

Orthopäde 2019 · 48:868–876  
<https://doi.org/10.1007/s00132-019-03754-1>  
 Online publiziert: 17. Mai 2019  
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von  
 Springer Nature 2019



C. Obermeyer<sup>1</sup> · D. B. Hoffmann<sup>2</sup> · M. M. Wachowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IMB Kassel, Kassel, Deutschland

<sup>2</sup>Universitätsmedizin Göttingen, Göttingen, Deutschland

# Patellaluxation im Kindes- und Jugendalter

## Aktuelle Entwicklung bei Diagnostik und Therapie

### Einleitung

Patellare Instabilität ist ein vielschichtiges Krankheitsbild, sowohl beim Erwachsenen als auch beim jugendlichen Patienten. Die große Heterogenität des Krankheitsbildes sowie ein initial mangelndes Verständnis der zugrundeliegenden Pathophysiologie hat eine unüberschaubare Anzahl an publizierten Therapieansätzen hervorgebracht [9]. Durch neuere klinische Studien und biomechanische Analysen konnte das Verständnis der patellaren Instabilität in den letzten Jahren jedoch enorm vertieft werden. Die Identifikation individueller Risikofaktoren ermöglichte es, Patienten mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für eine Rezidivluxation zu erkennen, das Risiko anhand eines Scores (Patellar-Instability-Severity[PIS]-Score, s. **Tab. 1**) abzuschätzen und bei entsprechender Indikation eine operative Stabilisierung durchzuführen [4].

Trotz einer insgesamt umfangreichen Datenlage existieren bislang nur wenige randomisiert-kontrollierte Studien zur Patellaluxation speziell im Kindesalter [52]. Viele der aktuellen Erkenntnisse stammen größtenteils aus Studien, in welche Kinder und Jugendliche als Teil eines Gesamtkollektivs eingeschlossen wurden. Dezierte Analysen ausschließlich an Kollektiven Heranwachsender existieren bislang nur wenige. Dieser Beitrag stellt die Besonderheiten der kindlichen Patellaluxation dar und bindet die verfügbaren Daten in klinisch umsetzbare Therapiekonzepte ein.

### Epidemiologie

Die Patellaluxation ist mit einer Inzidenz von bis zu 43/100.000 eine häufige Knieverletzung, von der hauptsächlich Heranwachsende und junge Erwachsene betroffen sind [18]. Etwa 60–70 % der Patellaluxationen stehen im Zusammenhang mit sportlicher Aktivität. Jedoch liegt in den wenigsten Fällen eine physiologische Konfiguration des patellofemorales Gelenks vor, sodass die Luxation nicht allein ursächlich auf das Trauma zurückgeführt werden kann [24]. Das Risiko für eine Erstluxation ist im Alter zwischen 10 und 17 Jahren am höchsten und nimmt mit zunehmendem Alter ab. Ebenso ist das Risiko für eine Reluxation bei Patienten mit offenen Epiphysenfugen höher als bei ausgewachsenen Patienten [24].

### Biomechanik und Risikofaktoren

Der Lauf der Patella im patellofemorales Gleitlager sowie die Stabilisierung der Kniescheibe in Streckstellung wird durch ein komplexes Zusammenspiel von aktiven und passiven Stabilisatoren gesichert. In Streckstellung bis zu einer Flexion von 30° ist das mediale patellofemorales Ligament (MPFL) der wichtigste passive Stabilisator. Das flächige Band bringt zwischen 50 und 80 % der Stabilität gegen laterale Luxation auf [13]. Bei der weiteren Beugung des Kniegelenks taucht die Kniescheibe in die femorale Gleitrinne (Trochlea) ein und wird knöchern stabilisiert. Der Zusammenhang zwischen einer Trochleadysplasie und der patellaren

Instabilität wurde von diversen Autoren belegt. Ab einer Flexion von 60° wird die Patella auch durch den *M. vastus medialis obliquus* stabilisiert [16, 22].

Die Identifikation des MPFL als wichtigster passiver Stabilisator in Streckstellung hat zu einem erheblichen Fortschritt im Verständnis der Patellaluxation geführt [22, 51]. Aus dieser Erkenntnis haben sich vielversprechende Ansätze zur Therapie abgeleitet, sowohl für Erwachsene als auch Jugendliche und Kinder. Das Band ist bei Streckung im Kniegelenk angespannt und erschlafft während des Beugevorgangs, sobald die Führung der Patella durch die Trochlea übernommen wird [50]. Nelitz et al. sowie auch Kepler et al. konnten zeigen, dass die femorale Insertion des MPFL im wachsenden Skelett etwa 5 mm distal der Epiphysenfuge lokalisiert ist [26, 34]. Dies ist bei der Rekonstruktion des MPFL bei Kindern und Jugendlichen von entscheidender Bedeutung, da es bei Insertion der Plastik proximal zur Epiphysenfuge durch das weitere Wachstum des Patienten zu einer

### Abkürzungen

CT	Computertomographie
MPFL	Mediales patellofemorales Ligament
MRT	Magnetresonanztomographie
PIS	Patellar Instability Severity
ROM	„Range of motion“
TG	„Trochlea groove“
TT	Tuberositas tibiae

Hier steht eine Anzeige.



ungewollten Straffung bei Flexion im Kniegelenk und dadurch zu erheblichen Beschwerden kommen kann [34]. Bei der Erstluxation der Patella kommt es bei Kindern und Jugendlichen in bis zu 94% der Fälle zu einer Verletzung des MPFL [17]. Es konnten altersabhängige Unterschiede in Bezug auf die Lokalisation der Ruptur nachgewiesen werden. So kommt es bei Patienten im Wachstumsalter im Vergleich zum reifen Skelett häufiger zu patellannahen Verletzungen des MPFL (Avulsionsfraktur, „sleeve fracture“) [17]. Verschiedene Autoren konnten einen Zusammenhang zwischen einer Verletzung des MPFL und einer persistierenden Instabilität mit Rezidivluxationen zeigen [37, 48].

