Aus der Klinik für Unfallchirurgie,
Plastische und Wiederherstellungschirurgie
(Univ.-Prof. Dr. med. K. M. Stürmer)
im Zentrum Chirurgie
der Medizinischen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen

Retrospektive Analyse der klinischen Ergebnisse und Reluxationsrate nach operativ versorgter Patellaluxation in Abhängigkeit von Risikofaktoren

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von
Alexander Al-Sahhoum
aus Friesoythe

Göttingen 2015

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H.K. Kroemer

I. Berichterstatter: PD Dr. med. M. Wachowski
II. Berichterstatter: PD Dr. med. Stefan Lakemeier
III. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Margarete Schön

Tag der mündlichen Prüfung: 18.02.2015

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 6

1.1 Problemstellung 7

1.2 Ziel der Arbeit 7

1.3 Anatomie und Biomechanik des Patellofemoralgelenkes 8

1.3.1 Der statische Faktor: die Trochlea 10

1.3.2 Der passive Faktor: der patellofemorale Komplex 11

1.3.3 Der aktive Faktor: die Quadricepsmuskulatur 12

1.3.4 Zusammenspiel der Faktoren 12

1.4 Die Patellaluxation 13

1.4.1 Prädisponierende Faktoren 13

1.4.2 Folgen der Patellaluxation 17

1.4.3 Diagnostik der Patellaluxation 18

1.4.4 Operative Therapie der Patellaluxation 20

2 Material und Methoden 23

2.1 Patientenkollektiv 23

2.2 Anamnestische Daten 23

2.3 Erhebung der intraoperativen Befunde 25

2.4 Operationsverfahren 25

2.5 Nachbehandlung 26

2.6 Nachuntersuchung im Rahmen der Studie 27

2.6.1 Visuell numerische Analogskalen 27

2.6.2 Klinische Untersuchung 27

2.6.3 Knie-Scores 28

2.6.4 Analyse der Röntgenbilder 30

2.6.5 Statistische Auswertung 31

3 Ergebnisse 32

3.1 Patientenkollektiv 32

3.2 Auswertung der anamnestischen Daten ... 33

3.2.1 Alter bei Erstluxation ... 34

3.2.2 Verletzungsursachen der ersten Luxation ... 34

3.2.3 Reposition der Patella nach Luxation ... 35

3.2.4 Anzahl der präoperativen Luxationen ... 35

3.2.5 Anzahl der postoperativen Luxationen ... 36

3.2.6 Familiäre Disposition ... 37

3.3 Intraoperative Befunde ... 37

3.4 Klinische Untersuchung ... 38

3.5 Radiologische Befunde ... 39

3.5.1 Index nach Insall und Salvati ... 39

3.5.2 Trochleadysplasie und Crossing sign ... 40

3.6 Visuell numerische Analogskalen (Erstluxation vs. Rezidivluxation) ... 41

3.7 Zufriedenheit mit dem operativen Ergebnis ... 42

3.8 Kniescores ... 44

3.8.1 Tegener-Score ... 44

3.8.2 Score nach Lysholm und Gillquist ... 46

3.8.3 Kujala-Score ... 48

3.9 Einfluss der verschiedenen prädisponierenden Faktoren auf das klinische Ergebnis anhand des Kujala-Score ... 50

3.9.1 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse von Patella alta ... 51

3.9.2 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse von Genu valgum ... 52

3.9.3 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse vom pathologischem Q-Winkel ... 53

3.9.4 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse bei Patienten mit Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite ... 55

3.9.5 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse vom positiven crossing sign ... 57*

3.10 Prädisponierende Faktoren bei Rezidivluxation und Erstluxation ... 60

3.11 Korrelation zwischen postoperativer Luxation und verschiedenen Faktoren ... 62

4 Diskussion ... 65

5 Schlussfolgerung ... 76

6 Zusammenfassung 77

7 Literaturverzeichnis 80

8 Anhang: Untersuchungsprotokoll, Fragebögen 90

Abbilldungsverzeichnis **Seite**

Abbildung 1: Trochleadysplasie nach Dejour (eigene Zeichnung) 30
Abbildung 2: Patella-Höhen-Index nach Insall und Salvati (Röntgenbild aus dem Archiv der Universitätsmedizin Göttingen) 31
Abbildung 3: Trochleadysplasie nach Dejour Gruppe I 40
Abbildung 4: Trochleadysplasie nach Dejour Gruppe II 41
Abbildung 5: Darstellung der Ergebnisse der visuellen Analogskala Schmerz 42
Abbildung 6 : Übersicht über die Angaben bei der Patientenzufriedenheit 43
Abbildung 7: Darstellung der Ergebnisse der visuellen Analogskala Zufriedenheit 43
Abbildung 8: Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores vor dem Luxationsereignis 44
Abbildung 9: Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores nach dem Luxationsereignis .. 45
Abbildung 10: : Darstellung der Differenz zwischen dem Tegner-Score vor erlittener Patellaluxation und dem Tegner-Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 46
Abbildung 11: Überblick über die Ergebnisse im Lysholm-Score 47
Abbildung 12: Darstellung der Ergebnisse im Lysholm-Score 48
Abbildung 13: Überblick über die Ergebnisse im Kujala-Score 49
Abbildung 14: Darstellung der Ergebnisse im Gruppenvergleich im Kujala-Score 50
Abbildung 15: : Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Patella alta 51
Abbildung 16: : Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score bei Patella alta 52
Abbildung 17: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Genu valgum 52
Abbildung 18: Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score bei Genu valgum 53
Abbildung 19: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei pathologischem Q-Winkel ... 54
Abbildung 20: Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score bei pathologischem Q-Winkel 54
Abbildung 21: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite 55
Abbildung 22: Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score: Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite 56
Abbildung 23: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: crossing sign 57
Abbildung 24: Überblick über die Ergebnisse im Kujala Score: crossing sign 58
Abbildung 25: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Typen nach Dejour 58
Abbildung 26: Überblick über die Ergebnisse im Kujala Score: Trochleadysplasie nach Dejour 59
Abbildung 27 : Das Auftreten mehrerer prädisponierender Faktoren in beiden Gruppen 62

Tabellenverzeichnis **Seite**

Tabelle 1: Gruppeneinteilung nach Luxationsform 32
Tabelle 2: Überblick über die Zusammensetzung der Gruppen 34
Tabelle 3: Alter der Erstluxation in den Gruppen 34
Tabelle 4: : Verletzungsursache eingeteilt nach Innsbrucker Knie-Sportfähigkeitsklassifikation 35
Tabelle 5: Anzahl der präoperativen Luxationen 36
Tabelle 6: Anzahl der postoperativen Luxationen 36
Tabelle 7: Häufigkeit und Lokalisation der Knorpelläsionen an Patella und Femur 37
Tabelle 8: Klinische Untersuchung und diagnostische Tests 38
Tabelle 9: Index nach Insall und Salvati 39
Tabelle 10: Verteilung der Punkte für die visuelle Analogskala Schmerz in den beiden Gruppen 41
Tabelle 11 Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores vor dem Luxationsereignis 45
Tabelle 12: Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores nach dem Luxationsereignis 45
Tabelle 13: Darstellung der Differenz zwischen dem Tegner -Score vor erlittener Patellaluxation und dem Tegner- Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 46
Tabelle 14: Darstellung der Ergebnisse im Lysholm-Score 48
Tabelle 15: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score 50
Tabelle 16: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Patella alta 51
Tabelle 17: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Genu valgum 53
Tabelle 18: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei pathologischem Q-Winkel 54
Tabelle 19: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite 55
Tabelle 20: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: crossing sign 57
Tabelle 21: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Typen nach Dejour 59
Tabelle 22 Prädisponierende Faktoren in Gruppe I und II 60
Tabelle 23: Kujala-Wert nach Gruppe I und II 61
Tabelle 24: Das Auftreten mehrerer prädisponierender Faktoren bei den 6 Paienten mit postoperativer Reluxation 62
Tabelle 25: Prädisponierende Faktoren und postoperative Reluxation 63
Tabelle 26: Altersverteilung bei Erstluxation und Operation und Follow up bei Reluxation nach Operation 64

1 Einleitung

Die Behandlung der Patellaluxation bzw. der patellofemorale Instabilität ist aufgrund der Komplexität des Femoropatellargelenkes ein kontrovers diskutiertes Thema. Die Ursachen für eine patellofemorale Instabilität sind in dem anatomischen Gefüge des Patello-femoralgelenkes und seinen proximalen und distalen Strukturen zu suchen. Statische, passive und aktive Faktoren bilden eine gelenkstabilisierende Einheit. Unter physiologischen Bedingungen besteht ein stabilisierendes Gleichgewicht zwischen den Faktoren. Störungen oder Pathologien dieses Systems können schon bei Bagatelltraumen zur Luxation führen (Senavongse und Amis 2005).

Die Patellaluxation ist eine häufige Verletzung des Kniegelenks des jungen Menschen. Die Inzidenz beträgt 7 pro 100.000 Einwohner pro Jahr (Atkin et al. 2000). Damit macht die Patellaluxation ca. 2-3 % aller Knieverletzungen aus (Aglietti et al. 2001). Das Durchschnittsalter der betroffenen Patienten beträgt 21,5 Jahre, wobei mit 54 % das weibliche Geschlecht etwas häufiger betroffen ist als das männliche mit 46 % (Stefancin und Parker 2007).

Die Patellaerstluxation tritt vor allem bei jungen, aktiven Menschen während sportlicher Aktivitäten auf. Bei ca. 70 % der Patienten wird die Erstluxation durch sportliche Aktivität verursacht. 21 % ereignen sich bei Aktivitäten im Alltag und nur 7% entstehen durch direkte Gewalteinwirkung (Atkin et al. 2000).

Folgen einer Luxation der Patella können schwerwiegende Verletzungen in Form von Knorpel- und Knochenschäden sein. Jede weitere Reluxation erhöht das Risiko derartiger Verletzungen und damit auch das Risiko einer posttraumatischen Arthrose. (Mäempää und Letho 1997 b, Stefancin und Parker 2007).

Die Indikation zur OP und auch die Art der Operation ist aktuell weiterhin im Wandel und wird z.T. noch strittig diskutiert (Stefancin und Parker 2007, Frosch et al. 2011).

1.1 Problemstellung

Die Behandlung der Patellaluxation wird seit Jahren kontrovers in der Literatur diskutiert. Die Therapie der Patellaluxation kann sowohl operativ als auch konservativ erfolgen. Ziel der Behandlung ist die Wiederherstellung einer funktionellen Stabilität, der vollen Beweglichkeit und der Vermeidung der Reluxation sowie Arthroseentstehung (Fithian et al. 2004 b).

In der Literatur finden sich zahlreiche operative Methoden zur patellofemoralen Stabilisierung. Zu den häufig durchgeführten Eingriffen zählte in der Vergangenheit die Dopplung des medialen Retinakulums (Stefancin und Parker 2007, Pförringer und Gorschewsky 2005). Der Eingriff adressiert die medialen passiven Stabilisatoren. In unterschiedlichen Operationstechniken wird entweder nur eine Raffung des medialen Weichteilgewebes durchgeführt oder das mediale Ratinakulum samt M. vastus medialis abgelöst und anschließend teilweise distalisierend mit der Patella vernäht (Pförringer und Gorschewsky 2005). Als Kombinationseingriff kommt zusätzlich ein *lateral Release* in Frage, wobei das laterale Retinakulum in unterschiedlichem Ausmaß in Längsrichtung durchtrennt wird (Pförringer und Gorschewsky 2005). Christoforakis et al. (2006) konnten jedoch in einer biomechanischen Studie zeigen, dass das laterale Retinakulum zur Stabilisierung der Patella beiträgt und eine Durchtrennung des lateralen Retinakulums eine Destabilisierung bedeutet. Deshalb wird das *lateral release* nur noch für wenige ausgesuchte Indikationen empfohlen (Christoforakis et al. 2006, Desio et al 1998).
Die mediale Dopplung erzielt laut Literatur sehr inhomogene Ergebnisse. In den letzten Jahren ist immer mehr die Rekonstruktion des medialen patellofemoralen Bandes durch unterschiedliche Techniken in den Vordergrund getreten. So wird das mediale patellofemorale Ligament (MPFL) als einer der wichtigsten medialen Stabilisatoren der Patella beschrieben (Amis et al. 2003 und Sallay et al. 1996).
Bis zum Aufkommen der Rekonstruktionen des MPFL war die mediale Doppelung nach Mayo das Hauptoperationsverfahren in der Klinik für Unfallchirurgie der Universität Göttingen.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der durchgeführten retrospektiven klinischen Studie war die Evaluation der klinischen Ergebnisse von Patienten mit stattgefundener Patellaluxation, die in dem Zeitraum von 2000 bis 2008 in der Klinik für Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Göttingen operativ behandelt wurden.

Hierbei lag ein besonderes Augenmerk auf dem Einfluss prädisponierender Faktoren einer Patellaluxation auf die postoperative Reluxationsrate und das postoperative klinische Ergebnis.
Zum einen sollte der Einfluss der einzelnen Risikofaktoren auf den Behandlungserfolg einer patellofemoralen Stabilisierung mittels Dopplung des medialen Retinakulums evaluiert werden. Zum anderen sollte eine Erfolgskontrolle der operativen Behandlung nach einer Patellaluxation mittels Dopplung des medialen Retinakulums bei Patienten mit rezidivierenden Luxationen und bei Patienten mit Erstluxation erfolgen.

Zur Evaluation dienen standardisierte international verwendete Fragebögen (VASS, Kujala-Score, Tegner-Aktivitätssore, Lysholm-Score) eine klinische Untersuchung und die Auswertung schon vorliegender radiologischer Aufnahmen. Im Rahmen der Studie wurden keine neuen Röntgenbilder angefertigt.

Ziele und Fragestellung der vorliegenden Studie waren:

1. Wie ist das klinische Ergebnis nach medialer Dopplung?
2. Wie hoch ist die Reluxationsrate nach operativer patellofemoraler Stabilisierung mittels medialer Dopplung?
3. Unterscheiden sich die Ergebnisse von Patienten mit rezidivierender Luxation und Patienten mit Patellaerstluxation?
4. Welchen Einfluss spielen dabei prädisponierende Faktoren?
5. Kann eine Gewichtung der prädisponierennden Faktoren vorgenommen werden?

1.3 Anatomie und Biomechanik des Patellofemoralgelenkes

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es ist ein zusammengesetztes Gelenk, in dem Femur, Tibia und Patella sowie die Menisken in zwei Gelenkanteilen, der Articulatio femorotibialis und der Articulatio femoropatellaris, miteinander artikulieren. Beide Gelenke sind von einer gemeinsamen Gelenkkapsel umschlossen und liegen in einer zusammenhängenden Gelenkhöhle (Kohn 2000).
Das Patellofemoralgelenk ist eines von zwei Teilgelenken des Kniegelenkes. In ihm artikuliert die Facies articularis der Patella mit der Facies patellaris am distalen Femur. Es wird durch die in die Quadrizepssehne eingelagerte Patella, das distale Femur und den Streckapparat gebildet.

Man unterscheidet grundsätzlich drei Faktoren, die die patellofemorale Gelenkführung beeinflussen und miteinander in Wechselwirkung stehen. Zum einen gibt es die statischen Faktoren, die durch die knöcherne Gelenkgeometrie bestimmt werden, zum anderen die passiven Stabilisatoren mit Kapsel und Bandapparat sowie die aktiven Stabilisatoren, die von der Muskulatur gebildet werden (Amis 2007)

Die Patella ist ein wesentlicher und funktionell bedeutsamer Bestandteil des Kniegelenks, die zugleich das größte Sesambein des menschlichen Körpers darstellt. Über die Quadrizepssehne werden die Zugkräfte des M. quadriceps femoris auf die Patella übertragen und über das Lig. patellae an die Tuberositas tibiae weiterleitet. Der biomechanische Vorteil dieser Struktur besteht in einer Vergrößerung des Hebels und damit des auf das Kniegelenk einwirkenden Drehmoments, insbesondere bei nur leicht flektiertem Kniegelenk (Wendt und Johnson 1985).

Die Patella steht in voller Streckung proximal des Sulcus der Trochlea femoris. Sie befindet sich zwischen vollständiger Kniegelenksstreckung und 20° Beugung proximal der Trochlea ohne Kontakt zur medialen oder lateralen Femurkondyle. Bei Flexion des Kniegelenks über 20° kommt es zum knöchernen Kontakt zwischen Patella und Trochlea. Dabei hat der laterale-distale Rand der Kniescheibe als erster Kontakt mit dem proximalen Anteil der lateralen Trochlea. Die Patella verschiebt sich aus ihrer lateralen Position über den Kontakt mit der lateralen Trochleawand nach medial. Dem Verlauf der Trochlea folgend, weicht die Patella in distaler Stellung bei stärkerer Beugung weiter nach lateral ab (Feller et al. 2007). Ohne die knöcherne Führung der Trochlea stehen hier als Stabilisatoren passive Strukturen im Vordergrund.

Insgesamt vergrößert sich die Kontaktfläche der patellaren Gelenkfläche mit Zunahme der Flexionsgrade zwischen 20° und 90°. Weiterhin wandert sie vom distalen über den mittleren zum proximalen Teil der Patella. Bei etwa 45° Flexion artikuliert der mittlere Anteil und bei 90° der proximale Anteil der retropatellaren Gelenkfläche über jeweils die gesamte Breite der Patella (Goodfellow et al. 1976). Die Kontaktzone teilt sich bei weiterer Beugung in eine mediale und laterale Kontaktfläche, wobei die laterale Facette insgesamt eine größere Kontaktfläche besitzt als die mediale (Hehne 1983).

Im Patellofemoralgelenk treten hohe Druckbelastungen bei verschiedenen Beugegeraden auf. So ist der retropatellare Druck in Extension klein, die Kniescheibe seitlich und vertikal mobil, wobei bei zunehmender Beugung der patellofemorale Anpressdruck deutlich zunimmt. Dieser Anpressdruck ist für die Stabilisierung der Patella in der Trochlea mitverantwortlich (Amis 2007). Beispielsweise konnte gezeigt werden, dass beim Treppensteigen die höchsten Drücke (bis zu 2500 N) bei ca. 25° Knieflexion liegen (Brechter und Powers 2002). Der

effektiv entstehende Druck auf das Patellofemoralgelenk wird dabei durch die individuell sehr verschiedene Größe der Kontaktfläche der Patella sowie durch die Kraft des Quadrizeps bestimmt.

Während in strecknaher Position die mediolaterale Beweglichkeit (axiale Translation) hauptsächlich von den medialen patellofemoralen Weichteilen und Zugkräften bestimmt wird, gewinnt bei weiterer Flexion die Trochleageometrie an Gewicht, da die Kniescheibe zunehmend in den Sulcus trochleae eingleitet (Goodfellow et al. 1976).
Ab einer Kniebeugung von über 60° taucht die Patella in die interkondyläre Notch ein. Hier übernehmen dann auch die aktiven Faktoren eine stabilisierende Funktion. Das genaue Eingleiten der Patella in den Trochleasulcus in strecknaher Position hat dabei die zentrale Aufgabe für die Stabilisieung des patellofemoralen Gelenks bei diesem Bewegungsablauf (Redziniak et al. 2009). Entscheidend sind die strecknahen Stellungen zwischen 0 und 40° Flexion, bei denen die Patella hauptsächlich luxiert. Die Stabilisierung der Patella wird hier von zwei Komponenten bestimmt:

- Der statischer Faktor, der durch die Kongruenz zwischen Trochlea und Patella und damit durch die Trochleamorphologie bestimmt wird (Dejour et al. 1984, Merchant et al. 1974)
- Der Passive Faktor, der durch den medialen patellofemoralen Kapselbandkomplex gebildet wird (Fithian und Meier 1999, Fithian et al. 1995)

Die Kombination aus diesen beiden Faktoren bestimmen die Grenzen der passiven patellofemoralen Translation (Fithian et al. 2001). Die Quadrizepsmuskulatur, als aktiver Faktor, hat hingegen in diesen Flexionsstellungen wenig Einfluss auf die patellofemorale Stabilität.

1.3.1 Der statische Faktor: die Trochlea

Die Trochlea bildet die femorale Gelenkfläche des patellofemoralen Gelenks. Sie trägt wesentlich zur Führung und Positionierung der Patella bei und beeinflusst durch ihre Geometrie die Stabilität des Patellofemoralgelenks. Für eine sichere knöcherne Führung sind sowohl die Tiefe als auch die Steilheit der Trochlea entscheidend (Amis 2007).
Meist ist der Condylus lateralis breiter und höher ausgebildet als die mediale Gelenkfläche, zudem dehnt sich die laterale Gelenkfläche weiter nach proximal aus (Brattström 1964). Diese Anordnung dient der Stabilsierung der Patella nach lateral und wirkt dem Überwiegen der lateralen Zugrichtung am Patellofemoralgelenk entgegen (Ficat und Hungerford 1977).
Bei Flexionsgraden von 30-100° wird die Patella hauptsächlich durch den Trochleasulcus stabilisiert (Heegaard et al. 1995).

1.3.2 Der passive Faktor: der patellofemorale Komplex

Der mediale patellofemorale Komplex

Ergänzend zur knöchernen Führung wird die Patella durch Weichteile stabilisiert. Zu den passiven Stabilisatoren des Patellofemoralgelenk gehört das *Retinaculum patellae* mediale, das vor allem bei beginnender Flexion (0-30°) auf die Bewegung der Patella wirkt (Amis 2007). Das Retinakulum kann man funktionell in Ligamente einteilen (Warren und Marshall 1979). Im medialen Retinakulum lassen sich das mediale patellofemorale Ligament (MPFL) und das mediale patellomeniskale Ligamant (MPML) identifizieren. Die Ligamente schützen die Patella vor einer lateralen Luxation, wobei das MPFL die weitaus wichtigste Funktion übernimmt (Conlan et al 1993). Das mediale Femorpatellarband verläuft quer von der proximalen Hälfte des medialen Patellarand zum Femur in die Nähe des medialen Epikondylus. Die oberflächlichen Fasern des MPFL ziehen über den Sattel zwischen dem Epikondylus und dem Tuberculum adductorium und inserieren 1,9 mm anterior und 3,8 mm distal des Tuberculum (LaPrade et al. 2007). Weiterhin ist eine Verbindung mit den distalen Fasern des M. vastus medialis zu finden (Smirk und Morris 2003). Conlan et al. (1993) zeigt in einer Studie, dass das MPFL für 53 % der medialen Stabilisierung der Kniescheibe verantwortlich ist. Das MPML verbindet die Patella mit dem medialen Meniskus. Es trägt mit weiteren 22 % zur die mediale Kniescheibenstabiliseriung bei. Die Fasern, die vom anteriormedialen Retinakulum zum medialen Kollateralband ziehen, machen weitere 11 % aus und das mediale patellotibiale Ligament (MPTL) trägt mit weniger als 5 % zur Stabilisation bei (Conlan et al. 1993). Das MPFL ist also der primäre Stabilisator der Kniescheiben gegen eine laterale Verschiebung in strecknaher Position (Amis et al. 2003).

Das laterale Retinakulum

Das Retinakulum patallae laterale verankert die Patella lateral und verhindert somit ein mediale Dislokation der Kniescheibe. Es wird aus einer oberflächlichen longitudinalen Faserschicht und einer tiefen transversalen Fasergruppe gebildet (Seebacher et al. 1982) Die Funktionsweise des lateralen Retinakulums wird als sehr komplex beschrieben und ist in seiner Gänze noch nicht vollständig verstanden (Merican et al. 2009). Ein zu straffes Retinakulum (z.B. bei Vernarbung durch Voroperationen) kann zu einem lateralen Tilt der Patella führen und damit eine Zentrierung der Patella in der Trochlea verhindern (Arendt et al. 2002).

1.3.3 Der aktive Faktor: die Quadricepsmuskulatur

Der M. quadriceps femoris bildet mit seinen vier Anteilen die aktiven Stabilisiatoren des Patellofemoralgelenks. Er sorgt für die Zentrierung der Kniescheibe sowohl während der Bewegung in Streckung als auch in der Beugung. Der M. vastus medialis besteht aus einem langen und einem schrägen Anteil. Diese heißen dementsprechend M. vastus medialis longus (VML) und obliquus (VMO) und bilden die mittlere Schicht der Quadrizpessehne. Diese Differenzierung ist sinnvoll, da die einzelnen Muskelanteile unterschiedliche Funktionen hinsichtlich der Stabilisierung der Patella im Femoropatellargelenk und des Kniegelenks haben (Scharf et al. 1986).
Die Fasern des M. vastus medialis obliquus inserieren in der Quadrizepssehne der Patella und im medialen Retinakulum. Er setzt mit einem Zugvektor von ca. 50° medial zur Femurachse an der Patella an (Farahmand et al. 1998 a). Allerdings ist nicht genau geklärt, wie die Muskultur auf die patellofemorale Stabilität einwirkt. Erst ab einer Beugung von etwa 60° wirkt der Kraftvektor des VMO stabilisierend auf die Patella. Er ist bei 90° am höchsten. In dieser Stellung ist die Kniescheibe aber schon in die interkondyläre Notch eingetaucht und dadurch nicht mehr von den aktiven Stabilisatoren abhängig, auch wenn die Trochlea dysplastisch verändert ist. (Farahmand et al. 1998 b)
Bei akuten Patellaluxationen nach lateral kommt es häufig zur Zerreißung des medialen Retinakulums bzw. des MPFL. Dies führt nicht nur zu einer Beeinträchtigung der passiven Stabilisation, sondern auch durch eine Lateralisierung des Ansatzes des VMO zu dessen Insufizienz und somit zu einer Schwächung der aktiven Stabilisation (Sally et al. 1996).

1.3.4 Zusammenspiel der Faktoren

Da die Architektur des Gelenkes mit seinen statisch, passiv und aktiv stabilisierenden Faktoren sehr komplex ist, ist es wichtig, dass diese Faktoren optimal zusammenarbeiten, um eine ausreichende Stabilität des Patellofemoralgelenkes zu gewährleisten. (Amis 2007) Die Abhängigkeit der korrekten Lage der Patella in den einzelnen Positionen des Kniegelenks ist also von vielen Faktoren abhängig und erklärt die Komplexität des Krankheitsbildes der Patellaluxation und deren Folgen (Senavongse und Amis 2005)
Allerdings ist festzuhalten, dass eine Patella bei nicht pathologischen veränderten intakten passiven und statischen Stabilisatoren ohne adäquates Trauma nicht luxieren kann (Fithian et al. 1995).

1.4 Die Patellaluxation

Die Patellaluxation ist eine Dislokation der Kniescheibe aus ihrem V-förmigen Gleitlager des Femur, der Trochlea, meist nach lateral.
Zur Einteilung der Patellaluxation existieren bis heute keine einheitlichen Definitionen und Bezeichnungen. Schon Rütt (1975, S.170) bemerkte dazu, man könnte „sowohl aus dem klinischen Sprachgebrauch als auch aus der Literatur schließen, dass habituelle Luxationen, recurrent dislocations und rezidivierende Luxationen einander entsprechen. Die Autoren scheinen unter diesen unterschiedlichen Bezeichnungen das gleich Krankheitsbild zu verstehen, zu beschreiben und zu behandeln."
Aus diesem Grund haben wir uns in unserer Arbeit für folgende, einfache Einteilung entschieden. Nach der Patellaluxation kann man die Patella-Erstluxation von der chronisch-rezidivierenden Luxation unterscheiden.

- Die Patella-Erstluxation tritt entweder nach adäquatem direktem Trauma auf, was selten vorkommt, oder nach geringem bzw. nach inadäquatem Trauma, bei Vorliegen prädisponierender Faktoren
- Man spricht von einer chronisch-rezidivierendenen Luxation, wenn eine Reluxation auftritt. Sie ereignet sich häufig nach Bagatelltraumata, häufig ohne Fremdeinwirkung

1.4.1 Prädisponierende Faktoren

Veränderungen von knöchernen oder muskulär-ligamentären Strukturen sind prädisponierend für die Entstehung einer Patellaluxation. Nicht selten sind Kombinationen der einzelnen Veränderungen für eine Luxation verantwortlich, so dass man von einer multifaktoriellen Ursache für eine patellofemorale Instabilität ausgehen kann (Balcarek et al. 2010, Frosch et al. 2011, Petri et al. 2013) Die Wertigkeit der Faktoren und ihr Anteil am Luxationsvorgang werden in der Literatur von den einzelnen Autoren unterschiedlich bewertet. Risikofaktoren für eine Patellaluxation sind die Dysplasie der Trochlea, Insuffizienz des medialen Bandapparates, ein Genu valgum sowie ein zu weit außen liegender Ansatz der Patellasehne. Eine generelle Bandlaxität, eine muskuläre Dysbalance und eine Patella alta sind weitere Risikofaktoren. Auch eine Sub- / Luxation bzw. Lateralisation der Gegenseite stellt einen Risikofaktor für eine Patellaluxation dar (Atkin et al. 2000, Stefancin und Parker 2007, Petri et al. 2013)

Trochleadysplasie

Eine ungenügende Ausbildung der Trochlea femoris gewährleistet keine ausreichend sichere knöcherne Führung der Patella, so dass eine Instabilität im Patellofemoragelenk begünstigt wird. Bei einer Trochleadysplasie ist die Trochlea abgeflacht oder sogar konvex geformt. Der Sulucswinkel ist vermindert. Zudem liegt der Sulcus trochleae bei einer Dysplasie deutlich medialer, was eine Tendenz zur Lateralisation der Patella verstärkt. (Dejour et al 1994, Hing et al. 2006). Auf streng seitlichen Röntgenaufnahmen verläuft der Trochleaboden in einem gesunden Kniegelenk immer dorsal der ventralen Zirkumferenzen des medialen und lateralen Kondylus des Femur und überkreuzt eine an die anteriore Kortikalis des distalen Femurs angelegte Linie nicht nach ventral.

In einer Arbeit von Dejour et al. (1994) wurde das sogenannte *crossing sign* beschrieben. Es zeigt auf einem streng seitlichen Röntgenbild, auf dem beide hinteren Kondylen des Femurs streng übereinander liegen, die Kreuzung des tiefsten Punktes der Trochlea mit dem prominentesten Punkt der lateralen Kondyle und weist auf eine Trochleadysplasie hin. Eine Erhebung der Trochlea stellt dabei den Überhang der proximalen Trochlea im Verhältnis zum anterioren Kortex des lateralen Kondyuls dar. Diese ventrale Prominenz kann an der Kreuzung stark ausgebildet sein, was ein Fehlen des Sulcus trochlae in diesem Bereich repräsentiert (siehe Material und Methoden, Analyse der Röntgenbilder, Abbildung 1).
Dejour et al. (1994) konnten in ihrer Arbeit in 85% bei Patienten mit rezidivierenden Luxationen eine Trochleadysplasie diagnostizieren.

