Differenzierte Behandlung der Patellaluxation im Adoleszentenalter

Die Patellaluxation ist beim Heranwachsenden keine seltene Verletzung. Während die Inzidenz der Patellaerstluxation im Gesamtkollektiv 7/100.000 beträgt, wird bei Jugendlichen eine Inzidenz von 29–43/100.000 angegeben. Das weibliche Geschlecht ist dabei etwas häufiger betroffen.

Folgen der Patellaerstluxation können sein:

- chronische Instabilität,
- vermindertes Aktivitätsniveau oder
- Ausbildung einer retropatellaren Arthrose mit konsekutivem Schmerzsyndrom.

Diese Folgen gilt es zu verhindern. Hierzu sind zunächst die Ursachen der Patellaluxation (äußere Ursachen vs. anatomische Prädisposition) im Einzelfall zu evaluieren. Danach richtet sich die individuelle Therapie.

Äußere Ursachen der Patellaluxation

Über 70% der Erstluxationen entstehen bei sportlicher Aktivität, nur etwa 20% im Alltag und ca. 7% durch direktes Trauma.

Der Unfallmechanismus besteht in einer Innenrotation der unteren Extremität mit valgisch gestelltem Kniegelenk bei fixiertem Fuß. Zur Luxation kommt es beim Übergang von der Kniegelenkstreckung zur -beugung, die Luxationsrichtung ist nahezu immer nach lateral.

In einigen Fällen tritt die Luxation auch ohne adäquates Trauma auf bzw.

kann sie willkürlich herbeigeführt werden. Bei schweren Strukturverletzungen nach Patellaluxation ist eher von einer intakten Gelenkanatomie auszugehen. Hierfür spricht auch, dass ein großes Hämarthrosvolumen mit niedriger Reluxationsrate assoziiert ist [9, 17].

Prädisposition zur Patellaluxation

Eine Prädisposition zur Patellaluxation liegt immer dann vor, wenn passive (statische bzw. ligamentäre) oder aktive Stabilisatoren der Patella keine ausreichende Patellaführung gewährleisten.

Prädisponierend gibt es drei wesentliche Ursachen für die Patellaluxation:

- Trochleadysplasie
- Insuffizienz bzw. Ruptur des medialen patellofemoralen Ligaments (MPFL)
- Malalignment bzw. Maltracking (Patella alta, Valgusfehlstellung, Femur-antetorsion)

Zur besseren Veranschaulichung wird nachfolgend die Anatomie der patellofemoralen Stabilisatoren aufgezeigt.

Knöcherne Führung (Trochlea)

Seit den Arbeiten von Déjour et al. (z. B. [3]) ist die Wichtigkeit der Trochlea femoris als Patellastabilisator erwiesen. Die knöcherne Führung der Patella setzt hier ab einer Flexion von 20° ein, in Streckstel-

lung hat die Patella keine knöcherne Führung.

Weiter beugeseitig nimmt die Exkavation des Sulcus femoris und damit die knöcherne Führung der Patella zu. Hier ist anzumerken, dass der knöcherne Sulcuswinkel nicht dem knorpeligen Winkel entspricht, d. h. der effektive (knorpelige) Sulcuswinkel (■ Abb. 1) ist häufig flacher als der knöcherne [15].

Bei einem Trochleawinkel von <145° spricht man von einer Trochleadysplasie. Diese wird nach Déjour et al. [3] in die Typen A bis D eingeteilt (■ Abb. 2).

Eine Typ-D-Trochleadysplasie (■ Abb. 3a,b) ist gekennzeichnet durch ein völliges Fehlen der lateralen kondylären Struktur, arthroskopisch findet sich hier eine „Klippe“, über die die Patella nach lateral rutscht (■ Abb. 3c).

Die von Wiberg [19] beschriebene Patellaform hat für die Luxationssicherheit nur untergeordnete Bedeutung, da auch eine gut ausgebildete Patella durch eine ungenügend ausgeprägte Trochlea femoris nicht mechanisch geführt werden kann.