### Trochleadysplasie

Zwischen 10° und 30° Flexion im Kniegelenk taucht die Kniescheibe in die Trochlea ein, die bei physiologischen Verhältnissen eine sichere knöcherne Stabilisierung gegen die laterale Luxation bietet. Die Trochleadysplasie stellt einen erheblichen Risikofaktor für primäre und Rezidivluxationen dar [24]. Jaquith et al. ermittelten ein Risiko von 69% für eine Reluxation für Kinder und Jugendliche mit dysplastischer Trochlea. Zwischen 29 und 96% aller Patienten mit patellofemorale Instabilität zeigen eine Dysplasie mit abgeflachtem Sulkuswinkel [2, 5]. Die gängige Einteilung der Trochleadysplasie ist die Klassifikation nach Dejour, mit einer Einteilung in die Grade A–D (Abb. 1; [31]). Grad A stellt hierbei eine milde Form mit lediglich abgeflachtem (vergrößertem) Sulkuswinkel dar, die Grade B–D beschreiben schwerere Ausprägungen mit flacher oder konvexer Trochlea (B), hypoplastischer medialer Kondyle (C) und Klippenbildung (D). Die Einteilung erfolgt nach der ursprünglichen Publikation anhand von streng seitlichen Röntgenbildern. Heutzutage ist zur Beurteilung allerdings eine MRT zu fordern, da bei Patienten unter 18 Jahren das patellofemorale Gleitlager aufgrund der unterschiedlichen Dicke des Gelenkknorpels in der Trochlea und den Femurkondylen weniger flach ist, als die darunterliegende knöcherne Struktur (Abb. 2).

Die in der CT und auch im Röntgenbild (Merchant-View) dargestellte Knochensubstanz kann somit zu einer fehlerhaften Beurteilung führen [30, 49]. Dieser Umstand wurde von Düppe et al. anhand von MRT-Bildern bestätigt, die bei Kindern mit patellarer Instabilität im Vergleich zum Vergleichskollektiv gesunder Kinder größere Sulkuswinkel fanden, die jedoch im Vergleich zu Erwachsenkollektiven deutlich kleiner waren (generell tiefere Trochlea bei Kindern) [15]. Somit muss die Beurteilung der Trochleadysplasie bei Kindern und Jugendlichen immer unter Berücksichtigung des Alters erfolgen [32]. Im Erwachsenenalter lassen sich höhergradige Trochleadysplasien offen oder arthroskopisch korrigieren, was über die näherungsweise Herstellung einer physiologischen Gleitrinne zu sehr guten klinischen Ergebnissen führt (Abb. 3a, b; [44]). In Bezug auf Trochleaplastiken bei Kindern und Jugendlichen lieferte die Literaturrecherche ein uneinheitliches Bild. Während Camathias et al. und die meisten anderen Autoren die Durchführung einer Trochleaplastik bei offenen Wachstumsfugen ablehnen, haben Blond et al. in einer prospektiven Studie zur kombinierten Trochleaplastik-MPFL-Augmentation auch eine kleine Zahl an Kindern mit offenen Wachstumsfugen eingeschlossen [7, 8]. Im durchschnittlichen Follow-up von 29 Monaten sind keine Wachstumsstörungen beobachtet worden. Nelitz und Kollegen stellten durch eine Analyse von fehlgeschlagenen Stabilisierungsoperationen fest, dass ein häufiger Grund für Rezidivluxationen eine nichtadressierte Trochleadysplasie ist [35]. Unabhängig davon ist die Mehrheit der Arbeitsgruppen der Ansicht, dass die Korrektur einer Dysplasie aufgrund der dünnen Datenlage zur Trochleaplastik bei Kindern und Jugendlichen nur in Ausnahmefällen vor dem Verschluss der Wachstumsfugen erfolgen sollte [52].

### TT-TG-Abstand

Der Abstand zwischen dem am weitesten anterior gelegenen Teil der Tuberositas tibiae (TT) und dem tiefsten der Trochlea (TG, „trochlea groove“) nahe des proximalen Eingangs in der axia-

len Bildgebung wird als TT-TG-Abstand bezeichnet, wie von Schoettle et al. beschrieben [3, 43]. Sowohl für Erwachsene als auch für pädiatrische Patienten, stellt ein vergrößerter TT-TG-Abstand einen Risikofaktor für eine Patellaluxation dar. In einer 245 Patienten umfassenden Studie konnten Balcarek et al. [3] zeigen, dass entsprechend den Erkenntnissen bei Erwachsenen, der TT-TG-Abstand bei Kindern und Jugendlichen mit Patellaluxation sowohl absolut als auch relativ zur Femurbreite signifikant und unabhängig vom Alter erhöht ist [3]. In einer 608 pädiatrische Patienten umfassenden Studie von Dickens et al. aus dem Jahre 2014 konnte ebenfalls die positive Korrelation zwischen patellarer Instabilität und einem erhöhten TT-TG-Abstand nachgewiesen werden, die Unabhängigkeit des TT-TG-Abstands vom Alter wurde aber nicht nachgewiesen. Dickens et al. zeigten, dass mit zunehmendem Alter die gemessenen Werte die von Erwachsenen erreichten. Es darf der gemessene Wert jedoch nicht als Absolute gesehen werden, sondern muss mit dem Normwert der entsprechenden Altersgruppe verglichen werden. Ferner ist bei der Messung des TT-TG-Abstands bei Kindern und Jugendlichen zu berücksichtigen, dass das chronologische Alter keinen sicheren Rückschluss auf das Entwicklungsalter des Skeletts zulässt [14]. Die Kollektive der beiden Studien unterschieden sich darin, dass Balcarek et al. überwiegend ältere Jugendliche nahe dem Erwachsenenalter und Dickens et al. einen höheren Anteil von Patienten unter 13 Jahren eingeschlossen hatten. Zusammenfassend lässt sich aber konstatieren, dass mit zunehmendem Alter der TT-TG-Abstand bei Jugendlichen wie beim Erwachsenen zu bewerten ist. Bei extrem jungen Patienten mit patellarer Instabilität ist die Aussagekraft des TT-TG-Abstand aufgrund mangelnder Datenlage kritisch zu hinterfragen und sollte in Zusammenschau mit anderen Parametern im Einzelfall bewertet werden.

