

Diplomarbeit

**Langzeitergebnisse nach weichteiliger
Tuberositasversetzung
(modifizierte Grammont-Technik)
im Wachstumsalter**

eingereicht von

Karoline Elisabeth Rippel

Mat.Nr.: 0433342

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an

**Universitätsklinik für Kinder-und Jugendchirurgie/Klinische
Abteilung für Kinderorthopädie**

unter der Anleitung von

OA Dr. med. Tanja Kraus

Professor Dr. med. Wolfgang E. Linhart

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwende habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt haben, bedanken.

Mein besonderer Dank gilt meiner Erstbetreuerin OA Dr.ⁱⁿ Tanja Kraus, die mich mit viel Engagement ans wissenschaftliche Arbeiten herangeführt hat und mein Interesse für das Fach der Kinderorthopädie gesteigert hat. Ihre Anregungen und ihre konstruktive Kritik haben die Qualität dieser Arbeit maßgeblich beeinflusst.

Des Weiteren bedanke ich mich herzlich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Linhart und dem Team der Abteilung für Kinderorthopädie der Medizinischen Universität Graz für ihre Hilfestellung.

Abschließend möchte ich die Gelegenheit nutzen, mich bei meinen Eltern für ihre tatkräftige Unterstützung während meiner gesamten Studienzeit zu bedanken. Ohne Sie wäre eine ein erfolgreiches und sorgloses Studieren nicht möglich gewesen.

Zusammenfassung

Weichteilige Medialisierung des Patellasehnenansatzes: Eine effektive Behandlung der rezidivierenden Patellaluxation bei Patienten mit nicht abgeschlossenem Knochenwachstum.

Karoline E. Rippel, Tanja Kraus, Wolfgang E. Linhart

Klinische Abteilung für Kinderorthopädie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie, Medizinische Universität Graz, Österreich

Hintergrund: Die operativen Möglichkeiten zur Behandlung der rezidivierenden Patellaluxation sind bei noch nicht abgeschlossenem Knochenwachstum limitiert, da knöcherne Eingriffe ein hohes Risiko für Wachstumsstörungen bergen. Die weichteilige Medialisierung des Patellasehnenansatzes könnte eine effektive, nicht knöcherne Alternative während des Wachstums darstellen. Ziel dieser Studie war es, die Langzeitergebnisse der weichteiligen Medialisierung des Patellasehnenansatzes zu evaluieren.

Material und Methoden: Von 1999 bis 2004 wurden 65 weichteilige Medialisierungen des Patellasehnenansatzes bei Kindern mit rezidivierender Patellaluxation durchgeführt. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 14,4 Jahre. Eine retrospektive Analyse erfolgte bei 58 Knien nach durchschnittlich 8,4 Jahren (5,6-11 Jahre) anhand physikalischer Untersuchungen, klinischer Nachuntersuchungsscores (Lysholm, Tegner) und radiologischer Diagnostik (Blackburne-Peel Index, degenerative Veränderungen).

Ergebnisse: Postoperativ kam es in 19% zu Reluxationen. Zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung betrug der durchschnittliche Lysholm Score 82,4 Punkte (52 von 100) und es zeigte sich im Durchschnitt eine Reduktion der sportlichen Aktivitäten von 1,5 Punkten auf der Tegner Skala. Der Blackburne-Peel Index wurde durch den Eingriff nicht beeinträchtigt. An 6 behandelten Knien konnten degenerative Veränderungen festgestellt werden. Wachstumsstörungen wurden nicht beobachtet.

Diskussion: Die modifizierte Grammont-Technik zur Behandlung der rezidivierenden Patellaluxation im Wachstumsalter zeigt langfristig gute funktionelle Ergebnisse. Durch die Operation wird das Wachstum nicht gestört.

Abstract

"Soft tissue medialisation" insertion of the patella tendon: an effective treatment of recurrent dislocations of the patella in skeletally immature patients.

Karoline E. Rippel, Tanja Kraus, Wolfgang E. Linhart

Department of Paediatric Orthopaedics, Medical University of Graz, Austria

Background: Surgical patella realignment for recurrent patella dislocations is limited in skeletally immature patients, because bony procedures bear the risk of growth disturbances. The medialisation of the patellar ligament insertion by a soft tissue procedure may represent an effective treatment option during growth. The aim of this study was to evaluate the longterm - outcome of this soft tissue procedure.

Material and methods: From 1999 to 2004 a total of 65 skeletally immature knees were treated surgically for recurrent dislocations of the patella. Mean age at time of surgery was 14,4 years. Eight point four years (range 5,6 -11 years) after surgery an independent observer evaluated 58 knees by clinical examination, functional scores (Lysholm, Tegner), and x-rays of the knees (Blackburne-Peel Index, degenerative changes).

Results: After surgery a dislocation of the patella reoccurred in 19%. At the last follow-up the mean Lysholm knee score was 82,4 points (range 52 to 100) and patients showed a reduction of their sports activities by an average of 1,5 points in the Tegner score. The Blackburne-Peel Index was not affected by the intervention. Degenerative changes were seen in 6 knees. Growth disturbances were not observed in any of the investigated knees.

Discussion: Sufficient treatment of recurrent patella dislocation in skeletally immature patients can be achieved through the modified Grammont procedure. The procedure led to no growth disturbances; a good functional outcome was documented.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

1.1 Das Femoropatellare Gelenk – Anatomie und Biomechanik

1.2 Die Patellaluxation

1.2.1 Definition

1.2.2 Inzidenz

1.2.3 Äthiologie und Klassifikation

1.2.3.1 Akute traumatische Patellaluxation

1.2.3.2 Prädisponierte Patellaluxation

1.2.3.3 Rezidivierende Patellaluxation

1.2.3.4 Habituelle Patellaluxation

1.2.3.5 Angeborene Patellaluxation

1.2.3.6 Iatrogene Patellaluxation

1.2.4 Diagnostik

1.2.4.1 Klinische Zeichen

1.2.4.2 Klinische Untersuchung

1.2.4.2.1 Ganganalyse

1.2.4.2.2 Untersuchung im Stehen

1.2.4.2.3 Untersuchung im Sitzen

1.2.4.2.4 Untersuchung im Liegen

1.2.4.2.5 Tests zur Überprüfung der Patellamobilität

1.2.4.3 Bildgebende Diagnostik

1.2.4.3.1 Radiologie

1.2.4.3.1.1 a.p. Aufnahme

1.2.4.3.1.2 Seitliche Aufnahme

1.2.4.3.1.3 Tangentialaufnahme der Patella

1.2.4.3.2 Sonographie

1.2.4.3.3 Magnetresonanztomographie (MRT)

1.2.4.3.3.1 Dynamische MRT

1.2.4.3.4 Arthroskopie

1.2.5 Therapie

1.2.5.1 Konservative Therapie

1.2.5.2 Operative Therapie

1.2.5.2.1 Indikationen

1.2.5.2.2 Kontraindikationen

1.2.5.2.3 Eingriffe am lateralen Retinaculum

1.2.5.2.4 Eingriffe am distalen Streckapparat

1.2.5.2.5 Eingriffe am proximalen Streckapparat

2 Material und Methoden

2.1 Operationsbeschreibung

2.1.1 Nachbehandlung

2.1.2 Nachteile

2.1.3 Vorteile

2.2 Nachuntersuchung

2.3 Statistische Verfahren

3 Ergebnisse

3.1 Demographie

3.2 Klinik

3.2.1 Lysholm Knee-Score, Tegner Activity-Scale und visuelle Analogskala (VAS)

3.3 Radiologie

3.4 Relaxationen

4 Diskussion

5 Literaturverzeichnis

Abkürzungen

a.-p.	anterior-posterior
ASK	Arthroskopie
CPM	Continuous passiv motion
MPFL	Lig. patellofemorale mediale
MRT	Magnetresonanztomographie
NSAR	Nichtsteroidale Antirheumatiker
Q-Winkel	Quadrizepswinkel
TTTG	Tibial-tuberosity-trochlea-groove
VAS	Visual analog scala

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Wiberg Klassifikation
- Abb. 2 Kraftwirkung des Musculus quadriceps
- Abb. 3 Q-Winkel
- Abb. 4 Antetorsionswinkel
- Abb. 5 Blackburne-Peel Index
- Abb. 6 Insall-Salvati Index
- Abb. 7 Sulcuswinkel nach Merchant
- Abb. 8 Kongruenzwinkel nach Merchant
- Abb. 9 Laterale Patellofemoralwinkel nach Laurin
- Abb. 10 Patella mit sehr weit lateral ansetzendem Ligamentum patellae
- Abb. 11 Verlauf der Patellasehne prä- und postoperativ
- Abb. 12 MRT der proximalen Tibia prä- und postoperativ
- Abb. 13 Patellofemorale Dysplasien nach Dejour
- Abb. 14 Darstellung der Ergebnisse des Lysholm Scores.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Passive Stabilisatoren des femoropatellaren Gelenks und ihre Funktion

1 Einleitung

1.1 Das Femoropatellare Gelenk - Anatomie und Biomechanik

Das Knie besteht funktionell aus zwei zusammenwirkenden Gelenken, dem femorotibialen Gelenk und dem femoropatellaren Gelenk. Das femoropatellare Gelenk wird zwischen der Facies patellaris femoris, der Trochlea des distalen Femur, und der Facies articularis patellae, an der Rückseite der Patella, gebildet. Beide Gelenkflächen sind von Knorpel überzogen. Die Kongruenz der Gelenkflächen ist wesentlich für die Stabilität, Abweichungen in der Form verändern die mechanische Belastbarkeit des femoropatellaren Gelenks.

Das Gleiten der Kniescheibe in der Trochlea wird als „patellatracking“ bezeichnet. Bei einer Beugung im Kniegelenk von 20° gleitet die Patella in die Trochlea, dabei entspricht der femoropatellare Anpressdruck ungefähr dem Körpergewicht. Bei zunehmender Flexion wird die Patella durch die Quadrizepssehne und das Lig. patellae immer stärker in die Trochlea gepresst und bei einer Flexion von 70° entspricht der Anpressdruck etwa dem Vierfachen des Körpergewichts (Bachmann et al. 2010, Oestern et al. 2011). Die Patella ist als größtes Sesambein des menschlichen Körpers in den Streckapparat des Knies eingelagert und verleiht dem M. quadrizeps femoris eine bessere Hebelwirkung. Sie entwickelt sich in der 7. Embryonalwoche innerhalb der Patellasehne und ist vorerst knorpelig angelegt. Die Verknöcherung erfolgt erst zwischen dem 4. und 6. Lebensjahr (Gardner et al. 1986). Die Rückseite der Kniescheibe wird durch einen vertikalen Knochenfirst in zwei Facetten unterteilt, welche je nach Position des Firstes unterschiedlich groß sein können. Die Wiberg Klassifikation unterteilt die Form der Gelenkfläche nach der Lage des Knochenfirstes in folgende 3 Typen:

Bei Typ 1 wird die Gelenkfläche durch einen mittig gelegenen First in zwei annähernd gleichgroße Facetten geteilt. Bei Typ 2 liegt der First etwas weiter medial, wodurch die laterale Facette größer ist als die mediale. Bei Typ 3 ist der First noch weiter nach medial verlagert (Oestern et al. 2011) (**Abb. 1**). Das Risiko für Patellaluxationen nimmt von Typ 1 zu Typ 3 zu (Servien et al. 2003).

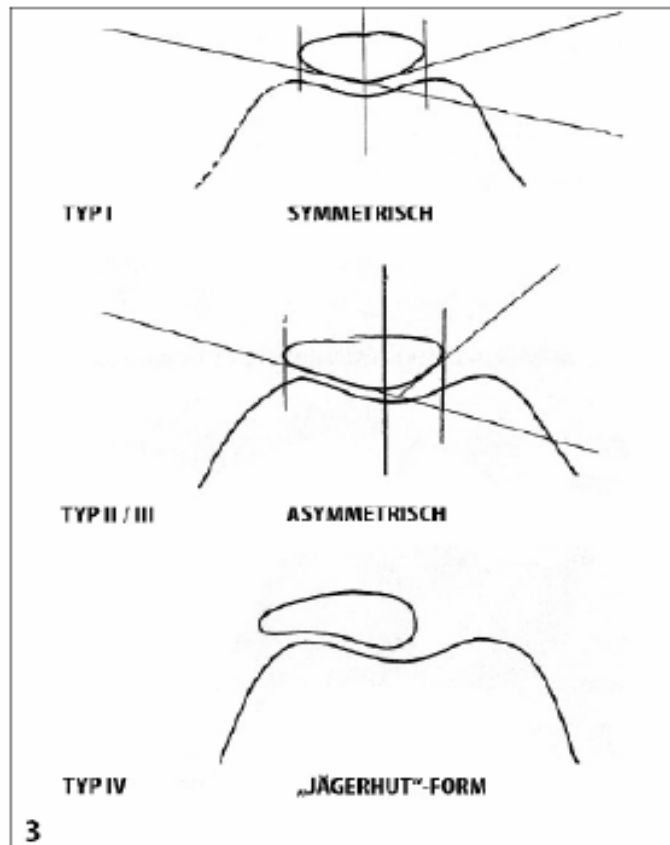


Abb. 1 Wiberg Klassifikation

http://www.medizin.unigreifswald.de/unfallch/fileadmin/user_upload/lehre/2007_2008/Vorlesung_Traumatologie/Patella.pdf

(Letzter Zugriff am 01.09.2011)

Die Stabilität des femoropatellaren Gelenks hängt neben der Kongruenz der Gelenkflächen von einer Vielzahl passiver und aktiver Stabilisatoren ab. Der wichtigste aktive Stabilisator ist der M. quadrizeps femoris, welcher aus einem M. vastus lateralis, einem M. vastus medialis und einem M. vastus medialis obliquus besteht.

Die Muskelfasern inserieren in unterschiedlichen Winkeln am proximalen und lateralen Rand der Patella. Die Fortsetzung bildet das Lig. patellae, welches an der Tuberositas tibiae inseriert (Diemer 2007). Durch die Einlagerung der Kniescheibe in den Streckapparat, bekommt der M. quadrizeps eine bessere Hebelwirkung bei Kniestreckung (Oestern et al. 2011). Während der M. vastus lateralis, gemeinsam mit

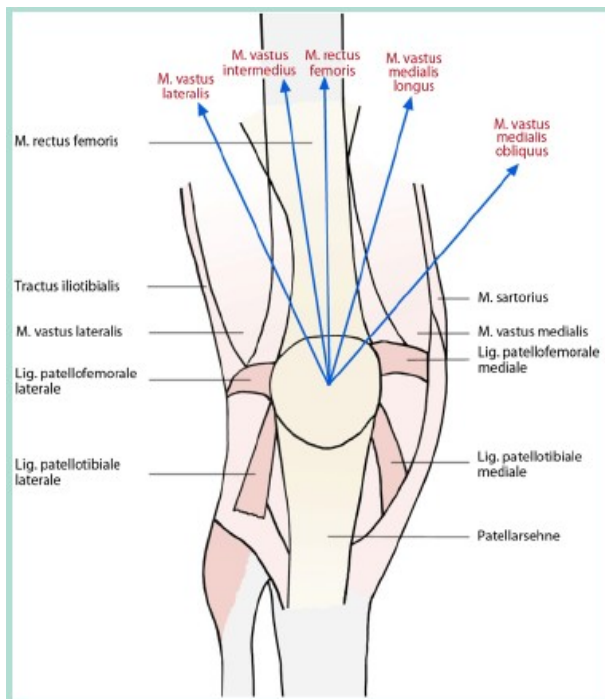


Abb. 2 Kraftwirkung des M. quadriceps (Oestern et al. 2010)

dem Tractus iliotibialis und dem Retinaculum patellae laterale, eine lateralisierende Kraft auf die Patella ausüben, wirken der M. vastus medialis und der M. vastus medialis obliquus, gemeinsam mit der medialen Kapsel und dem Retinaculum patellae mediale, dagegen (**Abb. 2**). Der Tractus iliotibialis, das Retinaculum patellae mediale und laterale und die

Gelenkkapsel gehören zu den passiven Stabilisatoren (**Tab. 1**) (Diemer et al. 2006).

Tabelle 1 zeigt eine Auflistung der passiven Stabilisatoren und ihrer Funktion. Der stärkste passive Stabilisator ist das Lig. patellofemorale mediale (MPFL). Dieses spannt sich zwischen der medialen Patellakante und dem Tuberculum adductorium segelförmig aus und bedingt zwischen 0 und 30° Beugung bis zu 90% der medialen Stabilität. Bei stärkerer Beugung wird die Patella wie oben beschrieben von der knöchernen Trochlea stabilisiert und die Funktion des MPFL nimmt ab (Amia et al. 2003, Conlan et al. 1993).

Tabelle 1 Passive Stabilisatoren des femoropatellaren Gelenks und ihre Funktion	
Struktur:	Funktion:
Retinaculum longitudinale	Kapselverstärkung, Reservestreckapparat
Tractus iliotibialis	Lateral-Tracking
Retinaculum patellae mediale	Medial-Tracking
Retinaculum patellae laterale	Lateral-Tracking
Lig. meniscopatellare mediale	Medial-Tracking
Lig. meniscopatellare laterale	Lateral-Tracking
Lig. patellofemorale mediale	Medial-Tracking
Lig. patellofemorale laterale	Lateral-Tracking
Lig. patellotibiale mediale	Medial-Tracking
Lig. patellotibiale laterale	Lateral-Tracking

1.2 Die Patellaluxation

1.2.1 Definition

Die Patellaluxation ist eine vollständige Verschiebung der Kniescheibe aus ihrem femoropatellaren Gleitlager. Die Luxation erfolgt in der Regel nach lateral und kann einmalig oder wiederholt auftreten (Oestern et al. 2011).

