

Lars Victor von Engelhardt

Wie kommen wir mit der Trochleaplastik zu guten Ergebnissen?

Wie hilft die Erfahrung mit Trochleaplastiken, um beim patellofemorale Gelenkersatz zu guten Ergebnissen zu kommen?

Zusammenfassung:

Die Trochleadysplasie ist bei patellofemorale Pathologien mit Instabilitätsbeschwerden und auch bei der isolierten Retropatellararthrose überaus häufig zu finden und wesentlich für die Pathogenese. Eine genaue klinische und bildgebende Abklärung der oft heterogenen bildgebenden und klinischen Befunde ist wichtig, um eine geeignete Therapie zu empfehlen. Bei richtiger Indikation und einer effizienten Korrektur des Patella-Fehlgleitens zeigen sowohl die kombinierte Trochlea- und MPFL-Plastik als auch der retropatellare Gelenkersatz eine hohe Patientenzufriedenheit mit guten klinischen und funktionellen Ergebnissen. Der Schlüssel des Erfolges liegt in einer effizienten knöchernen Korrektur, der Beachtung des Weichteilalignements sowie in einer konsequenten frühfunktionellen Nachbehandlung.

Schlüsselwörter:

Trochleadysplasie, Trochleaplastik, mediales patellofemorale Ligament, patellofemorale Instabilität, Patellofemoralarthrose, patellofemorale Gelenkersatz

Zitierweise:

von Engelhardt LV: Wie kommen wir mit der Trochleaplastik zu guten Ergebnissen? Wie hilft die Erfahrung mit Trochleaplastiken, um beim patellofemorale Gelenkersatz zu guten Ergebnissen zu kommen?

OUP 2026; 15: 126–134

DOI 10.53180/oup.2026.0126-0134

Das Trochlea-Gleitlager

Das Verständnis der Trochleadysplasie ist ein hilfreiches Werkzeug zur Behandlung patellofemorale Instabilitäten sowie retropatellare Arthrosen. Normalerweise ist das knöchernen Gleitlager auch kranial tief geformt, so dass es auch bei Drehbewegungen des Oberschenkels die Patella effektiv stabilisiert. Bei der Trochleadysplasie ist es abgeflacht oder lateral erhöht bzw. konvex geformt, im Englischen spricht man von einem “bump“ (Abb. 1). Bei den Instabilitäten der Knie- und Patella findet sich eine solche knöchernen Fehlbildung des Gleitlagers, die sog. Troch-

leadysplasie in > 85 % der Fälle [18, 33]. Auch bei der isolierten patellofemorale Arthrose ist eine Trochleadysplasie sehr häufig. Neuere Daten zeigen für die isolierte patellofemorale Arthrose Häufigkeiten von 80 % bis nahezu 90 %. Dies unterstreicht die zentrale Bedeutung der Trochleadysplasie bei der Entstehung der patellofemorale Arthrose [16, 19, 53].

Die gebräuchlichste bildgebende Einteilung der Trochleadysplasie wurde von Henri Dejour beschrieben. Er unterteilt die Schweregrade in die Typen A–D, welche am besten auf den Querschnitten in der Magnetresonanz-

tomografie (MRT) und Computertomografie zu beurteilen sind [17]. Hier unterscheiden wir eine leichte Dysplasie Typ A mit einem vergrößerten Sulcuswinkel > 145° (Abb. 1a) und die schweren Formen Typ B–D. Bei den schweren Formen ist im oberen Bereich der Trochlea kein Sulcus mehr nachweisbar. Beim Typ B ist Gelenkfläche in den obersten Schichten flach (Abb. 1b). Ist die laterale Trochlea konvex geformt, spricht man vom Typ C (Abb. 1c). Findet sich in den obersten Schichten eine Stufe, handelt es sich um den Typ D (Abb. 1d). Bei allen schweren Formen geht die stabilisie-

How can we achieve optimal outcomes with trochleoplasty?

And how can experience with trochleoplasty contribute to favorable results in patellofemoral arthroplasty?

Summary: Trochlear dysplasia is highly prevalent in patellofemoral pathologies associated with instability as well as in isolated patellofemoral osteoarthritis, and it plays a key role in their pathogenesis. A thorough clinical and imaging-based assessment of the often heterogeneous findings is essential to guide appropriate treatment. When the indication is appropriate and patellar maltracking is effectively addressed, both combined trochleoplasty with medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction and patellofemoral arthroplasty can result in high patient satisfaction with favorable clinical and functional outcomes. The key to achieving these outcomes lies in precise bony correction, careful attention to soft tissue alignment, and a consistent early functional rehabilitation.

Keywords: Trochlea dysplasia, trochleoplasty, medial patellofemoral ligament; patellofemoral instability, patellofemoral osteoarthritis, patellofemoral arthroplasty

Citation: von Engelhardt LV: How can we achieve optimal outcomes with trochleoplasty? And how can experience with trochleoplasty contribute to favorable results in patellofemoral arthroplasty? OUP 2026; 15: 126–134. DOI 10.53180/oup.2026.0126-0134

rende Funktion der lateralen Gelenkfläche verloren [17]. Der laterale Inklinationwinkel reduziert sich oder wird sogar negativ. Entscheidend für eine sichere Beurteilung ist, dass in den Schichtbildern ausschließlich die kranialen Schichten des Gleitlagers herangezogen werden. Ansonsten arbeitet man regelmäßig mit falsch negativen Befunden, so dass es zu einer fehlerhaften Beurteilung bzw. einer entsprechend fehlerhaften Therapieentscheidungen mit dem Patienten kommen kann.

Die Trochleadysplasie gilt als der häufigste, aber auch bedeutendste Risikofaktor für eine rezidivierende Luxation der Kniescheibe, wohingegen ein Patellahochstand oder eine erhöhte Distanz zwischen Gleitrinne und Ansatz des Patellarbandes (Tuberositas tibiae-Trochlear Groove Distanz, TT-TG) hinsichtlich Häufigkeit und Bedeutung zurückstehen [33]. Diverse Studien und Metaanalysen zeigen, dass v.a. die Trochleadysplasie Typ B–D im Rahmen einer stabilisierenden Operation adressiert werden sollte, um ein gutes Outcome sicherzustellen, Rezidivluxationen zu vermeiden und einer frühen Patellofemoralarthrose vorzubeugen [3, 21, 28, 49, 52, 59, 68].

Indikation zur Trochleoplastik

Bei der Untersuchung sollte die Patella bei 20° und 30° Flexion nicht mehr als die Hälfte ihrer Breite lateralisierbar sein [58]. Liegt neben einem insuffizienten medialen patellofemoralem Ligament (MPFL) eine Trochleadysplasie vor, so ist die Translation nach lateral nicht nur in strecknahen Positionen, sondern auch bei leicht vermehrten Beugegraden zwischen 30° und 50° erhöht. In ausgeprägten Fällen kann die Kniescheibe kurz vor dem Erreichen der vollen Streckung nach außen abgleiten. Der Gleitweg ähnelt einem umgedrehten J, man spricht von einem positiven „J-Sign“ oder auch „jumping J-sign“. Auch die Apprehensionstests sind zur Beurteilung der weichteiligen sowie knöchernen Stabilität geeignet. Bewegt man das Knie von einer Beugung von maximal 30° in eine Vollstreckung und zeigt die Patientin bzw. der Patient unter leichter Lateralisation der Patella eine Abwehrreaktion, so gilt der Test als positiv. Nach dem weichteiligen Apprehensionstest in strecknahen Positionen folgt der knöcherne Abwehrtest bei höheren Beugegraden. Hier wird die Stabilität, die normalerweise durch die Trochlea gesichert wird, beurteilt. Ist der Appre-