Aufgrund teilweise bestehender Schwierigkeiten, den tiefsten Punkt der Trochlea bei erheblicher Dysplasie zu bestimmen, wurde von Seitlinger et al. eine alternative Messung mit Referenzie-

Tab. 1 Patellar-Instability-Severity-Score (PIS-Score). (Mod. nach Balcarek et al. [4])	
Risikofaktor	Punkte
<b>Alter</b>	
>16 Jahre	0
≤16 Jahre	1
<b>Kontralaterale Instabilität oder bekannte Bindegewebserkrankung (z. B. Ehlers-Danlos)</b>	
Nein	0
Ja	1
<b>Trochleadysplasie</b>	
Nein	0
Leicht (Typ A)	1
Schwer (Typ B–D)	2
<b>Patellahöhe nach Insall-Salvati</b>	
≤1,2	0
>1,2	1
<b>TT-TG-Abstand (mm)</b>	
<16	0
≥16	1
<b>Patella Tilt</b>	
≤20°	0
>20°	1
<b>Gesamtpunktzahl maximal:</b>	
7	
<b>Anzahl der Risikofaktoren</b>	<b>Zu erwartendes durchschnittliches Risiko einer Rezidivluxation</b>
0	13,8 %
1	30,01 %
2	53,6 %
3	74,8 %
4	88,4 %

TT Tuberositas tibiae, TG „trochlea groove“

rung anhand des hinteren Kreuzbandes vorgeschlagen [46]. Diese Methode beinhaltet außerdem die Möglichkeit, eine Lateralisierung der Tuberositas tibiae auch bei dysplastischer Trochlea und unabhängig von der Rotation im Kniegelenk zu bestimmen. Ob die Erkenntnisse von Seitlinger et al. für klinische oder wissenschaftliche Anwendungen in Zukunft eine Rolle spielen werden, ist bislang noch unklar [11].

## Patella alta

Eine hochstehende Patella stellt einen weiteren Risikofaktor für patellare In-

stabilität bei Kindern und Jugendlichen dar. Durch den Hochstand der Kniescheibe taucht diese erst spät während der Beugung im Kniegelenk in die Trochlea ein. Es wurden verschiedene Messverfahren zur Bestimmung einer Patella alta beschrieben und etabliert, die gebräuchlichsten sind die nach Caton-Deschamps sowie Insall-Salvati (Abb. 4). Jaquith et al. beschrieben für einen erhöhten Caton-Deschamps-Index >1,45 ein 52,3%iges Risiko für eine Rezidivluxation. Lewallen et al. kamen zu ähnlichen Ergebnissen [24, 28]. Der Effekt der Patella alta auf das Risiko einer Rezidivluxation scheint mit zunehmendem Patientenalter anzusteigen [2, 12]. Bei der Betrachtung der Patella alta bei Kindern und Jugendlichen ist allerdings zu beachten, dass im Vergleich zu Erwachsenen der Cut-off zur instabilen Patella etwas höher liegt [15]. Dies lässt sich teilweise dadurch erklären, dass die Ossifikation der Patella von proximal nach distal verläuft und bei der Messung am Röntgenbild ein höherer Indexwert ermittelt wird [24].

## Weitere Risikofaktoren

Weitere Risikofaktoren für eine patellare Instabilität stellen ein Genu valgum sowie tibiale und femorale Rotationsfehler dar. Es konnte gezeigt werden, dass die Risikofaktoren der kindlichen Patellaluxation im Wesentlichen denen der Erwachsenen entspricht [3].

## Therapie

Die überwiegende Mehrheit der luxierten Kniescheiben reponieren sich spontan selbst [5]. Präsentiert sich ein Patient mit bestehender Luxation, ist bei der Reposition auf eine ausreichende Analgesie sowie auf eine manuelle Stabilisierung der Patella von medial zu achten, um bei Reposition unter Einnahme der Streckstellung ein unkontrolliertes Zurückspringen der Patella zu verhindern. Die initiale Therapie nach akuter Patellaluxation war lange Zeit meist konservativ. Dieses jahrzehntelang praktizierte Vorgehen begründet sich aber nicht auf harter Evidenz. Durch die Identifikation von Risikofaktoren und u.a.

der Etablierung des PIS-Scores ist eine individuelle Betrachtung des Einzelfalls mit Risikoabschätzung für eine Rezidivluxation möglich. Der PIS-Score ist ein Instrument für die Abschätzung der Gefahr einer Rezidivluxation, mit welchem anhand der bekannten Risikofaktoren das durchschnittliche prozentuale Risiko für eine Rezidivluxation ermittelt werden kann (Tab. 1; [4]). Das Konzept, nach Patellaerstluxation beim Heranwachsenden zunächst konservativ zu behandeln, wird inzwischen zunehmend in Frage gestellt. Nwachukwu et al. konnten in einer 2016 veröffentlichten Metaanalyse zeigen, dass nach Patellaerstluxationen bei Kindern und Jugendlichen ein operatives Therapiekonzept mit geringeren Raten an Reluxationen, verbesserter Lebensqualität sowie einer erhöhten Rate an Wiederaufnahme sportlicher Aktivität verbunden ist [39]. Bei Vorliegen eines deutlichen Risikoprofils kann somit auch die operative Stabilisierung nach Erstluxation indiziert sein [4].

Ist nach individueller Abschätzung der Risikofaktoren eine konservative Therapie indiziert, so ist eine übliche, wenn auch nicht evidenzbasierte Verfahrensweise, das Kniegelenk in einer ROM-Schiene für einen Zeitraum von 4–6 Wochen in leichter Flexionsstellung in seiner Extension zu limitieren [40].

Eine absolute Operationsindikation wird von der Mehrzahl der Chirurgen bei osteochondralen Läsionen gesehen (Abb. 5). Die Indikation zur Arthroskopie und Flake-Rifixation besteht insbesondere dann, wenn das Fragment größer als 5 mm<sup>2</sup> ist oder die Läsion in der Belastungszone lokalisiert ist (Abb. 6a, b; [40, 42, 52]).

In den vergangenen Jahrzehnten sind über 100 operative Prozeduren zur operativen Stabilisierung der Patella beschrieben worden, was zeigt, dass bisher keine signifikante Überlegenheit eines bestimmten Verfahrens bewiesen werden konnte. Die Schwierigkeit bei der Wahl der geeignetsten operativen Herangehensweise besteht darin, dass bei den Patienten meist unterschiedliche Risikofaktoren in verschiedenen Kombinationen und Ausprägungen vorliegen können. Bei Kindern und Jugendlichen erschweren die Besonderheiten

des wachsenden Skeletts die Therapie zusätzlich.

