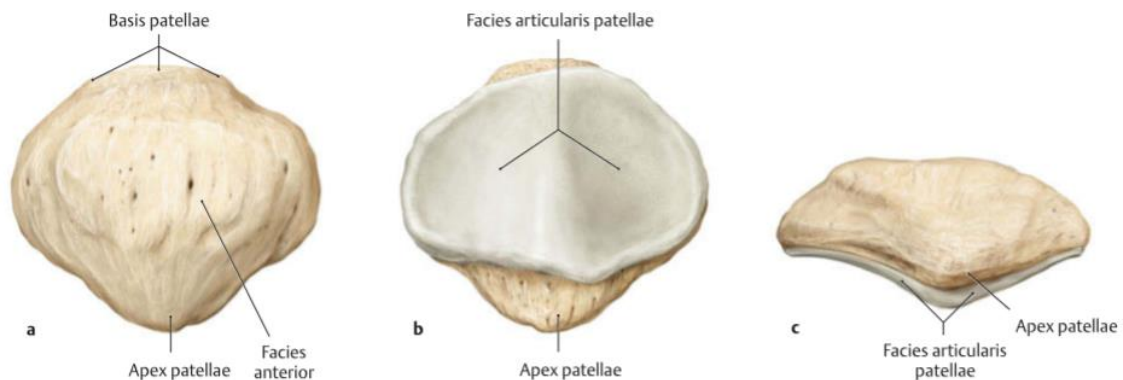
### 1.1.1 Epidemiologie

Die Inzidenz der Patellaluxation variiert je nach Altersgruppe, wobei sie mit zunehmendem Alter sinkt (6, 17). In der Allgemeinbevölkerung beträgt sie 5,8-7 auf 100.00 Einwohner, während sie im Alter zwischen zehn und 17 Jahren mit 29 auf 100.000 Einwohner beschrieben wird (8, 18). Vor allem junge, sportlich aktive Menschen sind von ihr betroffen (5-7, 11). Das Durchschnittsalter der Erstluxation beträgt 21,5 Jahre (8). Das weibliche Geschlecht ist einem höheren Risiko ausgesetzt (7, 19). Am häufigsten tritt die Erstluxation während sportlicher Aktivität auf (7, 11).

### 1.1.2 Anatomie des Femoropatellargelenks

Im Femoropatellargelenk artikulieren Teile des Femur mit der Patella. Eingelagert in die Sehne des M. quadriceps ist die Kniescheibe das größte Sesambein des menschlichen Körpers. Sie ist bereits knorpelig in der 9. Fetalwoche nachweisbar, ihre Verknöcherung beginnt im 2.-5. Lebensjahr und ist in der Pubertät abgeschlossen (20, 21). Anatomisch wird die Basis, das proximale abgerundete Ende, von dem Apex, dem distal zugespitzten Ende, unterschieden. Ihre Rückseite, die Facies articularis patellae, ist mit dem dicksten im menschlichen Körper vorkommenden Knorpel überzogen und durch einen vertikalen First in eine mediale und laterale Facette aufgegliedert, wobei die laterale größer als die mediale ist (22). Wird die mediale Facette durch eine weitere Leiste unterteilt, spricht man von der Odd Facette, die durch ihre

sagittale Stellung die druckaufnehmende Fläche der Kniescheibe beträchtlich reduziert. Die Form und Ausrichtung der medialen Facette stellt sich extrem variabel dar. Es lassen sich verschiedene Formen nach der Wiberg Klassifikation unterscheiden, die die mechanische Belastung des Femoropatellargelenks verändern.

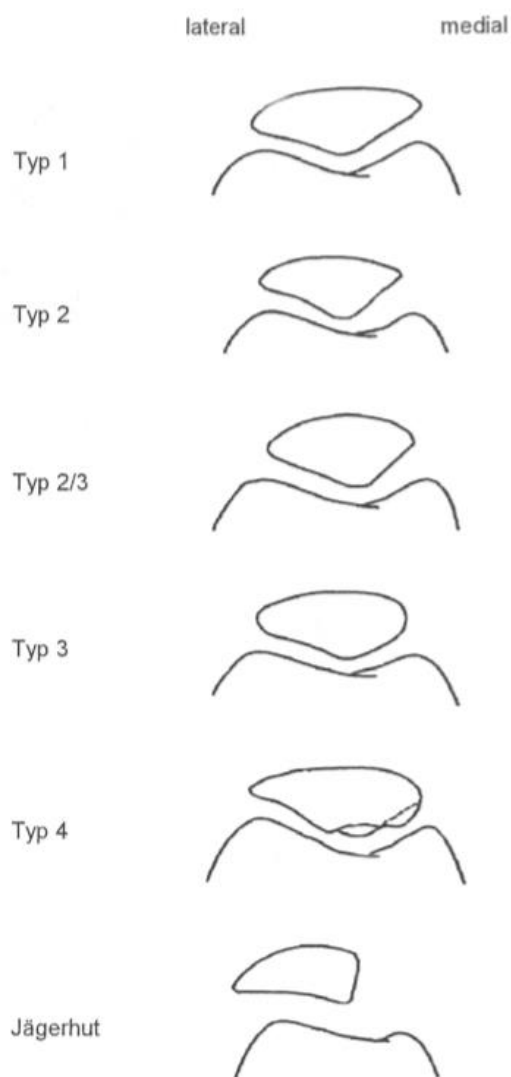


**Abbildung 1** Ansicht der rechten Kniescheibe von ventral (a), dorsal (b) und distal (c) (2)

Die Klassifikation nach Wiberg (23) erfolgt an Hand einer axialen Röntgenaufnahme mit 45° Beugung im Kniegelenk. Sie wurde später durch Baumgartl (20) erweitert. Es wird die knöcherne Form des Patellagleitlagers wiedergegeben. Die Einteilung in die Typen I, II, II/III, III, IV findet anhand des Winkels, den der knöcherne Patellafirst mit der inneren und äußeren Gelenkfacette bildet, der Länge und der Form der medialen Gelenkfläche statt. Physiologisch beträgt der Winkel zwischen 120 bis 140° (24). Teilt der mediane First die Patellarrückfläche in zwei gleich große, konkav geformte Facetten wird vom Typ I nach Wiberg gesprochen. Der laterale Oberschenkelkondylus ist meist breiter als der mediale. Bei Typ II ist durch den medial verschobenen First die mediale Facette verkleinert, der laterale Femurkondylus am femoralen Gleitlager deutlich breiter. Ist die mediale Facette kleiner als die laterale und konvex spricht man von Typ III. Bei diesem Typ ist der laterale Gleitlageranteil größer als der bei Typ II. Nach Andersen, Baumgartl und Gremmel (21, 25) gibt es eine Übergangsform Typ II/III. Bei ihr ist die mediale Facette plan. Typ IV ist

gekennzeichnet durch eine Art Doppelung der medialen Facette mit einer gegen das mediale Gleitlager gerichteten Knochenvorwölbung.

Die Jägerhut Kniescheibe, bei der die mediale Facette völlig fehlt, die Halbmond-Kniescheibe und die Kieselstein-Kniescheibe stellen Sonderformen da (24).

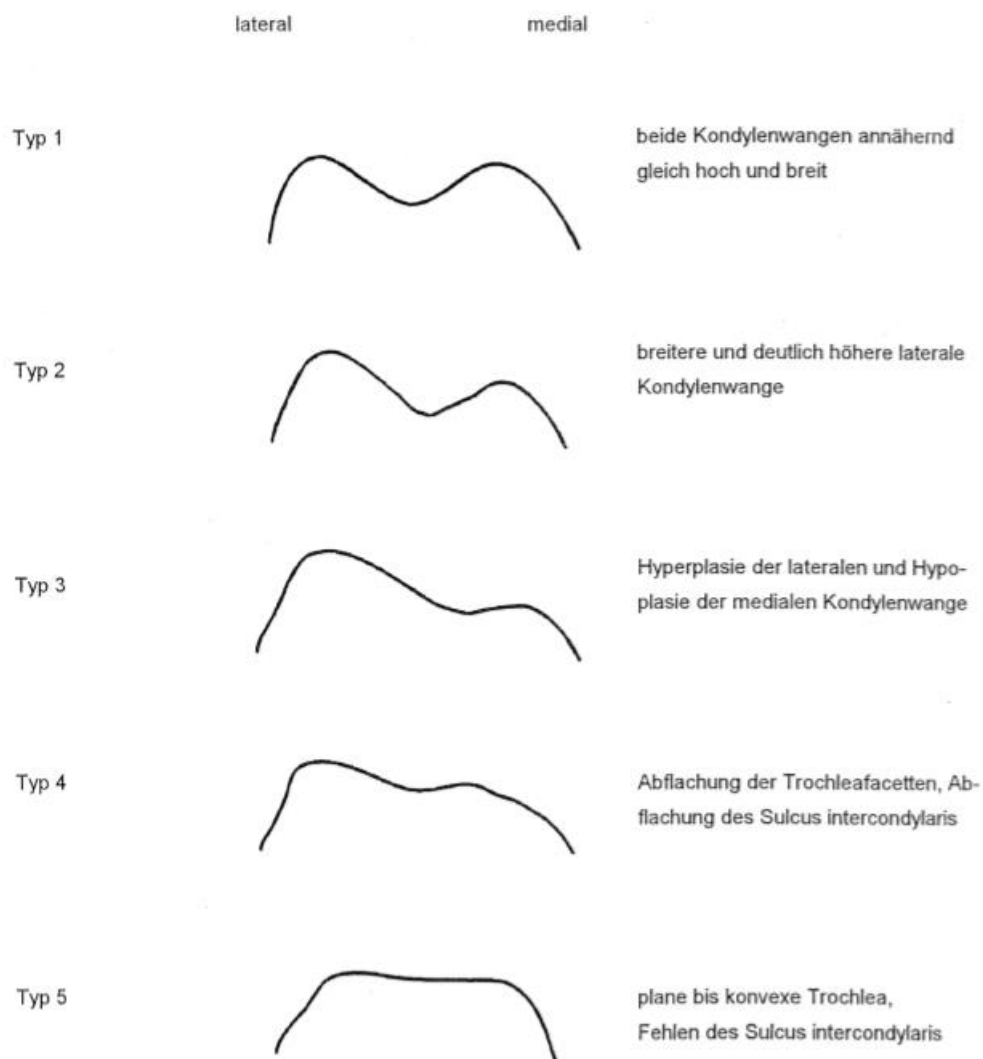


**Abbildung 2** Die Einteilung der Patellaformen nach Wiberg-Baumgartl (20)

Ventral des distalen Endes des Femur zwischen den Femurkondylen befindet sich die flache Gleitrinne für die Patella (Facies patellaris). Sie wird als Trochlea

femoris bezeichnet und bildet das Gleitlager für die Patella auf dem Femur. Die Kondylenwangen bieten der Kniescheibe seitlichen Halt. Die Trochlea ist zumeist nicht symmetrisch ausgebildet. Der laterale Femurkondylus springt in den meisten Fällen weiter vor als der mediale, so dass die laterale Wange breiter und höher ist. Anatomische Abweichungen der Gleitrinne verändern ebenso die mechanische Belastbarkeit dieses Gelenkes (2, 26).

Nach Ficat (27) und Hepp (28) lassen sich fünf Trochleatypen voneinander unterscheiden, wonach die Typen I und II als Normalvarianten und die Typen III bis IV als dysplastisch angesehen werden. Bei Typ I sind beide Kondylenwangen annähernd gleich hoch, breit und fast gleichmäßig gerundet. Die Gleitrinne findet sich etwa in der Mitte der Trochlea und ist wannen- oder rinnenförmig gebaut. Bei Typ II ist die laterale Kondylenwange etwas breiter und deutlich höher ausgebildet als die mediale. Findet sich eine Hypoplasie der medialen und eine Hyperplasie der lateralen Kondylenwange, ist der Sulcus intercondylaris abgeflacht und deutlich nach medial hin verschoben spricht man vom Typ III. Zudem ist die mediale Wange im Vergleich zur lateralen kürzer und flacher. Typ IV ist durch eine Abflachung der Trochleafacetten und des Sulcus intercondylaris gekennzeichnet. Ist der Sulcus intercondylaris nicht vorhanden, die Trochlea plan bis konvex findet man Typ V vor (28).



**Abbildung 3** Trochleaformen nach Hepp (28)

H. Dejour (29) hat eine Klassifikation der Trochleadysplasie anhand der Analyse des seitlichen Röntgenbildes erstellt. Er unterscheidet zwei physiologische (Typ A, B) und drei pathologische Trochleatypen (Typ 1-3). Bei Typ A überschneidet der Sulcus nicht die Trochleaschultern, wobei sich die mediale und laterale Trochleaschulter überdecken. Überschneidet der Sulcus nicht die laterale Trochleaschulter und läuft die mediale Trochleaschulter in den Sulcus aus spricht man von Typ B. Sobald der Sulcus die Trochleaschultern im Bereich der proximalen Trochlea überschneidet ist es Typ 1. Überschneiden mediale und laterale Trochleaschulter den Sulcus in verschiedenen Höhen wird

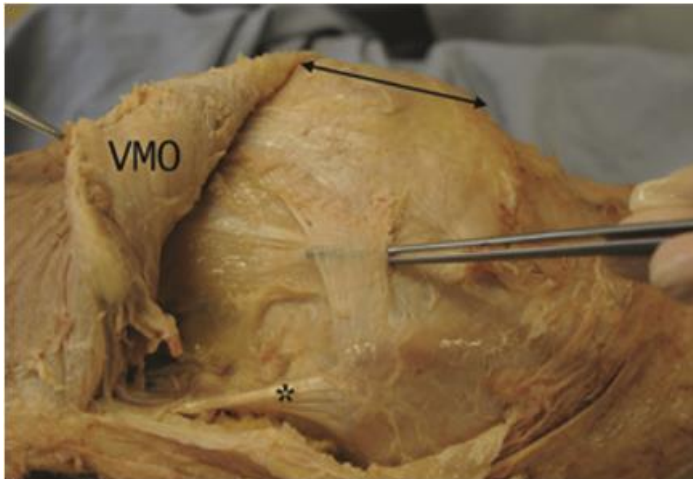
von Typ 2 gesprochen. Bei Typ 3 überschneiden beide Trochleaschultern den Sulcus sehr distal (30).

### 1.1.3 Stabilisation des Femoropatellargelenks

Das Femoropatellargelenk wird sowohl aktiv als auch passiv stabilisiert. Das richtige Zusammenspiel der Gelenkgeometrie, die auf das Kniegelenk wirkenden Muskeln und die passiven Bandstrukturen sind für die Stabilität entscheidend (31). Der M. vastus medialis obliquus, der mediale Bauch des M. quadriceps, bildet den bedeutendsten aktiven Stabilisator, dessen Köpfe sich sehnig an das kraniale Ende und die lateralen Ränder der Kniescheibe anheften (32). Am kaudalen Ende der Patella vereinigen sie sich zum Ligamentum patellae und inserieren an der Tuberositas tibiae. Der wichtigste passive Stabilisator ist das Retinaculum patellae, das sich in ein mediales und laterales differenziert. Das Retinaculum patellae laterale ist eine Struktur, die sich aus Teilen der Aponeurose des M. vastus lateralis, des M. rectus femoris und Fasern des Tractus iliotibialis zusammensetzt. Während es seitlich an der Kniescheibe vorbeizieht, werden Fasern zum lateralen Rand der Patella und zum Ligamentum collaterale laterale entsendet. Ansatzpunkt ist lateral der Tuberositas tibiae. Es ist hauptsächlich an der Lateralverkipfung und Verschiebung der Patella beteiligt (33).

Das Retinaculum patellae mediale, auch als mediales patellofemorales Ligament (MPFL) bekannt, verläuft segelförmig vom medialen Femurkondylus zum medialen Patellarand. Es besteht aus der Aponeurose des M. vastus medialis. Im Verlauf entsendet es dabei Fasern zur medialen Seite der Patella und dem Lig. collaterale mediale (33). Es ist 55 mm (45 - 64 mm) lang, 13 mm (8 - 25 mm) breit und ca. 0,44 mm dick. Bei einer Ruptur des MPFL ist die Rupturstelle in 70% der Fälle am femoralen Ansatz, in 20% intraligamentär und in nur 10% am patellaren Ansatz (34).





**Abbildung 4** MPFL auf der Pinzette, VMO = Vastus medialis obliquus, Proximodistale Ausdehnung der Kniescheibe (34)

Es wurde gezeigt, dass das mediale Retinaculum der wichtigste passive Stabilisator zwischen  $0^\circ$  -  $30^\circ$  ist (35-37), der vor einer Luxation der Patella nach lateral schützt. Das Lig. patellomeniscale und die tiefen medialen Kapselanteile spielen dagegen eine geringere Rolle (22). Das MPFL trägt 50-80% zum Mechanismus bei, der einer Lateralisierung der Patella entgegenwirkt (36, 38).

Die Morphologie der Facies articularis patellae und der Trochlea sowie die Torsion des Femurs sind die entscheidenden knöchernen Faktoren, die zur Stabilität des Femoropatellargelenks beitragen.

Ist der dorsale, mittelständige First der Kniescheibe stark ausgeprägt ist ihre Stabilität gesichert, während eine ungenügend ausgeprägte Leiste einen Instabilitätsfaktor darstellt (2, 26). Der von beiden Gelenkflächenhälften eingeschlossene Winkel, der wie oben bereits erwähnt im Normalfall  $120^\circ$  -  $140^\circ$  beträgt, definiert die physiologische Morphologie. Bei dysplastischen Kniescheiben ist dieser Winkel größer  $140^\circ$  oder kleiner  $100^\circ$  (24).

Da der laterale Femurkondylus gewöhnlich nach vorne hin stärker ausgeprägt ist als der mediale, wird die nach außen gedrängte Patella stabilisiert. Der Winkel, der von der medialen und lateralen Facette des Femurs eingeschlossen wird, beträgt normalerweise  $137 \pm 8^\circ$  (39).

#### 1.1.4 Biomechanik des Femoropatellargelenks

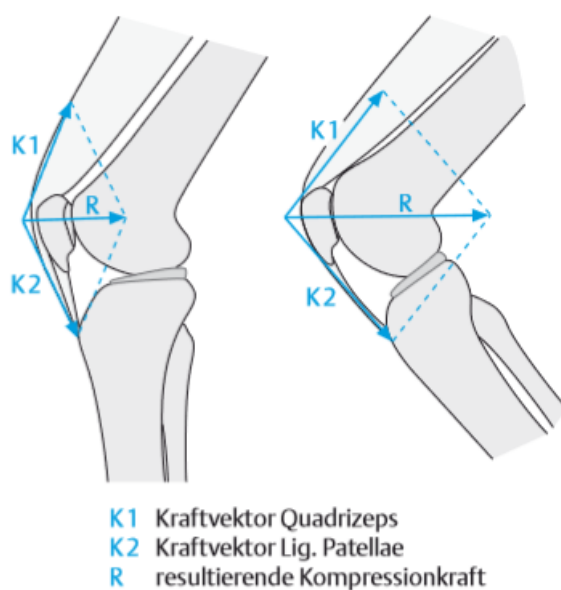
Die Patella ist als Hypomochlion in den Streckapparat des Kniegelenks eingebaut, um bei gebeugtem Kniegelenk die Kraft des M. quadriceps günstig auf den Unterschenkel zu übertragen. Die Veränderung des Hebelarmes des Extensormechanismus und die Veränderung der Beanspruchung des Ligamentum patellae stellen die zwei spezifischen Funktionen der Kniescheibe dar (40).

Je nach Gelenkstellung artikulieren die Kniescheibe und die Trochlea mit einer unterschiedlich großen Kontaktfläche. Betrachtet man die Patella zwischen 0° und 90° Beugung, ändert sich der Hauptkontakt zur Trochlea von anfangs lateral nach medial bevor er sich wieder nach lateral verschiebt. Die mediale Facette der Kniescheibe kommt zu Beginn der Beugung bis 20° nicht mit dem Femur in Kontakt (31, 41). Ist das Kniegelenk gestreckt, befindet sich die Kniescheibe auf dem Recessus suprapatellaris. Es artikuliert nur der distale Gelenkrand der Patella mit dem proximalen Rand der Trochlea. Mit zunehmender Beugung gleitet die Kniescheibe auf der femoralen Führungsrinne von proximal nach distal. Dabei legt sie einen Weg von 5 - 7 cm zurück. Die Kontaktfläche der patellaren Gelenkfläche bewegt sich dagegen von distal nach proximal (34).

Die Belastung des Patellofemoralgelenks wird hauptsächlich durch Muskelkräfte und die Größe der kraftaufnehmenden Fläche (retropatellare Fläche) bestimmt. Dadurch, dass kräftige Muskeln auf ein kleines, wenig stabiles Gelenk wirken und die beteiligten Gelenkflächen teilweise wenig kongruent sind, ist es anfällig für Verletzungen.

Der bei der Anspannung des M. quadriceps auf die Quadricepssehne und Patellasehne wirkende Betrag und die Richtung der Kraftvektoren determinieren die Belastung auf die Retropatellarfläche. In Streckstellung ziehen Quadricepssehne und Patellasehne fast in entgegengesetzte Richtung, so dass die Kniescheibe zwar kräftigen Zugkräften ausgesetzt ist, der retropatellare Druck jedoch gering ist. Während der Kniebeugung verringert sich der Winkel zwischen Quadriceps- und Patellarsehne in der Sagittalebene. Die Zugkräfte in

diesen beiden Strukturen addieren sich zu einer größeren Gelenkkompressionskraft (resultierender Vektor), die auf den distalen Oberschenkelknochen wirkt. Bei 90° Beugung erreicht der Anpressdruck im patellofemorale Gelenk sein Maximum und beträgt ca. das 6,5 fache des Körpergewichts (31). Jenseits von 90° Flexion kommt die Quadricepssehne mit dem Femur in Kontakt, wobei sich die Kraftwirkung auf einen größeren Bereich verteilen kann, so dass der retropatellare Druck relativ konstant bleibt (26).



**Abbildung 5** Retropatellarer Druck in Abhängigkeit von der Stellung des Kniegelenks (26)

Je nach Belastung werden unterschiedliche Kräfte auf das Femoropatellargelenk gemessen. Die Kräfte variieren von 385 N beim Gehen bis zu Werten von 2500 N beim Treppe absteigen oder 5972 N bei der Landung nach einem Sprung (31). Die Kraft auf das Femoropatellargelenk wird durch Veränderung der Anatomie stark verändert. Nach Huberti und Hayes (42) steigt der Maximaldruck auf das Gelenk um 45%, wenn sich der Q- Winkel um 10° ändert.

Untersucht man die auf die Kniescheibe einwirkenden Kräfte in der Frontalebene, addieren sich die Muskelkraft des M. quadriceps und die Zugkraft

der Patellasehne zu einem lateralisierenden Kraftvektor, das als Q-Winkeleffekt bezeichnet wird. Der Winkel zwischen dem Kraftvektor des M. quadriceps und dem Ligamentum patellae wird als Q-Winkel bezeichnet (22, 40).

#### 1.1.5 Prädisponierende/dispositionelle Faktoren

Bei den prädisponierenden Faktoren handelt es sich um knöcherner, ligamentäre oder muskuläre Veränderungen, die zur Folge haben, dass die Führung und die Fixierung der Patella in ihrem Gleitlager an Stabilität verlieren. Häufig treten Kombinationen der einzelnen Veränderungen auf. Ob diese Veränderungen alleine, überwiegend oder nur partiell für die Luxationen ursächlich sind ist schwer zu beurteilen und die Grenzen sind fließend.

#### **Femoropatellare Dysplasie**

Normalerweise steht der laterale Femurkondylus ventral etwas stärker vor als der mediale. Dadurch hat die laterale Facette der Trochlea eine stabilisierende Funktion und bildet eine anatomische Barriere gegen den auf die Kniescheibe wirkenden lateralisierenden Quadricepsvektor (29, 43). Bei der femoropatellaren Dysplasie ist der laterale Kondylus abgeflacht und die Eindellung des femoropatellaren Gleitlagers vermindert. Dies führt zu einer verminderten Kongruenz der artikulierenden Flächen und dadurch zu einer mangelnden lateralen knöchernen Führung der Kniescheibe in der Führungsrinne. Dies verringert die Stabilität der Patella und begünstigt die Luxation. Bei 96% der Patienten mit einer patellofemorale Instabilität wurde eine begleitende Trochleadysplasie diagnostiziert. Somit gilt sie als einer der Hauptrisikofaktoren (34).

#### **Q-Winkel**

Die Patella ist anatomisch zur Instabilität nach lateral prädisponiert. Verantwortlich ist der Q-Winkel (Quadriceps-Winkel). Er wird von einer Linie zwischen Spina iliaca anterior superior und dem Zentrum der Patella sowie einer Linie zwischen Zentrum der Patella und der Mitte der tibialen Tuberositas gebildet. Der Q - Winkel beschreibt den Kraftvektor, der bei der Kontraktion des

M. quadriceps auf die Kniescheibe wirkt. Nach Attal et al. (44) übt er eine nach lateral gerichtete Kraft aus (Valgusvektor). Beim Mann beträgt er im Mittel  $14^{\circ} \pm 3^{\circ}$  und bei der Frau aufgrund des breiteren Beckens  $17^{\circ} \pm 3^{\circ}$ . Mit zunehmender Größe des Winkels steigt die lateralisierende Kraft auf die Kniescheibe. Jedoch besteht kein eindeutiger Zusammenhang zwischen vergrößertem Winkel und einer patellofemorale Symptomatik. Der Q-Winkel ist von mehreren Faktoren abhängig. In Rückenlage ist er kleiner als im Stehen, während er durch Innenrotation und Pronation des Fußes zunimmt. Außerdem wird er durch den Flexionsgrad des Kniegelenks beeinflusst. In voll gestrecktem Knie ist er am größten und in  $90^{\circ}$  Beugung am kleinsten. Dadurch ist er schwer reliabel.

