

Jannik Frings, Matthias Krause, Karl-Heinz Frosch

# Komplikationen und Revisionsstrategie nach Trochleaplastik

## Zusammenfassung:

In der Entstehung der patellofemorale Instabilität stellt die Trochleadysplasie einen der wichtigsten anatomischen Risikofaktoren für rezidivierende Luxationen dar. Durch die Insuffizienz der statischen Stabilisation kann es bei ausgeprägter Dysplasie zu einem vollständigen Verlust des Patellatrackings kommen. Hier stellt die Trochleaplastik eine der effektivsten Behandlungsmöglichkeiten zur Wiederherstellung des Patellatrackings dar. Neben dem hohen technischen Niveau birgt der Eingriff jedoch ein beachtliches Risikoprofil, bedingt durch die Komplexität der Pathologie und die Invasivität des Eingriffs.

Neben Herausforderungen bei der Indikationsstellung, gehören im postoperativen Verlauf rezidivierende Instabilitäten, ein gesteigertes Schmerzniveau, persistierende Bewegungseinschränkungen und die Entwicklung patellofemorale Arthrose zu den häufigsten Gründen für eine Revisionsoperation. Unter Berücksichtigung möglicher Fallstricke bei der Indikationsstellung und nach gründlicher Analyse der individuellen Pathologien ist die Trochleaplastik ein effektives Werkzeug zur Therapie der patellofemorale Instabilität. Das beschriebene Risikoprofil macht eine vergleichsweise engmaschige Nachbehandlung empfehlenswert.

## Schlüsselwörter:

Trochleaplastik, Trochleadysplasie, patellofemorale, Patella, Arthrose, Arthrofibrose, Re-Trochleaplastik, intraartikulär, Osteotomie, Maltracking

## Zitierweise:

Frings J, Krause M, Frosch KH: Komplikationen und Revisionsstrategie nach Trochleaplastik. OUP 2020; 9: 166–171 DOI 10.3238/oup.2019.0166–0171

## Einleitung

Die Patellaluxation ist eine der häufigsten Kniegelenkerkrankungen, von der überwiegend junge Patienten betroffen sind. Während ein eher geringerer Anteil der akuten Patellaluxationen einmalige traumatische Ereignisse darstellen, denen möglicherweise ein adäquates Trauma vorausgegangen ist, handelt es sich bei der überwiegenden Zahl der Fälle um eine symptomatische Instabilität des Patellofemorale Gelenkes. Verschiedene anatomische Risikofaktoren wurden mittels prädiktiven Modellen identifiziert, die zu einer pathologischen Veränderung des Patellatrackings führen und so eine konsekutive Patellainstabilität begünstigen können [1]. Entsprechend basiert das heutige Verständnis einer kausalen Therapie auf

der Identifikation individuell zugrundeliegender Pathologien und geht bei vorliegendem Maltracking über die isolierte weichteilige Stabilisation, im Sinne einer Plastik des medialen patellofemorale Ligamentes (MPFL) hinaus [8, 9, 10].

## Die Trochleadysplasie – Herausforderung „Definition und Indikation“

Unter allen bekannten anatomischen Risikofaktoren stellt die Trochleadysplasie den größten Risikofaktor für rezidivierende Luxationsereignisse dar und ist deshalb ein wichtiges Ziel chirurgischer Therapieansätze [2, 13]. Während einige Risikostratifizierungsmodelle bereits eine leichtgradige Abflachung des Trochleasulkuswinkels  $> 154^\circ$  als risikosteigernd

identifizierten, werden höhergradige Dysplasieformen (Dejour Typen B–D) mit einem bis zu 19-fach erhöhten Reluxationsrisiko in Verbindung gebracht [1]. Die Veränderung der knöchernen Trochleageometrie wirkt sich durch die Kompromittierung der statischen Stabilisation also unweigerlich auf das Reluxationsrisiko aus. Jedoch ermöglichen diese Stratifizierungsmodelle keine direkten Rückschlüsse auf die Indikation zur Trochleaplastik.