1.2.2 Inzidenz und Genderspezifität

Luxationen der Kniescheibe treten vermehrt im Kindes- und Jugendalter auf und stellen in diesem Alter eine der häufigsten Ursachen eines Hämarthros dar (Atkin et al. 2000, Cofield et al. 1977, Larsen et al. 1982, Cash et al. 1988, Henry et al. 1979). Angaben über die Inzidenz sind rar und schwanken zwischen 29 und 77/100.000 Personen (Atkin et al. 2000, Aglietti et al. 1986, Fithian et al. 2004, Nietosvaara et al. 1994, Beasley et al. 2004).

Genderspezifische Angaben schwanken in der Literatur ebenfalls und eine geschlechterspezifische Prädisposition geht nicht eindeutig hervor. Vereinzelt werden jedoch Angaben über eine Häufung beim weiblichen Geschlecht gefunden (Larsen et al. 1982).

In einer Studie aus dem Jahre 2002 wird eine höhere Inzidenz bei Mädchen in den USA auf die stärkere Innentorsion des Femur zurückgeführt (Csintalan et al. 2002). Eine rezenter Studie zeigte eine deutliche Häufung von Luxationen bei Mädchen mit lockerer Bandführung zwischen dem 10. und 17. Lebensjahr (Fithian et al. 2004). Ältere Studien hingegen beschreiben zum Teil auch eine höhere Prävalenz beim männlichen Geschlecht (Hawkins et al. 1986).

Schneider et al. führten die Ursache für eine erstmalige Patellaluxation bei pubertären Mädchen auf ein Zusammenwirken des einerseits lockeren Bandapparates und der dadurch verursachten Überstreckbarkeit der Kniegelenke und der andererseits wachstumsbedingten Muskelverkürzung zurück (Schneider et al. 2009).

In der Literatur wird häufig angegeben, dass Patellarluxationen vorwiegend bei Mädchen auftreten, die von Natur aus eine lockere Bandführung aufweisen und zusätzlich wenig Sport treiben (Stanitski et al. 2003, Stefancin et al. 2003). Dem widerspricht wiederum die Aussage von Aitkins, derzufolge traumatische Luxationen der Kniescheibe vor allem junge, sportlich sehr aktive, Männer betreffe (Atkins et al. 2000).

1.2.3 Klassifikation und Äthiologie

Grundsätzlich kann die Patellaluxation akut oder chronisch auftreten und traumatisch, prädisponiert, rezidivierend, habituell, angeboren oder iatrogen bedingt sein (Dejour et al. 2004, Eilert 2001, Nikku et al. 2009, Palmu et al. 2008).

Anhand der Anamnese des Unfallhergangs können bereits Rückschlüsse auf Pathoanatomie und -mechanismus der Kniescheibenluxation gezogen werden. Rezidivierende Luxationen der Kniescheibe können einerseits die Folge einer traumatischen Erstluxation sein, andererseits gibt es einige anatomische Abnormitäten, welche ohne adäquates Trauma eine wiederholte Patellaluxation und -subluxation begünstigen können (Phillips 1998).

1.2.3.1 Akute traumatische Patellaluxation

Im Kindes- und Jugendalter stellen traumatische Patellaluxationen bei Knien, die keine prädisponierenden Faktoren aufweisen, eine Seltenheit da. Die Luxation ereignet sich meist dann, wenn sich das Kniegelenk gleichzeitig in Flexions-, Außenrotations- und Valgusposition befindet (Weinberg 2006).

Im Rahmen einer traumatischen Luxation kommt es häufig zu zusätzlichen Verletzungen des medialen Bandapparates mit chondralen oder osteochondralen Abscherfrakturen („flake fracture“), ein Hämarthros kann hier richtungsweisend sein.

1.2.3.2 Prädisponierte Patellaluxation

Viel häufiger treten bei Kindern und Jugendlichen akute Luxationen bei anatomisch-prädisponierenden Faktoren auf (Maenpaa et al. 1996, Dejour et al. 1994). Im Gegensatz zur akuten traumatischen Luxation ist kein wesentliches Trauma für die Erstluxation notwendig. Die prädisponierte Luxation geht zwar mit geringeren Begleitverletzungen einher, resultiert in weiterer Folge aber meist in rezidivierenden Luxationen (Weinberg 2006).

Die folgenden prädisponierenden Faktoren können zur Entstehung einer lateralisierenden Kraft auf die Kniescheibe führen:

>Eine Imbalance zwischen den medialen und lateralen Stabilisatoren:

Zu den lateralisierenden Kräften zählen der M. vastus lateralis des M. quadrizeps femoris, der Tractus iliotibialis und das Retinaculum patellae laterale. Die nach medial wirkenden Kräfte sind der M. vastus medialis und der M. vastus medialis obliquus des M. quadrizeps femoris, die mediale Kapsel und das Retinaculum patellae mediale. Ein Ungleichgewicht zugunsten der lateralisierenden Kräfte kann eine Luxation oder Subluxation der Kniescheibe begünstigen (Oestern et al. 2011, Strobl et al. 1998).

Insbesondere ein Ungleichgewicht der ligamentären Strukturen des Femuropatellargelenks kann die Luxationstendenz fördern.

So kann eine stattgehabte Verletzung des MPFL, des medialen Patella-Retinaculums oder des medialen patellomeniskalen Ligaments, im Sinne einer Zerreißung und Ausheilung in Verlängerung dieses Bandes, Patellaluxationen erleichtern. Das Gleiche gilt für eine Verkürzung des lateralen Bandapparates.

Der patellare Tilt wird ebenfalls häufig bei der Patellainstabilität beobachtet. Die Bedeutung des Tilts ist aber unklar. Dejour und Kollegen gehen aufgrund ihrer Untersuchungen davon aus, dass der Tilt durch die Dystrophie des M. quadriceps entsteht (Dejour et al. 1994). Ein lateraler Tilt der Patella kann aber auch dadurch zustande kommen, dass eine vermehrte Laxität der medialen Band und Kapselstrukturen vorliegen (Arendt et al. 2002, Beasley et al. 2004).

Auch eine Patella alta, ein straffes laterales Retinaculum oder eine Trochleadysplasie können einen Tilt verursachen (Jafaril et al. 2008, Ward et al. 2007, Feller et al. 2007, Amis 2007).

Der patellare Tilt basiert offensichtlich auf einem multifaktoriellen Geschehen. Er scheint eher eine Begleiterscheinung verschiedener Pathomorphologien der patellaren Instabilität zu sein (Frosch et al. 2011).

>Eine Dysplasie des lateralen Femurkondylus, der Patella oder des femuropatellaren Gleitlagers:

Ein hypoplastischer lateraler Femurkondyl begünstigt durch die fehlende knöcherne Stabilisierung eine Luxation. Der laterale Femurkondyl ist beim gesunden Knie etwas stärker nach ventral vorgewölbt als der mediale.

Eine zu flache oder konvexe Gleitrinne bedingt, dass die Kniescheibe beim Übergang von Streckung in Beugung ohne knöcherne Führung hin- und hergleiten und leichter luxieren kann (Weinberg 2006).

Eine zu kleine oder dysplastische Patella kann bei Beugung leichter aus der Gleitrinne rutschen.

>Eine Patella alta (Hochstand der Kniescheibe):

Ein weiterer Faktor, der Patellaluxationen begünstigt, ist die Patella alta (Larsen et al. 1982, Runow 1983, Blackburne et al. 1977, Aglietti et al. 1983, Insall et al. 1972, Simmons et al. 1992). Im Normalfall befindet sich die Patella, bei vollständiger Extension im Kniegelenk, proximal und lateral des femuropatellaren Gleitlagers und tritt erst in 10-30° Beugung in dieses ein. Bei einer Patella alta passiert der Eintritt in die stabilisierende Gleitrinne erst bei stärkerer Beugung, was eine Luxation oder Subluxation begünstigt.

>Pathologische Achsen-und Torsionsverhältnisse:

Die häufigste pathoanatomische Konstellation ist eine Kombination aus vermehrter Femurinnentorsion und verminderter Tibiaaußentorsion. Die verstärkte Innentorsion des Femur bedingt eine Einwärtsdrehung der Kondylenebene und es kommt gleichzeitig, vermutlich kompensatorisch, zu einer verstärkten Außentorsion der

Tibia. Durch die verstärkte Außendrehung der Tibia wandert die Tuberositas tibiae, an der die Patellasehne ihren Ansatz hat, weiter nach lateral (Schneider et al. 2009). Bei Mädchen ist häufig eine stärkere Innentorsion des Femur als bei Knaben zu beobachten, wodurch die Kondylenebene weiter nach innen gedreht ist. Beim Gehen fällt dies durch eine weiter nach innen gerichtete Kniescheibe auf. Dies ist bedingt durch das Breitenwachstum des Beckens während der Pubertät und der damit verbundenen Änderung der Hebel- und Zugverhältnisse am Bein.

Der normale Antetorsionswinkel beträgt etwa 13° (Biedert 2008). Ist der Antetorsionswinkel größer als 20° , führt die vermehrte Innenrotation des Femur zu einem verminderten Druck im medialen und zu einem erhöhten Druck im lateralen Femoropatellargelenk (Post et al. 2002, Teitge 2006). Daraus kann eine Subluxationsstellung der Patella bis hin zur Luxation resultieren. Auch können hierdurch femoropatellare Schmerzen entstehen (Teitge 2006).

Zu den prädisponierenden Torsionsverhältnissen gehören ein genu valgum oder genu recurvatum.

>Allgemeine Bandlaxität:

Eine Schwäche der Bandstrukturen tritt bei verschiedenen hereditären Krankheiten (Ehlers-Danlos-Syndrom, Marfan-Syndrom, Turner-Syndrom, Osteogenesis imperfecta, Trisomie 21, Arachnodaktylie) mit verminderter Kollagenqualität auf.

Eine US amerikanische Studie aus dem Jahre 2004 zeigte aber auch, dass vor allem Mädchen eine sehr lockere Bandführung aufweisen, was wiederum eine Luxation begünstigen kann (Fithian et al. 2004).

1.2.3.3 Rezidivierende Patellaluxation

Die prädisponierte Patellaluxation geht in weiterer Folge häufig in eine rezidivierende Form über. Dabei springt die Kniescheibe mit zunehmender Häufigkeit immer wieder nach lateral aus der Gleitrinne.

Fithian zeigte in seiner Studie, dass nach konservativer Therapie eine 17%-ige Wahrscheinlichkeit einer Reluxation nach Erstereignis besteht. Er berichtet weiter

über eine fast 50%-ige Wahrscheinlichkeit einer Reluxation bei PatientInnen mit mehrfachen Patellaluxationen in der Anamnese (Fithian et al. 2004).

Mäenpää und Kollegen zeigten, dass mehr als die Hälfte der Reluxationen nach 2 oder mehr Jahren nach Erstluxation auftreten (Mäenpää et al. 1995, Mäenpää et al. 1997).

1.2.3.4 Habituelle Patellaluxation

Bei der habituellen Form der Patellaluxation sind die prädisponierenden Faktoren meist stärker ausgebildet. Die Kniescheibe befindet sich nur in Streckstellung des Kniegelenks im femuropatellaren Gleitlager und rutscht bei zunehmender Beugung nach lateral. Die PatientInnen können die Kniescheibe meist willkürlich durch Anspannen des M. vastus lateralis luxieren.

1.2.3.5 Angeborene Patellaluxation

Diese sehr seltene Form der Kniescheibenluxation ist bereits von Geburt an vorhanden und nicht klar von der habituellen Form abgrenzbar. Die Patella ist klein, dysplastisch oder fehlt vollständig (Aplasie der Patella).

1.2.3.6 Iatrogene Patellaluxation

Dabei handelt es sich um eine Form der Kniescheibenluxation, die als Folge einer Korrekturoperation auftreten kann (Achsenkorrektur, Torsionskorrektur) (Teitge 1990, Miller et al. 1991).

1.2.4 Diagnostik

1.2.4.1 Klinische Zeichen

Die Patellainstabilität gehört zu den häufigsten Ursachen für vordere Knieschmerzen (Kodali et al. 2011).

Nach Fithian beschreibt die Patellainstabilität ein abnormes Gleiten der Kniescheibe in ihrer Führungsrinne mit vergrößertem patellofemoralem Abstand (Fithian et al. 2007). In den meisten Fällen handelt es sich um eine Instabilität nach lateral (Boden et al. 1997). Die PatientInnen berichten über ein „giving way“- oder „going-out“-Phänomen, welches ein Gefühl des „Auslassens“ beschreibt. Dieses könnte entweder durch die Unterdrückung des Quadrizepsreflexe, durch Schmerzen, eine Muskelatrophie oder eine tatsächliche Luxation bedingt sein. Gleichzeitig beklagen sich die PatientInnen häufig über ein Reiben oder Knacken im femoropatellaren Gelenk (Varatojo 2010).

Bei der rezidivierenden Kniescheibenluxation bestehen häufig schon vor dem Erstereignis peripatellare Schmerzen. Die Lokalisation wird von den PatientInnen meist direkt über der Vorderseite des Knies angegeben. Die Schmerzen können aber auch direkt über dem medialen oder lateralen Gelenkspalt lokalisiert sein und eine Meniskusläsion imitieren. Die Beschwerden beginnen meist allmählich bei alltäglichen Aktivitäten, welche mit einer erhöhten Belastung des patellofemorales Gelenk verbunden sind (längeres Sitzen, Bergabgehen, Knien, Erheben aus tiefen Stühlen) (Varatojo 2010).

Die Luxation erfolgt meist bei gleichzeitiger Innenrotation des Oberschenkels, Außenrotation des Unterschenkels und Flexion des Beins, was insgesamt zu einer „Valgisierung“ führt. Die Patella springt nach dem Ereignis meist spontan bei Kniestreckung wieder in ihre Führungsrinne zurück, wodurch eine Luxation oft nicht realisiert wird (Schneider et al. 2009).

Klinisch kann sich die Luxation als massive Schwellung des Kniegelenks, aber auch ohne deutliche klinische Zeichen manifestieren (Varatojo 2010).

Sowohl bei der traumatischen- als auch beim Erstereignis einer prädisponierten Patellaluxation kommt es häufig zur Entstehung eines Hämarthros. Dabei handelt es sich definitionsgemäß um eine Ansammlung von Blut im Gelenksraum. Die Kniescheibenluxation ist eine der häufigsten Ursachen für ein Hämarthros im Kindes- und Jugendalter (Schneider et al. 2009). Bei der rezidivierenden Form der Luxation treten Blutansammlungen im Gelenk seltener auf, aber gleichzeitig steigt mit jedem neuen Ereignis das Risiko für weitere Luxationen.

1.2.4.2 Klinische Untersuchung

Die Ursache für Patellainstabilität und vordere Knieschmerzen ist meist multifaktoriell, was eine genaue klinische Untersuchung des/der gesamten PatientenInn erfordert. Eine systematische Untersuchung sollte daher folgende Schritte beinhalten: Ganganalyse, Untersuchung im Stehen, Untersuchung im Sitzen, Untersuchung im Liegen inklusive bestimmter manueller Tests zur Überprüfung der Mobilität der Patella.

1.2.4.2.1 Ganganalyse

Bei der Ganganalyse wird beobachtet, ob ein schmerzbedingtes Schonungshinken oder ein Verkürzungshinken, bedingt durch eine anatomische oder funktionelle Beinlängendifferenz, vorliegt.

Des Weiteren können Beinachsen, Fußstellung, Ausrichtung der Kniescheiben und Muskeltrophik beurteilt werden.

1.2.4.2.2 Untersuchung im Stehen

Zuerst sollte der/die PatientIn barfuß und auf beiden Beinen stehend von vorne, hinten und seitlich betrachtet werden. Dabei wird vor allem auf das Vorliegen pathologischer Achsen- und Rotationsverhältnisse und Unterschiede in der Muskeltrophik geachtet. Zu den prädisponierenden Faktoren für eine Patellainstabilität gehören ein Genu valgum („X-Bein“), ein Genu recurvatum („Hohlknie“), eine zu weit lateral liegende Tuberositas tibiae und eine Divergenz der Kniescheiben als Ausdruck einer verstärkten Femurinnenrotation oder Tibiaaußenrotation. Häufig besteht auch eine Atrophie des M. vastus medialis des M. quadriceps infolge eines funktionellen Defizits (Fox 1975, Mäenpää et al. 2000).

Beim Einbeinstand können Balanceschwierigkeiten auf femoropatellare Instabilität, Schmerzen oder eine Muskelschwäche hinweisen (Vallotton et al. 1995).

Unmittelbar nach einer traumatischen Luxation oder prädisponierten Erstluxation kommt es meist zu einer starken Schwellung des Kniegelenks, diese kann bei rezidivierenden Luxationen nur mehr gering vorhanden sein oder ganz fehlen.