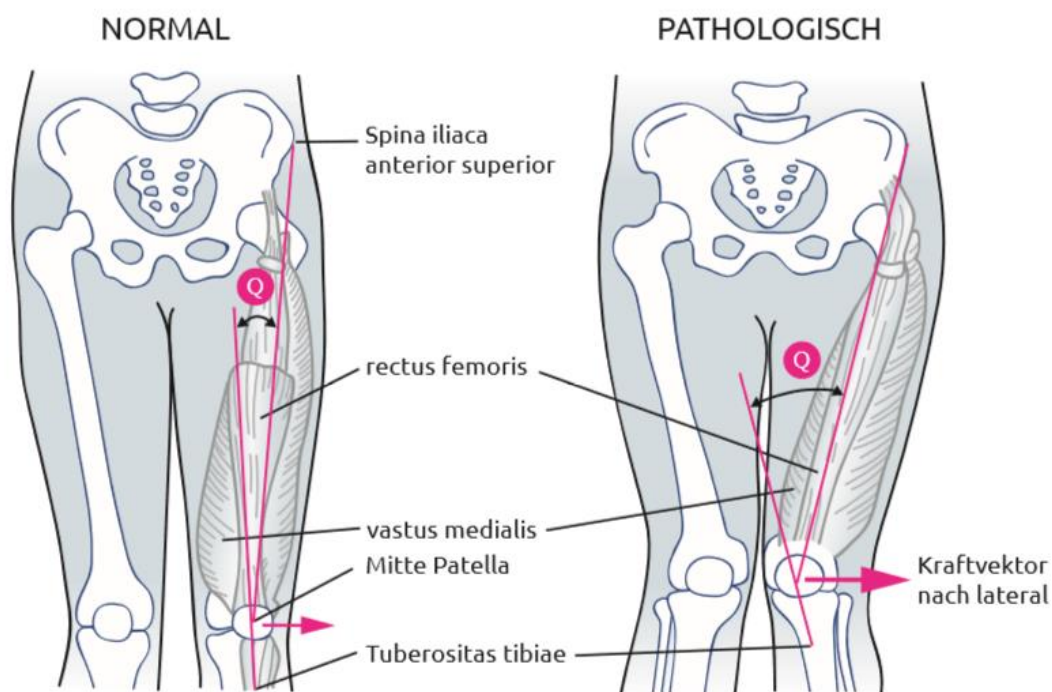


Abbildung 6 Q-Winkel (44)

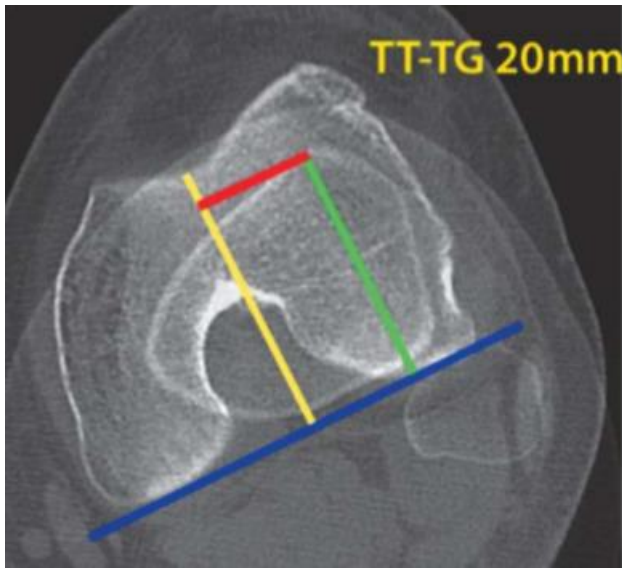
### Patella alta

Die Patella alta wird von verschiedenen Autoren als wesentlicher Faktor für die Patellainstabilität verantwortlich gemacht (12, 45, 46). Der Patellahochstand ist

eine Folge der Dysplasie der Trochlea, bei der sie zu flach oder sogar konvex ist. Somit kann die Patella in Flexion nicht oder verspätet in das fehlende Gleitlager einsinken und die laterale anatomische Barriere ist dadurch nicht oder nur noch minimal vorhanden. Dies führt zu einer Verschiebung der Kniescheibe nach proximolateral. Da es zu einem verspäteten Kontakt mit den Femurkondylen bei der Beugung des Kniegelenks kommt, bildet sich der retropatellare Druck nicht kontinuierlich, sondern steigt plötzlich an. Die Folge sind Überlastungsschäden im Femoropatellargelenk. Zudem ist bei gleichbleibendem Quadricepsvektor ein erhöhter patellarer Tilt (Kippung) und Shift (Seitverschiebung) aufgrund der fehlenden lateralen Barriere zu beobachten (47, 48).

### **Erhöhter TT-TG Abstand**

Ein erhöhter Abstand zwischen der Tuberositas tibiae und der Trochlea-Grube (TT-TG) wird als Risikofaktor für die Patellaluxation angesehen (11). Zur Ermittlung wird in einer CT-Darstellung eine Schnittebene am distalen Femur in der axialen Ebene mit gut dargestellten Femurkondylen gewählt und eine axiale Schnittebene an der proximalen Tibia mit Darstellung der Tuberositas-Tibiae (12). Nachdem die beiden Ebenen übereinander projiziert werden, werden zwei Senkrechte auf die Tangente der posterioren Femurkondylen gelegt. Die erste Senkrechte wird mit dem tiefsten Punkt der Trochlea verbunden, die zweite mit der Tuberositas tibiae. Der Abstand beider Senkrechten ist der TT-TG-Abstand und liegt normalerweise bei  $12,7 \pm 3,4$  mm (12, 29).



**Abbildung 7** Berechnung des TT-TG Abstandes, TT-TG: Tuberositas-tibiae-Trochlea-Groove (12)

### **Achsen und Torsionsfehler**

Abweichungen der Femurachsen in der Frontalebene wie auch axialen Ebene haben einen Einfluss auf die Stabilität des Femoropatellargelenks. Die Femurtorsion ist für die Kinematik des PFG (Patellofemoralgelenk) von zentraler Bedeutung. Der femorale Torsionswinkel wird mit Hilfe der Methode nach Waidelich in CT-Schnitten gemessen und beträgt  $24.1^{\circ} \pm 17.4^{\circ}$  Innentorsion (49). Dabei wird die dorsale Kondylentangente als distale Achse gewählt. Die proximale Achse verläuft durch das Femurkopfzentrum und durch das Zentrum einer die Trochanterregion einhüllenden Ellipse (50). Der Winkel zwischen proximaler und distaler Achse bildet den femoralen Torsionswinkel.

Die Tibiatorsion wird ebenfalls in CT-Schnitten mit der Methode nach Waidelich bestimmt. Die proximale Tibiaachse wird in der proximalen Tibiaebene direkt über dem Fibulaköpfchen ermittelt. Die distale Tibiaachse verläuft auf Höhe des Sprunggelenks durch den Flächenmittelpunkt einer Ellipse im Malleolus lateralis und im Malleolus medialis. Der Winkel zwischen beiden Achsen ist der tibiale Torsionswinkel und beträgt  $34.9^{\circ} \pm 15.9^{\circ}$  Außenrotation (49).

Nach Kearney et al. (51) ist die Patellaluxation häufig mit einem Genu valgum verbunden. Das Genu valgum kann sowohl klinisch als auch radiologisch

definiert werden. Ist der intermalleolare Abstand größer als 8 cm und der Tibiofemoralwinkel größer als  $15^\circ$  ist die klinische Definition erfüllt (52). Radiologisch ist das Genu valgum durch einen anatomischen lateralen distalen Femurwinkel (aLDFA)  $< 79^\circ$  und/oder einen anatomischen medialen proximalen Tibiawinkel  $> 90^\circ$  und einer mechanischen Belastungsachse, die durch die laterale Hälfte des Kniegelenks läuft, definiert (53).

Eine vermehrte Innentorsionsstellung des Femurs, eine vermehrte Aussentorsionsstellung der Tibia und das Genu valgum können eine Luxation begünstigen (54).

### **Muskuläre Dysbalance**

Das Gleichgewicht zwischen M. vastus lateralis und M. vastus medialis obliquus stabilisiert die Führung und die gleichmäßige Belastung der Patella. Dysbalancen können durch übermäßige Stärke des M. vastus lateralis verursacht werden mit der Folge der Luxation der Patella. Das Übergewicht des M. vastus lateralis kann durch gleichzeitige Schwäche des M. vastus medialis zusätzlich verstärkt werden. Eine Atrophie des M. vastus medialis obliquus führt bei Kontraktion des M. quadriceps zu einer gesteigerten Lateralisierung der Kniescheibe mit Hyperkompression und möglicher Luxation. In einer neueren Studie wurde mittels MRT gezeigt, dass bei Patienten mit habitueller Patellaluxation eine Muskelfibrose des M. vastus lateralis vorhanden war (54).

### **Allgemeine Bandlaxizität**

Eine allgemeine Schwäche des Bandapparats kann konstitutionell, traumatisch oder als Folge von Systemerkrankungen (z.B. Kollagenosen) entstehen. Patienten mit hereditären Krankheiten wie Ehlers-Danlos-Syndrom, Marfan-Syndrom, Osteogenesis imperfecta oder Trisomie 21, bei der die Kollagenqualität vermindert ist, leiden vermehrt unter rezidivierenden Patellaluxationen (13, 54, 55).



## **Konstitutionelle Faktoren**

Junge Frauen haben aufgrund ihres weiten Beckens, der vergrößerten Innentorsion des Femur und des relativen Genu valgum ein erhöhtes Risiko im Vergleich zu Männern (21).

### **1.1.6 Einteilung**

Die wichtigsten Formen der Patellaluxation sind die permanente, traumatische, habituelle und rezidivierende. Eine klare Abgrenzung erfolgte erstmals durch Rütt (56). Zudem existieren die iatrogene und neurogene Luxation.

#### **Permanente Patellaluxation**

Eine dauernd bestehende Luxation der Patella unabhängig von der Funktionsstellung des Kniegelenks wird als permanente Patellaluxation bezeichnet. Die physiologische Position im femoralen Gleitlager wird nie erreicht und die Patella liegt auf der Außenseite des Kniegelenks. Sie kann entweder angeboren aufgrund von Anomalien oder erworben beispielsweise in Folge einer schwersten Arthrose sein (56).

#### **Traumatische Patellaluxation**

Bei der akuten traumatischen Patellaluxation ist ein adäquates Trauma in Form einer äußeren Gewalteinwirkung durch Schlag auf die seitliche Patella oder durch indirekte Gewalt notwendig. Das Kniegelenk befindet sich während des Traumas meistens in einer Flexions-, Valgus- und Außenrotationsstellung. Begleitverletzungen wie die Ruptur des medialen Retinaculums sowie Knorpelverletzungen an der medialen Patellagelenkfläche und am lateralen Femurkondylus sind häufig (54).

#### **Habituelle Patellaluxation**

Die habituelle Patellaluxation wird als gewohnheitsmäßige, zum Habitus gehörende Luxation definiert und ist immer angeboren. In 60 bis 90% der Fälle betrifft es Mädchen und junge Frauen (57).

Sie tritt bei jeder physiologischen Bewegung im Kniegelenk auf. Die Patella verlässt das femorale Gleitlager bei jeder Flexion zwischen 20° und 30°, wobei die Patella bei zunehmender Beugung und Streckung jeweils wieder spontan reponiert (24).

Im Gegensatz zur traumatischen Luxation ist das Unfallereignis nicht adäquat und es werden weniger Begleitverletzungen beobachtet. Die prädisponierenden Faktoren wie Patelladysplasie, Trochleadysplasie, pathologischer Q-Winkel und/oder Torsionsfehler des distalen Femurs/Tibia sind radiologisch nachweisbar (54).

### **Rezidivierende Patellaluxation**

Unter einer rezidivierenden Patellaluxation versteht man eine wiederkehrend und zunehmend häufiger auftretende Verrenkung. Im Unterschied zur habituellen Luxation tritt sie nicht ständig ein, sondern in unterschiedlicher Frequenz in Abhängigkeit von bestimmten Beanspruchungen und Belastungen. Sie ist Folge einer Erstverrenkung, die allein anlagebedingt oder Folge eines Traumas sein kann. Die beim Trauma äußere Krafteinwirkung kann alleine ursächlich sein oder im Zusammenwirken mit Vorschäden zur Verrenkung führen. Das Erstereignis findet oft im Schulalter statt. Radiologisch ist weniger eine dysplastische Kniescheibe oder Trochlea zu erkennen. Zudem tritt die rezidivierende Patellaluxation familiär gehäuft auf (24, 54).

### **Neurogene und iatrogene Patellaluxation**

Diese beiden Formen der Patellaluxation treten selten auf. Die Patella kann nach schlecht oder unzureichend durchgeführten patellazentrierenden Operationen medial luxieren. Man spricht von der iatrogenen Patellaluxation. Bei Patienten mit einer spastischen Tetraparese kommt es nicht selten zu einer Patellaluxation nach lateral. Bei dieser neurogenen Luxation sind die abnormen Muskelkräfte ursächlich (54).

### 1.1.7 Diagnostik

Die Anamnese des Patienten, die klinische Untersuchung und die radiologischen Befunde des Kniegelenks stützen die Diagnose. Wird der Patient mit luxierter Kniescheibe beim Arzt vorstellig ist die Diagnosestellung leicht. Häufig kommt es bei Patienten jedoch zur spontanen Reposition der Patella, sobald das Kniegelenk wieder gestreckt wird. Dadurch wird die Diagnose deutlich erschwert, so dass auch Fehldiagnosen wie die Meniskus-, Bandläsion oder Kreuzbandruptur, die mit einer ähnlichen Klinik verbunden sind, gestellt werden.

#### 1.1.7.1 Anamnese

Von großer Bedeutung bei der Anamneseerhebung ist die exakte Schilderung des Unfallherganges. Typische Beschreibungen von Patienten des Unfallherganges sind „Rauspringen der Knieschiebe“, „Verschiebung im Kniegelenk“, „Ausrutschen“, „Schlag gegen das Knie“, „Verdreht“ oder „umgeknickt“. Die traumatische Luxation der Patella ist meist ein eindrückliches Ereignis, das vom Patienten genau beschrieben werden kann. Zur Reposition kommt es entweder spontan durch Kniestreckung oder manuell durch Druck. Der Patient gibt Schmerzen peripatellar v.a. medial an. Im Gegensatz dazu werden bei rezidivierenden bzw. habituellen Luxationen Bagatellbewegungen beschrieben. Es ist zu erfragen, ob sich die Verrenkung bei starker Belastung und hoher Krafteinwirkung (z.B. beim Fußball oder Basketball) oder bei weniger für das Knie beanspruchenden Tätigkeiten (z.B. bei Alltagsbewegungen wie aus der Dusche steigen) ereignet hat.

Häufig treten bei der Patellaluxation als Begleitverletzung retropatellare Knorpelläsionen auf. Der femoropatellare Knorpelschaden ist eng mit dem Begriff des vorderen Knieschmerzes verbunden. Seine Anamnese ist sehr uneinheitlich. Klinische Zustände von vollkommener Schmerzfreiheit bei stark ausgeprägtem retropatellarem Knorpelschaden bis zu massivsten Schmerzen trotz fehlenden somatischen bzw. radiologischen Korrelats sind zu finden. Treppen ab- und aufsteigen, Bergabgehen und Hocken sind typische

schmerzauslösende Tätigkeiten. Zudem berichten Patienten über Schmerzen bei längerem Sitzen. Plötzliche unkontrollierte Bewegungen können einen akuten Schmerz retropatellar ausüben (58, 59).

#### 1.1.7.2 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung besteht aus der Inspektion, der Palpation und der Funktionsprüfung des Kniegelenks. Die Untersuchung wird im Gang, im Stehen mit Füßen parallel nach vorne, im Sitzen mit 90° flektierten Kniegelenken und hängenden Unterschenkeln, in Rückenlage, in Seitenlage und in Bauchlage durchgeführt. Zuerst fordert man den Patienten auf eine ausreichende Strecke zu gehen, um prädisponierende Faktoren wie beispielsweise Valgusstellung oder andere Achsen- und Rotationsfehler zu erkennen. Dann erfolgt die Untersuchung am stehenden Patienten um die Beinachsen zu analysieren. Als nächstes werden am sitzenden Patienten die Muskelgruppen (v.a. M. vastus medialis obliquus) und das Vorliegen einer Patella alta überprüft. Allgemein anerkannt ist eine Verbindung von Patella alta und Patellainstabilität (58, 60). Im Sitzen wird auch das J-Sign geprüft. Dabei streckt der Patient langsam aus der 90°-Position das Kniegelenk voll durch. Es dient als Maß für die Patellainstabilität. Beobachtet wird die Gleitbewegung der Kniescheibe von vorne. Physiologisch bewegt sich die Kniescheibe gerade nach proximal. Gleitet die Patella plötzlich, nahe terminaler Extension nach lateral ab, um damit einen umgekehrten J-förmigen Weg zu beschreiben, ist das J-Sign pathologisch. Anschließend fordert man den Patienten auf sich auf den Rücken zu legen. Zunächst wird überprüft, ob eine vermehrte laterale Abkipfung (Tilt) der Patella vorliegt, die zu einer eingeschränkten medialen patellaren Verschieblichkeit führt (58, 61). Nun folgt die Palpation der peripatellaren Weichteile. Obendrein achtet man auf eine Überwärmung des Gelenkes, Schwellungen sowie einen intraartikulären Erguss. Mit dem Apprehension-Test lässt sich die laterale Verschieblichkeit prüfen. Der Patient beugt das Kniegelenk 30° und entspannt den M. Quadriceps. Dann wird ein lateraler Druck auf die Patella ausgeübt. Sobald die Kniescheibe in die Nähe der Luxation kommt kontrahiert der Patient zur Abwehr den Quadrizepsmuskel reflektorisch, sodass die Kniescheibe

zurück in eine relativ normale Position gezogen wird. Dabei empfindet der Patient einen starken Schmerz.

### 1.1.7.3 Bildgebende Verfahren

Bei einer Umfrage unter deutschen Kliniken kam ein uneinheitliches diagnostisches/radiologisches Vorgehen der Patellaluxation zum Ausdruck. Nach Erstluxation wurde in 81% der Fälle eine MRT-Diagnostik durchgeführt, bei einer Reluxation in 85%. Defilee-Aufnahmen fanden zu 52,5% nach dem Erstereignis und zu 62,5% nach der Reluxation statt. Das CT zur Bestimmung des TT-TG-Abstandes wurde in 20% nach Erstluxation und in 35% nach Reluxation ausgeführt. Nur in 3,5% der Fälle wurde nach Reluxation die Torsion bestimmt (12, 62). Jedoch ist eine anerkannte standardisierte Diagnostik unabdingbar, um die pathologischen Zusammenhänge besser zu verstehen.

Die Basis der radiologischen Abklärung des Patellofemoralgelenks ist das Röntgenbild (a.p., streng lateral und tangential), bei dem der Nachweis einer pathologischen Position der Patella und Veränderungen des Knochens gut abgebildet werden können.

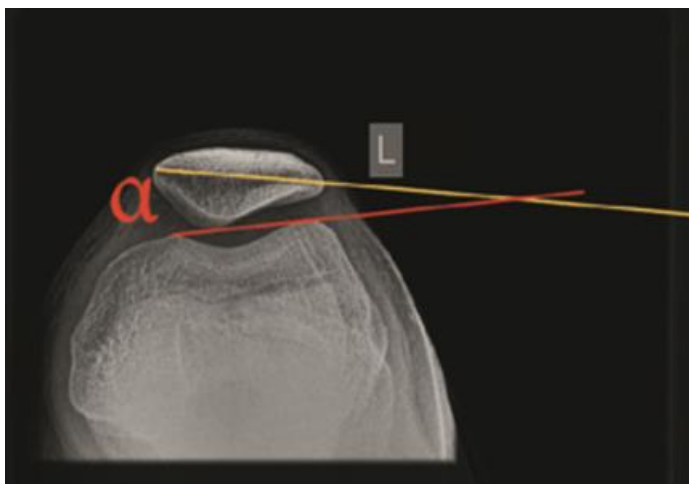
Die a.p.-Aufnahme dient der Darstellung des Tibiofemoralgelenkes und der Diagnostik von knöchernen Verletzungen. Zudem kann die Stellung der Patella in der transversalen Ebene beurteilt werden. Durch eine Ganzbeinstand-Aufnahme kann die Gesamtachse der unteren Extremität gemessen werden und der modifizierte Q-Winkel bestimmt werden.

Die laterale Aufnahme dient der Diagnostik von Frakturen und der Beurteilung des Gelenkspaltes. Zusätzlich kann in dieser Aufnahme die Patellahöhe (Patella alta/infera) beurteilt werden. In Europa wird hauptsächlich die Methode nach Caton-Deschamps angewendet. Bei dieser Methode wird das Verhältnis der Länge der Patellagelenkfläche zum Abstand zwischen vorderen Tibia-Kante/Tibia-Plateau und distalsten Punkt der Patellagelenkfläche berechnet. Physiologisch ist der Index zwischen 0,6 und 1,2 (30).

Die Trochleadysplasie kann im exakt seitlichen Strahlengang beurteilt werden oder auch im MRT und CT. Im seitlichen Röntgenbild wird auf das Crossing sign und den Bump geachtet. Unter Crossing sign versteht man die Überschneidung des Trochleasulcus mit der lateralen Trochleaschulter und achtet auf einen Niveau-Unterschied der medialen und lateralen Trochleaschulter. Wird die Erhöhung der Trochlea über dem anterioren Cortex des Femurschaftes gemessen erhält man den so genannten „Bump“.

Mit der Patella-tangential-Aufnahme kann das PFG mit beurteilt werden und sollte deshalb immer erfolgen. Es empfiehlt sich die so genannten Patella Defilée-Aufnahmen im tangentialen kranio-kaudalen Strahlengang in 30°, 60°- und 90° Kniegelenksbeugung anzufertigen, da auf diese Weise die Lateralisation und die Rückfläche der Patella beurteilt werden können.

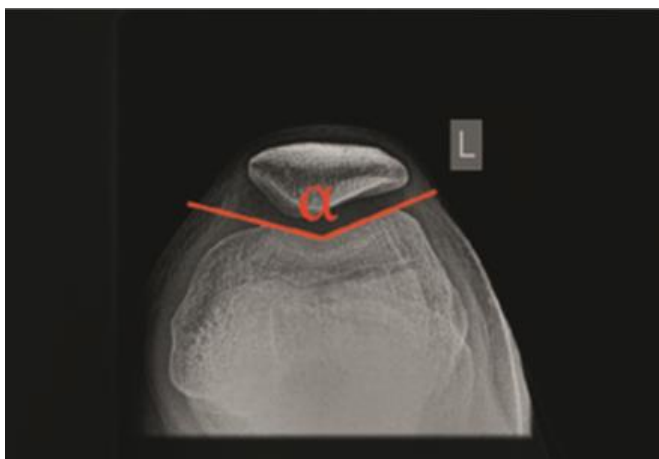
Auch kann die Kippung der Kniescheibe (Patella Tilt) anhand einer Patella-tangential-Aufnahme ermittelt werden. Er wird durch den Winkel zwischen Kniescheibe und Trochlealinie definiert und sollte unter 5° sein.



**Abbildung 8** Lateraler Patella-Tilt-Winkel,  $\alpha$  = Winkel zwischen Patella und Trochlealinie Normwert:  $\leq 5^\circ$  (30)

Eine Aussage zur Trochleadysplasie gelingt in der Patella tangential Aufnahme über die Bestimmung des Sulkuswinkels bzw. trochlearen Öffnungswinkel. Er

beschreibt den Winkel zwischen medialer und lateraler Trochleawand und die Normwerte liegen zwischen  $130^\circ$  und  $145^\circ$ . Ein Winkel größer  $145^\circ$  ist ein Indiz für eine Trochleadysplasie.



**Abbildung 9** Sulcus-Winkel,  $\alpha$  = Winkel zwischen lateraler und medialer Trochleafacette Normwert:  $\leq 145^\circ$  (30)

Die Magnetresonanztomographie (MRT) und die Computertomographie (CT) sind weitere diagnostische bildgebende Verfahren. Um Weichteile sowie Knorpel zu beurteilen ist die MRT heute der goldene Standard. Wichtig ist die Darstellung des MPFL, da zur Stabilisierung der Patella mittels Naht bzw. der Rekonstruktion des MPFL die relevante Bedeutung zukommt. Entscheidend ist dabei die Beurteilung des Ortes der Ruptur sowie der Beschaffenheit des vorhandenen Gewebes. Auch für die Beurteilung des Knorpels ist das MRT nicht wegzudenken. Rein kartilaginäre Flake-Frakturen und Unebenheiten der Gelenkfläche sind nur im MRT zu erkennen.

Die Computertomographie dient zur Bestimmung des TT-TG Abstandes und spielt bei der Feststellung möglicher Torsionsfehler des Beins (Tibia-/Femurtorsion) eine zentrale Rolle. Der TT-TG Abstand ist die Distanz zwischen Tuberositas und tiefstem Punkt des Sulcus Trochlea in mm. Ein Wert ab 20 mm ist pathologisch und gilt als einer der Risikofaktoren einer Patellainstabilität (29, 63).

In CT-Aufnahmen zeigte sich bei der patellofemorale Instabilität ein vermehrter Patella Tilt und der TT-TG Abstand ist häufig erhöht (12, 29). Grund hierfür ist meist eine vermehrte Innentorsion des Femurs und/oder Außentorsion der Tibia in Kombination mit einer valgischen Beinachse. Es wurde belegt, dass bei einer Patellaluxation mit rupturiertem MPFL der TT-TG Abstand erhöht ist, eine Patelladysplasie und eine Patella alta vorliegt (12, 45).

#### 1.1.8 Therapie

In der Therapie der Patellaluxation wird zwischen der konservativen und operativen Behandlung unterschieden. In der Literatur besteht keine Einigkeit bezüglich der Therapie, so dass sich die behandelnden Ärzte auf keinen Goldstandard berufen können und die Auswahl der Therapie sie vor erhebliche Probleme stellt (12). Im Folgenden wird der Therapiealgorithmus nach P. Balcarek et al. beschrieben (64).

Bei der Auswahl der jeweiligen Therapieform muss unterschieden werden, ob es sich um eine Erstluxation oder um eine Rezidivluxation handelt. Die Entscheidung orientiert sich eng an den Befunden der klinischen Untersuchung, den Befunden der Bildgebung und dem Verletzungsmuster. Zur besseren Entscheidungsfindung wurde zudem der Patellar Instability Severity (PIS) Score nach Blacarek (64) eingeführt, um das jeweilige anlagebedingte Risiko einer Reluxation zu erfassen. Der Score setzt sich aus sechs Parametern zusammen: Alter, kontralaterale Instabilität, Trochleadysplasie, Patellahöhe, TT-TG Abstand und der Patella Tilt. In der folgenden Tabelle wird die genaue Punktevergabe zusammengefasst.



