

Orthopädische Praxis



45. Jahrgang

Zeitschrift für Orthopädie, Orthopädische Chirurgie und Unfallchirurgie

12/2009

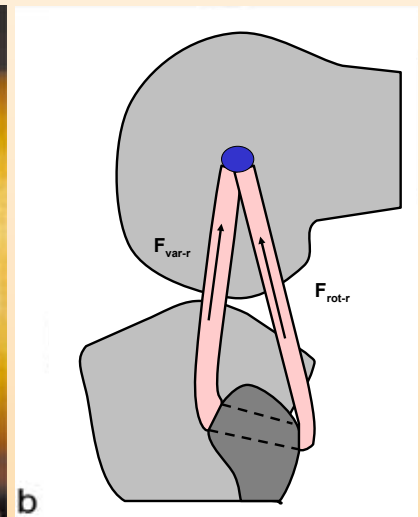
Offizielles Organ der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e. V.

www.vso-ev.de

Schwerpunkt: Kniebinnenschäden

Peer Reviewed

- Knorpel-Knochen-Schäden am Kniegelenk
- Vordere Kreuzbandruptur – Behandlung beim Kind und beim Erwachsenen
- Hintere Kreuzbandruptur und Gelenkinstabilität
- Arzt und Recht: Die vor- und nachstationäre Versorgung durch Vertragsärzte



Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Die Kniegelenkschirurgie ist einem permanenten Wandel unterworfen. Zum einen nimmt die Präzision in Diagnostik und Indikationsstellung zu. Zum anderen werden die Operationstechniken weniger invasiv und differenzierter.

Es freut uns, dass wir für unser Thema „Aktuelles aus der Kniechirurgie“ kompetente Autoren gewinnen konnten, die uns wesentliche Aspekte moderner Verfahren schildern.

Die Behandlung von Knorpelschäden ist ein Thema, das durch „Tissue Engineering“ eine rasche Entwicklung nimmt. Mit kniegelenksnahen Osteotomien werden durch neue Techniken gute Erfolge erzielt. Die operative Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur ist eine Do-

mäne der minimalinvasiven Therapie und orientiert sich genau an der Anatomie. Die kindliche Kreuzbandruptur war lange Jahre ein chirurgisches Tabuthema. Durch angepasstes operatives Vorgehen können die Kinder heute sportfähig bleiben. Bei hinteren Knieinstabilitäten wird in jüngerer Zeit die Komplexität der Verletzung exakt diagnostiziert, bewertet und therapiert. So erzielen wir bessere langfristige Ergebnisse. Die patellofemorale Instabilität war während des letzten Jahrzehntes einer wahren diagnostischen und therapeutischen Revolution ausgesetzt. Für ausgeprägte Gonarthrosen des älteren Menschen haben wir heute angepasste endoprothetische Konzepte. Bei Anwendung einer präzisen Ope-

rationstechnik kann den Menschen häufig wieder zu einer erfreulichen Aktivität im täglichen Leben und Sport verholfen werden.

Wir hoffen, Ihnen mit dieser und der nächsten Ausgabe sinnvolle Unterstützung bei Diagnostik und Therapie zu geben.

Mit freundlichen kollegialen Grüßen

Ihr



PD Dr. Hermann Mayr
OCM-Klinik, München



Chondrale und osteochondrale Schäden am Kniegelenk

Aus dem Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Städtisches Klinikum Brandenburg (Chefarzt: PD Dr. med. R. Becker)¹ und der Spezialpraxis für biologische Gelenkchirurgie Zürich²

Einführung

Einen Schwerpunkt der Gelenkchirurgie bildet die Behandlung von chondralen und osteochondralen Schäden am Kniegelenk. Der hyaline Knorpel ist ein avaskuläres, bradytrophes Gewebe und traumatisch bedingte Knorpelschäden besitzen ein geringes Selbstheilungspotenzial. Bleiben diese Schäden unbehandelt, besteht eine erhöhte Gefahr der frühzeitigen Degeneration.

Eine retrospektive Auswertung von nahezu 40.000 Kniearthroskopien zeigte, dass bei 65 % der Patienten Knorpelveränderungen bestanden, von denen 11 bis 20 % bereits viertgradige Läsionen aufwiesen. Fünf bis sieben Prozent der Patienten waren jünger als 40 Jahre (1). Besonders diese Patientengruppe benötigt eine frühzeitig operative Behandlung des Knorpelschadens. Als Begleitverletzung treten Knorpelschäden bei 23 % der akuten vorderen Kreuzbandverletzungen auf (2). Bei chronischen Kreuzbandschäden erhöht sich dieser Anteil aufgrund der persistierenden Instabilität immerhin auf 54 %. Die kombinierte axiale Kompression und Rotation führt zu Läsionen im subchondralen Knochen sowie zu Einrissen im Knorpel. Traumatische Läsionen sind von der Osteochondrosis dissecans im Kindesalter und von

Schlüsselwörter: Knorpelläsionen – Kniegelenk – operative Techniken

Knorpelschäden besitzen eine traumatische, vaskuläre oder degenerative Genese. Besonders fokale Knorpelschäden benötigen eine biologische Therapie. Anerkannte Verfahren stellen die Mikrofrakturierung, der osteochondrale Transfer und die Knorpelzelltransplantation dar. Durch die Mikrofrakturierung wird die Bildung von Faserknorpel angeregt. Die biomechanischen Eigenschaften des Faserknorpels sind dem hyalinen Gelenkknorpel unterlegen. Eine längere postoperative Entlastung von mehreren Wochen ist nach der Mikrofrakturierung gefordert. Neuere Techniken empfehlen neben der Mikrofrakturierung eine zusätzliche Defektabdeckung mit einer kollagenen Membran, eine so genannte Matrix-augmentierte Mikrofrakturierung (Scaffold augmented Microfracture – SAMIC). Bei der osteochondralen autologen Transplantation werden

Knorpel-Knochenzylinder in den Defektbereich gesetzt. Die Entnahme der Zylinder erfolgt aus Regionen der Trochlea, die weder mit der Tibia noch der Patella artikulieren. Aufgrund der begrenzten Spenderregion lassen sich Defekte von einer maximalen Größe von 3 bis 4 cm² mit dieser Technik therapieren. Häufig werden postoperative Beschwerden im Entnahmebereich beklagt. Eine weitere Möglichkeit stellt die Knorpelzelltransplantation dar. Im Gegensatz zu der initial von Peterson und Brittberg beschriebenen Technik setzt sich zunehmend die Matrix-assoziierte Knorpelzelltransplantation durch. Fokale Knorpelzellschäden benötigen eine operative Versorgung, um dem Risiko einer frühzeitigen Arthroseentstehung vorzubeugen. Das Operationsverfahren hängt dabei von der Größe der Knorpelläsion ab.

degenerativen Knorpelveränderungen zu unterscheiden (Abb. 1 und 2). Bei akuten Knorpelverletzungen, überwiegend fe-

moral, findet man in der Regel um den Knorpeldefekt eine gut erhaltene Knorpelschulter. Biomechanische Untersuchungen



Summary

Keywords: cartilage lesions – knee – surgical techniques

Cartilage defects are of traumatic, degenerative or vascular genesis. Especially focal cartilage defects require a biological therapy. The microfracture, the autologous osteochondral transfer and the chondrocyte transplantation belong to the most emphasized techniques. Microfracture induces the formation of fibrocartilage tissue in the defect area. This tissue shows inferior biomechanical properties in comparison with hyaline cartilage. The defect can additionally be covered by a collagen membrane. This technique is called scaffold-augmented microfracture (SAMIC). Smaller defects can be filled with autologous osteochondral cylinders taken from areas, which are neither in contact with the tibia nor the

patella. The donor site is limited and allows only filling defects in a size of approximately 3 to 4 cm². There is some concern regarding the donor site morbidity. Larger defect might be treated by chondrocyte transplantation. The initial technique by Petersen and Brittberg has been modified to a matrix associated chondrocyte transplantation technique. A three-dimensional collagen fleece is used to provide a natural scaffold for the chondrocytes.

Focal cartilage defect should require surgical treatment in order to prevent early osteoarthritis. The technique depends mainly on the size of the defect.

zeigen Druckanstiege bis zu 192 % an der Knorpelschulter des Defektes (3). Bei normalem Gehen treten Belastungen im Kniegelenk auf, die dem 3- bis 4fachen des Körpergewichtes

entsprechen. Diese Belastung verdoppelt sich nochmals am Defektrand. Die Größe des Knorpeldefektes entscheidet, ob die umgebende Knorpelschulter die Kraftaufnahme des

Defektes überbrückt oder der Defektbereich direkt mit der artikulierenden Tibia in Kontakt gerät. Bei degenerativen Knorpelveränderungen besteht keine Knorpelschulter, sondern der Knorpel ist großflächig im Belastungsbereich des Kniegelenkes abgenutzt. Biologische Verfahren, wie osteochondraler Transfer oder Chondrozytentransplantation, sind bei diesen Patienten nicht geeignet. Aufgrund des Knorpelschadens besteht gleichzeitig eine Achsdeformität. Die mechanische Tragelinie verläuft durch das betroffene Gelenkkompartiment. Eine Umstellungsosteotomie oder sogar ein endoprothetischer Ersatz ist in diesen Fällen erforderlich. Die Technik der reinen Abrasionsarthroplastik oder die Pridiebohrung wurden verlassen. Es gibt zu diesen Techniken keine verlässlichen Untersuchungen, die einen klinischen Erfolg gezeigt haben.

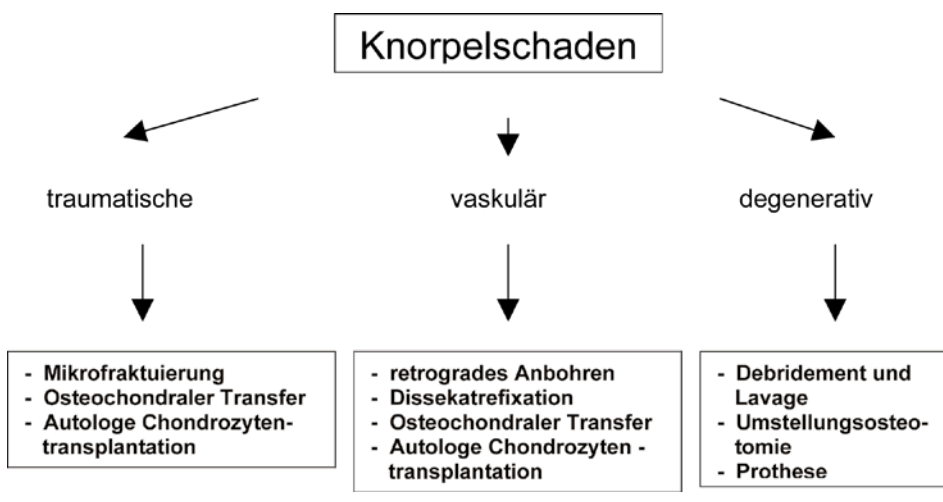
Diagnostik

Bei Verdacht auf Knorpelverletzungen sollte stets eine Magnetresonanztomographie (MRT) erfolgen, um das Ausmaß der Läsion, die Lokalisation (Lage innerhalb oder außerhalb der Belastungszone) sowie die Beteiligung von Begleitverletzungen am Meniskus oder den Bändern evaluieren zu können. Entsprechend der International Cartilage Repair Society (ICRS) sind 2 Sequenzen für die Darstellung des Knorpels besonders geeignet, die 3D GRE (3-dimensionale gradienten recall echo) und die T2 gewichtete FSE (fast spin echo) Sequenz (4).