Ein Hämarthros kann hinweisend auf osteochondrale Begleitverletzungen sein. Punktiert man diesen und zeigen sich Fettaggen im Punktat, ist das ein Zeichen für eine knöcherne Verletzung (Oestern et al 2011). Des Weiteren kann nach unmittelbar stattgehabter Luxation eine Druckschmerzhaftigkeit im Verlauf des medialen patellofemorale Ligaments auf eine begleitende Ruptur hinweisen.

1.2.4.2.3 Untersuchung im Sitzen

In sitzender Position und mit hängenden Beinen kann das sogenannte „J-sign“ und „reversed J-sign“ überprüft werden. Ein positives „J-sign“ liegt vor, wenn die Kniescheibe beim Übergang von Flexion in Extension endgradig nach lateral subluxiert. Beim „reversed J-sign“ ist darauf zu achten, ob die Kniescheibe beim Übergang von Extension in Flexion gleich in ihr Gleitlager am Femur eintritt oder erst bei stärkerer Flexion (Oestern et al. 2011).

1.2.4.2.4 Untersuchung im Liegen

Bei der Untersuchung im Liegen wird auf die spontane Position der entspannten unteren Extremität und die Ausrichtung der Patellae geachtet, um Auskunft über die Rotationsverhältnisse von Femur und Tibia zu bekommen. Eine Außenrotation der unteren Extremität in Kombination mit einer Divergenz der Kniescheiben kann auf eine verstärkte Femurinnenrotation mit kompensatorischer Tibiaaußenrotation hinweisen (Vallotton et al. 1995) .

Des Weiteren kann in Rückenlage, 10° flektiertem Bein und entspannter Muskulatur der Quadrizepswinkel (Q- Winkel) bestimmt werden (**Abb. 3**). Der Q- Winkel ist definiert als Winkel zwischen dem resultierenden Kraftvektor des M. quadriceps, normalerweise parallel zum Femurschaft verlaufend und der Patellarsehne. Er ergibt sich aus dem Schnittpunkt zweier Geraden, wobei die erste von der Spina iliaca anterior superior zum Zentrum der Patella gezogen wird und eine zweite vom

Zentrum der Patella zur tuberositas tibiae. Unter physiologischen Bedingungen beträgt der Winkel zwischen 10° und 15° und ist nach lateral geöffnet (Strobl et al. 1998, Oestern et al. 2011, Brattström et al. 1960).

Über den prognostischen Wert des Quadrizepswinkels für die Kniescheibenluxation existiert allerdings widersprüchliche Literatur. Die Meinungen, ob ein vergrößerter Winkel wirklich als Risikofaktor gewertet werden kann, sind geteilt. Es findet sich sowohl Studien die dafür sprechen, als auch dagegen (Biedert et al. 1997, Biedert et al. 2001, Dejour et al. 1994).

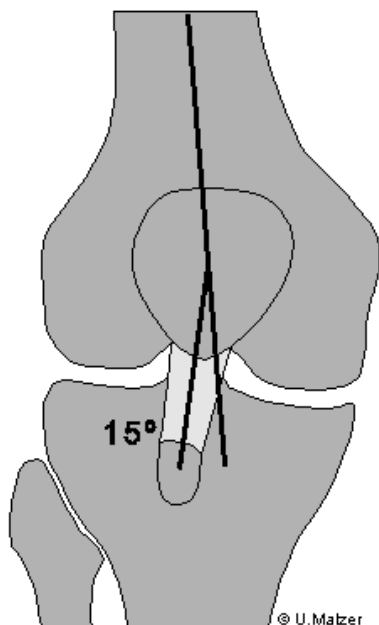


Abb. 3 Q-Winkel (=Quadricepswinkel) (Malzer et al. 1998; <http://www.malzer.homepage.t-online.de/HomepageClassic01/english/offen/medizin/align/alipubde.htm> letzter Zugriff 04.09.2011)

In Bauchlage und 90° flektiertem Kniegelenk kann man durch den Umfang der Hüftinnen- und außenrotation das Ausmaß der Femurantetorsion evaluieren (**Abb. 4**). Diese entspricht dem Winkel zwischen der Schenkelhalsachse und der queren Kniegelenksachse und beträgt zwischen $10-25^\circ$ (Cordier et al. 2000). Bei der klinischen Untersuchung ertastet der Untersucher den unter der Haut liegenden Trochanter major unter gleichzeitiger Innenrotation. Die Rotationsstellung des Hüftgelenks, bei der man den Trochanter am deutlichsten unter der Haut ertastet, entspricht in etwa der Femurantetorsion und wird durch den Winkel zwischen der Längsachse des Unterschenkels und der Senkrechten angegeben. Das Ausmaß der Tibiaußenrotation kann durch den Oberschenkel-Fuß-Winkel beurteilt werden. Dieser Winkel wird eingeschlossen zwischen der Längsachse des Femur und der Verbindungslinie der beiden Malleolen und beträgt ungefähr 25° (Vallotton et al. 1995).



Abb. 4 Antetorsionswinkel (Hähnel / Ehrlich, 142/, S. 290)

(<http://www.gucosa.de/fileadmin/data/gucosa/documents/4232/data/kap2.html>

letzter Zugriff 04.09.2011)

1.2.4.2.5 Manuelle Tests zur Überprüfung der Mobilität der Patella

Beim „*apprehension test*“ wird das entspannte Knie vom Untersucher in 20°-30° Beugung gehalten, und die Kniescheibe nach lateral wegzudrücken versucht. Der Test ist positiv, wenn bei diesem Manöver Schmerzen auftreten und der/die Patient/In durch Anspannung des *Musculus quadriceps femoris* einer weiteren Lateralisierung entgegenwirkt (Phillips 1998). Der „*apprehension test*“ ist, wenn er positiv ausfällt, ein direktes Zeichen der Instabilität.

Beim „*patellar tilt test*“ wird die Kippung der lateralen Facette der Patella zur Horizontalebene überprüft. Das Kniegelenk ist dabei in voller Extensionsstellung und der Untersucher hält die Kniescheibe mit dem Daumen entlang der medialen Seite und den übrigen Fingern entlang der lateralen Seite der Patella. Durch einen straffen lateralen Halteapparat wird das seitliche Aufkippen verhindert (Phillips 1998, Weinberg 2006). Im Zuge eines „*lateralen release*“ kann eine laterale Aufkippung der Kniescheibe möglich sein (Amis 2007).

Der „*patellar grind test*“ wird durchgeführt indem man Druck auf die Kniescheibe ausübt und diese im patellofemorale Gleitlager nach lateral, medial, superior und inferior verschiebt. Der Test ist positiv wenn dabei Schmerzen im anterioren Bereich des Knies auftreten (Phillips 1998). Die Aussagekraft dieses Tests ist allerdings

fragwürdig, da in der Literatur auch über positive Tests an physiologischen Knien berichtet wird (Näslund et al. 2006, Lian et al. 1996).

Der „*patellar glide test*“ dient zur Überprüfung der Mobilität der Kniescheibe nach medial und lateral bei 20-30° flektiertem Kniegelenk und entspannter Muskulatur. Dabei sollte der Abstand zwischen dem Zentrum der Patella und dem medialen beziehungsweise lateralen Femurkondyl gleich sein (Kolowich et al. 1990).

1.2.4.3 Bildgebende Untersuchungen

Trotzdem die Diagnose der Patellaluxation und -subluxation vorrangig eine klinische ist, gibt es eine Vielzahl bildgebender Verfahren, die unterstützend eingesetzt werden.

1.2.4.3.1 Radiologie

Die radiologische Untersuchung des Kniegelenks umfasst Aufnahmen in 3 Ebenen (Kniegelenk a.-p. und streng seitlich, Tangentialaufnahme der Patella in 30° oder 45° Flexion). Bei allen Aufnahmen wird primär auf das Vorhandensein von osteochondralen Fragmenten und freien Gelenkkörpern geachtet.

1.2.4.3.1.1 a.-p. Aufnahme

Die a.-p. Aufnahme liefert weniger Informationen als die streng seitliche. Hier wird vor allem auf eventuelle Patellafrakturen, -fehlbildungen, Arthrosen, osteochondrale Begleitverletzungen oder freie Gelenkkörper geachtet (Strobl et al. 1998).

1.2.4.3.1.2 Seitliche Aufnahme

Die streng seitliche Aufnahme dient vor allem zur Feststellung einer Patella alta (Hochstand der Kniescheibe), einer Trochleadysplasie oder einer Verkipfung der Kniescheibe.

Zur Bestimmung einer Patella alta im Röntgenbild gibt es verschiedene Methoden, die bekanntesten werden im Folgenden beschrieben:

Der *Blackburne-Peel Index* ist definitionsgemäß das Verhältnis zwischen dem Abstand des Tibiaplateaus zum unteren Ende der Patellagelenkfläche und der Länge der Patellagelenkfläche (**Abb. 5**). Der Normwert liegt bei 0.8. Ein Index über 1.0 entspricht einer Patella alta (Blackburne et al. 1977). Der Blackburne-Peel Index hat die geringste Interobserver-Reliabilität und wird auch von Schwankungen des Flexionsausmasses im Kniegelenk zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme am wenigsten beeinflusst (Seil et al. 2000).

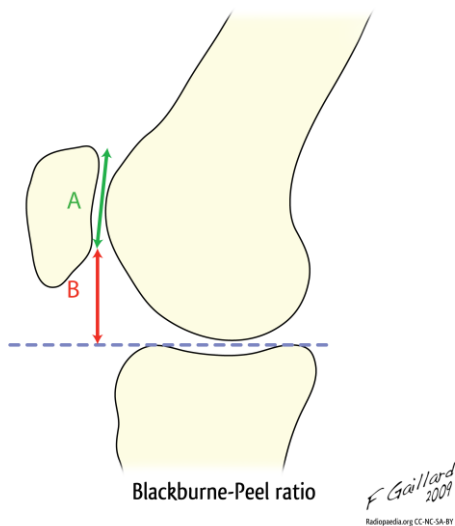


Abb. 5 Blackburne-Peel Index

(<http://radiopaedia.org/images/133805> letzter Zugriff am 26.06.2011)

Ein ähnlicher Index ist der *Insall-Salvati Index* (**Abb. 6**). Dieser ist definiert als Verhältnis zwischen der Länge der Patellasehne (Abstand zwischen dem Ursprung der Sehne am unteren Pol der Patella und Insertion der Sehne an der Tuberositas tibiae) und der Patellalänge (größter Abstand zwischen oberem und unterem Pol der Patella). Der Normwert beträgt 1.0. Bei Werten über 1.2 handelt es sich um eine Patella alta und bei Werten unter 0.8 handelt es sich um eine Patella baja (Tiefstand der Kniescheibe) (Insall et al. 1972).

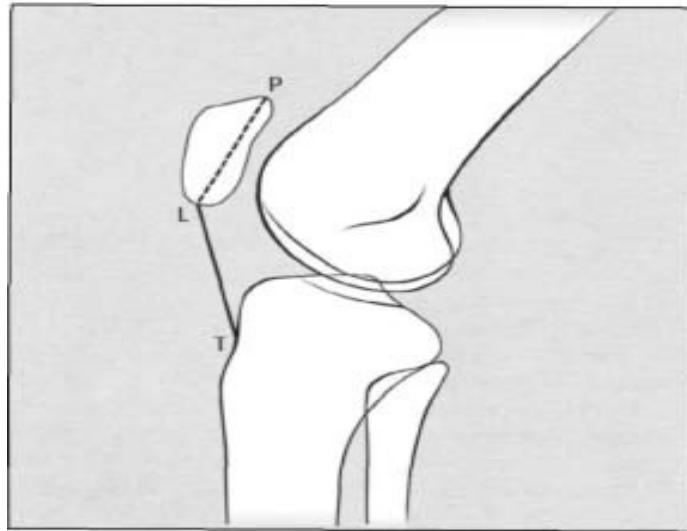


Abb. 6 Insall-Salvati Index

(http://www.aceproindia.com/ACE%20Sample%20Projects/ePUB/Examination%20and%20Diagnosis%20of%20Musculoskeletal%20Disorders/OEBPS/11_chapter05.html
letzter Zugriff am 07.06.2011)

Die *Blumensaat-Linie* ist eine gedachte Linie, welche sich, bei 30° gebeugtem Knie, entlang des Daches der Fossa intercondylaris erstreckt und nur den unteren Pol der Patella berühren soll (Jacobsen et al. 1974).

Für Kinder, bei denen große Teile von Patella und Tibia noch nicht verknöchert sind, gibt es die *Methode nach Koshino und Sugimoto*. Diese beschreibt das Verhältnis zwischen der Strecke von der Patellamitte zur Mitte der Tibiaepiphyse und der Strecke von der tibialen zur femoralen Epiphyse (Koshino et al. 1989).

1.2.4.3.1.3 Tangentialaufnahme der Patella

Die Tangentialaufnahme der Kniescheibe in 30° Beugung liefert Informationen über die Form der Patella, die Form und Tiefe der Trochlea und die Lage, die Patella und Femur zueinander haben. Des Weiteren besteht eine Luxationstendenz vor allem während den ersten 20° Beugung (Kujala et al. 1989). Über die Aussagekraft zusätzlicher Tangentialaufnahmen der Patella in 60° und 90° Beugung finden sich in der Literatur unterschiedliche Meinungen. Manche Autoren sind der Auffassung,

dass diese keine genaueren Informationen liefern, da eine Lateralisation vor allem zu Beginn der Beugung auftritt (Weinberg 2006).

Mit den folgenden Methoden können eine laterale Verkippung, eine Luxation oder Subluxation der Kniescheibe festgestellt werden:

Der *Sulcuswinkel nach Brattström* ist der Winkel der von den Femurkondylen eingeschlossen wird, wobei der Scheitelpunkt der tiefste Punkt im patellofemorale Geleittlager ist (**Abb. 7**). Der Normwert liegt bei 137° . Bei größerem Winkel ist eine sichere Führung der Patella nicht mehr gewährleistet (*Brattström 1964*).

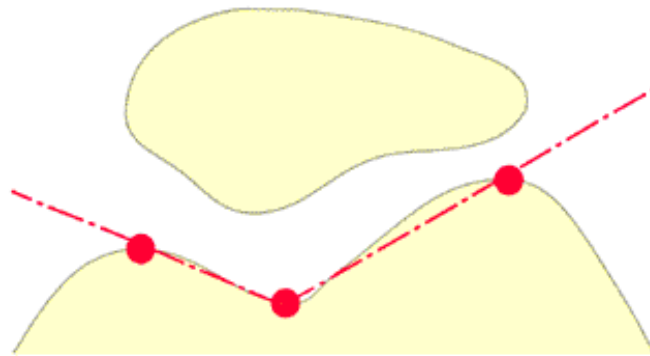


Abb 7 Sulcuswinkel nach Brattström

(<http://www.gvle.de/kompendium/knie/0141/0025.html>

letzter Zugriff am 07.06.2011)

Für den *Kongruenzwinkel nach Merchant* wird ausgehend vom Scheitelpunkt des Sulcuswinkels eine Referenzlinie zum ventralen Patellaapex und eine weitere Linie zum tiefsten Punkt der Patellagelenksfläche gezogen (**Abb. 8**). Liegt der Winkel lateral der Referenzlinie, ist er positiv, liegt er medial davon, ist er negativ. Ein Winkel von mehr als 16° nach beiden Seiten wird als pathologisch angesehen (Merchant et al. 1974).

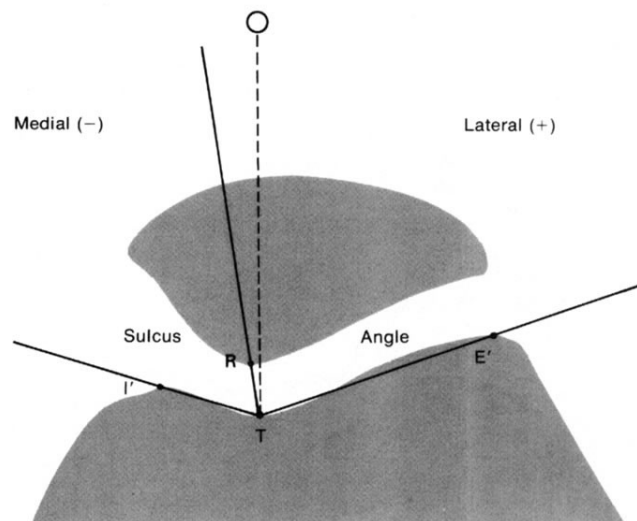


Abb. 8 Kongruenzwinkel nach Merchant

(<http://www.med.yale.edu/library/pfoe/c4/tang.html> letzter Zugriff 04.09.2011)

Der *laterale Patellofemoralwinkel nach Laurin* ist ein Indikator für eine Verkipfung der Kniescheibe (**Abb. 9**). Der Winkel wird eingeschlossen von der Verbindungslinie der Femurkondylen und einer Tangente, angelegt an die laterale Patellafacette. Im Normalfall ist dieser Winkel nach lateral geöffnet. Pathologisch wäre ein nach medial geöffneter Winkel, oder eine Tangente, parallel zur Verbindungslinie der Femurkondylen (Laurin et al. 1978).