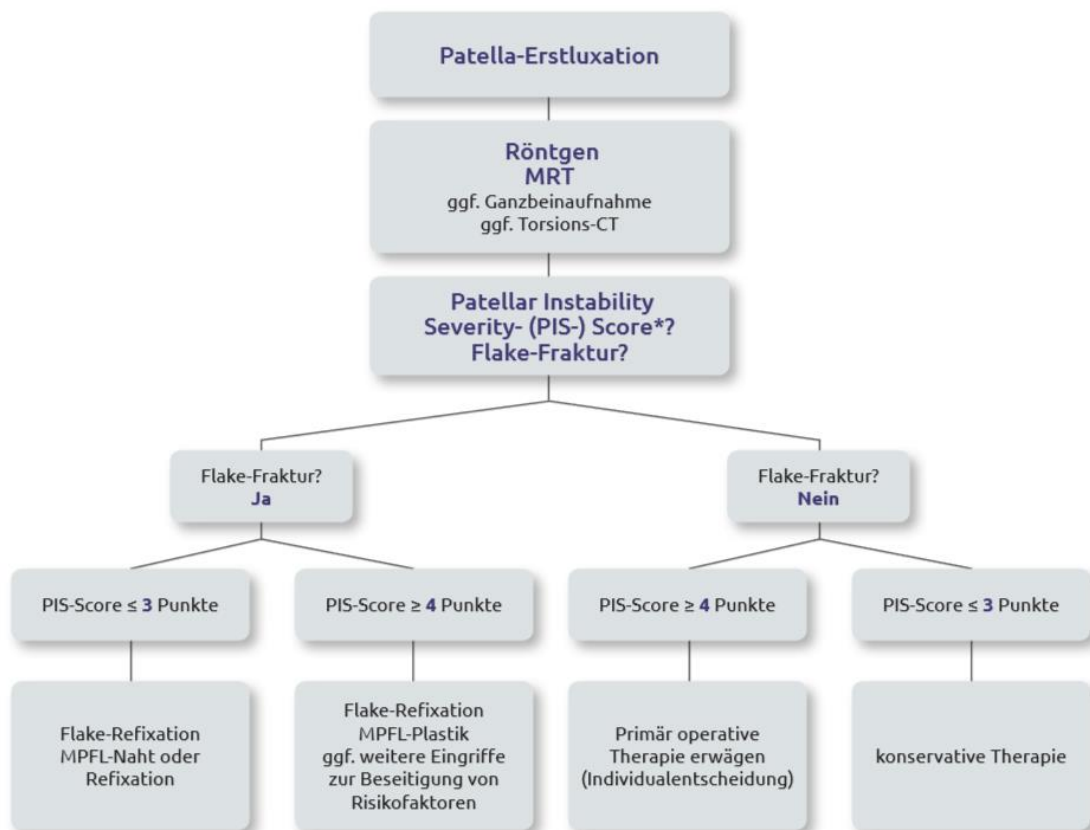
Risikofaktor	Punkte
Alter	
>16 Jahre	0
≤ 16 Jahre	1
kontralaterale Instabilität	
nein	0
ja	1
Trochleadysplasie nach Dejour	
nein	0
leicht (Typ A)	1
schwer (Typ B-D)	2
Patellahöhe nach Insall Salvati	
≤ 1.2	0
> 1.2	1
TT-TG Abstand (mm)	
< 16	0
≥ 16	1
Patella Tilt (°)	
≤ 20	0
> 20	1
<b>Gesamtpunktzahl</b>	<b>7</b>

**Abbildung 10** Patellar Instability Severity-Score (64)

#### 1.1.8.1 Erstluxation

Stellt sich ein Patient mit einer Erstluxation vor, sollte neben der eingehenden klinischen Untersuchung ein Röntgenbild des Kniegelenks in zwei Ebenen und eine Patella-Tangentialaufnahme angefertigt werden. Zudem ist eine Kernspintomographie zum sicheren Ausschluss einer Flake-Fraktur erforderlich. Außerdem können aus dem MRT die Parameter bestimmt werden, um den PIS-Score zu berechnen. Stellt man in der Diagnostik eine Flake-Fraktur fest ist die Indikation zur primären operativen Therapie gegeben. Ist das Flake kleiner als 1 cm<sup>2</sup> ist die Refixation bzw. Resektion anzustreben. Bei Defekten größer 1 cm<sup>2</sup> ist die Knorpelzellentnahme für eine autologe Chondrozyten-Transplantation

erforderlich (12). Ergibt der PIS-Score präoperativ ein Wert von  $\leq 3$  Punkte ist das Risiko für eine Reluxation relativ gering. In aller Regel wird eine Naht (mediale Raffung) oder Refixation des lädierten MPFL bei diesen Patienten ausreichend sein. Ist der PIS-Score dagegen  $\geq 4$  Punkte besteht ein fast 5-fach erhöhtes Reluxationsrisiko (64). Hier geht die alleinige mediale Raffung des MPFL mit erhöhten Reluxationsraten einher. Deshalb wird in solchen Fällen schon primär zu einer MPFL-Plastik geraten. Zudem sollten dabei Eingriffe zur Beseitigung von weiteren Risikofaktoren mit dem Patienten besprochen und ggf. ergänzt werden. Ist bei der Erstluxation in der MRT keine Flake-Fraktur nachweisbar ist eine konservative Therapie möglich. Bei Patienten mit einem erhöhten Reluxationsrisiko (PIS-Score  $\geq 4$  Punkte) kann auch primär die operative Therapie als Individualentscheidung erwogen werden. Ist der PIS-Score  $\leq 3$  Punkte erfolgt die Therapie konservativ. Eine gute Übersicht liefert das folgende Flussdiagramm.



**Abbildung 11** Behandlungsschema der Patella-Erstluxation (64)

#### 1.1.8.2 Rezidivluxation

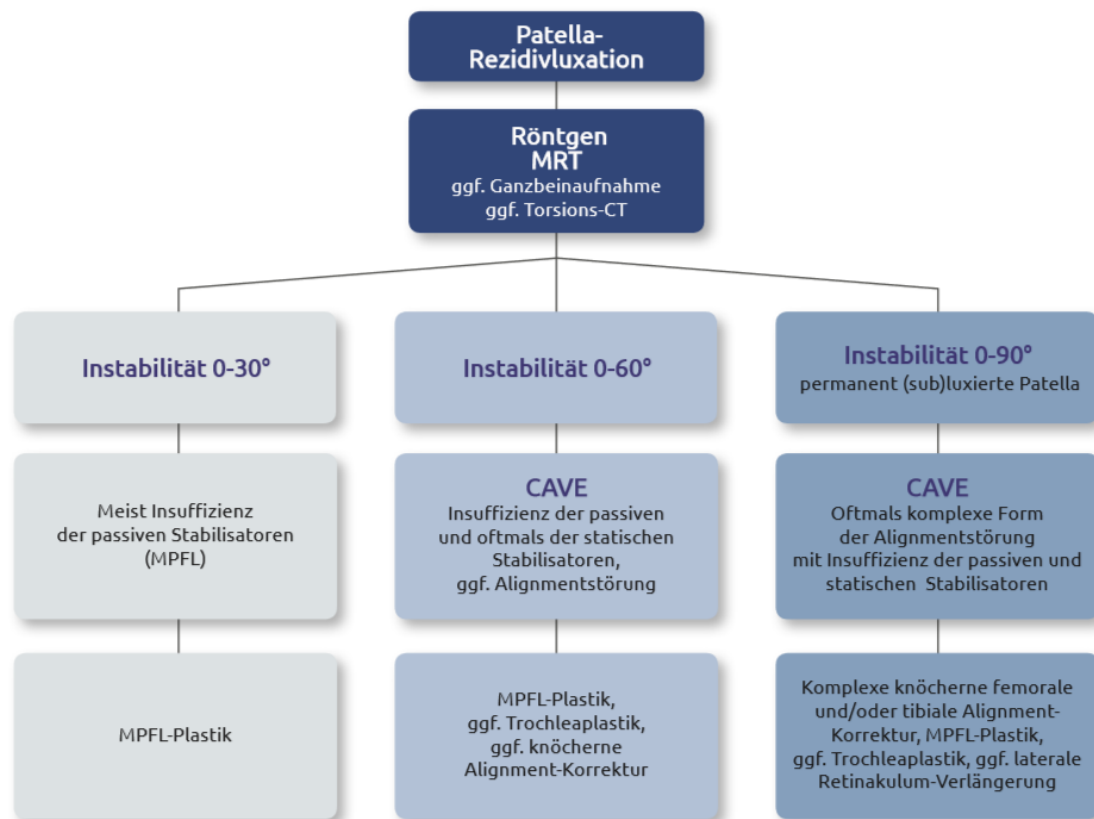
Das Vorgehen bei einer Reluxation ist komplexer und schwieriger. Es handelt sich in den meisten Fällen um ein Mischbild aus unterschiedlichen knöchernen Anomalien und der ligamentären Verletzung. Ateschrang et al. (12) sind der Meinung, dass eine alleinige Therapie der ligamentären Strukturen, ohne Berücksichtigung des Malalignments auf Dauer keinen Erfolg haben wird.

Zunächst müssen Patienten mit einer Rezidivluxation klinisch untersucht und nach den Prinzipien der Diagnostik umfassend analysiert werden.

Um die richtige Therapie zu wählen, sollte die Patellainstabilität in den verschiedenen Beugegraden des Kniegelenks beurteilt werden. Eine isolierte Instabilität der Patella zwischen 0°-30° Knieflexion ist ein Hinweis auf eine Insuffizienz der passiven Stabilisatoren, insbesondere des MPFL, so dass der Patient in der Regel durch einen isolierten Eingriff ausreichend therapiert werden kann. Ca. 70-80% aller Patienten sind davon betroffen (64).

Ist die Patella bei Knieflexion über 30° hinaus und bis ca. 60° instabil, bedeutet dies meist eine zusätzliche Anomalie der statischen Faktoren. Häufig handelt es sich um eine Trochleadysplasie, die zusätzlich mit einer Alignmentstörung kombiniert sein kann. Diese Form der Instabilität muss meist durch eine Kombination verschiedener Eingriffe (z.B. MPFL-Plastik, Patelladistalisierung oder Rotationsosteotomie) therapiert werden.

Die Gründe für eine Patellainstabilität auch in 90° Knieflexion liegen meist in ausgeprägten proximalen und/oder distalen Achs- und Torsionsanomalien in Kombination mit anderen Risikofaktoren. Sie benötigen in aller Regel eine komplexe knöchernen femorale und/oder tibiale Alignmentkorrektur in Kombination mit einer MPFL-Plastik.



**Abbildung 12** Behandlungsschema der Patella-Rezidivluxation (64)

Nach Ateschrang et al. (12) sind der entscheidende Grund für Rezidivluxationen Torsionsfehlstellungen des Femur und der Tibia. Um die Torsionsfehlstellungen zu korrigieren, bevorzugen Sie nicht die Tuberositas-Versetzung, sondern die Pathologie kausal zu behandeln und eine entsprechende Torsionskorrektur durchzuführen. Sie empfehlen bei vermehrter Innentorsion über  $15^\circ$  am Femur die Torsionskorrektur suprakondylär. Liegt zudem eine Valgusfehlstellung vor, kann sie durch eine Schrägosteotomie korrigiert werden. Liegt die Torsionsfehlstellung an der Tibia, sollte sie mit einer HTO (high-tibial-osteotomy) nach Paulos et al. (12, 65) korrigiert werden. Die Operation kann auch mit einer varisierenden suprakondylären Femurosteotomie kombiniert werden, falls eine Valgusfehlstellung vorliegt.

## 1.2 Fragestellung

Das diagnostische und therapeutische Vorgehen bezüglich einer Patellaluxation ist in der Literatur uneinheitlich (12, 62). Deshalb sollen unterschiedliche Therapiemöglichkeiten betrachtet werden. Das Ziel einer jeden Therapie bei den meist jungen Patienten ist das Erreichen des vollen Aktivitätsgrades. Daher wurde als primärer Zielparameter die Rückkehr in die Sportfähigkeit gewählt. Als sekundärer Zielparameter werden Veränderungen der sportlichen Aktivität und der Einfluss der Verletzungsschwere auf die Sportfähigkeit beurteilt:

- Besteht ein Unterschied in der Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität zwischen Patienten, deren Erstbehandlung operativ durch die mediale Raffung erfolgte und keine Reluxation erlitten, und Patienten, deren Erstbehandlung ebenso operativ durch die mediale Raffung erfolgte, die Patella aber reluxierte?
- Wie ist die Rückkehr in den Sport bei Patienten, deren Erstluxation konservativ behandelt wurde und deren Reluxation durch die mediale Raffung therapiert wurde?
- Wie hoch ist die Reluxationsrate nach mittels medialer Raffung behandelte Patella-Erstluxation?

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Die Studie ist eine retrospektive klinische Beobachtungsstudie. Nach Genehmigung der Ethikkommission mit der Projektnummer 195/2014BO2 wurden Patienten mit Patellaluxation anhand der ICD-10 Kodierung S83.0 über eine Datenbankabfrage des Krankenhausinformationssystems in der BG Unfallklinik Tübingen auffindig gemacht. Der Abfragezeitraum war vom 01.01.2004 bis 31.12.2014.

### 2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Es wurden die vorhandenen Arztbriefe und Operationsberichte des jeweiligen Patienten, die im Krankenhausinformationssystem gespeichert waren, auf Diagnose und Therapie überprüft. Daten von extern operierten Patienten wurden von der durchführenden Klinik angefordert.

#### 2.2.1 Einschlusskriterien

- Patient wurde vom 01.01.2004 bis 31.12.2014 an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen bezüglich einer Patellaluxation ambulant oder stationär behandelt
- Die Behandlung liegt mindestens 24 Monate zurück
- Entweder die Behandlung der Erstluxation oder die der Reluxation erfolgte mittels medialer Raffung
- Der Patient stimmt der Studienteilnahme zu

#### 2.2.2 Ausschlusskriterien

- Der Patient lehnt die Studienteilnahme ab
- Patient ist jünger als 18 Jahre und eine schriftliche Einverständniserklärung der sorgeberechtigten Person liegt nicht vor
- Schwere Begleitverletzungen wie zusätzliche Patella-, Tibia- oder Femurfraktur, Arthrolyse

## 2.3 Datenerfassung

Bei telefonischer Kontaktaufnahme erfolgte die Aufklärung der Patienten über die Art, die Ziele sowie den Ablauf dieser retrospektiven Studie. Die Probanden wurden ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Teilnahme an dieser Studie freiwillig ist und dass Sie ihr Einverständnis jederzeit, ohne Angaben von Gründen und ohne Nachteile für die weitere Behandlung widerrufen können. Die Patienten wurden informiert, dass die für die wissenschaftliche Untersuchung erhobenen Daten vertraulich behandelt werden und ausschließlich in verschlüsselter Form weitergegeben werden. Patienten, die weitere Informationen wünschten, wurde ein Informationsschreiben über die Studie postalisch zugesandt (Anhang 7.1). Der Zeitumfang der Befragung betrug 15 bis 45 Minuten. Die erhobenen Daten wurden im Onlinedatenspeicher Open Clinica pseudonymisiert gespeichert.

## 2.4 Erhebungsbögen

### 2.4.1 Allgemeiner Patientenfragebogen (Anlage 7.2)

Im allgemeinen Patientenfragebogen wurden persönliche Daten (Geburtsdatum, Geschlecht und Adresse), Deutschkenntnisse, Medikamenteneinnahme, Alkohol- und Zigarettenkonsum, Nebenerkrankungen, Voroperationen und Beruf erfasst.

### 2.4.2 Fragebogen zur spezifischen Unfallanamnese (Anlage 7.2)

Hier wurden die Anamnese, die Diagnostik und die Therapie dokumentiert.

Zur Beurteilung der Diagnostik wurde nach der Durchführung einer Röntgen-, Magnetresonanztomografie-, Computertomografie- und/oder Rotationscomputertomografieuntersuchung gefragt. Risikofaktoren und Prädispositionen für eine Patellaluxation wurden ebenfalls beurteilt.

In der Therapie wurde zwischen der konservativen und der operativen unterschieden. Bestand die Therapie der Luxation in einer Operation, wurde zur Wiederherstellung des lädierten medialen patellofemorales Bandes zwischen

der medialen Raffung (Naht) und der MPFL-Plastik unterschieden. Lag als Begleitverletzung ein Knorpelschaden vor, hielt man fest, ob es sich bei der Therapie um die Flake-Refixation, Flake-Resektion, autologe Chondrozyten-Transplantation oder Mikrofrakturierung handelte. Außerdem wurde nach der Durchführung einer Operation, die der Beseitigung eines Risikofaktors der Patellaluxation dient, gefragt. Zudem registrierte man die Dauer der postoperativ durchgeführten Physiotherapie. Mögliche postoperative Komplikationen wie Infektion, Wundheilungsstörung und Venenthrombose wurden zudem berücksichtigt. Wurde ein Patient zwei- oder mehrfach operiert, verwendete man die Daten der zuletzt durchgeführten Operation.

#### 2.4.3 REFA Klassifikation (Anlage 7.3)

Zur Beschreibung der körperlichen Beanspruchung (Arbeitsschwere) im ausgeübten Beruf wurde die REFA Klassifikation verwendet. Die REFA Klassifizierung dient der objektiven Beurteilung der körperlichen Beanspruchung am Arbeitsplatz. Es wird zwischen leichter (REFA I), mittelschwerer (REFA II), schwerer (REFA III) und schwerster Arbeit (REFA IV) unterschieden. Die REFA Klassifikation wurde zum Zeitpunkt des Unfallgeschehens, als auch zum Zeitpunkt der Befragung erfasst.

#### 2.4.4 IKDC 2000 Untersuchungsbogen (Anlage 7.4)

Der IKDC (International Knee Documentation Committee) Untersuchungsbogen, der sich als reliables und standardisiertes Messinstrument zur Beurteilung der Kniefunktion in der Orthopädie etabliert hat (66, 67), ist ein subjektiver Fragebogen, der auf den Aussagen des Patienten basiert (66, 68). Er setzt sich aus 18 Fragen zusammen. Je nach Frage gibt es zwei, fünf oder zehn Antwortmöglichkeiten. Jede Antwortmöglichkeit erhält einen Zahlenwert. Der Zahlenwert eins bedeutet niedrigste Funktionsstufe oder höchste Symptomstufe, während der höchste zu erreichende Zahlenwert die höchste Funktionsstufe oder niedrigste Symptomstufe darstellt. Bei drei Fragen ist der höchste zu erreichende Zahlenwert zehn, bei 14 Fragen der Wert fünf und bei einer Frage der Wert zwei. Zur Ermittlung des IKDC Ergebnisses



werden die Einzelwerte zu einem Gesamtwert addiert. Anschließend wird der Gesamtwert auf eine Skala von null bis hundert transformiert.

$$IKDC \text{ Ergebnis} = \frac{\text{Gesamtwert} - \text{niedrigstmögliche Punktzahl}}{\text{Punktzahlbereich}} \times 100$$

Dieses transformierte Ergebnis repräsentiert die Funktionsfähigkeit des Kniegelenks. Höhere Ergebnisse spiegeln eine höhere Funktionsfähigkeit und weniger Symptome wider. Das Bestergebnis hundert bedeutet, dass die sportlichen und alltäglichen Aktivitäten ohne jegliche Einschränkungen hinsichtlich des Kniegelenks durchgeführt werden können und keine Symptome bestehen. Solange 16 Fragen beantwortet wurden, kann das IKDC Ergebnis berechnet werden. In diesem Fall wird anstelle des fehlenden Einzelergebnisses das Durchschnittsergebnis verwendet. Der IKDC Untersuchungsbogen wurde zum Zeitpunkt Nachuntersuchung erfasst.

#### 2.4.5 Kujala's Anterior Knee Pain Score (Anlage 7.5)

Der „Kujala's Anterior Knee Pain Score“ ist ein valider Fragebogen, um den vorderen Knieschmerz zu evaluieren (69-71) und wurde in vielen Studien aus unterschiedlichen Ländern angewandt (14, 72, 73). Er wird oft bei Orthopäden, in der Physiotherapie und der Rehabilitation verwendet (71, 72).

Er ist aus 13 Fragen aufgebaut. Jede Antwortmöglichkeit erhält einen Zahlenwert. Für das Gesamtergebnis werden die Einzelwerte zusammengezählt, wobei 100 die maximal zu erreichende Punktzahl darstellt. Je höher der Wert, umso besser ist die Kniegelenksfunktion. Der Wert null ist der schlechteste Wert und geht mit sehr starken Einschränkungen einher. Sowohl der Kujala Score als auch der IKDC Score wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erhoben. Die Zeitspanne zwischen Erstluxation und Nachuntersuchung waren teilweise mehrere Jahre, so dass die Patienten keine detaillierten Fragen über den Zeitraum vor Erst-Luxation beantworten konnten.

#### 2.4.6 Fragebogen zur Sportfähigkeit (Anlage 7.6)

Die sportliche Aktivität der Probanden zum Zeitpunkt vor und nach der Verletzung wurde mittels eines etablierten Fragebogens erfasst (66, 74). Die Probanden wurden nach ihrem Aktivitätsniveau vor und nach dem Unfall befragt. Zudem wurden Hauptsportart, Trainingsfrequenz (Einheiten/Woche), Trainingsdauer (Minuten/Einheit) und Anzahl der regelmäßig ausgeübten Sportarten vor und nach der Luxation dokumentiert. Außerdem wurde die regelmäßige Ausübung (mindestens einmal pro Monat) von 20 weitverbreiteten Sportarten erfasst.

Des Weiteren wurde der Patient explizit gefragt, ob er aufgrund seiner Verletzung die Sportart wechseln musste oder aufgrund mangelnder Zeit wegen Berufseinstieg oder Studium. Die Sportpause nach der operativen oder konservativen Therapie wurde ebenso in diesem Fragebogen vermerkt.

Auch erfolgte die Einteilung der Sportarten in zwei Kategorien, High-Impact und Low-Impact Sportarten. Zu den High-Impact Sportarten zählte man Fußball, Handball, Basketball, Volleyball, Squash, Badminton, Tennis, Skifahren, Joggen, Inlineskaten, Tanzen. Low-Impact Sportarten waren Fahrrad fahren, Wandern, Nordic-Walking, Aerobic, Schwimmen, Golf, Gymnastik, Fitness und Reiten.

#### 2.4.7 Tegner Aktivitätsscore (Anlage 7.7)

Zur Beurteilung der alltags- und sportspezifischen Funktion des Kniegelenks wurde zudem der Tegner Aktivitätsscore vor und nach der Luxation abgefragt. Er wird als standardisierte Methode zur Einteilung der Arbeits- und Sportaktivität verwendet und ist in der Literatur weit verbreitet (75-77). Dabei wird jedem Patienten je nach Aktivitätsniveau ein Punktwert auf der Skala von null bis zehn zugeordnet. Ein Punktwert von null bedeutet Berufsunfähigkeitsrente und sportliche Invalidität aufgrund von Knieproblemen, während ein Punktwert von zehn als Teilnahme an Wettkampfsport auf nationalem und internationalem Niveau anzusehen ist.

## 2.5 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurde das Statistikprogramm IBM SPSS Statistics 17 verwendet. Tabellen und Grafiken wurden mit IBM SPSS Statistics 17 und Microsoft Excel 2016 erstellt. Zur Signifikanzüberprüfung (Signifikanzniveau  $p < .05$ ) von Mittelwertunterschieden bei metrisch skalierten Daten mit mehr als zwei Gruppen wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA), bei zwei Gruppen ein t-Test durchgeführt. Zur Signifikanzüberprüfung von Daten innerhalb einer Gruppe zu zwei verschiedenen Zeitpunkten wurde für intervallskalierte Daten der t-Test, für abhängige Stichproben und für parametrische Daten der Wilcoxon-Rang Test durchgeführt.

Zur Überprüfung von Zusammenhängen zwischen kategorialen unabhängigen und dichotomen abhängigen Variablen wurden logistische Regressionsanalysen angewandt. Dichotome und ordinale Variablen wurden als relative und absolute Häufigkeiten, stetige Variablen mit Mittelwert und Standardabweichung angegeben. Dichotome Variablen wurden mittels Kreisdiagramme visualisiert, ordinale Daten mittels Balkendiagrammen. Für alle durchgeführten Tests wurde ein Signifikanzniveau von  $p < .05$  gewählt.

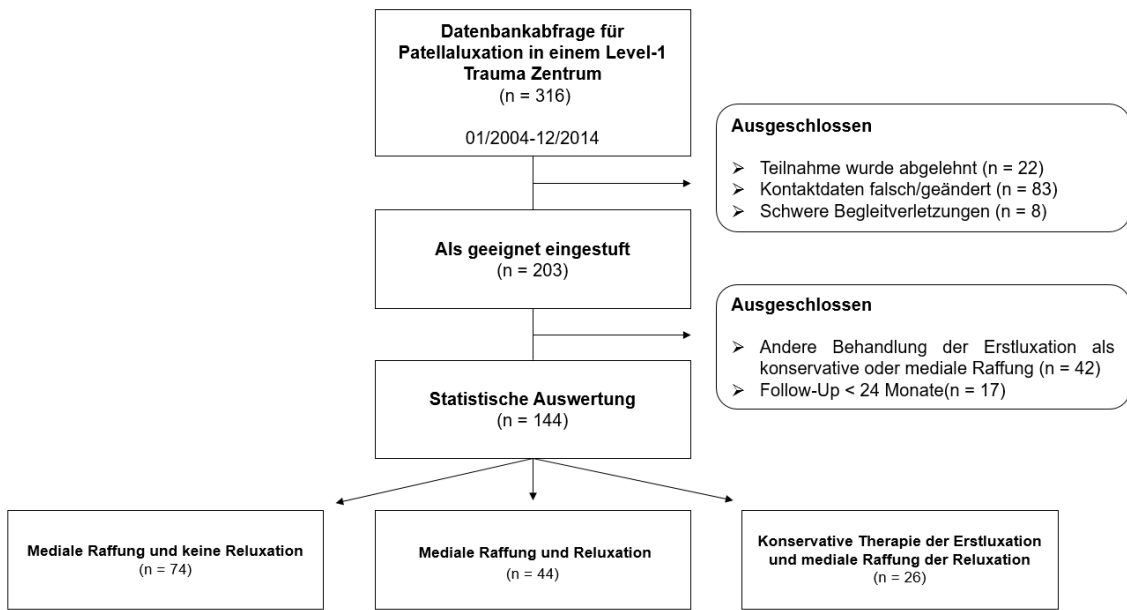
## 3 Ergebnisse

### 3.1 Patientenkollektiv

Die Datenbankabfrage des Krankenhausinformationssystems ergab 316 Patienten mit der Diagnose „Patellaluxation“ zwischen Januar 2004 und Dezember 2014. Von dem Gesamtkollektiv hatten 22 Patienten kein Interesse an der Teilnahme der wissenschaftlichen Studie. Bei 83 Patienten war die Telefonnummer falsch angegeben bzw. hat sie sich geändert. Trotz eines Anschreibens der jeweiligen Krankenkasse und des Einwohnermeldeamts konnten die Nummern nicht ausfindig gemacht werden, da sie aus Datenschutzgründen nicht herausgegeben werden durften. Acht Patienten wurden aufgrund ihrer schweren Begleitverletzungen ausgeschlossen.