Therapie

Nach Abklärung der Art der Knorpelläsion und unter Berücksichtigung von Lokalisation und des Alters des Patienten ergeben sich folgende operative Behandlungsmöglichkeiten:

- Mikrofrakturierung
- Autologe Matrix-induzierte Chondrogenese (AMIC)



- Matrix-augmentierte Mikrofrakturierung (Scaffold augmented Microfracture - SAMIC)
- Osteochondraler Transfer
- Knorpelzelltransplantation
- Matrix-assoziierte Knorpelzelltransplantation (MACI)

Mikrofrakturierung

Die Mikrofrakturierung wurde von *Steadman* Anfang der 90er Jahre inauguriert und stellte eine Weiterentwicklung der Pridiebohrung dar. Im Gegensatz zu Bohrungen entsteht bei der Mikrofrakturierung keine Wärme. Bei Mikrofrakturierung wird die subchondrale Grenzzone durchbrochen, welches das Austreten von undifferenzierten Zellen aus dem Knochenmark ermöglicht. Blut und undifferenzierte Zellen treten heraus und bilden einen so genannten „Superclot“. Die Zellen haften an der Oberfläche des Defektes und differenzieren sich zu Faserknorpel bildenden Zellen. Die Löcher werden in einem Abstand von ca. 4 mm platziert und besitzen eine Tiefe von 2 bis 4 mm (Abb. 3A und B). Eine sorgfältige Vorbereitung des Defektbereiches ist erforderlich. Alle instabilen Knorpelanteile, einschließlich der losen Anteile am Rand des Defektes, werden mit einer Kürette entfernt. Damit werden stabile rechtwinklige Knorpelränder geschaffen. So entsteht eine Art „Bett“, das zur Aufnahme des „Superclots“ dient.

Eine Metaanalyse von 3122 Patienten zeigt, dass die Mikrofrakturierung eine Verbesserung der Kniefunktion über einen Zeitraum von 24 Monaten bewirkt (5). Die Patienten besaßen in der Regel Defektgrößen von kleiner als 4 cm². Gerade in großflächigen Defekten mit weicher oder fehlender Knorpelschulter ist das zunächst weiche Regeneratgewebe den Druckbelastungen des Gelenkes ungeschützt ausgesetzt. Die Entlastung des operierten Gelenkes von bis zu drei Monaten wird deshalb von



Abb. 1: Traumatischer Knorpelschaden am medialen Kondylus.



Abb. 2: Degenerativer Knorpelschaden am medialen Kondylus.

vielen Anwendern gefordert. Nachuntersuchungen länger als 2 Jahre zeigen unterschiedliche Ergebnisse. Zwei klinische Arbeiten berichten darüber, dass sich die Ergebnisse nach 2 Jahren nicht ändern. Sieben Arbeiten berichten über eine Verschlechterung in 47 % bis 80 % der Fälle, wobei die Funktionsbewertung immer noch besser war als der präoperative Funktionsgrad.

Die Rehabilitation besitzt nach der Mikrofrakturierung, wie bei allen biologischen Operationstechniken, eine sehr große Bedeutung. Diese schließt die Behandlung mit einer Motorschiene

für 4 bis 6 Stunden pro Tag für 6 Wochen ein. Grundlagenarbeiten haben einen positiven Effekt der Proteoglykansynthese durch kontinuierliche passive Gelenkbewegung nachgewiesen (6). Obwohl diese Behandlung unverständlicherweise bei den Krankenkassen in der Regel nicht übernommen wird, sollte man versuchen eine Motorschienebehandlung zu erwirken.

Um eine weitere Verbesserung der initialen Stabilität zu erreichen und somit auch des Behandlungserfolges, ist in den letzten Jahren versucht worden, den mikrofrakturierten bzw. abradierten Knochen mit seinem

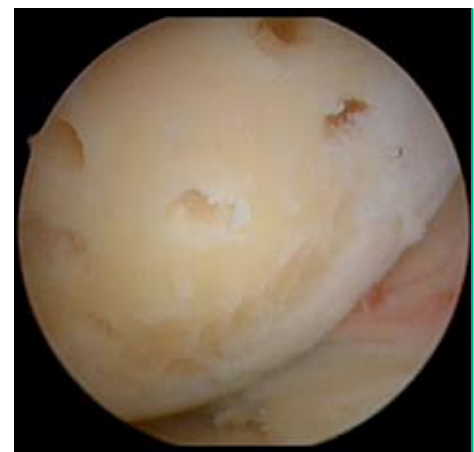


Abb. 3A und B: Vorbereitung des medialen Kondylus zur Mikrofrakturierung. Die gesamten Knorpelreste werden entfernt. Nachfolgend wird mit einer Knochenahle der subchondrale Knochen perforiert. Bild 3B zeigt das Knochenareal nach Abschluss der Mikrofrakturierung.

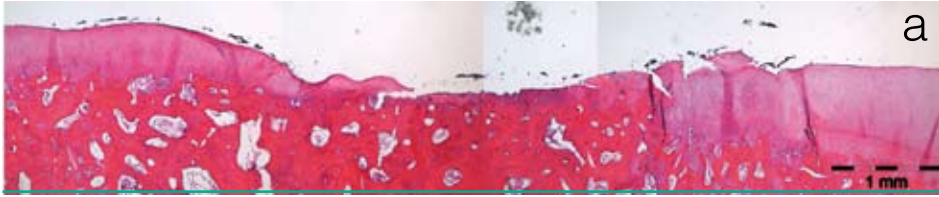
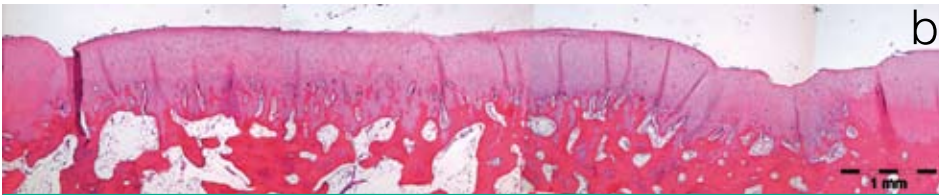


Abb. 4: Histologischer Schnitt durch einen Femurkondylus beim Schaf 6 Monate
a) nach Mikrofrakturierung.



b) nach scaffold-augmentierter Mikrofrakturierung.

biologisch aktiven Blut-clot durch resorbierbare Membranen oder Matrices zu schützen. Neben den klinischen Ergebnissen konnte auch im Tierversuch histologisch gezeigt werden, dass durch die Augmentierung der Mikrofrakturierung mit einer PGA-Matrix, Serum und Hyaluronan im Tierversuch eine Verbesserung des Regeneratgewebes erreicht werden kann (Abb. 4A/B) (7). Für die klinische Anwendung könnte dies in der Zukunft eine Verbesserung der langfristigen Ergebnisse nach Mikrofrakturierung bedeuten.

Autologe membran-induzierte Chondrogenese (autologous membrane induced chondrogenesis – AMIC)

Nach arthroskopischem Debridement und Mikrofrakturierung wird der Korpeldefekt mit einer Kollagen-I/III-Membran (Chondro-Gide®/Fa. Geistlich, Schweiz) abgedeckt und geschützt (Abb. 5). Die Fixierung der Membran erfolgt durch einen Fibrinkleber, welcher direkt in den Defekt eingegeben wird. Alternativ kann auch die Naht der Membran mit vicryl® 6-0-Fäden an den umgebenen Knorpel erfolgen. In solchen Fällen ist eine Arthrotomie des Gelenkes notwendig. Initiale Flexionslimitierung auf 60 Grad für 3 Wochen postoperativ respektive 90 Grad für weitere 3 Wochen und Vollbelastung nicht vor Ablauf von 8 Wochen sollen die Abdeckung und die Chondrogenese in der bioaktiven Kammer unter der Membran schützen.

Matrix-augmentierte Mikrofrakturierung (scaffold augmented microfracture – SAMIC)

Bei dieser Technik wird gleichfalls in typischer Art und Weise der Knorpeldefekt debridiert

und eine Mikrofrakturierung durchgeführt. Ein 2 mm dickes, dreidimensionales PLA-Polydioxanon/Hyaluronan-Implantat (Chondrotissue®/Fa. Biotissue Technologies, Deutschland) wird in autologem Serum konditioniert (Abb. 6). Nach Ausmessen des Defektes mit einer skalierten Nadel kann das Implantat entsprechend der Defektgröße zugeschnitten, über eine Arbeitskanüle in das Gelenk eingeführt und in den Defekt eingepasst werden. Das poröse und flexible Implantat wird für eine hohe Primärstabilität mit einer intraosären Stiftung fixiert. Ein spezielles Instrumentarium erleichtert die Implantation und ermöglicht die Fixierung mit resorbierbaren Smartnails®. Alternativ, aber weit weniger stabil, ist auch die Verankerung mit Fibrinkleber möglich. Bei der Nachbehandlung wird die Bewegung sofort freigegeben. Ein schmerzadaptiertem Belastungsaufbau ist ohne Einschränkung möglich. Die Anwendung dieser Techniken zur Behandlung von fortgeschrittener Gelenkarthrose ist durch die unkritische Vermarktung als „Bioprothese?“ etwas in Verruf geraten. Bei jungen Patienten mit bevorzugt unikompartimentärer Arthrose können jedoch auch mittelfristig erstaunlich gute Resultate erzielt werden. Gegebenenfalls ist eine zeitgleiche Korrektur der Beinachse oder eine Stabilisierung des Gelenkes notwendig.

Osteochondraler Transfer

Der osteochondrale Transfer ist eine Technik, bei dem Knorpel-Knochenzylinder aus dem nicht belasteten Bereich der medialen und lateralen Trochleaschulter des Kniegelenkes entnommen werden, um damit Knorpelschäden in der Belastungszone aufzufüllen. Der große Vorteil der Technik besteht darin, dass der Defekt mit nativem, hyalinen Knorpel aufgefüllt wird. *Hangody* beschrieb erstmals diese Technik und zeigt in tierexperimentellen Untersuchungen am Hund,



Abb. 5: Kollagen-I/III-Membran zur Behandlung von Knorpeldefekten.

dass der hyaline transferierte Knorpel erhalten bleibt (8).

Heute ist diese Technik gut etabliert und zahlreiche Systeme zum Transfer von Knorpel-Knochenzylinder sind entwickelt worden. Über die Jahre wurden diese Technik und das entsprechende Instrumentarium weiterentwickelt, wie zum Beispiel das Osteochondrale-Autologe-Transplantations-System (Arthrex®, Naples, FL), kurz als OATS bezeichnet (Abb. 7). Das System erlaubt den Zylindertransfer in einer arthroskopischen oder offenen Technik durchzuführen. Aufgrund der minimal variierenden Unterschiede im Durchmesser der Zylinderstanzen werden die gewonnenen osteochondralen Zylinder pressfit im aufzufüllenden Defektbereich eingebracht. Zwei verschiedene Möglichkeiten der Defektaufüllung bestehen. Zum einen werden zahlreiche Zylinder mit kleinem Durchmesser (4 mm) verwendet wie von *Hangody* als Mosaikplastik beschrieben. Andererseits können auch größere Zylinder 8 bis 10 mm im Durchmesser verwendet werden (Abb. 8). Tierexperimentelle Arbeiten haben ergeben, dass größere Zylinderdurchmesser günstiger für den hyalinen Knorpel sind (9). Die Schwierigkeit beim Einsetzen von größeren Zylindern besteht jedoch darin, eine gute Kongruenz zur umgebenden Oberfläche des Kondylus zu erzielen.

Am häufigsten ist der osteochondrale Transfer am Femurkondylus indiziert. Klinische Studien fanden am Femurkondylus die besten Erfolge im Vergleich zur Tibia oder Patella. Tabelle I zeigt eine Übersicht der mittel- und langfristigen klinischen Ergebnisse nach osteochondralem Transfer am Kniegelenk.

Die postoperative Evaluierung des osteochondralen Transfers mittels MRI zeigt einen intakten Knorpel von 62 bis 85 % (10). Eine große Variabilität der Knorpelqualität wurde nach

osteochondralem Transfer im Tiermodell festgestellt. Neben Regenerationszeichen wurden jedoch auch degenerative Veränderungen von osteochondralen Transplantaten gefunden. Eine verminderte osteochondrale Steifigkeit des Transplantates wurde nach 1, 3 und 8 Wochen festgestellt (11). Bei der postoperativen Rehabilitation sollte dieser Aspekt berücksichtigt werden und eine Vollbelastung nicht zu frühzeitig empfohlen werden. Der osteochondrale Entnahmebereich wird immer wieder als ein Problem angesehen. Kleinere Entnahmezonen scheinen klinisch keinen negativen Effekt zu besitzen. Bei größeren Entnahmebezirken werden hingegen Beschwerden vom Patienten beklagt (12).