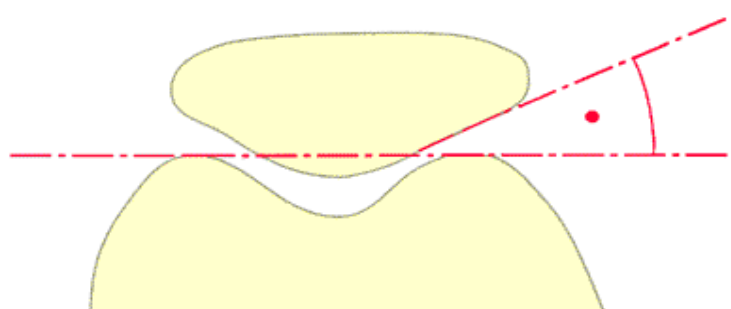


Abb. 9 Laterale Patellofemoralwinkel nach Laurin

(<http://www.gvle.de/kompodium/knie/0141/0025.html> letzter Zugriff 07.06.2011)

1.2.4.3.2 Sonographie

Die Sonographie besitzt vor allem in der frühen Diagnose der angeborenen Kniescheibenluxation Stellenwert (Strobl et al. 1998).

1.2.4.3.3 Magnetresonanztomographie (MRT)

Bei einem HämARTHROS empfiehlt sich als primäres Diagnostikum eine MRT, da im konventionellen Röntgen chondrale Abscherfrakturen („flake fractures“), ohne Beteiligung des subchondralen Knochens nicht dargestellt werden.

Mit der MRT sucht man vor allem nach Defekten an der Gelenkfläche, da bei einer Blutansammlung im Gelenk ausgebrochene Fragmente eventuell nicht sichtbar sind (Schneider et al. 2009).

Die Inzidenz chondraler Begleitverletzungen, besonders der Patella, im Rahmen einer Patellaluxation ist sehr hoch. Eine japanische Studie aus dem Jahre 2003 untersuchte 39 Knie hinsichtlich Knorpelverletzungen nach akuter Patellaluxation. In 95% konnten mittels MRT oder Arthroskopie chondrale Schäden an Patella oder Trochlea festgestellt werden (Nomura et al. 2003).

In weiterer Folge kann es durch die Knorpelschäden zur Entwicklung einer Arthrose des Petalofemoralgelenks kommen. Daher ist eine zuverlässige Diagnostik hinsichtlich therapiebedürftiger Knorpelschäden wichtig.

Die MRT hat sich dabei als Untersuchung mit hoher Sensitivität mit Werten bis zu 89% erwiesen. Dies geht aus einer deutschen Studie aus dem Jahre 2010 hervor, bei der 40 Patienten mit akuter oder rezidivierender Patellaluxation mit MRT auf das Vorliegen chondraler Begleitschäden an Patella oder Femur untersucht wurden (von Engelhardt et al. 2010).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die diagnostische Aussagekraft der oben beschriebenen statischen Untersuchungen (MRT, Röntgen) dennoch beschränkt ist, da es sich bei der Luxation oder Subluxation der Patella um einen dynamischen Prozess handelt.

Mit den genannten Methoden lassen sich zwar Pathologien an Patella oder femoropatellaren Gelenk feststellen, der direkte Nachweis einer Instabilität oder Luxation beziehungsweise Subluxation während der Bewegung ist allerdings nicht möglich.

Das Problem ist die statische, ein- oder zweidimensionale Darstellung eines dreidimensionalen dynamischen Vorganges (Schneider et al. 2009).

Eine amerikanische Studie aus dem Jahr 2011 verglich mittels „real-time“ MRT, die dynamischen Vorgänge im patellofemorale Gelenk während gewichtsorientierter Belastung und während Entlastung und stellte fest, dass die Bewegungen nicht exakt vergleichbar sind (Draper et al. 2011).

1.2.4.3.3.1 Dynamische MRT

Mit der dynamischen- oder „real-time“ MRT können Bewegungen im patellofemorale Gelenk unter Belastung dargestellt werden. Es lassen sich Beschwerden und Schmerzen, die unter bestimmten Belastungen auftreten, einer strukturellen Veränderung im Gelenk zuordnen.

Im Alltag wird die dynamische MRT allerdings noch nicht zur Diagnostik eingesetzt.

1.2.4.3.4 Arthroskopie

Des Weiteren kann zur Diagnose der zugrundeliegenden Pathologie eine Arthroskopie des Kniegelenks durchgeführt werden. Mit der Arthroskopie lassen sich die intraartikulären Verhältnisse gut darstellen - gleichzeitig sind therapeutische Eingriffe möglich.

Verletzungen extraartikulärer Strukturen, wie beispielsweise eine Ruptur des medialen patellofemorale Ligaments, lassen sich allerdings nur indirekt, durch eine Einblutung in die Gelenkscapsel, nachweisen. Hierbei ist die MRT besser zur Beurteilung geeignet (Weinberg 2006).

Indiziert ist eine Arthroskopie bei positivem MRT Befund oder negativem MRT Befund, aber persistierenden Schmerzen oder Ergüssen, da dies für das Vorliegen eines Knorpelschadens spricht (Schneider et al. 2009).

1.2.5 Therapie

1.2.5.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie besteht nach initialer Ruhigstellung vor allem aus der Kräftigung des Musculus quadriceps femoris, insbesondere des Musculus vastus medialis. Dieser gilt als wichtigster Stabilisator, der einer Lateralisierung der Patella entgegenwirkt (Farahmand et al. 2004). In der Literatur wird die Ruhigstellung mittels abnehmbarer, posteriorer Schiene, welche eine Teilbelastung erlaubt, empfohlen (Atkin et al. 2000, Beasley et al. 2004). An der klinischen Abteilung für Kinderorthopädie der Medizinischen Universität Graz wird die Ruhigstellung mittels Kniegipshülse unter Vollbelastung für 3 Wochen durchgeführt. Anschliessend wird eine intensive Physiotherapie eingeleitet.

In den ersten Wochen der Rehabilitation sind Übungen in geschlossener kinematischer Kette (Beinpresse) empfohlen, da sie sicherer und effektiver sind (Snyder-Mackler et al. 1995). Von einer längeren Immobilisation wird in der Regel abgesehen.

Des Weiteren können zur konservativen Behandlung der Schwellung Eis, kühlende Salben und antiphlogistische Medikamente (NSAR) eingesetzt werden.

In der Regel werden Erstluxationen mit negativem MRT Befund (ohne osteochondrales Flake) immer primär konservativ behandelt (Nikku et al. 2009, Sillnapää et al. 2009, Christiansen et al. 2008).

Laut einer früheren deutschen Studie aus dem Jahre 1989 darf nach Erstluxation mit einer Rezidivquote von nur 5% nach konsequenter konservativer Therapie gerechnet werden (Muhr et al. 1989).

Liegt ein Hämarthros vor, oder persistieren die Schmerzen, wird auch bei negativem MRT Befund eine Arthroskopie zur Beurteilung und Behandlung von Begleitverletzungen durchgeführt. Dabei können kleinerer Knorpelfragmente entfernt und größere Fragmente ($> 1\text{cm}^2$) refixiert werden (Schneider et al. 2009).

Treten Patellaluxationen wiederholt auf, stellt dies in der Regel eine Operationsindikation da, obwohl einige Autoren der Auffassung sind, dass auch bei

rezidivierenden Luxationen eine verstärkte konservative Therapie sinnvoll sein kann (Campbell 1998).

1.2.5.2 Operative Therapie

In der Literatur werden mehr als 100 verschiedene Operationsmethoden zur Behandlung der rezidivierenden Patellaluxation oder -subluxation beschrieben. Die MPFL Augmentation ist eine zunehmend verbreitete Operationstechnik zur Stabilisierung der Patella und wird von einigen Autoren als die primäre Technik bei rezidivierender Patellaluxation angesehen. (Hinton et al. 2003, Sallay et al. 1996, Bicos et al. 2006, Nomura et al. 2005, Andrish 2007, Drez et al. 1991, Muneta et al. 1999).

Zu beachten aber ist, dass der femorale Ansatz des MPFL direkt im Bereich der distalen Wachstumsfuge des Femurs liegt. Diese Fuge ist die potenteste Fuge des menschlichen Körpers. Im Wachstumsalter besteht somit ein hohes Risiko für Wachstumsstörungen, so dass die MPFL Augmentation im Wachstumsalter kritisch gesehen werden muss (Nelitz et al. 2011).

Im Wesentlichen können die verschiedenen Techniken, nach der Lokalisation, in Eingriffe am lateralen Retinaculum, am distalen Streckapparat und am proximalen Streckapparat eingeteilt werden. Des Weiteren unterscheidet man weichteilige von knöchernen Eingriffen.

Die unterschiedlichen Operationstechniken können sowohl isoliert als auch in Kombination angewendet werden.

Im Folgenden werden die Operationsmethoden primär nach der Lokalisation beschrieben.

1.2.5.2.1 Indikationen

In der Regel werden Patellaluxationen nicht primär operativ behandelt. Für Erstluxationen ohne osteochondrale Abscherfrakturen („flake fractures“) oder prädisponierende Faktoren wird ein primär konservatives Vorgehen empfohlen. Ein operatives Vorgehen ist bei rezidivierenden Luxationen nach erfolgloser konservativer

Therapie und Erstluxationen mit Begleitverletzungen oder prädisponierenden Faktoren indiziert (Frosch et al. 2011, Nikku et al. 1997). Osteochondrale Abscherfrakturen finden sich meist an der medialen Patellafacette oder dem lateralen Femurkondyl. Dabei entstehen die Schäden am lateralen Femurkondyl bei der Luxation der Kniescheibe und an der medialen Patellafacette wenn die Patella wieder in das Gleitlager zurückspringt. Des Weiteren stellen kongenitale und habituelle Luxationen eine Operationsindikation dar.

1.2.5.2.2 Kontraindikationen

Gegen eine Operation spricht ein normaler Q-Winkel beziehungsweise eine fehlende Lateralisation der Tuberositas tibiae.

1.2.5.2.3 Eingriffe am lateralen Retinaculum

Die Spaltung des lateralen Retinaculums („laterales release“) kann sowohl arthroskopisch, als auch offen durchgeführt werden. Sie ist indiziert, wenn eine ausgeprägte Lateralverkipfung der Kniescheibe vorliegt, oder wenn durch die Rekonstruktion des medialen Bandapparates keine ausreichende Zentrierung der Kniescheibe erreicht werden konnte.

Neuere biomechanische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Durchtrennung des lateralen Retinaculums eine multidirektionale Instabilität bewirken kann (Christoforakis et al. 2006, Nonweiler et al. 1994, Desio et al. 1998, Teitge et al. 2004, Skalley et al. 1993, Hughston et al. 1996, Miller et al. 2007, Jackson 1992). Die Durchführung einer Retinakulumspaltung ist aktuell daher höchst umstritten.

Lattermann und Kollegen fanden heraus, dass PatientInnen mit „lateralem release“ im Kurzzeit follow-up zufrieden sind (80%), langfristig aber (<4 Jahre), die Zufriedenheit auf 60% sank (Lattermann et al. 2007).

Das „laterale release“ stellt zwar eine eigenständige Operationsmethode da, wird aber bei vielem operativem Eingriffen zur Behandlung der rezidivierenden Patellaluxation zusätzlich durchgeführt. Eine amerikanische Studie aus dem Jahre 1987 evaluierte retrospektiv die Ergebnisse eines isolierten arthroskopischen

„lateralen release“ an 22 Patienten mit Patellaluxation oder -subluxation. Hinsichtlich Stabilität und Schmerzen erzielte man mit dieser Methode allein in 67% der Fälle eine signifikante Verbesserung (Schonholtz et al. 1987).

Andere Studien warnen wiederum vor einer hohen Rezidivrate bei operativen Eingriffen die ausschließlich die Retinacula betreffen (Muhr et al. 1989).

Als Indikation für ein „laterales release“ mit gutem postoperativem Ergebnis gilt heute ein negativer passiver patellärer Tilt (laterale Patellakante kann nicht in die horizontale Ebene gezogen werden) oder ein retropatellärer Knorpelschaden (Kolowich et al. 1990, Alemdaroglu et al. 2008).

1.2.5.2.4 Eingriffe am distalen Streckapparat

Hierzu gehören verschiedene Eingriffe, bei denen die Tuberositas tibiae zur Zentrierung der Kniescheibe entweder medialisiert (Operation nach Roux und Hauser, Operation nach Goldthwait, Operation nach Elmslie), distalisiert (Operation nach Roux) oder ventralisiert (Operation nach Maquet) wird. Die Indikation ist dann gegeben, wenn ein deutlich erhöhter Q-Winkel oder ein vergrößerter „tibial-tuberosity-trochlea-groove“ (TTTG) Abstand vorliegen. Der Q-Winkel gilt bei Frauen als pathologisch ab einer Größe von 20°, bei Männern ab einer Größe von 15° (Andrish 2008).

Eingriffe am distalen Streckapparat können entweder knöchern oder weichteilig erfolgen.

Bei der Operation nach Roux und Hauser erfolgt eine knöcherne Medialisierung der Tuberositas tibiae. Dabei wird der Patellasehnenansatz mit einem knöchernen Fragment von der Tibia abgehoben und weiter medial fixiert. Vor allem beim Vorliegen einer Patella alta kann gleichzeitig eine Distalisierung durchgeführt werden. Durch eine Distalisierung kann es allerdings zu einer Steigerung des Anpressdrucks der Patella kommen und in späterer Folge zur Retropatellararthrose. Um dem entgegenzuwirken kann eine Ventralisierung des Patellasehnenansatzes durchgeführt werden.

Bei der Operation nach Elmslie erfolgt eine knöcherne Medialisierung nur des proximalen Teils der Tuberositas tibiae.

Die knöcherne Medialisierung der Tuberositas ist kontraindiziert bei PatientInnen im Wachstumsalter, da es zu einer Verletzung der Wachstumsfuge, mit konsekutivem Genu recurvatum, kommen kann. Eine weitere Kontraindikation im Erwachsenenalter ist eine degenerative Veränderung im medialen Femoropatellargelenk (Andrish 2008, Barber et al. 2008). Dabei kann durch die Medialisierung der Patella ein erhöhter Anpressdruck im medialen Kompartiment erzeugt werden und somit eine weitere Degeneration begünstigt werden (Kuroda et al. 2002).

Am distalen Streckapparat können auch Weichteileingriffe durchgeführt werden, bei denen der Knochen verschont wird (Operation nach Roux und Goldthwait, Weichteil-Elmslie). Diese Operationsmethoden stellen Alternativen im Kindesalter- und Jugendalter da.

1.2.5.2.5 Eingriffe am proximalen Streckapparat

Bei den Eingriffen am proximalen Streckapparat handelt es sich um Muskelplastiken, bei denen die Zugrichtung des Musculus quadrizeps, meist im Sinne einer Medialisierung oder Distalisierung, verändert wird (Operation nach Insall, Operation nach Stanisavljevic). Zusätzlich kann ein „laterales release“ durchgeführt werden. Das Ligamentum patellae und die Tuberositas tibiae sind hierbei nicht mitbeteiligt, weshalb diese Methoden auch bei offener Epiphysenfuge angewendet werden können. Isolierte Eingriffe am proximalen Streckapparat haben sich aber im Langzeitverlauf als nicht ausreichend erwiesen (Panni, Ricchetti, Fithian).

Ab einem Q-Winkel von 20° und mehr, kommen zusätzlich Eingriffe am distalen Streckapparat hinzu

2 Material und Methoden

2.1 Operationsbeschreibung

Bei der hier beschriebenen Technik handelt es sich um eine Modifikation der von Grammont 1985 beschriebenen Technik (Grammont 1985).

Der Eingriff wird in Blutsperre durchgeführt. Um die Knorpelverhältnisse und den Knieinnenraum beurteilen zu können, wird immer zuerst eine Arthroskopie durchgeführt, um möglicherweise vorhandene freie Gelenkskörper bergen oder Begleitverletzungen diagnostizieren und sanieren zu können.

Nach erfolgter Blutsperre wird ein Hautschnitt in Verlängerung des lateralen zum lateralen ASK Portal gesetzt. (Hautschnitt nach distal verlängert)

Liegt eine „flake fracture“ vor, kann zusätzlich eine Verlängerung nach proximal erfolgen, wodurch der laterale Femur eingesehen werden kann. Durch mediales Wegklappen der Kniescheibe besteht weiterhin die Möglichkeit der retropatellären Flakerefixation und Zugang zum medialen Condyl. Oft befinden sich die Flakes im lateralen Recessus, so dass dieser genau inspiziert werden muss. Das Flake wird über eines der ASK Portale geborgen.

Oft ist das Flake größer als sein Bett, was daran liegt, dass es durch das Herumschwimmen im Kniegelenk aufgetrieben wird. Bei vorliegendem Flake wird das Kniegelenk von lateral eröffnet. Hierbei ist zu beachten, dass am patellären Rand ein ausreichend großer Synovialstreifen bestehen bleibt, damit der Kapselverschluss leicht erfolgen kann. Das Flakebett wird jetzt aufgesucht. Es befindet sich meist am medialen Patellarand oder am lateralen Femurkondyl und ist meist mit Koageln bedeckt. Diese werden mit dem scharfen Löffel entfernt. Die Größe des Flakes wird der Größe des Flakebettes angepasst. Gegebenenfalls wird das Flake an seinen Rändern gekürzt.

