

Lars Victor von Engelhardt

Ruptur des medialen patellofemoralen Ligaments (MPFL)

Wie erreichen wir konservativ, operativ und mit Physiotherapie gute Ergebnisse?

Welche Vorteile bieten implantatfreie, ausbalancierte Techniken einer anatomischen MPFL-Plastik?

Zusammenfassung:

Die laterale Patellaluxation gehört zu den häufigeren Verletzungen des Kniegelenks bei jungen und sportlich aktiven Patientinnen und Patienten. In mehr als 90 % der Fälle kommt es zu einer Ruptur des medialen patellofemoralen Ligaments (MPFL). Dieses Band ist der wichtigste passive Stabilisator gegen eine laterale Verschiebung der Patella. Eine Luxationsverletzung und/oder anhaltende Instabilitäten der Kniescheibe können zu Knorpelschäden, osteochondralen Frakturen, wiederkehrender Instabilität, Schmerzen, Verlust der Sportfähigkeit sowie verminderter Alltagsaktivität führen und langfristig in eine patellofemorale Arthrose münden. Trochleadysplasien, andere knöcherne Fehlbildungen sowie Schäden der kniescheibenstabilisierenden Bandstrukturen stellen wichtige Ursachen dieser Problematik dar. Eine isolierte MPFL-Plastik ist daher nach umfassender Diagnostik nur in ausgewählten Fällen indiziert. Bei korrekter Indikationsstellung stellt sie jedoch ein wertvolles und vergleichsweise schonendes Standardverfahren dar.

In den letzten Jahren wurden zahlreiche operative Techniken beschrieben. Diese unterscheiden sich vor allem hinsichtlich der Fixationsmethoden, der Transplantatwahl und Formation, der Umsetzung einer anatomischen Rekonstruktion sowie der intraoperativen Spannungseinstellung des Transplantats. Ziel dieses Beitrags ist es, unsere Technik der anatomischen MPFL-Rekonstruktion unter Verwendung von Hamstringsehnen oder Allografts vorzustellen. Diese Technik ist nicht nur als Einzelverfahren, sondern ebenso unkompliziert in Kombination mit anderen Verfahren, wie der Trochleaplastik, Gelenkersatzoperationen, Kreuzbandersatzplastiken, etc. durchführbar. Eine Besonderheit der Methode ist die implantatfreie Fixation einer doppeläufigen Transplantatschlinge. Die femorale Fixation erfolgt – neben einem langen Loop durch die Patella – über transkortikale Fäden. Ein zentrales Element der Technik ist die einfache intraoperative funktionelle Testung und Spannungsbalancierung vor der endgültigen Fixation des Transplantats. Neben einer Darstellung der konservativen und operativen Behandlungsmöglichkeiten wird unsere Operationstechnik detailliert beschrieben. Darüber hinaus werden die postoperative Rehabilitation sowie aktuelle wissenschaftliche Daten zur MPFL-Rekonstruktion und zu möglichen Vorteilen unserer Methode dargestellt.

Schlüsselwörter:

Mediales patellofemorales Ligament, patellofemorale Instabilität, Patellaluxation, Physiotherapie, konservativ, operativ

Zitierweise:

von Engelhardt LV: Ruptur des medialen patellofemoralen Ligaments (MPFL). Wie erreichen wir konservativ, operativ und mit Physiotherapie gute Ergebnisse? Welche Vorteile bieten implantatfreie, ausbalancierte Techniken einer anatomischen MPFL-Plastik?

OUP 2026; 15: xxxx-xxxx

DOI 10.53180/oup.20XX.xxxx-xxxx

Rupture of the medial patellofemoral ligament (MPFL)

How can good outcomes be achieved through conservative treatment, surgery, and physiotherapy? What are the advantages of implant-free, balanced techniques for anatomical MPFL reconstruction?

Abstract: Lateral patellar dislocation is among the more common injuries of the knee joint in young and physically active patients. In more than 90 % of cases, rupture of the medial patellofemoral ligament (MPFL) occurs. This ligament represents the most important passive stabilizer against lateral displacement of the patella. A dislocation injury and/or persistent instability of the patella may lead to cartilage damage, osteochondral fractures, recurrent instability, pain, loss of the ability to participate in sports, and reduced daily activity, and may ultimately result in patellofemoral osteoarthritis. Trochlear dysplasia, other bony abnormalities, and injuries of the patellar stabilizing ligamentous structures represent important causes of this condition. Therefore, isolated MPFL reconstruction is indicated only in selected cases after comprehensive diagnostic evaluation. When appropriately indicated, however, it represents a valuable and comparatively minimally invasive standard procedure. In recent years, numerous surgical techniques have been described. These techniques differ mainly with regard to fixation methods, graft choice and configuration, the implementation of anatomical reconstruction, and intraoperative graft tensioning. The aim of this article is to present our technique of anatomical MPFL reconstruction using hamstring tendons or allografts. This technique can be performed not only as a standalone procedure, but also easily in combination with other procedures such as trochleoplasty, joint replacement surgeries, cruciate ligament reconstruction, etc. A particular feature of this method is the implant-free fixation of a double-bundle graft loop. Femoral fixation is achieved—besides a long loop through the patella—using transcortical sutures. A central element of the technique is simple intraoperative functional testing and tension balancing prior to definitive graft fixation. In addition to outlining conservative and surgical treatment options, our operative technique is described in detail. Furthermore, postoperative rehabilitation protocols and current scientific data on MPFL reconstruction and the potential advantages of our method are presented.

Keywords: Medial patellofemoral ligament, patellofemoral instability, patellar dislocation, physiotherapy, conservative treatment; surgical treatment

Citation: von Engelhardt LV: Rupture of the medial patellofemoral ligament (MPFL). How can good outcomes be achieved through conservative treatment, surgery, and physiotherapy? What are the advantages of implant-free, balanced techniques for anatomical MPFL reconstruction?

OUP 2026; 15: xxxx–xxxx. DOI 10.53180/oup.20XX.XXXX–XXXX

Das mediale patellofemorale Ligament

Um die Funktion dieses Bandes zu verstehen, ist es hilfreich, sich den Gleitweg der Kniescheibe vor Augen zu führen. Beim Übergang von der Beugung in die Streckung gleitet die Kniescheibe aus der Tiefe des knöchernen Sulkus nach proximal. In den strecknahen Positionen, insbesondere oberhalb von etwa 30° Kniebeugung, liegt die Kniescheibe aufgrund der zunehmenden Außenrotation der Tibia weiter nach lateral und gleichzeitig höher an den Femurkondylen. In diesen Positionen verliert die Kniescheibe zunehmend den Kontakt zur knöchernen Gleitrinne. In strecknahen Positionen erfolgt die Führung der Kniescheibe daher überwiegend über weichteilige Strukturen, insbesondere über das mediale

patellofemorale Ligament (MPFL) (Abb. 1a). Das MPFL verläuft vom oberen Drittel der medialen Patella zum medialen Femurkondylus, wo es direkt oberhalb der Insertion des medialen Kollateralbandes ansetzt [5]. Das MPFL gilt als der wichtigste passive Stabilisator der Patella in den ersten 30° der Kniebeugung und trägt etwa 50–60 % zur Stabilität gegenüber einer lateralen Patellaverschiebung bei [5, 31].

Luxation der Kniescheibe

Die laterale Patellaluxation tritt besonders häufig bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen auf [23, 88, 90]. Erste Luxationsereignisse treten häufig bei Drehbewegungen des Kniegelenks auf, bspw. bei fixiertem Fuß und strecknahen oder leicht gebeugten Kniepositionen. Dies geschieht in et-

wa 50–60 % der Fälle während sportlicher Aktivitäten, kann jedoch auch im Alltag auftreten [24]. Typische Situationen sind schnelle Richtungswechsel, ein Vertreten auf unebenem Untergrund, abrupte Stoppbewegungen oder Sprünge. Seltener entsteht eine Luxation infolge eines direkten Anpralltraumas, bspw. durch einen Schlag auf die Kniescheibe [80].

Die erstmalige Luxation ist in der Regel mit starken Schmerzen verbunden. Gelegentlich bleibt die Kniescheibe lateral des Femurkondylus verhakt, sodass sie unter Kniestreckung und manuellem Druck wieder in das Gleitlager reponiert werden muss. Eigene Studien sowie weitere Untersuchungen zeigen, dass bei der Erstluxation in der Mehrzahl der Fälle relevante Knorpelverletzungen und/

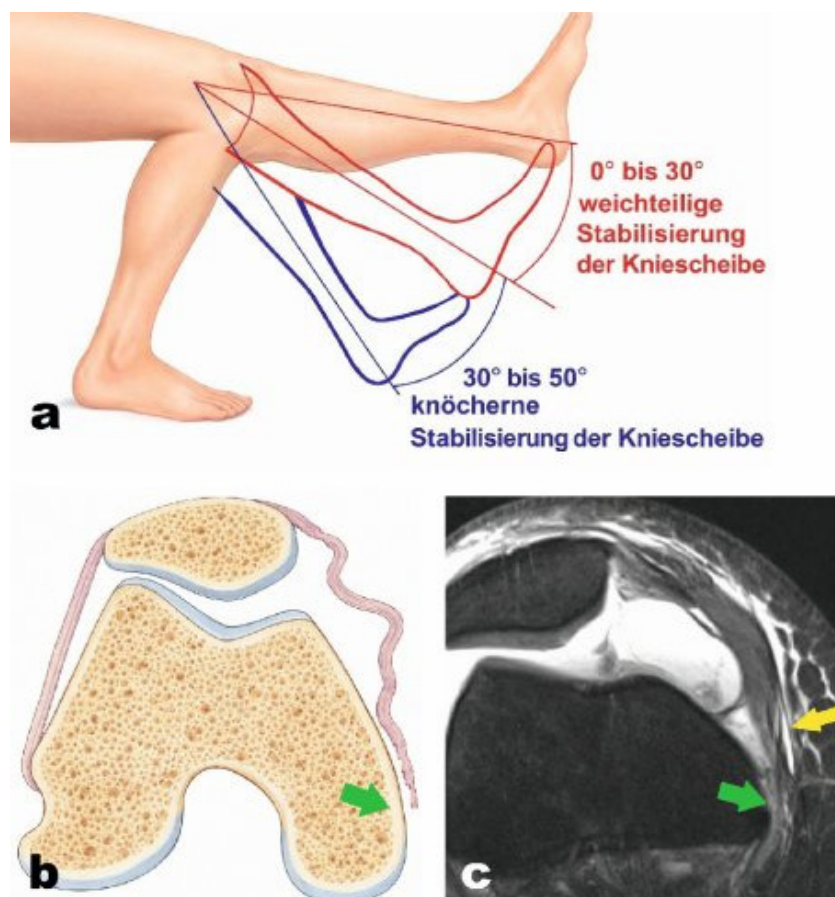


Abb. 1–3 ????????

Abbildung 1 a Zwischen 0° und 30° Beugung wird die Stabilisierung der Kniekeihe zum überwiegenden Anteil durch das MPFL-Band gewährleistet. Ab 30° übernimmt zunehmend das knöcherne Gleitlager die Funktion der Stabilisierung der Kniekeihe. Liegt also neben einem insuffizienten MPFL-Bandapparat eine Dysplasie mit Insuffizienz des knöchernen Gleitlagers vor, so ist die Verschieblichkeit nach außen nicht nur in strecknahen Positionen bis 30°, sondern auch bei vermehrten Beugegraden zwischen 30° und 50° erhöht. Die Prüfung auf eine vermehrte Verschieblichkeit in verschiedenen Beugegraden ist ein einfacher und ebenso wesentlicher Test zur Differenzierung einer Kniekeiheninstabilität. **b, c** Bei einer Kniekeihenluxation kommt es in über 90 % der Fälle zu einem Riss des MPFL-Bandes, wobei sich meist zu einer Ruptur am femoralen Ansatz findet (grüne Pfeile). Hier findet sich dann ein Druckschmerz oberhalb der Insertion des medialen Kollateralbandes im Bereich des Tuberculum adductorium am Epicondylus medialis femoris. Darüber hinaus werden auch intraligamentäre Rupturen beschrieben, die dann meist femurnah im dorsalen, femoralen Abschnitt des MPFL liegen (gelber Pfeil). Patellarseitige Rupturen sind vglw. selten. Femurnah und femorale Rupturen sind mit schlechteren klinischen Ergebnissen und erhöhten Raten an Rezidivluxationen assoziiert.

oder osteochondrale Fragmente auftreten. Diese sollten, wenn möglich, refixiert werden [53, 90]. In über 90 % der Fälle kommt es zu einer Ruptur des kniescheibenstabilisierenden MPFL-Bandes [53, 77, 90]. Am häufigsten findet sich bei Erstluxationen eine Ruptur am femoralen Ansatz (Abb. 1b,c). Darüber hinaus werden auch intraligamentäre Rupturen beschrieben, die dann meist femurnah im dorsalen, femoralen Abschnitt des MPFL liegen, sowie patellarseitige Rupturen [39, 68]. Das Verständnis dieser Pathomorphologie ist für die Therapieentscheidung von großer Bedeutung, da ins-

besondere femorale beziehungsweise femurnah Risslokalisationen mit schlechteren klinischen Ergebnissen und erhöhten Raten an Rezidivluxationen assoziiert sind [77].

Die präzise Beurteilung der Rupturlokalisation einer MPFL-Verletzung ist wichtig für die Behandlung des Patienten. Eine besondere Verwechslungsgefahr besteht bzgl. des medialen patellofemorale Ligaments, welches bei einer Kniekeihenluxation im MRT häufig eine Avulsion an seinem Ansatz an der unteren medialen Patella zeigt (Abb. 2 a,b). Diese klinisch schmerzhaften Avulsionen entsprechen keinesfalls ei-

nem patellaren Abriss des MPFL von der Kniekeihe, welches unserer Erfahrung nach bei diesem Verletzungsbild meist am Femur oder femurnah gerissen ist. Das mediale patellofemorale Band ist für die Stabilität der Patella von geringerer Bedeutung. Dass die Verletzung des patellofemorale Bandes nicht zu operieren ist, zeigt bspw. eine Kadaverstudie, bei der dieses Band rekonstruiert wurde. Ein stabilisierender Effekt auf die laterale Dislokation der Kniekeihe konnte hierdurch nicht erzielt werden [4].

Kommt es zu wiederholten Patellaluxationen, wird das MPFL-Band fortlaufend geschädigt, sodass seine kniescheibenstabilisierende Funktion zunehmend verloren geht. In diesem Zusammenhang spricht man von einer Insuffizienz des MPFL-Bandes. Eine spontane Ausheilung ist in solchen Fällen in der Regel nicht mehr zu erwarten. Es entwickelt sich eine chronische Instabilität, die mit fortschreitenden Gelenkschäden einhergeht und langfristig in eine femoropatellare Arthrose münden kann [69, 70].

Bei der Therapieplanung einer patellaren Instabilität ist eine besondere Sorgfalt erforderlich. In mehr als 85 % der Fälle liegt eine knöchernen Fehlbildung des patellofemorale Gleitlagers, die sogenannte Trochleadysplasie, vor [17, 40]. Dabei zeigt sich in den entscheidenden kranialen Schichtbildern eine Abflachung oder ein vollständiges Fehlen der knöchernen, stabilisierenden Funktion der Trochlea. Diese knöchernen Veränderungen stellen einen wesentlichen Faktor für die Instabilität der Patella dar. Ist das MPFL einmal geschädigt, ist es unabdingbar diese knöchernen Insuffizienzen zu berücksichtigen. Für eine korrekte Beurteilung einer Trochleadysplasie ist es entscheidend in den Schnittbildern ausschließlich die kranialen Gleitlagerschichten, in denen gerade noch der Femurknorpel ersichtlich ist, zu beurteilen. Werden stattdessen weiter distal gelegene Schichten beurteilt, kommt es zu fehlerhaften Einschätzungen mit falsch negativen Befunden. Dies birgt die Gefahr einer fehlerhaften Therapieentscheidung mit der Patientin bzw. dem Patienten.

Unter den knöchernen Fehlbildungen stellt die Trochleadysplasie den

wichtigsten und häufigsten Risikofaktor für eine rezidivierende Luxation der Kniescheibe dar. Demgegenüber spielen ein Patellahochstand oder eine vergrößerte Distanz zwischen der Gleitrinne und dem Ansatz des Patellarsehnenbandes (Tuberositas tibiae-Trochlear Groove Distanz, TT-TG) sowohl hinsichtlich ihrer Häufigkeit als auch ihrer klinischen Bedeutung eine geringere Rolle [40]. Diverse Studien und Metaanalysen zeigen, dass höher gradige Trochleadysplasien vom Typ B-D berücksichtigt werden sollten, um Rezidivluxationen zu vermeiden und ein gutes klinisches Outcome sicherzustellen [8, 28, 60, 67, 85, 91].

Klinische Untersuchung

Wird die Patientin bzw. der Patient gebeten, das Bein aktiv zu strecken, erhält man einen ersten Eindruck vom Patella-Alignment. Gleitet die Patella kurz vor Erreichen der vollständigen Streckung – ähnlich einem umgekehrten „J“ – von der normalerweise geraden Bewegungsbahn nach lateral ab, gilt das J-Sign als positiv. Dieser Befund weist auf eine ausgeprägte Instabilität hin, die häufig kombinierte operative Verfahren erforderlich machen kann.

Klinisch sind spezifische Funktionstests in unterschiedlichen Beugegraden hilfreich, um die knöchernen und weichteilige Führung der Patella zu beurteilen. Eine Instabilität der medialen Bandstrukturen sowie eine Insuffizienz der knöchernen Führung lassen sich gut durch eine passive Lateralisierung der Patella in unterschiedlichen Beugegraden bei locker hängendem Bein prüfen. Die Patella sollte bei 20° und 30° Kniebeugung nicht mehr als die Hälfte ihrer Breite nach lateral verschiebbar sein [84]. Liegt neben einer Insuffizienz des MPFL zusätzlich eine Trochleadysplasie vor, ist die laterale Translation der Patella nicht nur in strecknahen Positionen erhöht, sondern auch bei größeren Beugegraden zwischen etwa 30° und 60° (Abb. 1a).

Auch Apprehensionstests eignen sich gut zur Beurteilung der weichteiligen und knöchernen Stabilität der Patella. Wird das Knie aus einer Beugung von maximal etwa 30° in die vollständige Streckung bewegt und zeigt die Patientin bzw. der Patient bei leichter Lateralisierung der Patella eine Abwehrreaktion, die sich bspw. in der

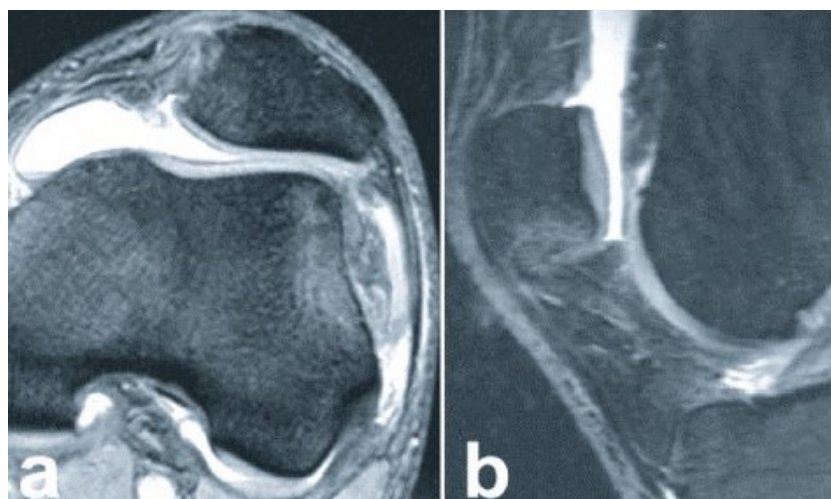


Abbildung 2 Avulsion des medialen patellotibialen Bandes vom mediokaudalen Patellapol nach einer Kniescheibenluxation. Neben einem Rupturbild finden sich, wie hier, oft auch knöcherne Avulsionen (a). Das mediale patellotibiale Band ist biomechanisch für die mediolaterale Stabilität der Kniescheibe wenig relevant. Die Verletzung des patellotibialen Bandes liegt weit unterhalb des MPFL-Ansatzes, welches im kranialen Drittel der medialen Patellakante ansetzt (b). Nach einer Kniescheibenluxation ist diese druckschmerzhafte Verletzung ein Zusatzbefund, der häufig neben der biomechanisch sehr relevanten MPFL-Ruptur direkt oder nahe am Femur zu finden ist. Ein solcher, häufiger MRT-Befund sollte nicht mit einer patellaren Ruptur des MPFL verwechselt werden. In experimentellen Studien wurde gezeigt, dass eine Refixierung des patellotibialen Bandes am patellaren Ansatz keinen stabilisierenden Effekt auf eine laterale Dislokation der Kniescheibe hat.

Mimik oder insbesondere in einer erhöhten Muskelspannung äußert, gilt der Test als positiv.

Neben dem weichteiligen Apprehensionstest in strecknahen Positionen kann auch ein knöcherner Abwehrtest in größeren Beugegraden durchgeführt werden. Dabei wird die Stabilität beurteilt, die normalerweise durch die Trochlea gewährleistet wird. Ist der Apprehensionstest bei Beugegraden zwischen etwa 30° und 60° positiv, weist dies auf eine zusätzliche Insuffizienz der knöchernen Führung der Patella hin. Neben der häufig vorkommenden Trochleadysplasie können auch ausgeprägte Rotations- oder Achsfehlstellungen des Femurs zugrunde liegen.

Als zweiten diagnostischen Schritt empfehlen wir insbesondere den sogenannten „Moving patellar Apprehension Test“ nach Ahmad. Dieser Test kann nach Durchführung des weichteiligen und knöchernen Apprehensionstests gut beurteilt werden, da er diesmal auf der verminderten Abwehrreaktion der Patientin bzw. des Patienten in unterschiedlichen Beugegraden basiert. Hierbei wird die Patella während der Bewegung des Kniegelenks mit dem Zeigefinger nach medial translatiert beziehungsweise stabilisiert. Der Test

gilt als positiv, wenn die zuvor beobachtete Apprehension-Symptomatik durch die simulierte Stabilisierung der Patella deutlich abgeschwächt wird. Ahmad zeigte, dass dieser zusätzliche Test eine vglw. hohe Sensitivität und Spezifität für die Diagnostik der Patellainstabilität aufweist [2].

Sind die knöchernen Stabilitäts- und Apprehensionstests einschließlich des J-Signs negativ und schließen die MRT- und/oder Röntgenbefunde wesentliche knöchernen Ursachen der Instabilität kann bei persistierenden Instabilitätsbeschwerden eine isolierte MPFL-Plastik, wie sie hier beschrieben wird, eine sinnvolle therapeutische Option darstellen.

Konservative Möglichkeiten

Da bei Erstluxationen häufig Hämatome auftreten und zudem nicht selten eine Mitbeteiligung der medialen Vastusmuskulatur besteht, empfiehlt sich neben der Orthesenbehandlung eine initiale Kühlung sowie eine Teilentlastung an Unterarmgehstützen für etwa 2 Wochen, um die entzündliche Reaktion zu reduzieren [99]. In diesem Zeitraum ist eine frühzeitige MRT-Diagnostik sinnvoll, um chondrale oder osteochondrale Verletzungen zu er-

kennen und gegebenenfalls freie Gelenkkörper zu entfernen oder osteochondrale Fragmente zu refixieren.

Das MPFL wird in anatomischen und biomechanischen Studien Positionen als wesentliches Band zur Stabilisierung der Patella beschrieben [5]. Daher sollte das MPFL sowohl in der konservativen als auch in der operativen Therapie gezielt berücksichtigt werden. Bei einer Erstluxation ohne knöcherne Deformitäten, bspw. bei fehlender Trochleadysplasie, liegt häufig ausschließlich ein akuter Weichteilschaden mit einer Ruptur des MPFL vor. In diesen Fällen hat die konservative Therapie auch nach aktuellen Studien einen berechtigten Stellenwert [77, 87].

Konservativ kann eine möglichst anatomische Abheilung des MPFL durch eine rezentrierte Stellung der Patella unterstützt werden, bspw. durch eine limitierbare Orthese und/oder Anlage funktioneller Tapes. Anatomische Untersuchungen zeigen, dass das MPFL zwischen etwa 15° und 30° Kniebeugung maximal entspannt und gleichzeitig medial positioniert ist. Bei zunehmender Streckung (< 20°) sowie bei stärkerer Beugung (> 45–60°) nimmt dagegen sowohl die laterale Verschiebung der Patella als auch die Spannung des MPFL zu [6, 62]. Daher werden stabilisierende Tapes in diesen Stellungen angelegt. Vor allem können Orthesen helfen, die eine vollständige Streckung unter 20° sowie eine tiefe Beugung über 60° begrenzen, und somit eine möglichst medialisierte und kompakte narbige Heilung des rupturierten MPFL begünstigen.

Nach einer Orthesenbehandlung über etwa 4–6 Wochen folgt eine physiotherapeutische Rehabilitation, insbesondere zur Kräftigung der knieführenden Muskulatur. Auch im Rahmen der konservativen Therapie ist eine konsequente physiotherapeutische Nachbehandlung entscheidend – nach dem Prinzip „Surgery for some, rehabilitation for all“.

Die Empfehlung einer konservativen Therapie sollte sorgfältig und differenziert gestellt werden. Das in der Vergangenheit teilweise vertretene Konzept, dass eine Erstluxation grundsätzlich konservativ behandelt werden sollte, basiert zum Teil auf älteren Studien, in denen überwiegend einseitige

operative Verfahren angewendet wurden und die Indikationsstellung weniger differenziert erfolgte. Heutzutage sollten bei der Therapieentscheidung auch weitere Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Hierzu zählen klinische Untersuchungsbefunde zur Ausprägung der Patellainstabilität, anamnestic Faktoren wie Sportarten mit häufigen Richtungswechseln, sowie zusätzliche bildgebende Befunde. Dazu gehören v.a. Gleitlagerdysplasien, eine Unterentwicklung des lateralen Femurkondylus mit Valgusausrichtung der Beinachse, Rotationsfehlstellungen, eine kleine Patella oder kombinierte Instabilitäten. Ebenfalls relevant für die Entscheidung zugunsten oder gegen eine konservative Therapie sind die Ergebnisse von Sillanpää et al. Diese Autoren konnten zeigen, dass das Risiko eines Misserfolgs der konservativen Therapie insbesondere bei femoralen Avulsionsrupturen des MPFL erhöht ist [77, 100].

Von unterschätztem Interesse sind unserer Erfahrung nach v.a. kombinierte Instabilitäten, bei denen insbesondere bei fehlenden knöchernen Pathologien gleichzeitig Rupturen des MPFL und des vorderen Kreuzbandes oder, in selteneren Fällen, auch des medialen Kollateralbandkomplexes auftreten können. Diese Verletzungskombinationen werden häufig übersehen [76]. Grundsätzlich sollte eine Patellainstabilität im Zusammenhang mit einer anteroposterioren tibiofemorale Instabilität adressiert werden. Wird eine gleichzeitige MPFL-Insuffizienz nicht berücksichtigt, kann die erhöhte Translation der Patella eine Ursache für das Versagen einer Kreuzbandrekonstruktion sein [43]. Hingegen führt die kombinierte Rekonstruktion von MPFL und vorderem Kreuzband nach unserer Erfahrung sowie entsprechend der Literatur zu sehr guten klinischen Ergebnissen [30, 76].

Letztlich basiert die Entscheidung für ein konservatives oder operatives Vorgehen stets auf der individuellen Situation der Patientin bzw. des Patienten. Liegt bspw. ein Unfall mit direkter Gewalteinwirkung auf die Knie Scheibe vor, und zeigen sich das patellofemorale Gleitlager sowie die Gelenkachsen regelrecht ausgebildet, während kombinierte Instabilitäten ausgeschlossen werden können, kann

eine konservative Behandlung zielführend sein. Sind zudem die sportlichen oder alltäglichen Aktivitäten der Patientin bzw. des Patienten überwiegend mit geringen Stop-and-Go- oder Rotationsbewegungen verbunden, bestehen gute Chancen für eine stabile Ausheilung unter konsequenter Durchführung eines konservativen Behandlungsschemas.

Operative Möglichkeiten

Nach einer Erstluxation zeigen sich in bis zu 96 % der Fälle Verletzungen des Bandhalteapparates in Form einer Ruptur des MPFL [5, 61]. Daher erscheint ein primärer weichteiliger Repair zunächst als naheliegende therapeutische Option. Dieses Vorgehen sollte jedoch kritisch bewertet werden. Erfolgt ein Repair, sollte dieser möglichst am Ort der Ruptur durchgeführt werden, meist in Form einer Refixation von Avulsionsverletzungen am femoralen Ansatz [96]. Zahlreiche Studien zeigen jedoch, dass eine MPFL-Rekonstruktion mittels Graft sowohl hinsichtlich des klinischen Outcomes als auch bezüglich der Rezidivluxationsrate dem primären Repair überlegen ist [42, 49, 97]. Vor diesem Hintergrund wird anstelle eines primären Repairs häufig eine augmentierende MPFL-Plastik empfohlen. Ein weiterer Vorteil dieses Vorgehens besteht darin, dass initial häufiger eine konservative Behandlung versucht werden kann. Im Gegensatz zur primären Rekonstruktion, die meist innerhalb weniger Tage bis Wochen erfolgen sollte, kann bei diesem Vorgehen zunächst konservativ behandelt und der klinische Verlauf beobachtet werden. Dies erlaubt einen zurückhaltenderen Umgang mit der Operationsindikation.

Hingegen hat sich die operative Rekonstruktion des MPFL mittels Auto- oder Allograft in den letzten Jahren als Standardverfahren zur Behandlung der rezidivierenden patellofemorale Instabilität etabliert. Systematische Reviews und Metaanalysen konnten zeigen, dass dieses Verfahren bei sorgfältiger Indikationsstellung zu sehr guten klinischen Ergebnissen mit niedrigen Rezidivraten führt. Dabei ist insbesondere der Ausschluss knöcherner Instabilitätsfaktoren von entscheidender Bedeutung [71, 93]. Für die

MPFL-Plastik sind verschiedene operative Techniken etabliert. Diese unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich der Art der Fixation, bspw. mittels Schrauben, Weichgewebsfixation, Ankern, Buttons oder transossärer Techniken, sowie in der Wahl des Transplantats und der Methode der Spannungseinstellung. Für die meisten dieser Techniken werden sehr gute klinische Ergebnisse berichtet [25, 27, 45, 48, 55, 72, 88].

Wir haben vor einigen Jahren die Technik einer ausbalancierten, implantatfreien und anatomischen MPFL-Rekonstruktion vorgestellt und klinisch nachuntersucht. An dieser Technik halten wir weiterhin fest (Abb. 3) [88]. Mit dieser Technik kann die Spannung des eingebrachten Sehnen-transplantats individuell und zuverlässig ausgetestet eingestellt werden. Daher haben wir dieses Verfahren als balancierte MPFL-Plastik beschrieben. Dieses einfache Vorgehen kann relevante Komplikationen der MPFL-Rekonstruktion reduzieren und gleichzeitig die patellare Alignmentanpassung optimieren [48, 88]. Aus unserer Sicht bietet diese Technik sowohl bei der singulären Rekonstruktion des MPFL als auch bei Kombinationseingriffen bspw. mit einer Trochleaplastik, multiplen Bandinstabilitäten oder endoprothetischen Versorgungen zahlreiche klinische Vorteile [88, 89, 91].

Unsere implantatfreie, ausbalancierte, anatomische MPFL-Plastik

Das betroffene Bein wird frei beweglich gelagert, um eine intraoperative Beurteilung der Patellaführung über den gesamten Bewegungsumfang des Kniegelenks zu ermöglichen. In unserer Technik verwenden wir bevorzugt die Gracilissehne als autologes Transplantat. Dies erlaubt ein schonendes Vorgehen mit vglw. niedrig volumigen Bohrkä-nälen. Die Verwendung von Hamstring-sehnen ist biomechanisch gut untersucht und stellt auch in der der Literatur eine etablierte Methode der MPFL-Rekonstruktion dar [3, 88]. Die Entnahme der Gracilissehne erfolgt entweder über einen ventralen Zugang im Bereich des Pes anserinus oder über einen dorsalen Zugang. Alternativ kann ein Allograft verwendet werden. Auch hiermit eine schonende und zuverlässige

Plastik möglich. Die mit der Gewinnung einer autologen Sehne verbundene Entnahmemorbidität entfällt. In einer umfassenden systematischen Übersichtsarbeit konnten Aliberti et al. zeigen, dass sowohl Autografts als auch Allografts vergleichbare klinische Ergebnisse erzielen können [3]. Insbesondere bei Revisionseingriffen, bei Kombinationsverletzungen wie einer gleichzeitigen Kreuzbandrekonstruktion oder bei Patientinnen und Patienten mit skelettaler Unreife greifen wir gerne auf Allografts zurück. Neuere Studien bestätigen, dass Allografts insbesondere bei skelettaler Unreife oder bei Revisions-eingriffen eine sichere und effektive Option darstellen [44, 56].

Beide Enden des Auto- oder Allograftes werden anschließend mit nicht resorbierbaren Fäden in Whips-titch-Technik oder mittels Loop-Nadel armiert (Abb. 3c). Zusätzlich werden Länge und Durchmesser des Transplantats bestimmt, um die erforderliche Größe der Knochenkanäle festzulegen. Die typische Länge des fertig präparierten Transplantats liegt – abhängig von der Größe des Kniegelenks – zwischen etwa 18 und 22 cm. Im nächsten Schritt erfolgt die Darstellung der medialen Patellakante. Hierzu wird ein etwa 3 cm langer Hautschnitt entlang des medialen Patellarrandes angelegt, wodurch die mediale Patellakante freigelegt wird. Anschließend erfolgt die Anlage v-förmiger Knochenkanäle zum Durchzug des MPFL-Grafts (Abb. 3a). Dazu werden zunächst 2 Führungsdrähte eingebracht, die während der Platzierung spürbar aufeinandertreffen sollten. Anschließend erfolgt die Überbohrung mit kanülierten Bohrern. Die Bohrkä-näle sollten möglichst vertikal und mit kleinem Durchmesser angelegt werden, wobei eine ausreichende Knochenbrücke zwischen den medialen Schenkeln erhalten bleiben muss. Dieses Vorgehen kann nach unserer Erfahrung das Risiko einer Patellafraktur sowie knöcherner Ausrisse reduzieren, die bei transversal verlaufenden Tunneln oder bei Verwendung von Schrauben hingegen keine seltenen Komplikationen darstellen [18, 36, 75]. Eine zusätzliche Schwierigkeit können mediale Patella-Ossikel darstellen, die gelegentlich nach stattgehabten Avulsionen der medialen

Patellakante beobachtet werden [78]. Um eine stabile und intakte mediale Patellakante zu gewährleisten, entfernen wir solche Ossikel routinemäßig. Erst nach dieser Vorbereitung werden die patellären Tunnel gebohrt.

Nach Anlage der v-förmigen Bohrkä-näle wird ein Durchzugsfaden mit einer Ösennadel durch den Knochenkanal geführt, über den das Transplantat anschließend eingezogen werden kann (Abb. 3b). Das vorbereitete Transplantat wird anschließend über die zuvor angelegten Armierungsfäden durch den Knochenkanal geführt (Abb. 3c). Nach Passage des Transplantats erfolgt die Präparation der Schicht zwischen der inneren und mittleren Gelenkkapsel. Die Platzierung des Transplantats zwischen diesen Kapselblättern verhindert ein mögliches Reiben am Femurkondylus und begünstigt gleichzeitig die Einheilung des Transplantats zwischen den Kapselblättern.

Anschließend erfolgt die Präparation des femoralen Ansatzpunktes des MPFL. Hierbei ist es wichtig die anatomische Insertion des MPFL am Femur exakt zu identifizieren. Daher empfehlen wir, den femoralen Insertionspunkt nicht nur palpatorisch, sondern zusätzlich im seitlichen Röntgen zu bestimmen. Hierbei verwenden wir die Methode nach Schöttle et al. (Abb. 3d) [73]. In unserer Technik wird nach Identifikation der Insertion ein K-Draht leicht ansteigend in Richtung des lateralen Gegenkortex vorgebohrt. Anschließend wird ein Blindtunnel zur Aufnahme des Transplantats und zur späteren Spannungseinstellung angelegt (Abb. 3e). Nach Passage zweier Ösendrähte, die vom blinden Ende des Tunnels divergierend von medial nach lateral durch den Femur geführt werden (Abb. 3f), werden die beiden Transplantatenden in den Blindtunnel eingezogen und die Armierungsfäden durch den lateralen Femurkortex ausgeleitet (Abb. 3g,h,i).

Im letzten Schritt werden die Fadenpaare auf dem lateralen Kortex über der Knochenbrücke zwischen den beiden Drahtaustrittsstellen zusammengeführt und angezogen (Abb. 3j). Anschließend erfolgt eine temporäre Fixation bei etwa 30° Kniebeugung mit einem Knotenschieber und einem einfachen Halbschlag, der mit einem Na-

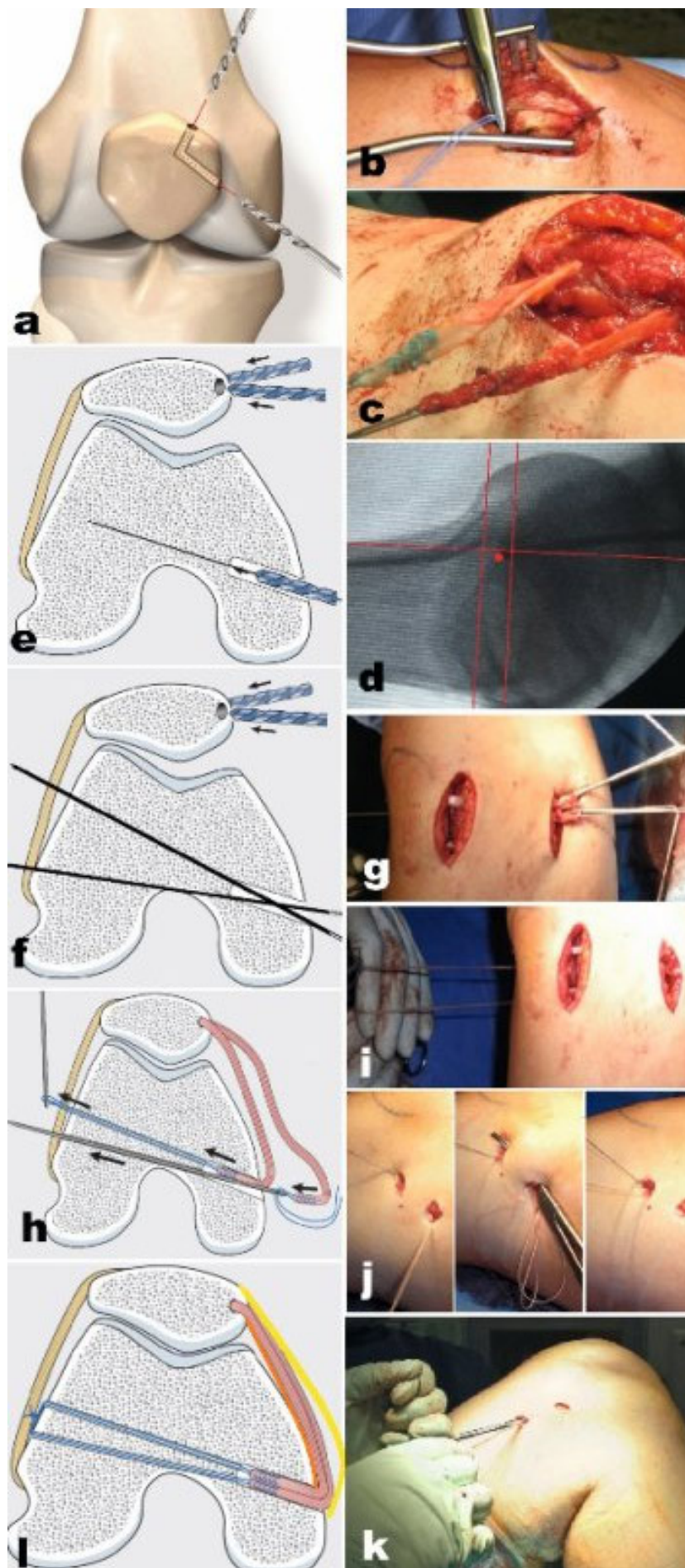


Abbildung 3 Unsere Technik einer implantatfreien, ausgetesteten und balancierten anatomischen MPFL-Plastik: **a** Bohrung eines V-förmigen 4,5–5 mm messenden Knochenkanals zur Passage des MPFL-Transplantats an der medialen Patellakante. Die Bohrungen erfolgen in unseren Händen kanüliert über einen zuvor gesetzten Draht. Die Bohrkanaäle sollten möglichst vertikal laufen und eine ausreichend weite (> 2 cm) Knochenbrücke bieten. **b** Mit einer Ohrnadel, deren Kreisbogen der v-förmigen Bohrung entspricht, wird ein Shuttlefaden oder direkt die Armierung durch den Knochen gezogen. **c** Über die Armierung wird die Sehne durch den v-förmigen Bohrkanaal durchgezogen. **d** Röntgenologisches Aufsuchen des anatomischen Insertionspunktes des MPFL bei deckungsgleich eingestellten Kondylen. Er liegt in einem gedachten Viereck ventral an der Tangentialen entlang der hinteren Kortikalis sowie zweier hierzu rechtwinkliger Linien durch das hintere Ende der Blumensaat-Linie. Von hier aus wird ein Führungsdraht leicht aufsteigend in Richtung äußerem Gegenkortex gebohrt. **e** Schaffung eines 4 cm langen Blindtunnels durch Überbohren des Führungsdrahtes. **f** Ausgehend vom Ende des Blindtunnels laufen zwei divergierende Ösendrahte durch den lateralen Kortex. **g** Die Armierungen mit den Graftenden werden durch eine zwischen dem inneren und äußeren Kapselblatt präparierten Passage zum Start des Blindtunnels geführt. Hier werden die Armierungen in die Ösen der beiden Ösendrahte eingezogen. **h** Über die Ösendrahte werden die Armierungen durch den lateralen Femurkortex ausgeleitet. Im Weiteren werden die Sehnenenden in den Blindtunnel eingezogen. **i** über die Armierungen werden die Sehnenende um die gleiche Länge in den Blindtunnel eingezogen. **j** Die Fadenpaare werden über einen Overhold unter Muskel- und Faszie direkt auf dem Oberschenkelknochen zusammengeführt. Zwischen den beiden Fadenpaaren darf nur noch die Knochenbrücke liegen. **k** Anschließend erfolgt eine temporäre Fixation bei etwa 30° Kniebeugung mit einem Knotenschieber. Mit einem einfachen Halbschlag, der mit einem Nadelhalter gesichert ist, erfolgt die temporäre Sicherung. Darauf folgt die dynamische Spannungsprüfung. Erst wenn das Gleiten der Patella im Gleitlager einen regelrechten Quadrantentest zeigt und keinerlei Überspannung in unterschiedlichen Beugegraden erkennbar ist, erfolgt die definitive Fixation mit einem Knotenschieber und zusätzlichen Halbschlägen. Nach der Austestung wird das eingespannte Transplantat mit mehreren Halbschlägen auf der Knochenbrücke permanent fixiert. Entsprechend der Passage zum Blindtunnel hin liegt das Graft zwischen dem inneren (gelb) und dem äußeren Kapselblatt (orange).

delhalter gesichert wird. Darauf folgt die individuelle und dynamische Spannungsprüfung. Erst wenn das Gleiten der Patella im Gleitlager einen regelrechten Quadrantentest zeigt und keine Überspannung in unterschiedlichen Beugegraden erkennbar ist, erfolgt die definitive Fixation mit einem Knotenschieber und zusätzlichen Halbschlägen (Abb. 3k,l). Unserer Erfahrung nach sowie entsprechend unseren klinischen Nachuntersuchungen stellt diese Methode der Weichteil-Alignment-Einstellung eine hilfreiche Unterstützung dar, um ein gutes funktionelles Ergebnis zu erreichen [88, 91].

An dieser Stelle ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass bei Patientinnen und Patienten mit offenen Wachstumsfugen Verletzungen der Physe vermieden werden sollten. Obwohl die femorale MPFL-Insertion im seitlichen Röntgenbild nachweislich distal der medialen Wachstumsfuge liegt [21], erscheint sie auf lateralen Röntgenaufnahmen häufig proximal oder auf Höhe der Physe. Dies lässt sich durch die konkave Krümmung der distalen femoralen Wachstumsfuge erklären. Daher ist bei der Durchführung anatomischer MPFL-Rekonstruktionen bei noch offenen Wachstumsfugen zusätzlich eine anterior-posteriore Röntgenaufnahme erforderlich. Zudem sollte die Platzierung für das Transplantat leicht distal von der Physe weggeneigt erfolgen [58]. Letztlich ist es wichtig, bei offenen Wachstumsfugen modifizierte operative Techniken zu verwenden.

Nachbehandlung nach MPFL-Rekonstruktion

Ein aktueller Reviewartikel, der verschiedene Nachbehandlungskonzepte nach MPFL-Plastik untersucht hat, zeigt, dass bislang kein Konsens über ein einheitliches Rehabilitationsprogramm besteht. Vielmehr findet sich ein breites Spektrum an Protokollen, das von sehr konservativen Ansätzen mit sehr langsamer Steigerung der Belastung und des Bewegungsumfangs bis hin zu rasch voranschreitenden, nahezu unlimitierten Rehabilitationsprogrammen reicht [41].

Für uns stellt eine rasche postoperative Rehabilitation einen entscheidenden Bestandteil der erfolgreichen Behandlung der patellofemoralen In-

stabilität dar. Ein besonderer Schutz der rekonstruierten medialen Strukturen steht dabei nicht im Vordergrund, da wir mit der beschriebenen Technik und einer vglw. progressiven Nachbehandlung bislang keine vermehrten Rezidivluxationen beobachtet haben. In einer eigenen Follow-up-Untersuchung über einen Zeitraum von 24 Monaten trat bspw. in keinem Fall eine erneute Luxation oder Subluxation der Patella auf [88]. Unser Ziel ist es, möglichst früh eine vollständige Beweglichkeit des Kniegelenks zu erreichen. Gleichzeitig erfolgt eine kontrollierte Steigerung der Belastung. Dass dieses Vorgehen sinnvoll sein kann, zeigt unter anderem eine Studie, in der traditionelle Rehabilitationskonzepte mit einer langsamen Steigerung der Beweglichkeit von 30° auf 90° innerhalb von 4 Wochen mit einem progressiveren Ansatz verglichen wurden. Dabei zeigte sich unter dem progressiven Rehabilitationsprotokoll eine frühere Wiederherstellung der Kniegelenksfunktion sowie eine geringere Muskelatrophie. Negative Auswirkungen auf die Patellastabilität wurden nicht beobachtet [95].

Nach einer kurzen Phase der Teilbelastung an Unterarmgehstützen über maximal 2 Wochen erfolgt bei uns frühzeitig eine schmerzadaptierte Aufbelastung des operierten Beines entlang der individuellen Schmerzgrenze. Parallel dazu wird eine funktionelle, nicht limitierende Knieorthese eingesetzt, die eine kontrollierte Steigerung von Belastung und Bewegungsumfang unterstützen soll. Die passive und aktive Mobilisation des Kniegelenks beginnt in der Regel bereits am Operationstag. Auf einer CPM-Motorschienen wird die Flexion entsprechend der Schmerzgrenze freigegeben. Eine zusätzliche Limitierung der schmerzadaptierten Beweglichkeitssteigerung hinsichtlich Extension oder Flexion empfehlen wir nicht. Daher auch für die verordnen wir regelmäßig eine Motorschiene, bei der die Beweglichkeit ohne Limitierung gesteigert werden sollte.

Hsu und Kollegen haben in einem aktuellen Konzeptreview hervorgehoben, dass insbesondere neuromuskuläre Trainingsprogramme eine wichtige Rolle bei der Prävention erneuter Instabilitätsereignisse spielen [34]. In unserem Behandlungskonzept stellt

die frühzeitige Aktivierung der Quadrizepsmuskulatur einen zentralen Bestandteil der Rehabilitation dar. Daher verordnen wir ergänzend zur aktiven Physiotherapie auch ein EMS-Stimulationsgerät. Im weiteren Verlauf wird die Physiotherapie intensiviert und schrittweise durch propriozeptive Übungen sowie Koordinations- und Stabilisationstraining ergänzt. Im Rahmen der Rückkehr zum Sport beginnen wir in der Regel zunächst mit Lauftraining, bevor anschließend pivotierende Sportarten aufgenommen werden. Sportart spezifisches Training kann in der Regel nach etwa 10 Wochen wieder aufgenommen werden.

In unserer Patientenkohorte waren mehr als zwei Drittel der Patientinnen und Patienten vor der Operation sportlich aktiv. Von diesen konnten nahezu alle nach durchschnittlich 3–4 Monaten zu ihrer ursprünglichen Sportart und zur vollen Aktivität zurückkehren. Damit liegen unsere Ergebnisse im oberen Bereich der in der Literatur beschriebenen Rückkehrquoten zum Sport, bei denen die meisten Patientinnen und Patienten zu ihrem präoperativen Aktivitätsniveau zurückkehren [26, 34, 37, 46, 65, 71, 101]. Sicherlich ist für die MPFL-Plastik eine sorgfältige Indikationsstellung, bei der v.a. knöcherne Faktoren nicht außer Acht gelassen werden, wesentlich um zu entsprechend wertvollen Ergebnissen zu gelangen.

Eine aktuelle Studie untersuchte den Einfluss psychologischer Faktoren und Persönlichkeitsmerkmale auf das funktionelle Ergebnis des Kniegelenks sowie auf die Rückkehr zum Sport nach einer MPFL-Rekonstruktion. Dabei zeigte sich, dass Patientinnen und Patienten mit geringerer Fokussierung und Rumination über Schmerzen sowie weniger Angst vor Bewegung (Kinesiophobie) nach der Operation eine bessere Kniefunktion aufweisen. Auch ein höheres Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten (Selbstwirksamkeit) war mit besseren klinischen Ergebnissen verbunden. Patientinnen und Patienten mit ausgeprägter Bewegungsangst und verstärkter Schmerzwahrnehmung fühlten sich hingegen weniger bereit, wieder sportlich aktiv zu werden [66]. Die Berücksichtigung dieser Faktoren bereits vor der Operation kann dazu beitragen, die Rehabilitation indi-

viduell anzupassen. Ebenso wichtig ist ein vertrauensvolles Verhältnis zwischen Ärztin bzw. Arzt und Patientin bzw. Patient sowie das frühzeitige Klären offener Fragen. Ein stabiles Vertrauensverhältnis zeigt sich häufig durch eine offene Kommunikation, bei der bspw. nicht nur über Beschwerden, sondern auch über sensible Themen wie Ängste oder Unsicherheiten gesprochen wird. Auch aktive Fragen der Patientin bzw. des Patienten, der Wunsch nach gemeinsamer Entscheidungsfindung sowie positive nonverbale Signale wie Blickkontakt und eine entspannte Körperhaltung können auf ein gutes Vertrauensverhältnis hinweisen. Ich habe schon Patientinnen bzw. Patienten erlebt, bei denen ich den Eindruck hatte, dass die körperliche Untersuchung aufgrund einer Kinesiophobie erschwert und das Vertrauen nicht so recht aufzubauen war. Auch wenn Patientinnen und Patienten in solchen Situationen mitunter eine rasche operative Versorgung wünschen, kann es sinnvoll sein, einen weiteren Untersuchungstermin anzusetzen. In dieser Zeit kann die Ausgangssituation häufig verbessert werden, sodass eine höherwertigere klinische Untersuchung und gemeinsame Entscheidungsfindung besser möglich werden. Beispiele sind eine Motorschiene um die entspannte Beweglichkeit zu fördern, eine unterstützende, unlimitierte Orthese, um die Gangsicherheit zu verbessern, eine Physiotherapie im Sinne einer Prähabilitation oder einfach Informationsmaterial, um den Patientinnen und Patienten mehr Möglichkeiten zur aktiven Mitwirkung zu verschaffen. So besetzt sich oft die Möglichkeit eine sichere Untersuchung durchzuführen, gemeinsam zu entscheiden und vertrauensvoll durch die postoperative Phase zu kommen. Dieses Vorgehen ist m.E. plausibel, da jeder Mensch unterschiedlich viel Zeit benötigt, um Vertrauen zu anderen oder zu ihren eigenen Fähigkeiten aufzubauen.

Diskussion

In der Literatur zur MPFL-Plastik werden persistierende Bewegungsdefizite und/oder vordere Kniebeschmerzen mit Häufigkeiten zwischen etwa 19% und 50% beschrieben. In einem Teil dieser Fälle kann eine Mobilisation des Kniegelenks unter Narkose erforderlich

sein. Rezidivluxationen oder persistierende Instabilitätsbeschwerden werden ebenfalls berichtet, treten jedoch vergleichsweise selten auf [15, 16, 33, 36, 38, 50, 59, 64]. Unserer Erfahrung nach – und entsprechend der Einschätzung der Mehrheit der Autorinnen und Autoren – sind viele der beschriebenen Komplikationen auf OP-technische oder indikationsbezogene Faktoren zurückzuführen. Dies betrifft sowohl Bewegungsdefizite mit vorderen Kniebeschmerzen als auch die Entwicklung einer frühen Arthrose, erneute Luxationen oder persistierende Instabilitätsbeschwerden. Häufig liegen diesen Problemen Fehlindikationen zugrunde, wie bspw. nicht ausreichend berücksichtigte höher gradige Trochleadyplasien [19, 20, 47, 59, 82, 83].

Darüber hinaus können Schwierigkeiten bei der korrekten Spannungseinstellung des Transplantats eine wesentliche Rolle spielen [14, 19, 51, 52, 83]. Eine Übersichtsarbeit zur MPFL-Rekonstruktion von Chouteau stellte fest, dass eine erhöhte Transplantatspannung mit Flexionskontrakturen und Schmerzen zu den häufigsten Komplikationen gehört und betonte daher die Notwendigkeit von Techniken, die Probleme bei der korrekten Transplantatspannung verhindern [14]. Damit stellt die MPFL-Rekonstruktion die Herausforderung dar, nachdem einerseits eine ausreichende Stabilisierung der Patella zu erreichen ist und andererseits das Risiko einer Überspannung des Transplantats minimiert werden sollte. Dies erscheint logisch. Laut Literatur ist es bereits schwierig, den optimalen Flexionsgrad für die Transplantatfixation zu bestimmen, um eine physiologische Spannung zu erreichen. Feller et al. empfehlen bspw., das Transplantat bei einer lateralen Verschiebung der Patella von etwa einem Quadranten und bei 20° Kniebeugung zu fixieren [22]. Andere Autorinnen und Autoren bevorzugen eine Position zwischen 60° und 90° Kniebeugung, da in diesen Beugegraden möglicherweise eine genauere Positionierung der Patella im tieferen Bereich der Trochlea erreicht werden kann [13, 81]. Zusammenfassend werden in der Literatur Fixationspositionen zwischen vollständiger Streckung und etwa 90° Kniebeugung beschrieben [7, 46, 58, 79, 86]. Der optimale Flexionsgrades

für die Transplantatfixation ist hier nach nicht abzuleiten.

Unsere Technik, bei der die Transplantatspannung und die Patellabewegung in Beugung und Streckung inkl. Quadrantentest unter temporärer Fixation getestet wird, stellt hier eine sinnvolle Lösung dar. Mit der Tiefe des Einzugs der Graftenden kann die Spannungseinstellung im Weiteren individuell angepasst bzw. ausbalanciert werden. Erst wenn einerseits das Weichteilaligament wiederhergestellt ist und andererseits eine Überspannung mit erhöhtem Drücken hinter der Kniescheibe konsequent vermieden ist, erfolgt die permanente Graft-Fixation anhand der mit dem Knotenscheiber vorgeschobenen Halbschläge (Abb. 3k,l).

Ein weiterer Aspekt unserer Methode ist die Verwendung einer doppelschläufigen Rekonstruktion (Abb. 3l). Zahlreiche Metaanalysen und vergleichende Studien berichten über bessere klinische Ergebnisse im Kujala-Score sowie über geringere Versagensraten bei doppelschläufigen Transplantattechniken im Vergleich zu Techniken mit einfacher Transplantatkonfiguration [54, 63, 88, 92, 94]. Dies erscheint plausibel, da ein doppelschläufiges Transplantat während der postoperativen Mobilisation – bspw. im Rahmen der Motorschienenbehandlung – mehr Spielraum hat, sich entlang des Patella gleitweges sowie innerhalb des femoralen Blindtunnels an die bestehenden Spannungsverhältnisse anzupassen und sich funktionell zu setzen. Dieser Effekt könnte ebenfalls zu den in unserer Serie beobachteten guten klinischen Ergebnissen beitragen.

Zudem ist auf die intraoperative röntgenologische Detektion des femoralen Insertionspunktes anstelle einer rein palpatorischen Identifikation einzugehen. Eine MRT-Studie von Servien et al. zeigte, dass fehlerhaft positionierte femorale Bohrtunnel bei MPFL-Rekonstruktionen nicht selten sind. In bis zu 35% der Fälle liegen die Tunnel zu weit anterior und/oder proximal [74]. Weitere Untersuchungen konnten zeigen, dass solche Fehlpositionierungen mit einem schlechteren klinischen Outcome-Score sowie mit messbar erhöhten Spannungen und Anpressdrücken im retropatellaren Gelenk während der Kniebeugung verbunden sind [20, 29, 82]. Klinisch

äußert sich dies häufig durch vordere Kniebeschmerzen und Bewegungseinschränkungen. Herschel et al. konnten zeigen, dass die röntgenologische Bestimmung der femoralen Insertion zuverlässiger ist als die alleinige palpatorische Orientierung [29]. Vor diesem Hintergrund halten wir eine intraoperative röntgenologische Kontrolle des femoralen Insertionspunktes für sinnvoll. Besonders etabliert hat sich hierbei die Methode nach Schöttle et al., bei der die femorale Insertion im seitlichen Röntgenbild lokalisiert und anschließend für die weiteren Operationsschritte mit einem K-Draht markiert wird (Abb. 3d) [73].

Ein anderer Aspekt betrifft die Fixation des Transplantats. Implantatbasierte Techniken verwenden häufig Interferenzschrauben oder Schraubanker. Diese Implantate können Komplikationen, wie frühe und schmerzhafte Implantatlockerungen, ein Implantatversagen mit Rezidivinstabilitäten, Osteolysen oder auch Patellafrakturen, meist in Form von Querfrakturen entlang der eingebrachten Implantate auslösen [18, 75]. In diesem Zusammenhang ist eine aktuelle Kadaverstudie von Interesse. Hier zeigte sich, dass die Insertion einer femoralen Interferenzschraube die Transplantatspannung bei der MPFL-Rekonstruktion signifikant erhöhen kann, teilweise um mehr als 500%. Diese unbeabsichtigte Spannungszunahme trat selbst unter niedrigen Vorspannungen auf [1]. Dieser Effekt sowie mögliche Gegenmaßnahmen sollten bei der Entscheidung für die Verwendung entsprechender Implantate berücksichtigt werden. Auch ist zu bedenken, dass die rezidivierende Patellaluxation überwiegend eine junge Patientengruppe betrifft [64], so dass es sinnvoll erscheint Fremdmaterialien zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund erscheinen implantatfreie Techniken besonders interessant. Mehrere Studien, Metaanalysen und auch eigene klinische Untersuchungen beschreiben diese Verfahren als sicher und effektiv [32, 48, 88].

Ein weiterer Aspekt ist die Wahl des Transplantats. Autologe Hamstringsehnen gelten weiterhin als Standardtransplantat für die MPFL-Rekonstruktion. Systematische Reviews zeigen jedoch, dass auch mit Allografts vergleichbare klinische Ergebnisse erzielt werden [3]. Insbesondere bei Pa-

tientinnen und Patienten mit skelettaler Unreife oder bei Kombinationsverletzungen, die bspw. eine gleichzeitige Kreuzbandrekonstruktion erfordern, können Allografts Vorteile bieten. In diesen Situationen kann durch die Verwendung eines Allografts eine zusätzliche Entnahmemorbidität vermieden werden [35]. Letztlich kann das Thema Transplantatwahl individuell mit der Patientin bzw. dem Patienten entschieden werden.

Viel wichtiger als die geeignete Technik ist eine sorgfältige, individuelle Indikationsstellung zur MPFL-Plastik. Hierzu gehört eine umfassende klinische und bildgebende Diagnostik knöcherner Fehlbildungen, bspw. der relativ häufig vorkommenden Trochleadyplasie, aber auch von Achsfehlstellungen, Rotationsfehlern oder einem ausgeprägten Patellahochstand. Werden entsprechende knöchernen Ursachen hingegen nicht berücksichtigt, muss mit schlechteren funktionellen Ergebnissen, eingeschränkter Sportfähigkeit und einer frühzeitigen Arthroseentwicklung gerechnet werden. Demnach sind bei zusätzlichen knöchernen Risikofaktoren entsprechende Korrekturen sinnvoll, um die individuelle Anatomie und Pathophysiologie gezielt zu adressieren. Aus diesem Grund werden in der Praxis häufig kombinierte weichteilige und knöchernen Eingriffe durchgeführt. Insbesondere die Kombination aus Trochleoplastik und MPFL-Rekonstruktion stellt ein erfolgreiches, allerdings an nur wenigen Standorten routinemäßig durchgeführtes Verfahren dar. Hier zeigen keine oder allenfalls minimale Relaxationsraten, überwiegend unauffällige klinische Stabilitätsbefunde, nahezu normalisierte Outcome-Scores, hohe Return-to-Sports-Raten und erste Hinweise auf eine verlangsamte Progression der patellofemoralen Arthrose [8, 9, 10, 11, 12, 57, 91, 98, 102]. Daher ist es unser Behandlungskonzept, Trochleoplastiken, Osteotomien usw. auch konsequent zu empfehlen, wenn eine entsprechende Indikation vorliegt.

Fazit

Vor einer konservativen oder operativen Therapie der akut oder chronisch instabilen Patella ist eine sorgfältige klinische und bildgebende Diagnostik

einschließlich MRT erforderlich. Die bildgebenden Befunde sind häufig vielfältig und müssen mit den klinischen Untersuchungsergebnissen korreliert werden. Unsere implantatfreie, ausbalancierte Rekonstruktion des medialen patellofemoralen Ligaments stellt eine effektive und reproduzierbare Methode zur Behandlung der patellofemoralen Instabilität dar. Durch die anatomische Rekonstruktion kann eine physiologische Stabilisierung der Patella erreicht werden. Der Verzicht auf Implantate kann das Risiko implantatassoziierter Komplikationen reduzieren. Die transossäre Fixation in der Kniekehle und im Femur ermöglicht eine stabile Verankerung des Transplantats. Entscheidend für den Operationserfolg sind eine präzise femorale Tunnelposition sowie eine sorgfältige intraoperative Spannungsbalancierung. In Kombination mit einer Rehabilitation können sehr gute funktionelle Ergebnisse mit hohen Return-to-Sports-Raten erzielt werden.

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.



Fotonachweis Autorenfoto

Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. Lars Victor
von Engelhardt**
**Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie
und Sportmedizin**
Klinikum Peine AöR
Akademisches Lehrkrankenhaus
31226 Peine
Universität Witten/Herdecke
Alfred-Herrhausen-Straße 50
58455 Witten
larsvictor@hotmail.de