Insuffizienz des medialen Bandapparates

Die Verletzung des medialen Retinakulums ist die häufigste Pathomorphologie nach Patellaluxation. In fast allen Fällen ist das MPFL einbezogen (Balcarek et al. 2010, Desio et al. 1998, Avikainen et al. 1993). Wie bereits erwähnt, ist das MPFL der primäre Stabilisator der Kniescheibe gegen eine laterale Verschiebung in strecknaher Position (Amis et al. 2003). Ein überdehntes oder nach traumatischer Erstluxation insuffizient verheiltes mediales Retinakulum kann zu einem Überwiegen der lateralen Kraftkomponente führen und eine rezidivierende Patellaluxation begünstigen (Salley et al. 1996).
In einer Studie von Nomura (1999) war bei allen Patienten mit chronischen Luxationen das MPFL in unterschiedlichem Ausmaße pathologisch verändert. Nomura schließt daraus, dass die verbliebene Laxizität und Instabilität nach Patellaluxation am wahrscheinlichsten durch eine Insuffizienz des medialen Bandapparates verursacht wurde.

Patella alta

Die Patella alta bedeutet den Hochstand der Kniescheibe in Relation zu ihrer normalen Position. Die Ursache der Patella alta ist weitestgehend unbekannt. Sie korreliert signifikant mit einer patellofemoralen Instabilität (Atkin et al. 2000). Bei Knieflexion tritt die Patella alta erst später in die Trochlea ein, dies führt zu einer stärkeren Beanspruchung der passiven und aktiven Stabilisatoren bei gleichzeitiger Reduktion der knöchernen Führung in Strecknähe, was eine Dislokation der Patella begünstigen kann (Beasley und Vidal 2004). Aufgrund des verspäteten Eintritts der Patella in die Trochlea reduziert sich die Kontaktfläche, wodurch sich der retropatellare Druck bei Knieflexion nicht mehr kontinuierlich entwickeln kann. In allen Beugegraden kommt es zu einem größeren patellofemoralen Stress und dadurch entstehen hohe Drücke, schon bevor die Patella in die Trochlea eintritt (Ward and Powers 2004). Folgen können Überlastungsschäden im Femoropatellargelenk sein.

Genu valgum

Das Genu valgum gilt in der Literatur als weiterer prädisponierender Faktor für eine Luxation der Patella, wobei die Bedeutung für eine Dislokation jedoch unterschiedlich eingeschätzt wird. Nach Fründ (1953) kann ein Genu valgum nie als alleiniger Faktor für eine Patellaluxation ursächlich sein. Für Rütt (1979) kommt die X-Beinstellung nur in extremer Ausprägung als alleinige Ursache in Betracht. Hughston (1968) und Janssen (1978) messen dem Genu valgum keine Bedeutung für die Patellaluxation bei.

Pathologischer Q-Winkel

Die Stellung des Femurs zur der Tibia hat einen wichtigen Einfluss auf die patellofemorale Stabilität. Ein allgemein anerkannter Aspekt der knöchernen Ausrichtung ist der Q-Winkel. Er wird aus einer Linie zwischen der Spina iliaca anterior superior, dem Patellamittelpunkt und der Tuberositas tibiae gebildet. Er ist in voller Streckung am größten, weil sich die Tibia in terminaler Extension nach außen dreht und so sich die Tuberositas tibia weiter nach lateral bewegt. In voller Extension löst sich die Patella aus der Trochlea, und die nach hinten gerichtete Kraft der Extensoren, die die Kniescheibe in der Trochlea hält, ist am niedrigsten. Der Q-Winkel gilt als pathologisch vergrößert bei > 15° bei Männern und bei > 20° bei Frauen (Andrish 1997). Bei pathologisch vergrößertem Q-Winkel wird die lateralisierende Zugkraft des M. quadriceps auf die Patella erhöht und der laterale Anpressdruck wird vergrößert, so dass eine Dislokation der Patella begünstigt werden kann (Mizuno et al. 2001).

TTTG-Abstand

Da die Messung des Q-Winkels eine hohe untersucherabhängige Varianz aufweist und von der Muskelaktivität abhängig ist, kann im CT oder MRT der Abstand zwischen Tuberositas tibiae und Trochleagrube (TTTG-Abstand) gemessen werden (Goutallier et al. 1978). Der TTTG ist eine Quantifizierung des Q-Winkels. TTTG-Werte von 12-15 mm gelten als physiologisch.

Generelle Bandlaxizität

Für eine vermehrte generalisierte Bandlaxizität gibt es keine exakte Definition, so dass diese nicht eindeutig zu quantifizieren ist. Dennoch wird sie von einigen Autoren, basierend auf klinischen Untersuchungen, als existent bezeichnet und vor allem im Hinblick auf die laterale und mediale Verschieblichkeit der Patella als bedeutsam für eine Luxation der Kniescheibe bezeichnet (Janssen 1986 und Rünow 1983). Für Atkin et. al. (2000) zeigte sich keine ursächliche Verbindung zur Patellaluxation. Numura et al. (2006) zeigte in einer Studie, dass es bei Patienten mit rezidivierenden Patellaluxationen ein signifikant erhöhtes Vorkommen einer Bandlaxizitat und ein erhöhtes Vorkommen einer hypermobilen Patella gab.

Muskuläre Dsybalance

Eine Atrophie des medialen Streckapparates wird bei unterschiedlichsten Läsionen im Kniegelenk beobachtet und ist als allgemeines Symptom eines funktionellen Defizits zu sehen (Smilie 1985). Der Nachweis, ob eine Muskelatrophie als primäre Ursache für eine Patellaluxation verantwortlich zu machen ist oder lediglich sekundär einer anderen Verletzung folgt, konnte bisher nicht eindeutig erbracht werden.
Es ist nicht genau geklärt, wie die Muskultur auf die patellofemorale Stabilität einwirkt. Erst ab einer Beugung von etwa 60° wirkt der Kraftvektor des VMO stabilisierend auf die Patella. Er ist bei 90° am höchsten. In dieser Stellung ist die Kniescheibe aber schon in die interkondyläre Notch eingetaucht und dadurch nicht mehr von den aktiven Stabilisatoren abhängig, auch wenn die Trochlea dysplastisch verändert ist (Farahmand et al. 1998 b).
Bei einer chronischen Subluxation mit Schmerzen und daraufhin Schonung der Extremität könnte ein zusätzlicher Funktionsverlust durch VMO-Atrophie die Luxation begünstigen. Auch könnte eine VMO-Atrophie nach traumatischer Patella-Erstluxation im Verlauf zur chronischen Reluxation beitragen. Dies gilt insbesondere bei Vorliegen weiterer Risikofaktoren.

Zusammenfassung: Prädisponierende Faktoren

Die patellofemorale Instabilität ist multifaktoriell bedingt. Das Vorkommen nur eines prädisponierenden Faktors ist äußerst selten. Vielmehr sind bei den meisten Patienten mehrere der oben genannten Punkte kombiniert in unterschiedlicher Ausprägung zu finden. Die größte Bedeutung erlangt dabei aber die Trochleadysplasie und die Insuffizienz des medialen patellofemoralen Komplexes, da sie am stärksten für die patellofemorale Instabilität verantwortlich sind und die anderen Risikofaktoren beeinflussen (Balcarek et al. 2010, Nelitz et al. 2012, Schöttle et al. 2005)

1.4.2 Folgen der Patellaluxation

Im Rahmen einer Patellaluxation können akute Begleitverletzungen auftreten, die von den möglichen Langzeitfolgen bei rezidivierenden Luxationen zu trennen sind.
Nach einer Erstluxation ist fast immer ein Gelenkerguß zu erwarten. Weiterhin konnte bei fast allen Erstereignissen eine begleitende Läsion des medialen Retinakulums diagnostiziert werden (Virolainen et al. 1993, Sallay et al. 1996). Einfache Überdehnung bis hin zu kompletten Abrissen konnten dabei beobachtet werden. Nach Desio et al. (1998) und Avikainen et al. (1993) ist bei einer erstmaligen Patellaluxation in 90% der Fälle eine Ruptur des MPFL nachweißbar. Laut Balcarek et al. (2010) rupturiert das MPFL meist femoral.
Eine akute Patellaluxation kann auch Schäden am femoropatellaren Gleitlager verursachen. Osteochondrale Läsionen beziehungsweise Kontusionen sowie rein chondrale Läsionen kommen hierbei in Frage. Lance et al. (1993) und Regentrop et al. (1997) sahen in der MRT eine hohe Inzidenz von Kontusionsherden im Bereich des subchondralen und spongiösen Knochens am lateralen Femurkondylus und an der medialen Patellafacette bei Patienten mit traumatischer Patellaluxation.
In einer Literaturanalyse zum Thema Patella-Erstluxation von Stefancin und Parker (2007) wurden Studien mit insgesamt 1765 Patienten ausgewertet, und es zeigte sich eine Inzidenz von osteochondralen Flakes von 24,3 %.

Eine Spätfolge der Patellaluxation stellt der degenerative Knorpelschaden dar. Jede weitere Reluxation erhöht das Risiko derartiger Verletzungen und damit auch das Risiko einer posttraumatischen Arthrose.
Mäempää und Letho (1997 a) zeigten in ihrer Arbeit, dass nach einer Zeitspanne von 6-26 Jahren in 22% der Fälle degenerative Veränderungen im verletzten Kniegelenk im Gegensatz zu 11 % im nicht betroffenen Knie zu beobachten war. Weiter konnten sie bei Patienten mit chronischer Instabilität, die erst spät operativ stabilisiert worden sind, eine Arthroserate von 35 % beobachten.

1.4.3 Diagnostik der Patellaluxation

Die Diagnosesicherung sollte sich zum einen auf anamnestische Angaben des Patienten, zum anderen auf die klinischen und radiologischen Untersuchungsbefunde des Kniegelenks stützen. Die klinische Diagnose ist im luxierten Zustand einfach. Inspektorisch besteht eine typische Deformierung mit leerem Gleitlager und prominentem medialen Femurkondylus bei in Streckhemmung befindlichem Gelenk. Palpatorisch ist die Patella an der Lateralseite des Kniegelenks zu erfassen. Aufgrund der hohen Rate an Spontanreposition sieht der behandelnde Arzt jedoch Patienten mit noch luxierter Kniescheibe eher selten. So geben Mäenpää und Letho (1995) und Strobel und Stedtfeld (1995) dies nur in etwa 17-30% der Fälle an. Nicht selten werden Fehldiagnosen gestellt, die mit ähnlicher Klinik einhergehen, wie Kreuzbandrupturen und Läsionen der Menisken.

Anamnese

Die Rekonstruktion des Unfallmechanismus ist oft schwierig. Meist können die Patienten das Ereignis nur vage beschreiben, da sie die Luxation nicht bewusst erlebt haben. Wichtig bei der Anamneseerhebung ist die Beschreibung des Unfallherganges. Häufig tritt die Patellaluxation beim jungen, aktiven Menschen während sportlicher Aktivitäten auf.
Folgender Verletzungsmechanismus ist typisch: Eine Innenrotation des Femur bei in Außenrotationstellung fixiertem Unterschenkel induziert einen Valgusstress auf das Knie. Gleichzeitig kommt es zur maximaler Quadrizepskontraktion mit resuliterender Luxation der Kniescheibe. Entscheidend sind die strecknahen Stellungen zwischen 0 und 40° Flexion, bei denen die Patella hauptsächlich luxiert (Mäenpää und Lehto 1995). Durch die mit der Patellaluxation einhergehenden starken Schmerzen kommt es über eine reflektorische Quadrizepsrelaxation zur Instabilität im Kniegelenk (*Giving way*) und zum Sturz des Patienten. Bei einigen Patienten ergibt die entsprechende Unfallanamnese, dass die Patella bei alltäglichen Gelegenheitsbewegungen luxiert war.

Klinische Untersuchung

Inspektorisch ist auf Schwellung, Kontusionsmarken am medialen Patellarand und Hämatomverfärbung über der dorsomedialen Kapsel zu achten. Weiterhin ist bei der Inspektion auf die prädisponierenden Faktoren einer Patellaluxation zu achten (siehe Kap. 1.4.1). Neben einer schmerzbedingten Bewegungseinschränkung wird oft ein Gelenkerguss diagnostiziert (Kohn 2000).
Ein Druckschmerz am Innenrand der Patella, über dem medialen Retinakulum mit zum Teil tastbarer Delle sowie an der Außenkante des lateralen Femurkondylus deutet auf entspre-

chende Begleitverletzungen während des Luxationsvorgangs bzw. während der Repositionsphase hin.
Die Patellaverschieblichkeit sollte nicht mehr als die Hälfte ihrer Gesamtbreite betragen (Kolowich et al. 1990), anderenfalls ist von einer lokalen oder allgemeinen Kapsel-Bandlaxizität mit Begünstigung einer patellofemoralen Instabilität auszugehen.
Der Facettendruckschmerz und ein positives Zohlenzeichen weisen auf einen retropatellaren Knorpelschaden hin, wobei letzteres auch bei Kniegesunden auftreten kann.
Der Apprehension-Test nach Fairbank gilt als klinischer Hinweis auf eine Patellaluxation bzw. Subluxation (Buckup 2005). Der Arzt versucht bei in Rückenlage positionierten Patienten, gestreckten Kniegelenk und entspannten Streckapparat den Luxationsvorgang nachzuahmen. Während er die Patella passiv nach lateral drückt, wird der Patient nun aufgefordert, das Knie zu beugen. Wegen starker Schmerzen und/oder Angst vor erneuter Verrenkung bricht der Patient spätestens in diesem Augenblick ab.

Bildgebung

Zur Beurteilung des verletzten Kniegelenks gehören neben Anamnese und klinischer Untersuchung ergänzend Röntgenaufnahmen im anterioposterioren und lateralen Strahlengang sowie eine Patella-Tangential-Aufnahme. Bei klinischem Hinweis einer Patellaluxation richtet der Untersucher sein Augenmerk vor allem auf den Nachweis von Begleitverletzungen und das Vorhandensein prädisponierender Faktoren.
Die ap-Aufnahme ist von eingeschränkter Bedeutung, hier können lediglich osteochondrale Begleitverletzung diagnostiziert werden. Das Röntgenbild im streng seitlichen Strahlengang in 30°-Beugung wird zur Beurteilung der Patellahöhe und Konfiguration der Trochlea herangezogen.
Es gibt zahlreiche Methoden zur Patellahöhenbestimmung an Hand seitlicher Röntgenaufnahmen. Die Methode nach Insall und Salvati (1971) ist im klinischen Alltag weit verbreitet. Es wird der Quotient aus der Länge der Patellasehne (LT) und dem größten diagonalen Durchmesser der Patella (LP) gebildet (ABB 2). Der Normwert des Patella-Höhen-Index (PHI) liegt bei 0,8 -1,2. Bei Werten größer als 1,2 liegt eine Patella alta vor.
Wie bereits erwähnt, kann auf streng seitlichen Aufnahmen zur Beurteilung einer Trochleadysplasie das sog. *crossing sign* nach Dejour et al. (1994) herangezogen werden. Liegen die Kondylen nicht genau übereinander, so kann dies zu einem falsch positiven *crossing sign* führen (Koëter et al. 2006).
Eine Beurteilung des patellofemoralen Gelenkes bzw. einer möglichen Dysplasie der Trochlea in der axialen Aufnahme sind kritisch zu sehen. Laurin et al. (1978, 1979) konnten

in ihren Arbeiten zeigen, dass die Beurteilung der Trochlea in axialen Röntgenaufnahmen ab einer Flexion von 20° nahezu unmöglich ist. Um die gesamte Pathologie der Patellaluxation bei betroffenen Patienten zu erfassen, ist es daher sinnvol,l die Schnittbildgebung heranzuziehen, insbesondere die MRT.
Die MRT ist heute das Mittel der Wahl zur Beurteilung des patellofemoralen Gelenkes, da nicht nur die Trochleamorphologie auf der gewünschten Höhe beurteilet werden kann, sondern auch die patellofemorale Relation wie Patellahöhe zuverlässig zu diagnostizieren ist (Balcarek et al. 2010). Desweiteren ist es mit der MRT möglich, den TTTG als Standardwert zu bestimmen und die Weichteilsituation und den Knorpel zu beurteilen.

1.4.4 Operative Therapie der Patellaluxation

Mediale Dopplung

Die Dopplung (Raffung) des medialen Weichteilgewebes ist eine häufig angewandte operative Methode zur Stabilisierung der Patella. Der Eingriff adressiert die medialen passiven Stabilisatoren mit dem vorrangigen Ziel einer Medialisierung der nach lateral luxierten Patella. In unterschiedlichen Operationstechniken wird entweder nur eine Raffung des medialen Weichteilgewebes durchgeführt oder das mediale Ratinakulum samt M. vastus medialis abgelöst und anschließend teilweise distalisierend mit der Patella vernäht. Befürworter dieses Eingriffs weisen auf die im Vergleich zu anderen operativen Maßnahmen relativ einfache, wenig invasive Operationstechnik mit guten klinischen Ergebnissen hin (Vainionpää et al. 1990, Nam und Karzel 2005, Ali und Bhatti 2007).
In einer Studie von Ostermeier et al. (2007) wurde gezeigt, dass eine mediale Dopplung zu einer starken Medialisierung der Kniescheibe im Vergleich zu physiologischen Verhältnissen führen kann. Daraus könnte eine Überbelastung und damit eine Schädigung des medialen retropatellaren Knorpels resultieren. Zudem ist eine Dehnung eines femoral rupturierten MPFLs durch eine nicht-anatomische Raffung des medialen Retinakulums denkbar, welche zu einem insuffizienten MPFL führen kann (Davis und Fithian 2002).

Lateral Release

Lange Zeit gehörte die laterale Retinakulumspaltung zu einer häufig angewandten operativen Prozedur bei patellarer Instabilität, da es als einfach durchzuführende Methode ohne größere Komplikationsmöglichkeiten galt. Beim *lateralen release* wird das laterale Retinakulum offen chirurgisch oder arthroskopisch in Längsrichtung in verschiedenster Ausdehnung häufig bis weit in den proximalen Tractus iliotibialis durchtrennt. Grundannahme dieser Methode war der Gedanke, dass das laterale Retinakulum mit einem lateralen

Zugvektor eine Luxationstendenz erhöhen könnte und dass mit Durchtrennung des lateralen Retinakulums dieser Zug und damit auch die Luxationstendenz vermindert werden könnte.
Christoforakis et al. (2006) konnten jedoch in einer biomechanischen Studie zeigen, dass das laterale Retinakulum zur Stabilisierung der Patella beiträgt und eine Durchtrennung des lateralen Retinakulums eine Destabilisierung bedeutet. Deshalb sollte das *lateral release* mit großer Zurückhaltung und nur in Ausnahmefällen durchgeführt, wie z.B. bei fixierten lateralen Luxation und Subluxation oder vermehrtem lateralen Tilt der Patella (Arendt et al. 2002).

MPFL-Augmentation

Die MPFL-Augmentation ist eine zunehmend verbreitete Operationstechnik zur Stabilisierung der Patella und wird häufig bei rezidivierender Patellaluxation und bei Versagen der konservativen Therapie angewandt (Frosch et al. 2011). Hierbei wird das MPFL mit einer körpereigenen Sehne rekonstruiert. Eine Vielzahl an unterschiedlichen Techniken zur MPFL-Rekonstruktion ist in der Literatur beschrieben worden. Eine etablierte Methode ist die Verwendung der Gracilissehne als freies Sehnentransplantat (Schöttle et al. 2008). Das Ziel der Rekonstruktion ist eine Wiederherstellung der Funktion des MPFL, die darin liegt, die Patella in der Trochlea zu stabilisieren und laterale Subluxationen zu verhindern. Die Rekonstruktion sollte dabei gemäß den anatomischen Gegebenheiten erfolgen (Amis et al. 2003, Smirk und Morris 2003). Abweichungen insbesondere von der femoralen anatomischen Insertionsstelle können zu einem erhöhten patellofemoralen Anpressdruck in Flexion oder Extension führen (Elias und Cosgarea 2006).
Derzeit zeigt die MPFL-Augmentation in der Literatur die besten klinischen Ergebnisse und eine Reluxationratevon etwa 5 % (Smith et al. 2007). Zudem kann sie auch bei einer Trochleadysplasie erfolgsversprechend angewandt werden (Steiner et al. 2006).

Medialisierung der Tuberositas tibiae

Die Tuberositas-Medialisierung ist indiziert bei rezidivierender Patellaluxation mit deutlich vergrößertem Q-Winkel oder vergrößertem TTTG-Abstand. Der Q-Winkel gilt als pathologisch vergrößert bei > 15° bei Männern und bei > 20° bei Frauen (Andrish 1997). Ein normaler TTTG-Abstand kann bis zu 16 mm betragen, wobei im Allgemeinen eine OP-Indikation bei mehr als 20 mm gestellt werden kann (Koeter et al. 2007). Als Kontraindikation gelten offene Epiphysenfugen und bereits degenerative Veränderungen im medialen Patellofemoralgelenk (Andrish 1997).
Kuroda et al. (2001) zeigten in ihrer Arbeit, dass durch eine Übermedialisierung von mehr als 15 mm ein erhöhter Anpressdruck im medialen Patellofemoralgelenk resultiert und dadurch

degenerative Veränderung hervorgerufen werden können. Im Verlauf kann es zu einem medialen Impingement, Subluxation oder gar zur Luxation führen (Andrish 1997).
Nach Dejour et al. (1994) wird der erhöhte TTTG häufiger durch femorale Pathologien als durch eine lateralisierte Tuberositas tibiae verursacht. Eine Medialisierung der Tuberositas reduziert zwar durch die Verkleinerung des TTTG den lateralisierenden Kraftvektor der Kniescheibe, die meist femoral befindliche Ursache des vergrößerten TTTG bzw. des vergrößerten Q-Winkels wird durch dieses Verfahren nicht behoben. Je nach Literatur wird durch die Medialisierung der Tuberositas nur in etwa 65 % der Fälle eine zufriedenstellende Stabilisierung der Patella erreicht (Brown et al. 1984)

Trochleaplastik

Bei Patienten mit einer ausgeprägten Trochleadysplasie ist die Trochlea ganz flach oder sogar konvex geformt, so dass hier ein intakter medialer patellofemoraler Bandapparat die Kniescheibe vor einer lateralen Luxation nicht ausreichend bewahren kann. Hier kann die Trochleaplastik helfen, die ursächliche Pathologie der patellofemoralen Instabilität zu beseitigen. Grundvoraussetzung für dieses operative Vorgehen ist ein gesunder, elastischer Knorpel ohne Läsionen sowie geschlossene Epiphysenfugen.
Bei der Trochleadysplasie ist weniger die laterale Femurkondyle dysplastisch, vielmehr ist sie durch einen hypoplastischen medialen Femurkondylus definiert, der den Trochleasulucs nach medial verschiebt und bei einem normal hohen lateralen Kondylus dadurch die Steigung der lateralen Trochleafacette erniedrigt (Hing et al. 2006). Viele Operateure favorisieren daher eine Vertiefung des zentralen Trochleabereiches und eine physiologische Lateralisation des Sulcus, um die lateralen Facette in Relation zur Trochlea steiler zu gestalten (Bereiter und Gautier 1994, Schöttle und Weiler 2007).
Da die Trochleaplastik ein potenziell komplikationsträchtiges, sehr invasives operatives Verfahren ist, bei dem die Gelenkfläche neu konfiguriert wird und das Risiko eines Gelenkflächeneinbruchs sowie eines Knorpelschadens und Arthrosebildung besteht, sollte diese Technik nur von erfahrenen Chirurgen und nur in darauf spezialisierten Zentren angewandt werden (Schöttle und Weiler 2007)

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Einschlusskriterien waren eine stattgehabte operative Versorgung mittels medialer Dopplung und lateralem Release oder nur eine mediale Dopplung bei Zustand nach Patellaluxation.
Im Zeitraum von 2000 bis einschließlich September 2008 erfüllten in der Abteilung für Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikum Göttingen 70 Patienten, die Einschlusskriterien erfüllten. Diese Patienten wurden mindestens zwei Jahre postoperativ schriftlich und telefonisch gebeten, an dieser Nachuntersuchungs-studie teilzunehmen.
Ausschlusskriterien waren zusätzlich erlittene schwere Verletzungen des Kniegelenks, wie z.B. eine vordere bzw. hintere Kreuzbandruptur oder eine Tibiakopffraktur, zudem schwere Verletzungen des betroffenen Kniegelenks und knöcherne Eingriffe am Kniegelenk im Zeitraum von der operativen Stabilisierung bis zur Nachuntersuchung. Patienten die nur mit einem lateralen Release versorgt wurden, wurden in die Studie nicht aufgenommen.

Die Ergebnisse der Nachuntersuchung wurden durch eine körperliche Untersuchung und Befragung der Patienten anhand standardisierter Knie-Scores erhoben. Für die Nach-untersuchung wurden aus ethischen Gründen keine neuen Röntgenuntersuchungen angeordnet, so dass nur die vorhandenen prä- und postoperativen Aufnahmen zur Analyse bereitstanden.

Die untersuchten Patienten wurden in zwei Diagnosegruppen eingeteilt. Die Gruppe I bestand aus Patienten mit rezidivierenden Luxationen, d.h aus Patienten die mehr als eine Luxation vor ihrer Operation hatten. Die zweite Gruppe bestand aus Patienten, die nach einer einzigen akuten Patellaluxation operativ versorgt wurden.

Weiter wurde der Einfluss einzelner Risikofaktoren auf das klinische Ergebnis anhand des Kujala-Scores untersucht. Der Kujala Score ist ein zuverlässiges und weit verbreitetes Messinstrument von patellofemoralen Störungen (Kujala et al. 1993, Kettunen et al. 2007).

2.2 Anamnestische Daten

Neben der Auswertung von Krankenakten und Operationsberichten wurde zur Erhebung aller persönlichen Angaben und des Krankheitsverlaufs am Anfang der Nachuntersuchung mit jedem Patienten ein ausführliches Gespräch geführt. Erfragt wurden Verletzungsursache, Unfalltag präoperativer und postoperativer Verlauf, vor der Patellaluxation stattgehabte Verletzung des operierten Kniegelenks und des Kniegelenk der Gegenseite, sonstige

medizinisch relevante Vorerkrankungen, Beruf, Gewicht und Körpergröße. Zudem werden folgende Fakten dokumentiert:

- Alter zum Zeitpunkt der Operation bzw. Erstluxation
- genauer Hergang der Erstluxation bzw. Folgeluxation
- Anzahl der präoperativen Luxationen
- Anzahl der postoperativen Luxationen
- Frage nach Spontanreposition
- Familiäre Disposition
- Instabilitätsepisoden
- Dokumentation der sportlichen Aktivität
- prädisponierende Faktoren
- Re-Operationen

Ebenfalls erfragt wurden die Kriterien für die unten genannten Kniescores.

Die Unfallursache wird in vier Kategorien eingeteilt in:

- High-Risk-Pivoting-Aktivitäten
- Low-Risk-Pivoting-Aktivitäten
- Non-Risk-Pivoting-Aktivitäten
- Direktes Trauma

Die Einteilung in die ersten drei Kategorien erfolgt nach der „Innsbrucker Knie-Sportfähigkeitsklassifikation“ (Fink et al. 1993). Zu den High-Risk-Pivoting-Aktivitäten gehören Aktivitäten, die zur hohen mechanischen Belastung des Kniegelenks führen durch viele plötzliche Stopps, schnelle Richtungswechsel und unkontrollierte Sprungbewegungen, wie zum Beispiel Fußball. Zu den Low-Risk-Pivoting-Aktivitäten zählen Aktivitäten, in denen Drehbewegungen vorkommen können, die aber nicht charakteristisch für diese Sportart sind, wie zum Beispiel Joggen.
In die Kategorie Non-Risk-Pivoting-Aktivitäten gehören Aktivitäten, bei denen das Kniegelenk nicht mit dem vollen Körpergewicht belastet wird und die durch kontrollierte Bewegungen charakterisiert sind, wie zum Beispiel Schwimmen. Weiterhin zählen hierzu Spontan-luxationen, die im Alltag auftraten.

2.3 Erhebung der intraoperativen Befunde

Um die intraoperativen ermittelten Kniebinnenschäden genau bestimmen zu können, sind die Operationsberichte aller nachuntersuchten Patienten ausgewertet worden. Die Klassifizierung der Knorpelschäden erfolgte dabei nach Outerbridge (1961) in Grad I – IV.

- Grad I: intakte Oberfläche mit leichter Erweichung, eventuell zusätzlichen oberflächlichen Rissen und Fissuren, Verfärbung des Knorpels
- Grad II: Risse im Knorpel, abnormaler Knorpel mit einer Läsionstiefe < 50 Prozent der Knorpeldicke
- Grad III: Läsionstiefe > 50 Prozent, je nach Abstufung kann der Knorpedefekt bis zur Knochenschicht reichen.
- Grad IV: vollständige Knorpelläsion, der Knochen liegt komplett frei - so genannte „Knorpelglatze"

Typische Verletzung in Folge einer Patellaluxation, wie osteochondrale Läsionen und Ruptur des medialen Retinakulums wurden ebenfalls dokumentiert.

2.4 Operationsverfahren

Die operative Versorgung wurde stets von einem unfallchirurgischen Facharzt durchgeführt. Die Operation fand unter Vollnarkose statt, dabei wurde der Patient auf dem Rücken gelagert und sein Bein in einem elektrischen Beinhalter am Oberschenkel fixiert. Es folgte eine perioperative Gabe von 1x 2g Cefazolin (Elzogram) und eine Stabilitätsuntersuchung des Kniegelenks in Narkose. Während der Operation wurde am betreffenden Bein eine Oberschenkelblutsperre mit einem maximalen Druck von 350mmHg angelegt.