Mithilfe von Chondraldarts wird das Flake anschließend refixiert. Bei Chondraldarts handelt es sich um bioresorbierbare Fixationsstifte. Je nach Größe des Flakes können mehrere dieser Chondraldarts verwendet werden, mindestens 2 sind anzuraten. Es ist darauf zu achten, dass die Darts vollständig in der Knorpeloberfläche versenkt werden, da sie unangenehme Schmerzen bereiten können, wenn sie überstehen.

Liegt keine „flake fracture“ vor, wird das Gelenk, abgesehen von der Arthroskopie, durch die Tuberositasversetzung nicht eröffnet.

Für die Tuberositasversetzung wird der laterale Rand der Patellarsehne dargestellt und das Subkutangewebe zwischen lateralem Retinaculum und Gelenkkapsel mobilisiert. Das laterale Retinaculum wird dann 1cm lateral der Kniescheibe und bis

zum Beginn des Musculus vastus lateralis durchtrennt (laterale Retinaculumspaltung) oder - bei sehr hypermobilen Kindern auch Z-förmig verlängert.

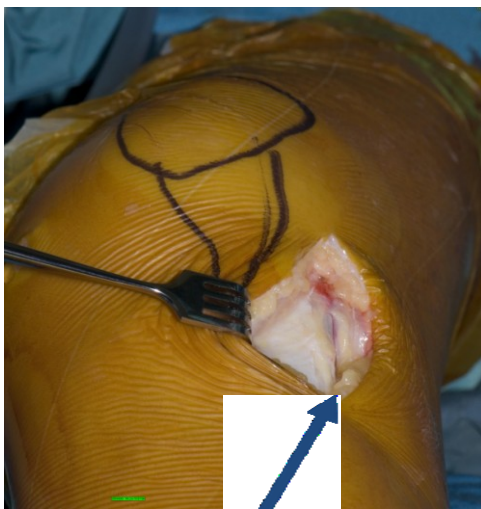
Das Periost wird jetzt an der Tibiavorderkante beginnend von der Tuberositas tibiae 5-6 cm nach distal gespalten. Folgend wird die Patellasehne komplett und scharf von ihrer Insertion am Knorpel der Tuberositas abgelöst und das Periost an der Tibia über die gleiche Länge abgetrennt. Die Patellasehne bleibt mit dem nach distal gestielten Periostlappen verbunden. Das Eröffnen der Tibialis anterior Loge soll vermieden werden.

Durch passive Beugung des Kniegelenks zwischen 30 und 60° zentralisiert sich die Kniescheibe in ihrem Gleitlager am Femur, womit sich der Ansatzpunkt der Patellasehne automatisch um 1-2 cm nach medial verlagert (Weichteil-Elmslie).

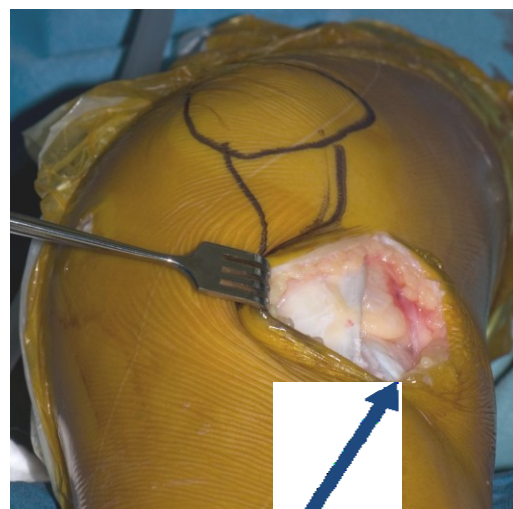
Eine Fixierung der Sehne erfolgt nicht, um eine dynamische Einstellung der Sehne in bestmöglicher Position auf der Bewegungsschiene zu ermöglichen (**Abb. 10, 11, 12**). Abschließend werden die Blutsperre aufgehoben, die Blutungen gestillt und eine Redon-Drainage in den lateralen Recessus eingelegt. Ein schichtweiser Wundverschluss folgt, sowie die elastische Wickelung mit Schaumstoff.



Abb. 10 Patella mit sehr weit lateral ansetzendem Ligamentum patellae als prädestinierendem Faktor für eine Patellaluxation



Tuberositas tibiae



Tuberositas tibiae

Abb. 11 linkes Bild: sehr weit lateral liegende Insertion der Patellasehne
 rechtes Bild: dynamisch nach medial verlagerte, freie Patellasehne nach „weichteiliger“ Tuberositasversetzung

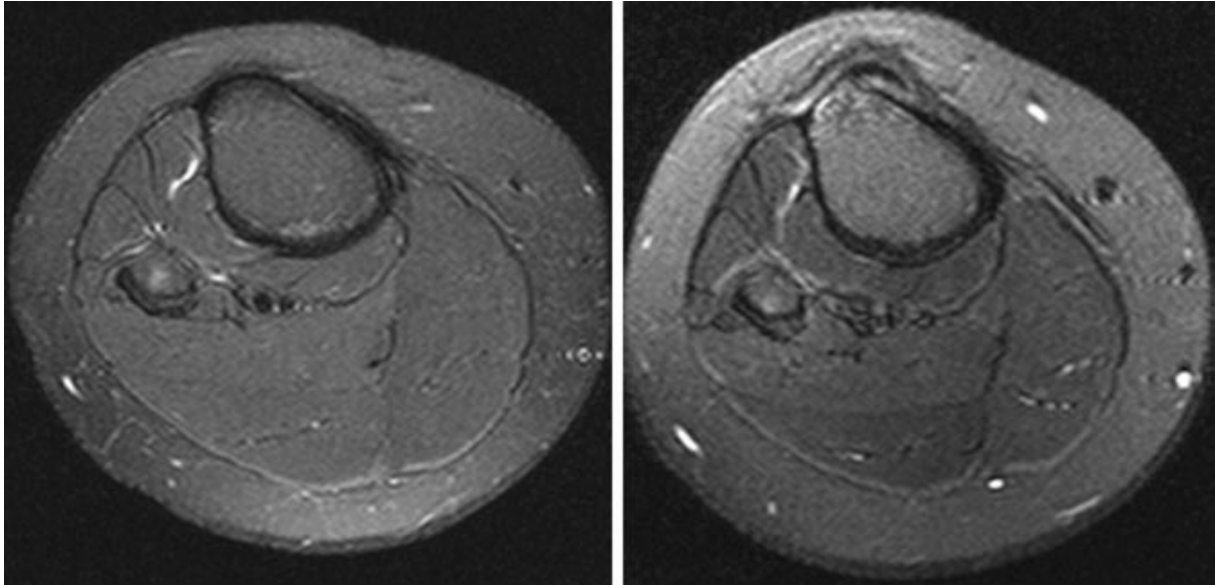


Abb. 12 MRT der proximalen Tibia vor (*links*) und 3 Monate nach (*rechts*) weichteiliger Medialisierung der Patellasehne. Links die lateral ausgerichtete Tuberositas tibiae mit dem Ansatz der Patellasehne. *Rechts* die Sehne deutlich weiter medial mit „neuer“ Tuberositas

2.1.1 Nachbehandlung

Postoperativ erfolgt keine Ruhigstellung, damit die Sehne nicht wieder am ursprünglichen Ansatz verheilt.

Stattdessen wird das Bein mit Hilfe einer CPM-Schiene passiv zwischen 30° und 60° Beugung bewegt. Die Sehne kann so ihre optimale Platzierung selbst finden (funktionelle Operation). Die CPM-Schiene wird für insgesamt 3 Tage verwendet. Von einer längeren Benutzung sollte abgesehen werden, da der/die PatientIn sonst die Ansteuerung der Quadrizepsmuskulatur schnell verliert.

Bereits am ersten postoperativen Tag wird unter physiotherapeutischer Anleitung mit isometrischen Muskelübungen begonnen, um trotz passiver Bewegung die willkürliche Ansteuerung des Musculus quadriceps aufrecht zu erhalten. Auch Bewegungsübungen sind im Übungsprogramm mit enthalten. Die Entfernung der Redon-Drainage erfolgt am 2. postoperativen Tag.

Die Mobilisierung erfolgt unter Teilbelastung des operierten Knies mit 20 kg (oder dem halben Körpergewicht) mit Hilfe von Stützkrücken für 4 Wochen. Anschließend dürfen die PatientenInnen vollständig belasten. Des Weiteren wird ein Turn- und Sportverbot für 3 Monate erteilt. Ist zusätzlich eine Flake-Refixation erfolgt, muss eine Entlastung für 6 Wochen eingehalten werden. Je nach erfolgter Refixation bzw. Lage des Defekts wird zusätzlich ein Flexionslimit bis 60° für 6 Wochen verordnet.

2.1.2 Nachteile

Durch die frühe funktionelle Nachbehandlung sind keine rekonstruierenden Eingriffe am medialen Bandapparat möglich, da diese ohne Ruhigstellung nicht heilen würden. Des Weiteren kann es durch die fehlende Raffung der medialen Stabilisatoren zu einer Zunahme der Hypermobilität der Patella kommen. Da die Sehne intraoperativ nicht fixiert wird, besteht bei inadäquater funktioneller Nachbehandlung das Risiko, dass die Sehne wieder zu weit lateral anheilt.

Weiter besteht durch die fehlende Fixierung ein höheres Risiko einer Sehnenruptur bei postoperativem Trauma.

Zudem kann eine Reluxation, wie bei allen Methoden, trotz guter Ergebnisse nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

2.1.3 Vorteile

Da der Eingriff rein weichteilig ist, kann er auch bei offener Wachstumsfuge angewendet werden. Die Patellasehne wird intraoperativ nicht fixiert, wodurch eine dynamische Refixierung in optimaler Position ermöglicht wird. Sie wird lediglich durch passives Bewegen des Kniegelenks zwischen 30 und 60°, das entspricht dem Spielraum in dem es am häufigsten zur Luxation kommt, in idealer Zugrichtung ausgerichtet.

Damit die Sehne in dieser Position anwächst, wird die passive Bewegung postoperativ mit Hilfe einer „continuous passiv motion“-Schiene (CPM-Schiene)

fortgesetzt. Somit ist auch keine Ruhigstellung des Gelenks nach der Operation erforderlich.

2.2 Nachuntersuchung

In der MEDOCS-Datenbank des Universitätsklinikums Graz konnten 71 PatientInnen (93 Knie), die zwischen 1999 und 2004 aufgrund einer Patellaluxation an der Klinischen Abteilung für Kinderorthopädie operiert wurden, gefunden werden.

Die Einschlusskriterien für die vorliegende Studie waren: die Operation nach der modifizierten Grammont Technik, präoperative Röntgendiagnostik nicht älter als 3 Monate, offene Wachstumsfugen zum Zeitpunkt der Operation (festgestellt anhand der präoperativen Röntgenbilder), rezidivierende Patellaluxationen oder Erstluxationen mit osteochondraler Begleitverletzung (festgestellt anhand der präoperativen MRT-Bilder) und identes postoperatives Rehabilitationsprogramm.

Ausschlusskriterien waren: geschlossene Wachstumsfugen zum Zeitpunkt der Operation, unvollständige Datensätze, bekannte Syndrome, die eine Patellaluxation begünstigen können (z.B. Ehlers-Danlos, Larson, Marfan), vorangegangene Operationen des betroffenen Knies und Incompliance zur postoperativen Rehabilitation.

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde die Anzahl der Reluxationen erfragt und eine klinisch-radiologische Untersuchung durchgeführt. Des Weiteren wurden der „Tegner Acitivity Scale“, welcher die subjektive Einschätzung der persönlichen Sportfähigkeit, prä- und postoperativ erhebt, und der „Lysholm Knee Score“ eine Fragebogen, welcher eventuelle schmerzbedingte Einschränkungen im täglichen Alltag beurteilt, verwendet (Tegner, Lysholm et al. 1985, Lysholm, Gillquist et al. 1982).

Bei jeder klinischen Untersuchung wurden zunächst die Beinachsen bezüglich Achsenabweichungen in der Frontal- und Sagittalebene (Genu valgum, Genu varum, Genu recurvatum) und die Beinlänge bezüglich Seitendifferenz beurteilt.

Beim Vorliegen eines Genu valgum wurde der intercondyläre Abstand und beim Vorliegen eines Genu varum der intermalleoläre Abstand in Zentimeter angegeben.

Anschließend wurde der Bewegungsumfang im Kniegelenk bei Flexion und Extension nach der Neutral-0-Methode gemessen (Ryf et al. 1999).

Die Stabilität der Seitenbänder wurde mittels Valgus- bzw. Vagusstress überprüft und eine seitliche Aufklappbarkeit in Millimeter festgehalten.

Die Kreuzbandstabilität wurde mittels Lachmann-Test in 30° Flexion und Schubladenprüfung in 90° Flexion beurteilt und bei Instabilität in Millimetern angegeben. Auch die Qualität des Anschlags (hart oder weich) wurde beurteilt. Die Prüfung der Bandstabilität erfolgte immer im Seitenvergleich. Die Prüfung der Meniskuszeichen erfolgte mittels Steinmann- und Payer Zeichen. Die Stabilität bzw. Instabilität der Patella wurde mittels Apprehension-Test überprüft.

Des Weiteren wurden die Torsionsverhältnisse an Femur und Tibia beurteilt. Dafür wurden das Bewegungsausmaß der Hüftrotation und der Oberschenkel- Fußwinkel bestimmt. Zur Messung der Hüftinnen- und Hüftaußenrotation, befand sich der Patient in Bauchlage mit 90° flektiertem Kniegelenk. Um das Ausmaß der Innenrotation zu bestimmen, wurde der Patient gebeten, beide Unterschenkel so weit wie möglich nach außen fallen zu lassen. Zur Bestimmung der Außenrotation wurden beide Unterschenkel vom Untersucher passiv über die Mittellinie rotiert. Um zu verhindern, dass sich während der Hüftrotation das Becken mitbewegt, wurde dieses vom Untersucher mit der Hand fixiert. Für Innen- und Außenrotation wurden 40° als Normwert definiert. Der Oberschenkel-Fußwinkels wurde nach der Methode nach Ritter bestimmt (Ritter et al. 1976). Dafür befanden sich die PatientInnen ebenfalls in Bauchlage mit 90° flektiertem Kniegelenk. Der Winkel wird eingeschlossen zwischen der Längsachse des Femur und der Verbindungslinie der beiden Malleolen. Als Normwert wurden 20° definiert.

Zuletzt wurden die Patienten gebeten, anhand der Visuellen Analogskala, das Ausmaß der Schmerzen vor und nach der Operation zu beurteilen (Simanski et al. 2002).

Die radiologische Untersuchung wurde an der operierten Seite durchgeführt und umfasste ein Röntgenbild des Kniegelenks in zwei Ebenen (a.-p. und seitlich) sowie eine tangentielle Aufnahme der Patella in 30° Beugstellung. Die postoperativen Aufnahmen wurden im Vergleich zu den präoperativen Röntgenbildern beurteilt.

Aus der tangentialen Aufnahme wurden zur Beurteilung der Konfiguration des femoropatellaren Gleitlagers der Sulcuswinkel nach Brattström und der Kongruenzwinkel nach Merchant ausgemessen (Brattström 1964, Merchant et al. 1974).

Aus der seitlichen Aufnahme wurde der Blackburn-Peel-Index bestimmt, um eventuelle Längenänderungen des Ligamentum patellae indirekt zu erfassen (Blackburne et al. 1977). Auch wurden die prä- und postoperativen Röntgenbilder hinsichtlich einer patellofemorale Dysplasie nach Dejour beurteilt (Dejour et al. 1994). Aus ap- und seitlichen Aufnahmen wurden weiterhin eine mögliche Arthrose beurteilt und nach Kellgren klassifiziert (Kellgren et al. 1957).

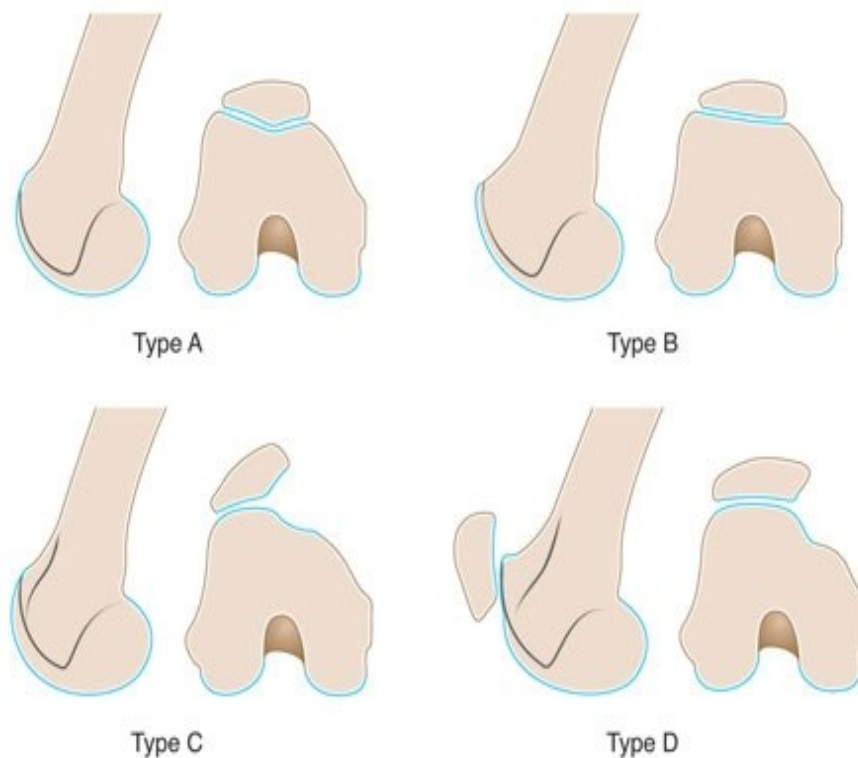


Abb. 13 Patellofemorale Dysplasien nach Dejour (Dejour D, 2008)

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz genehmigt (Ethikantrag Nummer 20-465 ex 08/09).