Zur Vermeidung von Entnahmedefekten und ihrer klinischen Folgen wurde ein zweiphasiges, zylinderförmiges Implantat aus einer resorbierbaren Polymer/Calcium-Verbindung (TruFit®/Fa Smith&Nephew, USA) entwickelt, welches Defekte auch in der Tiefe des subchondralen Knochens auffüllt. Veränderungen der Knochenstrukturen lassen sich durch eine präoperative magnetresonanztomographische Untersuchung feststellen. Die Reduktion des Wasserdruckes zeigt innerhalb von kurzer Zeit eine Auffüllung des Implantates mit spongiosem Blut (Abb. 9). Es können auch mehrere Zylinder kombiniert eingesetzt werden. Durch die stabile Verankerung können Beweglichkeit und Belastung in Abhängigkeit von Wundheilung und Schmerz freigegeben werden.

Ausgedehnte osteochondrale Defekte lassen sich mit der genannten autologen osteochondralen Technik nicht behandeln, da die Spenderregionen an der medialen und lateralen Trochlearrolle nur begrenzt sind. Aus tierexperimentellen Arbeiten ist bekannt, dass größere Defektaufüllungen sintern und somit Vertiefungen in der Empfänger-



Abb. 6: Dreidimensionales Polymer/Hyaluronan Fleece (chondrotissue®) zur Deckung von Knorpeldefekten nach Mikrofrakturierung (Scaffold augmented microfracture – SAMIC).



Abb. 7: Osteochondrales Autologes Transplantationssystem der Firma Arthrex™ als Einweginstrumentarium.



Abb. 8: Größerer osteochondraler Defekt in der Belastungszone des lateralen Anteils vom medialen Kondylus. Der Defekt wurde mit 4 Zylindern versorgt.

region hinterlassen (13). In diesen Fällen besteht zum einen die Möglichkeit eine so genannte MEGA-OATS-Technik durchzuführen (15). Als Spenderegion dient die dorsale Femurkondylenrolle. Klinische Ergebnisse haben eine Verbesserung der Beschwerden gezeigt, aber dieser Eingriff sollte bei jungen Patienten nur als eine Ultima Ratio gesehen werden, um eine endoprothetische Versorgung zu verhindern (14).

Alternativ besteht die Möglichkeit das laterale Drittel der Patella in einer Technik nach *Outerbridge* zu nutzen (Abb. 10A und B). Bei einer Nachuntersuchung nach 7,6 Jahren zeigte sich, dass alle Patienten zu ihrer normalen Aktivität im Alltag zurückgekehrt waren, und 81 % erreichten einen höheren Funktionslevel gegenüber der präoperativen Situation (15).

Eine weitere Alternative bildet die Nutzung von osteochondralen Allograftmaterialien, womit auch große Defekte ohne zusätzliches Verursachen einer Entnahmepathologie behandelt werden können (16). In Amerika werden Allografts regelmäßig für die Behandlung von osteochondralen Defekten eingesetzt. Langzeitergebnisse haben gezeigt, dass bei Transplantatüberleben auch nach 25 Jahren vitale Chondrozyten nachweisbar sind (17). Ungeachtet dessen besteht die Gefahr des frühzeitigen Verlustes der Chondrozytentialität oder der Allograftfraktur aufgrund des fehlenden ossären Remodellings. Frisch transplantierte Allografts besitzen die besten klinischen Ergebnisse, jedoch verbleibt ein Restrisiko der Übertragung von Infektionskrankheiten (18).

Vergleicht man die Technik des osteochondralen Transfers mit der autologen Chondrozytentransplantation, so sind bis zum heutigen Zeitpunkt die Ergebnisse widersprüchlich. In einer randomisierten prospektiven Studie wurden 19 Monate nach autologer Chondrozytentransplantation bessere klinische Ergebnisse erreicht. Bei Rearthroskopie wurde der Knorpel gleichfalls besser bewertet (19). In der Arbeit wurden jedoch Defektgrößen von 4,66 cm² behandelt, die entsprechend jüngeren Erfahrungen für einen autologen osteochondralen Transfer nicht empfohlen werden. *Horas et al.* (20) berichten über bessere klinische Ergebnisse nach osteochondralem Transfer im Vergleich zur autologen Knorpelzelltransplantation, wobei sich die Ergebnisse in beiden Gruppen nach 6 Monaten, 12 und 24 Mo-

Tab. I: Klinische Ergebnisse nach osteochondralem Transfer am Kniegelenk.

Autor	Patientenzahl	Defektgröße	NU	Knieregion	Ergebnisse
Jakob, 2002 [43]	52	4,9 cm ²	2 Jahre	Femur	Kniefunktion: 92 % verbessert
Bentley 2003 [44]	46	4,55 cm ²	1,5 Jahre	Femur	Cincinnati Stenmore Score: 34 % sehr gut und gut
Koulalis, 2004 [45]	18	2,53 cm ²	2,25 Jahre	Femur	ICRS-Score : 12 Pat. normal 6 Pat. nahezu normal
Atik, 2005 [46]	12	?	4 Jahre	Multiple Regionen gleichzeitig	Lysholm-Score: 56 Punkte prä OP 86 Punkte zur NU 85 % schmerzfrei
Ozturk, 2006 [47]	19	Ø 1-2,5 cm	2-7 Jahre	Femur	7 Patienten sehr gut 11 Patient gut 1 Patient mäßig
Marcacci, 2007 [48]	37	<2,5 cm ²	2 Jahre	Femur	ICRS -Score: 73 gut bis sehr gut
Hangody 2008 [49]	1000	?	7-10 Jahre	Femur Tibia Patella	92 % gut bis sehr gut 87 % gut bis sehr gut 74 % gut bis sehr gut
Haklar 2008 [50]	24	Ø 13,5 mm	2,5 Jahre	Femur	Lysholm-Score: 46 Punkte prä OP 86 Punkte zur NU

naten verbesserten.

Knorpeldefekte von einer Ausdehnung von bis zu 2 bis 3 cm² scheinen die besten Erfolge zu bringen. Bei dieser Größe kann der Defekt gut gedeckt werden, ohne dass eine klinisch relevante Entnahmepathologie zu erwarten ist.

Knorpelzelltransplantation

Die Wirksamkeit der autologen Chondrozytentransplantation zur Behandlung von Schäden des Gelenkknorpels ist mittlerweile in vielen Studien nachgewiesen (21). Konzentrierten sich die ersten Anwendungen noch auf die Behandlung von vorzugsweise traumatischen und umschriebenen Knorpeldefekten, so führte die Verwendung von resorbierbaren Membranen und dreidimensionalen Fleece-Strukturen zögerlich, aber beständig zu einer Ausweitung der initialen Indikation hin zur Behandlung von großflächigen und fokalen degenerativen Gelenkschäden. Anders als bei den knochenmarkstimulierenden Techniken verlässt man sich hierbei nicht auf die fragliche und unkontrollierte Differenzierung von Stammzellen, sondern setzt differenzierte Knorpelzellen ein,

welche in der Lage sind hyalinen Gelenkknorpel zu synthetisieren. Eine Studie von *Saris et al.* hat gezeigt, dass durch Verfeinerung des Kultivierungsprozesses die Knorpelzellen selektiert werden können, um somit die Zellen zur Verfügung zu haben, die auch wirklich eine Knorpelsynthese ausüben (22).

Als wesentlicher Nachteil wird die Notwendigkeit der Arthrotomie zur Implantation der Zellkulturen genannt. Mehr als 26 % der spezifischen Nebenwirkungen lassen sich auf die Arthrotomie zurückführen, hauptsächlich in Form einer Fibroarthrose. Verwachsungen, eingeschränkte Beweglichkeit, postoperativer Schmerz und beeindruckende Narben könnten durch einen arthroskopischen Zugang verhindert werden. In der Originaltechnik der ACT von *Brittberg* wird die Zellsuspension unter einen Periostlappen in den Defekt injiziert (23). Neue Techniken der Zellkultivierung und moderne Materialien erlauben heute die Implantation in resorbierbaren, dreidimensionalen Trägermaterialien. Die Verwendung solcher Scaffolds ermöglicht die gleichmäßige Verteilung der Zellen im Defekt und vereinfacht die ope-

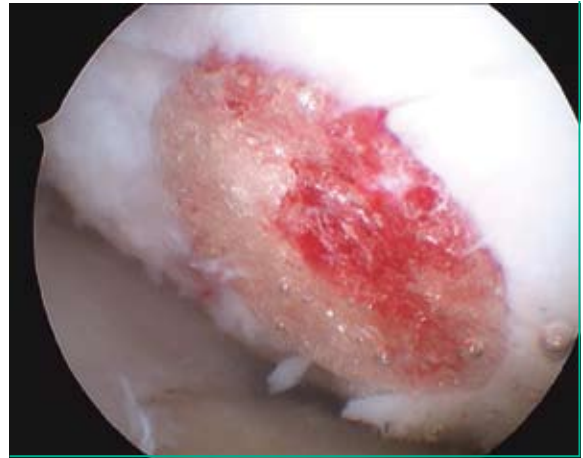


Abb. 9: Arthroskopisches Bild eines osteochondralen Defektes nach Ausbohrung und Füllung mit einem Polymer/Kalzium-Zylinder (TruFit®).

orative Handhabung (Abb. 11). Eine Naht durch intakten Knorpel zur Verankerung ist nicht mehr notwendig. Die Matrices lösen sich nach einer definierten Zeit auf und lassen Raum für die korrespondierend verlaufende Neu-Synthese von Knorpel-Regeneratgewebe.

Verschiedene resorbierbare Stoffgruppen sind in unterschiedlichen Zubereitungsformen derzeit in der klinischen



Abb. 10 A und B: Osteochondraler Transfer in der Technik nach Outerbridge. Es wird eine Schablone vom Defekt angefertigt, womit der Resektionsbereich an der Patella markiert wird. Anschließend wird das Patellastück in den Femurkondylus eingepasst. Zusätzlich wurde der Defekt noch mit einem osteochondralen Zylinder versehen.

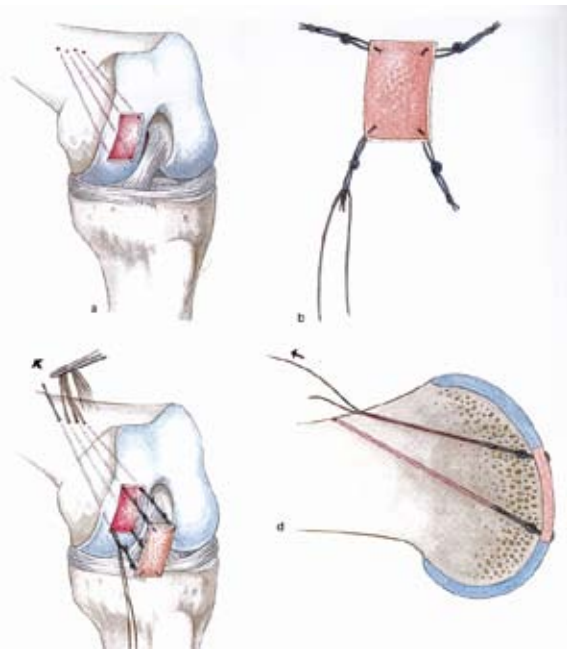


Abb. 11: Graphische Darstellung einer autologen Chondrozytentransplantation auf einer resorbierbaren dreidimensionalen Polymer-Matrix. a) Mit einem 1,7-mm-Kirschner-Draht werden Bohrkanäle an die Kanten des Knorpeldefektes gelegt. b) Das Implantat wird mit Vicrylfäden in einer speziellen Technik armiert. c) Über die Bohrkanäle werden die Fäden in den Knochen eingezogen. d) press-fit Fixierung der Knoten in den Bohrkanälen und stabile Verankerung des Implantates (aus 9).