In diesem Zusammenhang stellt bereits die Klassifizierung der Trochleadysplasie eine Herausforderung auf dem Weg zur Indikationsstellung dar. Gemäß der Einschätzung von Dejour et al. weisen bis zu 85 % aller Patienten mit patellofemorale Instabilität eine Form der Trochleadysplasie auf

## Trochleoplasty for patellofemoral instability: complications and strategy for revision

**Summary:** Femoral trochlear dysplasia is considered to be one of the most important anatomical risk factors for recurring episodes of patellofemoral instability. This structural and functional insufficiency of static stabilization can consequently result in the total loss patellar tracking. Therefore, in severe types of dysplasia, trochleoplasty can be an effective treatment option. However, the different surgical techniques require a high level of surgical skills. They bear a considerable risk profile, which arises from the complexity of the deformity and from the invasiveness of the procedure itself.

While sometimes, the indication itself can be challenging, various postoperative complications such as recurring patellar dislocations, an increased level of pain, patellofemoral osteoarthritis or a limited range of motion are the most common reasons for revision surgery. In severe cases of trochlear dysplasia, trochleoplasty can be an effective treatment option. This, however, requires the consideration of certain pitfalls, a thorough preoperative analysis of individual pathologies and a closely monitored follow-up.

**Keywords:** trochleoplasty, trochlear dysplasia, patellofemoral, patella, osteoarthritis, arthrofibrosis, re-trochleoplasty, intraarticular, osteotomy, maltracking

**Citation:** Frings J, Krause M, Frosch K-H: Trochleoplasty for patellofemoral instability: complications and strategy for revision. OUP 2020; 9: 166–171 DOI 10.3238/oup.2019.0166–0171

[7]. Die klinische Erfahrung zeigt jedoch, dass nicht annähernd ein so großer Anteil einer Trochleoplastik bedarf. Zudem existieren zahlreiche klinische Studien, welche gute kurz- bis mittelfristige Ergebnissen nach MPFL-Plastik und/oder medialisierender Tuberositasosteotomie, trotz des Vorliegens einer leichtgradigen Trochleadysplasie (Typen A und teilweise B) zeigen [9, 24, 30]. So existiert bis heute keine abschließende, evidenzbasierte Aussage darüber, welche geometrische Form der Trochleadysplasie eine eindeutige Indikation zur Trochleoplastik darstellt.

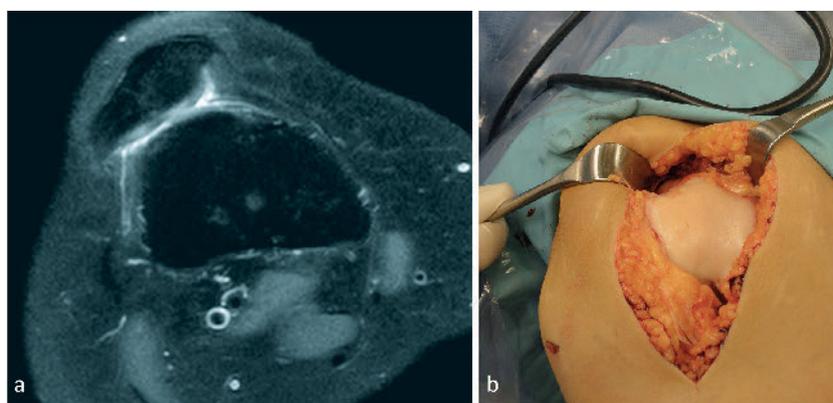
Einer großen Übersichtsarbeit zufolge, ist die Trochleoplastik in Kombination mit der MPFL-Plastik bei den Dejour-Typen C und D, der isolierten MPFL-Plastik sowohl hinsichtlich der Relaxationsrate, als auch der Rückkehr zum Sport überlegen [12, 30]. Andere Autoren hingegen sahen eine Indikation zur Sulkus-vertiefenden Trochleoplastik vor allem bei den Typen B und D, nicht aber bei A und C [11, 14]. Aus Sicht der Autoren besteht die Indikation insbesondere bei Vorliegen eines supratrochleären Sporns oder „Bump“ oder bei einer konvex angelegten Trochlea (Abb. 1). Insbesondere der supratrochleäre

Sporn ist jedoch nicht ausschließlich beim Typ B zu finden, sondern wird auch in Kombination mit anderen Formen der Trochleadysplasie beschrieben. Neben anderen Beispielen führt dies zu einer nur mäßigen Interrater-Reliabilität der Dejour-Klassifikation, welche zudem den objektivierbaren Messparametern zur Beschreibung der Trochleageometrie im direkten Vergleich unterlegen ist (Abb. 2) [18]. Da die Klassifikation der Einfachheit halber dennoch Grundlage der meisten wissenschaft-