Ligamentum patellae, Beinachse

Einen entscheidenden Einfluss auf die Patellazentrierung und -stabilität hat die Länge des Ligamentum patellae. Das Verhältnis der Patellalänge zur Länge des Lig. patellae wird mit dem Index nach Insall u. Salvati [7] bzw. Caton u. Deschamps (s. unten) beschrieben. Die Patella alta in Kombination mit einer valgischen Bein-

Abb. 1 ▲ Knorpeliger Sulcuswinkel

Abb. 2 ◀ Einteilung der Trochleadysplasie nach Déjour et al. [3]

Abb. 3 ▲ Patientin, 20 Jahre, mit Trochleadysplasie Typ D. **a** laterale Röntgenaufnahme. **b** Röntgen, axialer Strahlengang. **c** Arthroscopisches Bild: Fehlen der lateralen kondylären Führung

Abb. 4 ◀ Mediales patellofemorales Ligament (Pfeil)

achse ist mit einem hohen Grad an Instabilität assoziiert.

Mediales patellofemorales Ligament (MPFL)

Das mediale patellofemorale Ligament (■ **Abb. 4**) verläuft vom superomedialen

Rand der Patella zum medialen Femurkondylus (zwischen Tuberculum adductorium und Epicondylus medialis). Das ca. 1,5 cm breite Band zeichnet sich durch eine derbe, aber dünne Struktur aus.

Zusammen mit dem medialen und lateralen Retinaculum patellae – sie tragen zu 13% zur Stabilisierung bei [5] – ist das

MPFL der primäre Stabilisator gegen eine laterale Translation der Patella. Bei erstmaliger Patellaluxation werden in über 90% der Fälle Rupturen des MPFL beobachtet [1, 4].

Diagnostik

Anamnese

Die Anamnese ist sehr wichtig, da sich bereits hierdurch wichtige Hinweise auf die Genese der Luxation gewinnen lassen. Folgende Parameter sollten erfragt werden:

- Mechanismus (Gelegenheitsursache, Trauma)
- Luxation, erfolgte Reposition
- Vorhergehende Luxationen, Voroperationen
- Vorbestehende Beschwerden
- Probleme kontralateral
- Familienanamnese

Abb. 5 ▲ Röntgenaufnahme des Kniegelenks

Abb. 6 ▲ Magnetresonanztomogramm. Zu erkennen sind „bone bruise“, Hämarthros und patellanahe Läsion des medialen Halteapparats

Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung ergibt weitere wichtige Hinweise. Dabei muss auf Folgendes geachtet werden:

- Fehlstellung
- Gelenkerguss
- Schmerzpunkte
- Bandführung
- Beinachse
- Torsionsverhältnisse

Der Apprehensionstest (medialer Druck auf die Patella) löst beim Patienten ein unangenehmes Gefühl aus, er sollte sehr vorsichtig durchgeführt werden. Bei chronischer Instabilität findet sich häufig das J-Zeichen mit Lateralisation der Patella beim Übergang in die Kniegelenkstreckung.

Trauma Berufskrankh 2015 · 17[Suppl 1]:192–200 DOI 10.1007/s10039-014-2133-z
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

C. Schaller · H. Kusche · P. Gutsfeld · V. Bühren

Differenzierte Behandlung der Patellaluxation im Adoleszentenalter

Zusammenfassung

Hintergrund. Die Patellaluxation ist beim Heranwachsenden keine seltene Verletzung. Die Inzidenz beträgt 29–43 pro 100.000.

Therapie. Ziel der Therapie ist die Vermeidung rezidivierender Luxationen und deren Folgen (chronische Instabilität, vermindertes Aktivitätsniveau bzw. Ausbildung einer retropatellaren Arthrose). Das Vorgehen muss an die Ursache der Patellaluxation angepasst werden. Konservative Maßnahmen sind Ruhigstellung sowie Training des M. vastus medialis und der Glutealmuskulatur. Operative Optionen umfassen die Wiederherstellung des medialen Halteapparats, wie Naht,

Raffung, MPFL-Plastik, die Tuberositasversetzung bei pathologischem TTTG-Abstand („tibial tuberosity-trochlea groove distance“) sowie die Trochleoplastik bei extremer Dysplasie (selten). Das „lateral release“ ist grundsätzlich nicht indiziert.

Prognose. Bei adäquater anatomie- und altersgerechter Therapie ist die Prognose nach Patellaluxation günstig.

Schlüsselwörter

Knieverletzungen · Patella · Übungstherapie · Operative Maßnahmen · Jugendliche

Differentiated treatment of a dislocated patella in adolescence

Abstract

Background. Dislocation of the patella is relatively common in adolescence with an incidence of 29–43 per 100,000.