Anwendung:

- Kollagene tierischen Ursprungs (zumeist Kollagen I und III) in einer Vliesstruktur oder als Gel bzw. Membran
- Hyaluronan und Polymere (PLA, PGLA) als Vlies

Die Fixierung erfolgt entsprechend den biomechanischen Eigenschaften des Implantates und der Größe bzw. Lokalisation des Defektes. Einfach und schnell können semi-rigide Gele oder Membranen in einen Defekt eingelegt werden, wo sie ohne weitere Fixierung durch Adhäsionskräfte gehalten werden. Alternativ bietet sich die flächige oder punktuelle Anheftung mit Fibrinkleber an. Das höchste Maß an initialer biomechanischer Stabilität gegenüber

Scherbelastungen wird durch eine transossäre Verankerung mit Pins erreicht (24).

Durch diese Weiterentwicklung der autologen Chondrozytentransplantation ist heute die arthroskopische Durchführung möglich (25). Bei ausgewählten Einzelfällen kann es vertretbar sein, dass auch großflächige Defekte korrespondierender Gelenkflächen biologisch aufgebaut werden (26). Wie schon bei der Mikrofrakturierung sind auch bei diesem Vorgehen eine physiologische Beinachse und stabile Gelenkverhältnisse von großer Bedeutung. Die notwendige lange Entlastungsphase von drei bis vier Monaten kann gegebenenfalls durch eine Orthese mit Varus- oder Valgusstress verkürzt werden.

Fazit für die Praxis

Die Behandlung von chondralen und osteochondralen Schäden erfordert eine sehr differenzierte Betrachtung. Kleinere Defekte sind ohne wesentliche mechanische Belastung. Diese Fälle sind für eine Mikrofrakturierung mit oder ohne Membrandeckung geeignet. Der osteochondrale Transfer bleibt ein geeignetes Verfahren für kleinere Defekte von maximal 2,5 cm im Durchmesser. Bei größeren Knorpeldefekten sollten dreidimensionale Scaffolds genutzt werden. Durch die Verwendung von Matrices ist es heute möglich, die Anwendung der Knochenmarkstimulierung als biologisches und autologes Verfahren für die Behandlung von Knorpeldefekten durch gesteigerte initiale Stabilität und beschleunigte Rehabilitation zu verbessern. Vorteile der autologen Chondrozytentransplantation konnten im Vergleich zur Mikrofrakturierung bisher nur histologisch nachgewiesen werden. Allerdings lassen verschiedene Studien vermuten, dass die guten klinischen Ergebnisse nach Zelltransplantation auch längerfristig Bestand haben können.

Das schicksalshafte Warten auf die Entstehung einer Arthrose ist angesichts der heute verfügbaren Methoden zur Behandlung von Gelenkknorpeldefekten nicht mehr zeitgemäß.

Literatur

1. *Widuchowski, W., J. Widuchowski, T. Trzaska:* Articular cartilage defects: study of 25,124 knee arthroscopies. *Knee* 14 (2007) 177-182.
2. *Shelbourne, K. D., S. Jari, T. Gray:* Outcome of untreated traumatic articular cartilage defects of the knee: a natural history study. *J Bone Joint Surg Am* 85-A Suppl 2 (2003) 8-16.
3. *Kock, N. B., J. M. Smolders, J. L. van Susante, P. Buma, A. van Kampen, N. Verdonschot:* A cadaveric analysis of contact stress restoration after osteochondral transplantation of a cylindrical cartilage defect. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16 (2008) 461-468.
4. *Potter, H. G., J. M. Linklater, A. A. Allen, J. A. Hannafin, S. B. Haas:* Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast-spin-echo imaging. *J Bone Joint Surg Am* 80 (1998) 1276-1284.
5. *Mithoefer, K., T. McAdams, R. J. Williams, P. C. Kreuz, B. R. Mandelbaum:* (2009) Clinical Efficacy of the Microfracture Technique for Articular Cartilage Repair in the Knee: An Evidence-Based Systematic Analysis. *Am J Sports Med* (2009) (in press).
6. *Nugent-Derfus, G. E., T. Takara, J. K. O'Neill, S. B. Cahill, S. Gortz, T. Pong, H. Inoue, N. M. Aneloski, W. W. Wang, K. I. Vega, T. J. Klein, N. D. Hsieh-Bonassera, W. C. Bae, J. D. Burke, W. D. Bugbee, R. L. Sah:* Continuous passive motion applied to whole joints stimulates chondrocyte biosynthesis of PRG4. *Osteoarthritis Cartilage* 15 (2007) 566-574.
7. *Erggelet, C., M. Endres, K. Neumann, L. Morawietz, J. Ringe, K. Haberstroh, M. Sittlinger, C. Kaps:* Formation of cartilage

- repair tissue in articular cartilage defects pretreated with microfracture and covered with cell-free polymer-based implants. *J Orthop Res*, 2009.
8. *Hangody, L.*: Autogenous osteochondral graft technique for replacing knee cartilage defects in dogs. *Orthopedics Int* 5 (1997) 175-181.
 9. *Makino, T., H. Fujioka, M. Terukina, S. Yoshiya, N. Matsui, M. Kurosaka*: The effect of graft sizing on osteochondral transplantation. *Arthroscopy* 20 (2004) 837-840.
 10. *Link, T. M., J. Mischung, K. Wortler, A. Burkart, E. J. Rummeny, A. B. Imhoff*: Normal and pathological MR findings in osteochondral autografts with longitudinal follow-up. *Eur Radiol* 16 (2006) 88-96.
 11. *Nakaji, N., H. Fujioka, I. Nagura, T. Kokubu, T. Makino, H. Sakai, R. Kuroda, M. Doita, M. Kurosaka*: The structural properties of an osteochondral cylinder graft-recipient construct on autologous osteochondral transplantation. *Arthroscopy* 22 (2006) 422-427.
 12. *LaPrade, R. F., J. C. Botker*: Donor-site morbidity after osteochondral autograft transfer procedures. *Arthroscopy* 20 (2004) e69-e73.
 13. *Zhang, H., P. Leng, Y. Wang*: Comparative study on repair of medium and large-sized osteochondral compound defects with mosaicplasty. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 21 (2007) 378-381.
 14. *Brucker, P., J. D. Agneskirchner, A. Burkart, A. B. Imhoff*: Mega-OATS. Technique and outcome. *Unfallchirurg* 105 (2002) 443-449.
 15. *Nebelung, W., R. Kayser, M. Ropke, D. Urbach, R. Becker*: Autologous lateral patellar transplant as a reserve method for managing large osteochondral defects of the knee joint in young adults. *Zentralbl Chir* 125 (2000) 505-508.
 16. *Lopez, C., N. Ajenjo, M. J. Munoz-Alonso, P. Farde, J. Leon, J. Gomez-Cimiano*: Determination of viability of human cartilage allografts by a rapid and quantitative method not requiring cartilage digestion. *Cell Transplant* 17 (2008) 859-864.
 17. *Gross, A. E., W. Kim, H. F. Las, D. Backstein, O. Safir, K. P. Pritzker*: Fresh osteochondral allografts for posttraumatic knee defects: long-term follow-up. *Clin Orthop Relat Res* 466 (2008) 1863-1870.
 18. *Katthagen, B., S. Scheffler, R. Becker, D. Willkomm, H. Mayr, A. Pruß*: Gewinnung, Prozessierung und Transplantation allogener muskuloskelettaler Gewebe. *Transfusion Medicine and Haemotherapy* (2008) 438-445.
 19. *Bentley, G., L. C. Biant, R. W. Carrington, M. Akmal, A. Goldberg, A. M. Williams, J. A. Skinner, J. Pringle*: A prospective, randomised comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee. *J Bone Joint Surg Br* 85 (2003) 223-230.
 20. *Horas, U., D. Pelinkovic, G. Herr, T. Aigner, R. Schnettler*: Autologous chondrocyte implantation and osteochondral cylinder transplantation in cartilage repair of the knee joint. A prospective, comparative trial. *J Bone Joint Surg Am* 85-A (2003) 185-192.
 21. *Knutzen, G., J. O. Drogset, L. Engebretsen, T. Grontvedt, V. Isaksen, T. C. Ludvigsen, S. Roberts, E. Solheim, T. Strand, O. Johansen*: A randomized trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture. Findings at five years. *J Bone Joint Surg Am* 89 (2007) 2105-2112.
 22. *Saris, D. B., J. Vanlauwe, J. Victor, M. Haspl, M. Bohnsack, Y. Fortems, B. Vandekerckhove, K. F. Almqvist, T. Claes, F. Handberg, K. Lagae, J. van der Bauwhede, H. Vandenneucker, K. G. Yang, M. Jelic, R. Verdonk, N. Veulemans, J. Bellemans, F. P. Luyten*: Characterized chondrocyte implantation results in better structural repair when treating symptomatic cartilage defects of the knee in a randomized controlled trial versus microfracture. *Am J Sports Med* 36 (2008) 235-246.
 23. *Brittberg, M., A. Lindahl, A. Nilsson, C. Ohlsson, O. Isaksson, L. Peterson*: Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Engl J Med* 331 (1994) 889-895.
 24. *Knecht, S., C. Erggelet, M. Endres, M. Sittlinger, C. Kaps, E. Stussi*: Mechanical testing of fixation techniques for scaffold-based tissue-engineered grafts. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 83 (2007) 50-57.
 25. *Erggelet, C., M. Sittlinger, A. Lahm*: The arthroscopic implantation of autologous chondrocytes for the treatment of full-thickness cartilage defects of the knee joint. *Arthroscopy* 19 (2003) 108-110.
 26. *Ossendorf, C., C. Kaps, P. C. Kreuz, G. R. Burmester, M. Sittlinger, C. Erggelet*: Treatment of posttraumatic and focal osteoarthritic cartilage defects of the knee with autologous polymer-based three-dimensional chondrocyte grafts: 2-year clinical results. *Arthritis Res Ther* 9 (2007) R41.

Anschrift für die Verfasser:
Priv. Doz. Dr. med. R. Becker
Chefarzt des Zentrums für
Orthopädie und Unfallchirurgie
Klinikum Brandenburg
Hochstrasse 26
D-14776 Brandenburg / Havel
E-Mail: roland_becker@yahoo.de

H. O. Mayr, A. Stöhr, T. Kalteis

Die vordere Kreuzbandruptur – Überlegungen zur Behandlung

Aus der OCM-Klinik, München (Leitende Ärzte: W. Bracker, A. Kirgis, R. Hube, H. O. Mayr, E.-O. Münch, J. Schmidt, G. Wasmer, E. Wiedemann)

Zusammenfassung

Schlüsselwörter: vordere Kreuzbandruptur – vordere Kreuzbandrekonstruktion – Diagnostik vordere Kreuzbandruptur – Behandlungsalgorithmus vordere Kreuzbandruptur

Die Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur unterliegt einem permanenten Wandel. Durch frühere Operationstechniken konnte häufig kein eindeutiger Vorteil gegenüber der konservativen Behandlung erzielt werden. Die funktionelle und radiologische Diagnostik ist in den letzten beiden Jahrzehnten wesentlich differenzierter geworden. Operationstechniken und Transplantatauswahl orientieren sich an der Detaildiagnostik. Heutzutage werden minimalinvasive Verfahren und eine frühfunk-

tionelle Nachbehandlung favorisiert. Die reduzierte Invasivität und die differenzierte Anwendung der heutigen Techniken erlauben die Indikationsstellung zur operativen Bandrekonstruktion auch beim älteren Menschen und beim Kind. Bei der vorderen Kreuzbandrekonstruktion handelt es sich um eine Wahloperation, deren Indikation sich häufig aus dem Freizeitverhalten der modernen Gesellschaft ableitet.