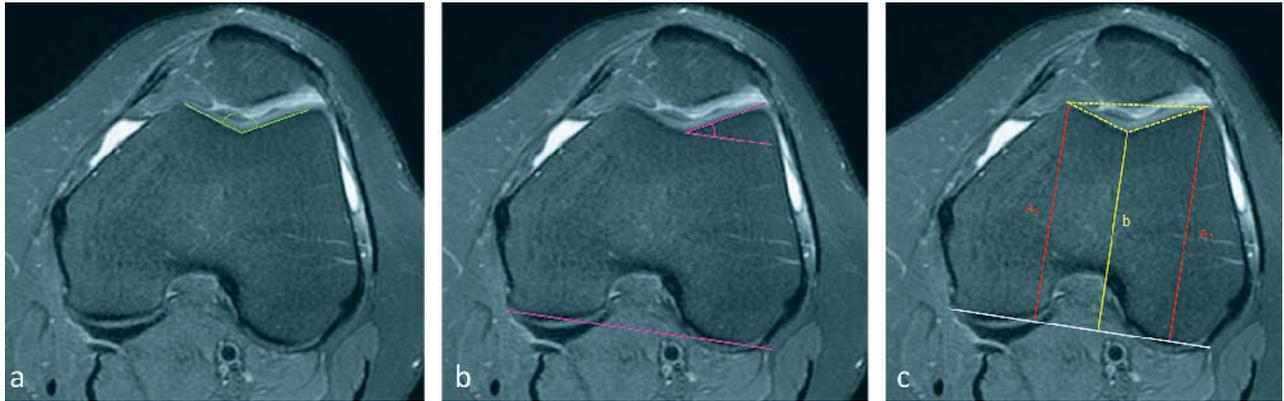
lichen Arbeiten ist, können nur bedingt tatsächliche Rückschlüsse auf die effektive Indikationsstellung gezogen werden.

### Komplikationen nach Trochleoplastik

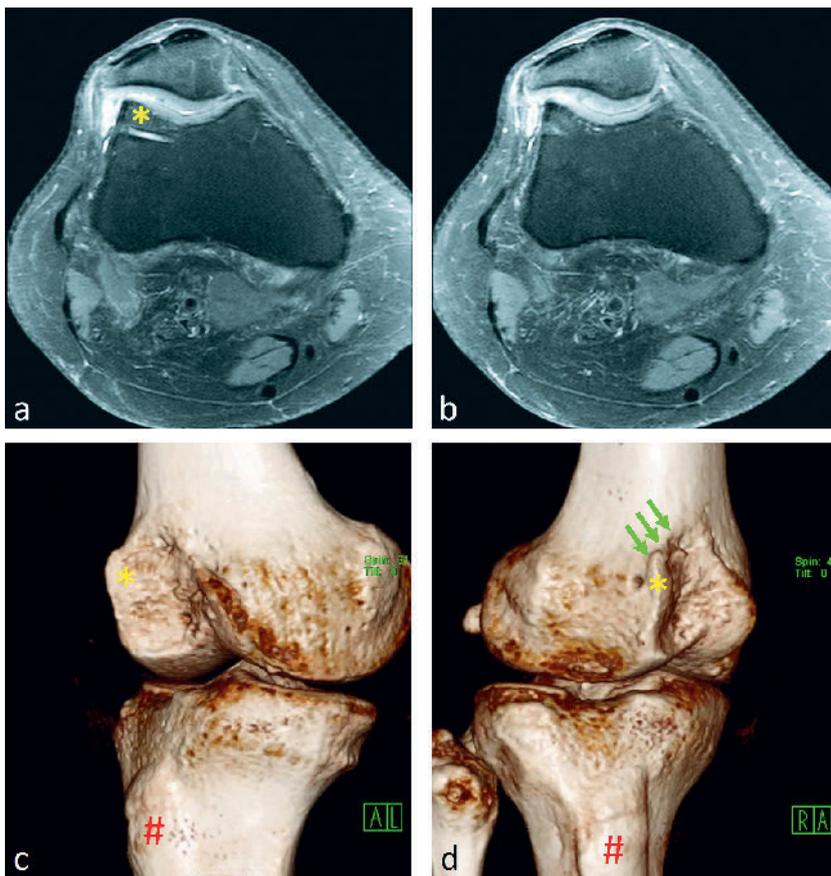
Überzeugende kurz- bis mittelfristige Ergebnisse hinsichtlich der Relaxationsrate und patientenbezogener Outcomeparameter (PROM) machen die Trochleoplastik bei korrekter Indikationsstellung zu einem der erfolgreichsten Eingriffe in der patellofemorale