Zunächst wurde eine diagnostische Arthroskopie durchgeführt. Das Arthroskop wurde über einen anterolateralen Zugang mittels 30°-Optik in das Kniegelenk eingebracht. Das Knie wurde gespült und von Blut und Gewebspartikeln befreit. Nach intensiver Inspektion aller Gelenkkompartimente und der Feststellung von Binnenschäden wie Einrisse der Menisci, Rupturen der Kreuzbänder oder chondralen bzw. osteochondralen Läsionen wurde entschieden, ob diese in gleicher Sitzung therapiert werden können. Bei höhergradigen Knorpelschäden kamen Mircofracturierung, Abrasionsplastik oder eine Anbohrung nach Pridie zum Einsatz. Desweiteren wurden osteochondrale Flakes entfernt oder gegebenenfalls refixiert.

Weiterhin wurden die meisten Patienten mit einem *lateralen release* versorgt, lediglich bei 7 der 70 Patienten wurden nur das mediale Retinakulum gedoppelt.
Nach Inspektion des gesamten Gelenkinnenraumes wurde der proximale Verlauf des Retinakulums sowie der Übergangsbereich zum Vastus lateralis exakt dargestellt. Danach wurde das laterale Retinakulum mit einem adrenalinhaltigem Lokalanästhetikum infiltriert. Um das laterale Release kontrollieren zu können, wurden Markierungsnadeln vom proximalen und distalen Endpunkt der Spaltungsstrecke gesetzt. Über einen superioren lateralen Zugang erfolgte das Einbringen eines Elektromessers oder einer bipolaren Vaporisationselektrode (ArthroCare®, VARP®). Es erfolgte die vollständige Durchtrennung des lateralen Retinakulums und der Synovialis von kranial nach distal entlang der lateralen Patellakante mindestens bis zur Höhe des unteren Patellapols. Nach Durchtrennung wurde kontrolliert, ob sich die Stellung der Patella in Knieflexion gebessert hat bzw. ob die Patella in ihrem Gleitlager wieder zentrierter steht. Zunächst wurde die Arthroskopie beendet. Medial der Patella erfolgte ein ca. 3 cm langer Hautschnitt mit scharfer bzw. stumpfer Präparation auf das mediale Retinakulum hinab. Das Retinakulum wurde mit einem Skalpell auf einer Strecke von 4 cm durchtrennt, wobei die Synovia nicht verletzt wurde. Mittels 0er PDS erfolgte in Einzelknopfnähten die Fasziendopplung nach Mayo. Hierbei wurden die Fazienanteile sorgfältig auf einer Breite von jeweils zwei bis drei cm dargestellt. Die Fäden wurden in Einzelknopf-U-Nähten gestochen und vorgelegt. Mit drei bis vier Nähten im Abstand von mindestens 2 cm wurde eine ausreichende Zügelung des inneren Kapselblattes erreicht.
Dann folgte das erneute Einbringen des Arthroskops über den anterolateralen Zugang. Eine regelhafte Stellung bzw. Führung der Patella in Streckstellung und 40° Beugung wurde kontrolliert und dokumentiert. Danach wurde eine 12er Redondrainage intraartikulär eingelegt und eine folgende Injektion von 5 mg Morphin, in Kombination mit 10 ml Xylocain, gegeben. Es folgte eine ausgiebiege Wundspülung des medialen Zugangs mit folgendem schichtweisem Wundverschluss und Einlage einer subkutanen 12er Redondrainage. Der Hautverschluss wurde in Donati-Rückstich-Technik genäht. Ein steriler Wundverband mit folgender elastischer Wickelung der unteren Extremität wurde angelegt.

2.5 Nachbehandlung

Alle Patienten wurden postoperativ mit Motorschiene, Krankengymnastik und Kälte-anwendungen behandelt. Zunächst erfolgte eine schmerzadaptierte zunehmende passive Mobilisierung bis zum Erreichen des vollen Bewegungsumfangs. Gelenkmobilisation,

propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation, Lymphdrainage und Kryotherapie wurden von den Physiotherapeuten angewendet.

Zur Weiterbehandlung bekamen alle Patienten eine ROM-Schiene. Bei Patienten ohne größeren Knorpelschaden bzw. größere Knorpeloperation wurde die Schiene in den ersten vier Wochen auf 0°-0°-60° (Extension/Flexion), danach für weitere 2 Wochen auf 0°-0°-90° (Extension/Flexion) eingestellt. Belastung war bis zur Schmerzgrenze möglich. Nach 6 Wochen wurde mittels Krankengymnastik intensives Muskelaufbautraining verordnet, wobei der M. vastus medialis im Fokus des Trainings stand. Bei Patienten mit großen Knorpelschäden bzw. osteochondralen Flakes erfolgte die Ruhigstellung des Kniegelenks für die ersten vier Wochen in einer ROM-Schiene mit 0°-20°-60° (Extension/Flexion). Danach wurde die Schiene für weitere 2 Wochen auf 0°-0°-90° (Extension/Flexion) eingestellt. An Unterarmgehstützen wurde eine Kontaktbelastung der betroffenen Extremität für insgesamt sechs Wochen durchgeführt. Auch hier wurde nach 6 Wochen ein intensives Muskelaufbautraining verordnet.

In den ersten Wochen der Rehabilitation wurden muskelaufbauende Übungen mit geschlossener kinematischer Kette, z.B. Beinpresse, gegenüber Übungen mit offener kinematischer Kette, z.B. Kniebeugen mit Freihantel bevorzugt. Desweiteren erfolgte zusätzlich ein propriorezeptives Training mittels Vibro Platte (Rüttelbrett, Power Plate). Ein Muskelaufbau ist hierbei ohne größere Gelenkbewegungen unter Belastung möglich. Nach 5 bis 6 Wochen konnte, unter Voraussetzung einer Schmerzfreiheit, mit vorsichtigem Lauf- und Ergotraining begonnen werden, bis hin zur vollständigen Sportfreigabe im Verlauf.

2.6 Nachuntersuchung im Rahmen der Studie

2.6.1 Visuell numerische Analogskalen

Auf einer visuell numerischen Analogskala von 0 bis 10 schätzen die Patienten ihr Knie bezüglich Schmerz und Zufriedenheit mit dem operativen Ergebnis ein. 0 entspricht keinem Schmerz, 10 einem maximal vorstellbaren Schmerz auf der Schmerzskala. Bezüglich der Zufriedenheit entspricht 0 gar nicht zufrieden und 10 maximal zufrieden.

2.6.2 Klinische Untersuchung

Zunächst wurde das Knie inspiziert, mit besonderem Augenmerk auf eine eventuell vorliegende Schwellung bzw. einen deutlichen Gelenkerguss der zum Verstreichen der Patella führt.

Das Gelenk wurde auf das Vorliegen eines Ergusses geprüft, auf Patella-Druck- und Schiebeschmerz sowie auf das Zohlenzeichen. Es folgte das Abtasten und Prüfen auf

Druckschmerz des Gelenkspaltes und der Patellasehne. Geprüft wurden außerdem Verschieblichkeit der Kniescheibe und das Apprehensionzeichen. Daraufhin wurde das Knie passiv durch-bewegt, dabei wurde auf eine mögliche Krepitation geachtet und danach das Bewegungsausmaß mit der Neutral-Null-Methode bestimmt.
Weiterhin wurde die Bandstabilität geprüft, es wurde der Lachmantest durchgeführt, auf eine bestehende vordere und hintere Schublade geprüft und eine mediale und laterale Aufklappbarkeit kontrolliert.
Außerdem wurden die Menisken durch Durchführung der Meniskustests Steinmann I und II, Appley und Payr untersucht.
An beiden Beinen wurde der Oberschenkelumfang 10 cm proximal des medialen Gelenkspalts gemessen und die Seitendifferenz bestimmt. Zudem wurde der Q-Winkel klinisch bestimmt. Er wurde in Rückenlage, bei gestreckten Knie und entspannten Muskeln gemessen.

2.6.3 Knie-Scores

Die Evaluation des Zustands des Kniegelenkes wurde anhand etablierter Scores vorgenommen, hierzu wurden der Tegner-Score (Tegner und Lysholm 1985), der Lysholm-Score (Lysholm und Gillquist 1982) und der Kujala Score (Kujala et al. 1993) erhoben. Die einzelnen Scores sind im Anhang wiederzufinden.

Tegner-Score

Der Tegner-Score ist ein Aktivitätsscore, hier wird rein anamnestisch das Aktivitätsniveau vor dem Unfall und das aktuelle, wiedererlangte Aktivitätsniveau erfragt. Die Aktivitätsskala deckt Alltag, Freizeit- und Wettkampfsport ab, es werden 0 bis maximal 10 Punkte vergeben, wobei 0 Punkte einer Berufsunfähigkeit entsprechen und 10 Punkte für Fußball als Wettkampfsport auf nationalem oder internationalem Niveau vergeben werden. 5 bis 10 Punkte können nur erreicht werden, wenn der Patient an Freizeit- oder Wettkampfsport teilnimmt (Tegner und Lysholm 1985).
Das Zurückkehren in den Sport dient als Maßstab für den Erfolg der Operation.

Lysholm-Score

Der Lysholm-Score (Lysholm & Gillquist, 1982) dient der Bewertung von Instabilität und Funktion des Kniegelenkes. Er umfasst acht Parameter, die unterschiedlich gewichtet werden. Die einzelnen Parameter lauten:

- Hinken max. 5 Punkte

- Gehhilfen max. 5 Punkte
- Blockierungen max. 15 Punkte
- Instabilität max. 25 Punkte
- Schmerz max. 25 Punkte
- Schwellung max. 10 Punkte
- Treppensteigen max. 10 Punkte
- In die Hocke gehen max. 5 Punkte

Insgesamt können 100 Punkte vergeben werden; wobei gilt, je mehr Punkte ein Patient erreicht, desto besser die Stabilität und Funktion seines Kniegelenkes.

Kujala-Score

Der Kujala Score ist ein zuverlässiges und weit verbreitetes Messinstrument von patellofemoralen Störungen (Kujala et al. 1993). Dieser Score besteht aus 13 Punkten mit verschiedenen Kategorien, die sich auf Schwäche, Gewichtsbelastung, Gehen, Treppen laufen, Kniebeugen, Rennen, Springen, längeres Sitzen mit gebeugten Knien, Schmerz, Schwellung, schmerzhafte Patellabewegungen, Muskelatrophie und Flexionsdefizit beziehen. Unter den einzelnen Punkten gibt es mehrere Antwortmöglichkeiten, die sich nach dem Schmerz oder der Funktion richten. Insgesamt können 100 Punkte erreicht werden.

- Hinken max. 5 Punkte
- Belastbarkeit max. 5 Punkte
- Gehfähigkeit max. 5 Punkte
- Treppensteigen max. 10 Punkte
- Hocken max. 5 Punkte
- Rennen und Laufen max. 10 Punkte
- Springen max. 10 Punkte
- Sitzen mit gebeugtem Knie max. 10 Punkte
- Schmerz max. 10 Punkte
- Schwellung max. 10 Punkte
- Abnorme schmerzhafte Bewegung der Kniescheibe max. 10 Punkte
- Muskelatrophie max. 5 Punkte
- Beugedefizit max. 5 Punkte

Der Kujala-Score wurde auch für den Einfluss der prädisponierdene Faktoren auf das klinische Ergebnis genutzt, da er gezielt die patellofemorale Instabilität abfragt und so den Einfluss am besten wiedergibt.

2.6.4 Analyse der Röntgenbilder

Für die Nachuntersuchung wurden aus ethischen Gründen keine neue Röntgen-untersuchungen durchgeführt. Weiterhin konnte auch keine Schnittbildverfahren herangezogen werden, da nur eine geringer Zahl der nachuntersuchten Patienten eine MRT oder eine CT im Rahmen der Diagnostik erhalten hatten.

Bei den Patienten wurden zum Ausschluss von knöchernen Verletzungen und zur präoperativen Planung standardmäßig Röntgenaufnahmen des entsprechenden Kniegelenks in antero-posteriorer Projektion in Knieextension und Aufnahmen in 30° Beugung angefertigt. Der Patellagleitweg wurde tangential mittels Patella-defileé-Aufnahmen in 30°, 60° und 90° Knieflexion erfasst.

In streng seitlichen Röntgenaufnahmen wurde auf das sog. „Crossing Sign“ nach Dejour et al. (1994) untersucht, welches auf eine Trochleadysplasie hinweist. Es können drei Typen unterschieden werden. Typ I entspricht einer milderen Dysplasie. Die Trochlea ist nur in ihrem oberen Teil flach ausgebildet. Die Kondylen sind symmetrisch und die Kreuzung ist an der oberen Fläche der Trochlea lokalisiert. Typ II ist durch eine separate Kreuzung der beiden Kondylen mit dem Boden der Trochlea gekennzeichnet. Die Kondylen sind asymmetrisch und die Linie des Trochleaboden kreuzt zuerst den medialen Kondylus auf einer variablen Ebene, dann erst den lateren Kondylus. Typ III beschreibt die schwerste Form der Trochleadysplasie. Die beiden Konylen sind symetrisch, aber die Kreuzung befindet sich tief in der Trochlea, die völlig flach ausgebildet ist.

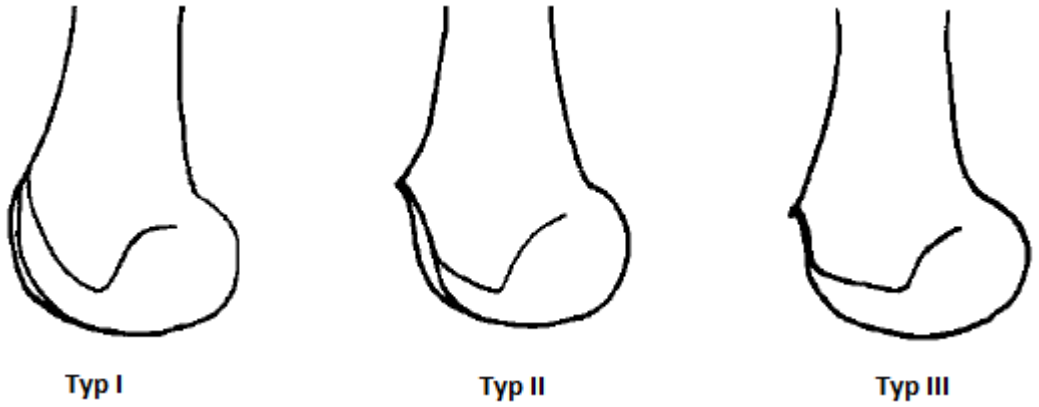


Abbildung 1: Trochleadysplasie nach Dejour (eigene Zeichnung)

Zur Beurteilung der Kniescheibenhöhe wird auf seitlichen 30° Bildern der Patella-Höhen-Index nach Insall und Salvati (1971) berechnet. Es wird der Quotient aus der Länge der Patellasehne (LT) und dem größten diagonalen Durchmesser der Patella (LP) gebildet (Abb 2). Der Normwert des Patella-Höhen-Index (PHI) liegt bei 0,8 -1,2. Bei Werten größer als 1,2 liegt eine Patella alta vor. Bei Werten kleiner 0,8 hingegen eine Patella baja.

Abbildung 2: Patella-Höhen-Index nach Insall und Salvati (Röntgenbild aus dem Archiv der Universitätsmedizin Göttingen)

2.6.5 Statistische Auswertung

Unter Beteiligung der Mitarbeiter des Instituts für medizinische Statistik der Universitätsmedizin Göttingen wurden die statistischen Auswertungen durchgeführt.

Die Erfassung und Auswertung aller Werte und Ergebnisse erfolgte mit der Software Statistica (Version 10, StatSoft). Die statistische Auswertung der klinischen Scores erfolgte in Zwei-Gruppen-Vergleiche mit dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test.
Lagen die Daten als Häufigkeiten innerhalb diskreter Kategorien, kam zur Signifikanz-berechnung zwischen zwei unabhängigen Gruppen der Chi-Quadrat-Test zur Anwendung.
Als Signifikanzniveau wurde für alle Tests $\alpha = 5\%$ festgelegt, d.h. bei einem p-Wert < 0.05 wird von einem signifikanten Unterschied ausgegangen. Alle Ergebnisse sind exploratorisch zu betrachten.
Weitere verwendetet statistische Auswertungs- und Analysemethoden: Mittelwert- und Medianberechnung, Standardabweichung, t- Test, Varianzanalyse nach Kruskal-Wallis bei unabhängigen Stichproben.

3 Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Von den 70 operierten Patienten nahmen 47 (=67%) Patienten an der Nachuntersuchung teil, 42 Patienten (60% der operierten Patienten, 89% der untersuchten Patienten) wurden in die Studie aufgenommen, davon 38 Patienten mit dem Kombinationseingriff der medialen Dopplung und lateral Release, 4 Patienten wurden nur mit einer medialen Dopplung versorgt.

Von den 23 nicht nachuntersuchten Patienten konnten 13 Patienten aufgrund eines Wohnortwechsels und terminlicher Probleme nicht an der Studie teilnehmen. Sieben Patienten konnte nicht erreicht werden und drei Patienten lehnten die Teilnahme an der Nachuntersuchungsreihe ab.

Von den 47 nachuntersuchten Patienten wurden 5 Patienten aufgrund der Ausschluss-kriterien von der Studie ausgeschlossen. Zwei Patienten erhielten zwischenzeitlich aufgrund häufiger Reluxationsepisoden eine MPFL-Augmentation und konnten somit nicht mehr an der Studie teilnehmen. Drei weitere Patienten konnten aufgrund weiterer Folgeoperation nicht in die Studie eingeschlossen werden. Zwei Patienten erhielten eine Tuberositas tibiae Osteotomie, ein Patient wurde nach einer Kreuzbandruptur mit einer vorderen Kreuzbandplastik versorgt.

Somit konnten die Ergebnisse von 42 Patienten analysiert werden, die mittels einer medialen Dopplung und *lateral release* oder nur einer medialen Dopplung versorgt wurden.

Die Patienten wurden in zwei Gruppen entsprechend ihrer Luxationsart unterteilt:

Es fanden sich unter den 42 Patienten 19 mit rezidivierenden Luxationen (Gruppe I) und 23 mit einer Patella-Erstluxation (Gruppe II).

Gruppe	**Luxationform**
Gruppe I	Rezidivluxation (n=19)
Gruppe II	Erstluxation (n=23)

Tabelle 1: Gruppeneinteilung nach Luxationsform

3.2 Auswertung der anamnestischen Daten

An der Studie nahmen zwanzig Männer (47,6%) und zweiundzwanzig Frauen (52,4%) teil. In Gruppe I (rezidivierende Luxation) befanden sich zwölf Frauen (63,2%) und sieben Männer (36,8%), in Gruppe II (Erstluxation) zehn Frauen (43,5%) und dreizehn Männer (56,5%).

Im Mittel betrug das Alter der Patienten bei Nachuntersuchung 25,5 Jahre, wobei sich die zwei Gruppen nicht signifikant im Altersdurchschnitt unterschieden. Der Altersdurchschnitt der Gruppe I betrug 24,5 Jahre [+/-5,4; min. 16, max. 34], der in Gruppe II 26,4 Jahre [+/-7,9; min.15 max. 45].
Das Alter zum Zeitpunkt der Operation war durchschnittlich 20,8 Jahre. Die einzelnen Gruppen unterschieden sich nicht signifikant im Altersdurchschnitt. Der Durchschnitt der Gruppe I betrug 19,05 Jahre [+/-5,9; min 10. max. 31], der in der Gruppe II 22,26 Jahre [+/-7,8; min.11, max. 39].

Der durchschnittliche Body-Mass-Index (BMI) lag in Gruppe I bei 23,63 kg/m^2 [+/-3,9; min. 16,5, max. 34,7], in Gruppe II bei 25,1 kg/m^2 [+/-3,4; min.19,5, max. 34,6] Insgesamt betrug der BMI bei allen Patienten im Mittel 24,4 kg/m^2.

Die Nachuntersuchung fand im Zeitraum 25 bis 108,5 Monaten nach der Operation statt, im Durschnitt 60,6 Monate. Der Mittelwert dieses Zeitraums beträgt in Gruppe I 66,55 Monate [+/-22,8; min. 29,5, max.104,0], in Gruppe II 55,8 Monate [+/-22,1; min.25,0, max.108,5].

	Gruppe I	Gruppe II
Anzahl	19 (45,2%)	23 (54,8%)
Weiblich	12 (63,2%)	10 (43,5%)
Männlich	7 (36,8%)	13 (56,5%)
Alter bei Nachuntersuchung [Jahre]	24,5 [+/-5,4;16-34]	26,4 [+/- 7,9;15-45]
Alter bei Operation [Jahre]	19,1 [+/-5,9;10-31]	22,4 [+/- 7,8;11-39]
BMI [kg/m^2]	23,63 [+/-3,9;16,5-34,7]	25,1 [+/-3,4;19,5-34,6]

Follow Up [Monate]	66,55 [+/-22,8;29,5-104,0]	55,8 [+/-22,1;25,0-108,5]

Tabelle 2: Überblick über die Zusammensetzung der Gruppen

3.2.1 Alter bei Erstluxation

Das durchschnittliche Alter bei Erstluxation betrug 19 Jahre, wobei sich die zwei Gruppen signifikant im Altersdurchschnitt unterschieden. Der Altersdurchschnitt in Gruppe I betrug bei Erstluxation 15,1 Jahre, mit einer Spannbreite von 9 bis 24 Jahren. In Gruppe II lag das mittlere Alter bei 22,4 Jahren, mit einem Minimum von 11 Jahren und einem Maximum von 39 Jahren. Damit unterschieden sich die Gruppen signifikant bei einem p-Wert von 0,001.

Gruppe I						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Alter bei Erstluxation	19	15,05	14,00	9,00	24,00	4,69
Gruppe II						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Alter bei Erstluxation	23	22,39	20,00	11,00	39,00	7,86

Tabelle 3: Alter der Erstluxation in den Gruppen

3.2.2 Verletzungsursachen der ersten Luxation

Vier Patienten der Gruppe I (rezidivierende Luxationen) erlitten ihre erste Patellaluxation bei der Ausübung von High-Risk-Pivoting-Aktivitäten (21%), davon einer beim Fußball, einer beim Handball spielen, einer beim Basketball spielen und einer beim Skifahren. Bei neun Patienten wurde die Patellaluxation durch Low-Risk-Pivoting-Aktivitäten (47%) verursacht. Dabei entstand bei vier Patienten die Luxation beim Tanzen, bei weiteren vier Patienten beim Joggen und bei einem Patienten beim Trampolinspringen. Bei 6 Patienten waren die Verletzungsursachen den Non-Risk-Pivoting-Aktivitäten (32%) zuzuordnen. Bei zwei Patienten luxierte die Patella beim Absteigen einer Treppe, bei einem Patienten beim Aussteigen aus dem Auto, bei einem Patienten beim Radfahren, bei einem Patienten beim Aufstehen aus der Hocke und bei einem Patienten beim Schwimmen. Ein direktes Trauma war in dieser Gruppe nicht zu finden.

Vierzehn Patienten der Gruppe II (Erstluxation) erlitten ihre Patellaluxation bei der Ausübung von High-Pivoting-Aktivitäten (61%), davon fünf beim Fussball, drei beim Handball, zwei beim Basketball, einer beim Tennis, einer beim Volleyball, einer beim Karate und einer beim Skifahren. Sechs Patienten der Gruppe II zogen sich ihre Luxation im Rahmen von Low-

Risk-Pivoting-Sportarten zu (26%), drei beim Tanzen, 2 beim Joggen, einer beim Wandern und einer beim Schlittschuhfahren. Bei zwei Patienten ereignete sich die Patellaluxation bei Non-Privoting-Aktivitäten (9%). Einer erlitt eine Luxation beim Aufstehen aus der Hocke, ein Patient beim Absteigen einer Treppe. In dieser Gruppe erlitt ein Patient durch ein direktes Trauma beim Rugbyspielen eine Patellaluxation (4%).

	Non-Risk (n=8)	*Low-Risk (n=15)*	*High-Risk (n=18)*	*Direktes Trauma (n=1)*
Gruppe I (n=19)	6 (32%)	9 (47%)	4 (21%)	0
Gruppe II (n=23)	2 (9%)	6 (26%)	14 (61%)	1 (4%)

Tabelle 4: : Verletzungsursache eingeteilt nach Innsbrucker Knie-Sportfähigkeitsklassifikation

Low-Risk-Pivoting- und Non-Risk-Pivoting-Verletzungen waren am häufigsten bei der Gruppe I zu finden, während die erstmalige Dislokation in Gruppe II meist während High-Risk-Pivoting-Aktivitäten auftrat (p=0,03). Damit fand sich eine Tendenz, aber keine Signifikanz.

3.2.3 Reposition der Patella nach Luxation

In der Gruppe I kam es bei vierzehn Patienten (74%) zu spontaner Reposition nach dem Luxationsereignis, bei den übrigen fünf Patienten (26%) wurde die Patella entweder von einem Notarzt oder im Krankenhaus reponiert.
In der Gruppe II waren signifikant weniger Spontanrepositionen zu finden. Von den dreiundzwanzig Patienten reponierten neun Kniescheiben (39%) spontan, während vierzehn Luxationen (61%) von einem Arzt reponiert wurden.

3.2.4 Anzahl der präoperativen Luxationen

Von den neunzehn Patienten aus der Gruppe I berichteten sechs Patienten von 2 Luxationen, weitere sechs von 3 Luxationen, vier Patienten von 4 Luxationen, ein Patient von 5 Luxationen und zwei Patienten von mehr als 10 Luxationen.
Die dreiundzwanzig Patienten aus der Gruppe II wurden nach ihrem Erstereignis direkt operiert.

	Anzahl der Luxationen	*Anzahl der Patienten*	*Männlich*	*Weiblich*
Gruppe I (n=19)	2-3	12 (63%)	4 (33%)	8 (67%)
	4-5	5 (26%)	3 (60%)	2 (40%)
	>10	2 (11%)	0	2 (100%)
Gruppe II (n=23)	1	23 (100%)	13 (65%)	10 (45%)

Tabelle 5: Anzahl der präoperativen Luxationen

In der Gruppe II war bei 9 Patienten (47%) auch die Gegenseite betroffen, wobei in der Gruppe II kein Ereignis der Gegenseite auftrat.

3.2.5 Anzahl der postoperativen Luxationen

Insgesamt betrug die Reluxationsrate bei allen 42 Patienten 14 %.

In der Gruppe I (n=19) kam es bei sechs Patienten (32%) zu Reluxation nach operativer Versorgung mittels medialer Dopplung. In der Gruppe II kam es hingegen nach Operation zu keinem Reluxationsereignis.

Drei Patienten erlitten die Reluxation im Rahmen von High-Risk-Pivoting-Aktivitäten. Eine Patientin beim Handballspielen, eine Patientin beim Volleyballspielen und ein Patient beim Skifahren. Bei einer Patientin wurde die Reluxation bei Low-Risk-Pivoting-Aktivitäten ausgelöst. Sie zog sich die Reluxation beim Tanzen zu. Bei einer Patientin luxierte die Patella beim Absteigen einer Leiter und bei einer beim Teppen absteigen, welche den Non-Risk-Pivoting-Aktivitäten zuzuordnen sind. Bei diesen Patienten reluxierte die Patella mehrmals. Das angegebene Ereignis war die zuletzt erlittene Luxation. Diese beiden Patienten hatten vor der Operation schon mehr als 10 präoperative Luxationen erlitten.

Unter den sechs Patienten der Gruppe I, bei denen die Patella nach Operation luxierte, waren fünf Frauen (83%) und ein Mann (17%). Der mittlere Zeitraum zwischen Operation und Reluxation betrug 4 Jahre, im Minimum 3 Jahre und im Maximum 6 Jahre.

In der Gruppe II kam es hingegen nach Operation zu keinem Reluxationsereignis.

	Reluxation	Weiblich	Männlich
Gruppe I	6 (32%)	5 (83%)	1 (17%)
Gruppe II	0	0	0

Tabelle 6: Anzahl der postoperativen Luxationen

Eine statistische Auswertung war aufgrund der Gruppengröße nicht möglich.

3.2.6 Familiäre Disposition

Die Frage nach Familienmitgliedern, bei denen es in der Vergangenheit mindestens einmal zu einer Patellaluxation kam, wurde in der Gruppe I von sechs der neunzehn Patienten (32%) positiv beantworte, während in der Gruppe II von den dreiundzwanzig Patienten nur drei Patienten (13%) eine positive Familienanamnese hatten.

3.3 Intraoperative Befunde

Bei der Auswertung der Operationsberichte wurde deutlich, dass während der Patellaluxation in den meisten Fällen (81%) chondrale Schädigungen unterschiedlicher Ausprägungen auftraten. Die Läsionen zeigten sich intraoperativ hauptsächlich an den für eine abgelaufene Patellaluxation typischen Stellen wie den medialen Patellafacetten und den lateralen Femurkondylen. Osteochondrale Flakes wurden bei neun Patienten gefunden (21,4%). Eine Ruptur des medialen Retinakulums fand sich bei 28 Patienten (67%).
Eine Knorpelglättung wurde 21- mal, eine Mikrofrakturierung 8-mal, eine Abrasionsplastik 3-mal und eine Pridie-Bohrung 4-mal durchgeführt.
Freie Gelenkkörper wurden 9-mal mal vorgefunden und soweit es möglich war refixiert.
Die Klassifizierung der Knorpelschäden erfolgte dabei nach Outerbridge (1961) in Grad I – IV (CM steht für Chondromalazie).

	Gruppe I (n=19)				Gruppe II (n=23)		
Lokalisation / Befund	mediale Patella	lateraler Kondylus	medialer Kondylus		mediale Patella	lateraler Kondylus	medialer Kondylus
kein	5 (26,5%)	12 (63%)	17 (90%)		5 (22%)	15 (65%)	19
CM I°	2 (10,5%)	4 (21%)	1 (5%)		1 (4%)	1 (4,5%)	0
CM II°	2 (10,5%)	2 (11%)	0		10 (44%)	6 (26%)	0
CM III°	8 (42%)	1 (5%)	1 (5%)		6 (26%)	1 (4,5%)	0
CM IV°	2 (10,5%)	0	0		1 (4%)	0	0

Tabelle 7: Häufigkeit und Lokalisation der Knorpelläsionen an Patella und Femur

Hinsichtlich des Auftretens von osteochondralen Flakes konnten man einen signifikanten Unterschied (p=0,02) zwischen den Gruppen finden. In der Gruppe I wurde bei einem Patienten ein osteochondrales Flake (5%) an der medialen Patellafacette diagnostiziert, während in der Gruppe II diese osteochondrale Läsion achtmal (35%) gefunden wurde, siebenmal an der medialen Patellalfacette und einmal am lateralen Femurkondylus.
Ein Riss des medialen Retinakulums wurde in der Gruppe I intraoperativ bei zehn Patienten (53%) gefunden. In Gruppe II fand sich bei 18 der 23 Patienten (78%) eine Ruptur (p=0,07)

3.4 Klinische Untersuchung

Zeichen eines höhergradigen femoropatellaren Knorpelschadens in Form eines Aneinanderreibens der Gelenkflächen (Krepetation) ließen sich bei sieben Patienten der Gruppe I (37%) und bei drei Patienten der Gruppe II (13%) durch den „Knirschtest“ festellen. Ein Druckschmerz an der medialen und lateralen Patellafacette, ebenfalls ein Hinweis auf mögliche chondrale Schädigung, konnte in der Gruppe I in fünf Fällen (26%), in der Gruppe II in zwei Fällen (9%) ausgelöst werden.