hensionstest somit bei Beugegraden zwischen 30 und 50° positiv, so weist dies auf eine zusätzliche Insuffizienz der knöchernen Führung. Neben der häufigen Trochleadysplasie kann in solchen Fällen auch ein höhergradiger Rotations- oder Achsfehler zugrunde liegen. Als zweiten Schritt kann auch der sog. „moving patellar apprehensionstest“ nach Ahmad weiterhelfen. Dieser Test lässt sich nach dem weichteiligen und knöchernen Apprehensionstest gut beurteilen, da er nun auf der verminderten Abwehrreaktion in den verschiedenen Beugegraden beruht. Hierzu wird die Kniescheibe beim Durchbewegen durch den Zeigefinger nach medial translatiert bzw. gehalten. Die Testung gilt als positiv, wenn die vorherige Apprehension-Symptomatik durch eine simulierte Stabilisierung der Kniescheibe abgeschwächt wird. Ahmad zeigte, dass dieser Test eine vglw. hohe Sensitivität aber auch eine hohe Spezifität bei der klinischen Diagnostik der Patellainstabilität aufweist [1]. Sind die knöchernen Stabilitäts- und Apprehensionstests positiv und finden sich korrespondierende bildgebende Befunde einer schweren Dysplasie, also Typ B bis D nach Dejour, empfiehlt sich eine knöcherne Containmentanpassung.

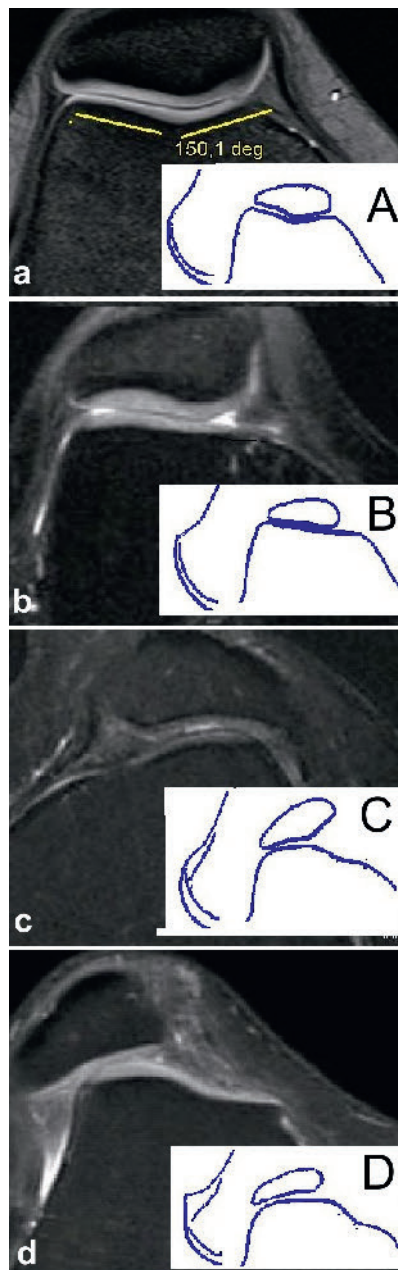


Abb. 1, 2, 4: L. V. von Engelhardt

Abbildung 1 Typen A–D der Gleitlagerformstörung nach Dejour. Der Typ A ist durch eine erhaltene, aber abgeflachte Gleitrinne mit einem Winkel größer 145° gekennzeichnet (a). Der Typ B zeigt ein flaches Gleitlager, das die Knie Scheibe nach außen nicht mehr stabilisieren kann. In der seitlichen Skizze, die ein seitliches Röntgenbild verdeutlichen soll, ist aufgrund der unterschiedlichen Höhen der Trochlea innen und außen bereits ein Crossing sign und ein supratrochleärer Sporn ersichtlich (b). Beim Typ C zeigt die Asymmetrie der beiden Trochleaacetten eine konvexe Form. Oft ist hier die Knie Scheibe besonders dezentriert. Sie droht auf dem lateralen „Hubbel“, engl. „bump“, abzurutschen (c). Beim Typ D bildet die relativ kräftige äußere Fläche gegenüber der inneren eine regelrechte Klippe aus (d); dementsprechend ist auch das Crossing sign und der Sporn als Ausdruck der Asymmetrie sehr deutlich.

Trochlea- und MPFL-Plastik gehören zusammen

Um ein gutes Outcome zu erreichen, ist es wichtig sowohl die Insuffizienz des MPFL als auch die häufigen knöchernen Pathologien zu adressieren. Meist liegt neben der MPFL-Insuffizienz eine höhergradige Trochleadysplasie vor (Abb. 1). Bei dieser Befundkonstellation zeigt der Kombinationseingriff einer Trochlea- und MPFL-Plastik außerordentlich gute Ergebnisse. Dies ist kaum erstaunlich. So führt eine effektive Trochleoplastik zu einer nach medial und dorsal verlagerten Trochleagrube [4, 26, 27, 72]. Diese veränderte Biomechanik mit einem medialisierten und dorsalisierten Patellagleiten führt zu einer Erschlaffung der medialen Bandstrukturen (Abb. 2e). Dies erfordert eine Neueinstellung in Form einer MPFL-Plastik (Abb. 2g,i). Bei der MPFL-Plastik geht es also nicht nur um eine weichteilige Reparatur des gerissenen bzw. insuffizienten Bandes, sondern auch um ein notwendiges Weichteilalignment in Folge der knöchern korrigierten Gelenkgeometrie (Abb. 2e).

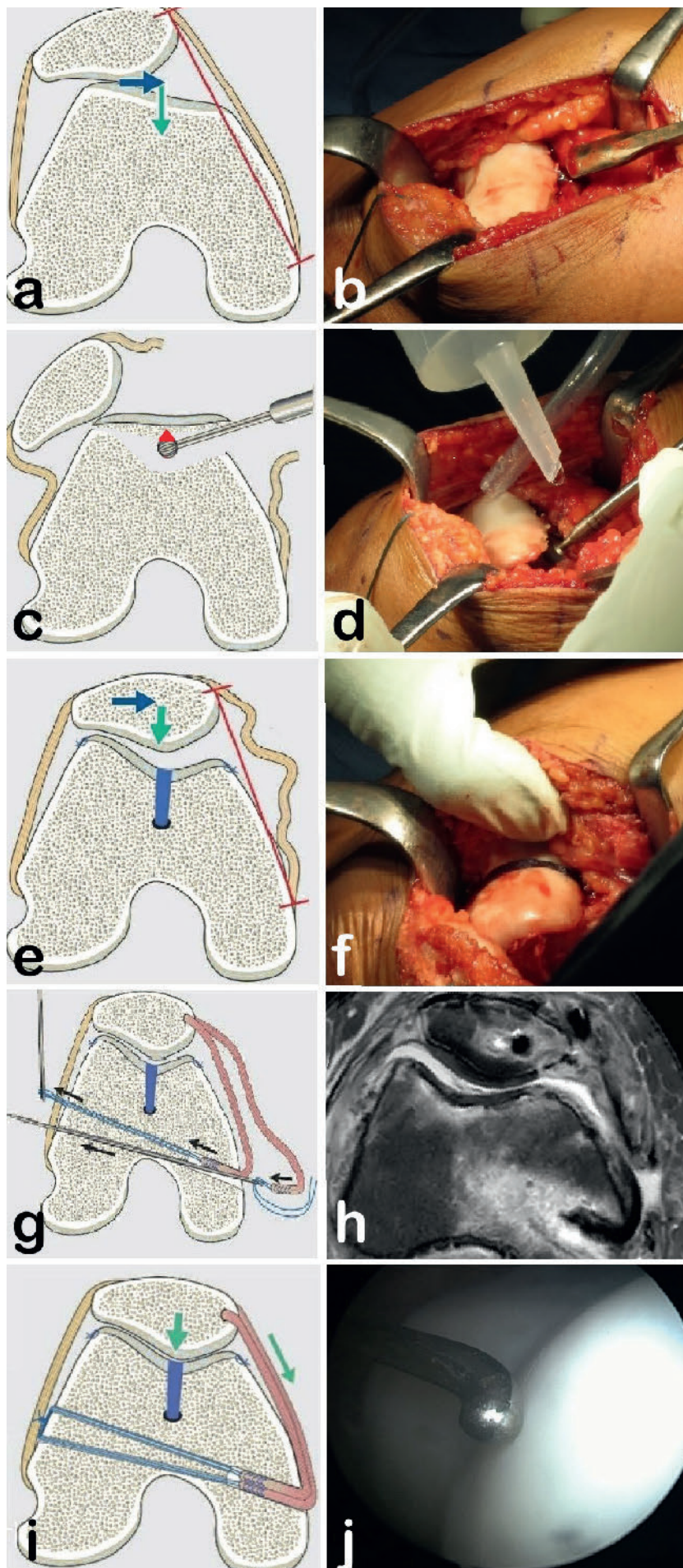
Unser Vorgehen einer kombinierten MPFL- und Trochleoplastik