Über Jahrzehnte war das Realignment des Streckapparates in unterschiedlichsten Techniken die favorisierte Methode zur Behandlung der kindlichen Patellaluxation. Die Ergebnisse sind jedoch aufgrund gravierender Unterschiede im Patientenkollektiv und Studiendesign nur sehr eingeschränkt vergleichbar [9]. Während Techniken zur Augmentation des MPFL zunehmend an Bedeutung gewonnen haben, distanzieren sich verschiedene Autoren von Maßnahmen wie primärer Bandnaht, medialer Raffung oder lateralem Release. Palmu et al. konnten in einer vergleichsweise großen kontrolliert-randomisierten Studie keinen Nutzen einer primären Naht gerissener medialer Kapsel-Bandstrukturen mit lateralem Release ohne Rekonstruktion des MPFL nachweisen [40]. Durch biomechanische Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass das über viele Jahre praktizierte laterale Release eine multidirektionale Instabilität der Patella verursachen kann, wenn es als einzige operative Maßnahme durchgeführt wird [10]. Ein laterales Release als Einzelmaßnahme ist wenigen, speziellen Indikationen vorbehalten und auch dann nur in modifizierter Technik (verlängernde Z-Plastik) durchzuführen [19].

In den letzten Jahren rückt das MPFL zunehmend in den Fokus wissenschaftlichen Interesses. Verschiedene andere Arbeitsgruppen und auch das Autorenteam dieses Reviews sehen die Rekonstruktion und Augmentation des MPFL als Basis einer erfolgreichen Stabilisierung beim erwachsenen Patienten an [6, 20]. Für Kinder und Jugendliche mit offenen Wachstumsfugen wurden eine Reihe von fugenschonenden Operationsverfahren beschrieben, die eine Rekonstruktion des MPFL beim wachsenden Skelett möglich machen. Die publizierten Verfahren unterscheiden sich teilweise erheblich in Bezug auf die verwendeten Grafts und die technische Durchführung. Als Grafts für die Rekonstruktion des MPFL kommen prinzipiell die Quadrizepssehne und die Patellarsehne sowie die Hamstring-Sehnen in unterschiedlichen Techniken in Betracht [1, 27]. Goyal

Orthopäde 2019 · 48:868–876 <https://doi.org/10.1007/s00132-019-03754-1>  
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

C. Obermeyer · D. B. Hoffmann · M. M. Wachowski

## Patellaluxation im Kindes- und Jugendalter. Aktuelle Entwicklung bei Diagnostik und Therapie

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** In den letzten Jahren haben klinische Studien zu einer Verbesserung des Verständnisses des Krankheitsbilds der kindlichen Patellaluxation geführt. Diese Erkenntnisse haben jedoch noch keinen flächendeckenden Einzug in die klinische Praxis gehalten.

**Ziel der Arbeit.** Überprüfung und Darstellung notwendiger diagnostischer und therapeutischer Schritte.

**Material und Methoden.** Systematische Medline-Recherche zu den Stichworten „patellar instability“ und „patellar dislocation“. Alle Abstracts der Trefferliste (3302 Treffer) wurden überprüft und 147 relevante Artikel im Original ausgewertet.

**Ergebnisse.** Erkenntnisse aus der Erwachsenenmedizin sind weitgehend übertragbar auf

Kinder und Jugendliche. Das Relaxationsrisiko kann auch bei Kindern anhand etablierter Parameter eingeschätzt werden. Es besteht ein zunehmender Trend zur primären operativen Versorgung bei erhöhtem Risiko für eine Relaxation. Fugenschonende Operationsverfahren mit MPFL-Plastik sind sicher und zeigen ein gutes Outcome.

**Diskussion.** Bei hohem Risiko für eine Rezidivluxation sollten Kinder und Jugendliche nach Erstluxation operativ stabilisiert werden. Das erforderliche Operationsverfahren ist anhand des individuellen Risikoprofils zu wählen.

### Schlüsselwörter

Kind · Epiphysenfuge · Gelenkinstabilität · Kniescheibe · Mediales patello-femorales Ligament (MPFL)

## Patellar dislocation in children and adolescents. Current developments in diagnostics and treatment

### Abstract

**Background.** The latest results concerning patellar instability in children and adolescents lead to a better understanding of the underlying pathology.

**Objectives.** Determination of necessary diagnostic procedures and treatment of patellar instability in children and adolescents.

**Material and methods.** Analysis of available literature based on a systematic MEDLINE analysis.

**Results.** Diagnostics, risk factors and treatment of adult patellar instability are applicable in the treatment of children. A trend towards early surgical stabilization

after primary dislocation was identified. Growth plate-preserving methods for autologous MPFL reconstruction can safely be used in children.

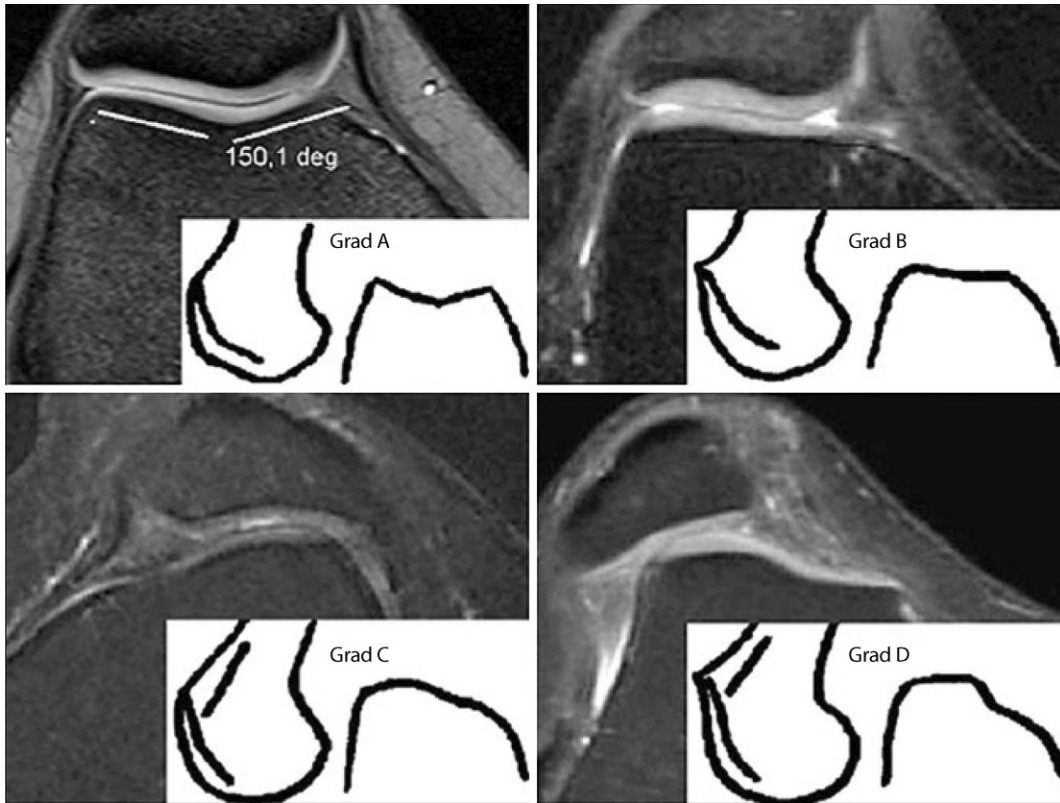
**Conclusions.** For children with a high risk of redislocation, primary surgical intervention should be performed. The necessary method must be determined by individual risk factor analysis.