Eine vermehrte Lateralverschieblichkeit der Patella spricht für einen lockeren insuffizienten medialen Bandapparat (Kolowich et al. 1990). Bei 12 Patienten der Gruppe I (63%) fiel der Patella-Glide-Test positiv aus, bei drei Patienten fand sich sogar eine hypermobile Patella. In der Gruppe II konnte nur bei sechs (26%) Patienten eine vermehrte laterale Verschieblichkeit festgestellt werden.
Das Zohlen-Zeichen wurde, trotz eher untergeordneter Bedeutung, an jedem der betroffenen Patienten getestet, da es doch auf retropatellare Knorpeldefekte hinweisen kann. Es fiel in Gruppe I in neun Fällen, in Gruppe II bei acht Patienten positiv aus.
Weiterhin hatten acht Patienten der Gruppe I (42%) und zwei Patienten der Gruppe II (9%) einen pathologischen Q-Winkel .
Kniegelenksergüsse fanden sich bei keinem der Untersuchungsteilnehmer.
Auch der in der Diagnostik häufig eingesetzte Apprehensionstest gilt, sofern er positiv ausfällt, als Hinweis für eine stattgefundene Patellaluxation oder Subluxation.
Er fiel bei der Nachuntersuchung bei sieben Patienten der Gruppe I (37%) und lediglich einem Patienten der Gruppe II (4%) positiv aus. (Tab.8)

	Gruppe I (n=19)			Gruppe II (n=23)	
Ergebnisse / **Klinische Parameter**	positiv	negativ		positiv	negativ
Apprehensionstest	7 (37%)	12 (63%)		1 (4%)	22 (96%)
Patella-Glide-Test	12 (63%)	7 (37%)		6 (26%)	17 (74%)
Zohlen-Zeichen	9 (47%)	10 (53%)		8 (35%)	15 (65%)
Facettendruckschmerz	5 (26%)	14 (74%)		2 (9%)	21 (81%)
Krepetation	7 (37%)	12 (63%)		3 (13%)	20 (87%)
Patellaverschiebeschmerz	6 (32%)	13 (68%)		1 (4%)	22 (96%)
Genu valgum	8 (42%)	11 (58%)		4 (17%)	19 (83%)
Pathologischer Q-Winkel	8 (42%)	11 (48%)		2 (9%)	21 (81%)

Tabelle 8: Klinische Untersuchung und diagnostische Tests

Die Messung der Oberschenkelumfänge zur Bestimmung einer Quadricepsatrophie erfolgte 10 cm proximal des Kniegelenkspaltes. Sie zeigte bei sechs Patienten (32%) der Gupppe I nur gering ausgeprägte Differenzen zur Gegenseite mit Umfangsminderung bis zu 2 cm. Zwei Patienten (10%) hatten Atrophiezeichen stärkeren Ausmaßes (über 2 cm). Diese Patienten gaben an, das jeweilige Bein aus Angst vor erneuten Luxationsereignissen bei Tätigkeiten des täglichen Lebens bewusst zu schonen. In Gruppe II war bei sechs Patienten (26%) eine Umfangsdifferenz zu Gegenseite um bis zu 2 cm zu finden, Größere Differenzen wurden nicht gemessen.
Flexionsdefizite traten bei drei Patienten (16%) der Gruppe I auf. Bei allen drei Kniegelenken wurde eine Beugeeinschränkung bis zu 10° festgestellt. In der Gruppe II hatte nur ein Patient (4%) ein Beugedefizit von etwa 10°.

3.5 Radiologische Befunde

3.5.1 Index nach Insall und Salvati

Die Patellahöhe wurde anhand der präoperativen Röntgenbilder nach der Methode von Insall und Salvati (1971) gemessen. Es wird der Quotient aus der Länge der Patellasehne und dem größten diagonalen Durchmesser der Patella ermittelt. Der Normwert des Patella-Höhen-Index liegt bei 0,8 -1,2. Bei Werten größer als 1,2 liegt eine Patella alta vor, bei Werten von unter 0,8 liegt eine Patella baja vor. In der Gruppe I betrug die der mittlere Insall-Salvati-Index 1,32 (1 bis 1,6), während in der Gruppe II die Werte im Mittel bei 1,19 (0,9 bis 1,5) lagen. Bei keinem der Patienten wurde eine Patella baja (Patellatiefstand) diagnostiziert.

Gruppen / Parameter	Gruppe I (n=19)	Gruppe II (n=23)
Normbereich (0,8-1,2)	5 (24%)	12 (52%)
Patella alta	14 (76%)	11 (48%)
Mittelwert	1,29	1,20

Tabelle 9: Index nach Insall und Salvati

Zwischen den zwei Gruppen konnte beim Insall-Index kein signifikanter Unterschied (p=0,06), festgestellt werden. Die Patienten der Gruppe II zeigen aber eine Tendenz zu höheren Insall-Indices und damit zu einer größeren Anzahl von Patella alta.

3.5.2 Trochleadysplasie und Crossing sign

In der Untersuchung der streng seitlichen Aufnahmen, konnten von 42 Röntgenaufnahmen 36 (86%) Bilder ausgewertet werden. Bei den 6 nicht ausgewerteten Aufnahmen, waren die Bilder unzureichend seitlich aufgenommen, so dass ein crossing sign nicht beurteilt werden konnte

In der Gruppe I konnten 18 Aufnahmen ausgewertet werden. In 16 Fällen (89%) wurde ein positives crossing sign, als Hinweis auf eine Trochleadysplasie gefunden. Fünfmal fand sich der Typ I (28%), siebenmal der Typ II (39%) und viermal der Typ III (22%).

In der Gruppe II wurden wiederum 18 Aufnahmen ausgewertet. Bei neun Patienten (50%) fand sich ein positives crossing sign. In fünf Fällen wurde der Typ I (28%) und in vier Fällen der Typ II (22%) diagnostiziert, keinmal der Typ III.

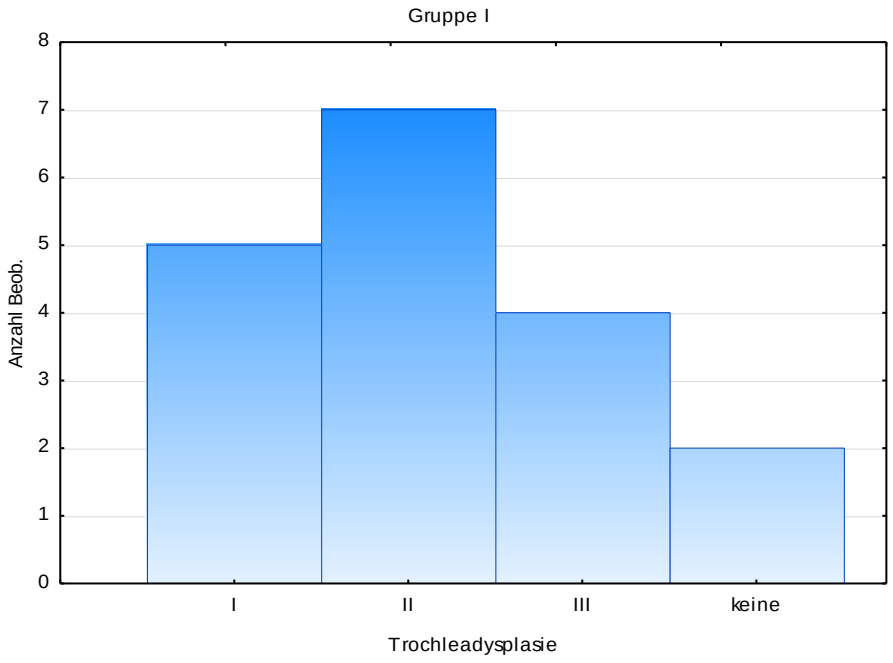


Abbildung 3: Trochleadysplasie nach Dejour Gruppe I

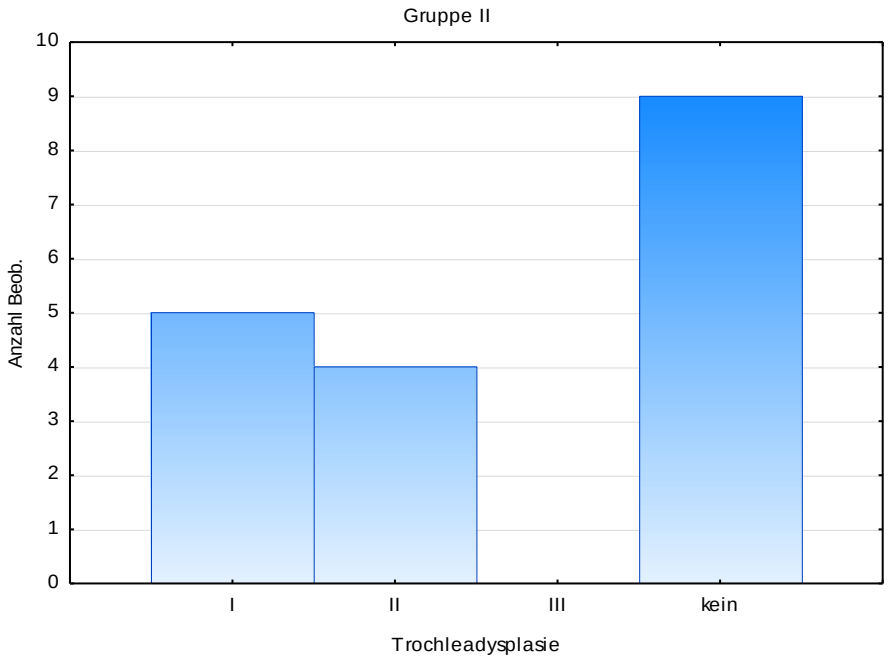


Abbildung 4: Trochleadysplasie nach Dejour Gruppe II

Das *crossing sign* wurde in der Gruppe I signifikant häufiger diagnostiziert als in der Gruppe II (p=0,013). Die Zahl der schweren Dysplasien in der Gruppe I war 61% und 21% in der Gruppe II. Der Chi-Quadrat-Test zeigten einen signifikanten Unterschied (p 0,02) zwischen den beiden Gruppen.

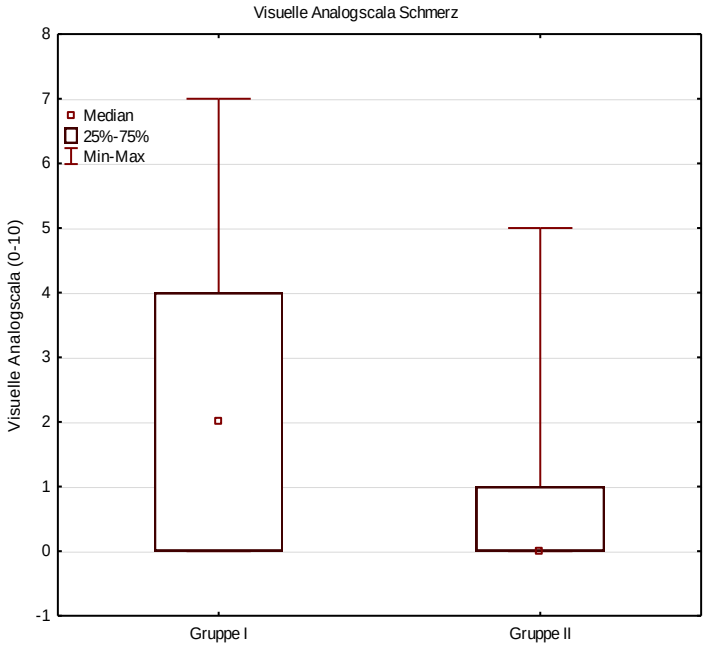
3.6 Visuell numerische Analogskalen (Erstluxation vs. Rezidivluxationen)

Auf der visuell numerischen Analogskala für Schmerz gaben in Gruppe I (rezidivierende Luxation) fünf der neunzehn Patienten 0 auf der Schmerzskala an (23%), was „kein Schmerz“ entspricht. Zwei Patienten gaben 1 an, drei Patienten 2, zwei Patienten 3 und drei Patient 4. Ein Patient gab eine 5, zwei Patienten ein 6 und ein Patient eine 7. In Gruppe I liegt der Mittelwert bei 2,63 (+/-2,29).

In der Gruppe II (Erstluxation) gaben siebzehn der dreiundzwanzig Patienten 0 an (74%), ein Patient gab 1 an, zwei Patienten 2 , zwei Patienten gaben eine 4 und ein Patient eine 5 auf der Schmerzskala von 0-10 an. Der Mittelwert in Gruppe II liegt bei 0,78 (+/-1,53).

VASS	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**M**	**SD**
Gruppe I (n=19)	5 (23%)	2 (11%)	3 (16%)	2 (11%)	3 (16%)	1 (5%)	2 (11%)	1 (5%)	2,63	2,29
Gruppe II (n=23)	17 (74%)	1 (4%)	2 (9%)	0	2 (9%)	1 (4%)	0	0	0,78	1,53

Tabelle 10: Verteilung der Punkte für die visuelle Analogskala Schmerz in den beiden Gruppen



Gruppe	I	II
Mittelwert	2,63	0,78
Standardabweichung	2,29	1,53

Abbildung 5: Darstellung der Ergebnisse der visuellen Analogskala Schmerz

Zwischen den zwei Gruppen kann hinsichtlich der subjektiven Einschätzung der Schmerzen nach der operativen Versorgung auf der Analogskala ein signifikanter Unterschied (p=0,005) erkannt werden. Bei den Patienten mit rezidivierenden Luxationen ist das subjektive Schmerzempfinden signifikant größer als bei den Patienten, die nach ihrer Erstluxation direkt operiert wurden. p=0,005. Der Mittelwert der Gruppe I (rezidivierende Luxation) beträgt 2,63, der der Gruppe I (Erstluxation) nur 0,78.

3.7 Zufriedenheit mit dem operativen Ergebnis

Bei der Angabe zur Zufriedenheit mit dem operativen Ergebnis gaben fünf der neunzehn Patienten der Gruppe I einen Wert von 10 an (26%), einer der Patienten 9, vier Patienten 8 (21%) und zwei der Patienten einen Wert von 7 an (14%). Ein Patient gab eine 6 an und sechs Patienten ein 5 und schlechter (31 %).In Gruppe I liegt der Mittelwert bei 7,26 (+/- 2,28).

Zehn Patient der Gruppe II gaben die Zufriedenheit ihres operierten Knies auf der visuellen numerischen Analog-Skala bei 10 (43%) an, sieben Patienten gaben die Zufriedenheit mit 9 (30%) an, zwei Patienten mit 8 und ein Patienten gab 7 an. Drei Patienten gaben eine 5 oder schlechter an (13%). Der Mittelwert in Gruppe II liegt bei 8,52 (+/- 2,25)

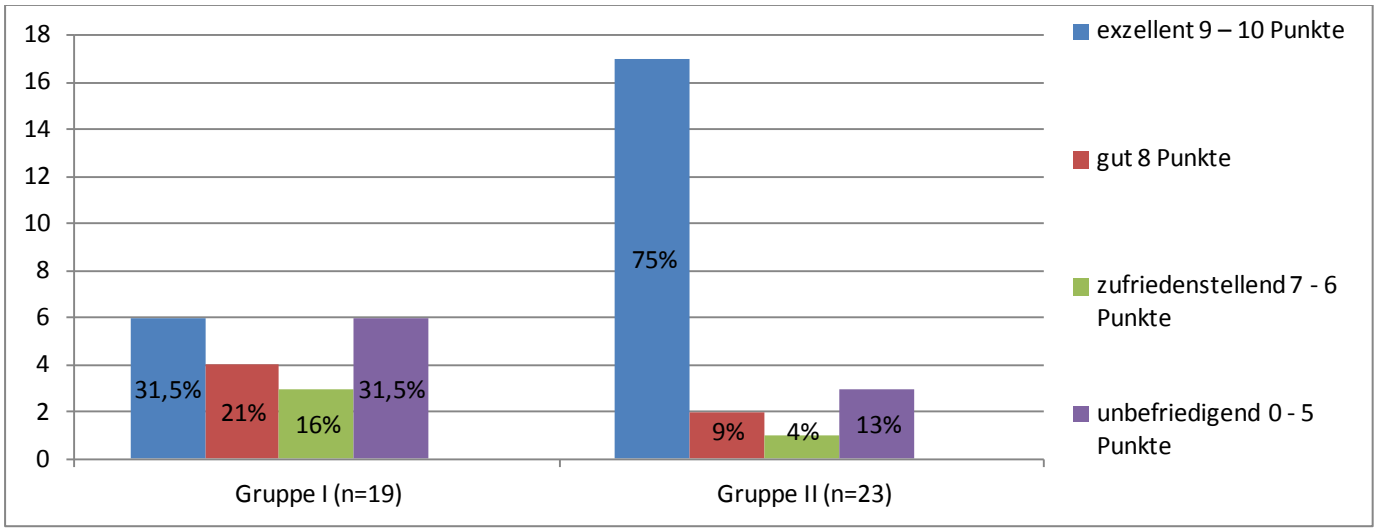
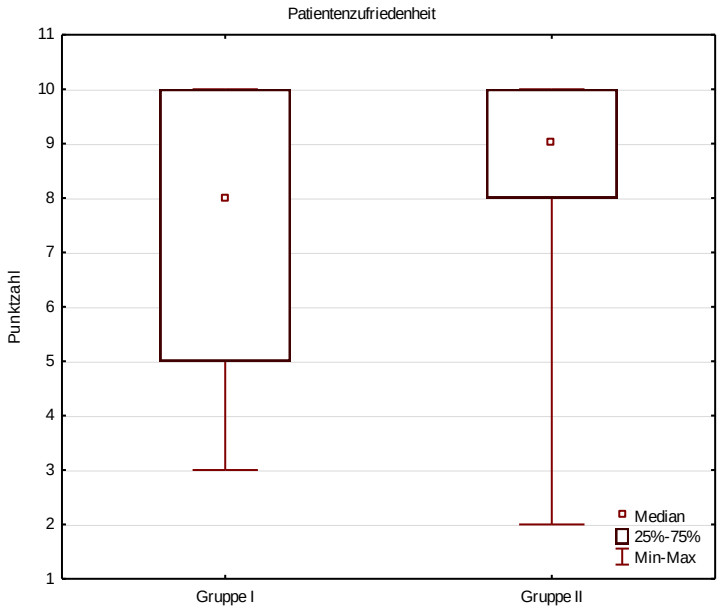


Abbildung 6 : Übersicht über die Angaben bei der Patientenzufriedenheit



Gruppe	I	II
Mittelwert	7,26	8,52
Standardabweichung	2,28	2,25

Abbildung 7: Darstellung der Ergebnisse der visuellen Analogskala Zufriedenheit

Im Vergleich der zwei Gruppen gibt es für das Ergebnis für die Zufriedenheit keinen signifikanten Unterschied. Allerdings zeigt sich mit einem p=0,058 bei den vorliegenden Ergebnissen, dass die Patienten mit Erstluxation tendenziell zufriedener sind. Der Mittelwert der Gruppe I beträgt 7,26 der der Gruppe II 8,52.

3.8 Kniescores

3.8.1 Tegener-Score

Die Patienten der Gruppe I erreichten im Tegner-Aktivitätsscore minimal 4 bis maximal 9 Punkte als präoperativen Wert (Mittelwert 5,89 (+/-1,32)). Bei der Nachuntersuchung nach erfolgter medialen Dopplung ergab sich für die Patienten dieser Gruppe ein Wert zwischen minimal 3 und maximal 7 (Mittelwert 5,21 (+/- 1,2)). 10 der 19 Patienten (53%) haben ihr Aktivitätsniveau, das sie vor dem Unfall hatten, wieder erreicht. Bei vier Patienten fiel es um 2 Punkte (21%) und bei fünf Patienten um einen Punkt (26%) ab.
Die Patienten der Gruppe II erreichten im Tegner Aktivitätsscore minimal 3 und maximal 10 Punkte präoperativ (Mittelwert 6,26 Punkte (+/-2,00)). Bei der Nachuntersuchung nach erfolgter medialen Dopplung ergab sich für die Patienten dieser Gruppe ein Wert zwischen zwischen 3 und 10 (Mittelwert 5,86 Punkte (+/-1,84)). 14 der 23 Patienten (61%) dieser Gruppe erreichten das Aktivitätsniveau, das sie vor dem Unfall hatten. Ein Patient (4%) konnte sein Level um einen Punkt steigern. Bei vier Patienten (17,5%) sank das Aktivitätslevel um 1 und bei weiteren vier Patienten (17,5%) um 2 Punkte.

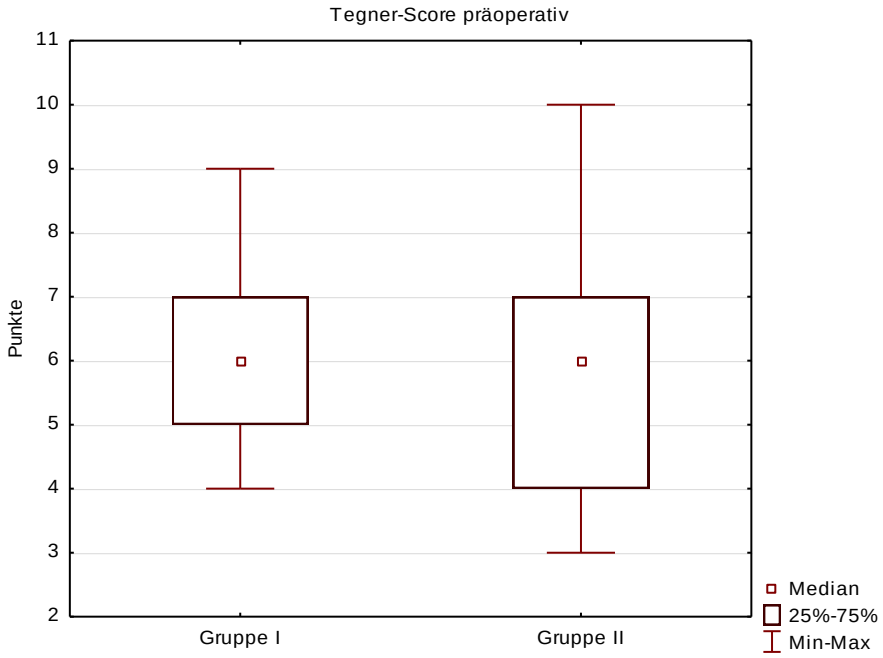


Abbildung 8: Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores vor dem Luxationsereignis

Rezidivierende Luxationen Gruppe I						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Tegner vor max. 10	19	5,89	6,00	4,00	9,00	1,32
Erstluxation Gruppe II						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Tegner vor max 10	23	6,26	6,00	3,00	10,00	2,00

Tabelle 11 Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores vor dem Luxationsereignis

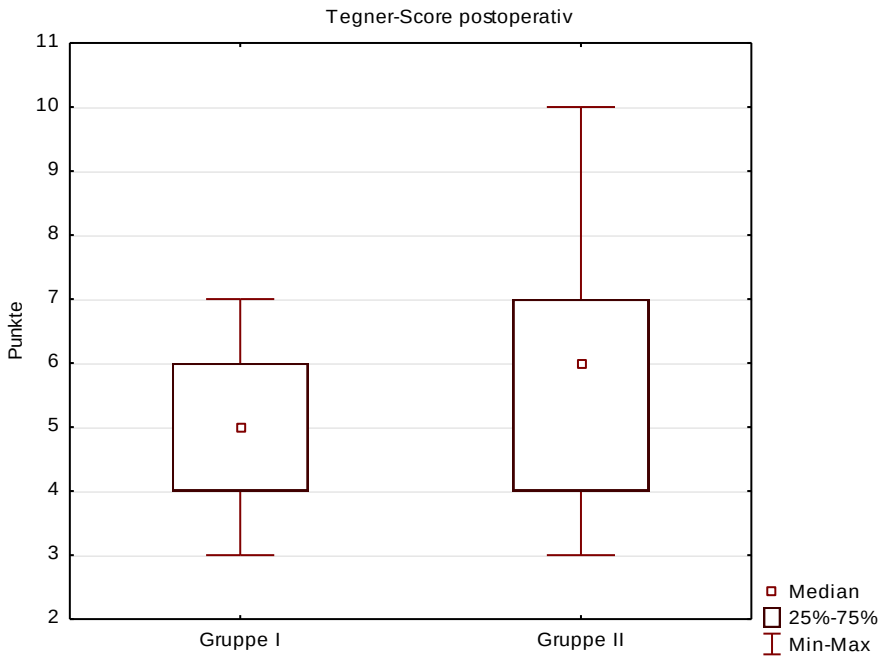


Abbildung 9: Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores nach dem Luxationsereignis

Rezidivierende Luxationen Gruppe A						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Tegner nach	19	5,21	5,00	3,00	7,00	1,27
Erstluxation Gruppe B						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Tegner nach	23	5,86	6,00	3,00	10,00	1,84

Tabelle 12: Darstellung der Ergebnisse des Tegner-Scores nach dem Luxationsereignis

Weder für das präoperative Aktivitätslevel, noch für das Aktivitätslevel nach erfolgter medialer Dopplung oder die Differenz zwischen beiden Aktivitätsleveln finden sich signifikante Unterschiede zwischen den zwei Gruppen. Es kam in beiden Gruppen im

Vergleich prä- zu postoperativ zu keiner signifikanten Verbesserung oder Verschlechterung des Aktivitätslevels. Allerdings ist festzuhalten, dass sich die Patienten der Gruppe II sowohl vor der Operation als auch nach der Operation auf einem höheren Aktivitätslevel befanden.

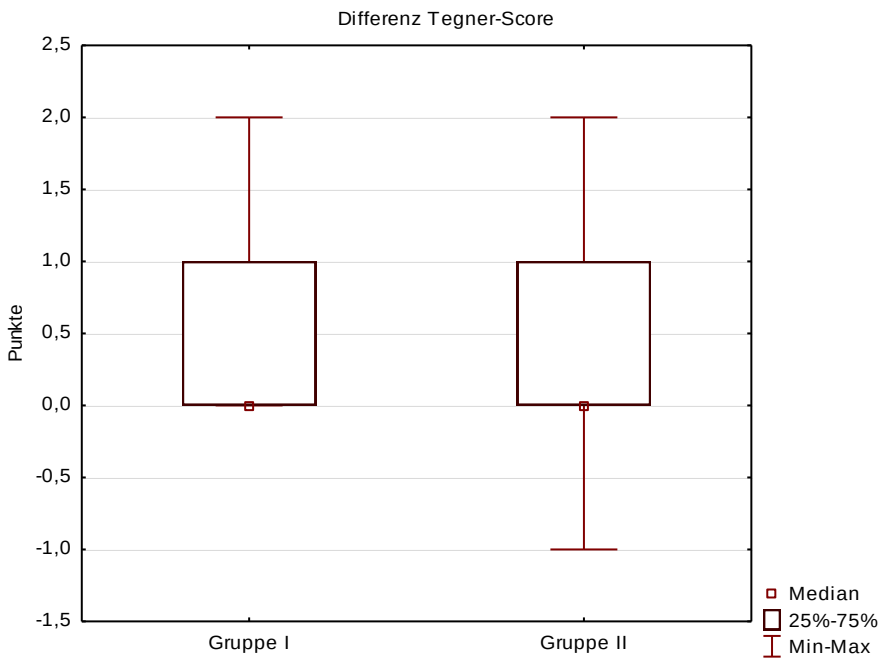


Abbildung 10: : Darstellung der Differenz zwischen dem Tegner-Score vor erlittener Patellaluxation und dem Tegner-Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Rezidivierende Luxationen Gruppe A						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Diff. Tegner	19	0,68	0,00	0,00	2,00	0,82
Erstluxation Gruppe B						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Diff. Tegner	23	0,47	0,00	-1,00	2,00	0,84

Tabelle 13: Darstellung der Differenz zwischen dem Tegner -Score vor erlittener Patellaluxation und dem Tegner- Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

3.8.2 Score nach Lysholm und Gillquist

Im Kniescore nach Lysholm und Gillquist erreichten die Patienten der Gruppe I in der subjektiven Beurteilung der Funktion ihres Kniegelenkes Werte zwischen minimal 48 und maximal 100 Punkten. Ein Patient erreichte die maximale Punktzahl, insgesamt drei der neunzehn Patienten erreichten ein exzellentes Ergebnis mit 95 oder mehr Punkten. Fünf

Patienten erreichten ein gutes Ergebnis mit 84 bis 94 Punkten, sieben Patienten erreichten ein zufriedenstellendes Ergebnis und vier ein schlechtes Ergebnis. Der Mittelwert der Patienten in Gruppe I betrug 79,31 (+/-15,67) Punkte.

Die Patienten der Gruppe II erreichten Werte zwischen minimal 74 und maximal 100 Punkten. Elf der dreiundzwanzig Patienten dieser Gruppe erreichten die maximale Punktzahl und insgesamt 13 der 23 Patienten 95 oder mehr Punkte, was einem sehr guten Ergebnis entspricht. 7 Patienten erreichten ein gutes Ergebnis, 3 Patienten ein zufrieden stellendes Ergebnis. Der durchschnittliche Wert betrug in dieser Gruppe II 93,732 (+/-7,96) Punkte.