Therapy. The aim of treatment is to avoid recurrent dislocation of the patella and its sequelae (e.g. chronic instability, reduced level of activity and patellar osteoarthritis). Treatment must be adjusted to the anatomical cause of instability. Principal treatment options are conservative treatment (immobilization, vastus medialis muscle and gluteal muscle exercises) and operative treatment, such as repair of the medial patellar attachment by

suturing and medial patellofemoral ligament (MPFL) repair, transposition of the tibial tuberosity in cases of pathological tibial tuberosity-trochlear groove (TTTG) distance and trochleoplasty in cases of extreme dysplasia (seldom). Lateral release has to be avoided.

Prognosis. Provided adequate therapy is carried out, the prognosis of patella dislocation in adolescents is good.

Keywords

Knee injuries · Patella · Exercise therapy · Operative procedures · Adolescents

Bildgebung

Röntgen

Standardmäßig sollte eine Röntgenuntersuchung des Kniegelenks (■ Abb. 5) in 2 Ebenen mit Tangentialaufnahme der Patella durchgeführt werden. Hiermit können Rückschlüsse auf die Stellung der Patella und Form der Trochlea gezogen und evtl. vorliegende knöcherne Läsionen bzw. Flakes nachgewiesen werden.

Magnetresonanztomographie

Nach einer Erstluxation und bei Ergussbildung nach rezidivierender Luxation sollte immer eine MRT-Diagnostik (■ Abb. 6) erfolgen.

Folgende Pathologien lassen sich häufig nachweisen:

- Knorpelschäden
- Läsionen des Patellahalteapparats
- Typischer „bone bruise“ nach Luxation
- Pathologische TTTG-Distanz
- Patella-Tilt/-Shift

Spezielle Diagnostik

TTTG-Distanz („tibial tuberosity-trochlea groove distance“)

Die TTTG-Distanz beschreibt die Lateralisierung des tibialen Ansatzes des Lig. patellae in Relation zur Trochlearrinne. Die Messung erfolgt durch Computertomographie (CT) oder MRT (■ Abb. 7). Letztere wird wegen der fehlenden Strahlenbelastung bevorzugt eingesetzt.

Abb. 7 ▲ Magnetresonanztomographische Messung der TTTG-Distanz („tibial tuberosity-trochlea groove distance“)

Im Normalfall findet sich eine Distanz von 10–15 mm, bei Werten von >20 mm spricht man von einer pathologischen TTTG-Distanz. In einer Untersuchung von Smirk u. Morris [14] fand sich bei 56% der Patienten mit Patellaluxation eine TTTG-Distanz von >20 mm; in der Kontrollgruppe lag die durchschnittliche TTTG-Distanz bei 12 mm.

Q-Winkel

Der Q-Winkel ist der Winkel zwischen einer Linie von der Spina iliaca anterior superior zum Zentrum der Patella und einer Linie vom Zentrum der Patella zur Tuberositas tibiae (■ **Abb. 8**). Er ist ein vom Beugegrad abhängiger dynamischer Parameter und in Extension am größten.

Als Normwerte werden 12–15° für Männer und 15–18° für Frauen angegeben. Ein vergrößerter Q-Winkel trägt ebenfalls zu einem übermäßigen lateralen Gleiten der Patella bei [11].

Abb. 8 ▲ Q-Winkel

Caton-Deschamps-Index

Der Caton-Deschamps-Index (■ **Abb. 9**) beschreibt die proximal-distale Position der Patella bzw. das Verhältnis der Länge der Patellagelenkfläche (A) zur Länge der Dorsalseite des Lig. patellae (B).

Als Normalwert für A:B wird 1,0 angesehen. Bei einem Wert von $\geq 1,3$ spricht man von einer Patella alta. Diese ist mit einer erhöhten Instabilitätsrate assoziiert.

Ganzbeinstandaufnahme

Zur Analyse der Beingeometrie dient eine Ganzbeinstandaufnahme. Damit können unter Belastung der Extremitäten der Grad der Achsabweichung (Valgus, mechanische Beinachse) und die Lokalisation der Fehlstellung (lateraler distaler Femurwinkel bzw. medialer proximaler Tibiawinkel) gemessen werden.

Torsions-CT

Auch eine vermehrte Antetorsion des Femurs kann ein Maltracking der Patella bewirken. Mit einem Torsions-CT lässt sich eine abnorme Torsion des Femurs exakt bestimmen.