### Keywords

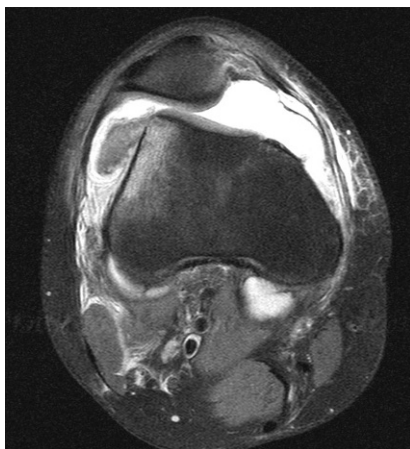
Child · Epiphyseal plate · Joint instability · Kneecap · Medial patello-femoral ligament (MPFL)

et al. propagieren, dass die Quadrizepssehne als flächige Sehne eher der Struktur des natürlichen MPFL entspricht und somit den rundlich-ovalen Hamstring-Sehnen überlegen ist [21]. Die Verwendung der Quadrizeps- bzw. der Patellarsehne hat den grundlegenden Vorteil, dass diese bereits an der Patella fixiert sind und keine Anker oder Bohrkanäle die knöchernen Integrität der Kniescheibe gefährden und somit das Risiko für eine Patellafraktur nicht erhöht wird. Vorteile der Hamstring-Plastiken liegen in der

unverletzten Integrität des Streckapparates, einem unveränderten Alignment sowie der Möglichkeit einer anatomischen Rekonstruktion entlang des natürlichen Verlaufs des ursprünglichen MPFL [32]. Zur Vermeidung von Komplikationen ist bei der MPFL-Augmentation mit Hamstring-Sehne allerdings strikt auf die Respektierung anatomischer Landmarken (Schöttle-Punkt) und die korrekte Positionierung der patellaren Bohrkanäle zu achten (▣ Abb. 7a, b; [41, 45]).



**Abb. 1** ◀ Klassifikation der Trochleadysplasie nach Dejour der Grade A–D. (Aus [25])



**Abb. 2** ▲ Magnetresonanztomographische Bildgebung nach Patellaluxation bei Trochleadysplasie Typ A nach Dejour. Pathognomonisches Knochenmarksödem am lateralen Femur als sicheres Zeichen einer stattgehabten Luxation

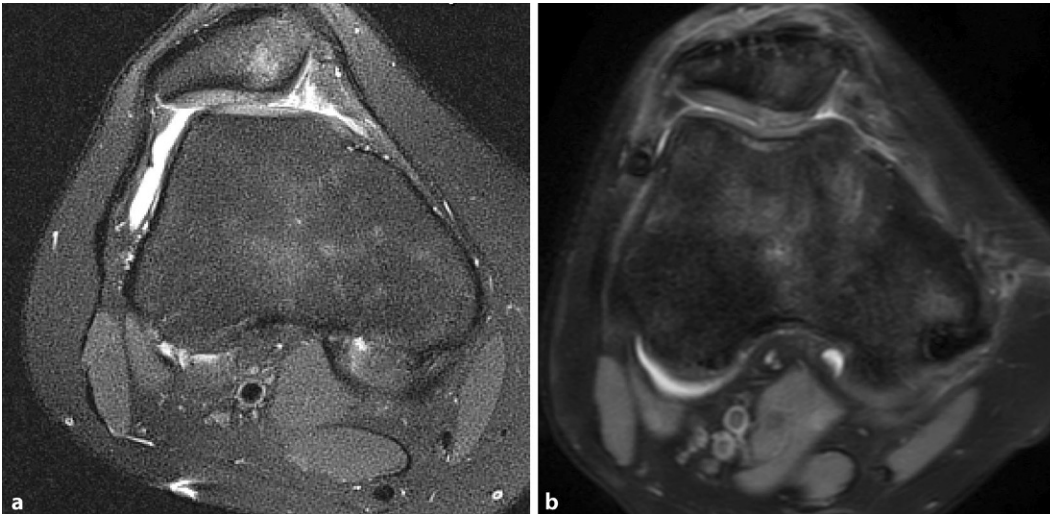
Die Verwendung von Allografts wurde als erfolgreiches Verfahren beschrieben, wobei allerdings einschränkend erwähnt werden muss, dass es sich um Jugendliche nahe dem Erwachsenenalter handelte (mittleres Patientenalter  $16 \pm 2$  Jahre) [23]. Die Meinung über die optimale Technik zur femoralseiti-

gen Fixierung des Grafts zeigt ebenfalls ein uneinheitliches Bild. Aus Sorge vor einer Verletzung der Wachstumsfuge bevorzugen verschiedene Autoren eine weichteilige Fixierung des Grafts oder Lösungen wie den Transfer eines Teils der Adductor-magnus-Sehne zur Patella [47]. Dabei wird eine von der physiologischen Anatomie abweichende Rekonstruktion durchgeführt und eine veränderte Biomechanik in Kauf genommen. Lind et al. publizierten 2016 in einer prospektiven Studie zweifach erhöhte Relaxationsraten bei weichteiliger Fixierung im Vergleich zu knöcherner Fixierung wie von Nelitz et al. beschrieben. Um von einer generell niedrigeren Stabilität weichteiliger Verankerungen der MPFL-Augmentation zu sprechen fehlt jedoch bislang die Evidenz [29, 36]. Derzeit hat sich keines der etablierten Verfahren durchgesetzt, größere vergleichende Studien existieren bislang nicht.