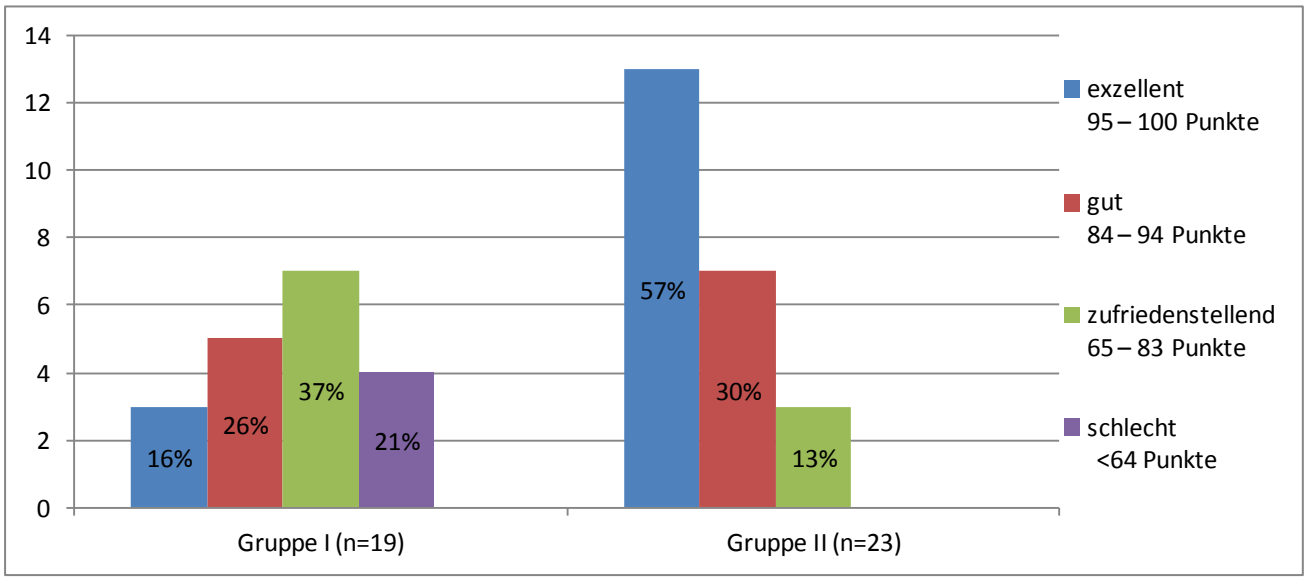


Abbildung 11: Überblick über die Ergebnisse im Lysholm-Score

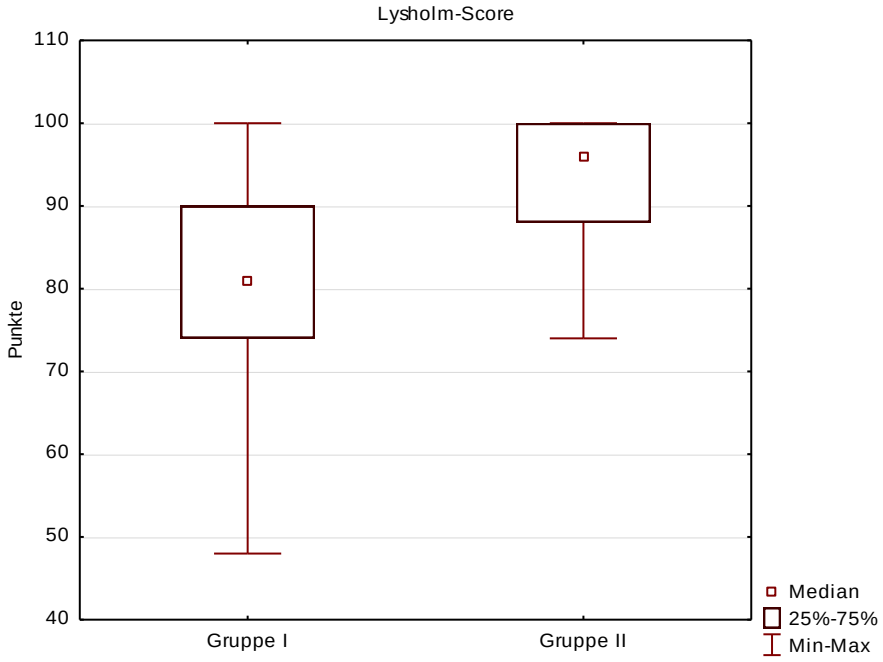


Abbildung 12: Darstellung der Ergebnisse im Lysholm-Score

Rezidivierende Luxationen Gruppe I						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Lysholm (max. 100)	19	79,31	81,00	48,00	100,00	15,67
Erstluxation Gruppe II						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Lysholm (max. 100)	23	93,74	96,00	74,00	100,00	7,96

Tabelle 14: Darstellung der Ergebnisse im Lysholm-Score

Beim Vergleich des Lysholm Scores zwischen den Gruppen I und II zeigt sich ein signifikanter Unterschied. Die Punktzahl im Lysholm Score ist bei Patienten, die nach einer Erstluxation direkt mittels medialer Dopplung operativ versorgt wurden, signifikant größer als bei den Patienten, die erst nach rezidivierenden Luxationen operiert wurden, p= 0,0009.

3.8.3 Kujala-Score

Im Score nach Kujala erreichten die Patienten der Gruppe I in der Beurteilung der patellofemorale Funktion Werte zwischen minimal 48 und maximal 100 Punkten. Ein Patient erreichte die maximale Punktzahl, insgesamt vier der neunzehn Patienten erreichten ein exzellentes Ergebnis mit 95 oder mehr Punkten. Fünf Patienten erreichten ein gutes Ergebnis mit 84 bis 94 Punkten, sechs Patienten erreichten ein zufriedenstellendes Ergebnis und vier ein schlechtes Ergebnis. Der Mittelwert der Patienten in Gruppe I betrug 78,89 (+/-

16,56) Punkte.

Die Patienten der Gruppe II erreichten Werte zwischen minimal 82 und maximal 100 Punkten. 9 der 23 Patienten dieser Gruppe erreichten die maximale Punktzahl und insgesamt 15 der 23 Patienten 95 oder mehr Punkte, was einem sehr guten Ergebnis entspricht. Fünf Patienten erreichten ein gutes Ergebnis, drei Patienten ein zufrieden stellendes Ergebnis. Der durchschnittliche Wert betrug in dieser Gruppe 95,00 (+/-6,44) Punkte.

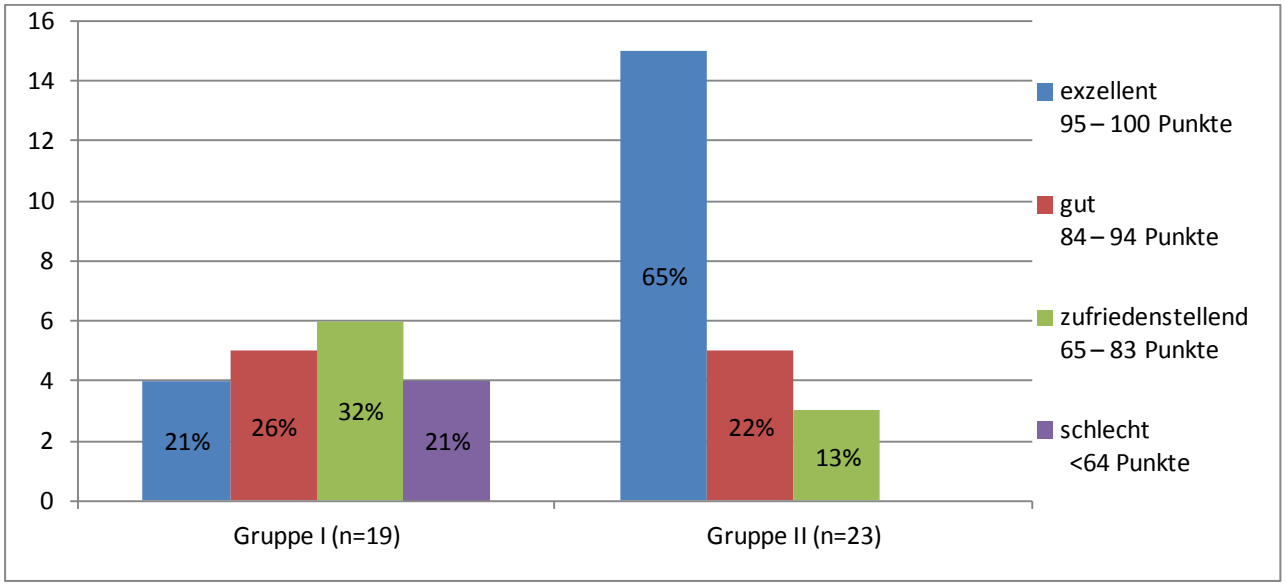


Abbildung 13: Überblick über die Ergebnisse im Kujala-Score

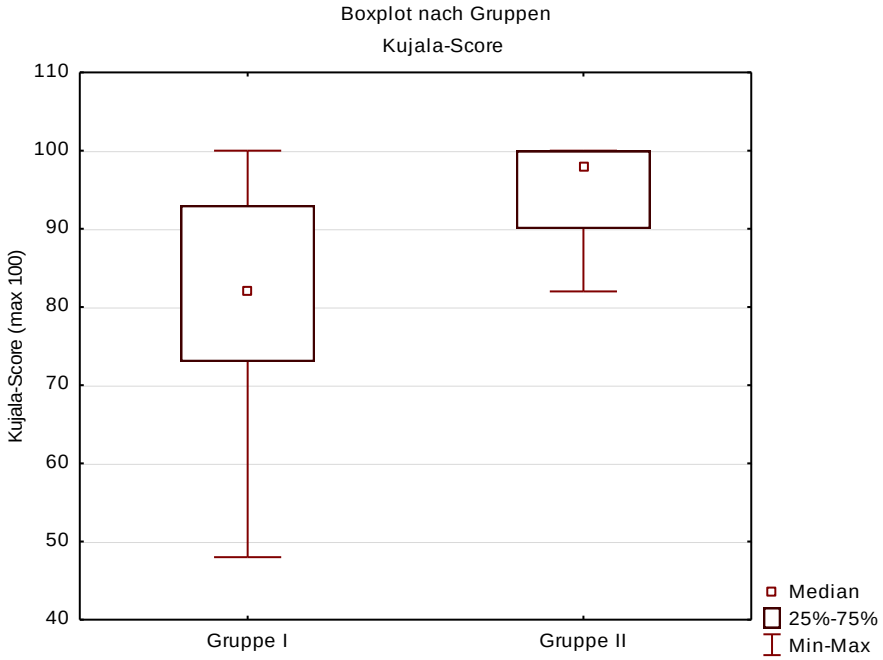


Abbildung 14: Darstellung der Ergebnisse im Gruppenvergleich im Kujala-Score

Rezidivierende Luxationen Gruppe I						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	19	78,89	82,00	48,00	100,00	16,56
Erstluxation Gruppe II						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	23	95,00	98,00	82,00	100,00	6,445

Tabelle 15: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score

Beim Vergleich des Kujala Scores zwischen den Gruppen I und II zeigt sich ein signifikanter Unterschied. Die Punktzahl im Kujala Score ist bei Patienten der Gruppe der Erstluxationen, signifikant größer als bei den Patienten, die erst nach rezidivierenden Luxationen operiert wurden, p= 0,0001.

3.9 Einfluss der verschiedenen prädisponierenden Faktoren auf das klinische Ergebnis anhand des Kujala-Scores

Zur Klärung der Frage, inwieweit bestimmte prädisponierenden Faktoren in Zusammenhang mit den Score-Ergebnissen und dem Auftreten von Luxationsrezidiven nach Operation stehen, wurden alle ermittelten Daten einander gegenübergestellt und auf signifikanten Zusammenhänge untersucht. Im Folgenden werden nur die aussagekräftigsten Vergleiche dargelegt.

3.9.1 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse von Patella alta

25 der 42 Patienten (60%) wiesen einen Insall-Salvati-Index über 1,2 und damit eine Patella alta auf. Lag der Anteil von sehr guten und guten Resultaten bei Patienten ohne Patellahochstand bei 94,1 %, so betrug er bei Patienten mit einer Patalla alta nur 52 %. Patienten mit einem Patellahochstand zeigten signifikant schlechtere Score-Ergebnisse als Patienten ohne diese Pathologie (p=0,001).

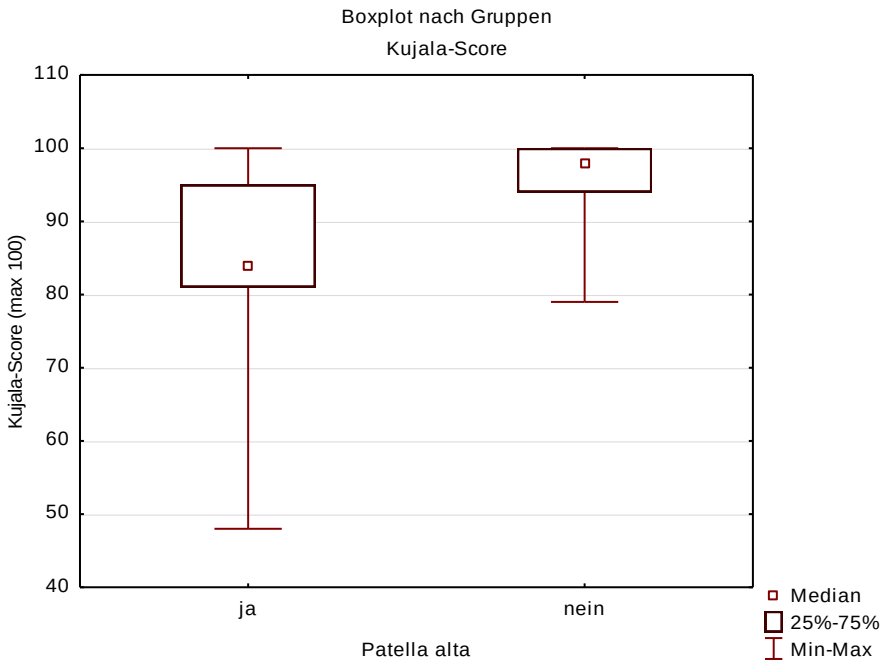


Abbildung 15: : Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Patella alta

Patella alta=ja						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	25	82,32	84,00	48,00	100,00	16,01
Patella alta=nein						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	17	95,64	98,00	79,00	100,00	6,11

Tabelle 16: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Patella alta

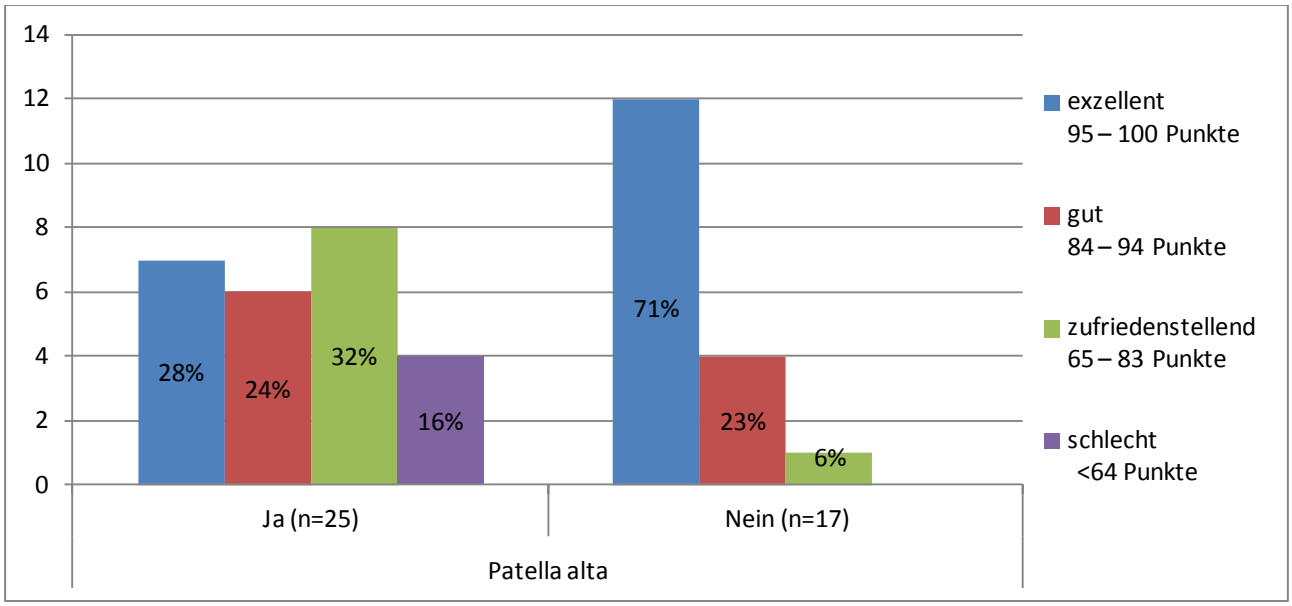


Abbildung 16: : Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score bei Patella alta

3.9.2 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse von Genu valgum

12 der 42 Patienten (29%) zeigten in der klinischen Untersuchung ein Genu valgum. Im Vergleich der zwei Gruppen gab es für das Score-Ergebnis von Patienten mit oder ohne Genu valgum keinen signifikanten Unterschied. Allerdings zeigte sich mit einem p=0,053 bei den vorliegenden Ergebnissen, dass die Patienten ohne eine Genu-valgum-Fehlstellung tendenziell bessere Ergebnisse erzielt haben.

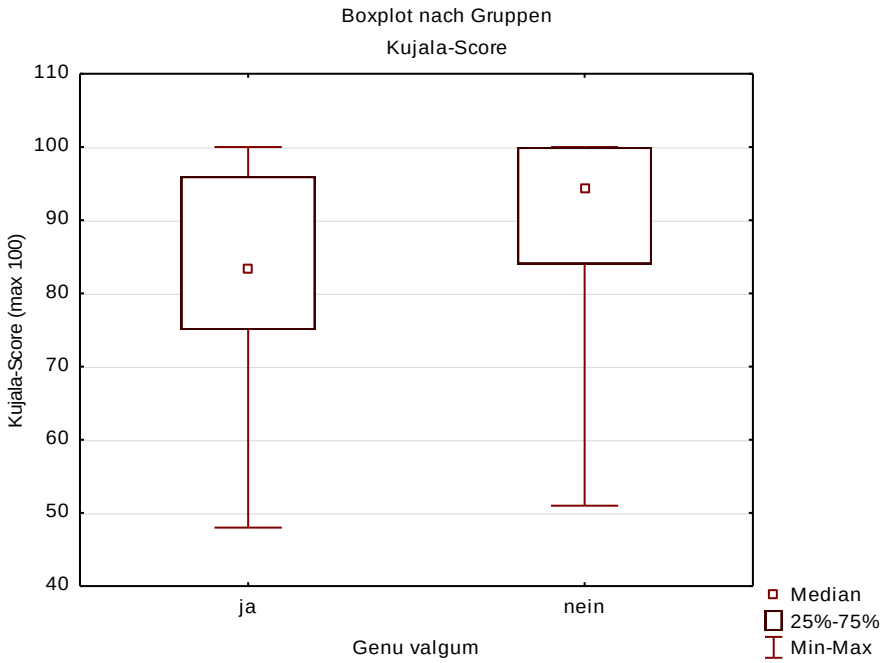


Abbildung 17: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Genu valgum

Genu valgum=ja						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	12	81,08	83,50	48,00	100,00	16,89
Genu valgum=nein						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	30	90,36	94,50	51,00	100,00	12,69

Tabelle 17: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei Genu valgum

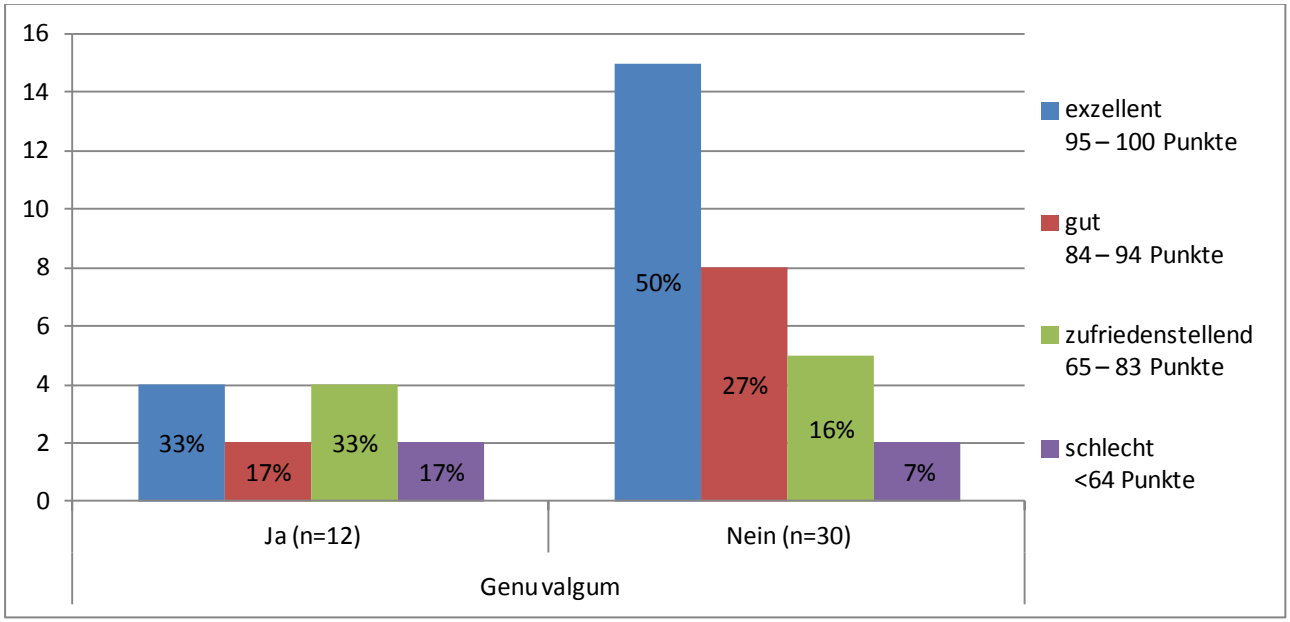


Abbildung 18: Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score bei Genu valgum

3.9.3 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse vom pathologischem Q-Winkel

Bei der Messung des Q-Winkels zeigten 24% der nachuntersuchten Patienten einen pathologisch vergrößerten Q-Winkel. Nur zwei der zehn Patienten (20%) mit einem vergrößerten pathologischen Q-Winkel konnten im Score sehr gute bzw. gute Ergebnisse. Die Gruppe der Patienten ohne diese Pathologie hingegen konnten mit 84,4% gute bis sehr gute Ergebnisse erzielen. Hier zeigte sich mit einem p=0,0002 ein signifikanter Unterschied im Score-Ergebnis.

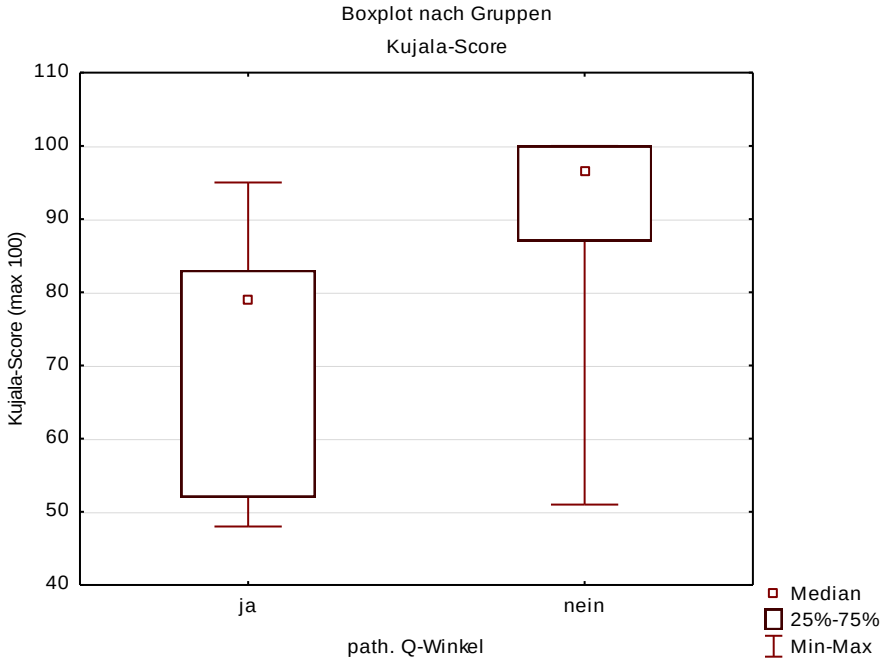


Abbildung 19: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei pathologischem Q-Winkel

patholgischer Q-Winkel=ja						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	10	72,80	79,00	48,00	95,00	16,30
patholgischer Q-Winkel=nein						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	32	92,37	96,50	51,00	100,00	10,22

Tabelle 18: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score bei pathologischem Q-Winkel

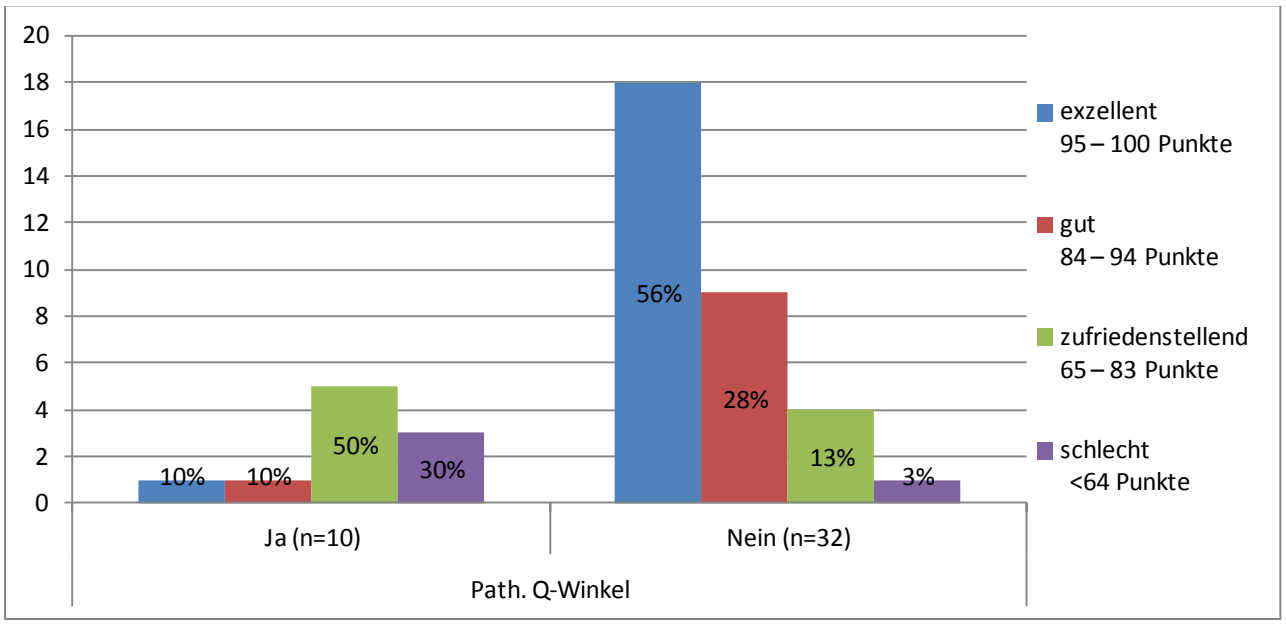


Abbildung 20: Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score bei pathologischem Q-Winkel

3.9.4 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse bei Patienten mit Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite

Bei 21% der Patienten war auch die Gegenseite betroffen. Diese zeigten im Kujala-Score signifikant schlechtere Ergebnisse (0,0001). Nur ein Patient der neun Patienten (11,1%) zeigte ein sehr gutes Ergebnis. Die übrigen Patienten dieses Patientenkollektivs zeigten lediglich zufriedenstellende bzw. schlechte Ergebnisse.