Einleitung

Das vordere Kreuzband hat in Mitteleuropa und den USA eine Verletzungsinzidenz von ca. 1:1000 Einwohnern/Jahr. Betroffen sind überwiegend junge, sportlich aktive Menschen. Nicht selten führt die vordere Kreuzbandruptur zur muskulär nicht kompensierbaren Instabilität und später zur Gonarthrose. Häufige Unfallmechanismen sind das Valgusaußenrotationsflexionstrauma mit Beteiligung des vorderen Kreuzbandes und des medialen Kapselbandapparates, das Varusinnenrotationsflexionstrauma mit Beteiligung

des vorderen Kreuzbandes und des dorsolateralen Kapselbandapparates sowie das Hyperflexionstrauma gegen Anspannung des Quadriceps. Begleitend treten mit einer Inzidenz von ca. 70 % Meniskusläsionen, Knorpelverletzungen und osteochondrale Schäden auf. Meist ist die vordere Kreuzbandruptur Folge eines Sportunfalls.

Diagnostik

Im Vordergrund der Diagnostik steht die klinische Untersuchung beider Kniegelenke im Seitenvergleich. Bei der frischen Verletzung hat der Lachman-

Test die höchste Sensitivität in der Diagnostik der vorderen Kreuzbandverletzung. Es folgt die Untersuchung der Varus-/Valgusstabilität, der Schubladentest und der Pivot shift-Test zur Überprüfung der Rotationsstabilität. Die Verletzung des hinteren Kreuzbandes ist durch Prüfung der hinteren Schublade auszuschließen. Ein Erguss sollte aus diagnostischen und therapeutischen Überlegungen punktiert werden. Liegt ein blutiger Erguss vor, so ist zu prüfen, ob Fettaggen als Hinweis auf eine knöcherne Begleitverletzung vorhanden sind. Zur Objektivierung der Rotations laxität des Kniegelenks kommen neuerdings Stabilitätstestgeräte zum Einsatz, die eine Messung der a.p. Translation unter Berücksichtigung der Rotation erlauben (Abb. 1 und 2). Abgesehen von gehaltenen Röntgenaufnahmen standen bisher Messgeräte ausschließlich für die Objektivierung der a.p. Translation zur Verfügung. Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in 2 Ebenen stellen die radiologische Basisdiagnostik dar. Es werden Frakturen, knöcherne Bandausrisse sowie bereits bestehende arthrotische Veränderungen dargestellt. Die Magnetresonanztomographie ist in Ergänzung des klinischen Befundes die Methode der Wahl in der Detaildiagnostik mit einer Sensitivität bis zu 98 % und einer Spezifität von 95 % (Abb. 3). Es können chondrale Begleitverletzungen, Knochenkontusionen (Bone Bruises) und Meniskusschäden dargestellt werden. Die Lage



Summary

und das Ausmaß der Bandverletzung lassen sich näher bestimmen. Bei Verdacht auf Begleitfrakturen, die im Nativröntgenbild okkult geblieben sind, kann gegebenenfalls eine Dünnschicht-Computertomographie angeschlossen werden. Eine diagnostische Arthroskopie und alleinige Resektion der vorderen Kreuzbandreste ist nach unserer Beurteilung aufgrund der Invasivität des Eingriffs und wegen der Höhe der entstehenden Kosten nicht mehr zu rechtfertigen. Es sollte möglichst eine einzeitige Versorgung angestrebt werden.

Therapiemöglichkeiten

Primär ist bei einer frischen Verletzung, die noch der definitiven Diagnostik zugeführt werden muss, eine Ruhigstellung und Heparinisierung indiziert. Nach definitiver Diagnostik stehen uns die konservativ funktionelle Behandlung, die operative Minimalversorgung sowie die Bandrekonstruktion zur Verfügung.

Bei der akuten Einklemmung von Meniskusanteilen oder Knorpelflakes ist häufig eine Primärversorgung erforderlich, um Folgeschäden abzuwenden und die Kniegelenkbeweglichkeit wieder herzustellen. Beim knöchernen vorderen Kreuzbandausriss besteht bei der Primärversorgung die Möglichkeit der physiologischen Rekonstruktion unter Erhalt der Innervation. Insbesondere beim Kind, aber auch beim Erwachsenen, sollte diese Chance genutzt werden. Eine weitere Indikation für die Primärversorgung ist die anterolaterale Knieinstabilität mit Schädigung der Sehne des M. popliteus, des Lig. popliteofibulare, des lateralen Kollateralbandes und des Tractus iliotibialis. Ein vollständiger distaler oder knöcherner femoraler Ausriss des langen Innenbandes stellen im Gegensatz zur interligamentären Ruptur ebenfalls eine primäre Operationsindikati-

Keywords: anterior cruciate ligament rupture – anterior cruciate ligament reconstruction – diagnosis anterior cruciate ligament rupture – treatment algorithm for anterior cruciate ligament rupture

The Anterior Cruciate Ligament Rupture – Treatment Considerations

Treatment of the anterior cruciate ligament rupture is subject of a permanent modification. Often past surgical techniques did not show a clear advantage over conservative treatment. During the last two decades the functional and radiological diagnostics have become much more differentiated. Today surgical techniques and graft choice are based on de-

tailed diagnostics. Minimally invasive procedures and early functional after-treatment are favoured now. The reduced invasiveness and the differentiated application of modern techniques allow an indication for operative ligament reconstruction even in case of elderly people and children. Anterior cruciate ligament reconstruction is elective surgery whose indication is often derived from leisure time activities of the modern society.

on dar. Die Erfahrung zeigt hier, dass sekundäre Versorgungen dieser Strukturen mit erheblich schlechteren Therapieergebnissen einhergehen. Außerdem kann durch eine konservative Behandlung meist keine suffiziente Ausheilung dieser Verletzungen erreicht werden.

Wenn das Kniegelenk nach einer Verletzung reizarm ist, besteht die Möglichkeit zur primären vorderen Kreuzbandrekonstruktion ohne erhöhtes Arthrofibrosierisiko.

Bei gereiztem, schmerzhaftem Gelenk mit Bewegungseinschränkung ohne eine mechanische Blockade empfiehlt sich nach dem Trauma zunächst ein konservatives Vorgehen mit krankengymnastischer Übungsbehandlung und Lymphdrainage, bis ein reizfreier Zustand und eine freie Beweglichkeit erreicht sind. Es sollte v.a. auf die endgradige Streckung und eine ausreichende Patellamobilität geachtet werden. Bei stärkerer Schmerzhaftigkeit, bei Kontusionsschäden der osteochondralen Strukturen, vollständiger Ruptur des medialen oder lateralen Kapselbandapparates oder einer Fragmenteinklemmung wird eine vorübergehende Entlastung an Unterarmgehstützen empfohlen. Thrombosepro-



Abb. 1: Gerät zur Messung der Rotationsinstabilität in Kombination mit einem konventionellen Messgerät zur Bestimmung der a.p.-Laxität.



Abb. 2: Einstellung des Rotationsmessgerätes zur Bestimmung der Rotationslaxität des Kniegelenks.



Abb. 3: Sagittale MRT-Aufnahmen mit Darstellung der typischen Bone Bruise nach Kniegelenkssubluxation bei frischer vorderer Kreuzbandruptur.

phylaxe mit niedermolekularem Heparin ist bis zur Vollbelastung erforderlich. Voraussichtlich wird in näherer Zukunft auch die orale Thromboseprophylaxe mit Dabigatran oder ähnlichen Wirkstoffen zugelassen.

Interligamentäre Begleitverletzungen des medialen Kollateralbandes können konservativ mit einer beweglichen Kniegelenkorthese für vier Wochen therapiert werden. Bei isolierter vorderer Kreuzbandruptur ist die Versorgung mit einer Rahmenorthese meist nicht erforderlich.

Operative Versorgung vs. konservative Versorgung

Die Kreuzbandrekonstruktion ist eine Wahloperation im eigentlichen Sinne. Kritische Langzeitstudien berichten, dass die Arthroseentwicklung des Kniegelenkes durch die Kreuzbandplastik nicht zufriedenstellend beeinflusst werden kann (1). Andere Studien ermutigen zur Rekon-

struktion der Kreuzbänder mit guten Langzeitergebnissen (2, 3). Eine Untersuchung der langfristigen Ergebnisse nach konservativer Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur belegt, dass nur bei 16 % der Patienten die nicht-operative Therapie erfolgreich ist (4). Durch intensive Schulung der Propriozeption, Muskelaufbau des Quadriceps, der ischiokruralen Muskulatur und des M. gastrocnemius können erstgradige Instabilitäten gut kompensiert werden. Langfristige orthetische Versorgungen halten wir für nicht akzeptabel. Durch das Tragen einer Konfektionsbandage kann jedoch eine Verbesserung der Propriozeption erreicht werden. Die Indikation zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes wird heute im Wesentlichen vom Aktivitätslevel des Patienten und der Ausprägung der Instabilität bestimmt. Die klinische Symptomatik einer muskulär nicht kompensierbaren Rotationsinstabilität mit giving way Symptomatik und rezidivie-

renden schmerzhaften Subluxationen steht im Vordergrund. Es gilt langfristig Sekundärschäden an Knorpel und Menisken zu minimieren.

Die Komplexität der Knieinstabilität wird gelegentlich nicht unmittelbar nach dem Trauma diagnostiziert (5). Insbesondere bei persistierender Instabilität der posterolateralen Strukturen ist mittelfristig das Versagen einer alleinigen vorderen Kreuzbandplastik zu erwarten. Wurde keine primäre Rekonstruktion des lateralen Kapselbandapparats durchgeführt, ist eine sekundäre dorsolaterale Stabilisierung z. B. mit einer Larson-Schlinge indiziert. Bei persistierender Instabilität der medialen Strukturen kann eine dorsomediale Kapselduplikatur im Sinne einer Hughston-Plastik oder eine Augmentationsplastik mit autologem Gewebe vorgenommen werden. Das Langzeitergebnis einer primären Rekonstruktion wird dadurch jedoch nur selten erreicht.

Transplantatwahl

Die Auswahl erfolgt zwischen autologen und allogenen Transplantaten und Transplantaten mit und ohne anhängendem Knochenblock (6). Die früher oft verwendete autologe Patellarsehnenplastik mit anhängenden Knochenblöcken hat aufgrund der Entnahmemorbidity in der Primärchirurgie in den letzten Jahren an Bedeutung verloren. Bei Verwendung dieses Transplantates treten neben der anfänglichen Quadricepschwächung gelegentlich Schmerzen beim Knien sowie chronische Patellarsehnenreizungen auf. Die Retropatellararthrose wird bei Verwendung autologer Patellarsehnenanteile häufiger und früher beobachtet als bei anderen Transplantaten. Vorteilhaft ist, dass die Bandplastik mit anhängenden Knochenblöcken meist sechs Wochen postoperativ im Bohrkanaal eingeheilt ist. Die Semitendinosussehne, häufig in Kombination mit der Gracilissehne, ist heutzutage in Mitteleuropa das meist verwendete Transplantat zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes bei geringerer Entnahmemorbidity. Für eine primäre Einheilung muss die Sehne jedoch dicht am Bohrkanaal anliegen (7). Es sollte berücksichtigt werden, dass diese sog. Hamstrings aktive mediale Kniegelenkstabilisatoren sind. Bei einer vorliegenden medialen Instabilität ist deshalb die Indikation zur Entnahme der ipsilateralen Semitendinosussehne kritisch zu prüfen, gegebenenfalls sollte diese von der Gegenseite erfolgen. Nach Entnahme der Hamstrings ist anfänglich die Kraft bei Innenrotation und Flexion des Unterschenkels sowie bei Stabilisierung des Beckens eingeschränkt (8). Bei der relativ seltenen Verwendung der Quadricepssehne als Transplantat kommt es zu einer Schwächung der ventralen Oberschenkelmuskulatur. Weitere autologe Transplantate wie z.B. Anteile

des Tracus iliotibialis sind eher von untergeordneter Bedeutung.

Eine grundsätzliche Alternative zu den autologen bieten allogene Transplantate (Abb. 4). Das Risiko der donor-site-morbidity entfällt. Weitere Vorteile des Allografts liegen in dem kosmetisch besseren Ergebnis, kürzeren Operationszeiten und einer geringeren Schmerzhaftigkeit des Eingriffs. Nachteilig sind hohe Kosten, das verzögerte Remodelling und eine mögliche „graft versus host“ oder „host versus graft“ Reaktion. Im Rahmen einer Revisionsoperation ermöglicht das Allograft mit Spenderknochen auch bei größeren Knochendefekten den „single stage“-Eingriff.