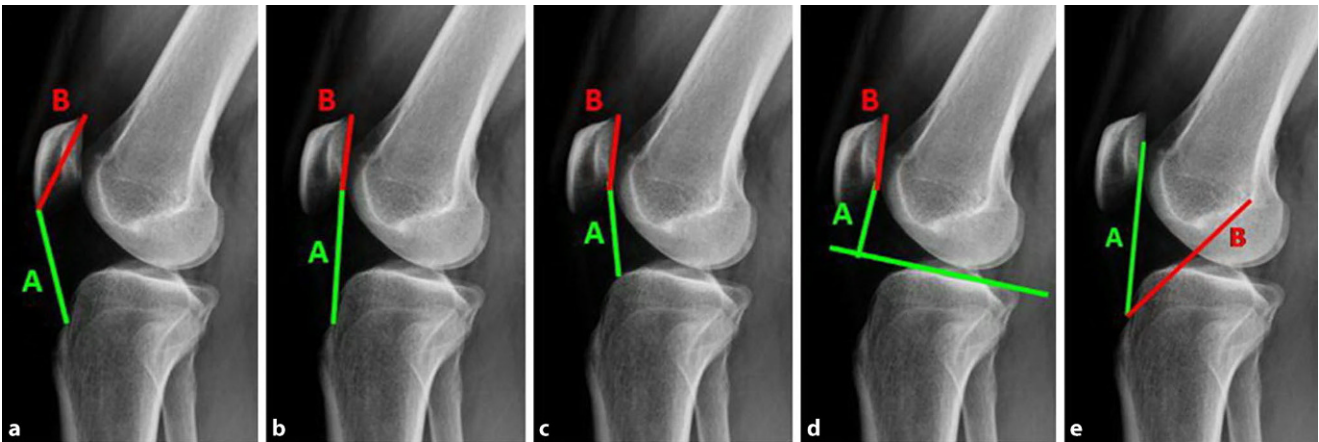
Die Ergebnisse der MPFL-Augmentation bei Kindern und Jugendlichen, gleich welcher Technik, sind vielversprechend. Es fehlen derzeit aber noch Langzeitergebnisse. Nomura et al. fanden

im Langzeit-Follow-up am Erwachsenenkollektiv mit MPFL-Augmentation erheblich geringere Raten an Patellofemoralarthrosen als bei den früher favorisierten Realignmentprozeduren. Ob die Ergebnisse aber auch auf das wachsende Skelett übertragbar sind, bleibt unklar [38].

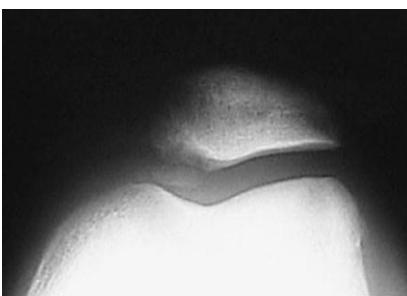
Bestehen beim Erwachsenen anatomische Pathologien wie ein deutlich erhöhter TT-TG-Abstand oder eine höhergradige Trochleadysplasie, können diese bei entsprechender Indikation zusätzlich zur MPFL-Plastik adressiert werden. Beim wachsenden Skelett ist ein knöcherner Tuberositas-tibiae-Ver-satz problematisch, ebenso wie eine ausgedehnte Vertiefung der Trochlea. Dennoch sind operative Ansätze zur Korrektur einer Trochleadysplasie auch für Patienten mit offenen Wachstumsfugen beschrieben worden [7]. Auch stehen Verfahren für eine weichteilige Medialisierung des Patellarsehnenansatzes zur Verfügung [42].



**Abb. 3** ◀ a Schwere Trochleadysplasie vom Typ D nach Dejour – Präoperative Magnetresonanztomographie (MRT). b Postoperative MRT-Bildgebung 4 Monate postoperativ nach Trochleoplastik bei gleichem Patienten



**Abb. 4** ▲ Übersicht der gängigen Messmethoden zur Quantifizierung eines Patellahochstands. a Insall-Salvati; b Insall-Salvati modifiziert; c Caton-Deschamps; d Blackburne-Peel; e Knie triangulär. (Aus [33])



**Abb. 5** ▲ Radiologische Darstellung eines osteochondralen Fragmentes aus der medialen Gelenkfläche der Patella nach Luxation

### Fazit für die Praxis

- Die patellare Instabilität ist ein Krankheitsbild, welches überwiegend Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene betrifft.

- Mit zunehmendem biomechanischem Verständnis sind verschiedene Risikofaktoren für (Rezidiv-)Luxationen identifiziert worden und ermöglichen auch beim wachsenden Skelett eine individuelle Risikoanalyse und Therapieplanung.
- Aufgrund guter Vorhersagbarkeit von Rezidivluxationen und besseren Ergebnissen nach primärer operativer Therapie, wird das konservative Behandlungsregime nach Erstluxation zunehmend verlassen und bei entsprechendem Risikoprofil primär eine operative Stabilisierung der Patella durchgeführt.
- Die über Jahrzehnte favorisierten Realignmentprozeduren treten gegenüber den, bei Erwachsenen bereits fest etablierten, Augmentationen des MPFL (mediales patello-

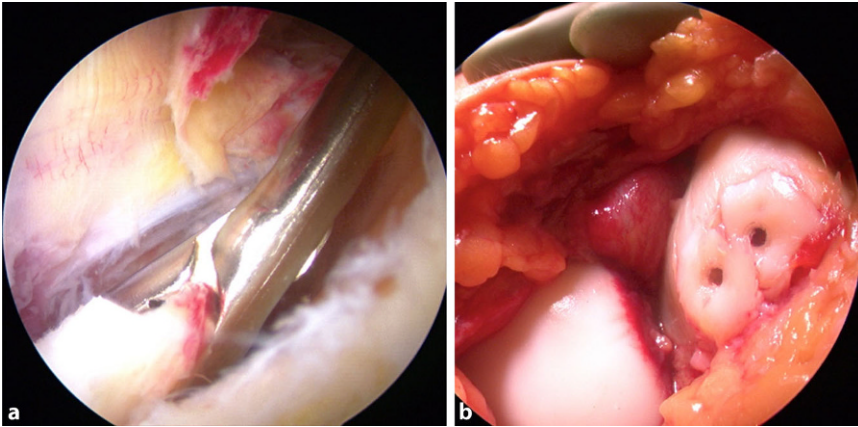
femorales Ligament) verstärkt in den Hintergrund.