Generell sollte eine Trochleoplastik nicht als Standardverfahren bei einer Trochleadysplasie, sondern vielmehr als individuelles Vorgehen, je nach klinischer und bildgebender Befundkonstellation erfolgen. Bspw. können eine Asymmetrie der medialen und lateralen Gleitlageranteile, eine jeweils flache oder konvexe Form der insuffizienten Trochlea, die laterale Trochleainklination, der TT-TG-Abstand, etwaige Knorpelschäden, Größe und Form der Patella, Rotationsfehler, etc. zu unterschiedlichen Vorgehensweisen führen. Die Operation erfolgt in Rückenlage, wobei das Knie frei beweglich und ohne Blutsperre gelagert wird, um intraoperativ die Patellaführung überprüfen zu können. Wir verwenden unterschiedlich dicke Knie rollen, um das Gleitlager zu exponieren. In der Literatur werden überwiegend laterale parapatellare Zugänge angewendet [5, 28, 45, 47, 55, 61, 69]. Im Unterschied hierzu bevorzugen wir den medialen Zugang, der uns gute Bedingungen für die MPFL-Plastik mit einer guten Ex-

position des zu präparierenden Gewebetunnels zwischen inneren und mittleren Kapselblatt aber auch einen ebenso praktikablen Zugang zur Trochlea erlaubt. Hierbei nutzen wir als Zugang eine Erweiterung der kurzen medialen parapatellaren Inzision, die wir für die isolierte MPFL-Rekonstruktion verwenden [67]. Hierbei wird die Inzision entlang des medialen Anteils der Patella nach oben und lateral hin um die Knie Scheibe gewinkelt verlängert und nach proximal um ca. 2 cm oberhalb des medialen Patellaoberrandes fortgeführt. Dies erlaubt eine gute Darstellung sowohl der medialen Patellakante für die MPFL-Plastik als auch für die knöchernen Korrektur der Trochlea [68]. In der Tiefe erfolgt die Eröffnung der medialen Gelenkkapsel von der Patellamitte bis in den unteren Bereich der Quadrizepssehne. Bei diesem muskelschonenden Zugang muss auch die Haut nicht mobilisiert werden. Zudem erlaubt dies die direkte Präparation des Weichteiltunnels zwischen inneren und äußeren Kapselblattes als Gleitweg für das später eingelegte MPFL.

Vor Beginn der eigentlichen knöchernen Korrektur erfolgt eine Inspektion des patellofemorales Gelenkes, um das Ausmaß der Trochleadysplasie, die Qualität des Gelenkknorpels sowie eventuelle Begleitpathologien zu beurteilen. Es zeigt sich typischerweise eine abgeflachte oder lateral überhöhte Trochlea mit supratrochleärem Buckel und asymmetrischen Facetten, die Patella läuft lateralisiert (Abb. 2a). In diesem Stadium erfolgt die Festlegung der neuen Trochlearrinne. Diese wird keinesfalls mittig angelegt. Sie liegt funktionell orientiert, in der Regel leicht lateralisiert, um eine physiologische Patellaführung zu ermöglichen. Hierbei kann der häufig erweiterte horizontale Abstand zwischen dem tiefsten Punkt der Trochlea femoris und dem Zentrum der Tuberositas tibiae (TT-TG) effektiv korrigiert werden. So wird mit der knöchernen Korrektur der asymmetrischen Gleitlagerflächen eine lateralisierte Trochleagrube geschaffen, so dass sich der TT-TG reduziert [27, 66]. Eine zusätzliche Tuberositasosteotomie mit Versetzung des Sehnenansatzes bei diesem Vorgehen meist nicht notwendig.

Abbildung 2 a Bild einer schweren Dysplasie Typ B mit flacher Trochlea und Asymmetrie der medialen und lateralen Trochlea. **b** Schonende Ablösung eines osteochondralen Lappens ausgehend von der Knorpel-Knochen-Grenze mit einem geschwungenen Meißel. **c**, **d** Nach der Schaffung eines Sulkus im spongiösen Knochen wird der subchondrale Knochen am osteochondralen Lappen mit einer Fräse ausgedünnt. Zum Schutz des Knorpels erfolgt die Fräsung mit einem Spülsystem oder wie hier durch kontinuierliche manuelle Spülung. Ziel der Ausdünnung ist ein flexibler Lappen, der sich ohne Fraktur osteochondralen Lappens auf die neu geschaffene Rinne aufmodellieren lässt. **e**, **f** Über ein oder mehrere resorbierbare Vicrylbänder wird der osteochondrale Lappen ausgehend vom tiefen, distalen Start der neuen Rinne und oben an der Knorpel-Knochen-Grenze endend, aufgepresst. Durch ein Anpressen und das Nachspannen des Fadenmaterials gelingt es hier regelmäßig ein solides Konstrukt zu erzielen. Die Korrektur führt zu einem medialisierten (blauer Pfeil) und dorsalisierten (grüner Pfeil) Patellagleitweg mit einer entsprechenden Verlagerung der Knie Scheibe. Die verlagerte Position der Knie Scheibe führt zu einer Erschlaffung der medialen Bandstrukturen bzw. des MPFL. Dies erfordert eine Neueinstellung bzw. ein Aligement im Rahmen einer MPFL-Plastik. **g**, **h** Implantatfreie MPFL-Plastik mit einer langen Graftschlinge, die durch einen v-förmigen Kanal durch die Knie Scheibe läuft und deren beide Enden über feste Armierungen in den femoralen Blindtunnel eingezogen und angespannt werden. Vor der permanenten Verknüpfung wird das Graft hinsichtlich Stabilität und spannungsfreier Beugung des Kniegelenkes sorgfältig ausgetestet. **i** MRT einer jungen Dame 1 Woche nach einer kombinierten Trochlea- und MPFL-Plastik mit einem knöchernen, die laterale Facette einkürzenden Release bei einer symptomatischen Typ B-Dysplasie. Der Eingriff erfolgte als Revisionseingriff nach diversen Voroperationen inkl. einer isolierten MPFL-Plastik. Trotz bereits schwerer Knorpelschäden war der Eingriff gut möglich. Das MRT erfolgte aufgrund eines schweren Sturzes an einer Bushaltestelle. Neben der Trochleaplastik ist auch die MPFL-Plastik und das knöcherne Release gut ersichtlich. Die Patientin ist sehr zufrieden. **j** Arthroskopisches Bild 6 Monate nach einer Trochleaplastik. Die neu geschaffene Trochlea weist gesunde knorpelige Gelenkflächen auf, das Vicrylband ist resorbiert.