Beim Autograft wäre hier ein zweizeitiger Eingriff erforderlich. Nicht sterilisierte Allografts besitzen im Vergleich zu Autografts vergleichbare klinische Resultate (9). Das Risiko einer Krankheitsübertragung kann jedoch

nicht vollständig ausgeschlossen werden. Nach derzeitigem deutschem Recht muss der Arzt begründen, dass kein anderer medizinischer Weg möglich ist. Neben der Überprüfung auf Keimfreiheit müssen eine HIV- und Hepatitis-PCR durchgeführt werden (10).

Synthetische Bandersatzmaterialien sollten nach aktuellem Kenntnisstand nicht mehr verwendet werden. Sie versagen durch Materialermüdung und rufen durch ihre Partikel Reizzustände im Gelenk und im lymphatischen System hervor.

Transplantatfixierung

Die Transplantatfixierung muss eine frühfunktionelle Nachbehandlung erlauben.

Ein Fixierungsimplantat sollte mindestens bioinert sein und darf einer späteren chirurgischen Revision nicht im Weg stehen. Die Auszugskraft sollte reproduzierbare Ergebnisse

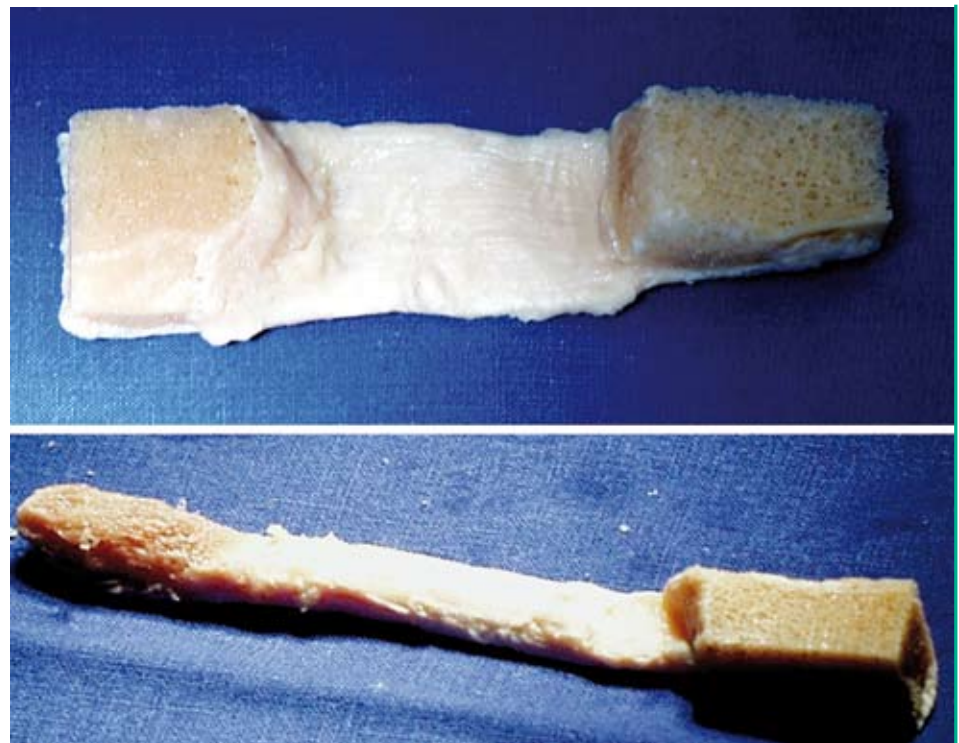


Abb. 4: Allograft vor und nach Präparation. Aufgrund der Größe der Knochenblöcke ist eine einzeitige Revision möglich.

ähnlich einer Metallinterferenzschraubenfixierung liefern. Ferner sind gleichbleibende mechanische Eigenschaften während der Heilung zu fordern.

Durch die Materialeigenschaften der Fixierungsmethode darf das Transplantat nicht geschädigt werden. Die Fixierung soll möglichst gelenknah stattfinden und eine primäre Einheilung durch dichtes Anliegen des Transplantates im Bohrkanal gewährleisten (7). Die anatomische Verlaufsrichtung der vorderen Kreuzbandplastik darf durch das Implantat nicht verändert werden.

Die Fixierung der vorderen Kreuzbandplastik erfolgt sowohl beim Semitendinosus-Transplantat als auch bei der Patellarsehne häufig mit einer Interferenzschraube. Es werden entweder Titan- oder so genannte Bioschrauben eingesetzt. Die Schraubenfixierung hat den Vorteil, dass eine ausreichende Belastbarkeit gewährleistet ist. Titanschrauben stehen jedoch einem Zweiteingriff am Knochen im Weg. Die Entfernung nach Jahren kann sich durch knöcherne Ummantelung schwierig gestalten. Die

sog. „Bioschraube“ wird meist aus PLLA, PDLLA oder PLLA/TCP (70 %/30 %) gefertigt. Es werden nach der Implantation teilweise verminderte Fixierungskräfte, Knochenresorption und entzündliche Reaktionen beschrieben (11). Der knöcherne Umbau der Schrauben ist nicht gewährleistet (12). Die vordere Kreuzbandplastik kann auch mit gelenkfernen Ankersystemen über eine zwischengeschaltete Kordel befestigt werden. Die Länge und Mehrgliedrigkeit der Gesamtkonstruktion hat jedoch eine Verschlechterung der Steifigkeit und Mikrobewegungen im Knochentunnel zur Folge. Hier wird vermehrt „tunnel widening“ beobachtet (13). Gelenknähere Fixierungssysteme arbeiten u. a. mit transkondylär eingebrachten Stiften aus PLLA. Das Transplantat befindet sich auch hier ohne wesentlichen Anpressdruck im Bohrloch. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit einer primären Einheilung verringert (7). Als weitere Alternative ist die press-fit-Verankerung mit autologen Knochenblöcken oder -zylindern zu nennen. Dazu bedarf es jedoch der Entnahme größerer autologer Knochenanteile. Die Invasivität wird im Verhältnis zu anderen Fixierungsmethoden vergrößert. Im Vergleich zur Interferenzschraubenfixierung wird auch eine reduzierte Primärstabilität beschrieben (14). Die gelenknah Fixierung mit osteokonduktiven Knochenersatzwerkstoffen, die einem späteren Eingriff nicht im Weg stehen, wie z. B. reinem Beta-Tricalciumphosphat (Beta-TCP), erscheint deshalb sinnvoll. Derartige Systeme befinden sich in Entwicklung.

OP-Technik

Die Operation erfolgt in Rückenlage. Präoperativ empfiehlt sich eine single shot-Antibiose. Nach der Narkoseeinleitung ist eine präemptive intraartikuläre Analgesie mit 0,1 mg Fentanyl und 10 ml Bupivacain 0,5 %

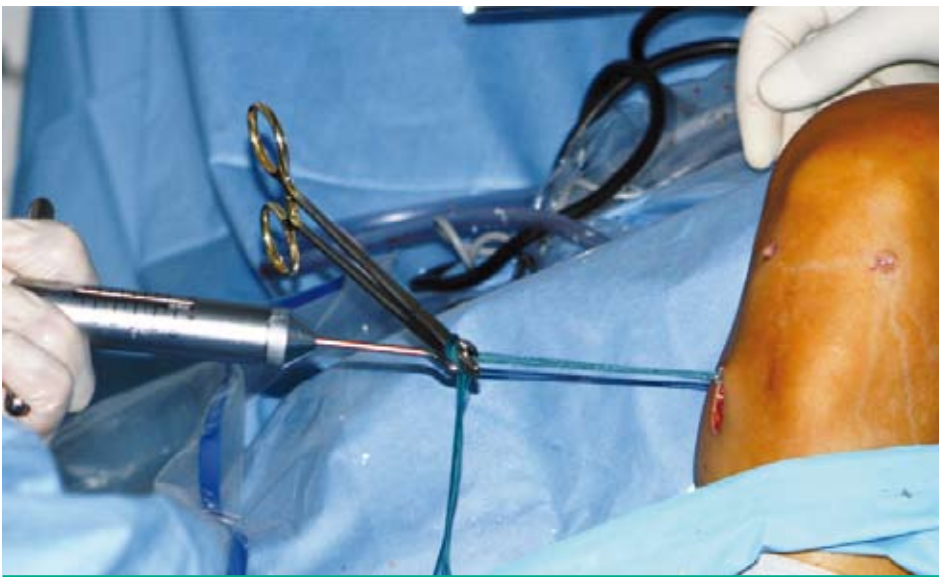


Abb. 5: Dynamisches Vorspannen und Konditionierung der Bandplastik in situ.

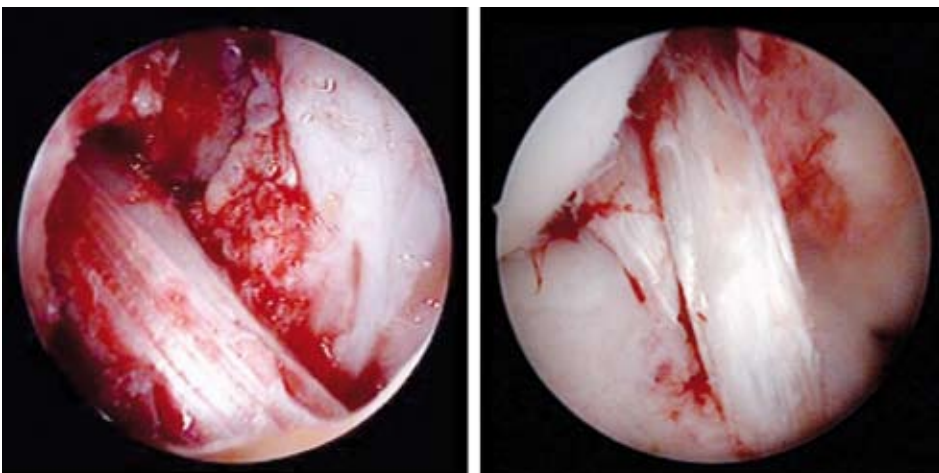


Abb. 6: Intraoperativer Befund nach Einzelbündel- vs. Doppelbündeltechnik bei Verwendung von Hamstringsehnen.

sinnvoll (15). Der Eingriff kann mit oder ohne Blutleere durchgeführt werden. Bei der Lagerung des zu operierenden Beines in einem Beinhalter sollte eine Kniegelenkbeugung bis 130 Grad möglich sein. Aus diesem Grund wird häufig ein elektrischer Beinhalter verwendet. Nach Anlage der Arthroskopieportale erfolgt eine Beurteilung und Bilddokumentation aller Kniegelenkstrukturen, wobei besonders auf Knorpel-, Meniskus- und begleitende Laxitäten der Kollateralbänder und des hinteren Kreuzbandes zu achten ist. Notwendige Teilentfernungen oder Refixationen von Meniskusanteilen und Eingriffe am Gelenkknorpel sollten vor Durchführung der Kreuzbandplastik erfolgen, da später die Sicht durch Sickerblutungen eingeschränkt sein kann. Eine Notchplastik ist nur sinnvoll bei deutlicher Enge der Fossa intercondylaris infolge chronischer Instabilitäten oder bei Vorliegen der so genannten „gothischen“ Form.

Sowohl bei der Hamstringplastik als auch bei Patellarsehnen- oder Quadricepssehnenplastik ist bei der Sehnenentnahme auf eine Schonung der Hautnerven zu achten. Bei der Hamstringplastik sollte bei der Einzelbündeltechnik die Sehne drei- oder vierfach gelegt werden. Bei der Doppelbündeltechnik genügt die zweifache Sehnenlage. Dazu ist nicht selten die Entnahme beider Hamstrings erforderlich.

Bei der Anlage der Bohrkanäle sind eine anatomische Positionierung und die Vermeidung eines zu großkalibrigen Tunnels wichtig. Die Befestigungstechniken wurden bereits erläutert. In der Regel erfolgt zuerst die femorale Fixierung des Transplantats. Die erforderliche Sanierung von Schäden der Kollateralbänder sollte unbedingt vor der tibialen Fixierung stattfinden. Bei der Verwendung von Hamstrings muss das viskoplastische Verhalten des

Transplantats berücksichtigt werden. Es ist daher vor der tibialen Befestigung sinnvoll, das Transplantat intraartikulär vorzuspannen. Das Kniegelenk kann dazu unter distalem Zug (z.B. 90 N mittels Tensiometer, 25 Zyklen) zwischen Extension und Flexion bewegt werden (Abb. 5). Nach der tibialen Fixierung soll der impingementfreie und straffe Bandlauf nochmals überprüft werden. Die Verwendung von Redonsaugdrainagen ist fakultativ, die postoperative Versorgung mit einem Brace nicht obligat.

Überlegungen zum operativen Vorgehen

Ein wesentliches Kriterium beim Ersatz des vorderen Kreuzbandes ist die korrekte möglichst anatomische Platzierung des tibialen und femoralen Bohrkanals. Für das Versagen von Kreuzbandersatzplastiken ist häufig eine Fehlanlage der Bohrkanäle verantwortlich. Früher wurde der tibiale Kanal nicht selten zu weit dorsal gesetzt. Neuere anatomische Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass Anteile des vorderen Kreuzbandes bis weit nach ventral reichen (16). Femoral erfolgte durch die transtibiale Bohrweise häufig eine zu steile Platzierung des Transplantats in „high noon“-Position. Dadurch konnte zwar eine gute a.p. Stabilität erreicht werden, klinisch zeigte sich der Pivot shift-Test trotzdem positiv. Heute ist deshalb die Anlage des femoralen Bohrkanals über das anteromediale Portal zu fordern, um eine bessere Rotationsstabilität zu erreichen (17).

Stellt sich intraoperativ heraus, dass nur ein Bündel betroffen ist, wird heute zunehmend eine Augmentation durchgeführt. Klinische Studien zeigen hier gute Ergebnisse, die Transplantatentnahme einer Sehne ist meist ausreichend und die Propriozeption bleibt weitgehend erhalten (18).

Anatomisch besteht das vordere Kreuzband aus zwei Bündeln, dem anteromedialen, welches sich in Beugung anspannt, und dem posterolateralen Bündel, welches v.a. streckungsnahe die Rotationsstabilität gewährleistet. Es werden in letzter Zeit vermehrt Untersuchungen zur Doppelbündel- vs. Einzelbündeltechnik der vorderen Kreuzbandersatzplastik durchgeführt (Abb. 6). Abzuwarten bleibt jedoch, ob langfristig die vermehrte Invasivität des Eingriffs und das Einbringen größerer Mengen an Fixierungsimplantaten gerechtfertigt ist. Eine Evaluation dieser Problematik im Rahmen einer prospektiv randomisierten Studie Doppelbündel- vs. Einzelbündeltechnik mit Objektivierung der Rotationsstabilität durch eine apparative Messung mit einem neu entwickelten Laximeter findet derzeit statt (Abb. 1 und 2).

Vordere Kreuzbandplastik bei Kindern

Bei der konservativen Therapie drohen aufgrund der nicht zu bremsenden Aktivität von Kindern die chronische Instabilität des betroffenen Kniegelenks mit Sekundärschäden an Knorpel und Menisken, weshalb heute trotz offener Wachstumsfugen großzügig die Indikation zur vorderen Kreuzbandersatzplastik gestellt wird. Es wird allgemein die Semitendinosussehne verwendet. Dabei ist zu beachten, dass der tibiale Bohrkanaldurchmesser nicht größer als 7 mm sein sollte und möglichst senkrecht zur Fuge und sicher dorsal der Apophyse der Tuberositas tibiae platziert wird, da sonst die Gefahr eines vorzeitigen Epiphysenfugenschlusses besteht. Femoral muss insbesondere der tangentialer Verlauf der Epiphysenfuge bei der Anlage des Bohrkanals beachtet werden. Eine „over the top“ Positionierung ist durch Anlage des Bohrkanals über das ante-

romediale Portal zu vermeiden. Nachfolgende Wachstumsstörungen sind eher selten (19).

Nachbehandlung

Wir empfehlen unmittelbar postoperativ eine Teilbelastung an Unterarmgehstützen für zehn Tage sowie abschwellende Maßnahmen. Es wurde eine prospektiv randomisierte klinische Studie zur Untersuchung Hardbrace vs. schienenfreie Nachbehandlung nach vorderer Kreuzbandplastik durchgeführt. Ein Jahr postoperativ zeigte sich für die Gruppe ohne Orthese eine tendenziell bessere Kniefunktion und ein höherer Aktivitätsgrad der Patienten. In der Gruppe ohne Orthese waren jedoch zwei Rupturen zu verzeichnen. Nach Meniskusrefixation muss je nach Befund die Flexion für sechs Wochen postoperativ eingeschränkt werden. Mittels Lymphdrainagen und Krankengymnastik soll zunächst eine freie Kniegelenkbeweglichkeit erreicht werden, anschließend kann mit Muskelaufbau und Koordinationstraining begonnen werden. Radfahren ist nach ca. sechs Wochen möglich, da es sich um eine geführte Bewegung handelt. Laufsport in der Ebene kann nach ca. 16 Wochen begonnen werden. Der Wiedereintritt in Ballsportarten, Leichtathletik, Turnen, Kampfsportarten und Skifahren soll frühestens nach 6 Monaten erfolgen. Es ist zu berücksichtigen, dass Hamstringplastiken nach dieser Zeit erst ca. 60 % der physiologischen Versagenslast erreichen.

Komplikationen

Die vordere Kreuzbandersatzplastik ist eine Wahloperation. Betroffen sind v.a. junge sportlich aktive Patienten. Das Komplikationsrisiko ist daher unbedingt durch eine exakte Diagnostik, Indikationsstellung und Operationsplanung zu minimieren.

Eine intraoperative Verletzung der Poplitealgefäße kann durch eine ausreichende Kniegelenkbeugung bei Anlage des femoralen Bohrkanals vermieden werden. Es muss über eine potenzielle Nervenverletzung im Bereich der Haut und bei der Sehnenpräparation aufgeklärt werden. Bei Entnahme eines Patellarsehnedrittels kann in der Folge eine Patellafraktur oder -sehnenruptur auftreten. Die Fehlplatzierung der Bohrkanäle, v.a. femoral, gilt als häufigste Versagensursache der vorderen Kreuzbandplastik, deshalb sollte heute nur noch das anteromediale Portal zum Bohren des femoralen Kanals in tiefer Kniegelenkbeugung verwendet werden. Die Infektionsrate, v.a. durch Staphylokokken, wird allgemein mit 0,8 % beziffert. Einer möglichen Beinvenenthrombose ist durch eine gewichtsadaptierte Prophylaxe mit niedermolekularem Heparin vorzubeugen (20).

Bei der Arthrofibrose handelt es sich um intraartikuläre Briden, die kausal mit einer Bewegungseinschränkung des Kniegelenks zusammenhängen. Das Risiko hängt wesentlich vom präoperativen Reizzustand ab. Eine arthroskopische Arthrolyse ist möglichst im Zeitintervall von sechs Monaten nach Kreuzbandplastik indiziert, um das Arthroserisiko langfristig zu reduzieren. Anschließend ist bei der krankengymnastischen Übungsbehandlung unbedingt auf Schmerzfreiheit zu achten (21). Beim Cyclopsyndrom handelt es sich um einen Knoten aus fibroelastischem Gewebe mit Nekrosen, Gefäßen und gelegentlich knöchernen Einlagerungen, welcher der vorderen Kreuzbandplastik ventral aufliegt und zum Impingement in der Notch führt. Durch vorzeitige Überlastung bei fehlendem muskulärem Schutz des vorderen Kreuzbands kann es zu einem Implantatversagen kommen (20).

Fazit für die Praxis

Die vordere Kreuzbandruptur ist eine häufige Knieverletzung. Sie kann erheblichen Einfluss auf die Lebensqualität haben. Zur Festlegung der Therapie sind sowohl die Begleitverletzungen als auch die Erwartungshaltung des Patienten zu berücksichtigen.

Literatur

1. Fink, C., C. Hoser, K. P. Benedetto: Arthroseentwicklung nach Ruptur des vorderen Kreuzbands. Ein Vergleich von operativer und konservativer Therapie. Unfallchirurg 97 (1994) 357–361.
2. Lidén, M., L. Ejerhed, N. Sernert et al.: Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized study with a 7-year follow-up. Am J Sports Med 35 (2007) 740–748.
3. Neuman, P., M. Englund, I. Kostogiannis, T. Fridén, H. Roos, L. E. Dahlberg: Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. Am J Sports Med. 36 (9) (2008) 1717–1725.
4. Strehl, A., S. Eggli: The value of conservative treatment in ruptures of the anterior cruciate ligament (ACL). J Trauma 62 (2007) 1159–1162.
5. Fanelli, G. C., D. R. Orcutt, C. J. Edson: The multiple-ligament injured knee: evaluation, treatment and results. Arthroscopy 21 (2005) 471–486.
6. Weiler, A., S. Scheffler, J. Höher: Transplantatauswahl für den primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes. Orthopäde 31 (2002) 731–740.
7. Weiler, A., R. F. Hoffmann, H. J. Bail, O. Rehm, N. P. Sudkamp: Tendon healing in a bone tunnel. Part II: Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. Arthroscopy (2002) 18:

- 124–135.
8. *Adachi, N., M. Ochi, Y. Uchio et al.*: Harvesting hamstring tendons for ACL reconstruction influences postoperative hamstring muscle performance. *Arch Orthop Trauma Surg* 123 (2003) 460–465.
 9. *Katthagen, B. D., S. Scheffler, R. Becker, D. Willkomm, H. O. Mayr, A. Pruß*: Gewinnung, Prozessierung und Transplantation allogener muskuloskelettaler Gewebe. *Transfus Med Hemother* 35 (6) (2008) 438–445.
 10. *Mayr, H. O., D. Willkomm, W. Petersen*: Spendertransplantate zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes. In: *W. Petersen, T. Zantop*: Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzte-Verlag, 2009.
 11. *Kousa, P., T. L. Jarvinen, M. Vihavainen, P. Kannus, M. Jarvinen*: The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II: tibial site. *Am J Sports Med* 31 (2003) 182–188.
 12. *Fink, C., K. P. Benedetto, W. Hackl, C. Hoser, M. C. Freund, M. Rieger*: Bioabsorbable polyglyconate interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective computed tomography-controlled study. *Arthroscopy* 16 (2000) 491–498.
 13. *Hoher, J., H. D. Moller, F. H. Fu*: Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 6 (1998) 231–240.
 14. *Musahl, V., S. D. Abramowitch, M. T. Gabriel, R. E. Debski, P. Hertel, F. H. Fu, S. L. Woo*: Tensile properties of an anterior cruciate ligament graft after bone-patellar tendon-bone press-fit fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 11 (2003) 68–74.
 15. *Mayr, H. O., E. Entholzner, R. Hube, W. Hein, T. G. Weig*: Pre- versus postoperative intraarticular application of local anesthetics and opioids versus femoral nerve block in anterior cruciate ligament repair. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2006.
 16. *Zantop, T., M. Herbort, M. J. Raschke et al.*: The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med* 35-2 (2007) 223–227.
 17. *Musahl, V., A. Plakseychuk, A. VanScyoc et al.*: Varying femoral tunnels between the anatomical footprint and isometric positions: effect on kinematics of the anterior cruciate ligament reconstructed knee. *Am J Sports Med* 33 (2005) 712–718.
 18. *Musahl, V., H. Steckel, T. Zantop, F. H. Fu*: VKB-Verletzungsmuster und Augmentation von Partialrupturen. *Arthroscopie* 20 (2007) 115–120.
 19. *Ulmer, M., A. P. Mehling, A. Jäger*: Kindliche vordere Kreuzbandruptur. *Arthroscopie* 21 (2008) 279–282.
 20. *Mayr, H. O., C. Zeiler*: Komplikationen nach Kreuzbandersatzplastiken. *Orthopäde* 37 (2008) 1080–1087.
 21. *Mayr, H. O., T. G. Weig, W. Plitz*: Arthrofibrosis following ACL reconstruction reasons and outcome. *Arch Orthop Trauma Surg* Oct 124 (8) (2004) 518–522.