- Obwohl die Ergebnisse von fugenschonenden MPFL-Augmentationen bei Kindern vielversprechend sind, fehlen aber noch sowohl Langzeitergebnisse als auch kontrollierte randomisierte Studien zur Bestimmung des optimalen Operationsverfahrens.
- Der Stellenwert der Trochleoplastik im Wachstumsalter ist aktuell noch unklar.

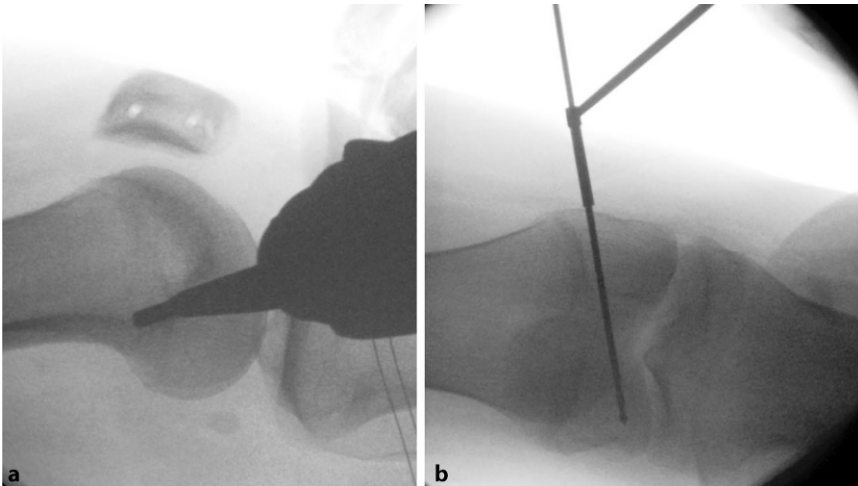
### Korrespondenzadresse



**Dr. C. Obermeyer**  
 IMB Kassel  
 Landgraf-Karl-Straße 21,  
 34131 Kassel, Deutschland  
 c.obermeyer@imb-kassel.de



**Abb. 6** ▲ **a** Arthroskopische Bergung eines ausgesprengten osteochondralen Fragmentes; **b** Erfolgreiche Refixation mit resorbierbaren Implantaten (Polylactid)



**Abb. 7** ▲ **a** Aufsuchen des Schöttle-Punkts distal der Wachstumsfuge – in der seitlichen Ansicht *scheint* der Bohrpunkt proximal der Fuge zu liegen. **b** Der Eintrittspunkt des Bohrers ist im Vergleich zu **a** nicht geändert. Dieser liegt weiterhin streng im Schöttle-Punkt. In der a.-p.-Projektion wird das fugenschonende Bohren des Sacklochs für die femorale Fixierung des Transplantats nach Ausrichtung der Bohrrichtung nach distal kontrolliert

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** C. Obermeyer, D.B. Hoffmann und M.M. Wachowski geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

## Literatur

- Ahmad CS, Brown GD, Stein BS (2009) The docking technique for medial patellofemoral ligament reconstruction: surgical technique and clinical outcome. *Am J Sports Med* 37(10):2021–2027
- Atkin DM, Fithian DC, Marangi KS, Stone ML, Dobson BE, Mendelsohn C (2000) Characteristics of patients with primary acute lateral patellar dislocation and their recovery within the first 6 months of injury. *Am J Sports Med* 28(4):472–479
- Balcarek P, Jung K, Frosch K-H, Sturmer KM (2011) Value of the tibial tuberosity-trochlear groove distance in patellar instability in the young athlete. *Am J Sports Med* 39(8):1756–1761
- Balcarek P, Oberthur S, Hopfensitz S, Frosch S, Walde TA, Wachowski MM, Schuttrumpf JP, Sturmer KM (2014) Which patellae are likely to redislocate? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22(10):2308–2314
- Beasley LS, Vidal AF (2004) Traumatic patellar dislocation in children and adolescents: treatment update and literature review. *Curr Opin Pediatr* 16(1):29–36
- Bitar AC, Demange MK, D'Elia CO, Camanho GL (2012) Traumatic patellar dislocation: nonoperative treatment compared with MPFL reconstruction using patellar tendon. *Am J Sports Med* 40(1):114–122

Hier steht eine Anzeige.