**Abbildung 1a–b** Magnet Resonanz Tomographie (MRT) eines rechten Kniegelenks (a). Die axiale Ebene zeigt eine konvex angelegte Trochlea femoris, mit chronisch subluxierter Patella. Intraoperativer Situs eines rechten Kniegelenks bei Trochleadysplasie, mit supratrochleärem „Bump“ (b). Die konvexe Trochlea stellt somit eine ideale Indikation für die Trochleoplastik dar.



**Abbildung 2a–c** Objektivierbare Messparameter zur quantitativen Erfassung der Trochleageometrie im MRT. Der Trochleasulkuswinkel (a) beschreibt den Winkel zwischen medialer und lateraler Trochleafacette. Ein Winkel von  $< 145^\circ$  gilt als normwertig, während bereits Winkelwerte von  $\geq 154^\circ$  mit einem erhöhten Relaxationsrisiko verbunden sind [1]. Der laterale Trochleainklinationswinkel (LTI) beschreibt den Winkel zwischen der dorsalen femoralen Kondylenachse und der lateralen Trochleafacette. Ein Winkel  $\geq 11^\circ$  gilt als normwertig [26]. Zur Bestimmung der Trochleasulkustiefe werden die größten Distanzen zwischen der femoralen Kondylenhinterkante und dem medialen und lateralen Femurkondylus sowie die geringste Distanz zwischen der femoralen Kondylenhinterkante und dem tiefsten Punkt der Trochleagrube bestimmt und gemäß der Formel  $([a_1+a_2]/2)-b$  berechnet (c). Ein Wert von 5,2 mm gilt als normwertig [19].



**Abbildung 3a–d** Radiologische Bilder des rechten Kniegelenkes einer 42-jährigen Patientin. Ein Jahr zuvor erfolgte bei rezidivierenden Patellaluxationen auswärtig eine lateral elevierende Trochleoplastik. Bei Vorstellung klagte die Patientin über weiterhin rezidivierende Patellaluxationen sowie einen immobilisierenden vorderen Knieschmerz. Axial orientierte Schichten im MRT ließen die stattgehabte Trochleoplastik (\*) der lateralen Facette erkennen (a). Zudem entwickelte sich eine korrespondierende fortgeschrittene Retropatellaarthrose (b). In der 3D-Oberflächenrekonstruktion der Computer Tomographie (CT) stellte sich eine in Fehlstellung verheilte Trochleoplastik mit einer rampenähnlichen Eingangsebene (grüne Pfeile) dar (c–d). Darüber hinaus fiel eine deutliche Lateralisation der Tuberositas tibiae (#) auf (d). Im MRT wurde die Distanz zur Trochleagrube (TT-TG) mit 17,7 mm gemessen.

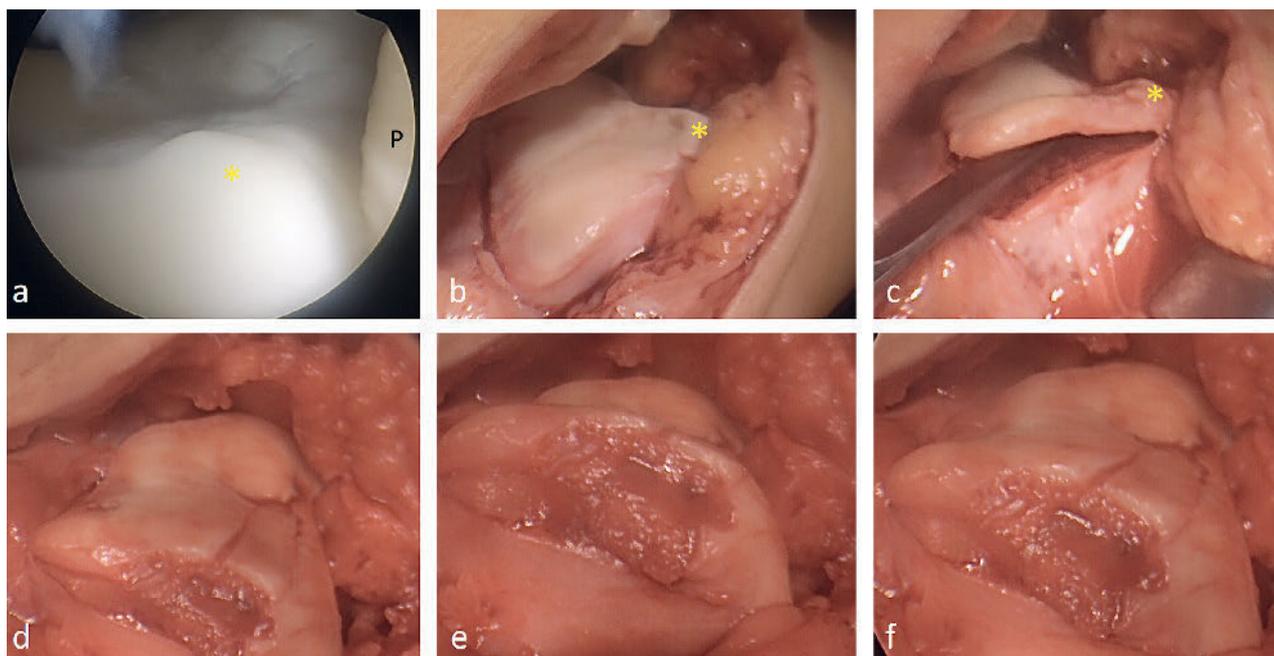
Chirurgie [14, 17, 23, 28, 30]. Nicht zuletzt ist es jedoch eben die Indikationsstellung als auch die Invasivität des Eingriffs, die zu einem nicht unbeachtlichen Risikoprofil führen.

Einer aktuellen Übersichtsarbeit zufolge beträgt die Komplikationsrate nach Trochleoplastik bereits im kurzfristigen Nachuntersuchungszeitraum etwa 14 %, die der MPFL-Plastik im Vergleich ca. 7 % [30]. Während weitere Übersichtsarbeiten sogar Komplikationsraten von 13–40 % beschreiben [15, 25], berichten nur wenige Fallserien über komplikationsfreie Verläufe [4, 23].

Analog zur Klassifizierung der Trochleadysplasie, ist die Vergleichbarkeit der Komplikationsraten durch eine nicht unerhebliche Heterogenität der zugrundeliegenden Studien limitiert. Abhängig vom berücksichtigten Nachuntersuchungszeitraum sowie den untersuchten Operationstechniken der Trochleoplastik variieren die Ergebnisse daher teilweise stark [15].

Ein weiterer Faktor ist die Definition einer Komplikation, welche in den unterschiedlichen Studien verwendet wird. Exemplarisch wird die patellofemorale Arthrose (PF OA) im Langzeitverlauf mit Inzidenzen von bis zu 65 % beobachtet, in vielen anderen Studien findet sie hingegen gar keine Erwähnung [15, 27].

Während einige Komplikationen wie tiefe Beinvenenthrombosen (TVT),



**Abbildung 4a-f** Intraoperative Befunde und Operationstechnik der 42-jährigen Patientin mit fehlerhafter Trochleaplastik. Die arthroskopische Evaluation zeigte die rampenähnliche Eingangsebene (\*) im Bereich der lateralen Trochlea, welche mit der Patella (P) artikuliert (a). Nach lateraler Arthrotomie des Kniegelenkes präsentierte sich die Pathologie entsprechend (b). Angelehnt an die Technik nach Bereiter, erfolgte die vorsichtige Mobilisation einer Knorpel-Knochen-Lamelle von kraniallateral, unter Mitnahme der fehlerheilten Gelenkstufe. Aufgrund der fortgeschrittenen Knorpeldegenerationen wurde eine dickere Lamelle als es sonst üblich wäre, osteotomiert (c). Es erfolgte die sparsame Subtraktion des übermäßigen Knochenmaterials. Bei stark reduzierter Knorpel弹astizität wurde eine vorsorgliche intraartikuläre Osteotomie zur Vermeidung akzidenteller Knorpelfrakturen durchgeführt (d). So gelang die Wiederherstellung einer planen Gelenkfläche (e-f). Die Knorpel-Knochen-Lamelle wurde mit resorbierbaren Pins refixiert (d-f).

Wundheilungsstörungen, Schwellungszustände, chronisch regionales Schmerzsyndrom (CRPS), mechanische Komplikationen oder Wundinfektionen eher selten (< 1 %) aufzutreten beobachtet werden, machen die postoperative Arthrose, gesteigerte Schmerzzustände, rezidivierende Patellaluxationen oder persistierende Bewegungseinschränkungen des Kniegelenkes einen deutlich größeren Anteil der Komplikationen nach Trochleaplastik aus [6, 15, 25, 28]. Eine ausbleibende Knochenheilung oder in Fehlstellung verheilte Korrekturen sind ebenfalls eher eine Seltenheit, können aber verheerende Folgen für die patellofemorale Artikulation haben (Abb. 3–5). Insgesamt führen diese beschriebenen Komplikationen in etwa 8–14 % aller Fälle zu notwendigen Revisionsoperationen im Verlauf [16, 20].

### Persistierende Patellainstabilität nach Trochleaplastik

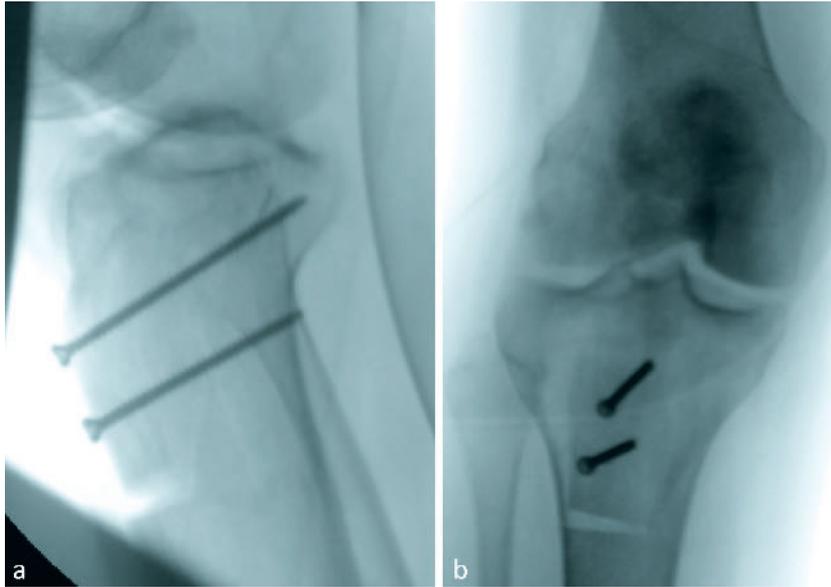
Auch wenn die Indikation zur Trochleaplastik zunehmend um die Behandlung des vorderen Knieschmer-

zes erweitert wird, bleibt die patellofemorale Instabilität das primäre Ziel des Eingriffs. Gleichzeitig stellt die Relaxation der Patella eine der häufigsten postoperativen Komplikationen dar [27]. Die in der Literatur beschriebenen Relaxationsraten nach Trochleaplastik werden abhängig vom Nachuntersuchungszeitraum mit 7 % nach durchschnittlich 48 Monaten [25] und 2–10 % nach durchschnittlich 57 Monaten [15], bis 8 % nach durchschnittlich 11 Jahren [16] angegeben. Dabei unterscheiden die wenigsten Studien zwischen verschiedenen Dysplasieformen. Legt man die Dejour-Klassifikation zugrunde, zeigt sich, dass mit zunehmendem Schweregrad der Trochleadysplasie auch die Relaxationsrate steigt [30]. Zaffagnini et al. beobachteten nach der Behandlung hochgradiger Dysplasieformen (Dejour-Typen C/D) mittels isolierter MPFL-Plastik deutlich höhere Relaxationsraten von bis zu 18,6 %, als wenn diese in Kombination mit einer Trochleaplastik erfolgte [30]. Leichtere Formen (Typen A/B) hingegen zeigten nach

isolierter MPFL-Plastik Relaxationsraten von lediglich 3,8 %. Bei einer gleichzeitigen Verdopplung der Komplikationsrate nach Trochleaplastik (14,0 % vs. 6,7 %) sollte daher eine sorgfältige Abwägung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses erfolgen [30].

Obwohl hier der Vergleich mit Relaxationsraten nach anderen patellastabilisierenden Operationstechniken klinisch interessant wäre, hinkt ein solcher Vergleich bereits ob der unterschiedlichen Komplexität zugrundeliegender Pathologien [25, 27]. Überdies erschweren häufig simultan auftretende anatomische Risikofaktoren den direkten Vergleich auf alleiniger Grundlage der Trochleamorphologie [10].