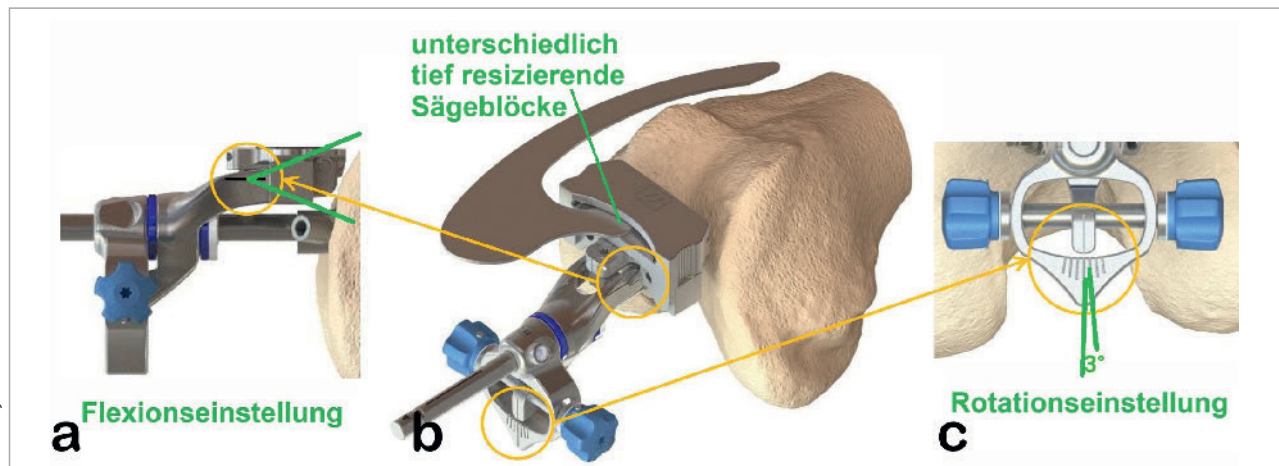


Abbildung 3 Weiterentwicklungen der Onlay-Implantate, wie hier das Moto PFJ (Medacta) erlauben eine Einstellung der Trochlearresektion in allen Ebenen. Durch die Einstellung des Flexionswinkels kann das geplante Gleitlager vertieft und damit der Druck auf die Kniescheibe reduziert werden (a). Ebenso kann die Rotation des Implantats eingestellt werden (c). Bspw. kann so der laterale Inklinationswinkel des Implantates variiert werden oder aber mit einer vermehrten Außenrotation einer lateralen Kompression bzw. einem überspannten lateralen Retinakulum entgegengewirkt werden. Über verschiedenen Resektionsblöcke kann bei eingestellter Flexion und Rotation die Resektion mit einer Sichel überprüft werden (b). Bei diesem System sind verschiedene Blöcke mit jeweils 1 mm Abstand und von +5 bis –5 mm verfügbar. (mit freundlicher Genehmigung von Medica int.)

Im nächsten Schritt erfolgt die Ablösung der osteochondralen Trochleafläche. Hierbei soll ein dünner, distal gestielter osteochondraler Lappen gehoben werden. Die Präparation beginnt an der Knorpel-Knochen-Grenze mit einem geschwungenen Meißel (Abb. 2b). Nach der initialen Ablösung wird der osteochondrale Lappen nach distal bis oberhalb der Notch weiter abgelöst und mobilisiert. Um den osteochondralen Lappen für das Aufpressen auf die neu geformte Trochlea genügend flexibel und verformbar zu bekommen, erfolgt eine schonende Ausdünnung des subchondralen Knochens. Daher stammt der Name “thin flap technique“. Die Ausdünnung erfolgt mit einer hochtourigen Fräse unter kontinuierlicher Spülung, um thermische Schäden am Knorpel zu vermeiden (Abb. 2c,d). Für die Fräsung erfolgt ein vorsichtiges Anheben des Lappens. Die verbleibende Dicke des Lappens sollte wenige Millimeter betragen. Entscheidend ist, dass der Lappen gerade so flexibel ist, dass er ohne eine Fraktur des osteochondralen Lappens in die neue Form gebracht und aufgepresst werden kann. Die Flexibilität des Lappens wird üblicherweise wiederholt manuell überprüft. Sobald eine ausreichende Formbarkeit erreicht ist, erfolgt die eigentliche knöcherne Korrektur. Hierzu wird der Lappen vorsichtig nach anterior angehoben, während darunter die subchon-

drale Spongiosa mit einem Osteotomiemeißel reseziert wird. Die vertiefende Knochenabtragung in der subkortikalen Spongiosa erfolgt ausgehend von der geplanten neuen Gleitfurche. Ziel ist die Abtragung des supratrochleären Sporns im oberen Bereich und v.a. die Schaffung eines ausreichend tiefen, harmonisch geformten Gleitweges. Wie bereits erwähnt erzielt man eine lateralisierte Gleitrinne, so dass sowohl die asymmetrischen Facetten als auch ein erweiterter oder grenzwertiger TT-TG verbessert sind. Die laterale Trochleakante sollte zur Schaffung eines möglichst großen lateralen Inklinationswinkels erhalten bleiben. Während der Knochenresektion wird kontinuierlich darauf geachtet, dass der neu entstehende Sulkus die angestrebte Tiefe und Lage erreicht und harmonisch geformt ist. Intraoperativ orientiert sich die Ausrichtung an der gewünschten Patellaführung. Nach Abschluss der Knochenabtragung wird der osteochondrale Lappen repositioniert und unter Fingerdruck sanft eingepresst und anmodelliert. Hier sollte eine harmonische Kontur fest auf den spongiösen Knochen aufgepresst sein. Die Oberfläche muss glatt sein und eine gleichmäßige Gleitfläche ohne Stufen- oder Wellenbildung aufweisen. Mit resorbierbaren Bändern wird der osteochondrale Lappen auf das neugeformte Spongiosabett der Trochlea gepresst.

Das resorbierbare Fadenmaterial läuft dabei mittig innerhalb der neu geschaffenen Gleitrinne (Abb. 2 e,f). Wir verwenden für das Aufpressen des osteochondralen Lappens auf das Trochleabett Vicrylbänder, die innerhalb von 2 Monaten resorbieren. Für die Knochenpassage stechen wir mit einer kräftigen, schneidenden Ösennadel am distalen Ende der neuen Trochlearrinne ein und leiten das Vicrylband außen aus. Manchmal hilft es den Durchtritt mit der Nadel durch den lateralen Kortex mit der gelben Schneidefunktion des Elektrokauters zu unterstützen. Bei sehr festen Knochen können auch kleine Bohrkanaäle am Eingang in den Gelenkknorpel und am Austritt des Vicrylbandes am lateralen Femur mit einem feinen Bohrer angelegt werden. Am proximalen Ende des neuen Gleitweges erfolgt dasselbe Vorgehen. Hier wird das andere Ende des Vicrylbandes, ausgehend von der Knorpel-Knochengrenze, mit einer scharfen Ösennadel durch das Femur auf die Femuraußenseite geleitet. So wird das Band zentral durch die Rinne geführt und distal sowie proximal auf den lateralen Femur geleitet. Durch das zunehmende Anziehen des Knotens auf der Außenseite des Femurs erfolgt ein flächiges Anpressen des Lappens (Abb. 2e,f). Hier sind gute Knotentechniken nötig, die ein schonendes und festes Anpressen der Bänder ermöglichen. Am Ende läuft das Band

mittig innerhalb der neu geschaffenen Gleitrinne. Zur zusätzlichen Stabilisierung kann auch ein zweites Band oder auch mehrere Bänder verwendet werden. Bspw. kann das Anpressen auf die laterale Kante durch ein zweites, nach kranio-lateral laufendes Band verstärkt werden. So entsteht eine V-förmige Fixation, die insbesondere die laterale Facette stabilisiert. Nach Fixation des Lappens erfolgt die Überprüfung der Patellaführung durch wiederholte Flexions- und Extensionsbewegungen. Die Patella sollte frühzeitig in die neue Rinne eintreten und zentriert und spannungsfrei gleiten, ohne Tendenz zur lateralen Subluxation.

Mehrfache, unter anderem eigene arthroskopische Nachuntersuchungen, zeigen, dass die gewählte Fixationstechnik zuverlässig ist. Das Vicrylband ist in kurzer Zeit resorbiert, der angepresste Knorpellappen heilt stets problemlos an (Abb. 2j) [8, 68]. Histologische Untersuchungen belegen, dass es keine Knorpelschäden, kein vermehrtes Auftreten avitaler Knorpelzellen oder von Knochennekrosen im Bereich der versetzten und plastisch verformten Gelenkflächen gibt [56].

Entscheidend für den Erfolg sind die Planung der neuen Trochleageometrie anhand der präoperativen Befunde sowie der intraoperativen Beurteilung der Patellaführung. Gelingt dies, führt die Trochleaplastik zu einem nach dorsal und medial verlagerten Gleitweg der Patella. Aufgrund der veränderten Biomechanik wird das ohnehin geschädigte MPFL noch ausgeprägter insuffizient (Abb. 2e). Daher erfolgt im Anschluss an die knöcherne Korrektur regelhaft die MPFL-Plastik. Dabei wird die Transplantatspannung intraoperativ individuell eingestellt und durch wiederholte Bewegungsprüfungen optimiert. Dies erfolgt mit der von uns beschriebenen balancierten, anatomischen Implantat-freien Technik (Abb. 2 g-i).

Nachbehandlung

In der Literatur findet man zur Nachbehandlung unterschiedliche Ansätze. Einige Autorinnen und Autoren empfehlen eine langsame Steigerung der Beweglichkeit und limitieren die Beweglichkeit in den ersten Wochen nach der Operation [5, 28, 41].

Eine Metaanalyse zu knapp 1000 Trochleaplastiken berichtete eine

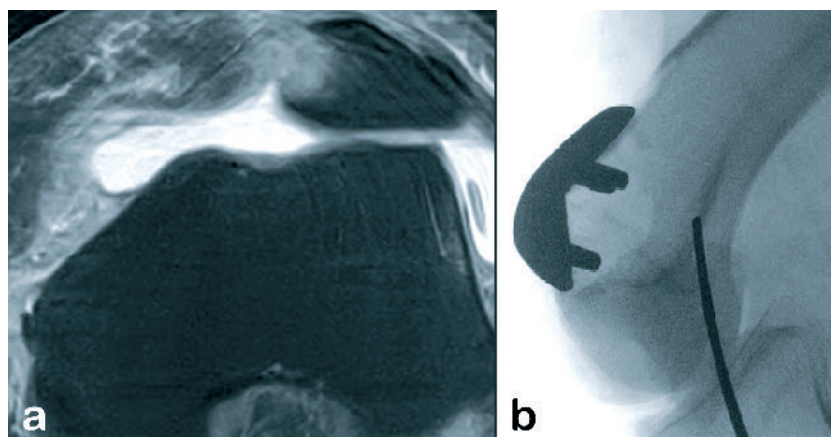


Abbildung 4 62-jähriger Patient, der seit Jahren Beschwerden bei einer isolierten Retropatellararthrose hat. Seit einem halben Jahr ist eine Instabilität mit mehreren Patellaluxationen hinzugekommen. Im Bereich der lateralen Trochlea war der Knorpel aufgebraucht, es bestand eine Typ D Dysplasie mit einer entsprechenden Asymmetrie der Größe und Höhe der medialen und lateralen Trochlea (a). Es erfolgte ein isolierter Gleitlagersatz und eine MPFL-Plastik mit einem autologen Graft. Für die Implantation der Onlay Prothese erfolgte eine tiefe Resektion mit einem geringen Undercutting am lateralen Femurkortex. Im Rahmen der tiefen Resektion wurde der Sporn abgetragen und die Asymmetrie bei gleichzeitig regulärer Rotation ausgeglichen (b). Die Fräsblöcke wurden leicht lateralisiert platziert, so dass der TT-TG reduziert wurde. Mit der Einstellung des anterioren Schnittes und der Positionierung der Fräsführungen konnte der Druck im Retropatellargelenk reduziert werden und ein physiologisches Gleiten wiederhergestellt werden. Durch die Positionierung der Fräsführungen unter Abstützung auf den umgebenen Knorpel können Unregelmäßigkeiten oder Stufen im Übergangsbereich zwischen Knorpel und Implantat vermieden werden. Wichtig bei der Beurteilung im seitlichen Röntgen ist, dass wir am Übergang zu den knöchernen Kondylen nicht den tiefsten Punkt der Implantatrinne, sondern die hoch aufstehenden medialen und lateralen Facetten des Implantates sehen. Zudem ist hier der Draht zur Bohrung des Blindtunnels für die MPFL-Plastik zu sehen. Es wurde der Schöttle Punkt verwendet, was hier allerdings nicht zu erkennen ist, weil die Kondylen zur Darstellung der Implantatrückfläche verdreht sind und der Draht bereits vorgeschoben wurde.

Kniesteife mit einer Häufigkeit von 7% [35]. Eine andere Studie berichtete in 48 von 368 Fällen (13%) die Notwendigkeit einer arthroskopischen Arthrolyse und Narkosemobilisation. Bei 25% der Fälle konnte dennoch kein normaler Bewegungsumfang erzielt werden [21]. In unseren Nachuntersuchungen waren die Apprehensionstests negativ, anhaltende Subluxationen oder erneute Luxationen fanden sich nicht [68]. Dies entspricht systematischen Reviews, in denen die Gesamtrate rezidivierender Luxationen nach Trochleaplastik auch im Langzeit-Follow-up von bis zu 10 Jahren mit 2–5% angegeben wurde [35, 38, 49]. Vor dem Hintergrund, dass Kniesteifen ein häufiges Problem darstellen, haben wir vor 10 Jahren die Rehabilitation nach Trochleaplastik deutlich progressiver gestaltet. Seither stellt eine rasche, unlimitierte Rehabilitation für uns einen entscheidenden Bestandteil der Nachbehandlung dar. Ein besonderer Schutz der neu geformten Gelenkflächen oder der MPFL-Plastik scheint uns hier nicht nötig. Anhal-

tende oder residuale Instabilitäten oder gar erneute Luxationen haben wir auch damit bis dato nicht beobachtet. Nach einer kurzen Phase der Teilbelastung an Unterarmgehstützen von maximal 2 Wochen erfolgt bei uns frühzeitig eine schmerzadaptierte Aufbelastung des Beines. Parallel dazu wird eine funktionelle, nicht limitierende Knieorthese eingesetzt, die der Patientin bzw. dem Patient Sicherheit geben und so die kontrollierte Steigerung der Belastung unterstützen soll. Die passive und aktive Mobilisation des Kniegelenks beginnt in der Regel bereits am Operationstag. Die Schmerztherapie erfolgt mittels einmaligem femoralen Nervenblock und oralen Analgetika. Wir verordnen regelmäßig für 6 Wochen eine CPM-Motorschiene. Die Flexion wird entsprechend der Schmerzgrenze eingestellt und im Verlauf konsequent gesteigert. Eine Limitierung der schmerzadaptierten Bewegungssteigerung hinsichtlich Extension oder Flexion empfehlen wir nicht. Die Physiotherapie erfolgt schrittweise, u.a. durch propriozeptive

Übungen sowie Koordinations- und Stabilisationstraining. Im Rahmen der Rückkehr zum Sport beginnen wir in der Regel zunächst mit Lauftraining, bevor anschließend pivotierende Sportarten aufgenommen werden. Ein sportartspezifisches Training kann nach etwa 10 Wochen wieder aufgenommen werden. In letzter Zeit verordnen wir unmittelbar postoperativ auch ein EMS-Stimulationsgerät.

Aktuelle Arbeiten zeigen, dass psychologische Faktoren wie die Angst vor einer erneuten Verletzung und ein damit einhergehendes mangelndes Selbstvertrauen einen raschen und erfolgreichen Return-to-Sport erschweren können [70]. Daher kann es helfen, wenn Ärztin bzw. Arzt und Physiotherapeutin bzw. Physiotherapeut auch mental unterstützen. Dies erfolgt, indem Übungen schrittweise aufgebaut werden, Erfolgserlebnisse ermöglicht werden und auf etwaige Ängste wie der Sorge um eine erneute Luxation eingegangen wird. Beispielsweise kann anhand aktueller, objektiver Befunde das Vertrauen in die Belastbarkeit gestärkt werden. Auch ist es wertvoll, wenn Ärztin bzw. Arzt und Physiotherapeutin bzw. Physiotherapeut über die korrigierten Befunde, die weitere Therapie und Prognose verständlich aufklären und auf diesem Weg Unsicherheiten reduzieren. Wird die körperliche und mentale Rehabilitation bspw. auf diese Weise miteinander verbunden, wird die Rückkehr zum Sport bestmöglich gefördert.

Ergebnisse der kombinierten Trochlea- und MPFL-Plastik

Eine Arbeit zur Lebensqualität nach einer Trochleaplastik zeigte in allen Dimensionen wie Mobilität, Alltagsaktivitäten, Beschwerden und Angst überzeugende und signifikante Verbesserungen [50]. Insbesondere die kombinierten Trochlea- und MPFL-Plastiken zeigen ein überzeugendes klinisches Outcome [5, 7, 8, 20, 21, 29, 30, 31, 47, 48, 57, 68]. Erneute Luxationsereignisse, anhaltende Instabilitätsbeschwerden oder positive Apprehensionstests wurden hier allenfalls äußerst selten nachgewiesen [5, 7, 8, 21, 47, 68]. Neben nahezu normalisierten Outcomescores fanden sich zudem erste Anzeichen einer deutlichen

Besserung der Arthroseprogression [3–5, 7, 8, 21, 47, 68, 71, 72].

Die guten Ergebnisse für den kombinierten Eingriff sind nicht erstaunlich. Eine effektive Trochleaplastik führt zu einer kongruenten und vergrößerten Kontaktfläche zwischen Kniescheibe und Gleitlager. So werden Druckspitzen vermieden. Gleichzeitig wird der Patellauf nach medial und dorsal verlagert (Abb. 3c) [4, 26, 27, 72]. Neben der regelmäßig vorbestehenden Bandinsuffizienz ist daher das Weichteilalignment in Form einer MPFL-Plastik auch aufgrund der Erschlaffung der medialen Bandstrukturen sinnvoll. So wundert es nicht, dass Studien, in denen eine Trochleaplastik ohne additive MPFL-Plastik erfolgte mit 16 % [11], 20 % [61], 21 % [55] und 47 % [22] vglw. häufig anhaltend positive Apprehensionstests zeigen. Ein systematisches Review verglich isolierte Trochleaplastiken mit dem kombinierten Eingriff aus einer Trochlea- und MPFL-Plastik. Hier zeigten die isolierten Trochleaplastiken gegenüber den kombinierten Verfahren ein schlechteres klinisches Outcome, signifikant häufiger ein verbleibendes Instabilitätsgefühl einschließlich häufigerer Subluxationen, Reluxationen sowie nötiger Revisionen [52].

Interessant in dem jungen Patientenkollektiv ist das Thema Sport. Eigene Untersuchungen und auch die aktuelle Literatur zeigen, dass nach einer kombinierten Trochlea- und MPFL-Plastik hohe Return-to-Sport Raten erreicht werden können. In einer eigenen Follow-up Untersuchung kehrten trotz des damals noch deutlich zögerlichen Nachbehandlungsprotokolls 92 % der Patientinnen und Patienten nach spätestens 6 Monaten wieder in ihren vorherigen Sport zurück [68]. Hier fanden sich auch viele kompetitive Leistungssportler, denen eine Rückkehr aufs Spielfeld ermöglicht wurde. Die meisten Patientinnen und Patienten berichteten von einem neuen, sicheren Stabilitätsgefühl mit der Möglichkeit, ohne Zurückhaltung Sport ausüben zu können. Auch unter den Patientinnen und Patienten, die präoperativ keinen regulären Sport betrieben haben, wurde ein hoher Teil sportlich aktiv. Bereits Nelitz et al. und Banke et al. konnten bei Patientinnen und Patienten mit hochgradi-

ger Trochleadysplasie nach kombinierter Trochlea- und MPFL-Plastik eine sehr hohe Rückkehr zu sportlicher Aktivität nachweisen, wobei ein Großteil ihr vorheriges Niveau erreichte oder nur geringfügig darunter blieb [5, 47]. Ebenso berichteten Montagna et al., Mengis et al., Carstensen et al. Return-to-Sport-Rate von 100 %, 97 % und 84,8 % [13, 43, 46]. Letztlich ist bei diesen Zahlen stets die Heterogenität der jeweiligen Fallserien zu bedenken. Nachdem die Trochleaplastik auch bei fortgeschrittenen Gelenkschäden mit höhergradigen Knorpelschäden, weiteren kombinierten knöchernen Fehlbildungen, und vielerorts oft auch als isoliertes Verfahren oder mit unterschiedlichen Techniken und Rehabilitationsprotokollen angewendet wird, finden sich verständlicherweise ebenso variierende Return-to-Sport Raten. So zeigte ein systematisches Review nach Trochleaplastik deutlich niedrigere Return-to-Sport Raten von nur 65–83 % [15].

Zum kosmetischen Ergebnis haben wir in einer eigenen Studie zu unserer medialen Zugangstechnik die Patientenzufriedenheit evaluiert. Das kosmetische Ergebnis wurde als sehr zufriedenstellend bewertet. Weder das Selbstbewusstsein noch die Kleiderwahl waren im Anschluss an die OP eingeschränkt; ästhetische Narbenoperationen waren für die befragten Patienten nicht von Interesse [68].

Trochleadysplasie und patellofemorale Gelenkersatz

Bei Patientinnen und Patienten mit isolierter patellofemorale Arthrose ist eine Trochleadysplasie mit Häufigkeiten von 80 % bis nahezu 90 % nahezu regelmäßig zu finden [16, 19, 53]. Hierunter sind Patientinnen und Patienten mit vorangegangenen Instabilitätsbeschwerden besonders häufig betroffen [16]. Klinisch bestehen bei der isolierten patellofemorale Arthrose anteriore Kniebeschmerzen, die die Alltagsaktivitäten deutlich einschränken. Insbesondere das Treppensteigen, das Aufstehen aus dem Sitzen, das tiefe Hocken, aber auch längere Gehstrecken sind erschwert [32].

Der patellofemorale Gelenkersatz bietet wesentliche Vorteile gegenüber der totalen Knieendoprothese. Er erhält sowohl die Kreuzbänder als auch

die tibiofemorale Kompartimente, was zu einer besseren Stabilität, einer erhaltenen Propriozeption und einer physiologischeren Kinematik des Kniegelenks führt [9]. Dies äußert sich klinisch in einem höheren Komfort im Alltag und besseren funktionellen Ergebnissen. Darüber hinaus ist der Eingriff knochensparender, was eine etwaige spätere Revision erleichtert.

Indikationen für einen patellofemorale Gelenkersatz

Der Erfolg eines patellofemorale Gelenkersatzes hängt stark von der Patientenauswahl und der Operationstechnik ab [40]. Die Indikation für einen isolierten patellofemorale Gelenkersatz besteht bei symptomatischer isolierter patellofemorale Arthrose und fehlender tibiofemorale Arthrose. Das Vorliegen einer Trochleadysplasie stellt dabei eine häufige und gute Indikation für den patellofemorale Gelenkersatz dar, da diese Konstellation bei regelrechter Versorgung mit einer hohen Zufriedenheitsrate verbunden ist [6].

Gegebenenfalls ist bei einer patellofemorale Instabilität auch eine Plastik des MPFL indiziert. Vor allem bei einer Trochleadysplasie stabilisiert die Plastik die Kniescheibe gemeinsam mit dem Oberflächenersatz. Zudem gewährleistet die Plastik eine bessere Führung der Patella mit verminderten Druckspitzen im lateralen patellofemorale Gelenk [44].

Wichtige Kontraindikationen für den patellofemorale Gelenkersatz sind eine klinische Instabilität des Kniegelenks in der Frontal- oder Sagittalebene, eine eingeschränkte Beweglichkeit von weniger als 90° oder ein Steckdefizit von mehr als 10° [6, 34]. Ein hoher Body-Mass-Index (BMI) beeinflusst die funktionellen Ergebnisse hingegen kaum [42, 60], wobei dennoch bekannt ist, dass ein sehr hoher BMI mit einer höheren Revisionsrate verbunden ist. Dies erscheint logisch, da eine Progression der tibiofemorale Arthrose die häufigste Ursache für späte Revisionen darstellt [37, 63]. Ähnlich sieht es bei schweren Varus- oder Valgusfehlstellungen aus, da auch diese Befunde mit einer raschen Progression der tibiofemorale Arthrose einhergehen [6, 40]. Sind die Indikation und die Operationstechnik

nicht optimal finden sich im Vergleich zum vollständigen Oberflächenersatz des gesamten Kniegelenks höhere Revisionsraten und geringere Überlebensraten [36].

Ebenso finden sich frühe Misserfolge bzw. Revisionen oft im Zusammenhang mit einer Fehlpositionierung des Implantates und einer Fehlführung der Patella [40, 51]. Die Bedeutung eines optimalen Patellagleitens zur Vermeidung eines frühen Implantatversagens sollte uns aufgrund der meist vorliegenden Trochleadysplasie bewusst sein. So erscheint es sinnvoll die Trochleadysplasie im Rahmen des isolierten patellofemorale Gelenkersatzes zu adressieren, um ein reguläres Patellagleiten sicherzustellen.

Inlay- und Onlay-Designs

Grundsätzlich lässt sich der patellofemorale Gelenkersatz in Inlay- und Onlay-Implantate unterscheiden. Dabei gilt, dass in der Literatur über das optimale Implantatdesign für die isolierte patellofemorale Arthrose kein Konsens besteht. Inlay-Prothesen werden in die native Trochlea eingebracht, ohne deren Anatomie wesentlich zu verändern. Bei einer hochgradigen Trochleadysplasie sind sie daher weniger geeignet, da sie hier wenig Korrekturmöglichkeiten bieten. Auf der anderen Seite erlauben sie es, die Trochleakomponente genauer und mit reduzierter Knochenresektion an die native Anatomie anzupassen. Aufgrund der unveränderten Geometrie des distalen Femurs sind sie bspw. bei symptomatischen, fokalen Trochlea-Defekten mit gesundem angrenzendem Knorpel besonders gut geeignet [12, 14, 24]. Demgegenüber stehen Onlay-Prothesen, bei denen die Trochlea vollständig reseziert wird und durch das Implantat ersetzt wird. Sie bieten auch bei einer ausgeprägten Dysplasie oder ungünstigen anatomischen Verhältnissen gute Möglichkeiten für eine knöcherne Korrektur (Abb. 4). Durch die größere Kontaktfläche zwischen Patella und Prothese, insbesondere in den ersten 30° der Kniebeugung, wird die Patellaführung verbessert und das Risiko eines Fehlgleitens reduziert. Neuere Designs bieten neben diversen Größen und Formvarianten auch breitere Trochlea-Komponenten, verlängerte anteriore Schil-

de und einen stärker angepassten Krümmungsradius [12, 39]. Da die Berücksichtigung der Trochleaorientierung entscheidend für ein gutes Outcome ist [64], sind dies wertvolle Weiterentwicklungen. Zudem bieten neuere Systeme einfache Möglichkeiten zur Korrektur der Trochleadysplasie, wie bspw. die Einstellung der Schnitttiefe, der Flexion sowie der Rotation der Trochleakomponente [9] (Abb. 3). Beispiele für aktuelle Onlay-Prothesen sind die Avon von Stryker, die Gender PFJ von Zimmer, die MO-TO PFJ von Medacta, etc.

Alle Onlay-Implantate starten mit dem anterioren Schnitt, der bei Bedarf auch eine gezielte, in einigen Fällen notwendige Unterkorrektur der Deformität erlaubt. Beispielsweise kann eine supratrochleare Erhebung, wie bspw. der sog. „Spur“ oder „bump“, gezielt abgetragen werden. Durch eine tiefe Resektion sowie die Einstellung eines hohen Flexionswinkels kann das dysplastische Gleitlager vertieft und damit der Druck auf die Kniescheibe reduziert werden, während gleichzeitig der Sulcuswinkel verbessert wird (Abb. 4). Die laterale Trochleaneigung hängt dabei sowohl von der Form als auch von der Rotation des Implantats ab. Bei einem überspannten lateralen Retinakulum kann es von Interesse sein eine leichte Außenrotation beizubehalten. Nach dem anterioren Schnitt wird mithilfe eines oder mehrerer Fräsführer das Implantatlager vorbereitet. Entsprechend der Positionierung besteht die Möglichkeit, ähnlich der Trochleaplastik, den Verlauf der Trochlearinne horizontal anzupassen. Eine bei der schweren Trochleadysplasie typische Facettenasymmetrie und/oder ein pathologischer TT-TG mit einer nach lateral verlagerte Tuberositas tibiae kann so ausgeglichen werden.

Letztlich bieten Onlay-Prothesen einfache Möglichkeiten eine harmonische Gleitbahn mit einer funktionellen Rezentrierung der Patella zu erlangen. Die Größe und Position des Probeimplantats werden dabei so gewählt, dass der distale Anteil bündig mit dem Gelenkknorpel abschließt. Meist wird hierbei die Knochenresektion mit einer Fräse durchgeführt und das definitive Implantatlager geschaffen. Mit den entsprechenden Fräsführungen, die wie eine Schablone auf

den umgebenden Knorpel aufgesetzt werden, können Unregelmäßigkeiten oder Stufen im Übergangsbereich zwischen Knorpel und Prothese und damit ein Anschlagen oder Schlagen der Patella vermieden werden. Zusammenfassend ermöglichen insbesondere die neueren Generationen von Onlay-Implantaten eine kinematische Ausrichtung, bei der die Hauptprobleme des Retropatellarersatzes, also das Fehltracking mit einer mangelnden Zentrierung der Patella und persistierenden patellofemoralen Schmerzen gut angegangen werden können. Gerade in Fällen mit einer schweren Trochleadysplasie stellen diese Implantate eine sinnvolle Option dar. Somit ist es nicht erstaunlich, dass mit Onlay Prothesen in kurz- und mittel- und langfristigen Nachuntersuchungen entsprechend gute Ergebnisse gezeigt wurden [2, 10, 62, 65]. Die Nachbehandlung nach einem patellofemoralen Gelenkersatz erfolgt bei uns analog zur kombinierten Trochlea- und MPFL-Plastik (s. o.).

Beim Vergleich der Ergebnisse mit Inlay- und Onlay-Implantaten ist die Literatur kontrovers. Ein aktueller Reviewartikel, bei dem > 2500 Patientinnen und Patienten eingeschlossen wurden, zeigt sowohl für die Inlay- als auch die Onlay-Designs ein gutes Outcome. Jedoch wurden bei den Inlay-Implantaten höhere Raten an Konversionen zur TKA sowie höhere Komplikationsraten beobachtet. Auch wurde in der Inlay-Gruppe eine statistisch signifikant höhere Rate von Instabilitäten, Bewegungsdefiziten, Fehlpositionierungen, anhaltenden Schmerzen sowie eine raschere Arthroseprogression und raschere Progression von Verschleißerscheinungen bei implantierten Patellakomponenten festgestellt [23]. Ein aktueller matched-pair Vergleich und auch eine weitere Metaanalyse zum Vergleich aktueller Inlay- als auch als Onlay-Implantaten zeigte bei beiden Designs keine signifikanten Unterschiede beim klinischen Outcome; hingegen zeigte sich bei dem Inlay-Design weniger häufig eine Progression der tibiofemorale Arthrose [24, 54]. Zusammenfassend bleibt es kontrovers. Beide Varianten haben ihren Stellenwert.

Eine weitere kontroverse Frage ist, ob die Kniescheibenrückfläche bei diesen Implantaten ersetzt werden

sollte. Die aktuelle Literatur legt nahe, dass ein Patella-Resurfacing im Rahmen der patellofemorale Arthroplastik keinesfalls regelmäßig erforderlich ist, sondern vielmehr ein selektives, indikationsabhängiges Vorgehen sinnvoll ist. Es gilt, desto besser mit dem Trochleaersatz ein gutes Patella-tracking erreicht wird, desto weniger wird der Rückflächenersatz der Patella relevant [6, 9]. Eine Fallserie von Akhtar et al. zeigte beim isolierten Onlay-Trochleaersatz ohne Patella-Resurfacing nach einem mittleren Follow-up von 39 Monaten ein sehr gutes klinisches Outcome, ohne dass Revisionen, Reoperationen oder eine Progression der tibiofemorale Arthrose beobachtet wurden [2]. Auch für die Inlay-Arthroplastik existieren größere klinische Serien, die einen selektiven Ansatz unterstützen. So konnte gezeigt werden, dass bei einem Follow-up von 24 Monaten in 71 % der Fälle auf ein Patella-Resurfacing verzichtet wurde, ohne dass sich signifikante Unterschiede in den klinischen Ergebnissen ergaben [25].

Fazit

Ein Verständnis der Trochleadysplasie ist wertvoll, um patellofemorale Pathologien zu behandeln. Dies hilft sowohl bei der Behandlung von Instabilitätsbeschwerden als auch beim retropatellaren Gelenkersatz bei einer isolierten Retropatellararthrose. In beiden Fällen ist eine genaue klinische und bildgebende Abklärung, insb. der knöchernen Faktoren des Patellafehlgleitens, hilfreich. Die bildgebenden Befunde können heterogen sein und sollten mit den klinischen Befunden korreliert werden. Bei richtiger Indikation zeigt die kombinierte Trochlea- und MPFL-Plastik zur Behandlung einer patellofemorale Instabilität und einer hochgradigen Dysplasie eine hohe Patientenzufriedenheit mit guten klinischen und funktionellen Ergebnissen und hohen Return-to-Sport Raten. Der Schlüssel des Erfolges liegt neben der individuellen und effizienten knöchernen Korrektur auch in einer balancierten anatomischen Bandplastik, die einerseits das Weichteilalignement wiederherstellt und andererseits eine Überspannung mit vermehrtem Drücken hinter der Kniescheibe vermeidet. Unsere Methode, die die Möglichkeit bietet, die Transplantat-

spannung intraoperativ zu testen und eventuell zu optimieren, erachten wir bei unserem Vorgehen als wertvoll, um das Ergebnis zu optimieren.

Voraussetzung für einen erfolgreichen retropatellaren Gelenkersatz ist das Erzielen eines optimalen Patella-gleitens. Andernfalls kommt es zu einem frühen Implantatversagen. Insbesondere neuere Onlay-Implantate bieten gute Möglichkeiten die in den allermeisten Fällen der isolierten - Patellofemoralarthrose bestehende Trochleadysplasie effektiv zu korrigieren. Dies sichert eine harmonische Gleitbahn mit einem physiologischen und spannungsfreien Patellatracking.

Die konsequente frühfunktionelle Nachbehandlung, die primär das Ziel verfolgt Bewegungsdefizite und Muskelatrophien zu vermeiden, ist unserer Erfahrung nach ebenso wichtig, um nach einer Trochleoplastik oder einem retropatellaren Gelenkersatz zu einem guten Ergebnis zu kommen.

Interessenkonflikte:

Keine angegeben.

Es wird auf folgende Beziehung hingewiesen: Aufwandsentschädigungen für Vorträge sowie Einsätze als Instruktor bei Operations- und Hospitationskursen und Beratungstätigkeiten für die Firmen Corin, Fx Solutions und Arthrex.

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:
www.online-oup.de.



Foto: Klinikum Peine

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med.
Lars Victor von Engelhardt
Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie
und Sportmedizin
Klinikum Peine AöR
Akademisches Lehrkrankenhaus
31226 Peine
Universität Witten/Herdecke
58455 Witten
larsvictor@hotmail.de