Im nächsten Schritt wählte man die Patienten aus, deren Erst- oder Reluxation mittels medialer Raffung therapiert wurde und deren letzte Behandlung mindestens 24 Monate zurücklag. Der Mittler Nachuntersuchungszeitraum lag bei  $58,7 \pm 22,5$  Monaten (24,5- 131,4). Der Studie standen somit 144 Patienten zur Verfügung. Zur weiteren statistischen Auswertung wurden die 144 Patienten drei Gruppen zugeordnet:

1. Gruppe: Die Erstluxation wurde operativ mittels medialer Raffung behandelt, die Patienten erlitten keine Reluxation, 74 Patienten
2. Gruppe: Die Erstluxation wurde operativ mittels medialer Raffung behandelt, die Patienten erlitten eine Reluxation, 44 Patienten
3. Die Erstluxation wurde konservativ behandelt, die Patienten erlitten eine Reluxation, die operativ mit der medialen Raffung versorgt wurde, 26 Patienten



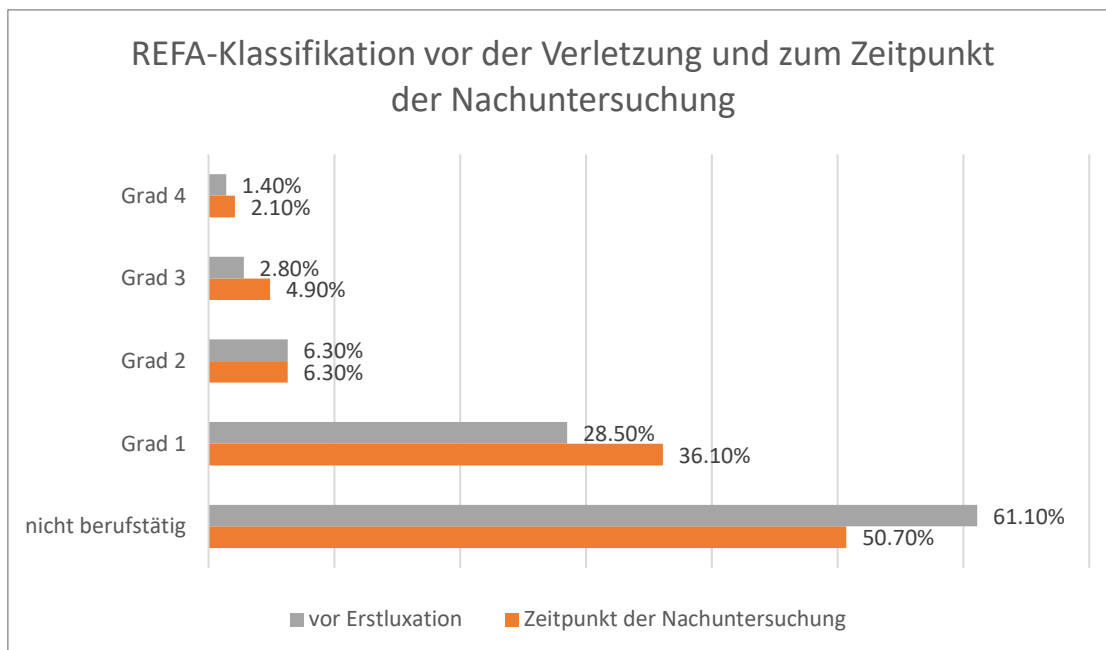
**Abbildung 13** Patientenkollektiv, Flussdiagramm

### 3.1.1 Epidemiologie

Das Alter der Patienten des Patientenkollektivs zum Zeitpunkt der Erstluxation lag im Durchschnitt bei  $18,7 \pm 7,8$  Jahren (9 - 50). Das Gesamtkollektiv bestand aus 59 Frauen (41,0%) und 85 Männern (59,0%). Bei 81 Patienten (56,3%) war die linke Patella luxiert, bei 63 (43,7%) die rechte. Die Patella aller Patienten luxierte nach lateral. Im Mittel liegt die Operation der medialen Raffung  $58,7 \pm 22,5$  Monate (24,5- 131,4) zurück.

Zum Zeitpunkt des Unfalls waren 88 Patienten (61,1%) Schüler, 41 Patienten (28,5%) verrichteten leichte Arbeit (REFA I), 9 Patienten (6,3%) mittelschwerer (REFA II), 4 Patienten (2,8%) schwerer (REFA III) und zwei Patienten (1,4%) schwerste Arbeit (REFA IV).

Bei der Nachuntersuchung waren 73 Patienten (50,7%) Schüler, 52 (36,1%) arbeiteten leicht, neun Patienten (6,3%) mittelschwer, sieben Patienten (4,9%) schwer und drei Patienten (2,1%) schwerst.



**Abbildung 14** Gesamtkollektiv, Einteilung der Arbeit nach der REFA Klassifikation, REFA: Reichsausschuss für Arbeitszeitvermittlung

Zu den häufigsten Begleiterkrankungen zählten kardiovaskuläre Erkrankungen (arterielle Hypertonie, koronare Herzkrankheit, Herzinfarkt, periphere arterielle Verschlusskrankheit, Apoplex), Adipositas, Diabetes mellitus, Alkoholabusus, Nikotinabusus und psychiatrisch bedingte Erkrankungen (Depression, Essstörung, Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung).

**Tabelle 1** Anzahl der Begleiterkrankungen, Gruppe 1: Erst-Luxation mediale Raffung – keine Reluxation, Gruppe 2: Erst-Luxation mediale Raffung – Reluxation, Gruppe 3: Erst-Luxation konservativ – Reluxation mediale Raffung

Anzahl der Begleiterkrankungen	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
keine	87,5 %	86,4 %	89,6 %
1	10,8 %	13,6 %	10,4 %
2	1,4 %	0 %	0 %
> 2	0 %	0 %	0 %

Insgesamt traten bei vier Patienten Komplikationen auf. Drei Patienten (2,3%) erlitten postoperativ eine Infektion und ein Patient (0,8%) hatte eine

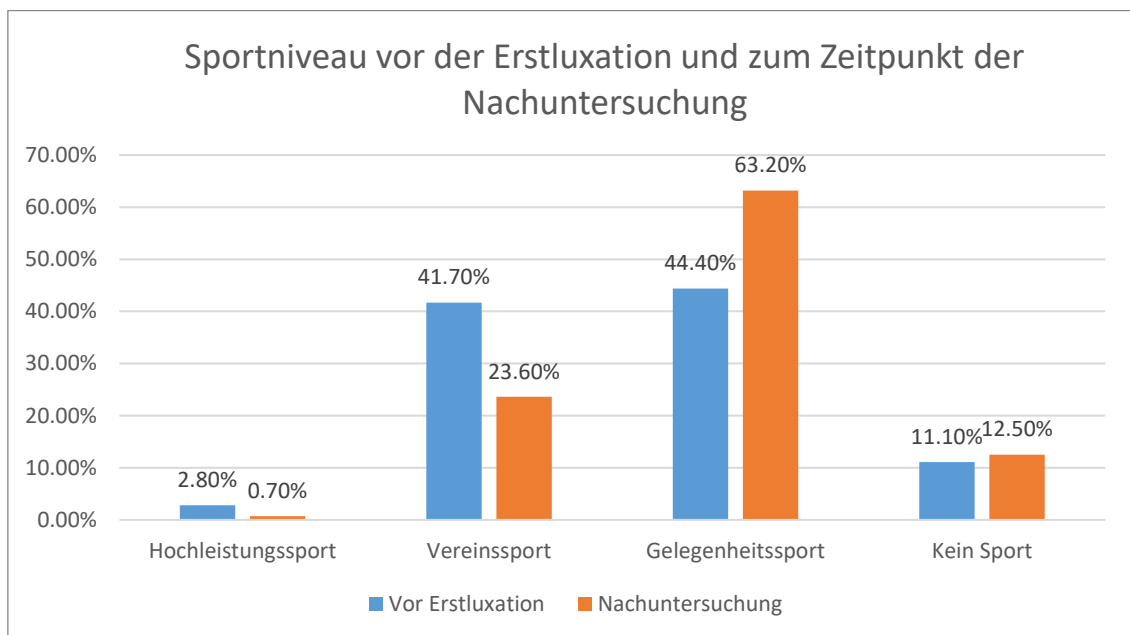
Wundheilungsstörung. Die Patienten wurden bei der weiteren statistischen Auswertung eingeschlossen.

### 3.1.2 Sportfähigkeit

#### Sportniveau vor dem Unfall und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Vor der Verletzung trieben 64 Patienten (44,4%) Gelegenheitssport. 60 Patienten (41,7%) nahmen am Vereinssport teil, 4 Patienten (2,8%) gingen dem Hochleistungssport nach. Keinen Sport machten 16 Patienten (11,1%).

Nach der Verletzung machte ein Patient (0,7%) Hochleistungssport. 91 Patienten (63,2%) trieben Gelegenheitssport, 34 Patienten (23,6%) Vereinssport. 18 Patienten (11,1%) gingen keinem Sport nach.



**Abbildung 15** Gesamtkollektiv, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

## High-Impact und Low-Impact Sportarten vor Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Die Anzahl der Patienten, die ein High-Impact Sportart betreiben, reduzierte sich von 99 (68,8%) auf 74 (51,4%), dagegen nahm die Anzahl der Patienten, die einer Low-Impact Sportart nachgehen, von 29 (20,1%) auf 52 (36,1%) zu.

## Wechsel der Sportart und Dauer der Sportpause

41 Patienten (28,5%) mussten aufgrund ihrer Patellaluxation die Sportart wechseln. Die Zeit bis zur Rückkehr in den Sport betrug  $22,2 \pm 21,2$  Wochen (1-144).

## Scores zur Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit

Tabelle 2 zeigt Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Differenz der Mittelwerte und die p-Werte der Scores, die zur Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit verwendet wurden.

**Tabelle 2** Gesamtkollektiv, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit, präoperativ: vor Erstluxation, postoperativ: zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, SD: Standardabweichung

Parameter	Präoperativ Mittelwert (SD)	Postoperativ Mittelwert (SD)	Differenz	P - Wert
Kujala Score		91,24 (12,9)		
IKDC Score		93,44 (12,4)		
Tegner Score	5,8 (2,1)	4,8 (1,8)	1,0	
Anzahl der Sportarten	2,7 (1,2)	2,2 (1,1)	0,5	0.01
Häufigkeit der Sportart pro Woche	2,7 (1,5)	2,2 (1,3)	0,5	0.01
Trainingsdauer (min)	77,5 (23,9)	70,3 (22,8)	7,2	0.01



## 3.2 Auswertung der Daten nach Gruppen (1-3)

### 3.2.1 Gruppe 1: Erstluxation mediale Raffung – Keine Reluxation

#### 3.2.1.1 Epidemiologie

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Erstluxation lag im Durchschnitt bei  $20,1 \pm 7,8$  Jahren (10-49). Die Gruppe N=74 bestand aus 48 (64,9%) Männern, und 26 Frauen (35,1%). Bei 33 Patienten (44,6%) war die rechte Kniescheibe luxiert, bei 41 Patienten (55,4%) die linke.

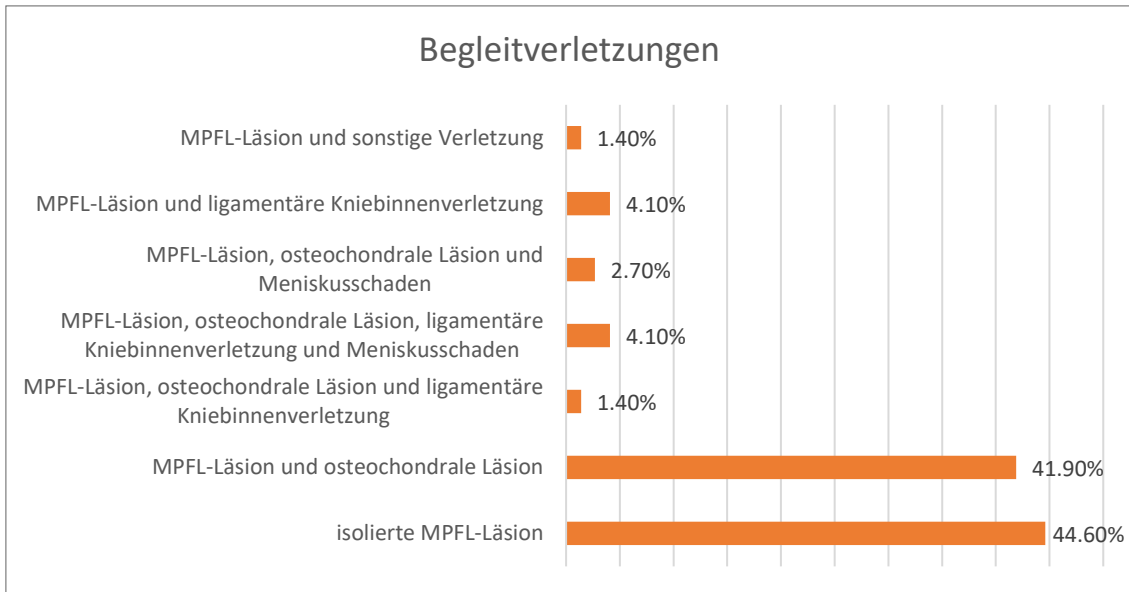
#### 3.2.1.2 Patellaspezifische Anamnese

##### **Unfallursache**

N=46 Patienten (62,2%) erlitten die Patellaluxation beim Sport. Bei zwei Patienten (2,7%) kam es einem Verkehrsunfall zur Luxation, bei sechs Patienten im Rahmen eines Arbeitsunfalls (8,1%). Bei 20 (27,0%) Patienten luxierte die Patella bei einer alltäglichen Aktivität.

##### **Begleitverletzungen**

Im nachfolgenden Diagramm ist die MPFL-Läsion mit ihren Begleitverletzungen dargestellt. 33 Patienten (44,6%) hatten eine isolierte MPFL-Läsion. 37 Patienten (50,1%) erlitten zusätzlich eine osteochondrale Läsion. Häufige Begleitverletzungen waren zudem ligamentäre Kniebinnenverletzungen und Meniskusschäden.



**Abbildung 16** Gruppe 1 Begleitverletzungen, MPFL: mediales Patello-Femorales Ligament. Kniebinnenverletzung: vordere Kreuzband-, hintere Kreuzband-, mediale Seitenband- oder laterale Seitenbandläsion

## Reposition

Bei 46 Patienten (62,2%) erfolgte die Reposition spontan und bei 22 Patienten (29,7%) manuell durch einen Arzt oder Sanitäter. Sechs Patienten (8,1%) reponierten die Kniescheibe selbst.

### 3.2.1.3 Diagnostik

#### Bildgebende Untersuchungen

Bei N=68 Patienten (91,9%) wurde sowohl eine Röntgenaufnahme als auch eine MRT durchgeführt. Fünf Patienten (6,8%) wurden nur geröntgt und ein Patient (1,4%) bekam lediglich eine MRT Diagnostik.

#### Familienanamnese

Bei fünf Patienten (6,8%) ereignete sich eine Patellaluxation bereits bei einem Familienmitglied.

### 3.2.1.4 Therapie

Alle Patienten wurden arthroskopiert. Im Mittel erfolgte die operative Versorgung nach  $4,7 \pm 7,0$  Wochen. In Abhängigkeit der Begleitverletzung wurden weitere Maßnahmen wie Flakeresektion, Flakerefixation, ACT oder Mikrofrakturierung durchgeführt (Tabelle 5). Alle Eingriffe wurden unter stationären Bedingungen durchgeführt.

Der stationäre Aufenthalt war im Durchschnitt  $5,7 \pm 3,8$  Tage. Die Physiotherapeutische Behandlung war über  $11,9 \pm 8,4$  Wochen erforderlich. Der Zeitraum zwischen Therapie der Patellaluxation und Nachuntersuchung betrug im Mittel  $59,3 \pm 22,4$  Monate (24,8-125,0).

**Tabelle 3** Gruppe 1, durchgeführte Therapie, ACT: Autologe Chondrozytentransplantation

Therapie	Anzahl N	Prozent
mediale Raffung	43	58,1
mediale Raffung und Flakeresektion	15	20,3
mediale Raffung und Flakerefixation	10	13,5
mediale Raffung und ACT	2	2,7
mediale Raffung und Mikrofrakturierung	4	5,4

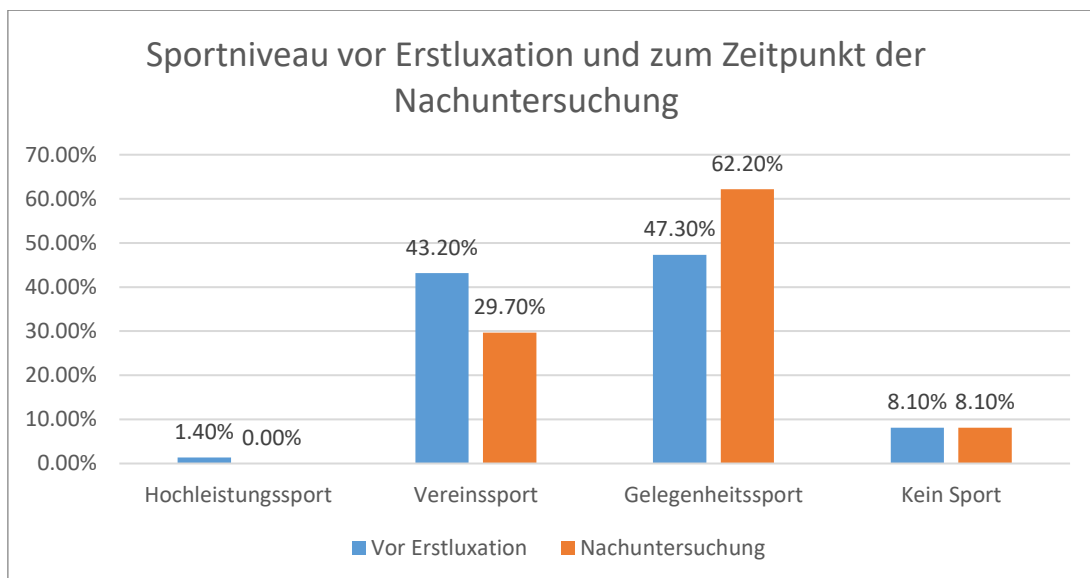
N=47 Patienten (63,5%) waren zum Zeitpunkt des Unfalls Schüler und keiner der berufstätigen Patienten musste aufgrund der Patellaluxation den Beruf wechseln. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren N=40 (54,1%) Schüler.

### 3.2.1.5 Sportfähigkeit

#### Sportniveau vor dem Unfall und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Vor der Verletzung trieben 35 Patienten (47,3%) Gelegenheitssport. 32 Patienten (43,2%) nahmen am Vereinssport teil, ein Patient (1,4%) ging dem Hochleistungssport nach. Keinen Sport machten sechs Patienten (8,1%).

Nach der Verletzung machte kein Patient mehr Hochleistungssport. 46 Patienten (62,2%) trieben Gelegenheitssport, 22 Patienten (29,7%) Vereinssport. Sechs Patienten (8,1%) gingen nach wie vor keinem Sport nach.



**Abbildung 17** Gruppe 1, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

#### High-Impact und Low-Impact Sportarten vor dem Unfall und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Die Anzahl der Patienten, die ein High-Impact Sportart betreiben, reduzierte sich von 50 (67,6%) auf 43 (58,1%), dagegen nahm die Anzahl der Patienten, die einer Low-Impact Sportart nachgehen, von 18 (24,3%) auf 25 (33,8%) zu. Die nachfolgende Tabelle zeigt die prozentuale Abnahme der Low-Impact und der High-Impact Sportarten.

**Tabelle 4** Gruppe 1, prozentuale Abnahme von Low-/High-Impact Sportarten

Impact-Sportart	vor Erstluxation	Nachuntersuchung	Differenz in %
High-Impact	50	43	-14,0%
Low-Impact	18	25	38,9%
Kein Sport	6	4	-33,3%

### Wechsel der Sportart und Dauer der Sportpause

13 Patienten (17,6%) mussten aufgrund ihrer Patellaluxation die Sportart wechseln. 55 Patienten (74,3%) treiben nach wie vor die gleiche Sportart wie vor dem Unfall. Zwei Patienten (2,7%) begannen nach der Verletzung mit Sport. Die Dauer bis zum Rückkehr in den Sport betrug  $22,5 \pm 21,3$  Wochen (1-144).

### Scores zur Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit

Der Tegner Score nahm im Vergleich ab, die Anzahl der ausgeübten Sportarten, die Frequenz des Sports pro Woche und die Trainingsdauer nahmen ebenfalls ab. Der Tegner Score lag vor dem Unfall im Median bei 5,5 und nach dem Unfall bei einem Median von 5 ( $p < 0,001$ ). Die Anzahl der regelmäßig praktizierten Sportarten reduzierte sich von  $2,41 \pm 1,2$  auf  $2,09 \pm 1,1$  Sportarten pro Patient ( $p = 0,001$ ). Die Trainingseinheiten pro Woche nahmen von  $2,51 \pm 1,5$  auf  $2,07 \pm 1,3$  ab ( $p < 0,001$ ). Ferner kam es zu einer Reduktion der Sportdauer von  $76,32 \pm 24,0$  auf  $69,26 \pm 27,3$  min pro Trainingseinheit ( $p = 0,001$ ).

**Tabelle 5** Gruppe 1, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit, präoperativ: vor Erstluxation, postoperativ: zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, SD: Standardabweichung

Parameter	Präoperativ Mittelwert (SD)	Postoperativ Mittelwert (SD)	Differenz	P - Wert
Kujala Score		94,7 (9,3)		
IKDC Score		97,2 (9,3)		
Tegner Score	5,7 (1,9)	5,1 (1,7)	0,6	
Anzahl der Sportarten	2,4 (1,2)	2,1 (1,1)	0,3	.001
Trainingsfrequenz der Sportart pro Woche	2,5 (1,5)	2,1 (1,3)	0,4	<.001
Trainingsdauer (min)	76,3 (24,0)	69,2 (27,3)	7,1	.001

### 3.2.2 Gruppe 2: Erstluxation mediale Raffung – Reluxation

Die Darstellung der Ergebnisse beziehen sich alle auf die Reluxation.

#### 3.2.2.1 Epidemiologie

Das Alter der N= 44 Patienten (N=24 Männern (54,5%), N=20 Frauen (45,5%)) lag zum Zeitpunkt der Erstluxation im Durchschnitt bei  $17,5 \pm 7,9$  Jahren (9 – 50). Das durchschnittliche Alter bei der Reluxation lag bei  $22,3 \pm 9,1$  Jahren (13 – 53). Im Mittel trat die Re-Luxation nach  $31,8 \pm 52,7$  Monaten auf. Bei 23 Patienten (52,3%) war die rechte Kniescheibe luxiert, bei 21 Patienten (47,7%) die linke.

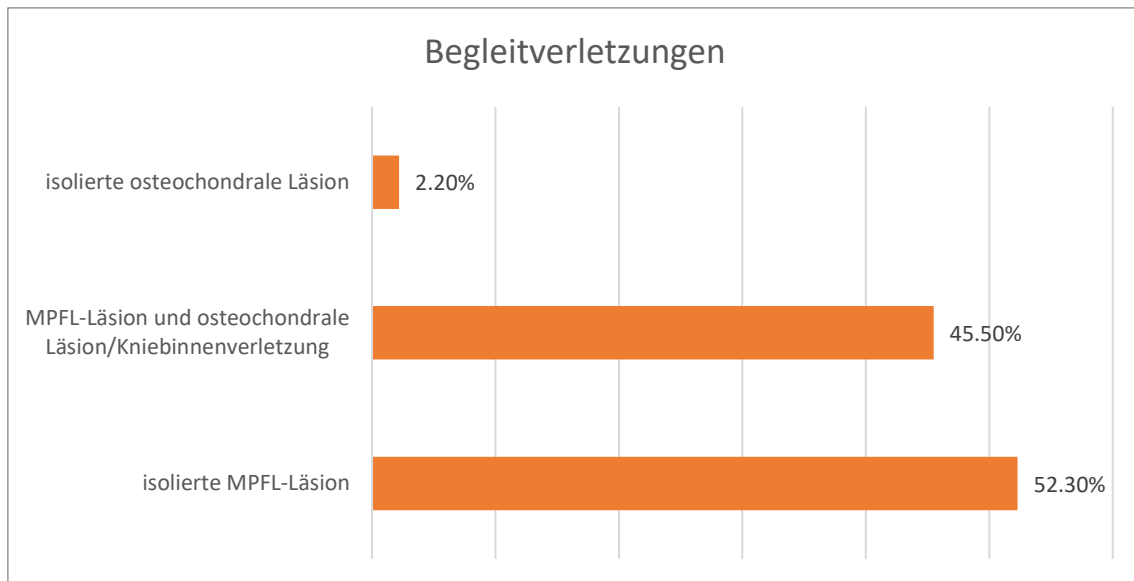
#### 3.2.2.2 Patellaspezifische Anamnese

##### **Unfallursache**

N=23 Patienten (52,3%) erlitten ihre Verrenkung bei einer Alltagsbewegung. 17 Patienten (38,6%) erlitten die Reluxation während des Sports und drei Patienten (6,8%) in der Arbeit. Ein Patient (2,3%) konnte sich nicht erinnern.