Es zeigt sich jedoch, dass etwa 30 % aller notwendigen Revisionsoperationen im Langzeitverlauf nach Trochleaplastik zweizeitig ergänzend erfolgte MPFL-Plastiken sind, was die Indikation einer isolierten Trochleaplastik zur Behandlung der patellofemorale Instabilität erneut in Frage stellen lässt [16]. Besonders bei höhergradigen Dysplasieformen (Typen



**Abbildung 5a–b** Fluoroskopische Bilder des rechten Kniegelenkes der 42-jährigen Patienten mit fehlerverteilter Trochleoplastik. Zusätzlich zur intraartikulären Re-Trochleoplastik (Abb. 3–4) erfolgte die medialisierende Osteotomie der Tuberositas tibiae um 8 mm. Die Osteosynthese erfolgte mit zwei bikortikalen Schrauben ohne Unterlegscheibe (a–b).

B–D) lässt sich eine effektive Reduktion der mittelfristigen Reluxationsrate am ehesten durch die Kombination der Trochleoplastik mit einer MPFL-Plastik erreichen (0 % vs. 2,06 %) [20].

### Patellofemorale Arthrose (PF OA)

Episoden patellofemoraler Instabilität führen kurz- bis mittelfristig zur Entwicklung degenerativer Knorpelveränderungen. Insbesondere bei chronischen Dysbalancen des Patellatrackings, wie es auch bei valgischen Beinachsendiformitäten oder lateralisierter Tuberositas tibiae auftritt, ist die Inzidenz beachtlich [8, 9, 22]. Obwohl die Trochleoplastik das Ziel hat, durch direkte Einflussnahme auf die patellofemorale Gelenkflächenkongruenz Folgeschäden des Patellofemoralgelenkes zu minimieren, beträgt die beobachtete Inzidenz der PF OA bereits mittelfristig 4,4–5,3 % [15, 16]. Diese steigt im langfristigen Verlauf (bis 15 Jahre) auf etwa 12–30 %, wobei in 65 % auch der Schweregrad präoperativ sichtbarer Veränderungen des patellofemorales Gelenkes ( $\geq$  Iwano Grad 2), trotz objektiver Stabilität deutlich zunimmt [15, 21, 29]. Die Inzidenz patellofemoraler Arthrose (Iwano  $\geq$  2) nach alternativen pa-

tellastabilisierenden Eingriffen ist im Vergleich nicht geringer (35,7 %), wobei eine potenzielle Verzerrung durch die hohe Rate degenerativer Veränderungen zum Operationszeitpunkt nur schwer einzuschätzen ist [25].

Auffällig ist jedoch ein Vergleich der populärsten Operationstechniken der Trochleoplastik, hinsichtlich der Inzidenz postoperativer PF OA. Hier scheint die Technik der V-förmigen Trochleoplastik nach Dejour (26,5 %) insgesamt deutlich häufiger zu PF OA zu führen, als die Technik der U-förmigen Trochleoplastik nach Bereiter (4,4 %) [15].

Die klinische Relevanz dieser Beobachtung zeigt sich in den Ergebnissen der wenigen Langzeitstudien nach Trochleoplastik. Neben der Entwicklung einer relevanten PF OA in 30 %, beobachteten von Knoch und Kollegen zusätzlich eine Progredienz der Schmerzsymptomatik in 33 % des gleichen Kollektivs [29]. Rouanet et al. beschrieben ähnliche Ergebnisse, wobei in 18 % zusätzlich die Konversion zur endoprothetischen Versorgung notwendig wurde [21]. Insgesamt berichten 11–66 % aller Patienten nach Trochleoplastik mittelfristig über ein gesteigertes postope-

ratives Schmerzniveau, was letztlich zur schmerzbedingten Immobilisierung führt und nicht selten in der endoprothetischen Versorgung mündet [15, 25]. Auf Grundlage der aktuellen Studienlage lässt sich ein kausaler Zusammenhang zwischen Trochleoplastik und Arthroseentwicklung nicht abschließend nachvollziehen. Es lässt sich aber zumindest festhalten, dass die Entwicklung der patellofemorales Arthrose durch die Modifikation der patellofemorales Kongruenz, im Sinne einer Trochleoplastik, nicht vollständig verhindert werden kann [29]. Ziel sollte daher ein möglichst früher Behandlungszeitpunkt sein, um die Zeit eines persistierenden Maltrackings zu verringern.