 Springer



7. Blond L, Haugegaard M (2014) Combined arthroscopic deepening trochleoplasty and reconstruction of the medial patellofemoral ligament for patients with recurrent patella dislocation and trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22(10):2484–2490
8. Camathias C, Rutz E, Gotze M, Brunner R, Vavken P, Gaston MS (2014) Poor outcome at 7.5 years after Stanislavljevic quadriceps transposition for patello-femoral instability. *Arch Orthop Trauma Surg* 134(4):473–478
9. Chotel F, Berard J, Raux S (2014) Patellar instability in children and adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res* 100(1 Suppl):125–137
10. Christoforakis J, Bull AMJ, Strachan RK, Shymkiw R, Senavongse W, Amis AA (2006) Effects of lateral retinacular release on the lateral stability of the patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(3):273–277
11. Daynes J, Hinckel BB, Farr J (2016) Tibial tuberosity-posterior cruciate ligament distance. *J Knee Surg* 29(6):471–477
12. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C (1994) Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2(1):19–26
13. Desio SM, Burks RT, Bachus KN (1998) Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med* 26(1):59–65
14. Dickens AJ, Morrell NT, Doering A, Tandberg D, Treme G (2014) Tibial tubercle-trochlear groove distance: defining normal in a pediatric population. *J Bone Joint Surg Am* 96(4):318–324
15. Duppe K, Gustavsson N, Edmonds EW (2015) Developmental morphology in childhood patellar instability: age-dependent differences on magnetic resonance imaging. *J Pediatr Orthop* 36(8):870–876
16. Farahmand F, Naghi Tahmasbi M, Amis A (2004) The contribution of the medial retinaculum and quadriceps muscles to patellar lateral stability—an in-vitro study. *Knee* 11(2):89–94
17. Felus J, Kowalczyk B (2012) Age-related differences in medial patellofemoral ligament injury patterns in traumatic patellar dislocation: case series of 50 surgically treated children and adolescents. *Am J Sports Med* 40(10):2357–2364
18. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA, White LM (2004) Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med* 32(5):1114–1121
19. Fithian DC, Paxton EW, Post WR, Panni AS (2004) Lateral retinacular release: a survey of the International Patellofemoral Study Group. *Arthroscopy* 20(5):463–468
20. Gillespie H (2012) Update on the management of patellar instability. *Curr Sports Med Rep* 11(5):226–231
21. Goyal D (2013) Medial patellofemoral ligament reconstruction: the superficial quad technique. *Am J Sports Med* 41(5):1022–1029
22. Hensler D, Sillanpaa PJ, Schoettle PB (2014) Medial patellofemoral ligament: anatomy, injury and treatment in the adolescent knee. *Curr Opin Pediatr* 26(1):70–78
23. Hohn E, Pandya NK (2017) Does the utilization of Allograft tissue in medial Patellofemoral ligament reconstruction in pediatric and adolescent patients restore patellar stability? *Clin Orthop Relat Res* 475:1563. <https://doi.org/10.1007/s11999-016-5060-4>
24. Jaquith BP, Parikh SN (2017) Predictors of recurrent patellar instability in children and adolescents after first-time dislocation. *J Pediatr Orthop* 37(7):484–490. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000674>
25. Jerosch J, Weskamp P, von Engelhardt LV (2018) MPFL-Rekonstruktion plus Trochleoplastik – ein gutes Team. *Orthopädie Rheuma* 21(5):46–51
26. Kepler CK, Bogner EA, Hammoud S, Malcolmson G, Potter HG, Green DW (2011) Zone of injury of the medial patellofemoral ligament after acute patellar dislocation in children and adolescents. *Am J Sports Med* 39(7):1444–1449
27. Ladenhauf HN, Berkes MB, Green DW (2013) Medial patellofemoral ligament reconstruction using hamstring autograft in children and adolescents. *Arthrosc Tech* 2(2):e151–e154
28. Lewallen LW, McIntosh AL, Dahm DL (2013) Predictors of recurrent instability after acute patellofemoral dislocation in pediatric and adolescent patients. *Am J Sports Med* 41(3):575–581
29. Lind M, Enderlein D, Nielsen T, Christiansen SE, Fauno P (2016) Clinical outcome after reconstruction of the medial patellofemoral ligament in paediatric patients with recurrent patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24(3):666–671
30. Lippacher S, Reichel H, Nelitz M (2011) Radiological criteria for trochlear dysplasia in children and adolescents. *J Pediatr Orthop B* 20(5):341–344
31. Lippacher S, Dejour D, Elsharkawi M, Dornacher D, Ring C, Dreyhaupt J, Reichel H, Nelitz M (2012) Observer agreement on the Dejour trochlear dysplasia classification: a comparison of true lateral radiographs and axial magnetic resonance images. *Am J Sports Med* 40(4):837–843
32. Mundy A, Ravindra A, Yang J, Adler BH, Klingele KE (2016) Standardization of patellofemoral morphology in the pediatric knee. *Pediatr Radiol* 46(2):255–262
33. Narkbunnam R, Chareancholvanich K (2015) Effect of patient position on measurement of patellar height ratio. *Arch Orthop Trauma Surg* 135:1151–1156
34. Nelitz M, Dornacher D, Dreyhaupt J, Reichel H, Lippacher S (2011) The relation of the distal femoral physis and the medial patellofemoral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19(12):2067–2071
35. Nelitz M, Theile M, Dornacher D, Woffle J, Reichel H, Lippacher S (2012) Analysis of failed surgery for patellar instability in children with open growth plates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20(5):822–828
36. Nelitz M, Dreyhaupt J, Reichel H, Woelfle J, Lippacher S (2013) Anatomic reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children and adolescents with open growth plates: surgical technique and clinical outcome. *Am J Sports Med* 41(1):58–63
37. Nomura E (1999) Classification of lesions of the medial patello-femoral ligament in patellar dislocation. *Int Orthop* 23(5):260–263
38. Nomura E, Inoue M, Kobayashi S (2007) Long-term follow-up and knee osteoarthritis change after medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* 35(11):1851–1858
39. Nwachukwu BU, So C, Schairer WW, Green DW, Dodwell ER (2016) Surgical versus conservative management of acute patellar dislocation in children and adolescents: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24(3):760–767
40. Palmu S, Kallio PE, Donell ST, Helenius I, Nietosvaara Y (2008) Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 90(3):463–470
41. Parikh SN, Nathan ST, Wall EJ, Eismann EA (2013) Complications of medial patellofemoral ligament reconstruction in young patients. *Am J Sports Med* 41(5):1030–1038
42. Schneider FJ, Thumfart A, Linhart WE (2009) Behandlung der Patellaluxation im Kindes- und Jugendalter. *Arthroscopie* 22(1):60–67
43. Schoettle PB, Zanetti M, Seifert B, Pfirrmann CWA, Fucentese SF, Romero J (2006) The tibial tuberosity-trochlear groove distance: a comparative study between CT and MRI scanning. *Knee* 13(1):26–31
44. Schottle PB, Fucentese SF, Pfirrmann C, Bereiter H, Romero J (2005) Trochleoplasty for patellar instability due to trochlear dysplasia: a minimum 2-year clinical and radiological follow-up of 19 knees. *Acta Orthop* 76(5):693–698
45. Schottle PB, Schmeling A, Rosenstiel N, Weiler A (2007) Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 35(5):801–804
46. Seitlinger G, Scheurecker G, Hogler R, Labey L, Innocenti B, Hofmann S (2012) Tibial tubercle-posterior cruciate ligament distance: a new measurement to define the position of the tibial tubercle in patients with patellar dislocation. *Am J Sports Med* 40(5):1119–1125
47. Sillanpaa PJ, Maenpaa HM, Mattila VM, Visuri T, Pihlajamaki H (2009) A mini-invasive adductor magnus tendon transfer technique for medial patellofemoral ligament reconstruction: a technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17(5):508–512
48. Sillanpaa PJ, Peltola E, Mattila VM, Kiuru M, Visuri T, Pihlajamaki H (2009) 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* 37(8):1513–1521
49. Stefanin JJ, Parker RD (2007) First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 455:93–101
50. Thauat M, Erasmus PJ (2007) The favourable anisometry: an original concept for medial patellofemoral ligament reconstruction. *Knee* 14(6):424–428
51. Tompkins MA, Arendt EA (2015) Patellar instability factors in isolated medial patellofemoral ligament reconstructions—what does the literature tell us? A systematic review. *Am J Sports Med* 43(9):2318–2327
52. Vavken P, Wimmer MD, Camathias C, Quidde J, Valderrabano V, Pagenstert G (2013) Treating patella instability in skeletally immature patients. *Arthroscopy* 29(8):1410–1422