Abb. 9 ▲ Caton-Deschamps-Index

Therapie

Die Therapie nach Erstluxation wird, sofern keine zwingende Operationsindikation (Abscherfraktur etc.) besteht, konservativ durchgeführt. Die Patientenzufriedenheit ist bei konservativer Therapie trotz höherer Reluxationsrate insgesamt genauso gut wie nach operativer Therapie. Nach operativen Verfahren wird eine höhere Rate an Arthrosen mit entsprechenden Beschwerden beschrieben [2, 12].

Konservative Therapie

In den meisten Fällen der Patellaerstluxation des Adoleszenten ist die konservative Therapie angezeigt.

Empfohlene Maßnahmen sind:

- initiale Ruhigstellung mit limitiertem Bewegungsausmaß,
- ggf. Punktion,
- sofortige Muskelkräftigungsübungen (Isometrie),
- Koordinations-/Stabilisationsübungen,
- Training des M. vastus medialis und der Hüftaußenrotatoren und
- Sportfreigabe frühestens nach 6 Wochen.

Abb. 10 ▲ 14-jährige Patientin, Patellaluxation nach Skisturz. **a** Abscherfraktur, Ausbruch aus der Patellarrückfläche. **b** Mediale Miniarthrotomie, intraoperativer Situs. **c** Reposition, Fixation mit Ethipins, Raffung des medialen Retinaculums

Abb. 11 ◀ 16-jährige Patientin, Verdrehen des Kniegelenks beim Tanzen. **a** Magnetresonanztomogramm und **b** arthroskopisches Bild zeigen einen patellaren Abriss des medialen patellofemorales Ligaments (MPFL). **c** Arthroskopische transossäre Refixation, PDS-Nähte vorgelegt, **d** PDS-Nähte geknüpft

Zu beachten ist, dass eine sofortige volle Remobilisation das Reluxationsrisiko um das Dreifache erhöht [10].

Durch unseren Lebensstil (viel Sitzen, wenig Bewegung) haben viele Menschen eine wenig ausgeprägte Glutealmuskulatur („gluteal amnesia“). Daher ist insbesondere das Training der Hüftaußenrotatoren eine sehr effiziente Maßnahme zur Rezidivprophylaxe einer Patellaluxation, da hierdurch einer pathologischen Innentorsion (Antetorsion) des Femurs entgegengewirkt werden kann [8].

Operative Therapie nach Erstluxation

Operationsindikationen nach Erstluxation sind:

- (osteo-)chondrale Flakes (bei 24,3% der Erstluxationen [16]),
- deutliche Fehlstellung der Patella im Vergleich zur Gegenseite,
- dislozierte Bandausrisse (MPFL),
- spezieller Patientenanspruch (z. B. höhere Luxationssicherheit, Leistungssportler).

In ■ **Abb. 10, 11 und 12** sind 3 Fallbeispiele zur operativen Therapie dargestellt.

Operative Therapie bei rezidivierenden Luxationen

Operationsindikationen bei rezidivierenden Luxationen sind

- wiederholte Luxationsereignisse und
- Instabilitätsgefühl nach Luxationen.

Im Falle rezidivierender Luxationen liegt meist eine mediale Bandlaxizität bzw. ein Vorschaden des MPFL vor. Der MPFL-Ersatz ist aktuell das in Deutschland am häufigsten angewendete Verfahren (59% der Eingriffe bei rezidivierenden Luxationen [6]). Meist wird zum Ersatz des MPFL die Gracilissehne verwendet (auch die Semitendinosus- oder Quadrizepsseh-

Abb. 12 ▲ 20-jähriger Patient, Sturz unter Alkoholeinfluss. **a** Magnetresonanztomogramm: femoraler Ausriss des medialen patellofemorale Ligaments (MPFL). **b** Situs extraartikulär: Abrissstelle des MPFL nahe des Epicondylus medialis femoris. **c** Fixation mit Knochenankern, Nähte vorgelegt. **d** Femorale Refixation des MPFL nach Knüpfen der Fäden. **e** Röntgenkontrolle: Nahtanker in situ, Patella mittig positioniert

ne sind mögliche biologische Ersatzmaterialien).

MPFL-Ersatz

Indikationen für einen MPFL-Ersatz sind rezidivierende Luxationen und ein extrem schwacher Bandapparat ggf. nach Erstluxation.

Ein Vorteil des Verfahrens ist, dass bei der gleichzeitigen Arthroskopie die Beurteilung des Patella-Trackings sowie des Knorpelstatus durchgeführt werden kann. Eine evtl. notwendige Refixation und die Entfernung freier Gelenkkörper sind in gleicher Sitzung möglich.

Trotz des minimal-invasiven Charakters des MPFL-Ersatzes muss erwähnt werden, dass es sich um ein extraanatomisches Verfahren handelt.

In bis zu 26% der Fälle wurden Komplikationen beschrieben [13], insbesondere sind dies:

- zu straffe Führung (Beugedefizit, Knorpelschäden), femorale Insertion,
- zu lockere Spannung,
- Ausreißen des Sehnentransplantats,
- Beschwerden bei vorbestehender Chondromalazie und
- Patellafrakturen.

Im Kindesalter ist ggf. ein geringfügiges Abweichen von der anatomischen Insertion nötig, da die femorale Verankerung sehr nahe der Wachstumsfuge liegt.

MPFL-Ersatz mit Gracilissehnentransplantat

Die Schwierigkeit bei diesem Eingriff liegt in der Transplantatfixierung und in der korrekten Transplantatspannung. Die Anspannung erfolgt in 20–30° Flexion, bis der Patellaaußenrand auf einer Ebene mit dem lateralen Kondylus steht. In **Abb. 13** werden die entscheidenden

Operationsschritte (hier rechtes Kniegelenk) beschrieben.

Tuberositasversetzung

Eine Tuberositasversetzung kommt nur bei pathologischer TTTG-Distanz infrage. Es gibt verschiedene Verfahren: Die Operation nach Elmslie-Trillat führt zu einer Medialisierung, der Eingriff nach Fulkerson zu einer Anteromedialisierung der Tuberositas tibiae. Mit diesen Verfahren, ggf. in Kombination mit Raffung des medialen Retinakulums bzw. mit MPFL-Ersatz, ist eine suffiziente Patellastabilisierung möglich.

Besonders hinzuweisen ist auf die Gefahr einer Überkorrektur. Nicht angewendet sollten die Eingriffe bei vorbestehender medialer Chondromalazie. Langfristig wird über eine hohe Rate an arthrotischen Veränderungen (v. a. medial) berichtet.

Abb. 13 ▲ Ersatz des medialen patellofemoralen Ligaments (MPFL) mit Gracilissehnentransplantat. **a** Entnahme der Gracilissehne mit dem Ringstripper. **b** U-förmige Fixierung der Gracilissehne in einer dafür geschaffenen knöchernen Rinne medial an der Patella, hier mit 2 PushLock-Ankern. **c** An der Patella fixiertes Gracilissehnentransplantat. **d** In 20–30° Kniebeugung Vorspannen des Zugfadens, bis die Patella mittig steht, dann definitive Fixation mit einer Biotenodeseschraube. **e** Zustand bei Operationsende

Abb. 14 ▲ 29-jährige Patientin mit Genua valga und Adipositas. **a** Postoperative Aufnahmen nach Medialisierung der Tuberositas tibiae, Patella mittelständig. **b** Kontrolle 1,5 Jahre postoperativ, Patientin rezidiv- und beschwerdefrei

Abb. 15 ▲ Therapiealgorithmus Patellaluxation (BGU-Murnau)

In **Abb. 14** ist das Beispiel einer 29-jährigen Patientin mit Genua valga und Adipositas dargestellt.

Trochleaplastik

Die Trochleaplastik kann bei hochgradiger Trochleadysplasie indiziert sein. Dabei handelt es sich um ein sehr invasives Verfahren, das auch in Kombination mit einem MPFL-Ersatz angewendet werden kann.

Die Trochleaplastik ist technisch anspruchsvoll und langfristig mit einer hohen Rate (>30%) an patellofemorale Schmerzen und retropatellare Arthrosen assoziiert [18].

Derotationsosteotomie

Bei einer um mehr als 20° erhöhten Femurantetorsion (Normwert: 13°) entsteht

ein erhöhter Anpressdruck im lateralen Femoropatellargelenk und eine Lateralisationstendenz der Patella. Bei einer derartigen Konstellation kann die Derotationsosteotomie am Femur indiziert sein. Analog kann bei pathologischer Außentorsion der Tibia über 40° (Normwerte: 21° für Männer, 27° für Frauen) eine derotierende Osteotomie an der Tibia nötig sein.

Achskorrektur

Die Achskorrektur ist eine Option bei ausgeprägtem Genu valgum (ggf. Kombinationseingriffe mit Rekonstruktion des medialen Patellahalteapparats). Dabei ist eine vorherige genaue Analyse der Beingeometrie unabdingbar.

Lateral Release

Das „lateral release“ führt zu einer Erhöhung der Instabilität nach medial und lateral. Daher stellt dieses Verfahren aus heutiger Sicht keine Therapieoption bei der Patellaluxation dar.

Ebenso wenig sollte die reine Raffung des medialen Retinakulums ohne genaue Kenntnis der Lokalisation der Ruptur bzw. der ligamentären Schwäche durchgeführt werden. Hier gilt der Grundsatz: keine Stabilisierung durch Raffung an falscher Lokalisation.

Algorithmus

In **Abb. 15** sind die oben beschriebenen diagnostischen und therapeutischen Verfahren in einem Therapiealgorithmus zusammengefasst.

Fazit

- Bei den meisten Erstluxationen der Patella im Adoleszentenalter ist primär die konservative Therapie angezeigt.
- Für die Therapie rezidivierender Luxationen bieten sich mehrere operative Verfahren an. Von diesen wird der MPFL-Ersatz am häufigsten verwendet.
- Das „lateral release“ stellt aus heutiger Sicht keine Therapieoption bei der Patellaluxation dar.

Korrespondenzadresse

Dr. C. Schaller

Klinikum Garmisch-Partenkirchen GmbH (GAP),
Auenstr. 6, 82467 Garmisch-Partenkirchen
Christian.Schaller@klinikum-gap.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Schaller, H. Kusche, P. Gutsfeld und V. Bühren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Avikainen VJ, Nikku RK, Seppanen-Lehmonen TK (1993) Adductor magnus tenodesis for patellar dislocation. Technique and preliminary results. *Clin Orthop* 297:12–16
2. Christiansen SE, Jakobsen BW, Lund B, Lind M (2008) Isolated repair of the medial patellofemoral ligament in primary dislocation of the patella: a prospective randomized study. *Arthroscopy* 24(8):881–887
3. Dejour D, Reynaud P, Lecoultré B (1998) Douleurs et instabilité rotulienne. Essai de classification. *Med Hyg* 56:1466–1471
4. Desio SM, Burks RT, Bachus KN (1998) Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med* 26:59–65
5. Hautamaa PV, Fithian DC, Kaufman KR et al (1998) Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. *Clin Orthop* 349:174–182
6. Hohlweck J, Quack V, Arbab D et al (2013) Diagnostic and therapeutic management of primary and recurrent patellar dislocations – analysis of a nationwide survey and the current literature. *Z Orthop Unfall* 151(4):380–388
7. Insall J, Salvati E (1971) Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 101(1):101–104
8. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K et al (2012) The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(1):22–29
9. Maenpää H, Lehto MU (1995) Surgery in acute patellar dislocation – evaluation of the effect of injury mechanism and family occurrence on the outcome of treatment. *Br J Sports Med* 29:239–241
10. Maenpää H, Huhtala H, Lehto MU (1997) Recurrence after patellar dislocation. Redislocation in 37/75 patients followed for 6–24 years. *Acta Orthop Scand* 68:424–426
11. McKinnis L (2014) Fundamentals of musculoskeletal imaging. Davis, Philadelphia, p 408
12. Nikku R, Nietosvaara Y, Aalto K, Kallio PE (2005) Operative treatment of primary patellar dislocation does not improve medium-term outcome: a 7-year follow-up report and risk analysis of 127 randomized patients. *Acta Orthop* 76(5):699–704
13. Shah JN, Howard JS, Flanigan DC et al (2012) A systematic review of complications and failures associated with medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* 40(8):1916–1923
14. Smirk C, Morris H (2003) The anatomy and reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 10:221–227
15. Stäubli HU, Dürrenmatt U, Porcellini B, Rauschnig W (1999) Anatomy and surface geometry of the patellofemoral joint in the axial plane. *J Bone Joint Surg Br* 81(3):452–458
16. Stefancin JJ, Parker RD (2007) First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 455:93–101
17. Vainionpää S, Laasonen E, Silvennoinen T et al (1990) Acute dislocation of the patella. A prospective review of operative treatment. *J Bone Joint Surg Br* 72(3):366–369
18. Knoch F von, Böhm T, Bürgi ML et al (2006) Trochleoplasty for recurrent patellar dislocation in association with trochlear dysplasia. A 4- to 14-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 88(10):1331–1335
19. Wiberg G (1941) Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint. *Acta Orthop Scand* 12:319–410