2.3 Statistische Verfahren

Die evaluierten Scores und Winkel zeigten eine Normaverteilung. Zum Vergleich der prä- und postoperativen Werte wurde ein Zweistichproben t-Test verwendet. Das Signifikanzniveau (p-Wert) wurde auf $< 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Demographie

Neunundvierzig PatientInnen (65 Knie) wurden in die Nachuntersuchung inkludiert, an der schließlich 43 PatientInnen (58 Knie) teilnahmen. Sechs PatientInnen konnten nicht für die Studie herangezogen werden: Zwei wollten nicht zur Nachuntersuchung kommen, waren aber mit dem Operationsergebnis zufrieden. Vier PatientInnen waren unbekannt verzogen und konnten daher nicht rekrutiert werden.

Die Nachuntersuchung erfolgte durchschnittlich 8,4 Jahre (5,5-11Jahre) nach der Operation.

Bei 46 der nachuntersuchten PatientInnen wurde eine weichteilige Versetzung der Tuberositas tibiae nach der modifizierten Grammont Technik durchgeführt, bei 12 der PatientInnen wurde zusätzlich eine Fixation einer osteochondralen Abscherfraktur vorgenommen. Bei 15 PatientInnen waren beide Knie betroffen, bei 16 PatientInnen nur das linke und bei 12 PatientInnen nur das rechte.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 14,4 Jahre (10.2-16.1 Jahre). Dreiunddreißig der PatientInnen (77%) waren weiblich und 10 (23%) waren männlich. Die weiblichen Patientinnen waren zum Zeitpunkt der Operation im Durchschnitt jünger als die männlichen Patienten (Mädchen 13,4 Jahre; Burschen 14,6 Jahre).

Postoperative Infektionen traten bei keinem/keiner der PatientInnen auf. Zweimal kam es zu einem Hämarthros, das eine nochmalige Punktion in Lokalanästhesie erforderte. In beiden Fällen war neben der weichteiligen Tuberositasversetzung eine zusätzlicher Flakerefixation erfolgt. Eine Sehnenruptur konnte in unserer nachuntersuchten Serie nicht beobachtet werden.

3.2 Klinik

Alle PatientInnen zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung symmetrische Beinachsen, wobei bei 4 der PatientInnen (1 Mädchen, 3 Burschen) ein leichtes Genu varum beidseits ($< 10^\circ$) und bei 10 der PatientInnen (1 Mädchen, 9 Burschen) ein leichtes Genu valgum beidseits ($< 10^\circ$) festgestellt wurde.

Bei keinem Patienten kam es durch Wachstumsstörungen zu einem Genu recurvatum. Alle PatientInnen zeigten eine seitengleiche Beweglichkeit und Bandstabilität der Knie. Alle operierten Knie zeigten eine Hypermobilität der Patella nach lateral. Dies wurde vor allem im Seitenvergleich mit dem nicht-operierten Knie deutlich.

Fünzig der untersuchten Hüften zeigten eine erhöhte Innenrotation ($>50^\circ$) und 60 Tibiae zeigten eine erhöhte Außentorsion ($> 25^\circ$).

3.2.1 Lysholm Knee-Score, Tegner Activity-Scale und visuelle Analogskala (VAS)

Der durchschnittliche Lysholm-Score betrug 82,4 Punkte (range 52 bis 100 Punkten). Davon zeigten 56% der Knie (33 von 58) ein gutes oder sehr gutes Ergebnis (> 80 Punkte) (**Abb. 14**). Gründe für einen schlechten Lysholm-Score waren leichtes oder zeitweises Hinken, Schmerzen bei schwerer Belastung und Blockieren des Kniegelenks.

Im Tegner Activity-Scale zeigte sich ein signifikanter Rückgang ($p=0,002$) der sportlichen Aktivität von präoperativ im Mittel 6,2 (range 2-10 Punkte) auf postoperativ im Mittel 5 (range 2-9 Punkte).

Die Schmerzbeurteilung mittels „visual analog scala“ (VAS) (Simanski et al. 2002) hingegen verbesserte sich signifikant ($p=0,002$).

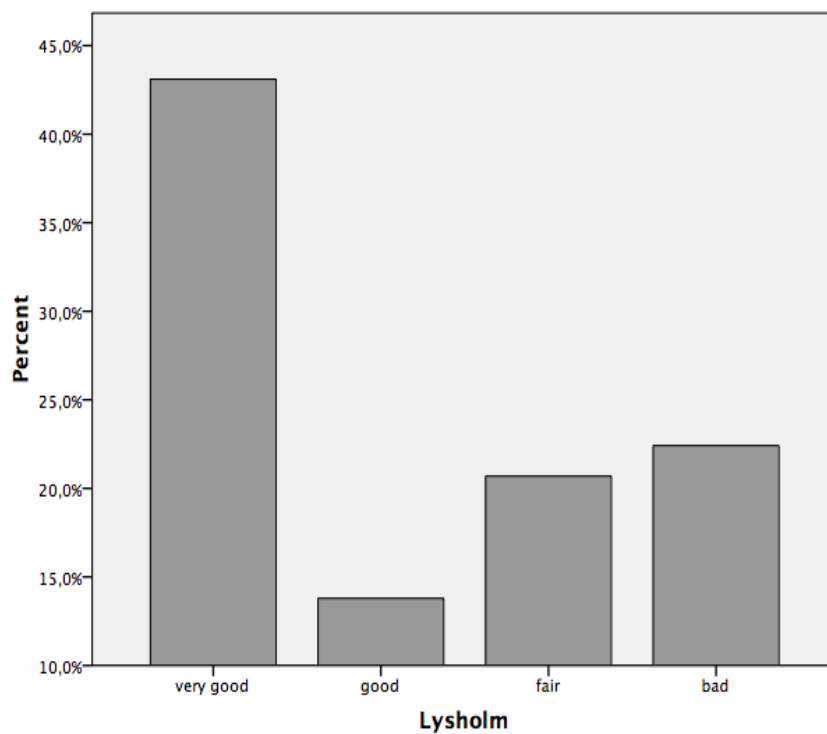


Abb. 14 Darstellung der Ergebnisse des Lysholm scores.

3.3 Radiologie

Prä- und postoperativ wurden Röntgenbilder in 2 Ebenen angefertigt (a.p., seitlich). Die streng seitlichen Aufnahmen wurden auf femoropatellare Dysplasien nach der Dejour Klassifikation untersucht (Dejour 1994). In 30 Knien konnte eine Dysplasie Typ A und in 14 Knien eine Dysplasie Typ B sowie in 4 Knien eine Typ C Dysplasie nach Dejour festgestellt werden. Zehn der Knie zeigten keine femoropatellare Dysplasie nach Dejour.

Zur indirekten Bestimmung einer möglichen Längenänderung des Lig. patellae wurde der Blackburne-Peel Index verwendet (Blackburne et al. 1977). Dieser zeigte postoperativ (0,95) im Vergleich zu präoperativ (0,98) keine signifikanten Änderungen (Referenzbereich 0,54-1,06).

Aus der Tangentialaufnahme der Patella in 30° Flexion wurden der Sulcuswinkel nach Brattström (Brattström 1964) und der Kongruenzwinkel nach Merchant (Merchant 1974) bestimmt. Zur Verfügung standen alle präoperativen und 46 postoperative Bilder. In 41 präoperativen-, aber nur in 25 postoperativen Bildern

konnte ein pathologischer Kongruenzwinkel nach Merchant ($> 16^\circ$) festgestellt werden.

Bei siebzehn PatientInnen konnte präoperativ ein pathologischer Sulcuswinkel nach Brattström ($>142^\circ$) vermessen werden. Insgesamt aber zeigte sich zwischen den präoperativen (durchschnittlich 140°) und postoperativen Bildern (durchschnittlich 142°) kein signifikanter Unterschied ($p \geq 0,005$).

Sechs Knie zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Zeichen einer beginnenden Osteoarthrose Grad 1-2 nach Kellgren (Kellgren et al. 1957).

3.4 Reluxationen

Bei 11 Knien (19%) kam es postoperativ zu einer Reluxation, wobei 8 Knie unmittelbar nach der Operation (< 3 Monate postoperativ) einmalig re-luxierten und 3 Knie postoperativ rezidivierend luxierten.

Zwei der 3 Knie mit rezidivierender Luxation zeigten im Röntgen eine femoropatellare Dysplasie Typ C nach Dejour und ein Knie eine femoropatellare Dysplasie Typ B nach Dejour (Dejour et al. 1994). Alle drei PatientInnen wiesen normale Rotationsverhältnisse von Femur und Tibia (Femurinnenrotation $< 40^\circ$, Tibiaaußenrotation $< 20^\circ$) auf.

4 Diskussion

Patellaluxationen treten vorwiegend bei PatientInnen unter 20 Jahren auf (Atkin et al. 2000, Cofield et al. 1977, Larsen 1982). Bei Erstluxationen der Kniescheibe wird eine konservative Therapie empfohlen (Arnbjornsson et al. 1992, Nikku et al. 1997, Nikku et al. 2005, Sillnapää et al. 2009, Christiansen et al. 2008). Bringt die konservative Therapie keinen Erfolg und es treten wiederholt Luxationen auf, wird eine chirurgische Intervention empfohlen, um das Risiko von im Rahmen der Luxation entstehender Knorpelschäden und einer eventuell folgenden Arthrose zu senken (Muhr et al. 1989, Arnbjornsson et al. 1992, Barber et al. 2008).

Da Patellaluxationen häufig PatientInnen mit noch nicht abgeschlossenem Knochenwachstum betreffen, liegt der Zeitpunkt einer notwendigen chirurgischen

Intervention oft in der Wachstumsphase. Operationen im Bereich der Wachstumsfuge können jedoch zu Fugenverletzungen mit konsekutiven Wachstumsstörungen führen (Grammont et al. 1995, Nelitz et al. 2011).

Langzeitergebnisse nach operativ versorgter Patellaluxation bei PatientInnen mit offener Wachstumsfuge sind selten in der Literatur zu finden. Ziel dieser Studie war es daher, die klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse der weichteiligen Medialisierung der Tuberositas tibiae nach der modifizierten Grammont Technik an Kindern und Jugendlichen mit Patellaluxation zu evaluieren.

In der Literatur werden mehr als 100 verschiedene Operationsmethoden zur Behandlung der rezidivierenden Patellaluxation beschrieben. Dabei handelt es sich entweder um Eingriffe am lateralen Retinaculum, am proximalen oder distalen Streckapparat oder um eine Kombination aus diesen.

Eingriffe am proximalen Streckapparat können als „mediale Raffung“ als „laterales release“ oder als Kombination aus beidem durchgeführt werden. Sowohl arthroskopische als auch offene Techniken stehen hier zur Verfügung.

Isolierte Eingriffen am proximalen Streckapparat zeigten aber schlechte Langzeitergebnisse, da sie mit einer hohen Reluxationsrate einhergehen (Pala et al. 2007).

Eine isolierte Durchtrennung des lateralen Retinaculums kann außerdem eine multidirektionale Instabilität der Patella bewirken, was aus verschiedenen biomechanischen Untersuchungen hervorgeht (Christoforakis et al. 2006, Nonweiler et al. 1994, Desio et al. 1998; Teitge et al. 2004, Skalley et al. 1993, Hughston et al. 1996, Miller et al. 2007, Jackson 1992). Langzeitergebnisse waren bisher nicht zufriedenstellend (Lattermann et al. 2007).

Des Weiteren werden knöchernerne von weichteiligen Eingriffen unterschieden. Zu den knöchernen Eingriffen am proximalen Streckapparat gehört die Trochleoplastik.

Dies ist ein komplizierter, sehr invasiver operativer Eingriff, bei dem eine inkongruente Gelenkfläche resultieren kann. Somit besteht die Gefahr eines Knorpelschadens und der Ausbildung einer schweren Arthrose (Bicos et al. 2007,

Steiner et al. 2006, Weiker et al. 1997). Da außerdem höchste Gefahr für die Wachstumsfuge besteht, kann dieser Eingriff bei Kindern und Jugendlichen keine Anwendung finden.

Der derzeitige Trend zielt vor allem auf eine Straffung oder Rekonstruktion des Lig. patellofemorale mediale (MPFL) ab (Beasley et al. 2004). Dieses wirkt als stärkster passiver Stabilisator des femoropatellaren Gelenks der lateralisierenden Kraft des M. quadrizeps entgegen. Vor allem nach wiederholter Luxation kommt es in mehr als 90% der Fälle zu Verletzungen dieses Bandes (Petersen et al. 2009).

Für die Rekonstruktion des Lig. patellofemorale mediale, welches sich dreieckig zwischen dem medialen Rand der Kniescheibe und dem medialen Femurepikondyl ausspannt, wird meist eine körpereigene Muskelsehne (Gracilis- oder Semitendinosussehne) verwendet. Diese Sehne wird entsprechend des Verlaufs des MPFL mittels Anker am medialen Patellarand und am medialen Femurepikondyl fixiert. Dadurch soll einer Luxation der Kniescheibe nach lateral entgegengewirkt werden (Beasley et al. 2004, Hinton et al. 2003, Drez et al. 2001).

Zu beachten ist aber, dass der femorale Ansatzpunkt für das MPFL nahe der distalen Femurepiphyse liegt, welche die potenteste Wachstumsfuge des menschlichen Körpers ist. Die MPFL-Augmentation birgt daher, durch die Manipulation in der Nähe dieser Fuge, ein hohes Risiko für nachfolgende Wachstumsstörungen. Die Datenlage bezüglich MPFL Rekonstruktion bei Patienten mit offener Wachstumsfuge ist limitiert und die meisten Studien weisen sehr kurze follow-up Intervalle auf (Yercan et al. 2011) – Wachstumsstörungen sind möglicherweise noch nicht absehbar.

Eingriffe am distalen Streckapparat können ebenfalls in knöcherne- und Weichteileingriffe unterteilt werden. Knöcherne Eingriffe, wie die Medialisierung der Tuberositas tibiae nach Roux und Hauser oder Elmslie, haben sich bei erwachsenen PatientInnen mit sehr weit lateral liegender Tuberositas tibiae bewährt (Roux 1888, Hauser 1938, Endres et al. 2011).

Im Wachstumsalter sind knöcherne Eingriffe aufgrund des hohen Risikos eines iatrogenen Verschlusses der Wachstumsfuge und daraus resultierendem Genu

recurvatum allerdings kontraindiziert (Barber et al. 2008, Andrish et al. 1997, Grammont et al. 1985).

Eine weichteilige Alternative stellt die Operation nach Goldwaith dar. Hierbei wird nur der laterale Teil der Patellasehne weiter medial fixiert und die Tibiapophyse bleibt verschont (Goldwaith 1895). Die Methode ist allerdings mit einer hohen Relaxationsrate verbunden (Hefti 2009).

In mehr als 80% der PatientInnen mit offener Wachstumsfuge und rezidivierender Patellaluxation können prädisponierende Faktoren gefunden werden (Dejour 1994, Mäenpää et al. 1996). Pathologische Torsionsverhältnisse scheinen häufiger zu sein als allgemein angenommen (Paulos et al. 2009). Eine verstärkte Femurantetorsion in Kombination mit einer verstärkten Tibiatorsion kann eine rezidivierende Patellaluxation provozieren (Reikeras et al. 1992, Takai et al. 1985, Airanow et al. 1990). In der vorliegenden Studie zeigten 50 der nachuntersuchten PatientInnen eine verstärkte Femurantetorsion und 16 eine verstärkte Tibiatorsion, was eine Luxation der Kniescheibe begünstigt, und daher die Indikation zur modifizieren Grammont Technik unterstützt.

Die modifizierte Grammont Technik kombiniert die weichteilige Verlagerung der Insertion der Tuberositas tibiae mit einem „lateralen release“ (Grammont et al. 1985). Im Unterschied zur Originalmethode wird die Patellasehne nicht fixiert. Durch die fehlende Fixierung soll eine dynamische Einstellung der Patellasehne in bestmöglicher Position erreicht werden und das Risiko einer frühen Gelenkabnutzung möglichst vermieden werden.

Wird die Patellasehne zu weit medial fixiert, wird der Anpressdruck der Patella erhöht, was in Folge zu einer vorzeitigen Arthrose, vor allem bei PatientInnen mit einem Genu valgum, führen kann (Kuroda et al. 2001). Auch eine Patellaluxation nach medial wäre bei zu weit medial fixiertem Patellarsehnenansatz möglich (Andrish et al. 1997).