Abbildungen: KH Frosch

### Postoperative Bewegungseinschränkungen und Arthrofibrose

Neben einer persistierenden patellofemorales Instabilität und degenerativen Knorpelveränderungen gehören funktionelle Einschränkungen des Kniegelenkes zu den häufigsten postoperativen Komplikationen nach Trochleoplastik. Studienabhängig treten postoperative Bewegungseinschränkungen bereits mittelfristig in 4–18 % aller Fälle auf [6, 15, 30]. Im Vergleich mit alternativen Operationstechniken (1,3–1,6 %) zeigt sich somit eine deutlich höhere Inzidenz nach Trochleoplastik, wobei allerdings die Auswahl der gegenübergestellten Operationstechniken insbesondere hinsichtlich ihrer Komplexität kritisch beleuchtet werden muss [25, 30]. Zudem könnten studienabhängige Unterschiede der Nachbehandlungsprotokolle oder Voroperationen das Auftreten von Bewegungseinschränkungen statistisch beeinflussen [25].

Trotz hoher Inzidenz werden postoperative Bewegungseinschränkungen in vielen Arbeiten eher nebensächlich erwähnt, ohne dass die zugrundeliegende Pathophysiologie oder die erfolgte Therapie weiter differenziert werden [3, 5, 28]. Insbesondere wird meistens keine Unterscheidung zwischen einer echten Arthrofibrose und narbigen Bewegungseinschränkungen vorgenommen. Carstensen und Kollegen beobachteten

„arthrofibrotische“ Bewegungseinschränkungen in 17,7 % nach isolierter Trochleaplastik, welche als Flexionslimitierung  $< 90^\circ$  für 3 Monate definiert wurden [6]. Signifikant häufiger traten diese bei restriktiver Gelenkmobilisation ab der zweiten postoperativen Woche auf, während ein frühfunktioneller Beginn der Gelenkmobilisation einen protektiven Effekt auf den Erhalt der Gelenkfunktion zu haben schien [6].

Als Therapieoptionen werden die manuelle Narkosemobilisation und die arthroskopische Arthrolyse sowie eine intensiviertere Physiotherapie diskutiert [3, 5, 6, 25]. Verglichen mit posttraumatischen Formen der intraartikulären Bewegungseinschränkung, zeigt die manuelle Narkosemobilisation nach Trochleaplastik jedoch eine deutlich geringere Erfolgsrate (59–87 % vs. 18,2 %) [6]. Gute Ergebnisse werden hingegen mit einer Kombination aus arthroskopischer Arthrolyse mit intensiver physiotherapeutischer Nachbehandlung beschrieben [3, 5, 6, 25].

### Fazit

Die Trochleaplastik ist eine effektive chirurgische Maßnahme zur Therapie der Patellainstabilität aufgrund hochgradiger Trochleadysplasien. Insbesondere vor dem Hintergrund eines komplexen Risikoprofils sollte die Indikation jedoch sorgfältig gestellt und begleitende Pathologien beachtet und adressiert werden. Hierbei können objektivierbare Messparameter zur Bestimmung der Trochleamorphologie hilfreiche Zusatzinformationen zur Indikationsstellung liefern. Zur effektiven Reduktion der Relaxationsrate sollte die Trochleaplastik in den meisten Fällen mit einer MPFL-Plastik kombiniert werden. Dabei sollte die präoperative chirurgische Aufklärung auch explizit Risiko und Folgen einer postoperativen Patellofemoralarthrose thematisieren. Bei postoperativen Komplikationen ist eine exakte und differenzierte Analyse notwendig. Operative Revisionen sind Einzelfallentscheidungen und erfordern hohe Expertise und chirurgische Erfahrung.

### Interessenkonflikte

Prof. Frosch hat Beraterhonorare der Firma Arthrex erhalten.

**Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:**  
[www.online-oup.de](http://www.online-oup.de).



Foto: KH Frosch

### Korrespondenzadresse

Univ.-Prof. Dr. med. Karl-Heinz Frosch  
Direktor der Klinik und Poliklinik für  
Unfallchirurgie und Orthopädie  
Universitätsklinikum  
Hamburg-Eppendorf  
Martinistraße 52, 20246 Hamburg  
[unfallchirurgie@uke.de](mailto:unfallchirurgie@uke.de)