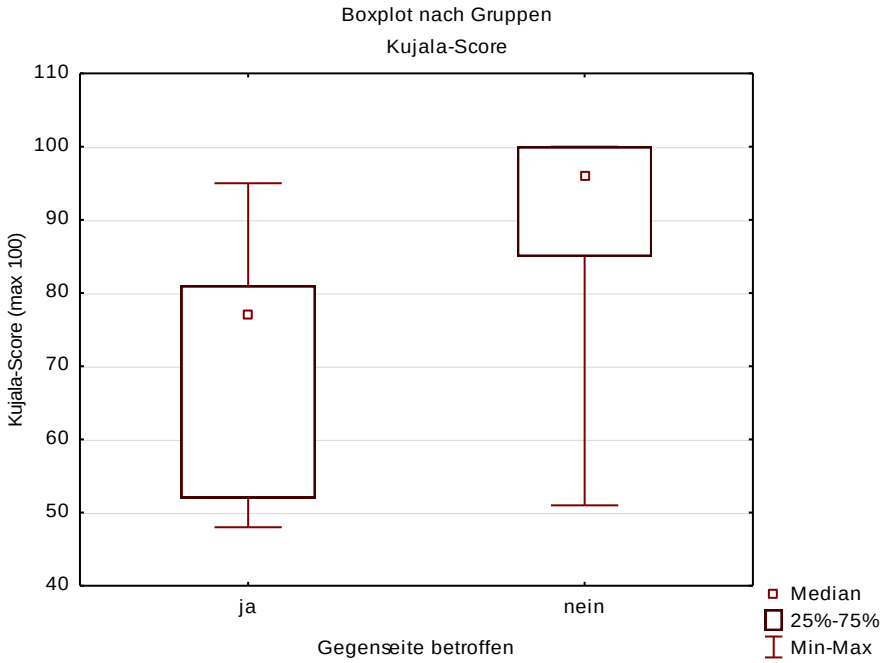


Abbildung 21: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite

Gegenseite betroffen=ja						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	9	71,0	77,00	48,00	95,00	16,40
Gegenseite betroffen=nein						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	33	92,27	96,00	51,00	100,00	10,00

Tabelle 19: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite

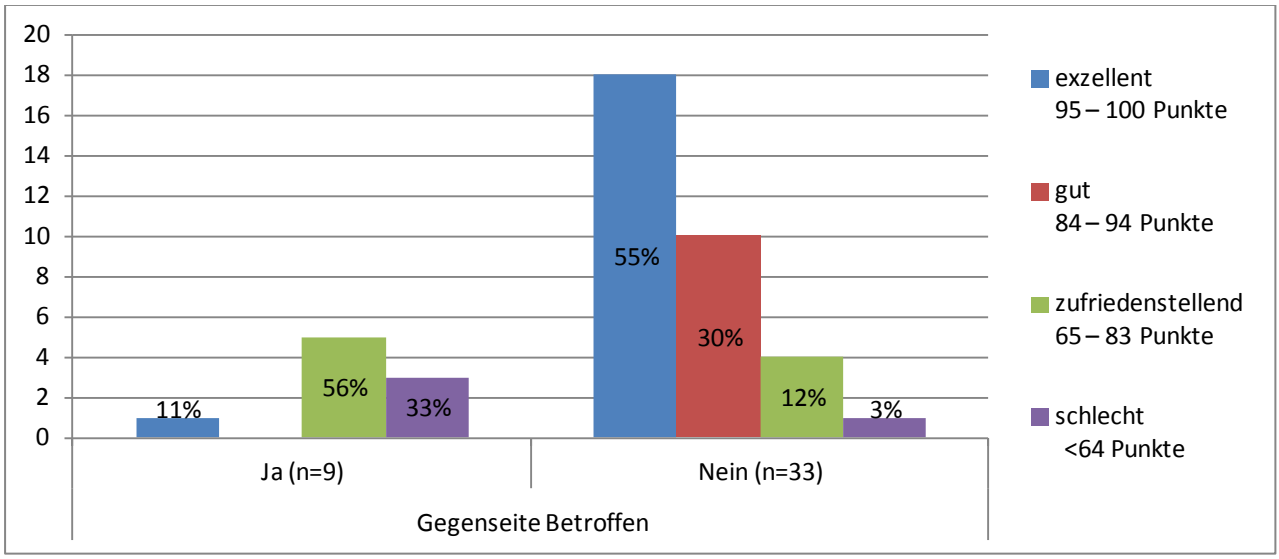


Abbildung 22: Überblick der Ergebnisse im Kujala-Score: Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite

3.9.5 Abhängigkeit der Score-Ergebnisse vom positiven crossing sign*

Von den 36 Patienten bei denen die seitlichen Röntgenaufnahmen verwertbar waren zeigten 70% ein positives crossing sign. Die Patienten mit einem positiven crossing sign, dass heißt mit einer Dysplasie der Trochlea erzielen im Kujala-Score hochsignifikant weniger Punkte als Patienten ohne Dysplasie (p=0,0001). Alle Patienten ohne eine Dysplasie erzielen gute bzw. sehr gute Ergebnisse. Bei den Patienten mit einem dysplastisch veränderten Gleitlager konnten hingegen nur in 52% der Fälle gute bzw. sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

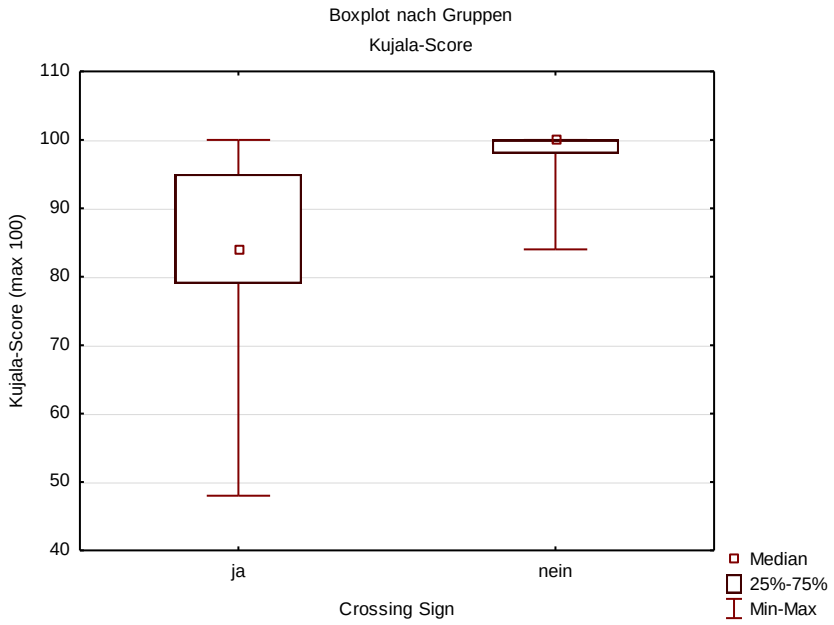


Abbildung 23: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: *crossing sign*

crossing sign=ja						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	25	82,32	84,00	48,00	100,00	15,95
crossing sign=nein						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	11	97,63	100,00	84,00	100,00	4,88

* A Valid N=36, Crossing sign von 6 Patientin nicht erhoben

Tabelle 20: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: *crossing sign*

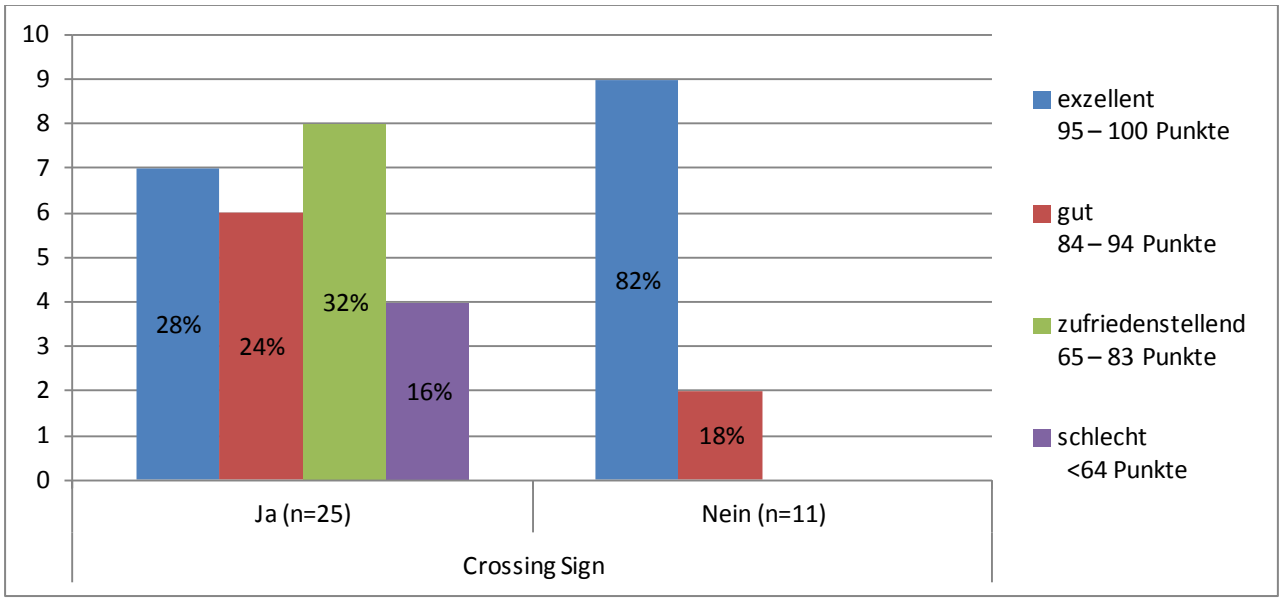


Abbildung 24: Überblick über die Ergebnisse im Kujala Score: crossing sign

10 Patienten hatten eine Typ I Dysplasie nach Dejour, 11 Patienten einen Typ II und vier Patienten eine Typ III Dysplasie. Zwischen Typ I und II besteht keine signifikanter Unterschied bezogen auf das Score-Ergebnis. Vergleicht man die Patienten mit Typ I bzw. Patienten mit Typ II mit dem Kollektive der Typ III Dysplasie, so zeigt sich in beiden Fällen ein signifikanter Unterschied (p=0,005 bzw. p=0,009).

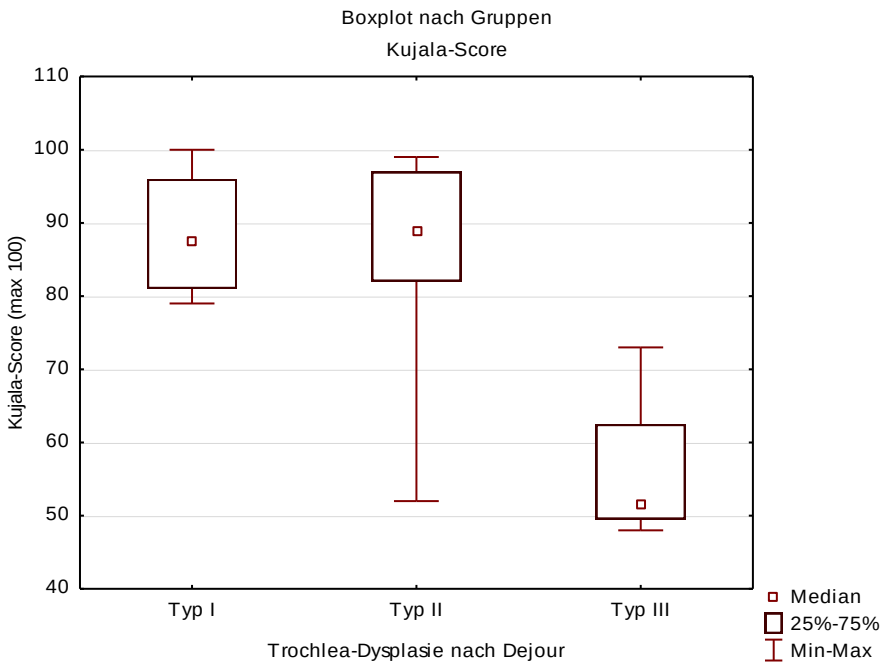


Abbildung 25: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Typen nach Dejour

Trochlea-Dysplasie Dejour Typ I						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	10	88,60	87,50	79,00	100,00	7,94
Trochlea-Dysplasie Dejour Typ II						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	11	86,18	89,00	52,00	99,00	13,47
Trochlea-Dysplasie Dejour Typ III						
	gült. N	**Mittelw.**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**	**Stdabw.**
Kujala-Score (max. 100)	4	56,00	51,50	48,00	73,00	11,46

Tabelle 21: Darstellung der Ergebnisse im Kujala-Score: Typen nach Dejour

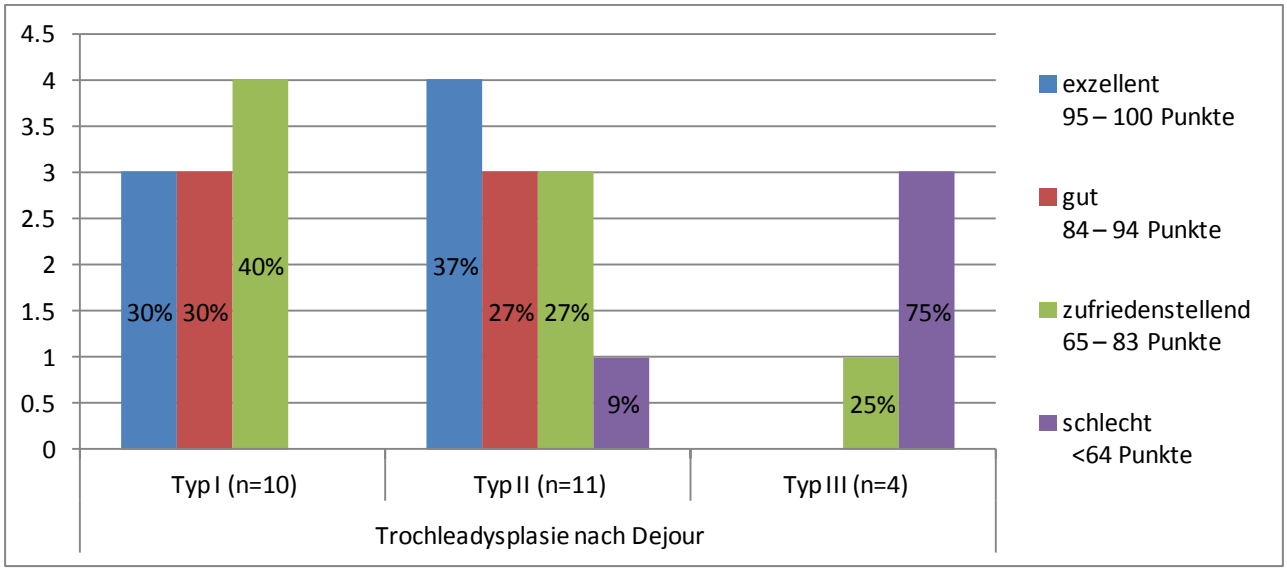


Abbildung 26: Überblick über die Ergebnisse im Kujala Score: Trochleadysplasie nach Dejour

3.10 Prädisponierende Faktoren bei Rezidivluxation und Erstluxation

Bei den Patienten mit rezidivierenden Luxationen zeigte sich signifikant häufiger ein pathologischer Q-Winkel (p=0,014) und ein positives crossing sign (p=0,013), das heißt eine Trochleadysplasie. Ebenso war die Gegenseite signifikant häufiger betroffen als bei Patienten mit einer Patella-Erstluxation (p=0,002). Bei dem Auftreten eines Genu valgum und einer Patella alta unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant. Allerdings zeigte sich mit einem p=0,07 bzw. p=0,08 eine Tendenz, dass bei den Patienten mit Rezidivluxationen häufiger ein Genu valgum bzw. eine Patella alta auftrat als bei Patienten mit Erstluxation.

Prädisposition	**Gruppe I (n =19)**	**Gruppe II (n= 23)**	**p-Wert**
Genu valgum	8 (42%)	4 (17%)	p=0,07
path. Q-Winkel	8 (42%)	2 (9%)	p=0,014
Patella alta	14 (74%)	11 (48%)	p=0,08
Crossing sign *	16 (84%)	9 (50%)	p=0,013
Gegenseite Betroffen	9 (47%)	0	p=0,002

* A Valid N=36, Crossing sign von 6 Patientin nicht erhoben, Gr. I n=18, Gr.II n= 18

Tabelle 22: Prädisponierende Faktoren in Gruppe I und II

In der Gruppe I erzielten die Patienten mit einer Trochleadysplasie, einem pathologischen Q-Winkel und/oder einer Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite signifikant schlechtere Ergebnisse im Score als Patienten ohne diese Pathologie (p<0,05). Patienten mit Genu valgum oder einer Patella alta erzielten zwar schlechtere Ergebnisse, allerdings unterschieden sich die Score-Punkte nicht signifikant von den Patienten ohne Risikofaktor.
In der Gruppe II zeigten sich bis auf das Genu valgum bei allen anderen prädisponierenden Faktoren signifikant schlechtere Ergebnisse im Kujala-Score. Bei der Subluxation der Gegenseite konnte die Signifikanz nicht berechnet werden, weil es bei keinem der Studienpatienten zu einem Ereignis der Gegenseite kam.

In der folgenden Tabelle werden die Patienten mit Rezidivluxation der Gruppe I und die Patienten mit Erstluxation der Gruppe II nach den vorhandenen prädisponierenden Faktoren aufgeteilt und die Ergebnisse des Kujala-Score dargestellt.

			Kujala-Score					
			Mittelw.	**Median**	**SD**	**Min**	**Max**	**p-Wert**
Gruppe I (n=19)	**Genu valgum**	ja (n=8)	74,37	79,00	16,38	48,00	95,00	**0,3**
		nein =11)	82,18	84,00	16,66	51,00	100,00	
	path. Q-Winkel	ja (n=8)	70,25	75,00	17,44	48,00	95,00	**0.04**
		nein (n=11)	85,18	85,00	13,32	51,00	100,00	
	Patella alta	ja (n=14)	75,28	81,00	17,58	48,00	100,00	**0,14**
		nein n=5)	89,00	90,00	7,51	79,00	97,00	
	Crossing sign	ja (n=16)	76,25	81,00	16,52	48,00	97,00	**0,01**
		nein (n=2)	92,00	92,00	11,31	84,00	100,00	
	Gegenseite Betroffen	ja (n=9)	71,00	77,00	16,40	48,00	95,00	**0,03**
		nein =10)	86,00	87,50	13,83	51,00	100,00	
Gruppe II (n=23)	**Genu valgum**	ja (n=4)	94,50	97,50	7,76	83,00	100,00	0,8
		nein (n=19)	95,10	98,00	6,37	82,00	100,00	
	Path. Q-Winkel	ja (n=2)	83,00	83,00	0,00	83,00	83,000	**0,003**
		nein (n=21)	96,14	98,00	5,47	82,00	100,00	
	Patella alta	ja (n=11)	91,27	90,00	7,49	82,00	100,00	**0,004**
		nein (n=12)	98,41	100,00	2,31	94,00	100,00	
	crossing sign	ja (n=9)	93,11	96,00	6,82	82,00	100,00	**0,02**
		nein (n=9)	98,88	100,00	2,02	94,00	100,00	
	Gegenseite betroffen	ja (n=0)	-	-	-	-	-	-
		nein n=23)	95,00	98,00	6,44	82,00	100,00	

Tabelle 23: Kujala-Wert nach Gruppe I und II

Betrachtet man die Anzahl der Risikofaktoren (RF) für eine Patellaluxation in den beiden Gruppen so fällt auf, dass bei den Patienten mit rezidivierenden Luxation mindestens ein prädisponierender Faktor besteht. Bei über 50% der Patienten in dieser Gruppe sind mehr als zwei Risikofaktoren zu finden. Bei fünf Patienten (26%) sind sogar alle untersuchten fünf prädisponierenden Faktoren vorhanden.

In der Gruppe II ist bei sieben Patienten (30%) keine Risikofaktor zu finden und bei weiteren acht Patienten (35%) nur einer. Lediglich drei Patienten (13%) dieser Gruppe haben mehr als zwei prädisponierende Faktoren

Die nachfolgende Abbildung stellt die Anzahl der Risikofaktoren in den beiden Gruppen dar.

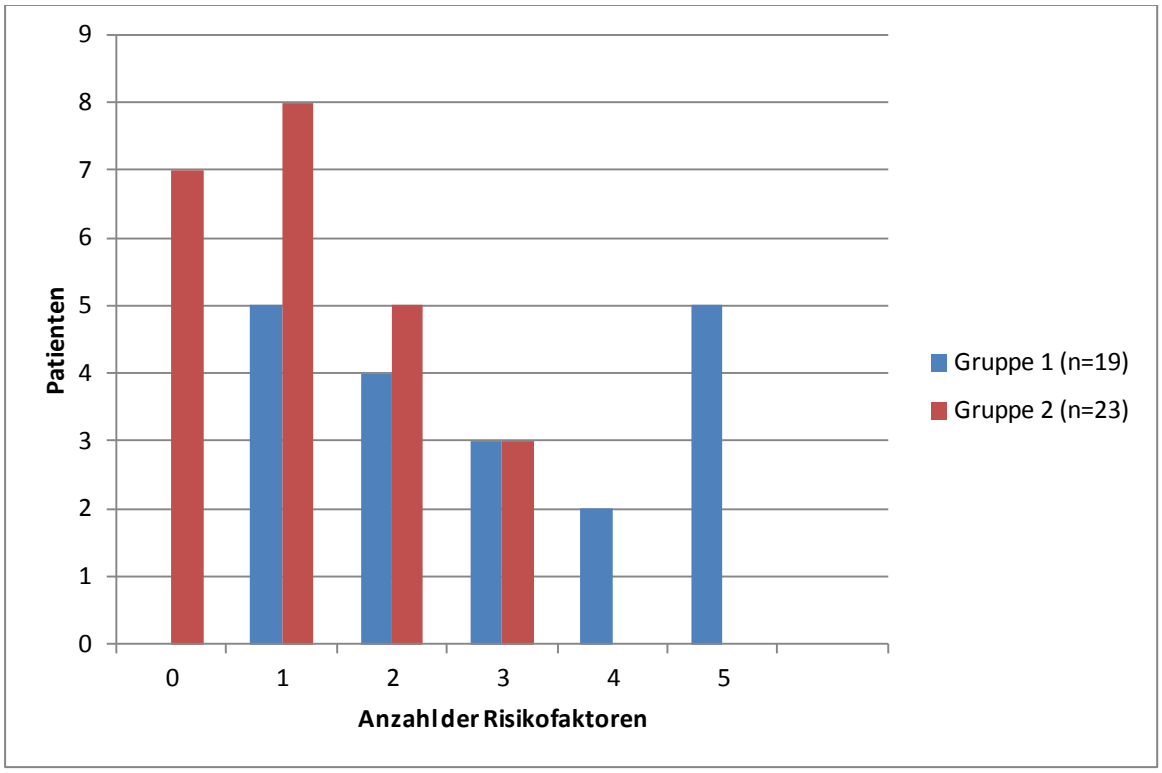


Abbildung 27 : **Das Auftreten mehrerer prädisponierender Faktoren in beiden Gruppen**

3.11 Korrelation zwischen postoperativer Luxation und verschiedenen Faktoren

Bei sechs der 42 Patienten kam es nach Operation zu einer erneuten Luxation. Dies entspricht einer Reluxationsrate von 14 %.

Von diesen Patienten hatten vier (66,6%) sowohl eine Patella alta, einen pathologischen Q-Winkel, ein Genu valgum, als auch eine Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite und ein positives crossing sign, d.h. ein Trochleadysplasie. Von diesen Patienten hatten drei Patienten eine Typ III Dysplasie nach Dejour und ein Patient eine Typ II Dysplasie.

Ein Patient hatte einen Patellahochstand, ein Genu valgus und ein positives crossing sign mit einer Typ I Dysplasie. Ein weiterer Patient hatte einen pathologischen Q-Winkel, ein Genu valgus und ein positives crossing sign mit einer Typ II Dysplasie.

Bei allen Patienten mit Reluxationen waren prädisponierende Faktoren vorhanden.

Anzahl	Genu valgum	Patella alta	Path. Q-Winkel	Gegenseite betroffen	Trochleadysplasie
4 (66,6%)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
1 (16,6%)	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja
1 (16,6%)	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja

Tabelle 24: Das Auftreten mehrerer prädisponierender Faktoren bei den 6 Paienten mit postoperativer Reluxation

Bei der Patientengruppe mit Reluxation zeigte sich im Vergleich zu Patienten ohne Reluxation signifikant häufiger (p<0,05) ein Genu valgum, eine Trochleadysplasie, ein pathologischer Q-Winkel und eine Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite. Bei einem Patellahochstand zeigte sich keine Signifikanz.

		Reluxation (n=6)	**Keine Reluxation (n=36)**
Genu valgum (p=0,002)	**ja (n=12)**	6 (100%)	6 (17%)
	nein (n=30)	0	30 (83%)
Path. Q-Winkel (p=0,02)	**ja (n=10)**	5 (83%)	5 (14%)
	nein (n=32)	1 (17%)	31 (86%)
Gegenseite betroffen (p=0,01)	**ja (n=9)**	4 (67%)	5 (14%)
	nein (n=33)	2 (33%)	31 (86%)
Patella alta (p=0,2)	**ja (n=25)**	5 (83%)	20 (56%)
	nein (n=17)	1 (17%)	16 (44%)
Trochleadysplasie* (p=0,02)	**ja (n=25**	6 (100%)	19 (63%)
	nein (n=11)	0	11 (37%)

* A Valid N=36, Crossing sign von 6 Patientin nicht erhoben

Tabelle 25: Prädisponierende Faktoren und postoperative Reluxation

Das Zeitintervall zwischen Erstluxation und Operation der Reluxationsfälle war zwar mit 3 Jahren (Mittelwert) nicht signifikant größer als bei Patienten ohne postoperative Reluxation mit 1,5 Jahren, jedoch ist eine deutliche Tendenz ersichtlich: Je länger der präoperative Beschwerdezeitraum, desto größer die Gefahr von erneuten postoperativen Luxationen.
Weiter waren die Patienten mit postoperativer Reluxation bei Erstluxation mit durchschnittlich 12,3 Jahren und bei Operation mit 15,5 Jahren signifikant jünger als die Patienten ohne Reluxation (20,1 Jahre bei Erstluxation und 21,7 Jahre bei Operation (p=0,01 bzw. p=0,04) Beim Betrachten des Nachuntersuchungszeitraum zwischen den Patienten mit und ohne Reluxation nach Operation, zeigte sich, dass die Reluxationsfälle einen im Mittel mit 78,7 Monaten signifikant längeren Nachuntersuchungszeitraum aufwiesen, als die Gruppe ohne postoperativer Reluxation mit 57,6 Monaten (p=0,03)

	Reluxation nach Operation		
	Ja	**Nein**	**p-Wert**
Alter bei Erstluxation (in Jahren)	12,33333	20,19444	0,015760
Alter bei Operation (in Jahren)	15,50000	21,77778	0,045365
Follow Up (in Monaten)	78,75000	57,65278	0,034638

Tabelle 26: Altersverteilung bei Erstluxation und Operation und Follow up bei Reluxation nach Operation

Zusammenfassend zeigten also die Patienten mit postoperativer Luxation im Vergleich zu Patienten ohne Reluxation jeweils signifikant häufiger ($p<0,05$) ein Genu valgum, eine Trochleadysplasie, einen pathologischen Q-Winkel und eine Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite. Sie hatten mindesten drei prädisponierende Faktoren, wobei alle eine Trochleadysplasie aufwiesen, worunter sich bei 50% der Patienten eine Typ III Dysplasie fand.

4 Diskussion

Vielfältige Ursachen können zur Entstehung von Patellaluxationen beitragen. Genauso vielfältig sind auch die operativen Verfahren und Techniken, mit denen dieses Krankheitsbild behandelt werden kann. In der Vergangenheit gehörte zu den häufig durchgeführten Eingriffen die Naht und Raffung des medialen Retinakulums (mediale Dopplung). Der Eingriff adressiert die medialen passiven Stabilisatoren mit dem vorrangigen Ziel einer Medialisierung der nach lateral luxierten bzw. subluxierten Patella. Die mediale Dopplung zeigt in der Literatur sehr inhomogene Ergebnisse. Ob dieses Verfahren allen Pathologien, die zu einer Patellaluxation führen können, gerecht wird, ist bisher nicht eindeutig geklärt.
Wie das Outcome der Patienten nach einer erlittenen Luxation der Patella ist, wurde in der vorliegenden retrospektiven klinischen Arbeit untersucht. Weiterhin wurde der Einfluss potentieller Risikofaktoren auf das Ergebnis der operativ mittels medialer Dopplung versorgten Patienten analysiert.

In der klinischen Nachuntersuchung der mit medialer Dopplung versorgten Patienten konnten signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe mit rezidivierenden Luxationen (Gruppe I) und der mit Erstluxation (Gruppe II) festgestellt werden.
Die persönlich-subjektiven Einschätzungen von Schmerzen auf der visuellen Analogskala Schmerz (VAS) waren bei Patienten der Gruppe I mit rezidivierendern Patellaluxationen signifikant höher als bei Patienten der Gruppe II ($p=0,005$). Auch waren die Patienten der Gruppe I tendenziell unzufriedener mit dem Operationsergebnis als Patienten mit Patellaerstluxation ($p=0,058$). Weiterhin zeigten die Patienten der Gruppe I auch klinisch objektivierend ein schlechteres Outcome als die Patienten der Gruppe II, was sich in den signifikant geringeren Punktzahlen im Lysholm-Score und im Kujala-Score zeigte ($p<0,05$). Im Aktivitätslevel (Tegner-Score) zeigte sich vor und nach der Operation kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.
Allerdings ist festzuhalten, dass sich die Patienten der Gruppe II sowohl vor der Operation als auch nach der Operation auf einem höheren Aktivitätslevel befanden. Dies kann damit erklärt werden, dass Patienten mit rezidivierender Luxation und länger bestehender patellofemoraler Instabilität schon vor der Operation im körperlichen Befinden eingeschränkt waren.
Bei den Patienten mit rezidivierenden Luxationen zeigte sich signifikant häufiger ein zu weit außen liegender Ansatz der Patellasehne, ein sogenannter pathologischer Q-Winkel ($p=0,014$) und ein positives *crossing sign* ($p=0,013$), als Hinweis auf eine Trochleadysplasie. Ebenso war die Gegenseite signifikant häufiger betroffen als bei Patienten mit einer Patella-

Erstluxation (p=0,002). Bei dem Auftreten eines Genu valgum und einer Patella alta unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant.
Zur Klärung der Frage, inwieweit bestimmte prädisponierende Faktoren in Zusammenhang mit den klinischen Ergebnissen und dem Auftreten von Luxationsrezidiven nach Operation stehen, wurden alle ermittelten Daten einander gegenübergestellt und auf signifikante Zusammenhänge untersucht. Hierzu wurde in der vorliegenden Arbeit der Kujala-Score genutzt, da er gezielt auf Patienten mit patellofemoraler Instabiltät und Schmerz ausgelegt ist und so gültige und zuverlässige Ergebnisse liefern kann (Kujala et al. 1993). Er umfasst eine Vielzahl von Fragen und Situationen bezüglich Schmerz und Funktionalität wie Laufen, Springen, Hocken, Sitzen mit dem Knie in Flexion und Ausmaß der Schwellung und deckt so den Inhalt der anderen Scores mit ab. Weiterhin haben verschiedene Studien, die sich mit dem Thema patellofemorale Instabililtät auseinandergesetzt haben, den Kujala-Score für ihre Ergebnisse genutzt, z.B. Nelitz et al (2012) und Lee et al. (2012). Der Kujala-Score stellt in der vorliegenden Arbeit repräsentativ den Einfluss der prädisponierenden Faktoren auf die klinischen Ergebnisse dar, so dass zur Übersichtlichkeit und Vereinfachung auf die Untersuchung der anderen Scores verzichtet wurde.

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass bei Vorhandensein von prädisponierenden Faktoren das klinische Ergebnis nach medialer Dopplung signifikant schlechter ist. Lediglich für das Genu valgum zeigte sich im Kujala-Score kein signifikanter Unterschied. Signifikant geringere Punktzahlen im Kujala-Score ergaben sich für Patienten mit einer Dysplasie der Trochlea (p=0,0001) und bei Patienten mit Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite (p=0,0001) sowie beim Auftreten eines pathologischen Q-Winkels (p=0,0002).

Insgesamt betrug die Reluxationsrate nach durchgeführter medialer Dopplung bei einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 60,6 Monaten bei allen 42 Patienten 14%. Die in der Literatur angegeben Reluxationsraten nach MPFL-Rekonstruktionen zeigten deutlich bessere Ergebnisse. In einem systematischen Literatur-Review von Smith et al. (2007) wurden die Ergebnisse von 8 Studien, in denen MPFL-Rekonstruktionen verwendet wurden, ausgewertet. Die Reluxationsrate betrug hier nur ca. 5%.

In der vorliegenden Studie zeigte sich eine auffällige Differenz zwischen den Gruppen. Alle postoperativen Luxationen fanden sich in der Gruppe der Rezidivluxationen. Es kam bei sechs Patienten (32%) zu Reluxation nach operativer Versorgung mittels medialer Dopplung. Bei den Patienten mit Patellaerstluxation ereignete sich hingegen keine postoperative Luxation.

Alle sechs Patienten mit postoperativer Luxation zeigten im Vergleich zu Patienten ohne Reluxation jeweils signifikant häufiger ($p<0,05$) ein Genu valgum, eine Trochleadysplasie, einen pathologischen Q-Winkel und eine Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite. Sie hatten mindesten drei prädisponierende Faktoren, wobei alle eine Trochleadysplasie aufwiesen, worunter sich bei 50 % der Patienten eine Typ III-Dysplasie fand.

Diese Ergebnisse der Arbeit machen deutlich, dass ausgeprägte prädisponierende Faktoren oder das gleichzeitige Zusammenspiel mehrerer Faktoren das klinische Ergebnis nach operativer Versorgung mittels medialer Dopplung negativ beeinflussen und das Risiko für Reluxationen erhöhen. In der vorliegenden Arbeit konnte damit eindeutig gezeigt werden, dass für Patienten mit rezidivierenden Luxationen das Verfahren der medialen Dopplung nicht die geeignete Therapie ist.

Das Durchschnittsalter der betroffenen Patienten dieser Studie bei Patellaerstluxation betrug 19 Jahre und bei Operation 21 Jahre, wobei mit 52 % das weibliche Geschlecht etwas häufiger betroffen war als das männliche mit 48 %. Diese Zahlen stimmen mit dem Literatur-Review von Stefancin und Parker (2007) mit Auswertungen von 1765 Patellaerstluxationen überein. Auch andere Studien zeigten, dass durchschnittlich 67% der Patienten bei Patella-Erstluxation unter 20 Jahre alt sind (Atkin et al. 2000, Fithian et al. 2004 b, Frosch et al. 2011).
In unserer Studie waren die Patienten mit rezidivierender Patellaluxation bei Erstluxation mit durchschnittlich 15 Jahren signifikant jünger als die Patienten mit einer einzigen Luxation mit durchschnittlich 22 Jahren. Buchner et al. (2005) und Cash und Hughston (1988) berichten von Reluxationsraten von 52 % bis 60 % bei Patienten, die jünger als 15 Jahre waren, im Vergleich zu Reluxationsraten von 26 % bis 33 % bei Patienten, die 15 bis 18 Jahre alt waren. Allerdings liefern viele Studien keine umfassenden Daten über Alter, Geschlecht und Luxationsursache von Patienten mit rezidivierenden Luxationen. Damit ist ein allgemein demographisches Bild von Patienten mit Patellainstabilität schwierig zu präsentieren. Insgesamt scheinen aber höhergradige Pathologien zu früheren Luxationen zu führen. Die Abhängigkeit zwischen prädisponierenden Faktoren und dem Zeitpunkt des Auftretens der Luxation ist in der vorliegenden Studie allerdings nicht untersucht worden.

Bei der Gruppe der rezidivierenden Luxationen (Gruppe 1) zeigte sich, dass die Low- und Non-Risk-Pivoting-Aktivitäten mit 79 % als Ursache vorherrschen, während bei der Gruppe II die High-Risk-Pivoting-Aktivitäten mit 61 % dominieren ($p=0,03$).
Laut Literatur tritt die Mehrheit der erstmaligen Patellaluxationen ebenfalls bei jungen und aktiven Jugendlichen auf. In einer Studie von Fithian et al. (2004 b) traten 61 % der

Patellaerstluxationen während sportlicher Aktivitäten auf, und zusätzlich 9 %, während die Patienten tanzten. Atkin und Mitarbeiter (Atkin et al. 2000) geben an, dass 72 % ihrer Patienten während sportlicher Aktivtäten verletzt wurden, zwei Drittel dieser Verletzungen traten bei Sportarten mit hohen mechanischen Belastungen für das Kniegelenks auf, die durch viele plötzliche Stopps, schnelle Richtungswechsel und unkontrollierte Sprungbewegungen gekennzeichnet sind. 21b% traten bei Aktivitäten des alltäglichen Lebens und nur 7 % durch ein direktes Anpralltrauma auf.
Hier kann man davon ausgehen, dass eine größere Pathologie im Patellofemoralgelenk, bei leichten Belastungen im Kniegelenk eher zu einer Patellaluxation führt.
Dies konnten wir in der vorliegenden Arbeit durch Untersuchung der prädisponierenden Faktoren in den einzelnen Gruppen bestätigen. In unserer Studie konnte, wie oben schon erwähnt, gezeigt werden, dass bei den Patienten mit rezidivierenden Luxationen in 89 % eine Trochleadysplasie zu finden war, wohingegen bei Patienten mit Patella-Erstluxation die Trochlea nur in 50 % der Fälle dysplastisch verändert war (p=0,013). Weiterhin trat in der Gruppe I signifikant häufiger ein pathologischer Q-Winkel auf, was einem vergrößerten TTTG-Abstand entspricht.
Korrelierend mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen konnten Balcarek et al. (2010) in ihrer klinischen Studie mit Auswertung von 100 MRT-Bildern zeigen, dass eine stark ausgeprägte Trochleadysplasie und ein vergrößerter TTTG-Abstand schon bei Low-Risk- und Non-Risk-Pivoting Aktivitäten zu einer Instabilität im Patellofemoralgelenk führen kann.

In der vorliegenden Studie kam es bei 74 % der Gruppe I nach Luxation zu einer Spontanreposition, in der Gruppe II hingegen reponierte sich die Patella nur in 39% der Fälle spontan, so dass man annehmen kann, dass ausgeprägte Pathologien im Patellofemoralgelenk auch für eine leichtere oder spontane Reposition verantwortlich gemacht werden kann.
Zudem konnten in den Arbeiten von Mäenpää und Lehto (1995) und Mäenpää et al. (1997) gezeigt werden, dass es einen Zusammenhang zwischen niedrig-gradigem Trauma bei Patella-Erstluxation und einem Therapieversagen im Verlauf gibt. In einer Studie von Fithian et al. (2004 a) konnte gezeigt werden, dass Patellaluxationen mit schweren Strukturverletzungen eher für eine intakte patellofemorale Gelenkanatomie sprechen. Patellaluxationen, bei denen die Patella leicht ohne größeren Kraftaufwand erstmalig luxiert und wenig Kollateralverletzungen auftreten, sprechen eher für das Vorliegen einer oder mehrerer Pathomorphologien und dementsprechend für eine schlechtere Prognose in Bezug auf Reluxationen (Fithian et al. 2004 a).

Damit korrelierend fand sich bezüglich des Auftretens von osteochondralen Flakes zwischen den beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied (p=0,02). In der Gruppe der rezidivierenden Luxationen wurde bei einem Patienten ein Flake (5 %) an der medialen Patellafacette gefunden, während in der Gruppe der Patellaerstluxationen osteochondrale Läsionen achtmal (35 %) gefunden wurde. Des Weiteren wurde intraoperativ ein akuter Riss des medialen Retinakulms bei den Patienten mit Patella-Erstluxation in 78 % der Fälle diagnostiziert, bei den Patienten mit Rezidivluxation nur bei 53 %. Hier zeigte sich kein signifikanter Unterschied, aber eine Tendenz (p=0,07), dass bei den Patienten mit Erstluxation das mediale Retinakulum häufiger akut riss. Bei den Rezidivluxationen war das mediale Retinakulum intraoperativ wesentlich häufiger nur elongiert. Heilt ein rupturiertes MPFL elongiert aus, kann es zur Entstehung einer chronischen patellofemoralen Instabilität beitragen (Nomura et al. 2006).

Unsere Studie berücksichtigte den Einfluss der prädisponierenden Faktoren auf das Outcome. Es konnte gezeigt werden, dass die Reluxationsrate bei vorhandenen prädisponierenden Faktoren trotz operativer Versorgung mittels medialer Dopplung erhöht bleibt. Die Patienten der Studie mit rezidivierenden Luxationen profitieren nicht von der operativen Versorgung mittels medialer Dopplung. Hier liegt die Reluxationsrate bei 32 %.
Da nicht alle Patienten mit Erstluxation zum Zeitpunkt der Verletzung hinreichend auf prädisponierende Faktoren untersucht wurden, kann die These aufgestellt werden, dass in der Vergangenheit die OP-Indikation zu großzügig gestellt worden ist. Hier muss hinterfragt werden, ob die Studien-Patienten ohne Prädisposition überhaupt operativ versorgt werden mussten oder ob eine konservative Therapie ausgereicht hätte. Dies wird durch die Diskussion in der aktuellen Literatur unterstrichen (Hing et al. 2011, Petri et al. 2013). Eine Ausnahme stellen dabei die Patienten mit osteochondralen Läsionen dar, da aufgrund der notwendigen Refixation die OP definitiv notwendig war.

Die Literaturanalyse zeigt inhomogene Ergebnisse des klinischen Outcomes und der Reluxationsraten nach operativer Versorgung mittels medialer Dopplung. Die Unterschiede im Outcome können durch die breite Heterogenität zwischen den Studien verursacht werden. Nicht immer wurde im Studiendesign zwischen Rezidiv- und Erstluxation unterschieden, was zu verzerrten Ergebnissen führen kann. Zudem erschweren die unterschiedlichen Nachuntersuchungszeiträume den Vergleich der Studien.

Bei Patellaerstluxation ohne begleitende osteochondrale Läsion wird im Allgemeinen ein konservatives Vorgehen empfohlen (Fithian et al. 2004 a, Nikku et al. 2005, Hing et al. 2011, Petri et al. 2013). Die Reluxationsrate nach Patellaerstluxation in der konservativen

Behandlung wird in der Literatur zwischen 15 - 48% angegeben (Mäenpää und Lehto 1997 b, Mäenpää et al. 1997, Fithian et al. 2004 a, Hing et al. 2011, Petri et al. 2013). In der Studie von Nikku et al. (2005) mit einem mittleren Follow-up von 7 Jahren nach konservativer Therapie bei Patienten mit primärer Patellaluxation wurde eine Reluxationsrate von 39 % festgestellt.
Die meisten dieser Studien berücksichtigten aber nur unzureichend die prädisponierenden Faktoren einer Patellaluxation, die eine erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Reluxation erwarten lassen. Dies könnte ein Grund für die unterschiedlichen Reluxationsraten (15-48 %) sein.
Wenn prädisponierende Faktoren zur Subluxation oder Luxation der Kniescheibe vorhanden sind, sind nach konservativer Behandlung schlechtere Ergebnisse zu erwarten. Nach einer Langzeitstudie konnten Cash und Hughston (1988) bei 54 nach erstmaliger Patellaluxation konservativ behandelter Patienten mit prädisponierenden Faktoren aufzeigen, dass nur 52 % ein sehr gutes bis gutes Ergebnis hatten. Patienten ohne Prädisposition hatten dem gegenüber in 75 % gute bis sehr gute Ergebnisse. Des Weiteren hatten die Patienten mit prädisponierenden Faktoren eine höhere Reluxationsrate (43 %) im Vergleich zu Patienten ohne Risikofaktor (20 %) (Cash und Hughston 1988). Die Ergebnisse unsere Studie zeigten im Vergleich zur konservativen Therapie besser Ergebnisse.

Die Dopplung (Raffung) des medialen Weichteilgewebes zeigt in der Literatur ebenfalls unterschiedliche Ergebnisse, was durch die unterschiedlichen Nachuntersuchungszeiträume bedingt sein könnte. Bei Vainionpäa und Mitarbeitern lag die Reluxationsquote von 55 Patienten nach zwei Jahren bei 9 % (Vainionpää et al. 1990). Mäenpää et al. (1995) fanden in ihrer Studie hingegen nach einem mittleren Follow Up von 4,1 Jahren eine Reluxationrate von 17 %. In einem Literatur-Review von Stefancin und Parker (2007) erzielte die Dopplung (Raffung) des medialen Ligamentkomplexes nach Patellaluxation in bis zu 80 Prozent der Fälle gute Zwei-Jahres-Ergebnisse. Langfristig kam es in 31 Prozent zur Reluxationen. Dies konnten Nikku et al. (2005) in ihrer prospektiven Studie bestätigen. Sie führten in ihrer Arbeit mit einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 7 Jahren bei 63 Patienten mit primärer Patellaluxation eine operative Versorgung des medialen Retinakulums durch. Die Redislokationsrate betrug hier ebenfalls 31%.
Nach Mäenpää et al. (1997) treten mehr als die Hälfte der Reluxationen nach 2 oder mehr Jahren nach Erstluxation auf. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug in der vorliegenden Arbeit im Durschnitt 60,6 Monate (2,7 Jahre), mit einem Minimum von 25 Monaten und einem Maximum von 108,5 Monaten. Somit wurde ein Nachuntersuchungszeittraum von mindestens 2 Jahren eingehalten. In unserer Studie kam es erst nach durchschnittlich 4

Jahren nach Operation zu Reluxation. Kein Patient erlitt eine Reluxation innerhalb von 2 Jahren postoperativ. Weiterhin war der Nachuntersuchungszeitraum bei den Patienten mit Reluxation nach Operation im Mittel mit 78,7 Monaten signifikant länger als bei der Gruppe ohne postoperative Reluxation mit 57,6 Monaten (p=0,03).
Einerseits zeigen unsere Ergebnisse der medialen Dopplung mittelfristig bessere Ergebnisse als in der Literatur, allerdings ist es nicht auszuschließen, dass es langfristig zu noch mehr Reluxationen nach Operation kommen könnte.

Die Reluxationsrate betrug bei den Patienten mit rezidivierender Patellaluxation 32 % und der durchschnittliche Kujala-Score 78,9 Punkte. Es konnte mit 89 % signifikant häufiger eine Dysplasie der Trochlea, diagnostiziert werden als bei Patienten mit Patella-Erstluxation mit nur 50 %. Zudem sind in der Gruppe I mit 62% signifikant häufiger schwere Dysplasien (Typ II und III nach Dejour) als in der Gruppe II mit 21 % zu finden. Alle Patienten mit Reluxation wiesen eine Trochleadysplasie auf, worunter sich bei 50 % der Patienten eine Typ III-Dysplasie fand.

Unsere Ergebnisse bestätigen die Aussage von Amis (2007), dass die Trochleamorphologie einer der wichtigsten stabilisierenden Faktoren für das patellofemorale Gelenk ist (Amis 2007). Dementsprechend führt eine Dysplasie des Gleitlagers zu einer Instabiliät in dem Gelenk. Dejour et al. (1994) konnten in ihrer Arbeit bei Patienten mit rezidivierenden Luxationen in 85 % eine Trochleadysplasie diagnostizieren.

Nelitz et al. (2012) analysierten in Ihrer Studie eine Gruppe von 37 Patienten mit rezidivierender patellofemoralen Instabilität nach erfolgloser operativer Stabilisierung mittels medialer Dopplung und *laterale release*. Es zeigte sich, dass in der Studiengruppe in der MRT mit 89 % signifikant häufiger schwere Dysplasien (Typ B-D nach Dejour) als in der Kontrollgruppe (21%) gefunden wurden.

Weiter konnte in der Arbeit von Nelitz et al. (2012) kein statistisch signifikanter Unterschied des Patella-Höhe-Verhältnisses (Insall-Salvati-Index) und des TTTG-Abstands zwischen den beiden Gruppen gefunden werden konnte. Von den gemessenen Parametern war nur die Inzidenz der Trochleadysplasie erhöht. Sie kamen deshalb zu der Schlussfolgerung, dass die Dysplasie der Trochlea ein wesentlicher Risikofaktor für das Versagen der operativen Stabilsierung bei Patienten mit rezidivierender Patellainstabilität ist.
Dies konnte auch in der vorliegenden Studie bestätigt werden und die unbefriedigenden Ergebnisse der Patienten der Gruppe I und die zufriedenstellenden Ergebnisse der Patienten der Gruppe II erklären.

In einer Arbeit von Lee et al. (2012) wurden bei 31 Patienten mit Rezidivluxationen eine mediale Dopplung und ein *lateral release* durchgeführt. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Mittel 11,6 Jahre. Die Reluxationsrate betrug 9 % (3 von 31 Patienten) und der postoperative Kujala-Score 89,2. Interessanterweise wurde in der Studie von Lee et al. (2012) in dem Patientenkollektiv nur in 52 % der Fälle eine Trochleadysplasie diagnostiziert und von den drei Patienten mit postoperativer Luxation hatten zwei eine Dysplasie. Dies könnte ein Hauptgrund für die geringe Reluxationsrate und das gute klinische Ergebnis sein.

In der vorliegenden Arbeit zeigte sich bei neun der 42 (21 %) Patienten eine positive Familienanamnese. Von den neun Patienten kamen 6 (32 %) aus der Gruppe der rezidivierenden Luxationen und nur drei (13 %) aus der Gruppe der Patella-Erstluxationen. Alle neun Patienten wiesen in den seitlichen Röntgenaufnahmen ein positives *crossing sign* auf, welches auf eine Trochleadysplasie hinweist.
Es ist bekannt, dass die patellofemorale Instabilität eine familiäre Häufung zeigt (Mäenpää und Letho 1995). Dies gilt auch für andere anatomische Merkmale wie die Dysplasie der Trochlea, die signifikant mit der patellofemoralen Instabilität korreliert (Miller 1978 und Rouvillain 1998).
Dies kann auch erklären, warum in Gruppe der rezidivierenden Luxationen signifikant häufiger auch die Gegenseite betroffen war als bei der Gruppe der Patellaerstluxationen. Da die Trochleaform eine genetisch verankerte Morpholgie darstellt (Tardieu und Dupont 2001 und Garron et al. 2003), ist nicht nur eine Seite von einer Trochleadysplasie betroffen, sondern beide.

Nach den Ergebnissen unserer Arbeit hat eine Patella alta einen geringen Einfluss auf das klinische Ergebnis und die Reluxationsrate nach medialer Dopplung. Es zeigte sich in seitlichen Röntgenaufnahmen bei 42 Patienen (60 %) eine Patella alta. In der Gruppe der rezidivierenden Luxationen betrug der Anteil 76 %, während bei den Patienten mit Patella-Erstluxation 48 % betroffen waren Es zeigte sich zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied im Insall-Index. Auch konnte bei Patienten mit postoperativer Reluxation nicht häufiger eine Patella alta diagnostiziert werden.
Laut Atkin et al. korreliert die Patella alta signifikant mit einer patellofemoralen Instabilität (Atkin et al. 2000). Weiterhin zeigten nach Atkin et al. (2000) 50 % der Patienten mit Patellaluxation eine Patella alta. Fithian et al. (2004 b) konnten bei 125 Patienten mit Patellaerstluxation in 45 % der Fälle eine Patella alta diagnostizieren. Von 64 Patienten mit rezidivierenden Luxationen oder Subluxationen fanden sie bei 50% einen Patellahochstand.

Eine Patella alta ist allein nicht unbedingt begünstigend oder ursächlich für eine Instabilität, sondern muss auch als Folge von pathologisch veränderten statischen und passiven Faktoren gesehen werden (Schöttle et al. 2005 a). Zudem sollte man beachten, dass die Patella alta sich häufig als eine normale anatomische Variante darstellt, die sich bei den meisten Individuen asymptomatsich zeigt (Shabshin et al. 2004).

In Zusammenschau mit unseren Ergebnissen und deren der Literatur ist die Diagnose eines ausgeprägten Patellahochstandes wichtig, weil sie in Verbindung mit anderen Faktoren das Risiko von Patellaluxation erhöht.

Im Patientengut unserer Studie wurde an 29 % der operierten Kniegelenke ein Genu valgum diagnostiziert. Die Patienten mit Rezidivluxationen und Erstluxation unterschieden sich nicht signifikant in dem Auftreten eines Genu valgum. Weiterhin hatte die Valgusfehlstellung keinen signifikanten Einfluss auf das klinische Ergebnis. Allerdings ist festzuhalten, dass alle Patienten mit postoperativer Luxation ein Genu valgum hatten. Hier liegt die Vermutung nahe, dass die mediale Dopplung bei einem Genu valgum eine nicht ausreichende Therapie darstellt. Hughston (1968) und Janssen (1978) messen dem Genu valgum keine Bedeutung für die Patellaluxation bei. Dies sollte nach Analyse unserer Daten kritisch gesehen werden. Die Valgusfehlstellung sollte als Kofaktor angesehen werden, der bei Auftreten weiterer Risikofaktoren eine Patellaluxation begünstigen kann.
Das Genu valgum kann aufgrund der Vergrößerung des Q-Winkels bzw. des TTTG-Abstandes mit einem verstärkten Lateralisierungseffekt auf die Kniescheibe als prädisponierend für die Patellaluxation gelten (Schoettle et al. 2005 a). Für Rütt (1979) kommt die X-Beinstellung nur in extremer Ausprägung als alleinige Ursache in Betracht.
Nach Dejour et al. (1994) ist ein pathologisch vergrößerter Q-Winke, bzw. ein vergrößerter TTTG-Abstand ebenfalls mit einer Patellaluxation assoziert. In ihrer Arbeit konnten bei 56 % der Patienten mit Patellaluxation ein TTTG von mehr als 20 mm nachgewiesen werden. Da in der vorliegenden Arbeit keine Schnittbildaufnahmen angefertigt und ausgewertet wurden, wurde der Q-Winkel klinisch bestimmt. Da dieser eine sehr hohe untersucherabhängige Varianz aufweist und von der Muskelaktivität beeinflusst wird, stellt dieses einen Schwachpunkt der Studie dar.
Es wurde in unserer Arbeit bei 24 % der Patienten ein vergrößerter Q-Winkel gemessen, wobei die Patienten mit rezidivierenden Luxationen signifikant häufiger pathologische Werte aufwiesen.
Shin et al. (2004) zeigten in ihrer Arbeit, dass bei einer dysplastischen Trochlea der Sulcus trochleae medialer als bei einer physiologischen Trochleaform ist. Dies führt zu einer Erhö-

hung des TTTG. Des Weiteren führt aber nicht nur eine Lateralisierung der Tuberositas durch Tibia-Außenrotation zu einer Erhöhung des TTTG, sondern auch die viel häufigere Antetorsion des Femur, der mit einer Medialisierung der Trochlea verbunden ist. Neben den Rotationsfehlstellungen kann auch eine Valgusdeformität, wie oben erwähnt, diesen Wert noch erhöhen, betrifft dabei aber nicht isoliert die Tuberositas, sondern die gesamte Tibia und den Femur.

Eine weitere Ursache für die unbefriedigenden Ergebnisse der Patienten in der Gruppe I können auch die durch die wiederholten Luxationen entstandenen Kniebinnenschäden sein. Die durchgeführten klinischen Untersuchungen zeigen bei den Patienten mit rezidivierenden Luxationen eine signifikant höhere Anzahl von Krepitation des Kniegelenks (p=0,01) und Auftreten eines Patella-Verschiebeschmerzes (p=0,02) als Patienten der Gruppe II.
Im Patella-Glide-Test fand sich in der Gruppe I signifikant häufiger eine vermehrte laterale Verschieblichkeit gegenüber der Gruppe II (p=0,01). Weiterhin zeigte sich bei der Durchführung des *Apprehension*-Test, bei sieben Patienten der Gruppe I (37 %) und einem Patienten der Gruppe II (4 %) ein positives Ergebnis, was ein Hinweis auf ein fortbestehende patellofemorale Instabilität gilt. Dies kann damit erklärt werden, dass nach mehrfacher Verletzung der mediale patellofemorale Komplex gedehnt ist und das Heilungspotential des medialen Weichteilapparates nicht mehr vorhanden ist (Nomura et al. 2006). Eine mediale Dopplung kann hier nicht zum Erfolg führen.

Alle oben angeführten klinischen und radiologischen Hinweise, die bisher als ursächlich oder auch als Risikofaktor für eine patellofemorale Instabilität gegolten haben, können ursächlich auch auf eine Trochleadysplasie zurückzuführen sein. Wenn man also einen dieser Faktoren diagnostiziert, sollte nach weiteren Hinweisen für eine ursächliche Pathologie gesucht werden, denn nur die Adressierung der führenden Pathologie kann alle Werte wieder in den physiologischen Zustand bringen. Zudem ist die Trochleadysplasie genetisch vererbbar, womit die familiäre Häufung von Patellaluxationen begründet werden kann.

Die Ergebnisse der Arbeit bestätigen die Annahme, dass die Trochleadysplasie ein wichtiger Risikofaktor für das Versagen der operativen Stabilisierung mittels medialer Dopplung der rezidivierenden Patellainstabilität ist.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass bei Patienten mit rezidivierenden Luxationen die mediale Dopplung nicht die geeignete Therapie darstellt. Die mediale Dopplung adressiert nicht gezielt die vorhandenen Pathologien, so dass auch weiterhin nach Operationen eine chronische Instabilität besteht und es zu Reluxationen kommen kann. Vereinzelte gute

Ergebnisse lassen sich durch die geringere Prädisposition bei einigen Patienten dieser Gruppe erklären. Weiterhin vermag die mediale Dopplung in einigen Fällen möglicherweise das insuffiziente MPFL miterfassen, so dass befriedigende Ergebnisse ermöglicht werden.

Unsere Studie zeigt weiterhin, dass Patienten mit Patella-Erstluxation von der medialen Dopplung profitiert haben. In diesem Patientenkollektiv waren die prädisponierenden Faktoren gering oder gar nicht ausgeprägt. Hier muss hinterfragt werden, ob eine konservative Therapie eventuell ähnliche Ergebnisse erzielt hätte.

Zudem wäre eine Langzeit-Follow-Up-Untersuchung unseres Patientenguts interessant, da wie oben schon erwähnt, einerseits unsere Ergebnisse der medialen Dopplung mittelfristig bessere Ergebnisse als in der Literatur zeigen, allerdings nicht auszuschließen ist, dass es langfristig zu noch mehr Reluxationen nach Operation kommen könnte.

Einige Einschränkungen müssen in dieser Studie berücksichtigt werden. Erstens fehent in dieser Studie detaillierte und konsequente bildgebenden Verfahren wie CT-Scans und / oder MRT. Damit konnten nicht alle prädisponierenden Faktoren adäquat erfasst werden. Diese bildgebenden Verfahren sind zuverlässiger als die klinische Bestimmung des Q-Winkels für die Analyse der Streckapparatausrichtung und zuverlässiger als die konventionelle radiologische Bildgebung für die Analyse der Trochleadsysplasie (Nelitz et al. 2012). Da der Q-Winkel klinisch bestimmt eine sehr hohe untersucherabhängige Varianz aufweist und von der Muskelaktivität beeinflusst wird, stellt dieses einen Schwachpunkt der Studie dar.
Zweitens ist diese Studie eine retrospektive Studie ohne Kontrollgruppe. Damit konnten unsere Resultate nur mit denen, die in der Literatur berichtet worden sind, verglichen werden. Als weitere mögliche Bias sollten Messfehler berücksichtigt werden. Zudem könnte der Operateur das klinische Ergebnis beeinflusst haben.
.

5 Schlussfolgerung

In der vorliegenden Arbeit konnten signifikante Unterschiede im postoperativen klinischen Ergebnis und in der Reluxationsrate nach Doppelung des medialen Retinaculum patellae zwischen Patienten mit rezidivierenden Luxationen und Patienten mit Erstluxation festgestellt werden.

Die Ergebnisse der Arbeit machen deutlich, dass ausgeprägte prädisponierende Faktoren oder das gleichzeitige Zusammenspiel mehrerer Faktoren das klinische Ergebnis nach operativer Versorgung mittels medialer Dopplung negativ beeinflussen und das Risiko für Reluxationen erhöhen.

Wie in der Literatur beschrieben, scheint die Dysplasie der Trochlea den größten Einfluss auf das unbefriedigende Ergebnis nach medialer Dopplung zu haben, da diese Operationstechnik das knöcherne Gleitlager nicht adressiert. Neben der Trochleadysplasie konnten auch die Luxation der Gegenseite und ein pathologischer Q-Winkel als negative Risikofaktoren mit signifikantem Einfluss auf das klinische Outcome identifiziert werden.
Die guten Ergebnisse bei den Patienten, die nach Patella-Erstluxation direkt operiert wurden, erklären sich durch das weitgehende Fehlen der prädisponierenden Faktoren oder eine geringere Ausprägung derselben. Hier stellt die mediale Dopplung eine suffiziente Therapie dar. Bei diesen Patienten müssen wir allerdings die Indikation zur operativen Versorgung hinterfragen, denn es ist nicht auszuschließen, dass dieses Kollektiv auch ohne Operation gute Ergebnisse erzielt hätte. Deshalb ist es wichtig, vor Therapiebeginn alle möglichen prädisponierenden Faktoren mittels klinischer Untersuchung und Bildgebung (MRT) zu diagnostizieren, um ein individuelles Therapiekonzept für den Patienten zu entwickeln.

Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit sollten Patienten mit rezidivierenden Luxationen nicht mit einer medialen Dopplung versorgt werden. Hier sollten wie bei ausgeprägten knöchernen Dysplasien, Erhöhung des TTTG-Abstandes und Achsenfehlstellung des betroffenen Knies differenzierte Operationsverfahren angewendet werden, die die zugrunde liegenden Pathologien berücksichtigen.

6 Zusammenfassung

In der Literatur wird über inhomogene Ergebnisse nach medialer Dopplung berichtet. Ob dieses Verfahren allen Pathologien, die zu einer Patellaluxation führen, gerecht wird, ist bisher nicht eindeutig geklärt. Ziel der durchgeführten retrospektiven klinischen Studie war der Vergleich der klinischen Ergebnisse von Patienten mit Patella-Erstluxation mit denen nach rezidivierenden Luxationen, die jeweils mit medialer Dopplung versorgt wurden. Hierbei lag ein besonderes Augenmerk auf dem Einfluss prädisponierender Faktoren für eine Patellaluxation auf das postoperative klinische Ergebnis.