In der vorliegenden Studie zeigten sich in 11% der Kniegelenke degenerative Veränderungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Beachtet man das niedrige

Durchschnittsalter der PatientInnen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erscheint dieses Ergebnis als hoch. Beachtet werden muss allerdings hierbei, dass Knorpelschäden präoperativ nicht dokumentiert wurden, was sicherlich eine Schwäche dieser retrospektiven Studie ist.

Das Risiko für Wachstumsstörungen ist mit der modifizierten Grammont Technik minimal, bei unseren nachuntersuchten PatientInnen zeigten sich keine postoperativen Wachstumsstörungen. Für die Methode spricht weiterhin das geringe Operationstrauma mit Schonung der Tibiaapophyse und dem „Intakt – lassen“ der Sehnen des Pes anserinus. Der prä- zu postoperativ unveränderte Blackburne-Peel Index zeigte außerdem, dass die Operation im Langzeitverlauf keinen signifikanten Einfluss auf die Länge der Patellasehne hat. Bei den nachuntersuchten PatientInnen ist es darüberhinaus zu keiner Sehnenruptur gekommen.

Bei rezidivierenden Luxationen steigt mit jeder Luxation das Risiko für weitere Luxationen, Schmerzen und entsprechend früher Abnützung des Kniegelenks (Cofield et al. 1977, Arendt et al. 2002, Nakagawa et al. 2002).

In dieser Studie wurde der Erfolg der Operationsmethode daher anhand der Reluxationsrate beurteilt. In der Studie von Grammont zeigten 4 Patienten weiterhin Luxationsphänomene (Grammont et al. 1985). Nakagawa et al. beschrieben für das distale realignment mit der Elmslie-Trillat Technik bei jungen Erwachsenen mit einem Durchschnittsalter von 18.4 Jahren zum Zeitpunkt der Operation eine Reluxationsrate von 13% nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 13,5 Jahren (Nakagawa et al. 2002).

In unserer Studie kam es in 19% der PatientInnen nach durchschnittlich 8,3 Jahren zu rezidivierenden Luxationen. Abzüglich der Knie mit einmaliger Reluxation (8/11) innerhalb der ersten drei postoperativen Monate, zeigte die „weichteilige Tuberositasversetzung“ eine Erfolgsrate von 95%. Keiner der PatientInnen mit einmaliger Reluxation benötigte eine erneute Operation.

Die PatientInnen mit 2 oder mehr Luxationen (5%) postoperativ zeigten eine Typ C Dysplasie nach Dejour (Dejour et al. 1994). Solche PatientInnen sollten daher präoperativ informiert werden, dass die Reluxationsrate höher ist und vermutlich ein Folgeeingriff (idealerweise nach Wachstumsabschluss) durchgeführt werden muss.

Die in der vorliegenden Studie beschriebene Reluxationsrate ist hoch im Vergleich zu den anderen Studien. Zu beachten ist aber, dass mehr als 50% der PatientInnen in unserer Studie eine femoropatelläre Dysplasie aufwiesen, welche bekanntlich ein Risiko für Reluxationen darstellt (Oliva et al. 2009, Cross et al. 1976). Des Weiteren sind junge PatientInnen häufiger von Reluxationen betroffen (Buchner et al. 2005). Buchner et al. beschrieben gute subjektive Ergebnisse trotz Reluxationen (Buchner et al. 2005), was mit unserem Ergebnis übereinstimmt:

Der durchschnittliche Lysholm Score in der vorliegenden Studie betrug 82 Punkte, (range 52-100) einhergehend mit guten und sehr guten funktionellen Ergebnissen. Weiterhin in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Buchner et al. führten die Reluxationen zu keiner funktionellen Verschlechterung. Der Grund für diese Diskrepanz könnte die Reduktion der sportlichen Aktivität nach der Operation sein (präoperativ 6,2 vs. postoperativ 5,0 nach Tegner). Ein weiterer Grund könnte die signifikante Reduktion der femoropatellären Schmerzen nach der Operation sein (VAS präoperativ im Mittel 6,3 vs. VAS postoperativ im Mittel 2,6).

Die Stärken der vorliegenden Studie sind die einheitliche Operationsmethode, das Langzeit follow up (durchschnittlich 8,3 Jahre postoperativ) und die geringe „drop-out“ Rate. Schwächen sind der fehlende präoperative Lysholm Score, das Fehlen zusätzlicher radiologischer Messwerte (Q-Winkel) sowie die Abklärung eines möglichen Knorpelschadens präoperativ.

Fazit ist: Die modifizierte Grammont Technik stellt eine gute Behandlungsmethode der chronischen Patellaluxation im Wachstumsalter dar. Das Risiko für das Auftreten einer Wachstumsstörung ist dabei gering. Für Kinder mit höhergradigen Dysplasien scheint die Methode allein nicht ausreichend zu sein.

5 Literaturverzeichnis

Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence. I: Measurements of incongruence. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 176:217–224.

Aglietti P, Insall JN, Buzzi R, Deschamps G. Idiopathic osteonecrosis of the knee. Aetiology, prognosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br* 1983; 65(5):588-597.

Airanow S, Zippel H. Femoro-tibial torsion in patellar instability. A contribution to the pathogenesis of recurrent and habitual patellar dislocations. *Beitr Orthop Traumatol* 1990; 37(6):311-316.

Alemdaroğlu KB, Cimen O, Aydoğan NH, Atlihan D, İltar S. Early results of arthroscopic lateral retinacular release in patellofemoral osteoarthritis. *Knee* 2008; 15(6):451-455.

Arnbjörnsson A, Egund N, Rydning O, Stockerup R, Ryd L. The natural history of recurrent dislocation of the patella. Long-term results of conservative and operative treatment. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74(1):140-142.

Amis AA, Firer P, Mountney J, Senavongse W, Thomas NP. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 2003; 10(3):215-220.

Amis AA. Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability. *Sports Med Arthrosc Rev* 2007; 15:48–56.

Andrish J. Surgical options for patellar stabilization in the skeletally immature patient. *Sports Med Arthrosc* 2007; 15(2):82-88.

Andrish J. The management of recurrent patellar dislocation. *Orthop Clin North Am* 2008; 39(3):313-327.

Arendt EA, Fithian DC, Cohen E. Current concepts of lateral patella dislocation. *Clin Sports Med* 2002; 21:499–519.

Atkin DM, Fithian DC, Marangi KS, Stone ML, Dobson BE, Mendelsohn C. Characteristics of patients with primary acute lateral patellar dislocation and their recovery within the first 6 months of injury. *Am J Sports Med* 2000; 28(4):472-479.

Bachmann M, Pagenstert G. Arthroskopische Biomechanik bei patellofemorale Beschwerden. *Arthroscopie* 2010; 23:170-175.

Barber FA, McGarry JE. Elmslie-Trillat procedure for the treatment of recurrent patellar instability. *Arthroscopy* 2008; 24(1):77-81.

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

Bicos J, Carofino B, Andersen M, Schepsis AA, Fulkerson JP, Mazzocca A. Patellofemoral forces after medial patellofemoral ligament reconstruction: a biomechanical analysis. *J Knee Surg* 2006; 19(4):317-326.

Bicos J, Fulkerson JP, Amis AA. Current concepts review: the medial patellofemoral ligament. *Am J Sports Med* 2007; 35:484–492.

Biedert RM. Osteotomies. *Orthopade* 2008; 37(9):872, 874-6, 878-80.

Biedert RM, Gruhl C. Axial computed tomography of the patellofemoral joint with and without quadriceps contraction. *Arch Orthop Trauma Surg* 1997; 116(1-2):77-82.

Biedert RM, Warnke K. Correlation between the Q angle and the patella position: a clinical and axial computed tomography evaluation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001; 121(6):346-349.

Blackburne JS, Peel TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg* 1977; 59:241–242.

Boden BP, Pearsall AW, Garrett WE Jr, Feagin JA Jr. Patellofemoral Instability: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 1997; 5:47-57.

Brattström H. Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of the patella. *Acta Orthop Scand* 1960; 68 (Suppl):S1-S44.

Buchner M, Baudendistel B, Sabo D, Schmitt H. Acute traumatic primary patellar dislocation: long-term results comparing conservative and surgical treatment. *Clin J Sport Med* 2005; 15(2):62-66.

Camanho GL, Viegas Ade C, Bitar AC, Demange MK, Hernandez AJ. Conservative versus surgical treatment for repair of the medial patellofemoral ligament in acute dislocations of the patella. *Arthroscopy* 2009; 25(6):620-625.

Carney JR, Mologne TS, Muldoon M, Cox JS. Long-term evaluation of the Roux-Elmslie-Trillat procedure for patellar instability: a 26-year follow-up. *Am J Sports Med* 2005; 33(8):1220-1223.

Cash JD, Hughston JC. Treatment of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med* 1988; 16:244–249.

Christiansen SE, Jakobsen BW, Lund B, Lind M. Isolated repair of the medial patellofemoral ligament in primary dislocation of the patella: a prospective randomized study. *Arthroscopy* 2008; 24(8):881-887.

Christiansen SE, Jakobsen BW, Lund B, Lind M. Isolated repair of the medial patellofemoral ligament in primary dislocation of the patella: a prospective randomized study. *Arthroscopy* 2008; 24(8):881-887.

Christoforakis J, Bull AM, Strachan RK, Shymkiw R, Senavongse W, Amis AA. Effects of lateral retinacular release on the lateral stability of the patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14(3):273-277.

Cofield RH, Bryan RS. Acute dislocation of the patella: results of conservative treatment. *J Trauma* 1977; 17:526–531.

Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahon PJ, Lee TQ. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 402:260-269.

Conlan T, Garth WP Jr, Lemons JE. Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75(5):682-693.

Cordier W, Kothagen BD. Femorale Torsionsfehler. *Der Orthopäde* 2000; 29:795-801.

Dejour D. Deepening Trochleoplasty for treatment of recurrent dislocation of the patella: Indications, surgical technique, results. *Matrise Orthopedique* 2008; n°176. http://www.maitrise-orthop.com/viewPage_us.do?id=1053 Letzter Zugriff am 07.06.2011).

Dejour H, Bonnin M. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiological tests compared. *J Bone Joint Surg Br* 1994; 76(5):745-749.

Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994; 2(1):19-26.

Desio SM, Burks RT, Bachus KN. Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med* 1998; 26(1):59-65.

Diemer F, Sutor V. Praxis der medizinischen Trainingstherapie. Thieme Georg Verlag, Stuttgart, New York; 1. Auflage 21. Oktober 2006. ISBN-10: 9783131399816.

Draper CE, Besier TF, Fredericson M, Santos JM, Beaupre GS, Delp SL, Gold GE. Differences in patellofemoral kinematics between weight-bearing and non-weight-bearing conditions in patients with patellofemoral pain. *J Orthop Res* 2011; 29(3):312-317.

Drez DJ Jr, DeLee J, Holden JP, Arnoczky S, Noyes FR, Roberts TS. Anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allografts. A biological and biomechanical evaluation in goats. *Am J Sports Med* 1991; 19(3):256-263.

Eilert RE. Congenital dislocation of the patella. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 389:22-29.

Endres S, Wilke A. A 10 year follow-up study after Roux-Elmslie-Trillat treatment for cases of patellar instability. *BMC Musculoskelet Disord* 2011; 18:12:48.

Farahmand F, Naghi Tahmasbi M, Amis A. The contribution of the medial retinaculum and quadriceps muscles to patellar lateral stability--an in-vitro study. *Knee* 2004; 11(2):89-94.

Feller JA, Amis AA, Andrisch JT, Arendt EA, Erasmus PJ, Powers CM. Current concepts: surgical biomechanics of the patellofemoral joint. *Arthroscopy* 2007; 5:542-553.

Fithian DC, Paxton EW, Stone ML et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med* 2004; 32:1114–1121.

Fithian DC, Neyret P, Servien E. Patellar Instability: the Lyon experience. *Techn in Knee Surg* 2007; 6:112-123.

Fox TA. Dysplasia of the quadriceps mechanism: hypoplasia of the vastus medialis muscle as related to the hypermobile patella syndrome. *Surg Clin North Am* 1975; 55(1):199-226.

Frosch S, Balcarek P, Walde TA, Schüttrumpf JP, Wachowski MM, Ferleman KG, Stürmer KM, Frosch KH. The Treatment of Patellar Dislocation: A Systematic Review. *Z Orthop Unfall* May 2011.

Gardner E, O'Rahilly R. The early development of the knee joint in staged human embryos. *J Anat* 1968; 102:289-299.

Goldthwait JE. Dislocation of the patella. *Trans Am Orthop Assoc* 1895; 8:237.

Grammont PM, Latune D, Lammaire IP. Treatment of subluxation and dislocation of the patella in the child. Elmslie technic with movable soft tissue pedicle (8 year review). *Orthopade* 1985; 14(4):229-238.

Hampson WG, Hill P. Late results of transfer of the tibial tubercle for recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br* 1975; 57(2):209-213.

Hand CJ, Spalding TJ. Association between anatomical features and anterior knee pain in a "fit" service population. *J R Nav Med Serv* 2004; 90(3):125-134.

Hawkins RJ, Bell RH, Anisette G. Acute patellar dislocations. The natural history. *Am J Sports Med* 1986; 14(2):117-120.

Hauser EDW. Total tendon transplant for slipping patella. *Surg Gynecol Obstet* 1938; 66:199.

Hefti F. Kinderorthopädie in der Praxis. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH und Co 2009; Auflage 2. ISBN-10: 9783540256007.

Henry J, Crosland J. Conservative treatment of patellofemoral subluxation. *Am J Sports Med* 1979; 7:12–14.

Hinton RY, Sharma KM. Acute and recurrent patellar instability in the young athlete. *Orthop Clin North Am* 2003; 34(3):385-396.

Hughston JC, Flandry F, Brinker MR, Terry GC, Mills JC 3rd. Surgical correction of medial subluxation of the patella. *Am J Sports Med* 1996; 24(4):486-491.

Insall J, Goldberg V, Salvati E. Recurrent dislocation and the high-riding patella. *Clin Orthop Relat Res* 1972; 88:67–69.

Insall JN, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 1971; 101:101-104.

Jackson AM. Recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74(1):2-4.

Jacobsen K, Bertheussen K, Gjerloff CC. Characteristics of the line of Blumensaat. An experimental analysis. *Acta Orthop Scand* 1974; 45(5):764-771.

Juliusson R, Markhede G. A modified Hauser procedure for recurrent dislocation of the patella. A long-term follow-up study with special reference to osteoarthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* 1984; 103(1):42-46.

Jafaril A, Farahmand F, Meghdari A. The effects of trochlear groove geometry on patellofemoral joint stability – a computer model study. *Proc Inst Mech Eng* 2008; 222:75–88.

Karataglis D, Green MA, Learmonth DJ. Functional outcome following modified Elmslie-Trillat procedure. *Knee* 2006; 13(6):464-468.

Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis* 1957; 16(4):494-502.

Kodali P, Islam A, Andrish J. Anterior knee pain in the young athlete: diagnosis and treatment. *Sports Med Arthrosc* 2011; 19(1):27-33.

Kolowich PA, Paulos LE, Rosenberg TD, Farnsworth S. Lateral release of the patella: indications and contraindications. *Am J Sports Med* 1990; 18(4):359-365.

Koshino T, Sugimoto K. New measurement of patellar height in the knees of children using the epiphyseal line midpoint. *J Pediatr Orthop* 1989; 9(2):216-218.

Kujala UM, Osterman K, Kormano M, Nelimarkka O, Hurme M, Taimela S. Patellofemoral relationships in recurrent patellar dislocation. *J Bone Joint Surg Br* 1989; 71(5):788-792.

Kuroda R, Kambic H, Valdevit A, Andrish J. Distribution of patellofemoral joint pressures after femoral trochlear osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002; 10(1):33-37.

Larsen E, Lauridsen F. Conservative treatment of patellar dislocations: *influence of evident factors on the tendency to redislocation and the therapeutic result.* *Clin Orthop Relat Res* 1982; 171:131-136.

Laurin CA, Lévesque HP, Dussault R, Labelle H, Peides JP. The abnormal lateral patellofemoral angle: a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellar subluxation. *J Bone Joint Surg Am* 1978; 60(1):55-60.

Lattermann C, Toth J, Bach BR Jr. The role of lateral retinacular release in the treatment of patellar instability. *Sports Med Arthrosc* 2007; 15(2):57-60.

Lian O, Engebretsen L, Ovrebo RV, Bahr R. Characteristics of the leg extensors in male volleyball players with jumper's knee. *Am J Sports Med* 1996; 24(3):380-385.

Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 1982; 10(3):150-154.

Mäenpää H, Huhtala H, Lehto MU. Recurrence after patellar dislocation. Redislocation in 37/75 patients followed for 6-24 years. *Acta Orthop Scand* 1997; 68(5):424-426.

Nomura E, Inoue M, Kurimura M. Chondral and osteochondral injuries associated with acute patellar dislocation. *Arthroscopy* 2003; 19(7):717-721.

Malzer U, Schuler P. Die Komponentenausrichtung beim Oberflächenersatz des Kniegelenkes. *Orthopädische Praxis* 1998; 3(34):141-146.

Mäenpää H, Latvala K, Lehto MU. Isokinetic thigh muscle performance after long-term recovery from patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(2):109-12.

