

3. KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN

3.1 DIE BESTIMMUNG DES TTTG IN DER KERNSPINTOMOGRAPHIE

Wie in der Einleitung erwähnt, ist man aufgrund einer hohen Rate falsch negativer Ergebnisse bei rotierten „streng“ lateralen Bildern und der Unmöglichkeit, die Trochleamorphologie und –form sicher zu beurteilen, von der konventionellen Radiologie abgerückt, um das patellofemorale Gelenk zu beurteilen. Um diese Fehler zu umgehen und gleichzeitig die Trochleamorphologie und die patellofemorale Relation zu beurteilen, hat sich die Schnittbildgebung als Mittel der Wahl durchgesetzt. Mit dieser Bildgebung ist es möglich, die Trochleatiefe, die Condylenhöhe, den lateralen Trochleaslope und die transversale Trochleaposition zur Beurteilung der Trochleamorphologie zu vermessen. Zur Beurteilung der patellofemorale Relation muss aber auch die Patellaposition per se und ihre Relation zur Trochlea beurteilt werden können. Auch dies ist mit der Schnittbildgebung im Gegensatz zur konventionellen Bildgebung möglich^{79, 86, 89}. Auf Schnittbildern ist der patelläre Tilt und Shift sowie die Relation zwischen patellärem Giebel und trochleärer Grube zu beurteilen. Die Messungen sind sowohl auf dem CT als auch mittels MRT durch zu führen, wobei das MRT den Vorteil bietet, gleichzeitig den Knorpel sowie die Weichteile, im Besonderen das MPFL zu beurteilen. Zudem ist es mit dem MRT einfacher die richtige femorale Schicht zu finden, bei der die Trochlea von proximal her zum ersten Mal komplett mit Knorpel bedeckt ist, da in diesem Bereich die Patella bei ca. 15° Knieflexion erstmalig in die Trochlea eingeleiten sollte und daher in diesem Bereich eine eventuell bestehende Trochleadysplasie definiert werden muss. Bis dato war aber der TTTG-Abstand nur auf dem CT zu beurteilen, da nur hier Studien zur Überlagerung der femoralen und der tibialen Schicht bestanden. Um also eine komplette Beurteilung des Patellofemoralgelenkes zu erhalten, war neben dem CT, auf dem zudem die optimale femorale Schicht nicht sicher erfasst werden konnte, ein MRT notwendig, um den Knorpel und die Weichteilsituation zu beurteilen. Daher war es das Ziel dieser Studie, den TTTG sowohl knöchern als auch knorpelig auf dem MRT reproduzierbar zu bestimmen.

Wir konnten in dieser Studie, bei der der TTTG-Abstand sowohl auf dem CT als auch in einem modifizierten MRT bei Patienten mit bekannter patellofemorale Instabilität bestimmt wurde, zeigen, dass der TTTG-Abstand in beiden Techniken signifikant identisch war, während es gleichzeitig für die Untersucher einfacher war, die richtige femorale und tibiale Ebenen zu definieren.

Dadurch ist es möglich geworden, einzig ein streng seitliches Röntgenbild zur allgemeinen Orientierung sowie ein MRT durchzuführen, um das patellofemorale Gelenk umfassend zu untersuchen, ohne das strahlenintensive CT zu nutzen.

Schoettle PB, Zanetti M, Seifert B, Pfirrmann CWA, Fucentese SF, Romero J.

The tibial tuberosity groove distance; a comparative study between CT and MRI scanning

The Knee 13 (2006): 26-31

EINFLUSS DER TROCHLEAPLASTIK AUF DIE KLINIK UND DIE PATELLOFEMORALE RELATION BEI PATELLOFEMORALER INSTABILITÄT

Wie zuvor ausgeführt, ist inzwischen bekannt, dass die knöchernen Stabilisatoren, d.h. die Trochleaform, der wichtigste Faktor der patellofemorale Stabilität ist. Wenn die Trochlea dysplastisch und somit keine Trochleagrube vorhanden ist, kann die Patella in niedrigen Flexionsgraden (ab ca. 15°) nicht in die Trochlea eingleiten und die Patella gleitet in der Transversalebene. Durch die lateralisierenden Muskelkräfte kann dies zumindest zu einer Patellasubluxation oder einer persistierenden subjektiven Apprehension führen. Da bei höhergradiger Trochleadysplasie, wenn die Trochlea nicht nur nicht konkav oder flach, sondern sogar konvex ist, auch ein intakter medialer patellofemorale Bandapparat die Patella nicht vor der Lateralisierung schützen kann, ist in diesen Fällen eine Remodellierung der knöchernen Trochlea nach Abheben des osteochondralen Trochleaflakes das Mittel der Wahl zur Stabilisierung der Patella.

Lange Zeit ist man davon ausgegangen, dass nur mittels der Distalisierung und Medialisierung der Tuberositas ein Patellahochstand und die Patellalateralisierung vermindert werden könnten. Da wir jedoch davon ausgehen, dass sowohl der patelläre Tilt und Shift, als auch der Hochstand durch die dysplastische Trochleaform bedingt sind, sind wir auch der Meinung, dass diese patellofemorale Relation durch eine isolierte Korrektur an der Trochleageometrie aufgehoben werden kann. In einer retrospektiven Studie haben wir 19 Patienten mit einem Mindestfollow-up von 24 Monaten klinisch nachuntersucht und konventionelle radiologische sowie CT-Kontrollen durchgeführt. Im ersten Teil der Studie konnte gezeigt werden, dass sich die Klinik bei allen Patienten verbessert hat, sogar in einem Maße, dass manchen Patienten die ebenfalls dysplastische Gegenseite operieren liessen, obwohl noch keine Luxation vorgelegen hatte. Der Kujala score verbesserte sich signifikant und keiner der Patienten erlitt eine Reluxation. Das Apprehension-Zeichen war in 15 Fällen komplett verschwunden, bei den anderen 4 Patienten persistierte das Apprehension-Zeichen in Streckstellung, so dass die Überlegung einer zusätzlichen medialen Rekonstruktion angestellt wurde. In den nativradiologischen Aufnahmen sind die Zeichen der Dysplasie durch die Trochleaplastik nahezu vollständig aufgehoben worden. Des weiteren konnten wir nachweisen, dass ein Patellahochstand, der präoperativ bei 10 Patienten präsent war, postoperativ nur noch in 2 Knien persistierte. Die laterale patelläre Inklination (LPI) / Tilt konnte von

22° auf 8° normalisiert werden, ohne die Tuberositas zu medialisieren, lateral zu releasen oder medial zu straffen – einfach nur durch die Schaffung einer trochleären Grube, in die die Patella eingleiten konnte. Zudem konnte der durchschnittliche TTTG-Abstand von pathologischen 20 mm auf 10 mm gesenkt werden, ohne den Streckapparat zu verändern, also nur durch eine Lateralisierung der Trochlea in ihrem Verlauf nach proximal hin.

In einem zweiten Teil haben wir untersucht, wie sich die Trochleageometrie in ihrem proximalen und distalen Anteil durch die Trochleaplastik verändert und eventuell normalisiert hat und wie sich das auf die patellofemorale Relation ausgewirkt hat. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die Trochleatiefe sowohl proximal als auch distal zugenommen hat, ohne die Höhe des lateralen Condylus zu verändern. Dafür wurde der Slope der lateralen Trochleafacette und somit auch der Sulcuswinkel erhöht und normalisiert. Des weiteren konnte die Lateralisierung der Trochlea und die Medialisierung der Patella genau gemessen werden und somit die patellofemorale Relation im axialen Bild bestimmt werden. Wir konnten zeigen, dass durch die Trochleaplastik die Trochleagrube und der patelläre Giebel wieder übereinander stehen. Zusammenfassend konnte aus beiden Arbeiten gefolgert werden, dass die Trochleaplastik die Patella stabilisieren kann und die patellofemorale Relation normalisiert, wenn man die Lateralisierung und Vertiefung der Trochlea als zentralen Punkt sieht und an der Höhe des lateralen Condylus wenig verändert.

Schöttle PB, Fucentese SF, Pfirrmann CWA, Bereiter H, Romero J

Trochleaplasty for patellar instability due to trochlear dysplasia – a minimum 2-year follow-up of 19 knees. Acta Orthopaedica 2005; 76 (5): 693-698

3.2 EINFLUSS DER TROCHLEAPLASTIK AUF DIE KNORPELVITALITÄT

Wenn man bedenkt, dass der Knorpel bei der Trochleoplastik komplett von dem darunter liegenden Knorpel abgehoben wird, stellt sich unwillkürlich die Frage, ob sich der Knorpel nicht degenerativ verändert und mit einer verfrühten Arthrose zu rechnen ist. In bisherigen Studien wurde zwar radiologisch noch keine Degeneration nachgewiesen, aber ein sicherer Ausschluss war nicht möglich.

Da bei 3 unserer Patientinnen aufgrund einer Adhäsion im Bereich der lateralen Kapsel eine arthroskopische Arthrolyse durchgeführt werden musste, konnte die Trochlea sowohl makroskopisch beurteilt werden, als auch osteochondrale Proben aus dem Bereich entnommen werden, in dem der Knorpel abgehoben und wieder readaptiert wurde.

Neben einer physiologisch erscheinenden patellofemorale Kinematik, bei der die Patella ins Zentrum der Trochlea eingeglitten ist, waren makroskopisch keine arthrotischen Veränderungen im Bereich der Trochlea zu evaluieren. Lediglich in einem Fall war eine Pannusbildung an einer Durchtrittsstelle des verwendeten Vicrylbandes zu identifizieren.

In den durchgeführten histologischen und vitalmikroskopischen Untersuchungen konnten wir zeigen, dass der Knorpel und der darunter liegende Knochen intakt und nach den Kriterien der ICRS normal / sehr gut waren. Zudem zeigte sich in der Vitalfärbung des Knorpels hauptsächlich vitaler Knorpel.

Aus diesen Gründen gehen wir davon aus, dass der Knorpel und der darunter liegende Knochen durch unseren Eingriff nicht geschädigt werden und die Trochleoplastik eine probate Technik zur Behebung der Instabilität bei Trochleadysplasie darstellt.

Da durch die klinisch-radiologischen Arbeiten und die CT-Untersuchungen gezeigt werden konnte, dass eine patellofemorale Stabilität in fast allen Fällen schmerzfrei wieder hergestellt werden kann, die Trochlea postoperativ eine physiologische Gelenkgeometrie aufweist und der Knorpel keine degenerativen Veränderungen zeigt, können wir davon ausgehen, dass die Trochleoplastik das Mittel der Wahl zur Behandlung der patellofemorale Instabilität bei zugrunde liegender Trochleadysplasie ist.

Schöttle PB, Schell H, Duda G, Weiler A

Cartilage viability after trochleoplasty

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2007 Feb;15(2):161-

3.3 DER EINFLUSS DER TROCHLEADYSPLASIE AUF DIE PATELLAMORPHOLOGIE UND DEN MEDIALEN PATELLOFEMORALEN KOMPLEX

Nachdem immer wieder spekuliert wurde, ob die Patella bei Patienten mit einer Trochleadysplasie mit betroffen ist und sich daraus weitere Schlüsse auf zusätzliche instabilisierende Komponenten schließen lassen, wurde die Patellatopographie von Patienten mit einer Dysplasie mit denen mit einer physiologischen Trochleageometrie vermessen. Dazu wurden die MRT-Bilder der Gruppe mit einer Trochleadysplasie mit einer gematchten Kontrollgruppe (Alter, Geschlecht) verglichen. Es wurde dazu die Grösse, die Knorpeldicke, der Wiberg-Index, der Wiberg-Winkel und die Form der beiden Facetten sowie die Patellaform der beiden Gruppen gemessen und verglichen.

Wir konnten zeigen, dass der hauptsächlichste Unterschied in der Länge der medialen Patellafacette lag, der die anderen veränderten Parameter ebenfalls beeinflusst hat. Es konnte aber nicht gezeigt werden, dass der Wiberg-Winkel aufgrund einer abgeflachten Trochlea ebenfalls abgeflacht ist, sondern ebenso groß wie in der Kontrollgruppe ist. Wir gehen daher davon aus, dass die Patellaform bei zugrunde liegender Trochleadysplasie, die ja genetisch bedingt verändert ist, eher physikalischen Bedingungen folgt. Wir haben aus unseren Ergebnissen unter Berücksichtigung der bestehenden Literatur geschlossen, dass die verkürzte mediale Facette auf einen mangelnden medialen Zug zurück zu führen ist. Dies würde die Annahme unterstützen, dass der mediale patellofemorale Weichteilkomplex bei dysplastischer Trochlea hypotroph ist, den Patellatilt unterstützt oder dadurch noch verstärkt wird und der fehlende Zug auf die medialen Patellafacette zur Verkürzung derselben führt. Es konnte aber in dieser Studie gezeigt werden, dass die Patella bei Trochleadysplasie nicht dysplastisch wird und auch ein fehlendes Lager nicht dazu führt, dass die Patella flach wird und ihre kegelförmige Morphologie verliert.

Fucentese SF, von Roll A, Koch PP, Epari DR, Fuchs B, **Schottle PB**

The patella morphology in trochlear dysplasia--a comparative MRI study.

Knee. 2006 Mar;13(2):145-50.

3.4 STABILISIERUNG DES PATELLOFEMORALEN GELENKES DURCH EINGRIFFE AM MEDIALEN PATELLOFEMORALEN KOMPLEX MIT UND OHNE BEGLEITENDE TROCHLEADYSPLASIE

DIE ARTHROSKOPISCHE RAFFUNG

Da bekannt ist, dass mit einer arthroskopischen Raffung des medialen patellofemoralen Komplexes im postakuten Zustand eine Patella-Stabilisierung erreicht werden kann, werden viele Patienten nach Patellaluxation mit dieser minimal invasiven Technik versorgt.

Da mit der von Yamamoto beschriebenen „giant needle“ Technik nur der intramurale Anteil des Komplexes gefasst wird und Avulsionsverletzungen nicht an der eigentlichen Pathologie behandelt werden, wurde von uns eine modifizierte Technik verwendet, um an der medialen Patella das Periost und femoral den anatomischen Ansatz des MPFL unter arthroskopischer Kontrolle mit zu fassen.

Ziel dieser Studie war es, die Reluxationsrate der Patienten zu erfassen, die im akuten Zustand nach Patellaluxation mit dieser Technik versorgt wurden. Da wir davon ausgehen mussten, dass Patienten mit Prädispositionen ein höheres Reluxationsrisiko haben, wurden die Patienten in eine Gruppe mit und ohne begleitende Trochleadysplasie unterteilt. Einschlusskriterien für diese Studie waren ein minimaler Nachuntersuchungszeitraum von 12 Monaten und eine Schnittbildgebung, um die Trochleaform zu unterscheiden. Von den 48 Patienten, die diese Kriterien erfüllten, gehörten 26 in die Gruppe derjenigen mit keiner oder nur einer sehr geringen Trochleadysplasie, während die anderen 22 Patienten eine höhergradige Trochleadysplasie aufwiesen. Im umschriebenen Zeitraum nahmen die klinischen Scores für beide Gruppen signifikant zu, während die Gruppe derer mit Trochleadysplasie signifikant niedrigere Werte erreichte. Insgesamt gab es 4 Reluxationen (8,3 %), die alle in die Gruppe derer mit Trochleadysplasie gehörten (21 %).

Aus dieser Arbeit haben wir geschlossen, dass die arthroskopische Raffung im akuten Zustand bei Patienten mit einer physiologischen Trochleamorphologie eine suffiziente Chirurgie darstellt, um die Patella zu stabilisieren, während sie bei Patienten mit einer begleitenden Trochleadysplasie eine Reluxationsrate von etwas mehr als 20 % aufweist. In jedem Fall hat dieses minimal invasive Vorgehen eine geringere Reluxationsrate als das konservative Verfahren, bei dem Reluxationsraten von bis zu 90 % angegeben werden. Zudem kann diese Technik auch bei jungen Patienten mit noch offenen Epiphysenfugen angewandt werden, bei denen eine Trochleaplastik kritisch zu betrachten ist. Insgesamt zeigt sich auch hier, dass die Trochleamorphologie einen großen Einfluss auf die postoperative Stabilität nimmt und es präoperativ einer axialen Schnittbildgebung bedarf, um die Trochleamorphologie zu beurteilen, um abhängig davon die entsprechende Indikation zu stellen.

Schöttle PB, Scheffler SU, Schwarck A, Weiler A.

Arthroscopic medial retinacular repair after patellar dislocation with and without underlying trochlear dysplasia: a preliminary report.

Arthroscopy. 2006 Nov;22(11):1192-8.

DIE REKONSTRUKTION DES MPFL

Da sich gezeigt hat, dass die arthroskopische Raffung eine immer noch hohe Reluxationsrate hat, im besonderen bei begleitender Trochleadysplasie, und auch nur im akuten Stadium nach Erstluxation angewendet werden kann, da nur dann noch eine Heilungstendenz besteht, musste über Alternativen nachgedacht werden, die Patella zu stabilisieren, wenn eine Trochleaplastik nicht indiziert oder gar kontraindiziert ist. Zudem kann mit der arthroskopischen medialen Raffung die femorale Insertion nicht knöchern gefasst werden, so dass femorale Avulsionen durch diesen Eingriff nicht optimal behandelt werden.

Da bekannt ist, dass das MPFL der wichtigste passive Weichteil-Stabilisator des patellofemorales Gelenkes ist und die Patella als einziges medialisiert, wenn diese in strecknaher Stellung aus der Trochlea hinaus gleitet, haben wir überlegt, bei Patienten mit rezidivierenden Luxationen oder einmaliger Luxation mit persistierendem Apprehension-Zeichen das MPFL zu rekonstruieren. Das MPFL garantiert aber nicht nur die Stabilität in Streckung, sondern trägt auch in höheren Flexionsgraden (20° - 45°) noch zur Stabilisierung mit bei, und wenn die Trochlea zudem dysplastisch ist, wird das MPFL auch in diesen Gelenkstellungen zum hauptsächlichen Stabilisator.

Man muss auch bedenken, dass viele der Kniegelenke mit einer Trochleadysplasie aufgrund rezidivierender Luxationen einen Knorpelschaden in der Trochlea haben und somit eine Kontraindikation für eine Trochleaplastik darstellen. Wenn also trotz bestehender Dysplasie die Möglichkeit der subchondralen Remodellierung nicht möglich ist, muss auf eine mediale Rekonstruktion zurückgegriffen werden. Zudem darf man nicht vergessen, dass die Trochleaplastik per se ein sehr invasiver und zeitaufwendiger Eingriff ist, der nur an wenigen spezialisierten Zentren operiert wird und eine lange Liege- sowie Nachbehandlungszeit bedingt.

Deswegen wurden in einer Studie 15 Knie retrospektiv mit einem minimalen Nachuntersuchungszeitraum von 24 Monaten untersucht, bei denen das MPFL wegen rezidivierender Patellaluxationen mittels freier Semitendinosussehne rekonstruiert wurde. Um postoperativ vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde bei Patienten mit einem TTTG Abstand von mehr als 15 mm (n=8) eine zusätzliche Tuberositasmedialisierung zur TTTG-Normalisierung durchgeführt. Bei 3 Patienten konnte eine begleitende geringgradige Trochleadysplasie nachgewiesen werden. Nach

einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 47 Monaten wurden die Patienten klinisch und CT-tomographisch nachuntersucht. Obwohl klinisch bei 3 Patienten ein Apprehension-Zeichen persistierte, gaben alle Patienten eine Verbesserung der klinischen Symptomatik an. Dies spiegelte sich im verbesserten Kujala-Score wieder, der signifikant anstieg. Radiologisch konnte gezeigt werden, dass durch die Rekonstruktion und den wieder hergestellten medialen Zug der Tilt und der Shift normalisiert werden konnten. Zudem wurde der Patellahochstand vermindert, was darauf zurück zu führen ist, dass das MPFL von patellär nach femoral distal verläuft. Als weiteres wichtiges Ergebnis konnten wir zeigen, dass die Patienten mit zugrunde liegender Trochleadysplasie keine schlechteren Ergebnisse zeigten als diejenigen mit annähernd normaler Trochleamorphologie und auch kein patellofemorales Schmerzsyndrom entwickelt hatten.

Schöttle PB, Fucentese SF, Romero J.

Clinical and radiological outcome of medial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosus autograft for patella instability.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005 Oct;13(7):516-21.

FALLBERICHT EINER MEDIALEN REKONSTRUKTION BEI PATELLOFEMORALER INSTABILITÄT AUFGRUND EINER ROTATIONSFEHLSTELLUNG

Da die MPFL Rekonstruktion auch bei Patienten mit einer Trochleadysplasie ein sehr gutes klinisches Ergebnis gezeigt hat, haben wir die MPFL Rekonstruktion in einem Fall auch bei einer Patientin angewandt, bei der mehrere Pathomorphologien die Patellalateralisierung und -instabilität begünstigten: es handelte sich um eine Kombination aus femoraler Antetorsion, tibial korrespondierender Außenrotation, Valgusfehlstellung und Trochleadysplasie. Daraus ergab sich in Beugegraden bis 60° das Bild einer persistierenden lateralen Patellasubluxation. Um alle Pathomorphologien dieser Patientin zu behandeln, wäre eine femorale und tibiale Derotationsosteotomie mit gleichzeitiger Femurvarisierung und Trochleaplastik notwendig gewesen. Um dies eventuell zu vermeiden, wurde nach Aufklärung der Patientin die Stabilisierung mit einer isolierten Rekonstruktion des MPFL durch zu führen.

6 Monate nach dieser Operation war die Patientin seit langem wieder fähig, sportlichen Tätigkeiten nach zu gehen. Dies erlaubte uns den Schluss, dass eine solche Pathomorphologie auch mit einer MPFL Rekonstruktion behandelt werden kann und eine durchaus aufwendige Trochleaplastik nicht immer erstes Mittel der chirurgischen Wahl darstellen muss, auch wenn eine Trochleadysplasie für eine patellofemorale Instabilität mit verantwortlich ist.

Schoettle PB, Werner CM, Romero J.

Reconstruction of the medial patellofemoral ligament for painful patellar subluxation in distal torsional malalignment: a case report.

Arch Orthop Trauma Surg. 2005 Nov;125(9):644-8 .