In der durchgeführten Studie wurden 42 Patienten untersucht, die im Zeitraum von 2000 bis 2008 in der Abteilung für Unfall-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Göttingen aufgrund einer Patellaluxation mittels medialer Dopplung operativ versorgt wurde. An der Studie nahmen 20 Männer (47,6%) und 22 Frauen (52,4%) teil. Im Mittel betrug das Alter der Patienten 25,5 Jahre. Das Patientengut wurde in zwei Gruppen eingeteilt. Es fanden sich unter den 42 Patienten 19 mit rezidivierenden Luxationen (Gruppe I) und 23 mit einer erstmaligen Patellaluxation (Gruppe II).

Neben der Erfassung der Reluxationsrate nach operativer Versorgung wurde das klinische Ergebnis anhand standardisierter Knie-Scores (VAS, Kujala-Score, Lysholm-Score, Tegner-Aktivitätsscore) evaluiert.
In streng seitlichen Röntgenaufnahmen wurde auf das sog. *crossing Sign* nach Dejour et al. (1994) evaluiert, welches auf eine Trochleadysplasie hinweist. Zur Beurteilung der Kniescheibenhöhe wurde auf seitlichen 30- Bildern der Patella-Höhen-Index nach Insall und Salvati (1971) berechnet. Um eventuelle Einflüsse der prädisponierenden Faktoren auf das klinische Ergebnis nachzuweisen, wurden Patienten mit Risikofaktor den Patienten ohne Risikofaktor gegenübergestellt und das Ergebnis anhand des Kujala-Scores ausgewertet. Folgende prädisponierende Faktoren wurden untersucht: Genu valgum, Patella alta, Dysplasie der Trochlea, pathologischer Q-Winkel und Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite.
Insgesamt betrug die Reluxationsrate bei einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 60,6 Monaten 14 %. Zwischen den Gruppen zeigte sich ein signifikanter Unterschied der Reluxationsrate mit 32 % (Gruppe I: rezidivierende Luxationen) versus 0 % (Gruppe II: Erstluxation).

Es konnten in den verwendeten klinischen Scores signifikante Unterschiede zwischen den Patientengruppen festgestellt werden. Die persönlich-subjektive Einschätzung von Schmerzen in der visuellen Analogskala war bei Patienten der Gruppe I (rezidivierende

Patellaluxationen) signifikant höher als bei Patienten der Gruppe II (Erstluxation) (p=0,005). Die Patienten der Gruppe I waren tendenziell auch unzufriedener mit dem Operationsergebnis als die Patienten mit Erstluxation (p=0,058). Weiterhin zeigten die Patienten der Gruppe I auch klinisch objektivierend ein schlechteres Outcome als die Patienten der Gruppe II, was sich in den signifikant geringeren Punktzahlen im Lysholm-Score (p=0,0009) und im Kujala-Score (p=0,0001) zeigte. In Aktivität (Tegener-Score) zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Bei den Patienten mit rezidivierenden Luxationen zeigte sich signifikant häufiger ein pathologischer Q-Winkel (p=0,014) und ein positives *crossing sign* (p=0,013), als Hinweis auf eine Trochleadysplasie. Ebenso war die Gegenseite signifikant häufiger betroffen als bei Patienten mit einer Patella-Erstluxation (p=0,002). Bei dem Auftreten eines Genu valgum und einer Patella alta unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant.

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass das Vorhandensein von prädisponierenden Faktoren das klinische Ergebnis nach medialer Dopplung signifikant verschlechtert. Lediglich für das Genu valgum zeigte sich im Kujala-Score, der ein zuverlässiges und weit verbreitetes Messinstrument von patellofemoralen Störungen ist, kein signifikanter Unterschied. Signifikant geringere Punktzahlen im Kujala-Score ergaben sich für Patienten mit einer Dysplasie der Trochlea (p=0,0001), mit Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite (p=0,0001) und beim Auftreten eines pathologischen Q-Winkels (p=0,0002).

Bei den sechs Patienten mit postoperativer Luxation zeigte sich im Vergleich zu Patienten ohne Reluxation jeweils signifikant häufiger (p<0,05) ein Genu valgum, eine Trochleadysplasie, ein pathologischer Q-Winkel und eine Luxation bzw. Subluxation der Gegenseite.
Wie in der Literatur beschrieben, scheint die Dysplasie der Trochlea den größten Einfluss auf das unbefriedigende Ergebnis nach medialer Dopplung zu haben, da diese Operationstechnik das knöcherne Gleitlager nicht adressiert

Die guten Ergebnisse bei den Patienten, die nach Patella-Erstluxation operiert wurden, erklären sich durch das weitgehende Fehlen der prädisponierenden Faktoren oder eine geringere Ausprägung derselben. Hier zeigen unsere Ergebnisse, dass die mediale Dopplung bei Patella-Erstluxation gute Ergebnisse zeigt. Es muss jedoch individuell entschieden werden, ob überhaupt eine OP-Indikation besteht oder eventuell konservativ behandelt werden kann.

Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit sollten Patienten mit rezidivierenden Luxationen nicht mit einer medialen Dopplung versorgt werden. Hier sollte - wie auch bei ausgeprägten knöchernen Dysplasien, Erhöhung des TTTG-Abstandes und Achsenfehlstellung des betroffenen Knie - differenzierte Operationsverfahren angewendet werden, die die zugrunde liegenden Pathologien berücksichtigen.

7 Literaturverzeichnis

Aglietti P, Buzzi R, Insall J: Disorders of the patellofemoral joint. In: Insall J, Scott W, eds. Surgery of the Knee, 3rd ed. Churchill Livingstone New York (NY) 2001, 913 - 1042

Ahmed AM, Duncan NA (2000): Correlation of patellar tracking pattern with trochlear and retropatellar surface topographies. J Biomech Eng 122, 652 - 660

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

Amis AA (2007): Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability. Sports Med Arthroscopy Review 15, 48 - 56

Amis AA, Firer P, Mountney J, Senavongse W, Thomas NP (2003): Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. Knee. 10, 215 - 220

Andrish JT (1997): The Elmslie-Trillat Procedure. Techniques in Orthopaedics 12, 170 - 177

Arendt EA, Fithian DC, Cohen E (2002): Current concepts of lateral patella dislocation. Clin Sports Med 21, 499 - 519

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

Avikainen VJ, Nikku RK, Seppanen-Lehmonen TK (1993): Adductor magnus tenodesis for patellar dislocation. Technique and preliminary results. Clin Orthop 297, 12 - 16

Balcarek P, Ammon J, Frosch S, Walde TA, Schüttrumpf JP, Ferlemann KG, Lill H, Stürmer KM, Frosch KH (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 26 (7): 926 - 35

Balcarek P, Jung K, Ammon J, Walde TA, Frosch S, Schüttrumpf JP, Stürmer KM, Frosch KH (2010): Anatomy of lateral patellar instability: trochlear dysplasia and tibial tubercle-trochlear groove distance is more pronounced in women who dislocate the patella. Am J Sports Med 38, 2320 - 2327

Beasley LS, Vidal AF (2004): Traumatic patellar dislocation in children and adolescents: treatment update and literature review. Curr Opin Pediatr 16, 29 - 36

Bereiter H, Gautier E (1994): The trochleaplasty as a surgical therapy of recurrent dislocationof the patella in dysplastic trochlea of the femur. Arthroskopie 7, 28 1- 286

Brattström, H (1964): Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. Acta orthop Scand Suppl 68, 134 - 148

Brechter JH, Powers C (2002): Patellofemoral stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. Gait Posture 16, 115 - 123.

Brown DE, Alexander AH, Lichtman DM (1984): The Elmslie-Trillat procedure: Evaluation patellar dislocation and subluxation. Am J Sports Med 12, 104 - 109

Buchner M, Baudendistel B, Sabo D, Schmitt H (2005): Acute traumatic primary patellar dislocation: long-term results comparing conservative and surgical treatment. Clin J Sport Med 15, 62 - 66

Buckup, K: Klinische Test an Knochen, Gelenken und Muskeln, Stuttgart, Thieme-Verlag, 2005

Cash JD, Hughston JC (1988): Treatment of acute patellar dislocation. Am.J.Sports Med 16, 244 - 249

Christoforakis J, Bull AM, Strachan RK, Shymkiw R, Senavongse W, Amis AA (2006): Effects of lateral retinacular release on the lateral stability of the patella. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 14, 273 - 277

Conlan T, Garth WP, Lemons JE (1993): Evaluation of the medialsoft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *J* Bone Joint Surg Am 75, 682 - 93

Davis DK, Fithian DC (2002): Techniques of medial retinacular repair and reconstruction. Clin Orthop Relat Res 402, 38 - 52

Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C (1994): Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2, 19-26

Desio SM, Burks RT, Bachus KN (1998): Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. Am J Sports Med 26, 59-65

Elias JJ, Cosgarea AJ (2006): Technical errors during medial patellofemoral ligament reconstruction could overload medial patellofemoral cartilage: a computational analysis. Am J Sports Med 34, 1478-1485

Farahmand F, Senavongse W, Amis AA (1998 a): Quantitative study of the quadriceps muscles and trochlear groove geometry related to instability of the patellofemoral joint. J Orthop Res 16, 136-143

Farahmand F, Tahmasbi MN and Amis AA (1998 b): Lateral force-displacement behaviour of the human patella and its variation with knee flexion--a biomechanical study in vitro. J Biomech 31, 1147-1152

Feller JA, Amis AA, Andrisch JT, Arendt EA, Erasmus PJ, Powers CM (2007): Current Concepts: Surgical Biomechanics of the Patellofemoral Joint. Arthroscopy 5, 542-553

Ficat RP, Hungerford DS (1977) Disorders of the Patello-Femoral Joint. Paris, Masson

Fithian DC, Meier SW (1999): The case for advancement and repair of the medial patellofemoral ligament in patients with recurrent patellar instability. Oper Tech Sport Med 7, 81-89

Fithian DC, Mishra DK, Balen PF, Stone ML, Daniel DM (1995): Instrumented measurement of patellarmobility. Am J Sports Med 23, 607-615.

Fithian DC, Nomura E and Arendt E (2001): Anatomy of patellar dislocation. Operative Techniques in Sports Medicine 9, 102-111

Fithian DC, Paxton EW, Cohen AB (2004 a): Indications in the treatment of patellar instability. J Knee Surg 17, 47-56

Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA, White LM (2004 b): Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. Am J Sports Med 32, 1114-1121

Frosch S, Balcarek P, Walde TA, Schüttrumpf JP, Wachowski MM, Ferleman KG, Stürmer KM, Frosch KH (2011): Die Therapie der Patellaluxation: eine systematische Literaturanalyse. Z Orthop Unfall. 149(6), 630-645

Fründ R (1953): Ein Beitrag zur habituellen und angeborenen Luxation der Patella. Zeitschrift für Orthopädie 8, 253-269

Garron E, Jouve J, Tardieu C, Panuel M, Dutour O, Bollini G (2003): Anatomic study of the anterior patellar groove in the fetal period. Rev Chir Orthop 89, 407-412

Goodfellow J, Hungerford DS, Zindel M (1976): Patello-femoral joint mechanics andpathology. 1. Functional anatomy of the patello-femoral joint. J Bone Joint Surg Br 58, 287-90

Goutallier D, Bernageau J, Lecudonnec B (1978): The measurement of the tibial tuberosity. Patella groove distanced technique and results. Rev Chir Orthop 64, 423-428

Heegaard J, Leyvraz PF, Curnier A, Rakotomanana L, Huiskes R (1995): The biomechanics of the human patella during passive knee flexion. J Biomech 28, 1265-1279

Hehne HJ: Experimentelle Druckmessungen im Retropatellargelenk in: Der retropatellare Knorpelschaden. Symposium Würzburg, Hrsg. W. Küsswetter und Reichelt, Thieme, Stuttgart 1983

Hing CB, Shepstone L, Marshall T, Donell ST (2006): A laterally positioned concavetrochlear groove prevents patellar dislocation. Clin. Orthop. Relat. Res 447, 187-194

Hing CB, Smith TO, Donell S, Song F (2011): Surgical versusnon-surgical interventions for treating patellar dislocation.Cochrane Database Syst Rev 9(11):CD008106

Hughston JC (1968): Subluxation of the patella. J Bone Joint Surg Am 50,1003-1026

Insall J, Salvati E. (1971): Patella position in the normal knee joint. Radiology 101, 101-104

Janssen G (1978): Zur Ätiologie der Patellaluxation. Z. Orthop 116, 656-666

Janssen G (1986): Patellaluxation und Instabilität des Kniegelenkes. Orthop. Prax 22, 285-290

Kettunen JA, Harilainen A, Sandelin J, Schlenzka D, Hietaniemi K, Seitsalo S, Malmivaara A, Kujala UM (2007). Knee arthroscopy and exercise versus exercise only for chronic patellofemoral pain syndrome: a randomized control trial. BMC Medicine 5, 38.

Koeter S, Bongers EMHF, de Rooij J, van Kampen A (2006): Minimal rotation aberrations cause radiographic misdiagnosis of trochlear dysplasia. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 14, 713-717

Koeter S, Diks MJ, Anderson PG, Wymenga AB (2007): A modified tibial tubercle osteotomy for patellar maltracking: results at two years. J Bone Joint Surg Br 89, 180-185

Kohn D: Das Knie.Thieme-Verlag, Stuttgart 2000

Kolowich PA, Paulos LE, Rosenberg TD (1990): Lateral release of the patellae: indications and contraindications. Am J Sports Med 18, 359-65

Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O (1993): Scoring of patellofemoral disorders. Arthroscopy 9, 159-163

Kuroda R, Kambic H, Valdevit A, Andrish JT (2001): Articular cartilage contact pressure after tibial tuberosity transfer. A cadaveric study. Am J Sports Med 29, 403-409

Lance EA, Deutsch AL, Mink JH (1993): Prior lateral patellar dislocation: MR-imaging findings. Radiology 189, 905-907

LaPrade RF, Engebretsen AH, Ly TV, Johansen S, Wentorf FA, Engebretsen L (2007): The anatomy of the medial part of the knee. J Bone Joint Surg Am 89, 2000-2010

Laurin CA, Lévesque HP, Dussault R, Labelle H, Peides JP (1978) The abnormal lateralpatellofemoral angle: a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellarsubluxation. J Bone Joint Surg Am 60, 55-60

Laurin CA, Dussault R, Levesque HP (1979): The tangential x-ray investigation of the patellofemoral joint: x-ray technique, diagnostic criteria and their interpretation. Clin. Orthop. Relat. Res 144, 16-26

Lee JJ, Lee SJ, Won YG, Choi CH (2012) Lateral release and medial plication for recurrent patella dislocation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Mar 17

Lysholm J, Gillquist J (1982): Evaluation of knee ligament surgery results with spezial emphasis on use of a scoring scale. Am J Sports Med 10, 150-154

Mäenpää H, Lehto MU (1995): Surgery in acute patellar dislocation. Evaluation of the effect of injury mechanism and family occurrence on the outcome of treatment. Br J Sports Med. 29, 239–241

Mäenpää H, Lehto MU (1997 a): Patellofemoral osteoarthritis after patellar dislocation. Clin Orthop Relat Res 339, 156–162

Mäenpää H, Lehto MU (1997 b): Patellar dislocation. The long-term results of nonoperative management in 100 patients. Am J Sports Med 25, 213–217

Mäenpää H, Huhtala H, Lehto MU (1997): Recurrence after patellar dislocation: redislocation in 37/75 patients followed for 6–24 years. Acta Orthop Scand 68, 424–426

Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR (1974): Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. J Bone Joint Surg Am 56, 1391-1396

Merican AM, Kondo E, Amis AA (2009): The effect on patellofemoral joint stability of selective cutting of lateral retinacular and capsular structures. J Biomech 42, 291-296

Miller G (1978): Familial recurrent dislocation of the patella. J Bone Joint Surg Br 60 B, 203-204

Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, Elias JJ, Ramrattan N, Cosgarea AJ, Chao EYS (2001): Q-angle influences tibiofemoral arid patellofemoral kinematics. Journal of Orthopaedic Research 19, 834-840

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

Nelitz M, Theile M, Dornacher D, Wölfle J, Reichel H, Lippacher (2012) Analysis of failed surgery for patellar instability in children with open growth plates. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 20, 822-828

Nikku R, Nietosvaara Y, Kallio PE, Aalto K, Michelsson JE (1997): Operative versus closed treatment of primary dislocation of the patella: similar 2-year results in 125 randomized patients. Acta Orthop Scand 68, 419–423

Nikku R, Nietosvaara Y, Aalto K, Kallio PE (2005): Operative treatment of primary patellar dislocation does not improve medium-term outcome: a 7-year follow up report and risk analysis of 127 randomized patients. Acta Orthop 76, 699–704

Nomura E (1999): Classification of lesions of the medial patello-femoral ligament in patellar dislocation. Int Orthop 23, 260-263

Nomura E, Inoue M, Kobayashi S (2006): Generalized joint laxity and contralateral patellar hypermobility in unilateral recurrent patellar dislocators. Arthroscopy 22, 861-865

Ostermeier S, Holst M, Bohnsack M, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ (2007): In vitro measurement of patellar kinematics following reconstruction of the medial patellofemoral ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 15, 276-285

Outerbridge, RE (1961): The etiology of chondromalacia patellae. J Bone Joint Surg Br 43, 752-75.

Petri M, Liodakis E, Hofmeister M, Despang FJ, Maier M, Balcarek P, Voigt C, Haasper C, Zeichen J, Stengel D, Krettek C, Frosch KH, Lill H, Jagodzinski M. (2013): Operative vs conservative treatment of traumatic patellar dislocation: results of a prospective randomized controlled clinical trial. Arch Orthop Trauma Surg. 133(2), 209-13

Pförringer W, Gorschewsky O: Die Patella aus orthopädischer und sportmedizinischer Sicht. Schattauer, Stuttgart 2005: 107 -111

Redziniak DE, Diduch DR, Mihalko WM, Fulkerson JP, Novicoff WM, Sheibani-Rad S, Saleh KJ (2009): Patellar instability. J Bone Joint Surg Am 91, 2264-2275

Regentrop HJ, Kreitner, KF, Seidel T. Runkel M (1997): Bedeutung der Magnetresonanztomographie bei der akuten Patellaluxation. Arthroskopie 10, 89-93

Rouvillain J (1998): A familial form of bilateral recurrent dislocation of the patella with major trochlea dysplasia. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 84, 285-291

Rünow A (1983): The dislocating patella. Etiology and prognosis in relation to generalized joint laxity and anatomy of the patellar articulation. Acta Orthop Scand Suppl 201, 1-53

Rütt, A. (1975): Die Pathomechanik der Patellaluxationen, Arch. Orthop Unfallchir. 81, 169 - 175

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

Scharf W, Weinstrabl R, Fibras W (1986): Anatomische Untersuchung am Streckapparat des Kniegelenkes und ihre klinische Relevanz. Unfallchirurg 89, 456

Schöttle P, Weiler A (2007): Trochleoplasty for patellofemoral Instability. Operative Techniqus in Orthopaedics 17, 72-79

Schöttle PB, Fucentese SF, Pfirrmann C, Bereiter H, Romero J (2005 a): Trochleaplasty for patellar instability due to trochlear dysplasia. Acta Orthop 76, 693-698

Schöttle PB, Werner CM, Romero J (2005 b): Reconstruction of the medial patellofemoral ligament for painful patellar subluxation in distal torsional malalignment: a case report. Arch Orthop Trauma Surg 125, 644-648

Schöttle PB, Romero J, Schmeling A, Weiler A (2008): Technical note: anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a free gracilis autograft. Arch Orthop Trauma Surg 128, 479-484

Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL, Warren RF (1983): The structure of the posterolateral aspect of the knee. J Bone Joint Surg Am 64, 536-541

Senavongse W, Amis AA (2005): The effects of articular, retinatcular or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability: a biomechanical study in vitro. J Bone Joint Surg Br 87, 577-582

Shabshin N, Schweitzer ME, Morrison WB, Parker L (2004): MRI criteria for patella alta and baja. Skeletal Radiol 33(8):445–450.

Shih Y, Bull A, Amis A (2004): The cartilaginous and osseous geometry of the femoral trochlear groove. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 12, 300-306

Smilie IS: Kniegelenksverletzung. Enke-Verlag, Stuttgart 1985

Smirk C, Morris H (2003): The anatomy and reconstruction of the medial patellofemoral ligament. Knee 10, 221–227

Smith TO, Walker J, Russell N (2007): Outcomes of medial patellofemoral ligament reconstruction for patellar instability: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 15,1301-1314

Stanitski CL, Paletta GA Jr (1998): Articular cartilage injury with acute patellar dislocation in adolescents: arthroscopic and radiographic correlation. Am J Sports 26, 52–55

Stefancin JJ, Parker RD (2007) First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. Clin Orthop Relat Res 455, 93-101

Steiner TM, Torga-Spak R, Teitge RA (2006) Medial patellofemoral ligament reconstruction in patients with lateral patellar instability and trochlear dysplasia. Am J Sports Med 34, 1254–1261

Strobel M, Stedtfeld, HW: Diagnostik des Kniegelenks. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1995

Tegner Y, Lysholm J (1985): Rating Systems in the Evaluation of Knee Ligament Injuries. Clin Orthop 198, 43-49

Tardieu C, Dupont J (2001): The origin of femoral trochlear dsyplasia: comparative anatomy, evolution and growth of the patellofemoral joint. Rev Chir Orthop 87, 373-383

Vainionpää S, Laasonen E, Silvennoinen T, Vasenius J, Rokkanen P (1990): Acute dislocation of the patella. A prospective review of operative treatment. J Bone Joint Surg Br 72, 366-369

Virolainen H, Visuri T, Kuusela T (1993): Acute dislocation of the patella: MR findings. Radiology 189, 243-246

Ward SR, Powers CM (2004): The influence of patella alta on patellofemoral joint stress during normal and fast walking. Clin Biomech 19, 1040-1047

Warren, L.F., Marshall J.L. (1979): The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. The Journal of Bone & Joint Surgery 61, 56-62

Wendt PP, Johnson RP (1985): A study of quadriceps excursion, torque, and the effect of patellectomy on cadaver knees. J Bone Joint Surg Am 67, 726–732

8 Anhang: Untersuchungsprotokoll, Fragebögen

Klinischer Nachuntersuchungsbogen

Datum: ___.___._____

Patienten-ID

Geb: ___.___._____

Körpergröße: _____cm Gewicht: _____kg Spielbein:_____

Visuelle Analogskala

Markieren Sie mit einem Strich, wie stark Sie den Schmerz durchschnittlich in den letzten Tagen in Ihrem operierten Gelenk empfinden.

0 steht für keinen Schmerz und
10 für den maximal vorstellbaren Schmerz

0 10

_____

Basisdokumentation

Initialien _____	**Fall-Nr.** _____
Alter _____	**Ereignis-Datum** _____ . _____ . _____
U.-Datum _____ . _____ . _____	**OP-Datum** _____ . _____ . _____
Geschlecht **m** □ - **w** □	**Seite** rechts □ - links □
Größe ____ cm	**Gewicht** _____ kg
Sportliche Aktivität: □ Hochleistungssportler □ häufige sportliche Betätigung □ gelegentliche sportliche Betätigung □ kein Sport	**Erstereignis** □ ja □ nein Wenn nein, wann: _____ , _____
Mechanismus: □ adäquat □ inadäquat	**Spontanreposition** □ ja □ nein
<u>Prädisponierende Faktoren</u> **Q-Winkel** _____ °	**TTTG Abstand** _____mm
Trochlea-Dysplasie □ ja Typ?_____ □ nein	**Patella-Hochstand** □ ja □ nein
Patelladysplasie □ ja Typ?_____ □ nein	**Insall-Index** _____ **Ruptur med. Retinakulum** □ ja □ nein
Insall-Index _____	
Patellaglide-Test-Patellabeweglichkeit _____	**Patellaglide-Test Gegenseite** _____ **Subluxation Gegenseite** □ ja □ nein

Genu valgum -> Patellafehlstellung □ ja □ nein	**Genu recurvatum** □ ja □ nein
Knorpelschaden □ ja □ nein	**Osteochondrales Flake** □ ja □ nein
praeop. Rö □ ja □ nein	**praeop. MRT** □ ja □ nein
Operation:	med. Dopplung ☐
	lat. Release ☐
	Tuberositas Osteotomie ☐
	Mikrofrakturierung ☐
	Knorpelglättung ☐
	Refixierung Ostocho. Flake ☐
	Meniskus-OP ☐
Re-Operation: □ nein □ ja welche, Datum?	_____ , _____
Reluxation □ nein □ ja wie viele, Datum?	_____ , _____ _____ , _____
Oberschenkelmuskulatur **Seite** rechts _____	links _____
Apprehension Test _____	

Kujala-Score

1. Hinken
□ keines (5)
□ gering oder zeitweise (3)
□ dauerhaft (0)

2. Belastbarkeit
□ keine Einschränkungen (5)
□ schmerzhaft (3)
□ unmöglich (0)

3. Gehfähigkeit
□ unbegrenzt (5)
□ >2 km (3)
□ 1 – 2 km (2)
□ unmöglich (0)

4. Schmerzen beim Treppensteigen
□ keine (10)
□ gering beim Abwärtsgehen (8)
□ beim Auf- und Abwärtsgehen (5)
□ unmöglich (0)

5. Schmerzen beim Knien
□ keine (5)
□ bei wiederholtem Knien (4)
□ immer (3)
□ möglich mit Teilbelastung (2)
□ unmöglich (0)

6. Rennen und Laufen
□ keine Einschränkung (10)
□ Schmerz nach >2 km (8)
□ leichter Schmerz ab Beginn (6)
□ starker Schmerz (3)
□ unmöglich (0)

7. Hüpfen
□ keine Einschränkung (10)
□ leichte Einschränkung (7)
□ dauerhafter Schmerz (2)
□ unmöglich (0)

8. Sitzen mit gebeugten Knien
□ keine Einschränkung (10)
□ Schmerz nach Belastung (8)
□ dauerhafter Schmerz (6)
□ Schmerz erfordert Streckung (3)
□ unmöglich (0)

9. Schwellung
□ keine (10)
□ nach starker Belastung (8)
□ nach tägl. Aktivitäten (6)
□ jeden Abend (4)
□ dauerhaft (0)

10. Abnormale Patella-Beweglichkeit
□ keine (10)
□ manchmal beim Sport (6)
□ manchmal nach tägl. Aktivitäten (4)
□ eine dokumentierte Re-Luxation (2)
□ mehr als zwei Re-Luxationen (0)

11. Muskelatrophie
□ keine (5)
□ leicht (3)
□ schwer (0)

12. Beugedefizit
□ keines (5)
□ leicht (3)
□ schwer (0)

13. Schmerz
□ kein Schmerz (10)
□ leicht und gelegentlich (8)
□ stört den Schlaf (6)
□ gelegentlich starker Schmerz (3)
□ konstant starker Schmerz (0)

Tegner-Aktivitätsscore

10 Wettkampf- bzw. Leistungssport
Fussball, nationales oder internationales Niveau

9 Wettkampfsport
Fussball, niedriges Ligen, Eishockey, Ringen, Gymnastik

8 Wettkampfsport
Squash, Badminton, Leichtathletik (Sprungsportarten), Abfahrtski

7 Wettkampfsport
Tennis, Leichtathletik (Laufsportarten), Handball, Basketball, Motorrad
Freizeitsport
Fussball, Eishockey, Squash, Leichathletik (Sprungsportarten), Orientierungslauf, Crosslauf

6 Freizeitsport
Tennis, Badminton, Handball, Basketball, Abfahrtsski, Jogging (mind. 5 mal wöchentlich)

5 Arbeit
Schwere Arbeit (z.B. Bauarbeiter)
Wettkampf- und Freizeitsport
Radfahren, Skilanglauf
Freizeitsport
Jogging auf unebenen Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich)

4 Arbeit
Mittelschwere Arbeit (z.B. Fernfahrer)
Freizeitsport
Radfahren, Skilanglauf, Jogging auf ebenem Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich)

3 Arbeit
Leichte Arbeit (z.B. Krankenschwester)
Wettkampf- und Freizeitsport
Schwimmen
Gehen im Wald möglich

2 Arbeit
Leichte Arbeit
Gehen auf unebenem Grund möglich, aber Gehen im Wald unmöglich

1 Arbeit
Sitzende Tätigkeit
Gehen auf ebenem Untergrund möglich

0 Bettlägerigkeit oder Invalidität, Rente wegen Knieproblemen oder Sprunggelenksproblemen

Lysholm Score:

Hinken	Nein	**5**
	Wenig oder zeitweise	**3**
	Stark oder immer	**1**
Belastung	Vollbelastung	**5**
	Gehstützen oder Stock	**3**
	Belastung nicht möglich	**0**
Blockierung	Keine Blockierung und kein Gefühl der Einklemmung	**15**
	Gefühl der Einklemmung aber keine Blockierung	**10**
	Gelegentliche Blockierung	**6**
	Häufige Blockierung	**2**
	Blockiertes Gelenk bei Untersuchung	**0**
Instabilität	Niemals „giving way“ Phänomen	**25**
	„giving way“ selten während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung	**20**
	"giving way" häufig während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung (oder unmöglich, daran teilzunehmen)	**15**
	"giving way" gelegentlich während Tätigkeiten des Alltags	**10**
	"giving way" oft während Tätigkeiten des Alltags	**5**
	"giving way" bei jedem Schritt	**0**
Schmerzen	Keine	**25**
	unregelmäßig and gering während schwerer Anstrengung	**20**
	deutlich/ausgeprägt während schwerer Anstrengung	**15**
	deutlich während oder nach dem Gehen von mehr als 2 km	**10**
	deutlich während oder nach dem Gehen von weniger als 2 km	**5**
	ständig	**0**
Schwellung	Keine	**10**
	Bei schwerer Anstrengung	**6**
	Bei gewöhlicher Anstrengung	**2**
	ständig	**0**
Treppensteigen	Kein Problem	**10**
	Ein wenig beeinträchtigt	**6**
	Schritt für Schritt	**2**
	Nicht möglich	**0**
Hocken	Kein Problem	**5**
	Wenig beeinträchtigt	**4**
	Nicht über 90°	**2**
	Nicht möglich	**0**

Zufriedenheit/OP-Ergebnis

Wie zufrieden sind Sie mit dem Behandlungsergebnis?

Markieren Sie mit einem Strich, wie zufrieden Sie mit dem Behandlungsergebnis sind.

0 steht für gar nicht zufrieden und
10 für vollkommen zufrieden

0 _____ 10