Mäenpää H, Lehto MU. Patellar dislocation has predisposing factors. A roentgenographic study on lateral and tangential views in patients and healthy controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4(4):212-216.

Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am* 1974; 56(7):1391-1396.

Miller JR, Adamson GJ, Pink MM, Fraipont MJ, Durand P Jr. Arthroscopically assisted medial reefing without routine lateral release for patellar instability. *Am J Sports Med* 2007; 35(4):622-629.

Miller PR, Klein RM, Teitge RA. Medial dislocation of the patella. *Skeletal Radiol* 1991; 20:429-431.

Mitsou A, Vallianatos P, Piskopakis N, Maheras S. Anterior cruciate ligament reconstruction by over-the-top repair combined with popliteus tendon plasty. *J Bone Joint Surg Br* 1990; 72(3):398-404.

Muhr G, Knopp W, Neumann K. Dislocation and subluxation of the patella. *Orthopade* 1989; 18(4):294-301.

Muneta T, Sekiya I, Tsuchiya M, Shinomiya K. A technique for reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 359:151-155.

Nakagawa K, Wada Y, Minamide M, Tsuchiya A, Moriya H. Deterioration of long-term clinical results after the *Elmslie-Trillat* procedure for dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84(6):861-864.

Näslund J, Näslund UB, Odenbring S, Lundeberg T. Comparison of symptoms and clinical findings in subgroups of individuals with patellofemoral pain. *Physiotherapy Theory and Practice* 2006; 22(3):105-118.

Nelitz M, Dornacher D, Dreyhaupt J, Reichel H, Lippacher S. The relation of the distal femoral physis and the medial patellofemoral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* May 2011.

Nietosvaara Y, Aalto K, Kallio PE. Acute patellar dislocation in children: incidence and associated osteochondral fractures. *J Pediatr Orthop* 1994; 14:513–515.

Nikku R, Nietosvaara Y, Aalto K, Kallio PE. The mechanism of primary patellar dislocation: trauma history of 126 patients. *Acta Orthop* 2009; 80(4):432-434.

Nikku R, Nietosvaara Y, Aalto K, Kallio PE. 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* 2005; 76(5):699-704.

Nikku R, Nietosvara Y, Kallio PE, Aalto K, Michelsson JE. Operative versus closed treatment of primary dislocation of the patella. Similar 2-year results in 125 randomized patients. *Acta Orthop Scand* 1997; 68(5):419-423.

Nomura E, Inoue M, Kurimura M. Chondral and osteochondral injuries associated with acute patellar dislocation. *Arthroscopy* 2003; 19(7):717-21.

Nomura E, Inoue M, Osada N. Augmented repair of avulsion-tear type medial patellofemoral ligament injury in acute patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005; 13(5):346-351.

Nonweiler DE, DeLee JC. The diagnosis and treatment of medial subluxation of the patella after lateral retinacular release. *Am J Sports Med* 1994; 22(5):680-686.

Oestern S, Varoga D, Lippross S, Kaschwich M, Finn J, Buddrus B, Seekamp A. Patella dislocation. *Unfallchirurg* 2011; 114(4):345-358.

Oliva F, Ronga M, Longo UG, Testa V, Capasso G, Maffulli N. The 3-in-1 procedure for recurrent dislocation of the patella in skeletally immature children and adolescents. *Am J Sports Med* 2009; 37(9):1814-1820.

Pala A, Widuchowski W, Kwiatkowski G, Widuchowski J. The outcome of recurrent patellar dislocation treatment with the Insall procedure. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 2007; 72(4):237-240.

Palmu S, Kallio PE, Donell ST, Helenius I, Nietosvaara Y. Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(3):463-470.

Panni AS, Tartarone M, Patricola A, Paxton EW, Fithian DC. Long-term results of lateral retinacular release. *Arthroscopy* 2005; 21(5):526-531.

Park MS, Chung CY, Lee KM, Lee SH, Choi IH. Which is the best method to determine the patellar height in children and adolescents? *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(5):1344-1351.

Paulos L, Swanson SC, Stoddard GJ, Barber-Westin S. Surgical correction of limb malalignment for instability of the patella: a comparison of 2 techniques. *Am J Sports Med* 2009; 37(7):1288-300.

Petersen W, Zantop T. Eine neue Methode zur patellaren Fixation von MPFL-Transplantaten. *Arthroskopie* 2009; 22:237-240.

Phillips B. B. Recurrent Dislocation In: S. Terry Canale editor(s). *Campbell's Operative Orthopaedics*. Mosby; 9th edition (1998). ISBN-10: 0815120877.

Post WR, Teitge R, Amis A. Patellofemoral malalignment: looking beyond the viewbox. *Clin Sports Med* 2002; 21:521-546.

Reikerås O. Patellofemoral characteristics in patients with increased femoral anteversion. *Skeletal Radiol* 1992; 21(5):311-313.

Ricchetti ET, Mehta S, Sennett BJ, Huffman GR. Comparison of lateral release versus lateral release with medial soft-tissue realignment for the treatment of recurrent patellar instability: a systematic review. *Arthroscopy* 2007; 23(5):463-468.

Ritter MA, DeRosa GP, Babcock JL. Tibial torsion? *Clin Orthop Relat Res* 1976; 120:159-163.

Roux C. Luxation habituelle de la rotule. *Rev Chir* 1888; 8:682.

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

Ryf C, Weymann A. Range of motion. A0 neutral-0 method. Measurement and documentation. Georg Thieme Verlag 1999. ISBN: 978-3-13-116791-0.

Sallay PI, Poggi J, Speer KP, Garrett WE. Acute dislocation of the patella. A correlative pathoanatomic study. *Am J Sports Med* 1996; 24(1):52-60.

Schneider FJ, Linhart WE. Behandlung der Patellaluxation im Kindes- und Jugendalter. *Arthroskopie* 2009; 22:60-67.

Schonholtz GJ, Zahn MG, Magee CM. Lateral retinacular release of the patella. *Arthroscopy* 1987; 3(4):269-272.

Seil R, Müller B, Georg T, Kohn D, Rupp S. Reliability and interobserver variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(4):231-236.

Servien E, Ait Si Selmi T, Neyret P. Study of the patellar apex in objective patellar dislocation. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2003; 89(7):605-612.

Sillanpää PJ, Peltola E, Mattila VM, Kiuru M, Visuri T, Pihlajamäki H. Femoral avulsion of the medial patellofemoral ligament after primary traumatic patellar dislocation predicts subsequent instability in men: a mean 7-year nonoperative follow-up study. *Am J Sports Med* 2009; 37(8):1513-1521.

Simanski C, Bouillon B, Lefering R, Zumsande N, Tiling T. What prognostic factors correlate with activities of daily living (Barthel Index) 1 year after para-articular hip fracture? A prospective observational study. *Unfallchirurg* 2002; 105(2):99-107.

Simmons E, Cameron JC. Patella alta and recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 274:265–226.

Skalley TC, Terry GC, Teitge RA. The quantitative measurement of normal passive medial and lateral patellar motion limits. *Am J Sports Med* 1993; 21(5):728-732.

Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77(8):1166-1173.

Stanitski CL. Anterior Cruciate Ligament Injury in the Skeletally Immature Patient: Diagnosis and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 1995; 3(3):146-158.

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

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

Strobl W, Grill F. Patellarluxation. *Orthopade* 1998; 27(3):197-205.

Takai S, Sakakida K, Yamashita F, Suzu F, Izuta F. Rotational alignment of the lower limb in osteoarthritis of the knee. *Int Orthop* 1985;9(3):209-215.

Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop* 1985; 198:43-49.

Teitge RA. Osteotomy in the treatment of patellofemoral instability. *Tech Knee Surg* 2006; 5:2–18.

Teitge RA, Torga Spak R. Lateral patellofemoral ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2004; 20(9):998-1002.

Teitge RA. Iatrogenic medial dislocation of the Patella. 4th congress of the ESKA, Stockholm 1990.

Vallotton JA, Meuli RA, Leyvraz PF, Landry M. Comparison between magnetic resonance imaging and arthroscopy in the diagnosis of patellar cartilage lesions: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995; 3(3):157-162.

Varatojo. Clinical presentation of patellofemoral disorders In: Zaffagnini S, Dejour D, Arendt EA. Patellofemoral pain, Instability, and Arthritis. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010. ISBN: 978-3-64-05423-5.

von Engelhardt LV, Raddatz M, Bouillon B, Spahn G, Dàvid A, Haage P, Lichtinger TK. How reliable is MRI in diagnosing cartilaginous lesions in patients with first and recurrent lateral patellar dislocations? *BMC Musculoskelet Disord* 2010; 5(11):149.

Ward SR, Terk MR, Powers CM. Patella alta: association with patellofemoral alignment and changes in contact area during weight-bearing. *J Bone Joint Surg* 2007; 89: 1749–1755.

Weiker G, Black KP. The anterior femoral osteotomy for patellofemoral instability. *Am J Knee Surg* 1997; 10:221–227.

Weinberg AM, C. Castellani MC, Kasten P, Pusch E, Kalmar P, Kahl E, Källicke T, Arens S, Thomsen M, Schneider F. Kniegelenk In Tscherne Unfallchirurgie im Kindesalter. Springer, Berlin 2006. Band 8. ISBN-10: 3540632875.

Yercan HS, Erkan S, Okcu G, Ozalp RT. A novel technique for reconstruction of the medial patellofemoral ligament in skeletally immature patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011; 131(8):1059-65.

Anhang – Fragebogen

Lysholm Score - modifizierter Score nach Lysholm und Gillquist (Lysholm et al. 1982)		
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 gewöhnlicher Anstrengung	2
	Ständig	0
Treppensteigen	Kein Problem	10

	Ein wenig beeinträchtigt	6
	Schritt für Schritt	2
	Nicht möglich	0
Hocken	Kein Problem	5
	Ein wenig beeinträchtigt	4
	Nicht über 90°	2
	Nicht möglich	0
Gesamtpunktezahl		

Tegner Aktivitätsscore (Tegner et al. 1985)		
Aktivität	Wettkampf bzw. Leistungssport (Fußball, nationales bzw. internationales Niveau)	10
	Wettkampfsport (Fußball, niedrigere Liga, Eishockey, Ringen, Gymnastik)	9
	Wettkampfsport (Squash, Badminton, Leichtathletik (Sprungsportarten), Abfahrtsski)	8
	Wettkampfsport (Tennis, Leichtathletik (Laufsportarten), Handball, Basketball, Motorrad)	7
	Freizeitsport (Fußball, Eishockey, Squash, Leichtathletik (Sprungsportarten), Orientierungslauf, Crosslauf)	7
	Freizeitsport (Tennis, Badminton, Handball, Basketball, Abfahrtsski, Jogging (mind. 5 mal wöchentlich))	6
	Arbeit (schwere Arbeit (z.B. Bauarbeiter))	5
	Wettkampfsport (Radfahren, Skilanglauf)	
	Freizeitsport (Jogging auf unebenem Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich))	5
	Arbeit (mittelschwere Arbeit (z.B. Fernfahrer))	4
	Freizeitsport (Radfahren, Skilanglauf, Jogging auf ebenem Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich))	4
	Arbeit (leichte Arbeit (z.B. Krankenschwester))	3
	Wettkampf- und Freizeitsport (Schwimmen)	3
	Gehen im Wald möglich	3
	Arbeit (leichte Arbeit)	2
	Gehen auf unebenem Grund möglich, aber Gehen im Wald unmöglich	2
	Arbeit (sitzende Arbeit)	1
	Gehen auf ebenem Untergrund möglich	1
	Bettlägerigkeit oder Invalidität, Rente wegen Knieproblemem	0

Curriculum vitae

Vor- und Nachname: **Karoline Elisabeth Rippel**
Geburtsdatum: 18. September 1985
Anschrift: Rittergasse 2, 8010 Graz
Staatsbürgerschaft: Österreich
Telefonnr.: +43650/ 7040064
Email: rippel.karo@gmail.com

Ausbildung

Okt. 2004 – Juli 2011 Studium der **Humanmedizin**, Neues Curriculum **O202**,
Medizinische Universität Graz, Österreich

Okt. 2000 – Juni 2004 **Bundesoberstufenrealgymnasium**, Graz, Österreich

Klinisch praktisches Jahr

April 2011 – Juni 2011 **Universitätsklinik für Kinderchirurgie, Abteilung für
Kinderorthopädie**, Medizinische Universitätsklinik
Graz
Univ. Prof. Dr. Linhart

Feb. 2011 – April 2011 **Universitätsklinik für Augenheilkunde**, Medizinische
Universitätsklinik Graz
Univ. Prof. Dr. Wedrich

Dez. 2010 – Feb. 2011 **Allgemeinmedizinische Praxis** Dr. med. Gerhrad
Brodnig, Semriach, Österreich

Okt. 2010 – Dez. 2010 **Universitätsklinik für Neurologie**, Abteilung für
Neurorehabilitation, Medizinische Universitätsklinik
Graz
Univ. Prof. Dr. Fazekas

Wissenschaftliche Tätigkeit

Seit 2009 **Wissenschaftlicher Mitarbeiter** an der
Universitätsklinik für Kinderchirurgie, **Abteilung für**

Kinderorthopädie, Medizinische Universitätsklinik
Graz

2009 – 2011

Diplomarbeit an der Universitätsklinik für
Kinderchirurgie, **Abteilung für Kinderorthopädie**,
Medizinische Universitätsklinik Graz

„Langzeitergebnisse nach weichteiliger
Tuberositasversetzung (modifizierte Grammont-Technik)
im Wachstumsalter“

Betreuer: **OA. Dr. Tanja Kraus, Univ. Prof. Dr.
Wolfgang E. Linhart**

Publikationen

Salzer HJ, Hoenigl M, Kessler HH, Stigler FL, Raggam RB, **Rippel KE**, Langmann H, Sprenger M, Krause R. Lack of risk-awareness and reporting behavior towards HIV infection through needlestick injury among European medical students. *Int J Hyg Environ Health* 2011; [Epub ahead of print]

Salzer HJ, Hoenigl M, **Rippel KE**, Schatz M, Ratschek E, Valentin T, Zollner-Schwetz I, Krause R. Cervical nodule and seizures after trips to the tropics. (eingereicht: *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*)

Kraus, T, Lidder, S, **Rippel, KE**, Svehlik, M, Schneider, F, Eberl, R, Linhart, W. Long Term Outcome in Paediatric Patients following Patella Realignment with a modified Grammont Technique (eingereicht: *British Journal of Bone and Joint Surgery*)

Poster und Vorträge

Kraus T, Schneider F, **Rippel K**, Tauber S, Linhart W. Langzeitergebnisse nach Patella-Realignment im Wachstumsalter. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 2011; 37(2); Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Sektion Kindertraumatologie; Juni 17.-18. 2011; Freiburg im Breisgau, Deutschland [Vortrag]

Salzer HJF, Hoenigl M, Schatz M, **Rippel KE**, Valentin T, Zollner-Schwetz I, Ratschek E, Krause R. Cervical nodule and seizures after trips to the tropics. 5. Österreichischer Infektionskongress (ÖGI); 6.-9. April 2011; Saalfelden, Österreich [Vortrag]

Salzer HJF, Hoenigl M, Kessler HH, **Rippel KE**, Stigler FL, Raggam RB, Langmann H, Valentin T, Zollner-Schwetz I, Sprenger M, Krause R. Lack of risk-awareness and reporting behavior towards HIV infection through needlestick injury among European medical students. 5. Österreichischer Infektionskongress (ÖGI); 6.-9. April 2011; Saalfelden, Österreich [Poster]

Zusatzqualifikationen

Jänner 2009	Elektrophysiologische Diagnostik bei neuromuskulären Erkrankungen (EMG, NLG, EP, MEP), Medizinische Universitätsklinik Graz
Dez. 2006 – Feb. 2007	Klinisch-topografische Anatomie der Eingeweide , Medizinische Universität Graz
April 2006	Einführung in die Akupunktur (II)
Feb. 2006	Das ärztliche Gespräch in der Kinder- und Jugendheilkunde , Medizinische Universitätsklinik Graz
Dez. 2005 – Feb. 2006	Klinisch-topografische Anatomie der Extremitäten , Medizinische Universität Graz
Nov. 2005	Einführung in die Akupunktur (I)

Famulaturen

Feb. 2010	Universitätsklinik für Kinderchirurgie, Abteilung für Kinderorthopädie , Medizinische Universitätsklinik Graz Univ. Prof. Dr. Linhart
Aug. 2009 Feb. 2009 Juli 2008	Landeskrankenhaus Weiz, Abteilung für Chirurgie , Österreich Prim. Dr. Karl Gruber
Feb. 2008	Universitätsklinik für Chirurgie, Abteilung für Allgemeinchirurgie , Medizinische Universitätsklinik Graz Univ. Prof. Dr. Tscheliessnigg

Aug. 2007

Landeskrankenhaus Graz West, Abteilung für Innere
Medizin, Graz

Sprach- und Computerkenntnisse/ Hobbys

Deutsch: Muttersprache

Englisch: Sehr gut (=Schrift und Sprache)

EDV: MS Excel, Word, PowerPoint, File Maker, openMedocs

Hobbys: Laufen, Wandern, Reisen

Graz, am 4. September 2011

Unterschrift: