

## 6. DISKUSSION

Aufgrund der Kenntnisse über die Pathomorphologie des instabilen Patellofemoralgelenkes und der Ergebnisse nach Behandlung der passiven Stabilisatoren muss die propagierte Therapie zur Behandlung der patellofemorale Instabilität durch Eingriffe am Streckapparat neu durchdacht werden. Unter Berücksichtigung der Topographie der anatomischen Strukturen, die durch einen Transfer der Tuberositas oder einen Versatz des VMO beeinflusst werden, muss man diese Eingriffe und ihren Einfluss auf die patellofemorale Instabilität sehr kritisch sehen, denn der Faserverlauf des VMO und der lateralen Kapsel sind so ausgerichtet, dass sie in strecknahen Kniegelenkstellungen eine longitudinale Verlaufsrichtung aufweisen und weder eine medialisierende noch eine posteriorisierende Wirkung hat. Eine stabilisierende Wirkung in der Transversalebene tritt erst ab Flexionsstellungen über  $60^\circ$  ein und lässt sich auch durch eine Medialisierung der Tuberositas nicht verändern. Außerdem muss bedacht werden, dass die Eingriffe am Streckapparat zwar im muskelrelaxierten Zustand zu einer Medialisierung der Patella führen, aber ohne Einfluss auf die Patellalateralisierung bei Quadricepsaktivierung bleiben, denn weder bei der Medialisierung der Tuberositas noch bei der Anterolateralisierung des VMO wird der Ursprung und damit der Richtungsvektor des Quadriceps verändert. Zudem besteht neben den bekannten Komplikationen wie massiver postoperativer Schmerzen (Insall), massiver Narbenbildung, Pseudarthrose (Transfer der Tuberositas), und Infekt die nicht kontrollierbare Gefahr, dass der mediale patellofemorale Facettendruck unphysiologisch erhöht wird. Außerdem kann eine Tuberositasmialisierung den lateralisierenden Vektor des Tractus und des Vastus lateralis in Flexionen über  $60^\circ$  so vergrößern, dass die Patella einen massiven Zug nach lateral erfährt, der nicht nur zu einer Druckerhöhung in der lateralen Trochleafacette, sondern sogar zu einer lateralen Luxation oder Subluxation führen kann. Bei ausgedehnter Anterolateralisierung des VMO kann in Flexionen über  $60^\circ$  der medialisierende Zug auf die Patella in der Transversalebene fehlen, was eine Subluxation noch begünstigen würde. Da zudem weder die knöchernen Geometrie der Trochlea noch der mediale patellofemorale Weichteilkomplex - ausschlaggebende Stabilisatoren des Patellofemoralgelenkes in strecknaher Gelenkstellung (Luxationsstellung) - durch Eingriffe am Streckapparat beeinflusst werden, sollten diese ausgesprochen kritisch bedacht werden und nur sehr dosierten Einsatz finden.

Da man heute davon ausgehen kann, dass eine patellofemorale Instabilität ohne Präsenz bestimmter Risikofaktoren nicht auftritt, ist es das Ziel unserer Behandlungsstrategie, diese Risikofaktoren zu beseitigen und die Strukturen zu therapieren, die hauptsächlich für die Instabilität verantwortlich sind. Gleichzeitig muss ein Verfahren gewählt werden, das dem Patienten eine baldige Mobilisierung ermöglicht und eine Stabilität im gesamten Bewegungsumfang des Knie ohne Auftreten eines patellofemorales Schmerzsyndroms gewährleistet.

Als hauptsächlichlicher Risikofaktor gilt die Trochleadysplasie (statischer Faktor) <sup>127</sup>, die bei 84 % der Patienten mit rezidivierender Patellaluxation nachgewiesen werden konnte <sup>37</sup>. Umso ausgeprägter diese Dysplasie ist, desto stärker beeinflusst sie die patellofemorale Kinematik durch Vergrößerung von Tilt, Shift und Patellahöhe. Weiterhin gilt ein insuffizienter medialer Bandapparat (passiver Faktor) als Risikofaktor, da dieser in Streckung der einzige Widerstand gegen die muskulär bedingte Lateralisierung der Patella ist. Während die Trochleadysplasie jedoch vererbbar ist <sup>58, 139</sup>, kann der mediale patellofemorale Komplex aufgrund einer Trochleadysplasie hypoplastisch verändert <sup>12, 56, 126</sup> oder in Folge einer Patellaluxation rupturiert sein <sup>38, 99</sup>; diese Insuffizienz ist jedoch nicht genetisch verankert.

Da der TTTG-Abstand als Quantifizierung der die Patella lateralisierende Kraft gilt, müssen weiterhin alle Morphologien, die diesen Abstand vergrößern, als Risikofaktoren betrachtet werden: neben der Trochleadysplasie gehören dazu eine Antetorsion des Femur, eine eventuell kompensierende Tibia-Außenrotation und eine Valgsufelstellung <sup>121</sup> – alles knöchern bedingte, also statische Faktoren. Die bislang als Risikofaktor gewerteten Befunde wie ein vergrößerter patellofemorales Tilt und Shift oder ein Patellahochstand betreffen die patellofemorale Korrelation und werden von uns als Folge pathologisch veränderter statischer oder passiver Faktoren betrachtet; sie sollten nicht als eigenständige Risikofaktoren verstanden werden <sup>126</sup>, sondern maximal als Hinweis auf eine patellofemorale Instabilität. Daher ist die korrekte Behandlung der patellofemorales Instabilität eine Normalisierung des statischen und passiven Faktors, die in der Folge zu einer Normalisierung der patellofemorales Relation führen. Um die tatsächlichen Risikofaktoren sicher ab zu klären, gehört neben einer gründlichen Anamnese und einer klinischen Untersuchung zur Beurteilung der patellofemorales Dynamik in erster Linie eine reproduzierbare radiologische Diagnostik.

Dazu sollte in der erstmaligen Untersuchung ein streng seitliches Röntgenbild angefertigt werden, um einen ersten Hinweis auf eine eventuelle Pathomorphologie der Trochlea zu erhalten<sup>37</sup>. Derotierte Aufnahmen dürfen dabei nicht akzeptiert und auf keinen Fall bewertet werden, da sie zu einer Fehleinschätzung der Trochleamorphologie führen<sup>74</sup>. Da konventionell axiale Aufnahmen weder einen Aufschluss über die Trochleamorphologie noch über die patellofemorale Kinematik geben, werden sie in der patellofemorale Diagnostik nicht benötigt<sup>86, 88, 89</sup>. Da aber eine reproduzierbare Beurteilung der Trochleamorphologie und der patellofemorale Relation in der axialen Ebene notwendig, aber nur in Bezug zu einer posterioren Referenz (posteriore Condylenlinie) möglich ist, ist die Schnittbildgebung Mittel der Wahl in der patellofemorale Diagnostik. Da bei Patellaluxationen das Risiko einer knorpeligen Abscherung entweder von der Patella oder vom lateralen Condylus besteht, die weder auf konventionellen Aufnahmen noch mittels CT sicher ausgeschlossen werden kann, ist das MRT das Diagnostikum der Wahl nach Patellaluxation. Es ermöglicht im Vergleich zum CT zudem die Beurteilung des Gelenkflächenknorpels, der ligamentären Strukturen und inzwischen auch des knorpeligen TTTG-Abstandes<sup>122</sup> bei einer deutlich geringeren Strahlenbelastung. Mittels der Befunde dieses MRT kann die weitere Behandlungsstrategie festgelegt werden.

Entsprechend der Anamnese muss man die akuten und chronischen sowie die einmaligen und die rezidivierenden Luxationen voneinander unterscheiden und die Behandlung danach ausrichten:

Wenn es sich bei der Luxation um eine **akute oder subakute (weniger als 3 Wochen) Erstluxation** handelt, kann man eine arthroskopische Raffung in Betracht ziehen. Da wir zeigen konnten, dass dieser minimal invasive Eingriff ohne postoperative Komplikationen bei konkaver Trochlea in allen Fällen und bei höhergradigen Trochleadysplasie (Typ B-D) immerhin noch in 80 % zu einer stabilen Gelenksituation geführt hat, und eine Arthroskopie aufgrund begleitender Knorpeldefekte auf jeden Fall durchgeführt werden muss, halten wir diesen Eingriff im akuten oder postakuten Zustand für indiziert<sup>123</sup>, vor allem da die Reluxationsrate beim konservativen Vorgehen mit bis zu 90 % angegeben wird<sup>59</sup>.

Außerdem kann dieser Eingriff auch bei jungen Patienten mit noch offenen Epiphysenfugen durchgeführt werden, bei denen eine Trochleoplastik kontraindiziert und eine anatomische MPFL-Rekonstruktion nur eingeschränkt möglich ist, da die femorale Fixation genau im Bereich der Epiphysenfuge liegt. Da die Reluxationsrate im patellofemorale Gelenk ähnlich wie bei der Schulterinstabilität bei jungen Patienten am höchsten ist und mehrfache Luxationen die Gefahr einer

frühzeitigen Arthrose erhöhen, denken wir, dass dieser minimal invasive Eingriff auch bei Erstluxationen und bei Jugendlichen indiziert ist, da die Stabilitätsrate nach diesem Eingriff deutlich höher als die der konservativen Behandlung liegt. Somit können Folgeschäden verhindert und eine zügige Rückkehr ins alltägliche Leben ohne Schonhaltung ermöglicht werden.

Wenn bei diesen Patienten zu einem späteren Zeitpunkt, bei dem die Epiphysenfugen eventuell schon verschlossen sind, eine Reluxation auftritt, werden sie behandelt wie **Patienten mit rezidivierenden oder chronischen Luxationen:**

Oftmals wird die Patellaluxation initial nicht diagnostiziert, da sie von alleine reponiert, und die Verdachtsdiagnose wird erst bei wiederholten Luxationen oder wegen einem persistierenden Apprehension-Syndrom gestellt.

In diesen Fällen ist die spezifische Anamnese zur Erfassung vorangegangener Ereignisse sowie die Familienanamnese von besonderer Bedeutung. Auch bei diesen Patienten wird ein konventionelles streng seitliches Röntgenbild zur Orientierung und ein MRT des Knies angefertigt, um die Trochleamorphologie, die patellofemorale Korrelation sowie den medialen patellofemorale Weichteilkomplex zu beurteilen.

Bei Patienten mit einer hochgradigen Trochleadysplasie Grad C oder D nach Dejour <sup>34</sup> sowie einer konvexen Trochlea mit einem erhöhten TTTG-Abstand von mehr als 20 mm sollte eine Trochleaplastik als Primäreingriff in Betracht gezogen werden. Dadurch wird nicht nur die Trochleamorphologie normalisiert, sondern auch die patellofemorale Relation (Tilt, Shift und Höhe) und der TTTG-Abstand, ohne den Streckapparat direkt zu adressieren und zu riskieren, dass dadurch der mediale patellofemorale Facettendruck steigt. Wegen vorangegangener Luxationen ist die Trochlea jedoch in vielen Fällen schon degenerativ verändert, so dass eine Trochleaplastik kontraindiziert ist, da beim Abheben und Readaptieren eines arthrotisch veränderten Knochen-Knorpelflakes mit einer Ausdehnung der Arthrose gerechnet werden muss. In diesen Fällen ist eine Adressierung der passiven knöchernen Stabilisatoren nicht möglich, und die patellofemorale Stabilität kann nur durch die Rekonstruktion des MPFL gesichert werden.

Oftmals ist die Trochleadysplasie aber auch so gering ausgeprägt, dass die Instabilität durch isolierte Eingriffe am medialen patellofemorale Komplex behandelt und die ausgesprochen aufwendige und schwierige Trochleaplastik umgangen werden kann.

Da ähnlich wie beim medialen Seitenband nach mehrfacher Verletzung der mediale patellofemorale Komplex gedehnt und das Heilungspotential des medialen Weichteilapparates nicht mehr vorhanden ist, wäre eine arthroskopische Raffung ohne Wirkung. In diesen Fällen ist die anatomische Rekonstruktion mittels freiem autologen Sehnen-Transplantat sinnvoll. Die zuvor beschriebene Doppelbündel-Technik ist besonders bei Patienten mit einer begleitenden Trochleadysplasie von besonderer Bedeutung, da davon ausgegangen wird, dass der proximale Anteil des MPFL in Knieextension gespannt ist und stabilisiert, während sich das distale Bündel mit zunehmender Flexion anspannt und den die Patella lateralisierenden Muskelkräften entgegen wirkt, wenn diese eigentlich von der trochleären Grube geführt werden sollte. Da dies bei Patienten mit einer Trochleadysplasie jedoch nicht möglich ist, ist das MPFL der einzige Faktor, um passive und statische Stabilisatoren zu kompensieren und die Patella in der Transversalebene zu medialisieren, bis ein Flexionsgrad erreicht ist, ab dem die Quadricepsmuskulatur sowie die laterale Kapsel ebenfalls einen stabilisierenden Effekt haben oder die Patella von der Notch geführt wird.

In Fällen mit rezidivierenden Luxationen oder persistierendem Apprehension sowie Patienten mit Reluxation nach arthroskopischer Raffung bei zugrunde liegender Trochleadysplasie ist daher die MPFL Rekonstruktion mittels freiem Gracilis-Transplantat Mittel der Wahl und zeigt bis dato keine Reluxation, kein patellofemorales Schmerzsyndrom und eine Beseitigung des Apprehension-Zeichen in fast allen Fällen <sup>124, 125</sup>.

Zusammenfassend können wir festhalten, dass Eingriffe am Streckapparat zur Behandlung einer patellofemorale Instabilität nicht indiziert sind, sondern die statischen knöchernen und Weichteilstabilisatoren behandelt werden müssen. Dabei hat sich gezeigt, dass das Ausmaß einer begleitenden Trochleadysplasie und der Zustand des MPFL die bestimmenden Faktoren sind. Vor jeglicher Indikationsstellung ist daher eine radiologische Diagnostik mittels MRT zwingend, um sowohl die Trochleamorphologie, als auch die patellofemorale Korrelation sowie den Knorpel und den medialen Weichteilkomplex zu beurteilen.

Im akuten Zustand sowie bei offenen Epiphysenfugen empfehlen wir auch bei begleitender Trochleadysplasie die arthroskopische Raffung, da diese in 80 % zu einer stabilen Gelenksituation führen kann, während die konservative Behandlung eine Relaxationsrate von bis zu 90 % aufweist. Durch eine Prävention von Relaxationen kann eine frühzeitige Degeneration vermieden werden.

Im chronischen Zustand muss entweder der passive oder der statische Stabilisator rekonstruiert respektive wieder hergestellt werden. In den Fällen einer hochgradigen Trochleadysplasie Grad C und D sollte die Durchführung einer Trochleoplastik in Betracht gezogen werden. Da diese aber in vielen Fällen wegen schon bestehender arthrotischer Veränderungen nicht möglich ist und von vielen Zentren nicht operiert wird, kann man als Alternative eine anatomische MPFL-Rekonstruktion durchführen, wobei in diesen Fällen beide Bündel rekonstruiert werden müssen, um auch in Flexionsstellungen über 30° eine Stabilität zu gewährleisten.

In den Fällen mit einer Trochleadysplasie Grad B ist eine Trochleoplastik nicht indiziert, und eine isolierte MPFL-Rekonstruktion mittels Gracilissehne ist vollkommen ausreichend und zeigt hervorragende Ergebnisse.

In keinem dieser Fälle ist aber eine Medialisierung der Tuberositas oder ein laterales Release notwendig, da die passiven bestimmenden Faktoren nicht beeinflusst werden, sondern strecknah zu einer medialen Druckerhöhung und in tiefer Flexionsstellung zu einer Patellalateralisierung führen können.