##### **Begleitverletzungen**

Bei N=23 Patienten (52,3%) kam es bei der Reluxation zu einer isolierten MPFL-Läsion, N= 19 Patienten (45,5%) erlitten zusätzlich eine osteochondrale Läsion und ein Patient (2,2%) erlitt eine isolierte osteochondrale Verletzung.



**Abbildung 18** Gruppe 2, Begleitverletzungen, MPFL: mediales Patello-Femorales Ligament, Kniebinnenverletzung: vordere Kreuzband-, hintere Kreuzband-, mediale Seitenband- oder laterale Seitenbandläsion.

## Reposition

Bei N=36 Patienten (81,8%) erfolgte die Reposition der Reluxation spontan und bei fünf Patienten (11,4%) manuell durch einen Arzt oder Sanitäter. Drei Patienten (6,8%) drückten die Kniescheibe selbst in ihre ursprüngliche Position.

### 3.2.2.3 Diagnostik

#### Bildgebende Untersuchungen

Bei den meisten Patienten (N=40, 90,9%) wurde sowohl eine Röntgenaufnahme angefertigt als auch eine MRT Untersuchung durchgeführt. Zwei Patienten (4,5%) wurden nur geröntgt und zwei weitere Patienten (4,5%) bekamen nur eine MRT Diagnostik.

#### Familienanamnese

Bei nur einem Patienten (2,3%) ereignete sich bereits in der Familie eine Patellaluxation.

### 3.2.2.4 Therapie

N=11 Patienten (25%) behandelten die Reluxation konservativ. N=33 Patienten (75%) unterzogen sich einem weiteren operativen Eingriff. Die operative Versorgung fand im Mittel nach  $8,3 \pm 10,1$  Wochen statt. Zur Behandlung der MPFL-Läsion wurde entweder erneut die mediale Raffung oder die MPFL-Plastik durchgeführt. In Abhängigkeit der Begleitverletzung wurden weitere Maßnahmen wie Flakerrefixation, ACT oder Mikrofrakturierung durchgeführt. Bei einem Patienten wurde nur die Trochleoplastik angewandt (Tabelle 10). Alle operativen Eingriffe wurden unter stationären Bedingungen durchgeführt. Im Durchschnitt war der stationäre Aufenthalt  $5,9 \pm 3,1$  Tage. Die Physiotherapeutische Behandlung war über  $11,7 \pm 7,9$  Wochen erforderlich. Der Zeitraum zwischen Therapie der Re-Luxation und Nachuntersuchung betrug im Mittel  $57,7 \pm 24,5$  Monate (24,5 – 131,4).

**Tabelle 6** Gruppe 2, Therapie der Reluxation, ACT: Autologe Chondrozytentransplantation, MPFL: mediales Patello-Femorales Ligament

Therapie	Anzahl	Prozent
Konservativ	11	25
nur mediale Raffung	5	11,4
mediale Raffung und ACT	1	2,3
mediale Raffung und Mikrofrakturierung	5	11,4
nur Flakeresektion	2	4,5
Flakeresektion und MPFL-Plastik	1	2,3
MPFL-Plastik und ACT	2	4,5
MPFL-Plastik und Mikrofrakturierung	1	2,3
nur MPFL-Plastik	10	22,7
nur Trochleoplastik	6	13,6



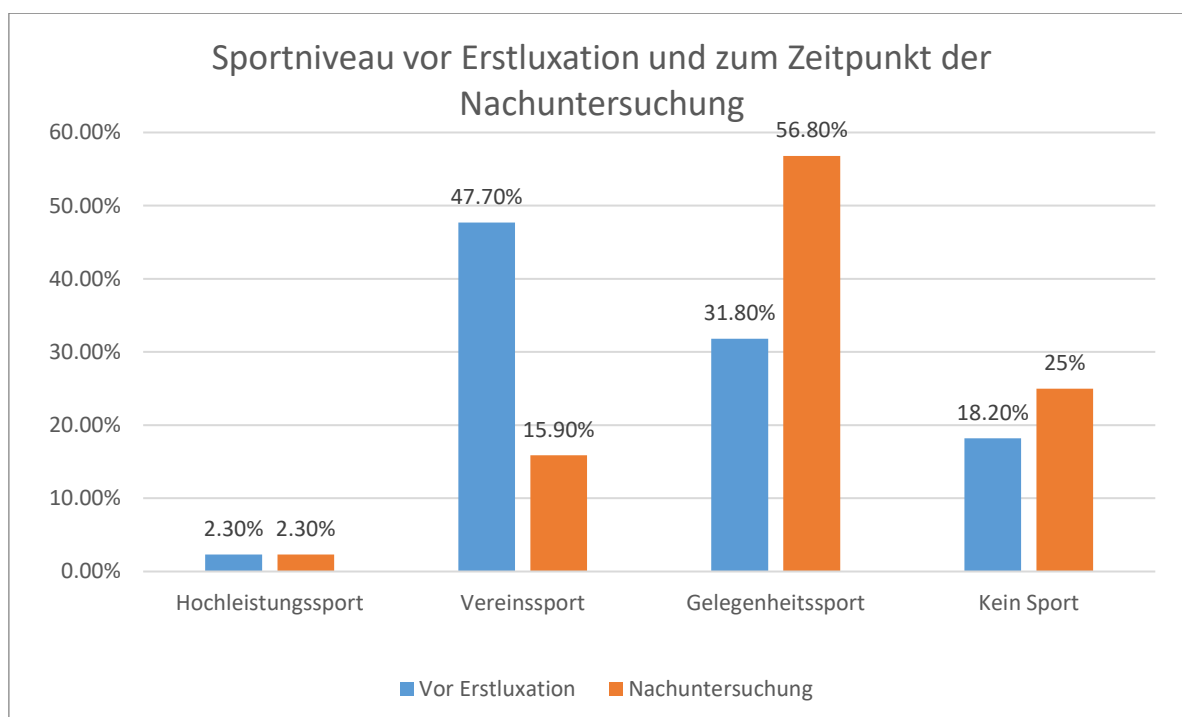
N=18 Patienten (40,9%) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Schüler. Ein Patient (2,3%) musste aufgrund der Relaxation den Beruf wechseln.

### 3.2.2.5 Sportfähigkeit

#### Sportniveau vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Vor der Verletzung trieben 21 Patienten (47,7%) Vereinssport. 14 Patienten (31,8%) machten gelegentlich Sport, ein Patient (2,3%) ging dem Hochleistungssport nach. Keinen Sport machten acht Patienten (18,2%).

Am Vereinssport nahmen nach der Relaxation sieben Patienten (15,9%) teil, während die Mehrheit mit 25 Patienten (56,8%) Gelegenheitssport betreibt. Ein Patient (2,3%) geht nach wie vor dem Hochleistungssport nach. Der Anteil der Patienten, die nach der Relaxation keinen Sport mehr machen, stieg auf 25% (11 Patienten).



**Abbildung 19** Gruppe 2, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

## High-Impact und Low-Impact Sportarten vor Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Die Anzahl der Patienten, die ein High-Impact Sportart betreiben, reduzierte sich von 29 (65,9%) auf 16 (36,4%), dagegen nahm die Anzahl der Patienten, die einer Low-Impact Sportart nachgehen, von 7 (15,9%) auf 18 (40,9%) zu.

## Wechsel der Sportart und Dauer der Sportpause

Mit einem Anteil von 45,5% mussten 20 Patienten ihre Sportart nach der Patella-Reluxation wechseln. 16 Patienten (36,4%) machten die gleiche Sportart. Ein Patient (2,3%) begann nach der Reluxation mit Sport. Die Dauer bis zur Rückkehr in den Sport betrug  $24,9 \pm 25,2$  Wochen (2-144).

## Scores zur Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit

Der Tegner Score verringerte sich im Vergleich des Zeitpunkts vor der Erstluxation und des Zeitpunkts der Nachuntersuchung, die Anzahl der ausgeübten Sportarten, die Frequenz des Sports pro Woche und die Trainingsdauer reduzierten sich ebenfalls. Der Tegner Score lag vor dem Unfall im Median bei 6 und nach dem Unfall bei einem Median von 4 ( $p < 0,001$ ). Die Anzahl der regelmäßig praktizierten Sportarten reduzierte sich von  $2,81 \pm 1,2$  auf  $1,89 \pm 1,1$  Sportarten pro Patient ( $p < 0,003$ ). Die Trainingseinheiten pro Woche nahmen von  $2,81 \pm 1,4$  auf  $2,06 \pm 1,4$  ab ( $p=0,001$ ). Ferner kam es zu einer Reduktion der Sportdauer von  $79,17 \pm 26,5$  auf  $64,17 \pm 27,1$  min pro Trainingseinheit ( $p = 0,013$ ).

**Tabelle 7** Gruppe 2, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit, präoperativ: vor Erstluxation, postoperativ: zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, SD: Standardabweichung

Parameter	Mittelwert (SD) vor Erstluxation	Mittelwert (SD) Nachuntersuchung	Differenz	P - Wert
Kujala Score		84,1 (16,6)		
IKDC Score		86,1 (14,6)		
Tegner Score	5,8 (2,3)	4,4 (1,9)	1,2	
Anzahl der Sportarten	2,8 (1,2)	1,9 (1,1)	0,9	<.003
Trainingsfrequenz der Sportart pro Woche	2,8 (1,4)	2,1 (1,4)	0,7	.001
Trainingsdauer (min)	79,2 (26,5)	64,2 (27,1)	15,0	.013

### 3.2.3 Gruppe 3: Erstluxation konservativ – Reluxation mediale Raffung

#### 3.2.3.1 Epidemiologie

Das Alter der N=26 Patienten zum Zeitpunkt der Erstluxation lag im Durchschnitt bei  $16,6 \pm 7,4$  Jahren (10 – 50). Das durchschnittliche Alter bei der Reluxation lag bei  $17,8 \pm 8,0$  Jahren (12 – 53). Der Zeitraum bis zur Reluxation betrug  $13,0 \pm 20,1$  Monate. Die Gruppe bestand aus 13 (50,0%) Männern und 13 Frauen (50,0%). Bei sieben Patienten (26,9%) war die rechte Knie Scheibe luxiert, bei 19 Patienten (73,1%) die linke.

#### 3.2.3.2 Patellaspezifische Anamnese

##### **Unfallursache**

In dieser Gruppe war die häufigste Ursache für die Reluxation eine Sportverletzung. 16 Patienten (61,5%) erlitten ihre Verrenkung während des Sports, 10 Patienten (38,5) bei einer Alltagsbewegung.

##### **Begleitverletzungen**

Alle 26 Patienten (100,0%) hatten bei der Reluxation eine MPFL-Läsion. 10 Patienten (38,5%) erlitten zusätzlich eine osteochondrale Läsion. Zwei Patienten (7,7%) fügten sich dabei auch eine ligamentäre Kniebinnenverletzung zu.

##### **Reposition**

Bei 21 Patienten (80,8%) erfolgte die Reposition der Reluxation spontan und bei drei Patienten (11,5%) manuell durch einen Arzt oder Sanitäter. Zwei Patienten (7,7%) drückten die Knie Scheibe selbst in ihre ursprüngliche Position.

#### 3.2.3.3 Diagnostik

##### **Bildgebende Untersuchungen**

23 Patienten (88,5%) erhielten zur Diagnostik der Reluxation sowohl eine Röntgenaufnahme als auch eine MRT Untersuchung. Ein Patient (3,8%) wurde

nur geröntgt und ein Patient (3,8%) bekam lediglich eine MRT Diagnostik. Bei einem Patienten konnten sie nicht ermittelt werden.

### Familienanamnese

Bei zwei Patienten (7,7%) ereignete sich bereits in der Familie eine Patellaluxation.

#### 3.2.3.4 Therapie

N=26 Patienten (100%) unterzogen sich nach der Re-Luxation einem arthroskopischen Eingriff. In Abhängigkeit der Begleitverletzung wurde zusätzlich eine Flakeresektion oder eine Flakerefixation durchgeführt (Tabelle 15). Der operative Eingriff erfolgte im Mittel  $25,0 \pm 76,5$  Wochen nach Re-Luxation. Alle operativen Eingriffe wurden unter stationären Bedingungen durchgeführt. Im Durchschnitt war der stationäre Aufenthalt  $4,3 \pm 3,7$  Tage. Die Physiotherapeutische Behandlung erfolgte über  $12,3 \pm 13,1$  Wochen. Der Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug im Mittel  $58,7 \pm 20,3$  Monate (28,2 – 110).

**Tabelle 8** Gruppe 3, Therapie der Reluxation

Therapie	Anzahl N	Prozent
nur mediale Raffung	16	61,5
zusätzlich Flakeresektion	6	23,1
zusätzlich Flakerefixation	4	15,4

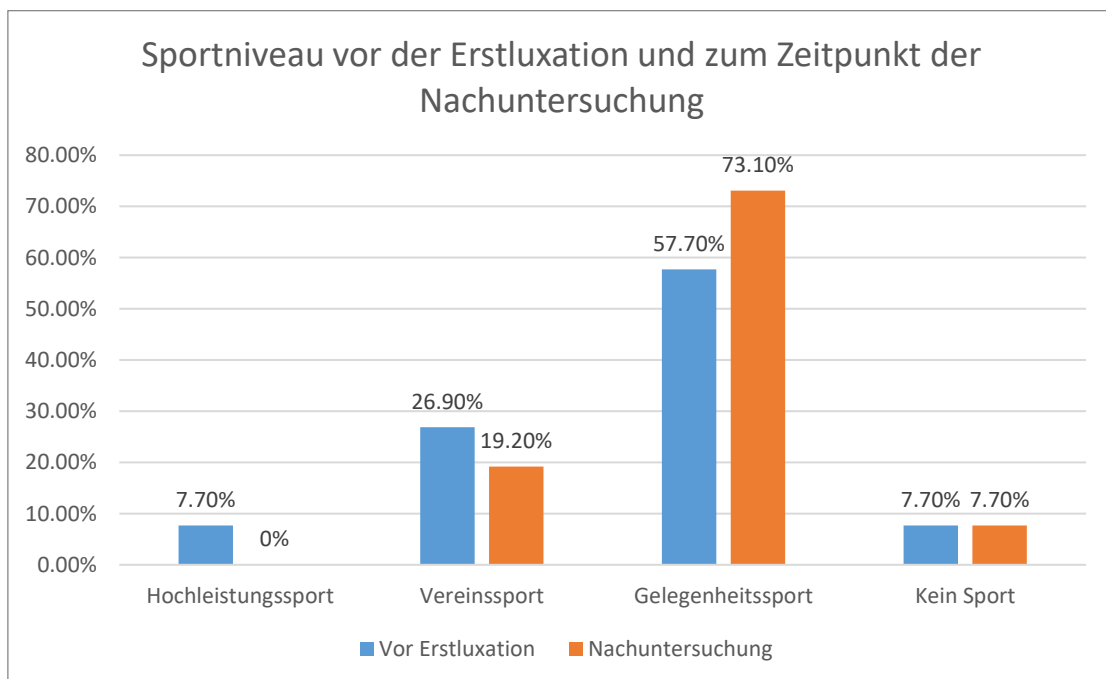
N=15 Patienten (57,7%) waren Schüler. Kein Patient musste aufgrund seiner Verletzung den Beruf wechseln.

### 3.2.3.5 Sportfähigkeit

#### Sportniveau vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Vor der Verletzung trieben 15 Patienten (57,7%) Gelegenheitssport. Sieben Patienten (26,9%) machten Vereinssport, zwei Patient (7,7%) gingen dem Hochleistungssport nach. Keinen Sport machten zwei Patienten (7,7%).

Am Vereinssport nahmen nach der Reluxation fünf Patienten (19,2%) teil, während die Mehrheit mit 19 Patienten (73,1%) nun Gelegenheitssport betreibt. Postoperativ wurde in dieser Gruppe kein Hochleistungssport betrieben. Kein Sport machen weiterhin zwei Patienten (7,7%).



**Abbildung 20** Gruppe 3, Vergleich des Sportniveaus vor der Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

## High-Impact und Low-Impact Sportarten vor Erstluxation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Die Anzahl der Patienten, die ein High-Impact Sportart betreiben, reduzierte sich von 20 (76,9%) auf 15 (57,7%), dagegen nahm die Anzahl der Patienten, die einer Low-Impact Sportart nachgehen, von 4 (15,4%) auf 9 (34,6%) zu.

## Wechsel der Sportart und Dauer der Sportpause

Acht Patienten (30,8%) mussten die Sportart aufgrund der Patellaluxation wechseln. Die Dauer bis zum Rückkehr in den Sport betrug  $17,4 \pm 3,1$  Wochen (4-52).

## Scores zur Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit

Der Tegner Score nahm im Vergleich des Zeitpunkts vor der Erstluxation und des Zeitpunkts der Nachuntersuchung ab, die Anzahl der ausgeübten Sportarten, die Frequenz des Sports pro Woche und die Trainingsdauer verringerten sich ebenfalls. Der Tegner Score lag vor dem Unfall im Median bei 7 und nach dem Unfall bei einem Median von 5 ( $p = 0,003$ ). Die Anzahl der regelmäßig praktizierten Sportarten reduzierte sich von  $3,3 \pm 1,2$  auf  $2,5 \pm 1,2$  Sportarten pro Patient ( $p = 0,011$ ). Die Trainingseinheiten pro Woche nahmen von  $3,1 \pm 1,5$  auf  $2,4 \pm 1,3$  ab ( $p = 0,005$ ). Ferner kam es zu einer Reduktion der Sportdauer von  $78,5 \pm 20,0$  auf  $68,3 \pm 21,1$  min pro Trainingseinheit ( $p = 0,085$ ).

**Tabelle 9** Gruppe 3, Beurteilung der Kniefunktion und Sportfähigkeit, präoperativ: vor Erstluxation, postoperativ: zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, SD: Standardabweichung

Parameter	Mittelwert (SD) vor Erstluxation	Mittelwert (SD) Nachuntersuchung	Differenz	P - Wert
Kujala Score		93,4 (9,7)		
IKDC Score		95,1 (11,1)		
Tegner Score	6,2 (2,1)	4,9 (1,9)	1,3	
Anzahl der Sportarten	3,3 (1,3)	2,5 (1,2)	0,8	0,011
Trainingsfrequenz der Sportart pro Woche	3,1 (1,5)	2,4 (1,3)	0,7	0,005
Trainingsdauer (min)	78,5 (20,0)	68,3 (21,1)	10,2	0,085

### 3.2.4 Gruppenvergleiche

#### Kujala Score und IKDC Score

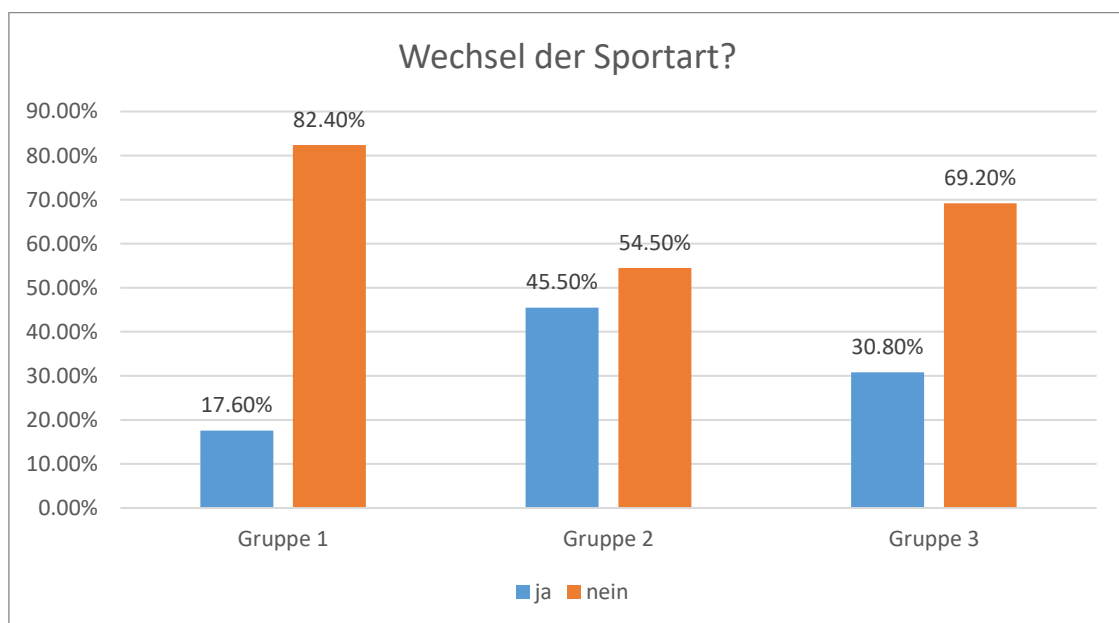
Die Mittelwerte des Kujala Scores und des IKDC Scores unterschieden sich statistisch signifikant zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 und zwischen Gruppe 2 und Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ). Kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Mittelwerte der Scores besteht zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3.

**Tabelle 10** Gruppenvergleich, Kujala Score und IKDC Score, SD: Standardabweichung

Parameter	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Mittelwert (SD) Kujala Score	94,7 (9,3)	84,1 (16,6)	93,4 (9,7)
Mittelwert (SD) IKDC Score	97,2 (9,3)	86,1 (14,6)	95,1 (11,1)

#### Wechsel der Sportart

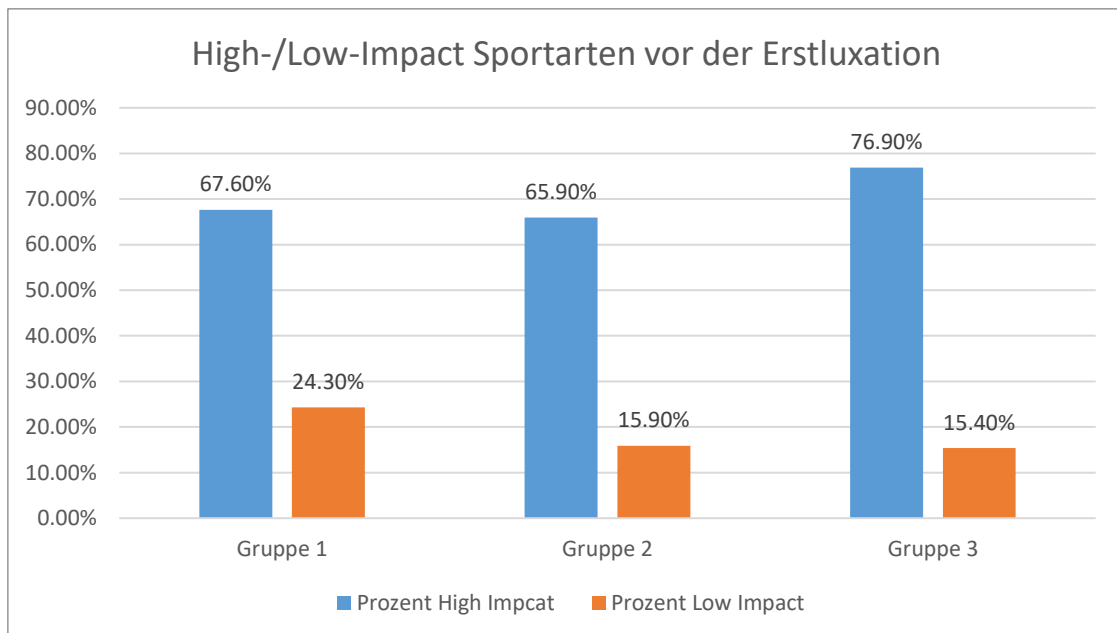
In Gruppe zwei mussten N=20 Patienten (45,5%) die Sportart aufgrund der Verletzung wechseln, während es in Gruppe eins N=13 (17,6%) und in Gruppe drei N=8 Patienten (33,3%) waren.



**Abbildung 21** Gruppenvergleich, Wechsel der Sportart

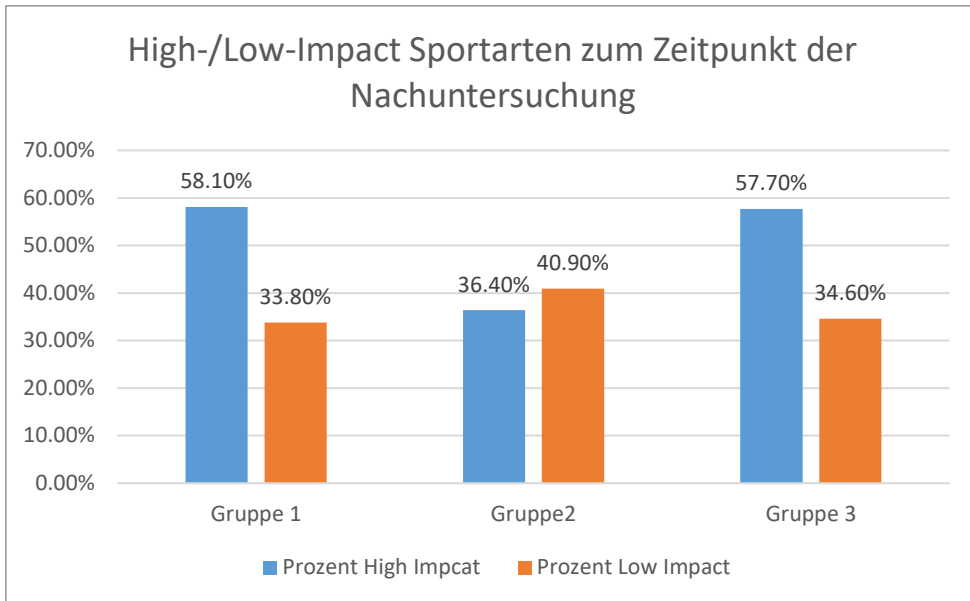
## High- und Low-Impact Sportarten

In jeder der drei untersuchten Gruppen betreiben vor der Erstluxation mehr Patienten eine High Impact- als eine Low Impact-Sportart. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hat der Anteil der Patienten, die eine High Impact Sportart betreiben, in allen Gruppen abgenommen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung übersteigt in Gruppe zwei der Anteil der Patienten, die eine Low-Impact Sportart betreiben, den Anteil der Patienten, die eine High Impact Sportart ausführen.



**Abbildung 22** Gruppenvergleich, High-/Low-Impact Sportarten vor der Erstluxation





**Abbildung 23** Gruppenvergleich, High-/Low-Impact Sportarten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

## Sportpause

Bezüglich der Dauer der Rückkehr in den Sport nach der Patellaluxation bestehen keine statistisch signifikanten Unterschiede ( $p < 0,05$ ) zwischen den drei Gruppen.

**Tabelle 11** Gruppenvergleich, Dauer der Rückkehr in den Sport nach der letzten Patellaluxation in Wochen, SD: Standardabweichung

	Mittelwert (SD) Sportpause in Wochen
Gruppe 1	22,5 (21,3)
Gruppe 2	24,9 (25,2)
Gruppe 3	17,25 (13,1)

## 4 Diskussion

Das Hauptziel der Studie war es die Rückkehr in den Sport nach Patellaerstluxation und unterschiedlichen Behandlungspfaden zu untersuchen. Alle Patienten, die nach mittels medialer Raffung behandelte Patellaluxation keine Reluxation erlitten, verzeichneten gute klinische Ergebnisse bezüglich der Kniefunktion und konnten in den Sport zurückkehren. Im Mittel konnte die Sportaktivität nach 5 ½ Monaten wieder aufgenommen werden. Trotzdem hat sich das Sportverhalten in allen drei untersuchten Gruppen verändert. Das Aktivitätsniveau der Patienten änderte sich von Leistungs- und Vereinssport in Richtung Breiten- und Freizeitsport. Kam es nach der medialen Raffung zur Reluxation verschlechterten sich die klinischen Ergebnisse deutlich.

Betrachtet man in dieser Arbeit die hohe Reluxationsrate (37,3%) nach mittels medialer Raffung behandelte Erstluxation und das schlechte klinische Ergebnis der Patienten, die nach der medialen Raffung eine Reluxation erlitten, sollte eine Reluxation nach vorheriger operativer Behandlung streng vermieden werden. Umso wichtiger ist es vor Therapiebeginn eine individuelle Analyse aller Pathomechanismen, die eine Patellaluxation begünstigen, vorzunehmen.

In der vorliegenden Arbeit lag das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Patellaerstluxation bei  $18,7 \pm 7,8$  Jahren. Das analysierte Kollektiv kann als typisch für die Patellaerstluxation angesehen werden. Andere Autoren berichteten über ein Durchschnittsalter von 21,5 Jahren (18), 20,0 (19-22) Jahren (78), 16,8 (9-33) Jahren (79) und 16,0 (9-44) Jahren (80) .

Die Geschlechterverteilung lag bei 59% Männern und 41% Frauen. Im Vergleich zu anderen Autoren, die eine höhere Rate von Frauen mit 83,7% (81) und 74,2% (82) in ihrem Kollektiv hatten, war in der vorliegenden Arbeit ein Teil berufsgenossenschaftlich Versicherter Patienten eingeschlossen, die für die Geschlechterverteilung ursächlich sein könnte. Überwiegt die Frauenquote in Studien, so werden ihr breiteres Becken einhergehend mit einem erhöhten Q-Winkel, eine schwächer ausgeprägte Muskulatur sowie die verstärkte Antetorsion mit resultierender Valgusstellung als ursächlich angesehen (21, 83).

In der prospektiven Studie nach Sillanpaa et al. (78) sind 29 von 30 Patienten Männer (96,6%). Das Patientenkollektiv wurde aus einem Militärkrankenhaus rekrutiert, was der Grund für die einseitige Geschlechtsverteilung zugunsten der Männer sein dürfte.

In dieser Arbeit hatten 37,3% (N=44) der Patienten, deren Erstluxation mittels medialer Raffung therapiert wurde, eine Reluxation. Andere Studien kommen zu deutlich besseren Ergebnissen bezüglich der Reluxationsrate nach der Behandlung mittels medialer Raffung. Yamamoto (84) berichtet über 1 Reluxation (3,3%) bei 30 Patienten innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums von 1 bis 7 Jahren, die nach akuter traumatischer Patellaluxation mittels medialer Raffung therapiert wurden. Auf das Patientenkollektiv geht Yamamoto in der Studie nicht näher ein, weshalb es schwierig ist das Ergebnis zu interpretieren. In der Studie nach Small et al. (79) reluxierte die Patella bei 2 von 27 Patienten (7,4%), Haspl et al. (85) berichten über keine Reluxation bei 17 operierten Patienten, wobei die Dauer des Untersuchungszeitraums bei nur 13 Monaten lag. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, warum sich die Reluxationsrate gegenüber dieser Studie unterscheidet. In der vorliegenden Arbeit ereignete sich die Reluxation im Mittel nach  $31,8 \pm 52,7$  Monaten. Würde man in der Studie von Haspl et al. die Reluxationsrate über einen längeren Zeitraum betrachten, wäre auch eine höhere Reluxationsrate zu erwarten. Schorn et al. (80), die in ihrer retrospektiven Analyse 46 Patellaluxationen mittels medialer Raffung und lateralem Release therapierten, berichteten abhängig vom postoperativen Nachuntersuchungszeitpunkt über unterschiedliche Reluxationsraten. Ein Jahr nach der Behandlung waren 16% reluxiert, nach 5 Jahren 42% und nach 10 Jahren 52%. Demzufolge ist die Reluxationsrate nach operativer Therapie mittels medialer Raffung stark vom postoperativen Untersuchungszeitpunkt abhängig. Die Wahrscheinlichkeit einer Reluxation steigt in dem Zeitraum zwischen 1 und 5 Jahren nach der Operation an. Die erhobenen Daten in der vorliegenden Arbeit passen harmonisch in die von Schorn et al. berichteten Ergebnisse.

In der vorliegenden Studie luxierten 69% Prozent der Kniescheiben während sportlicher Aktivität und bei 23% während einer alltäglichen Aktivität. In 8% der

Fälle war ein Arbeitsunfall ursächlich. Diese Ergebnisse stimmen mit anderen Autoren überein. Hartmann et al. (86) berichteten, dass 73% ihrer Patienten die Patellaluxation während des Sports erlitten. In der Studie nach Atkin et al. (5) ereigneten sich 72% der Erstluxationen während körperlicher Arbeit oder sportlicher Aktivität, 21% bei Aktivitäten des alltäglichen Lebens und 7% durch ein direktes Anpralltrauma. Ludolph et al. (24) beschrieben, dass über 70% der Erstluxationen bei sportlicher Aktivität entstehen, nur etwa 20% im Alltag und ca. 7% durch direktes Trauma. Schneider et al. (87) legten dar, dass ein direktes tangentiales Trauma auf die Patella selten Ursache einer Patellaluxation ist, sondern während sportlicher Aktivität eine Kombination aus Außendrehbewegung des Unterschenkels, Innenrotation des Oberschenkels und Valgisierung des Kniegelenks im Moment der axialen Belastung ursächlich ist.

Der Großteil der Patienten der vorliegenden Arbeit erhielt nach Erstluxation und nach Reluxation sowohl eine Röntgen- als auch eine MRT-Untersuchung (Gruppe 1 in 91,9%, Gruppe 2 in 90,9% und Gruppe 3 in 88,5% der Fälle). In der Studie nach Hohlweck et al. (62), in der 245 Krankenhäuser zur Therapie und Diagnostik der Patellaluxation befragt wurden, wurden in 81% der Fälle bei Erstluxation und in 85% der Fälle bei Reluxation eine MRT-Untersuchung durchgeführt. Geröntgt wurde in 58% der Fälle bei Erstluxation und in 51% der Fälle bei Reluxation. Mit Hilfe der MRT Diagnostik können Ausmaß und Lokalisation der Verletzung sowie Begleitverletzungen (MPFL-Läsion und osteochondrale Schäden) exakt beurteilt werden, um die notwendige Therapie einzuleiten (88). Nach Ateshrang et al. (12) sollte die MRT Diagnostik standardmäßig erfolgen, da nicht erkannte osteochondrale Läsionen mit freien Gelenkkörper im Knie erhebliche Gelenkschäden verursachen. In der prospektiven Studie nach Sillanpaa et al. (78) wird der Stellenwert des MRTs nach Patellaluxation deutlich. Alle Patienten erhielten sowohl direkt nach der Luxation als auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine MRT Diagnostik. In der Studie nach Zhao et al. (81) erhielt das Gesamtkollektiv eine MRT Diagnostik, während Stefancin et al. (4) bei keinem Patienten ein MRT durchführte.

Osteochondrale Läsionen werden nach der Patellaerstluxation mit einer Häufigkeit von 24,3% (4) bis 97% (89) angegeben. Die erhebliche Streuung dürfte sich durch die unterschiedliche Vorgehensweise bezüglich der Diagnostik erklären lassen. Beispielsweise wurde in der Studie von Stefancin et al. (4) über ein Auftreten osteochondraler Läsionen in 24,3% der Fälle berichtet. Sie hatten allerdings auch lediglich eine Röntgendiagnostik durchgeführt. Stanitski et al. (90) berichteten, dass ca. 30-40% der osteochondralen Läsionen im Röntgen nicht erkannt werden. So lässt sich die geringe Prävalenz osteochondraler Läsionen in der Studie von Stefancin et al. erklären. In der vorliegenden Arbeit wurden in allen drei untersuchten Gruppen ähnliche Ergebnisse bezüglich osteochondraler Läsionen erzielt. In Gruppe 1 erlitt 50,1% der Patienten eine osteochondrale Läsion, in Gruppe 2 47,7% und in Gruppe 3 38%.

Nach Vollnberg et al. (91) hat die unterschiedliche Anzahl von Episoden einer Patellaluxation einen Einfluss auf das Vorhandensein osteochondraler Läsionen. Dies dürfte ein weiterer Grund sein, warum sich die Prävalenz osteochondraler Läsionen in den Studien stark unterscheidet. In der Studie erhielten alle Patienten eine MRT Diagnostik. Er kam zum Ergebnis, dass 71% der Patienten nach Patellaerstluxation, 82% nach rezidivierender Luxation (2-9 Luxationen) und 97% bei chronischen Luxationen (mehr als 9 Luxationen) osteochondrale Läsionen aufwiesen.

In der Literatur konnte eine enge Korrelation zwischen einer Patellaluxation und der Ruptur bzw. Läsion des medialen Retinaculums gezeigt werden. Nach Balcarek et al. (92) kommt es nach einer Patellaerstluxation in 98,6% der Fälle zur Verletzung des MPFL und in 51,4% zu einer kompletten Ruptur. In einer retrospektiven Studie kamen Vainionpaa et al. (93) zum Ergebnis, dass bei 98,2% ihrer Patienten eine Ruptur des MPFL vorlag. Sallay et al. (94) berichteten über einen Riss des MPFL bei 94% ihrer Patienten. Die Ergebnisse der Studien stimmen mit der vorliegenden Arbeit überein. In Gruppe 1 und 3 hatten alle Patienten eine MPFL Läsion, in Gruppe 2 97,8% der Patienten.

Die Wiederherstellung des medialen Retinaculums ist eine fest etablierte Methode zur Behandlung der Patellaluxation. Trotzdem ist sich die Literatur

bezüglich Operationsindikation, unterschiedlicher Operationsmethoden und Ergebnissen uneinig. Die Mehrheit der Autoren wendet diese Methode sowohl bei Erstluxation als auch bei rezidivierenden Luxationen an. Nach Cerciello et al.(95), die in ihrer Arbeit 17 Studien zum Thema „Reparatur des medialen Retinaculums“ (9 retrospektive, 8 prospektiv) untersuchten, bleibt die Therapie der Patellaluxation mittels operativer Wiederherstellung des medialen Retinaculums kontrovers. Die Ergebnisse der untersuchten Studien unterscheiden sich. Ursächlich ihrerseits ist die schlechte Methodik der in der Literatur verfügbaren Studien. In manchen Fällen wird nur die Wiederherstellung des medialen Retinaculums untersucht, während sie in anderen Arbeiten in Kombination mit zusätzlichen Eingriffen wie einer Tuberositas-Versetzung, Trochleoplastik oder einen lateralen Release analysiert wird.

Eine Methode zur Reparatur des medialen Retinaculums ist die mediale Raffung, die seit mehr als 30 Jahren angewandt wird. Oft wird sie Patienten bei Patellainstabilität mit normaler knöcherner Anatomie empfohlen (96). Sie kann entweder arthroskopisch oder minimal invasiv offen durchgeführt werden. In zahlreichen Studien wurden gute Ergebnisse berichtet. Lee et al. (97) untersuchten im Zeitraum von 1994 bis 2004 56 Patienten, die sich einer medialen Raffung mittels Arthroskopie unterzogen. 43 Patienten wurden nach 7 Jahren untersucht. 90,3% der Patienten berichteten über ein zufriedenstellendes Ergebnis. Die Patella relaxierte bei drei Patienten (9,7%) und es wurde kein Fortschreiten einer patellofemorale Arthritis berichtet. Sillanpaa et. al (78) verglichen in ihrer Arbeit Patienten, die nach Patellaerstluxation mittels medialer Raffung oder konservativ behandelt wurden. 81% der operativ versorgten Patienten gelang die Rückkehr auf das Aktivitätsniveau vor dem Unfall. Patienten ohne stabilisierenden Eingriff kehrten zu 51% auf das Aktivitätsniveau vor der Luxation zurück. Nam et al. (98) behandelten die rezidivierenden Patellaluxationen ihrer Patienten mittels offener medialer Raffung kombiniert mit arthroskopisch durchgeführten lateralen Release. Alle 25 Patienten berichteten über gute oder hervorragende Ergebnisse. Es kam zu einer Relaxation (4%) und einer Subluxation (4%).

Haspl et al. (85) gaben an, dass in ihrer Studie alle 17 Patienten (akute und rezidivierende Luxationen) im Alter von 14 bis 27 nach arthroskopisch durchgeführter medialen Raffung und lateralen Release überaus gute Ergebnisse ohne rezidivierender Instabilität erzielten.

Eines der großen Vorteile der medialen Raffung gegenüber einer Rekonstruktionsplastik des MPFL ist das kosmetische Ergebnis. Außerdem können intraartikuläre Verletzungen wie Knorpel- oder Meniskusläsionen zeitgleich behoben werden, Schmerz und Gelenksteifigkeit sind deutlich geringer. Die Technik ist vergleichsweise einfach, und es ist leicht ein kongruentes „Tracking“ zu erzielen, da die Position und Führung der Patella während des Eingriffs problemlos korrigiert werden kann (97).

Vergleicht man die Ergebnisse der unterschiedlichen Operationstechniken bezüglich der medialen Raffung (arthroskopisch oder minimal invasiv offen), finden sich kaum Unterschiede. In der Studie von Halbrecht et al. (96) wurden ihrem Patientenkollektiv, das man arthroskopisch behandelte, Patienten, die offen therapiert wurden, gegenübergestellt. Sie kamen zum Ergebnis, dass die arthroskopisch geführte mediale Raffung vergleichbare oder bessere Resultate als das offene Verfahren liefert. Sillanpaa et al. (78) sind der Ansicht, dass bei einer frischen Läsion das mediale Retinaculum arthroskopisch nicht ausreichend sichtbar und beurteilbar ist, da es sich beim MPFL um eine extrakapsuläre Struktur handelt. Infolgedessen könnten einige Nähte an die falsche Stelle gesetzt werden. Ist die MPFL Läsion von einem Ausriss am Oberschenkel begleitet, könnte es mittels Arthroskopie nur unzureichend wiederhergestellt werden.

In der vorliegenden Arbeit ermittelte man zur Beurteilung der Kniegelenksfunktion den Kujala und IKDC Score. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag der Kujala Score bei  $91,2 \pm 12,9$  und der IKDC Score bei  $93,4 \pm 12,4$ .

Ma et al. (99) berichteten in ihrer Arbeit über einen Kujala Score von  $88,3 \pm 1,6$ . Sie untersuchten 40 Patienten, deren Patellaluxation mittels medialer Raffung behandelt wurde. In der Studie von Nam et al. (98) wurden 23 Patellaluxationen

ebenfalls mittels medialer Raffung und lateralen Release behandelt. Der Kujala Score lag bei  $88,2 \pm 13,5$ . Lee et al. (97) berichten in ihrer Studie über einen Kujala Score von  $89,2 \pm 8,7$  7 Jahre nach der Operation. Auch in dieser Studie erhielten alle 56 Patienten die mediale Raffung. Dies bestätigt unsere Ergebnisse.

Der Kujala Score in dieser Arbeit unterscheidet sich auch nur geringfügig von Studien, in denen die Patellaluxation mittels MPFL-Plastik behandelt wurde. In der Studie nach Krych et al. (17), in der die Patienten als Behandlung eine isolierte MPFL-Plastik erhielten, war der Kujala Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung  $91,1 \pm 6,3$ . In der Studie von Nomura et al. (100), in der die rezidivierenden Patellaluxationen der Probanden mittels MPFL-Plastik therapiert wurde, verbesserte sich der Kujala Score von präoperativ 63,2 auf postoperativ 94,2. In der Arbeit von Ma et al. (99) wurde ein Kujala Score von  $91,2 \pm 1,7$  ermittelt. Im Zusammenhang mit den Ergebnissen nach MPFL-Plastik scheint die letztlich stabile Situation des Patellofemorales Gelenkes, also ohne Reluxation, für vergleichbare Ergebnisse im Kujala Score verantwortlich zu sein.

Arbeiten, die zur klinischen Beurteilung der Kniegelenksfunktion den IKDC Score als Messinstrument verwenden zeigen unterschiedliche Ergebnisse. Zhao et al. (101) ermittelten in ihrer Arbeit einen IKDC Score von  $62,5 \pm 6,2$ . Ihre Patienten wurden mittels medialer Raffung therapiert. Ursache für das deutlich schlechtere Ergebnis im Vergleich zu der vorliegenden Arbeit dürfte sein, dass Zhao et al. Patienten mit rezidivierenden Patellaluxationen untersuchte. Das Patientenkollektiv der vorliegenden Arbeit dagegen bestand zum Großteil aus Patienten nach Patellaerstluxation. Zu einem ähnlichen Ergebnis wie diese Arbeit kamen Shelbourne et al. (102). Sie ermittelten bei ihren Patienten nach mittels medialer Raffung behandelter Erstluxation einen IKDC Score von  $87,8 \pm 12,3$ . Das Ergebnis von Yun et al. (103), die in ihrer Studie einen IKDC Score von  $82,0 \pm 3,6$  nach mittels MPFL-Plastik behandelter Patellaluxation ermittelten, unterscheidet sich wenig von dieser Arbeit.



Der Vergleich bezüglich Kujala und IKDC Score zwischen den einzelnen Gruppen in dieser Studie liefert folgendes. Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Patienten, deren Erstluxation mittels medialer Raffung therapiert wurde und keine Reluxation erlitten (= Gruppe 1, Kujala  $94,7 \pm 9,3$ , IKDC  $97,2 \pm 9,3$ ), und Patienten, die nach konservativer Therapie eine Reluxation hatten und anschließend eine operative Therapie mittels medialer Raffung erhielten (= Gruppe 3, Kujala  $93,4 \pm 9,7$ , IKDC  $95,1 \pm 11,1$ ). Dagegen besteht ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den oben beschriebenen Gruppen und den Patienten, die nach operativ mittels medialer Raffung versorgter Erst-Luxation eine Reluxation erlitten (= Gruppe 2, Kujala  $84,1 \pm 16,6$ , IKDC  $86,1 \pm 1$ ). In Gruppe 2 war der Kujala und IKDC Score signifikant geringer. Die operative Revision bzw. die persistierende Instabilität führt zu schlechteren Ergebnissen. Um eine Reluxation zu vermeiden sollte sicherlich den aktuellen Empfehlungen von Ateschrang et al. (12), Balcerak et al. (64) oder auch Frosch et al. (18) gefolgt werden.

Der Tegner Score lag in der vorliegenden Arbeit vor der Erstluxation bei  $5,8 \pm 2,1$  und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei  $4,8 \pm 1,8$ . Den Tegner Score vor der Erstluxation mit anderen Autoren zu vergleichen ist schwierig, da der überwiegende Anteil der Autoren den Tegner Score nach der Erstluxation bzw. direkt vor dem operativen Eingriff erhob. Deshalb schneidet der hier erhobene Tegner Score deutlich besser ab. In diesen Studien wurden präoperative Scores von 1,5 (104), 3 (105), 3,3 (106), und 3,7 (98) ermittelt. Vergleicht man die postoperativen Tegner Scores von 4,8 (104), 5 (105), 6,2 (106), 6,9 (98) mit dieser Arbeit, so bestätigt sich der ermittelte Wert.

Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen konnte hinsichtlich des Tegner Scores sowohl präoperativ (vor der Erstluxation) als auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht festgestellt werden.

Allerdings war bezüglich des Scores zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein Trend feststellbar. Kam es nach der mittels medialer Raffung therapierten Erstluxation zu keiner Reluxation (Gruppe 1) wurde ein Tegner Score von 5,1 ermittelt, während Patienten mit einer Reluxation einen Wert von 4,4 (Gruppe 2)

erzielten. Demzufolge sollte eine Reluxation nach der mittels medialer Raffung therapierten Erstluxation durch korrekte Indikationsstellung vermieden werden.

In der vorliegenden Studie waren vor der Erstluxation 89,9% (N = 16) der untersuchten Patienten (18,7±7,8 Jahre) sportlich aktiv. Im Vergleichskollektiv der Bundesrepublik Deutschland von 2009 (107) zeigten sich bei den 18- bis 29-Jährigen geringere Werte von 84,1% bei Frauen und 85,1% bei Männern. Dieser Unterschied unterstreicht den in Arbeiten publizierten Zusammenhang von Patellaluxationen und sportlicher Aktivität (4-7). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ergab sich beim Patientenkollektiv (25,9±8,8 Jahre) ein minimaler Rückgang der sportlichen Aktivität auf 87,5% (N=18). Betrachtet man erneut das entsprechende Vergleichskollektiv des Robert Koch-Instituts liegt die Sportaktivität des Patientenkollektivs dieser Studie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung über dem Vergleichskollektiv der Bundesrepublik Deutschland von 2009.

Untersucht man die Sportaktivität in der Bundesrepublik Deutschland von 2009 (107) in der Altersgruppe von 30 bis 44 Jahren, besteht ein deutlicher Rückgang. 31,2% der Männer und Frauen betreibt kein Sport. Demnach sinkt ab dem 30. Lebensjahr mit zunehmendem Alter die Sportliche Aktivität. Da es sich bei der Patellaluxation um eine Verletzung im jungen Alter handelt (5-7, 11), kann die Vermutung einer altersbedingten Änderung der sportlichen Aktivität der Patienten in dieser Studie vernachlässigt werden.

In dieser Arbeit wechselten 28,5% der Patienten (N=41) die Sportart. 71,5% (N=103) kehrten in ihre vor der Erstluxation betriebenen Sportart zurück.

Atkin et al. (5) beschreiben in ihrer Arbeit die Rückkehr in den Sport nach konservativ behandelter Patellaerstluxation. Sie kommen zum Ergebnis, dass 6 Wochen nach der Patellaluxation 16% der Patienten (N=12), nach 12 Wochen 45% (N=33) und nach 24 Wochen 69% (N=51) ihre ursprüngliche Sportart wieder aufnahmen. Aufgrund des Risikos der Reluxation in den ersten 5 Jahren nach der Erstluxation bzw. operativen Versorgung, können diese Ergebnisse nur bedingt verglichen werden. Es wäre zu erwarten, dass die Sportaktivität in einem Nachuntersuchungszeitraum von über 24 Monate zurückgeht. Diese

Hypothese wurde von der Studie von Sillanpää et al. (78) unterstützt. Bei 35 Patienten nach traumatischer Patellaerstluxation erfolgte die konservative Behandlung, N=20 Patienten (56%) erreichten ihr Aktivitätsniveau wie vor der Verletzung. Ursache für den Unterschied der Ergebnisse der beiden Studien könnte die unterschiedliche Dauer des Nachuntersuchungszeitraumes sein. Atkin et al. (5) untersuchten die Patienten über einen Zeitraum von 6 Monaten, während Sillanpää et al. (78) sie über einen deutlich längeren Nachuntersuchungszeitraum (Median 7 Jahre) evaluierten.

Zu ähnlichen Ergebnissen wie die hier vorliegende Studie kommen Dickschas et al. (108). Sie prüften in ihrer Arbeit die Sportfähigkeit nach Patellaluxation bei 24 Athleten im Alter von 19,3 Jahren. Alle Patienten wurden mittels medialer Raffung behandelt. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt (im Durchschnitt 39 Monate nach der Operation) konnten 62,4% der Patienten (N=15) ihre Sportart wieder ausüben. Sillanpää et al. (78) berichten über eine Rückkehr in den Sport nach mittels medialer Raffung behandelter Patellaerstluxation bei 81% ihrer Patienten (21 von 26 Patienten). Grund für das bessere Ergebnis im Vergleich zu der vorliegenden Arbeit könnte das unterschiedliche Patientenkollektiv sein. Das Patientenkollektiv in der Studie von Sillanpää et al. bestand aus gesunden und sportlichen Soldaten aus einem Militärkrankenhaus. Möglicherweise ist in dem genannten Kollektiv die sportliche Aktivität direkt mit dem Beruf verbunden und übt somit einen hohen Druck auf die Rückkehr zum Sport aus.

Studien, die sich mit der Rückkehr in den Sport nach einer mittels MPFL-Plastik behandelten Patellaluxation befassen, kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Nach Dopirak et al. (109) konnten 77% der Patienten ihre vor der Verletzung durchgeführte Sportart wieder aufnehmen. Mikashima et al. (110) berichteten, dass 76,5% ihrer untersuchten Freizeitsportler ihr gleiches Sportniveau wie vor der Verletzung erreichten. Ambrožić et al. (111) sprachen über eine Rückkehr in 88,5% der Fälle, 69,6% der Patienten erreichten das gleiche Aktivitätsniveau. In der Studie von Krych et al. (17) erreichten 33 von 39 Patienten (85%) erfolgreich das gleiche Sportniveau wie vor der Verletzung. Lippacher et al. (112) beschrieben, dass alle Patienten nach der MPFL Plastik innerhalb von 2

Jahren in den Sport zurückkehrten, 53% erreichten das gleiche oder ein höheres Sportniveau.

In der vorliegenden Arbeit kehrten alle Patienten, die nach mittels medialer Raffung behandelten Erstluxation keine Reluxation erlitten (Gruppe 1) und alle Patienten, die nach erfolgloser konservativer Erstbehandlung die mediale Raffung erhielten (Gruppe 3) innerhalb von 6 Monaten nach der Operation in den Sport zurück. In Gruppe 1 erreichten 82,4% der Patienten das gleiche Sportniveau, in Gruppe 3 69,2% der Patienten.

Patienten, die nach mittels medialer Raffung behandelter Erstluxation eine Reluxation erlitten, erzielten deutlich schlechtere Ergebnisse bezüglich der Rückkehr in den Sport. Ihre Sportaktivität nahm aufgrund der Reluxation von 81,8% auf 75,0% ab, 54,5% erreichten das gleiche Aktivitätsniveau wie vor der Erstluxation.

Hinsichtlich des verletzungsbedingten Wechsels der Sportart wurde in der vorliegenden Studie Raten von 17,6% (Gruppe 1) bis 45,5% (Gruppe 3) angegeben. 30,8% der Patienten, die sich initial einer konservativen Behandlung unterzogen und deren Reluxation mittels medialer Raffung therapiert wurde (Gruppe 2), musste ihre Sportart aufgrund der Verletzung wechseln. Dieser Anteil ist höher verglichen mit Patienten, deren Erstluxation operativ mittels medialer Raffung behandelt wurde und keine Reluxation erlitten. Demzufolge sollte unabhängig von der Behandlung der Erstluxation eine Reluxation vermieden werden. Dies setzt eine ausführliche Diagnostik unter Berücksichtigung der individuellen Anatomie, prädisponierender Risikofaktoren und der jeweiligen Situation des Patienten voraus.

In der vorliegenden Studie wurde der operative Eingriff zur Behandlung der Reluxation in Gruppe 2 individuell ausgewählt und variierte stark zwischen den Patienten, um die anatomischen Risikofaktoren der Patellaluxation zu berücksichtigen. Dies führte zu unterschiedlich ausgewählten Nachbehandlungen. Obwohl es zu invasiveren operativen Eingriffen kam, trat bis zur endgültigen Nachsorge keine erneute Reluxation auf. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer individuellen und detaillierten präoperativen Planung,

um die Relaxationsrate zu vermeiden und die Patientenergebnisse zu verbessern. Der vorliegenden Studie lagen keine MRT- und Röntgenbefunde vor, sodass die individuellen anatomischen Risikofaktoren der einzelnen Patienten nicht untersucht werden konnten. Sinnvoll ist es in einer weiteren Studie die hier vorliegenden Ergebnisse zusammen mit den MRT- und Röntgenbefunden der Patienten zu interpretieren.

Im Patientenkollektiv der vorliegenden Studie veränderte sich das Aktivitätsniveau weg vom Leistungs- und Vereinssport hin zum Gelegenheitssport. Im Hochleistungs- und Vereinssport zeigte sich ein deutlicher Rückgang der sportlichen Aktivität. Etwa die Hälfte der Patienten, die eine Patellaluxation erlitten, beendete den Vereinssport. Diese Ergebnisse müssen auch in Zusammenhang mit der beruflichen Situation der Patienten interpretiert werden. Vor der Erstluxation waren 61,1% der Patienten (N=88) Schüler und 38,9% (N=56) berufstätig. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gingen 50,7% (N=73) zur Schule und 49,3% (N=71) waren berufstätig. Man könnte die Vermutung annehmen, dass durch den Einstieg ins Berufsleben die Zeit und die Bereitschaft sportlich aktiv zu sein abnimmt und es deshalb zu einer Abnahme der sportlichen Aktivität kommt. Die Statistiken des Robert-Koch-Instituts (107), die die sportliche Aktivität der Bundesrepublik Deutschland von 2009 untersuchten, berichteten über eine sportliche Aktivität im Alter zwischen 11 und 13 Jahren von 85,3% und im Alter zwischen 14 und 17 Jahren von 84,8%. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den 18- bis 29-jährigen gleichen sich die Resultate. Bei den 18- bis 29-Jährigen sind in der Bundesrepublik Deutschland 84,1% der Frauen und 85,1% der Männer sportlich aktiv. Da sich in diesem Alter der Einstieg ins Berufsleben manifestiert und sich dabei keine Unterschiede zeigen, dürfte der Einstieg ins Berufsleben keine Änderung der sportlichen Aktivität nach sich ziehen. Zudem wurden die Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung explizit gefragt, ob sich die Sportaktivität hinsichtlich ihrer Lebenssituation oder aufgrund ihrer Verletzung verändert hat.

Vergleicht man die drei untersuchten Gruppen hinsichtlich einer Veränderung des Sportniveaus, ist der deutlichste Abfall im Aktivitätsniveau bei den

Patienten zu erkennen, die nach der operativ mittels medialer Raffung behandelten Erstluxation erneut eine Luxation erlitten (Gruppe 2). Bei ihnen reduzierte sich die Teilnahme am Vereinssport um 31,8%, während sich die Teilnahme am Gelegenheitssport fast verdoppelte. Die Reluxation hat offenkundig einen großen Einfluss auf die sportliche Aktivität.

#### 4.1 Limitationen der Studie

Die retrospektive Datenerhebung erfasste nur Daten, die in einer Zentrumsambulanz vorlagen. Im Hinblick auf den konservativen Arm der Vergleichsgruppen muss sicherlich davon ausgegangen werden, dass ein eher falsch negatives Ergebnis hier beurteilt wird. Diese Vermutung wird beim Vergleich von prospektiven Erhebungen mit einem konservativen Arm unterstützt (19, 113, 114). Die Sportliche Aktivität wurde retrospektiv erfasst. Möglicherweise können aufgrund der schon länger zurückliegenden Luxation fehlerhafte Angaben vom Patienten vorliegen. Darüber hinaus wurde nicht erfasst, welche die Gründe waren. Ein systematischer Fehler im jungen Patientenkollektiv kann die Beendigung der Schulzeit, Aufnahme einer beruflichen Ausbildung, Studium oder der Eintritt ins Berufsleben darstellen. Zur Beurteilung des klinischen Ergebnisses der Kniegelenksfunktion zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung setzte man Fragebögen ein. Dadurch erfolgte eine subjektive Bewertung durch den Patienten. Eine objektive Einschätzung der Kniegelenksfunktion unter Einbezug einer Testbatterie könnten die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sicher stärken. Außerdem wurden die Röntgen-, MRT-, oder CT-Befunde hinsichtlich des individuellen anatomischen Risikoprofils einer Patellaluxation nicht analysiert. Primäres Ziel dieser Arbeit war es die Rückkehr in den Sport nach Patellaluxation zu untersuchen, und nicht den Zusammenhang zwischen Patellaluxation und dem individuellen Risikoprofil der Patienten zu erläutern. Trotzdem wäre es vorteilhaft in einer weiteren Arbeit diesen Zusammenhang zu untersuchen. Trotz der großen Kohorte von 144 Patienten war die Rücklaufquote bei nur 59%. Sie liegt jedoch über dem empfohlenen Minimum von 50%, um Verzerrungseffekte zu minimieren (115).

## 4.2 Schlussfolgerung

Trotz guter klinischer Ergebnisse verringerte sich die Sportaktivität nach Patellaerst- oder Patellareluxation. Es wurde ein Wechsel von Hochleistungs- und Vereinssport in Richtung Breiten- und Freizeitsport beobachtet. Die Mehrheit der Patienten ohne Reluxation kehrte jedoch auf das gleiche Sportniveau wie vor der Verletzung zurück.

Kam es in dieser Studie nach mittels medialer Raffung behandelter Patellaerstluxation zu einer Reluxation verschlechterten sich deutlich die klinischen Ergebnisse und die Rückkehr in den Sport. Dies unterstreicht die Notwendigkeit das Risiko einer Reluxation, die in unserer Studie im Durchschnitt 12 Monate nach der ersten Operation auftrat, zu reduzieren. Dafür ist eine ausführliche und konsequente Diagnostik unter Berücksichtigung der individuellen Anatomie, prädisponierender Risikofaktoren und Situation der einzelnen Patienten vor der ersten Operation erforderlich. Nur nach abschließender Diagnostik kann eine individuelle und adäquate Therapie eingeleitet werden.

## 5 Zusammenfassung

144 Patellaluxationen, die man in einem Zeitraum von Januar 2004 bis Dezember 2014 konservativ oder operativ an der Berufsgenossenschaftlichen Klinik in Tübingen behandelte, wurden zur Untersuchung der Rückkehr in den Sport nach Patellaerstluxation und unterschiedlichen Behandlungspfaden in dieser Studie analysiert. Außerdem ermittelte man die Reluxationsrate nach mittels medialer Raffung behandelter Erstluxation. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag bei allen Patienten mindestens 24 Monate nach der letzten Behandlung.

Die vorliegende Arbeit kam zum Ergebnis, dass die Reluxationsrate nach mittels medialer Raffung behandelter Erstluxation bei 37,3% (N=44) lag.

Bei der Frage nach der Rückkehr in den Sport stellte man fest, dass es trotz guter klinischer Ergebnisse zu einem Rückgang der Sportaktivität nach Patellaerst- und Patellareluxation kam. Man registrierte eine Verschiebung vom Leistungs- und Vereinssport hin zum Freizeit- und Breitensport. Patienten, deren Erstluxation mittels medialer Raffung behandelt wurden und eine Reluxation erlitten, erzielten signifikant schlechtere Ergebnisse als Patienten, deren mittels medialer Raffung versorgte Erstluxation nicht reluxierte, oder Patienten, deren konservativ versorgte Erstluxation nach Reluxation mittels medialer Raffung therapiert wurde und keine erneute Luxation erlitten. Demzufolge sollte versucht werden eine Reluxation nach mittels medialer Raffung behandelte Patellaluxation zu verhindern. Dafür ist eine detaillierte und ausgeschöpfte Diagnostik unter Berücksichtigung der individuellen Anatomie, prädisponierender Risikofaktoren und Situation der einzelnen Patienten vor der ersten Operation erforderlich. Dies kann bei der ersten operativen Versorgung eine invasivere Vorgehensweise nach sich ziehen, wobei durch die Beseitigung der individuellen anatomischen Risikofaktoren des Patienten eine Reluxation verhindert werden soll.



## 6 Literaturverzeichnis

1. Palastanga N, Soames R (2015) Anatomie und menschliche Bewegung: Strukturen und Funktionen 1st ed. München: Elsevier.
2. Aumüller G, Aust G (2014) Duale Reihe: Anatomie 3rd ed. Stuttgart: Thieme.
3. Erickson BJ, Mascarenhas R, Sayegh ET, Saltzman B, Verma NN, Bush-Joseph CA, et al. (2015) Does operative treatment of first-time patellar dislocations lead to increased patellofemoral stability? A systematic review of overlapping meta-analyses. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 31: 1207-1215.
4. Stefancin JJ, Parker RD (2007) First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 455: 93-101.
5. Atkin DM, Fithian DC, Marangi KS, Stone ML, Dobson BE, Mendelsohn C (2000) Characteristics of patients with primary acute lateral patellar dislocation and their recovery within the first 6 months of injury. *Am J Sports Med* 28: 472-479.
6. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA, et al. (2004) Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med* 32: 1114-1121.
7. Sillanpää P, Mattila VM, Iivonen T, Visuri T, Pihlajamäki H (2008) Incidence and risk factors of acute traumatic primary patellar dislocation. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40: 606-611.
8. Frosch S, Balcarek P, Walde TA, Schuttrumpf JP, Wachowski MM, Ferleman KG, et al. (2011) The treatment of patellar dislocation: a systematic review. *Z Orthop Unfall* 149: 630-645.
9. Grifka J, Kuster M (2011) Orthopädie und Unfallchirurgie. Heidelberg: Springer-Verlag.
10. Chotel F, Berard J, Raux S (2014) Patellar instability in children and adolescents. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research* 100: 125-137.
11. Duthon VB (2015) Acute traumatic patellar dislocation. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research* 101: 59-67.
12. Ateschrang A, Freude T, Grunwald L, Schaffler A, Stockle U, Schroter S (2014) Patella dislocation: an algorithm for diagnostic and treatment considering the rotation. *Z Orthop Unfall* 152: 59-67.
13. Mäenpää H, Lehto MU (1996) Patellar dislocation has predisposing factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 4: 212-216.
14. Ahmad CS, Stein BE, Matuz D, Henry JH (2000) Immediate surgical repair of the medial patellar stabilizers for acute patellar dislocation. A review of eight cases. *Am J Sports Med* 28: 804-810.
15. Hawkins RJ, Bell RH, Anisette G (1986) Acute patellar dislocations. *The American Journal of Sports Medicine* 14: 117-120.
16. Riedel A, Härtig W, Seeger G, Gärtner U, Brauer K, Arendt T (2002) Principles of rat subcortical forebrain organization: a study using histological techniques and multiple fluorescence labeling. *Journal of Chemical Neuroanatomy* 23: 75-104.
17. Krych AJ, O'Malley MP, Johnson NR, Mohan R, Hewett TE, Stuart MJ, et al. (2016) Functional testing and return to sport following stabilization surgery for recurrent lateral patellar instability in competitive athletes. *Knee surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*: 1-8.
18. Frosch KH, Akoto R, Schmeling A (2014) Patella dislocation in athletes. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin* 85: 879-887.
19. Panni AS, Vasso M, Cerciello S (2013) Acute patellar dislocation. What to do? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 21: 275-278.
20. Baumgartl F (1964) Das Kniegelenk 1st ed. Berlin Springer.

21. Wittschier CM. Die Patellaluxation: retrospektive Analyse zweier Techniken der operativen Versorgung. Medizinische Dissertationsschrift, Universität Köln 2009.
22. Kohn D (2005) Orthopädie und orthopädische Chirurgie: Knie 1st ed. Stuttgart: Thieme.
23. Wiberg G (1941) Roentgenographic und anatomic studies on the Femoropatellar Joint: with special reference to Chondromalacia Patellae. Acta Orthop Scand 12: 319-410.
24. Ludolph E, Schröter F, Krumbiegel A, Hempfling H (2014) Patellaluxation (Kniescheibenverrenkung). MedSach 5: 212-233.
25. Andersen D, Baumgartl F, Gremmel H (1961) Die Röntgendiagnostik des Femoropatellargelenkes und ihre klinische Bedeutung. Radiologe 1: 216-222.
26. Diemer F, Sutor V (2007) Praxis der medizinischen Trainingstherapie: Georg Thieme Verlag.
27. Ficat P (1970) Pathologie femoro-patellaire. Paris: Masson.
28. Hepp R, Debrunner HU (2004) Orthopädisches Diagnostikum. Stuttgart: Thieme Verlag
29. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C (1994) Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2: 19-26.
30. Seitlinger G, Liebensteiner M (2015) Bildgebung des Patellofemoralgelenkes In: AGA-Komitee-Knie-Patellofemoral, editor. Untersuchungstechniken/Diagnostik des Patellofemoralgelenkes, p. 40-48. Zürich: AGA.
31. Feller JA, Amis AA, Andrish JT, Arendt EA, Erasmus PJ, Powers CM (2007) Surgical biomechanics of the patellofemoral joint. Arthroscopy 23: 542-553.
32. Hinton RY, Sharma KM (2003) Acute and recurrent patellar instability in the young athlete. Orthop Clin North Am 34: 385-396.
33. Vu M. Retinaculum patellae [Available from: [http://flexikon.doccheck.com/de/Retinaculum\\_patellae](http://flexikon.doccheck.com/de/Retinaculum_patellae).
34. Schöttle P, Liebensteiner M (2015) Anatomie und Biomechanik In: AGA-Komitee-Knie-Patellofemoral, editor. Untersuchungstechniken/Diagnostik des Patellofemoralgelenkes, p. 8-16. Zürich: AGA.
35. Conlan T, Garth WP, Jr., Lemons JE (1993) Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume 75: 682-693.
36. Desio SM, Burks RT, Bachus KN (1998) Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. Am J Sports Med 26: 59-65.
37. Hautamaa PV, Fithian DC, Kaufman KR, Daniel DM, Pohlmeier AM (1998) Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. Clinical Orthopaedics and Related Research: 174-182.
38. Burks RT, Desio SM, Bachus KN, Tyson L, Springer K (1998) Biomechanical evaluation of lateral patellar dislocations. The American Journal of Knee Surgery 11: 24-31.
39. Aglietti P, Insall JN, Cerulli G (1983) Patellar Pain and Incongruence: I: Measurements of Incongruence. Clinical Orthopaedics and Related Research 176: 217-224.
40. Klein P, Sommerfeld P (2004) Biomechanik der menschlichen Gelenke. München: Elsevier.
41. Hinterwimmer S, Gotthardt M, von Eisenhart-Rothe R, Sauerland S, Siebert M, Vogl T, et al. (2005) In vivo contact areas of the knee in patients with patellar subluxation. Journal of Biomechanics 38: 2095-2101.
42. Huberti H, Hayes W (1984) Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume 66: 715-724.
43. Malghem J, Maldague B (1989) Depth insufficiency of the proximal trochlear groove on lateral radiographs of the knee: relation to patellar dislocation. Radiology 170: 507-510.

44. Attal R, Dirisamer F, Pagenstert G (2015) Klinische Untersuchung des Patellofemoralgelenks In: AGA-Komitee-Knie-Patellofemoral, editor. Untersuchungstechniken/Diagnostik des Patellofemoralgelenkes, p. 22-38. Zürich: AGA.
45. Blackburne J, Peel T (1977) A new method of measuring patellar height. *Bone & Joint Journal* 59: 241-242.
46. Insall J, Goldberg V, Salvati E (1972) Recurrent dislocation and the high-riding patella. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 88: 67-69.
47. Caton J (1989) Method of measuring the height of the patella. *Acta orthopaedica Belgica* 55: 385-386.
48. Lancourt J, Cristini J (1975) Patella alta and patella infera. Their etiological role in patellar dislocation, chondromalacia, and apophysitis of the tibial tubercle. *The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume* 57: 1112-1115.
49. Schröter S, Elson DW, Ateschrang A, Ihle C, Stöckle U, Dickschas J, et al. (2017) Lower limb deformity analysis and the planning of an osteotomy. *The Journal of Knee Surgery* 30: 393-408.
50. Waidelich H-A, Strecker W, Schneider E (1997) Computertomographische Torsionswinkel- und Längenmessung an der unteren Extremität In: Strecker W., Keppler P., Kinzl L., editors. Posttraumatische Beindeformitäten, p. 22-29: Springer.
51. Kearney SP, Mosca VS (2015) Selective hemiepiphyseodesis for patellar instability with associated genu valgum. *Journal of Orthopaedics* 12: 17-22.
52. White GR, Mencio GA (1995) Genu Valgum in Children: Diagnostic and Therapeutic Alternatives. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 3: 275-283.
53. Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, McKie J, Bhav A (1994) Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin North Am* 25: 425-465.
54. Hefti F (2013) *Kinderorthopädie in der Praxis* 3rd ed: Springer-Verlag.
55. Rünow A (1983) The dislocating patella: Etiology and prognosis in relation to generated joint laxity and anatomy of the patellar articulation. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 54: 1-53.
56. Rütt A (1972) Die Patellaluxation in ihren verschiedenen Formen und deren Pathomechanik. *Z Orthop* 110: 235-240.
57. Wirth CJ, Mutschler W, Kohn D, Pohlemann T (2013) *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie* 3rd ed: Georg Thieme Verlag.
58. Becher C (2015) Anamnese In: AGA-Komitee-Knie-Patellofemoral, editor. Untersuchungstechniken/Diagnostik des Patellofemoralgelenkes, p. 18-20. Zürich: AGA.
59. Donell ST, Glasgow MM (2007) Isolated patellofemoral osteoarthritis. *The Knee* 14: 169-176.
60. Merchant AC (1988) Classification of patellofemoral disorders. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 4: 235-240.
61. Boden BP, Pearsall AW, Garrett WE, Feagin JA (1997) Patellofemoral instability: evaluation and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 5: 47-57.
62. Hohlweck J, Quack V, Arbab D, Spreckelsen C, Tingart M, Luring C, et al. (2013) Diagnostic and therapeutic management of primary and recurrent patellar dislocations - analysis of a nationwide survey and the current literature. *Z Orthop Unfall* 151: 380-388.
63. Cerejo R, Dunlop DD, Cahue S, Channin D, Song J, Sharma L (2002) The influence of alignment on risk of knee osteoarthritis progression according to baseline stage of disease. *Arthritis and Rheumatism* 46: 2632-2636.
64. Balcarek P, Attal R (2015) Therapiealgorithmus In: AGA-Komitee-Knie-Patellofemoral, editor. Untersuchungstechniken/Diagnostik des Patellofemoralgelenkes, p. 50-53. Zürich: AGA.

65. Paulos L, Swanson SC, Stoddard GJ, Barber-Westin S (2009) Surgical Correction of Limb Malalignment for Instability of the Patella A Comparison of 2 Techniques. *The American journal of sports medicine* 37: 1288-1300.
66. Ahrend M, Ateschrang A, Döbele S, Stöckle U, Grünwald L, Schröter S, et al. (2016) Rückkehr in den Sport nach operativer Versorgung einer hinteren Kreuzbandverletzung. *Der Orthopäde* 45: 1027-1038.
67. Hermans S, Corten K, Bellemans J (2009) Long-term results of isolated anterolateral bundle reconstructions of the posterior cruciate ligament. *The American Journal of Sports Medicine* 37: 1499-1507.
68. Higgins LD, Taylor MK, Park D, Ghodadra N, Marchant M, Pietrobon R, et al. (2007) Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form. *Joint, Bone, Spine* 74: 594-599.
69. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S (2004) Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85: 815-822.
70. Kievit AJ, Breugem SJ, Sierveit IN, Heesterbeek PJ, van de Groes SA, Kremers KC, et al. (2013) Dutch translation of the Kujala Anterior Knee Pain Scale and validation in patients after knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 21: 2647-2653.
71. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O (1993) Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 9: 159-163.
72. Gil-Gómez J, Pecos-Martín D, Kujala UM, Martínez-Merinerio P, Montañez-Aguilera FJ, Romero-Franco N, et al. (2016) Validation and cultural adaptation of “Kujala Score” in Spanish. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 24: 2845-2853.
73. Kumar A, Jones S, Bickerstaff D, Smith T (2001) Functional evaluation of the modified Elmslie–Trillat procedure for patello-femoral dysfunction. *The Knee* 8: 287-292.
74. Kraus TM, Martetschläger F, Müller D, Braun KF, Ahrens P, Siebenlist S, et al. (2012) Return to sports activity after tibial plateau fractures: 89 cases with minimum 24-month follow-up. *The American Journal of Sports Medicine* 40: 2845-2852.
75. Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR (2009) The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee. *The American journal of sports medicine* 37: 890-897.
76. Briggs KK, Steadman JR, Hay CJ, Hines SL (2009) Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees. *The American Journal of Sports Medicine* 37: 898-901.
77. Swanenburg J, Koch PP, Meier N, Wirth B (2014) Function and activity in patients with knee arthroplasty: validity and reliability of a German version of the Lysholm Score and the Tegner Activity Scale. *Swiss Med Wkly* 144.
78. Sillanpää PJ, Maenpää HM, Mattila VM, Visuri T, Pihlajamäki H (2008) Arthroscopic surgery for primary traumatic patellar dislocation: a prospective, nonrandomized study comparing patients treated with and without acute arthroscopic stabilization with a median 7-year follow-up. *Am J Sports Med* 36: 2301-2309.
79. Small NC, Glogau AI, Berezin MA (1993) Arthroscopically assisted proximal extensor mechanism realignment of the knee. *Arthroscopy* 9: 63-67.
80. Schorn D, Yang-Strathoff S, Gosheger G, Vogler T, Klingebiel S, Rickert C, et al. (2017) Long-term outcomes after combined arthroscopic medial reefing and lateral release in patients with recurrent patellar instability - a retrospective analysis. *BMC musculoskeletal disorders* 18: 277.

81. Zhao J, Huangfu X, He Y (2012) The role of medial retinaculum plication versus medial patellofemoral ligament reconstruction in combined procedures for recurrent patellar instability in adults. *Am J Sports Med* 40: 1355-1364.
82. Ali S, Bhatti A (2007) Arthroscopic proximal realignment of the patella for recurrent instability: report of a new surgical technique with 1 to 7 years of follow-up. *Arthroscopy* 23: 305-311.
83. Scuderi G (1992) Surgical treatment for patellar instability. *The Orthopedic Clinics of North America* 23: 619-630.
84. Yamamoto RK (1986) Arthroscopic repair of the medial retinaculum and capsule in acute patellar dislocations. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 2: 125-131.
85. Haspl M, cicak N, Klobucar H, Pecina M (2002) Fully arthroscopic stabilization of the patella. *Arthroscopy* 18: E2.
86. Hartmann F, Dietz SO, Rommens PM, Gercek E (2014) Long-term outcome after operative treatment of traumatic patellar dislocation in adolescents. *Journal of Orthopaedic Trauma* 28: 173-180.
87. Schneider F, Thumfart A, Linhart W (2009) Behandlung der Patellaluxation im Kindes- und Jugendalter. *Arthroskopie* 22: 60-67.
88. Mauch F, Ammann B, Kraus M (2014) MRT des Kniegelenks unter besonderer Berücksichtigung der Patellaluxation. *Der Unfallchirurg* 117: 211-220.
89. Vollnberg B, Koehlitz T, Jung T, Scheffler S, Hoburg A, Khandker D, et al. (2012) Prevalence of cartilage lesions and early osteoarthritis in patients with patellar dislocation. *European radiology* 22: 2347-2356.
90. Stanitski CL, Paletta GA (1998) Articular cartilage injury with acute patellar dislocation in adolescents. *The American Journal of Sports Medicine* 26: 52-55.
91. Vollnberg B, Koehlitz T, Jung T, Scheffler S, Hoburg A, Khandker D, et al. (2012) Prevalence of cartilage lesions and early osteoarthritis in patients with patellar dislocation. *European Radiology*: 1-10.
92. Balcarek P, Ammon J, Frosch S, Walde TA, Schüttrumpf JP, Ferlemann KG, et al. (2010) Magnetic resonance imaging characteristics of the medial patellofemoral ligament lesion in acute lateral patellar dislocations considering trochlear dysplasia, patella alta, and tibial tuberosity–trochlear groove distance. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 26: 926-935.
93. Vainionpaa S, Laasonen E, Silvennoinen T, Vasenius J, Rokkanen P (1990) Acute dislocation of the patella. A prospective review of operative treatment. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 72: 366-369.
94. Sallay PI, Poggi J, Speer KP, Garrett WE (1996) Acute dislocation of the patella. A correlative pathoanatomic study. *Am J Sports Med* 24: 52-60.
95. Cerciello S, Lustig S, Costanzo G, Neyret P (2014) Medial retinaculum reefing for the treatment for patellar instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 22: 2505-2512.
96. Halbrecht JL (2001) Arthroscopic patella realignment: An all-inside technique. *Arthroscopy* 17: 940-945.
97. Lee JJ, Lee SJ, Won YG, Choi CH (2012) Lateral release and medial plication for recurrent patella dislocation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 20: 2438-2444.
98. Nam EK, Karzel RP (2005) Mini-open medial reefing and arthroscopic lateral release for the treatment of recurrent patellar dislocation: a medium-term follow-up. *Am J Sports Med* 33: 220-230.

99. Ma LF, Wang F, Chen BC, Wang CH, Zhou JW, Ji G, et al. (2012) Medial patellar retinaculum plasty versus medial capsule reefing for patellar subluxation in adult. *Orthopaedic surgery* 4: 83-88.
100. Nomura E, Inoue M, Kobayashi S (2007) Long-term follow-up and knee osteoarthritis change after medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *The American Journal of Sports Medicine* 35: 1851-1858.
101. Zhao B, Ran X, Zhang M, He C, Jiang D (2013) Treatment of acute patellar dislocation with arthroscopic medial retinaculum plication in adolescents. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery* 27: 1437-1441.
102. Shelbourne KD, Urch SE, Gray T (2012) Results of medial retinacular imbrication in patients with unilateral patellar dislocation. *J Knee Surg* 25: 391-396.
103. Yun XD, Xia YY, Wu M, Wang J, Han H, Zhang CJ (2012) Reconstruciton of medial patellofemoral ligament (MPFL) for the treatment of recurrent patellar dislocation. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology* 25: 124-127.
104. Schöttle PB, Scheffler SU, Schwarck A, Weiler A (2006) Arthroscopic medial retinacular repair after patellar dislocation with and without underlying trochlear dysplasia: a preliminary report. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 22: 1192-1198.
105. Ma L-F, Wang F, Chen B-C, Wang C-H, Zhou J-W, Wang H-Y (2013) Medial retinaculum plasty versus medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar instability in adults: a randomized controlled trial. *Arthroscopy* 29: 891-897.
106. Miller JR, Adamson GJ, Pink MM, Fraipont MJ, Durand P, Jr. (2007) Arthroscopically assisted medial reefing without routine lateral release for patellar instability. *Am J Sports Med* 35: 622-629.
107. Robert-Koch-Institut (2011) Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie "Gesundheit in Deutschland aktuell 2009". Berlin: Robert-Koch-Inst.
108. Dickschas J, Roder C, Hennig FF, Strecker W, Schoffl V (2009) [Sports ability after patella dislocation]. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 23: 95-99.
109. Dopirak R, Adamany D, Bickel B, Steensen R (2008) Reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a quadriceps tendon graft: a case series. *Orthopedics* 31: 217.
110. Mikashima Y, Kimura M, Kobayashi Y, Miyawaki M, Tomatsu T (2006) Clinical results of isolated reconstruction of the medial patellofemoral ligament for recurrent dislocation and subluxation of the patella. *Acta Orthopaedica Belgica* 72: 65.
111. Ambrozic B, Novak S (2016) The influence of medial patellofemoral ligament reconstruction on clinical results and sports activity level. *The Physician and Sportsmedicine* 44: 133-140.
112. Lippacher S, Dreyhaupt J, Williams SR, Reichel H, Nelitz M (2014) Reconstruction of the medial patellofemoral ligament: clinical outcomes and return to sports. *The American Journal of Sports Medicine* 42: 1661-1668.
113. Bitar AC, D'Elia CO, Demange MK, Viegas AC, Camanho GL (2011) Randomized prospective study on traumatic patellar dislocation: conservative treatment versus reconstruction of the medial patellofemoral ligament using the patellar tendon, with a minimum of two years of follow-up. *Revista Brasileira de Ortopedia* 46: 675-683.
114. Petri M, Liodakis E, Hofmeister M, Despang FJ, Maier M, Balcarek P, et al. (2013) Operative vs conservative treatment of traumatic patellar dislocation: results of a prospective randomized controlled clinical trial. *Arch Orthop Trauma Surg* 133: 209-213.
115. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE (2012) Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med* 40: 41-48.

## 7 Anhang

### 7.1 Informationsblatt

Informationsblatt zur Studie:

Re-Luxationsrate und Sportfähigkeit nach Behandlung einer Patellaerstluxation an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen.

Eine telefonische Patientenbefragung.

Sehr geehrte(r) Patient(in),

Sie wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen aufgrund einer Patellaluxation behandelt. Bei der erstmaligen sowie wiederholt auftretenden Patellaluxation handelt es sich um häufige Krankheitsbilder. Obwohl die Verletzung in der täglichen Praxis häufig vorkommt stellt sie den behandelnden Orthopäden und Unfallchirurgen immer wieder vor erhebliche Probleme im Hinblick auf die Wahl der richtigen Behandlungsstrategie. Allgemein akzeptierte Standards zum Diagnose- und Behandlungsalgorithmus sind in der Literatur nicht vorhanden. Die Wahl der entsprechenden bildgebenden Diagnostik wird unterschiedlich gehandhabt. An der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen wurde anhand der aktuellen wissenschaftlichen Datenlage und langjähriger klinischer Erfahrung ein vereinheitlichtes Diagnostik- und Behandlungsschema entwickelt. Dieses soll im Rahmen dieser klinischen Studie mit den Behandlungsergebnissen der vorangegangenen 10 Jahre verglichen werden. Um dies zu erreichen soll eine telefonische Patientenbefragung durchgeführt werden. Der zeitliche Umfang dieser Befragung wird ca. 15 Minuten betragen. Es wird eine Befragung zur subjektiven Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis, zu möglichen beruflichen Veränderungen und zum Wiedererlangen der Sportfähigkeit der Studienteilnehmer erfolgen. Die zur initialen Diagnostik routinemäßig

angefertigten Röntgenaufnahmen werden ausgewertet. Es erfolgt keine studienbedingte klinische Untersuchung bzw. radiologische Diagnostik.

Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und dass Sie Ihr Einverständnis jederzeit, ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile für die weitere Behandlung widerrufen können.

Ihre im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung erhobenen Daten werden vertraulich behandelt und ausschließlich in verschlüsselter Form weitergegeben. Die für die wissenschaftliche Untersuchung wichtigen Daten werden pseudonymisiert (ohne Namensnennung) in einer Datenbank gespeichert. Die Zuordnung der verschlüsselten Daten zu Ihrer Person ist nur anhand einer Patientenliste möglich, die in einem verschlossenen Schrank, getrennt von den Studienunterlagen aufbewahrt wird und nur dem Studienleiter zugänglich ist. Die personenbezogenen Daten werden für die Dauer von 10 Jahren aufbewahrt. Sollten Sie von der Studie zurücktreten, können Sie entscheiden, ob die bereits vorliegenden Daten vernichtet werden müssen oder weiterverwendet werden dürfen. Sie werden selbstverständlich über die regelmäßig erhobenen Befunde bei den Nachuntersuchungen informiert und haben die Möglichkeit Fragen zu stellen.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. med. C. Ihle

Assistenzarzt

Dr. med. S. Schröter

Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie



## 7.2 Untersuchungsbogen

**Erhebungsbogen**  
**personenbezogener Studiendaten**

**Studientitel:**  
**Klinische und radiologische Ergebnisse**  
**nach Behandlung einer Patellaluxation**  
**anhand des Tübinger Diagnostik- und Behandlungsalgorithmus.**  
**Eine prospektive Untersuchung**  
**der BG-Unfallklinik Tübingen.**

**Patient** .....  
**geb. am** .....  
**Telefon** .....  
**Email** .....  
**Adresse** .....  
.....  
.....

**Verschlüsselte**  
**individuelle**  
**Patientennummer:**

## 1. ERSTUNTERSUCHUNG

Deutschkenntnisse:   Muttersprache  
  Fließend  
  Gute Kenntnisse  
  Grundkenntnisse (Verständigung möglich)

Geschlecht:   männlich   weiblich

Alter in Jahren: .....

Unfall Behandlungs Intervall: ..... (Tage)

Körpergröße: ..... (m)

Körpergewicht: ..... (Kg)

BMI: .....

### Medikamentenanamnese:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Regelmäßige Medikamenteneinnahme:  Ja  Nein

Anzahl regelmäßig eingenommener Medikamente: .....

Schmerzmitteleinnahme am Tag der Vorstellung:  Ja  Nein

### Alkoholkonsum:

Kein            Gelegentlich            Täglich            Alkoholkrankheit

### Zigarettenkonsum:

Kein            0-10PY            11-20PY            21-30PY            >30PY

### Nebenerkrankungen:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### Voroperationen/Vorerkrankungen betroffene Extremität:

.....  
.....

Beruf: .....

Berufstätig      Nicht berufstätig      Berentet      Schüler/Student

REFA: .....

**Aktivitätsniveau:**    Hochleistungssport      Vereinssport  
                                 Gelegenheitssport                      Kein Sport

**VAS – Aktueller Schmerzstatus (0 kein Schmerz – 10 stärkste Schmerzen):** .....

**Unfall:**

Unfalltag: .....

Alter bei Unfall: .....

Unfallhergang:

.....  
.....  
.....

**Unfallursache:**

Unbekannt                        
Sportverletzung                 .....

Verkehrsunfall                 .....

Arbeitsunfall                  .....

Aktivität des täglichen Lebens     .....

**Luxationsrichtung:**             lateral  
    medial

**Luxationsart**                     Traumatisch (signifikante Krafteinwirkung)  
    Habituell (anlagebedingt)

**Begleitverletzungen:**         MPFL-Läsion/Ruptur  
    Osteochondrale Läsion / Flake  
    Kniegelenksnahe Fraktur  
    Ligamentäre Kniebinnenverletzung

weitere Begleitverletzung: .....

**Vollständige Diagnose mit allen Begleitverletzungen:**

.....  
.....

**Reposition:**                     spontan  
    manuell Arzt  
    manuell nicht durch Arzt

**Patellaluxation in der Familie bereits vorgekommen?**

Ja  Nein

**Initiale Diagnostik**

Röntgen  Ja  Nein

- Ap/seitlich  Ja  Nein
- Ganzbeinstandaufnahme  Ja  Nein
- Patella tang.  Ja  Nein

CT  Ja  Nein

Rotations-CT  Ja  Nein

MRT  Ja  Nein

- Intervall Unfall-MRT in Tagen .....

**Risikofaktoren**

Trochleadysplasie (Dejour-Klassifikation, Grade A-D): .....(Röntgen / MRT)

Trochleadysplasie (Trochleartiefe in mm): ..... (MRT)

Trochleadysplasie (Trochlear-Facetten-Asymmetrie-Grenzwert in %):.....(MRT)

Trochleadysplasie (Laterale-Trochlear-Inklination-Grenzwert in °):..... (MRT)

Patella alta (Insall-Salvati-Index): ..... (Röntgen / MRT)

Patella alta (Canton-Duchamps-Index): ..... (Röntgen / MRT)

TT-TG-Abstand (in mm): .....(CT / MRT)

**Prädisposition:**

Patelladysplasie	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Patellahochstand	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Trochleadysplasie	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Erhöhter Q-Winkel	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Patellahypermobilität	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Muskelatrophie/Spastik	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Coxa antetorta	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein

**Therapie:**

Operativ  Konservativ

- Falls operativ: Flake-Resektion  ja  nein
- Falls operativ: ACT-Entnahme  ja  nein
- Falls operativ: Flake-Refixation  ja  nein
- Falls operativ: Mediale Raffung  ja  nein

**Operation:**

OP-Datum: .....

Alter bei OP: .....

Unfall-OP-Intervall (Tage): .....

Operateur:  Erfahren  Unerfahren

OP-Dauer (Min): .....

OP (Freitext):

.....  
.....  
.....

Dauer stationärer Aufenthalt (Tage): .....

Postoperative Nachbehandlung:

.....  
.....

Nachbehandlung/ Physiotherapie ..... Wochen ..... x/ täglich

**KOMPLIKATIONEN**

.....  
.....

Infektion	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Wundheilungsstörung	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Venenthrombose	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Relaxation	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Folgeoperation notwendig	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein
Sonstige Komplikation	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein

**Röntgen:**

Klassifikation der Arthrose nach Ahlbäck:

Typ 1 Typ 2 Typ 3  
Typ 4 Typ 5

Klassifikation der Retropatellararthrose nach Sperner:

Stadium 1 Stadium 2  
Stadium 3 Stadium 4

### 7.3 REFA Klassifikation

#### **Klassifizierung der körperlichen Beanspruchung an Arbeitsplätzen nach REFA**

##### **Leicht                      Grad 1**

Leichte Arbeiten wie Handhaben leichter Werkstücke und Handwerkzeuge, Bedienen leichtgehender Steuerhebel und Controller oder ähnlicher mechanisch wirkender Einrichtungen, auch langdauerndes Stehen oder ständiges Umhergehen.

##### **Mittelschwer            Grad 2**

Mittelschwere Arbeiten wie Handhaben 1-3Kg schwergehender Steuereinrichtungen, unbelastetes Begehen von Treppen und Leitern, Heben und Tragen von mittelschweren Lasten in der Ebene (von etwas 10-15 Kg) oder Hantierungen, die den gleichen Kraftaufwand erfordern.

Ferner: leichte Arbeiten entsprechend Grad 1 mit zusätzlicher Ermüdung durch Haltearbeit mäßigen Grades wie Arbeiten am Schleifstein, mit Bohrwinden und Handbohrmaschinen.

##### **Schwer                      Grad 3**

Schwere Arbeiten wie Tragen von etwa 20 bis 30 Kg schweren Lasten in der Ebene oder Steigen unter mittleren Lasten und Handhaben von Werkzeugen (über 3 Kg Gewicht), auch von Kraftwerkzeugen mit starker Rückstoßwirkung, Schaufeln, Graben, Hacken.

Ferner: Mittelschwere Arbeiten entsprechend Grad 3 in angespannter Körperhaltung.

Z.B. in gebückter, knieender oder liegender Stellung.

Höchstmögliche Dauer der Körperbeanspruchung in diesem Schweregrad bei sonst günstigen Arbeitsbedingungen (Umwelteinflüsse)=7 Stunden.

## **Schwerst            Grad 4**

Schwerste Arbeiten wie Heben und Tragen von Lasten über 50 Kg oder Steigen unter schwerer Last, vorwiegender Gebrauch schwerster Hämmer, schwerstes Ziehen und Schieben.

Ferner: schwere Arbeiten entsprechend Grad 3 in angespannter Körperhaltung, z.B. in gebückter, knieender oder liegender Stellung.

Höchstmögliche Beanspruchung in diesem Schweregrad bei sonst günstigen Arbeitsbedingungen (Umwelteinflüsse)=6 Stunden.

## 7.4 IKDC Score

### 2000 IKDC Subjektiver Knie - Untersuchungsbogen

<p><b>1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche Schmerzen im Knie ausüben können?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball) (5)</li><li><input type="checkbox"/> Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis (4)</li><li><input type="checkbox"/> Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen (3)</li><li><input type="checkbox"/> Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit (2)</li><li><input type="checkbox"/> Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen. (1)</li></ul>
<p><b>2. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen?</b></p> <p>Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (Nie) und geht mit zunehmender Häufigkeit der Schmerzen bis zu 10 (ständig Schmerzen).</p> <p>Ständig Schmerzen <input type="checkbox"/> (10) <input type="checkbox"/> (9) <input type="checkbox"/> (8) <input type="checkbox"/> (7) <input type="checkbox"/> (6) <input type="checkbox"/> (5) <input type="checkbox"/> (4) <input type="checkbox"/> (3) <input type="checkbox"/> (2) <input type="checkbox"/> (1) <input type="checkbox"/> (0) Nie</p>
<p><b>3. Wie stark sind Ihre Schmerzen?</b></p> <p>Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (keine Schmerzen) und geht mit zunehmender Stärke der Schmerzen bis zu 10 (unerträgliche Schmerzen).</p> <p>unerträgliche Schmerzen <input type="checkbox"/> (10) <input type="checkbox"/> (9) <input type="checkbox"/> (8) <input type="checkbox"/> (7) <input type="checkbox"/> (6) <input type="checkbox"/> (5) <input type="checkbox"/> (4) <input type="checkbox"/> (3) <input type="checkbox"/> (2) <input type="checkbox"/> (1) <input type="checkbox"/> (0) keine Schmerzen</p>
<p><b>4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> überhaupt nicht (5)</li><li><input type="checkbox"/> etwas (4)</li><li><input type="checkbox"/> ziemlich (3)</li><li><input type="checkbox"/> sehr (2)</li><li><input type="checkbox"/> extrem (1)</li></ul>
<p><b>5. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliches Anschwellen des Knies ausüben können?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball) (5)</li><li><input type="checkbox"/> Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis (4)</li><li><input type="checkbox"/> Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen (3)</li><li><input type="checkbox"/> Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit (2)</li><li><input type="checkbox"/> Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen (1)</li></ul>
<p><b>6. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein blockiertes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Ja (1) <input type="checkbox"/> Nein (2)</p>
<p><b>7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball) (5)</li><li><input type="checkbox"/> Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis (4)</li><li><input type="checkbox"/> Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen (3)</li><li><input type="checkbox"/> Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit (2)</li><li><input type="checkbox"/> Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen. (1)</li></ul>



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

Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball) (5)

Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis (4)

Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen (3)

Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit (2)

Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen. (1)

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

	Überhaupt nicht schwierig (5)	Minimal Schwierig (4)	Ziemlich schwierig (3)	Extrem schwierig (2)	Unmöglich (1)
a. Treppensteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Treppe hinuntergehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Hinknien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Hockstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Normal sitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Vom Stuhl aufstehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Geradeaus laufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

**FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KnieVERLETZUNG**

Kann keine (0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) Keine Einschränkung  
Tägliche Aktivität ausführen            der täglichen Aktivität

**DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES**

Kann keine (0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) Keine Einschränkung  
Tägliche Aktivität ausführen            der täglichen Aktivität

## 7.5 Kujala Score

### Kujala's Anterior Knee Pain Score

Betroffenes Kniegelenk: L / R

Wie lange haben Sie schon Beschwerden: \_\_\_\_\_ Jahre \_\_\_\_\_ Monate

1.) Humpeln / Hinken beim Gehen?

- Nie (5)
- Etwas oder periodisch (3)
- Konstant / dauerhaft (0)

2.) Gewichtsbelastung des Kniegelenks

- Volle Belastung ohne Schmerz ist möglich (5)
- Ist schmerzhaft (3)
- Ist unmöglich (0)

3.) Normales Gehen im Alltag

- Unbegrenzt ohne Schmerz (5)
- Mehr als 2 Km möglich (3)
- 1-2Km möglich (2)
- ist unmöglich (0)

4.) Treppen steigen

- Keine Schwierigkeit (10)
- Leichter Schmerz beim Treppab gehen (8)
- Schmerz bei Treppab und Treppauf gehen (5)
- Nicht mehr möglich (0)

5.) Hocke / tiefe Kniebeuge

- Keine Schwierigkeit (5)
- Schmerz bei wiederholter Bewegung (4)
- Schmerz bei jeder Bewegung (3)
- Ist möglich unter Teilbelastung des betroffenen Kniegelenks (2)
- Nicht mehr möglich (0)

6.) Rennen / Joggen

- Keine Schwierigkeit (10)
- Schmerz bei mehr als 2 Km (8)
- Zu Beginn ein leichter Schmerz (6)
- Zu Beginn starke Schmerzen (3)
- Nicht mehr möglich (0)

7.) Springen

- Keine Probleme (10)
- Geringe Schwierigkeit (7)
- Konstanter Schmerz (2)
- Nicht mehr möglich (0)

8.) Längeres Sitzen mit gebeugtem Kniegelenk

- Keine Schwierigkeit (10)
- Schmerz nach Übungen (8)
- Konstanter Schmerz (6)
- Wegen Schmerzen muss das Kniegelenk zeitnah gestreckt werden (4)
- Nicht mehr möglich (0)

9.) Schmerz

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

10.) Schwellung

- Keine Schwellung (10)
- Nach schweren Anstrengungen (8)
- Nach Alltagsaktivitäten (6)
- Jeden Abend (4)
- Konstant / dauerhaft (0)

11.) Abnormale schmerzhafte Bewegung der Kniescheibe

- Niemals (10)
- Gelegentlich bei sportlicher Aktivität (6)
- Gelegentlich bei Alltagsaktivitäten (4)
- Mindestens eine dokumentierte Dislokation der Kniescheibe (2)
- Mehr als 2 Dislokationen

12.) Muskelabnahme des Oberschenkels

- Keine Muskelabnahme (5)
- Leichte Abnahme (3)
- Starke Abnahme (0)

13.) Defizite bei Kniebeugung

- Keine Defizite (5)
- Leichte Defizite (3)
- Starke Defizite (0)

Gesamtpunktzahl: \_\_\_\_\_

## 7.6 Fragebogen zur Sportfähigkeit

### Fragebogen Sportfähigkeit

**Aktivitätsniveau:**

**Vor Unfall:**

Hochleistungssport      Vereinssport      Gelegenheitssport      Kein Sport

**Sportliche Aktivität:**

**Vor Unfall:**

Hauptsport: \_\_\_\_\_

Weitere Sportarten: \_\_\_\_\_

Anzahl Sportarten: \_\_\_\_\_


Trainingsfrequenz: \_\_\_\_\_  
Einheiten/Woche

Trainingsdauer: \_\_\_\_\_  
Minuten/Einheit

Schmerzmittel beim Sport?                      Ja                      Nein

	<b>Vor Unfall</b>	<b>FollowUp</b>
<b>1. Fahrrad fahren</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>2. Wandern</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>3. Joggen</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>4. Nordic-Walking</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>5. Inline-Skaten</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>6. Aerobic</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>7. Gymnastik</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>8. Fitness/ Gewicht-Training</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>9. Tanzen</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>10. Schwimmen</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>11. Golfen</b>	Ja / Nein	Ja / Nein
<b>12. Tennis</b>	Ja / Nein	Ja / Nein

## 7.7 Tegner Score

	Pat. - ID:  _ _ _	Geschlecht <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> W	Alter  _ _  Jahre	Untersuchungstag  _ _ _ _	
<b>Scoring</b>	<b>Nationale oder internationale Turniere</b>	Fußball, Handballsport mit Gegnerkontakt (Handball, Basketball)		10	
	<b>Nationale oder internationale Turniere</b> <b>Regionale Turniere</b>	Abfahrtslauf, Hallenballsport ohne Gegnerkontakt (Squash, Badminton, Eishockey) Fußball, Hallenballsport mit Gegnerkontakt		9	
	<b>Turniersport</b>	Hallen-Ballsport ohne Gegnerkontakt, Eishockey, Abfahrtslauf		8	
	<b>Turniersport</b> <b>Freizeitsport</b>	Tennis, Turnen, Ringen, Leichtathletik Fußball, Hallen-Ballsport, Querfeldeinlauf, Abfahrtslauf		7	
	<b>Freizeitsport</b>	Tennis, Leichtathletik, Turnen, Jogging mindestens 5 mal wöchentlich		6	
	<b>Arbeit</b> <b>Turniersport</b> <b>Freizeitsport</b>	schwere körperliche Arbeit (Bau, Waldarbeit) Radfahren, Langlauf, Rudern Jogging auf unebenem Boden 2 mal die Woche		5	
	<b>Arbeit:</b> <b>Freizeitsport:</b>	mittelschwere körperliche Arbeit (LKW-Fahrer, Bodenreinigung) Radfahren, Langlauf, Joggen auf ebenem Boden 2 mal wöchentlich		4	
	<b>Arbeit</b> <b>Turnier- und Freizeitsport</b> <b>Gehen</b>	leichte körperliche Arbeit (Verkäufer) Schwimmen auf unebenem Gelände, Waldspaziergänge		3	
	<b>Arbeit</b> <b>Gehen</b>	überwiegend stehende, körperliche Arbeit auf unebenem Boden		2	
	<b>Arbeit</b> <b>Gehen</b>	sitzende Tätigkeit auf ebenem Boden		1	
	<b>Arbeit</b>	krank geschrieben auf Grund von Knieproblemen		0	
					Ergebnis:

## 8 Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift

Die Arbeit wurde in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen unter Betreuung von PD Dr. Steffen Schröter durchgeführt. Ich habe die Fragebögen mit Unterstützung von Dr. Ihle und PD Dr. Schröter ausgewählt. Nach Prüfung und Genehmigung durch die Ethikkommission habe ich eigenständig die gesamten Daten erhoben. Die Eingabe der Daten in die Datenerfassungssoftware erfolgte alleine und selbständig durch mich. Nach Abschluss der Datenerhebung habe ich diese zunächst eigenständig ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgte unter Betreuung respektive Beratung vom Institut für Biometrie.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den

## 9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen haben.

Zuerst möchte ich PD Dr. Steffen Schröter für die Bereitstellung des interessanten Themas, die gute Betreuung und die zahlreichen Anmerkungen bis zur Fertigstellung der Arbeit danken.

Ebenso möchte ich Dr. Christoph Ihle für seine freundliche, kompetente und immerwährende Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit danken.

Allen Studienpatienten danke ich für ihre Bereitschaft, an der Befragung teilzunehmen.

Abschließend möchte ich meiner Familie danken, die mich immer unterstützt hat.