Anschrift für die Verfasser:

PD Dr. H. Mayr
 OCM-Klinik
 Steinerstr. 6
 D-81369 München
 E-Mail:
 hermann.mayr.ocm@gmx.de

E. O. Münch

Behandlungsmöglichkeiten der kindlichen vorderen Kreuzbandruptur

Aus der OCM-Klinik, München (Leitende Ärzte: W. Bracker, A. Kirgis, R. Hube, H. O. Mayr, E.-O. Münch, J. Schmidt, G. Wasmer, E. Wiedemann)

Zusammenfassung

Schlüsselwörter: vordere Kreuzbandruptur – offene Wachstumsfugen – operative Rekonstruktion

Bei der Behandlung kindlicher vorderer Kreuzbandrupturen geht heutzutage der Trend eindeutig zu einer frühzeitigen operativen Versorgung. Andernfalls kommt es infolge der Instabilität zu einer hohen Rate an Sekundärschäden an Menisken und Knorpel mit einer entsprechend ungünstigen Prognose. Während bei knöchernen Eminentiaausrisen eine operative Refixation schon seit langem praktiziert wird, so wurde die Vorgehensweise bei intraligamentären Rupturen kontrovers diskutiert und durchgeführt. Hierfür war insbesondere die spezifische anatomische Situation des Kindes mit den kniegeleknahen Wachstumsfugen verantwortlich. Bei korrekter

anatomischer Platzierung eines vorderen Kreuzbandtransplantates ist ein Durchbohren der noch offenen Epiphysenfugen unvermeidlich. Entsprechend groß war die Sorge um ein daraus resultierendes Fehlwachstum.

Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass bei technisch korrekter Durchführung der Operation unter Beachtung der speziellen Anatomie des kindlichen Kniegelenkes Wachstumsstörungen vermieden werden können.

In dieser Arbeit sollen Empfehlungen zur Wahl der operativen Verfahren unter Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse gegeben werden.

resultierender Beeinträchtigung des Längenwachstums oder Abweichung der Beinachse wurde auf operative Maßnahmen bis zum Ende des Wachstumsalters häufig verzichtet.

Nicht selten kam es aber infolge der resultierenden Instabilität nach vorderer Kreuzbandruptur zu Sekundärschäden an Menisken und Knorpel innerhalb kurzer Zeit. Sekundäre Meniskussschäden wurden in 75 % der Fälle innerhalb eines Jahres festgestellt (3). Dies hat auch zu der Aussage veranlasst: „the young patient with an old knee“.

Rein konservative Therapieformen sind aufgrund der geringen Compliance und der höheren Aktivität bei Kindern nicht praktikabel. Ebenso wenig bewährt hat sich der Versuch einer primären Naht des vorderen Kreuzbandes.

Jedoch ist die Gefahr einer nachhaltigen Schädigung der Wachstumsfugen keinesfalls so groß wie bisher angenommen wurde. Insbesondere dann nicht, wenn in den transepiphysären Bohrkana ein Weichteilinterponat (Sehne) eingeführt wird. (9)

Einleitung

Vordere Kreuzbandrupturen bei Kindern sind vergleichsweise selten. Nach Literaturangaben werden sie mit einer Häufigkeit von 3 bis 4 % angegeben, d.h., dass 3 bis 4 % der Patienten mit einer vorderen Kreuzbandruptur offene Wachstumsfugen aufweisen. Die noch offenen Wachstumsfugen waren bisher der entscheidende Grund für eine Zurückhaltung opera-

tiver Behandlungen. Gerade die kniegeleknahen Epiphysenfugen machen zwei Drittel des Längenwachstums der unteren Extremität aus. Für die korrekte Platzierung eines vorderen Kreuzbandtransplantates ist aber ein Durchbohren sowohl der tibialen als auch der femoralen Wachstumsfuge nahezu unvermeidlich.

Aus Sorge um einen vorzeitigen oder partiellen Schluss der Wachstumsfugen mit daraus

Diagnostik

Die Diagnosestellung einer vorderen Kreuzbandruptur bei Kindern ist im Vergleich zum Erwachsenen erschwert. Dies liegt zum einen an der physiologisch erhöhten Gelenklaxität der Kinder vor der Pubertät. Die klinische Untersuchung muss daher immer im Seitenvergleich erfolgen. Zum anderen ist auch die heute fast obligate MRT-Un-



tersuchung nicht ausreichend zuverlässig. Nach einer Studie von Kocher (4) sind bei der Beurteilung von MRT-Bildern bei Kindern mit vorderer Kreuzbandverletzung 25 % falsch positive Diagnosen möglich. In der Alterskategorie über 12 Jahren verbessern sich aber Spezifität und Sensivität.

Röntgenaufnahmen gehören obligat zur präoperativen Diagnostik. Zum einen um damit knöcherne Ausrisse zu erkennen und zum anderen um mögliche Achsabweichungen und Längenänderungen zu objektivieren.

OP-Technik

Knöcherner Ausriss

Vor dem 12. Lebensjahr werden in erster Linie knöcherne Ausrisse des vorderen Kreuzbandes aus der Eminentia beobachtet. Die Einteilung dieser Läsionen erfolgt nach Meyers und McKeever je nach Ausmaß der Dislokation des ossären Fragmentes. Wengleich bei geringer Dislokation eine gute Möglichkeit auf eine rein konservative Therapie durch 4- bis 6-wöchige Immobilisation im strecknahen Bereich besteht, so empfehlen wir in jedem Fall eine arthroskopische Evaluation des Gelenkes. Sehr häufig kommt es nämlich zu einer Interposition des intermeniskalen Bandes (Lig. transversum genus) (Abb. 1) in den nach ventral und proximal geöffneten Frakturspalt. Dadurch wird eine vollständige Reposition des Fragmentes verhindert. Dies wiederum kann einerseits zu einer Instabilität und andererseits zu einer Streckhemmung führen.

Bei der Operation hat sich eine arthroskopische Reposition bewährt, die aber durch ein interponiertes Ligamentum transversum deutlich erschwert und technisch sehr anspruchsvoll sein kann.

Für die Refixation spielt die Größe des Ausrissfragmentes

Keywords: anterior cruciate ligament rupture – open epiphyses
– operative reconstruction

Treatment of Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Children

Current concepts in the treatment of anterior cruciate ligament ruptures in children are proposing an early surgical intervention. Otherwise the unstable knee may produce or exacerbate other injuries in the knee, such as meniscal tears or damage to the cartilage with a poor outcome.

Operative reconstructions of bony avulsions of the tibial eminence are well established since many years. But there is still a great controversy in the management of intraligamentous ruptures of the anterior cruciate ligament in the skeletally immature patient.

Main concern is a growth disturbance when a transepiphyseal drilling is performed. But this is necessary to achieve an anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament. Fortunately the risk for the open growth plates is not as high as expected in the past.

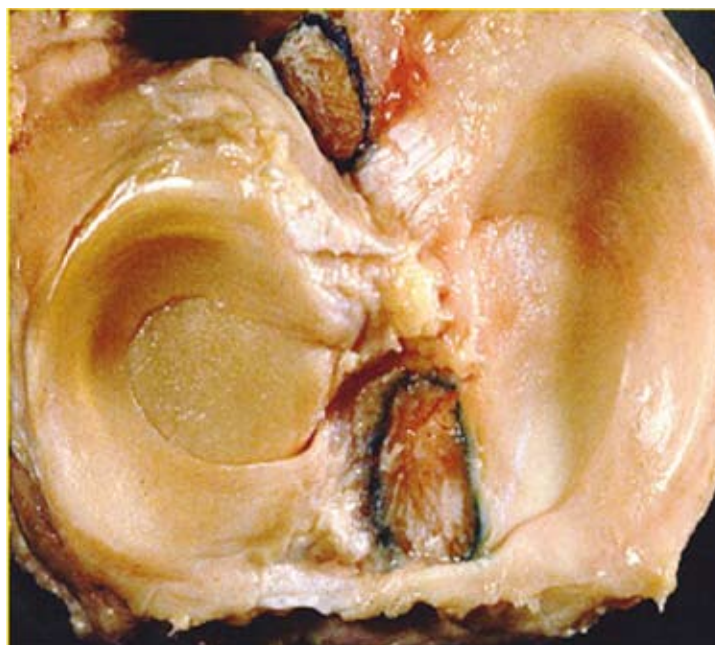
With a correct technique in regard to the specific anatomical situation of children growth disturbances can be avoided.

This article gives some recommendations for the surgical reconstruction of anterior cruciate ligament ruptures in skeletally immature patients in respect to the new scientific research.

durchaus eine Rolle.

Bei großen Fragmenten ist eine Schraubenosteosynthese möglich, wobei eine Überschreitung

der Epiphysenfuge aber unbedingt vermieden werden muss. Denkbar ist auch eine perkutane Fixation mit Kirschnerdrähten



1: Lage der tibialen vorderen Kreuzbandinsertion zum Lig.transversum.



Abb. 2: Postoperative Röntgenkontrolle nach Refixation eines knöchernen Eminenziaausrisses.

und anschließender Immobilisation. Nach 6 Wochen ist in aller Regel die Ausrissfraktur knöchern konsolidiert und die Drähte können entfernt werden. Meist versucht man jedoch mit

einem Cerclagedraht oder Fadenmaterial die Fragmente zu readaptieren und zu fixieren (Abb. 2). Je nach verwendetem Material muss dies ebenfalls wieder entfernt werden.

Intraligamentäre Ruptur

Bei der intraligamentären Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Kind mit offenen Wachstumsfugen stehen prinzipiell mehrere verschiedene OP-Techniken zur Verfügung. In der Vergangenheit wurde vielfach versucht ein Durchbohren der Epiphysenfugen zu vermeiden. Die extraepiphysealen Techniken „over-the-front“ und „over-the-top“ können jedoch die natürlichen und anatomisch korrekten Insertionen des vorderen Kreuzbandes nicht erreichen und führen dadurch zu einer veränderten Kniegelenkkinematik mit allen negativen Folgen einer mechanischen Gelenkdestruktion.

Rein epiphyseale Techniken sind technisch extrem schwierig bis unmöglich.

Es wird daher in zunehmendem Maße eine wachstumsfugenübergreifende transepiphysäre Operation mit körpereigenen Beugesehnen aus dem Oberschenkel favorisiert. Die Ge-

fahr einer nachhaltigen Schädigung der Wachstumsfugen mit den negativen Folgen eines Fehlwachstums wurde in der Vergangenheit vermutlich überschätzt. Wachstumsfugen tolerieren ein gewisses Maß an Traumatisierung, ohne dass es zu einer Verknöcherung kommt, insbesondere dann, wenn in den Bohrkanal eine Sehne als Weichteilinterponat eingebracht wird (9). Es dürfen dabei jedoch keine fugenüberschreitenden Schrauben eingebracht werden. Es gibt aber noch weitere Kriterien, die zur Vermeidung von Wachstumsstörungen beachtet werden sollten. Meller (6) hat diese in einem Vortrag beim Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie zusammengefasst (Tab. I).

Eigene Technik

Als Ersatzgewebe für das vordere Kreuzband verwenden wir die Semitendinosussehne als freies Transplantat, gegebenenfalls zusätzlich die Gracilissehne. Bei der Anlage des tibialen Bohrkanales ist auf einen steilen Verlauf zu achten mit einem Eintritt in die Tibia, der deutlich medial von der Apophyse der Tuberositas tibiae liegt. Die Drehzahl der Bohrmaschine wird deutlich reduziert oder es erfolgt sogar eine Handbohrung, um thermische Schäden an der Epiphysenfuge zu vermeiden. Der Durchmesser des Bohrkanales wird möglichst klein gewählt, um die prozentuale Traumatisierung der Fuge sehr gering zu halten. Der Bohrkanal wird anschließend mit dem Arthroskop inspiziert (Abb. 3). Die Epiphysenfuge ist als weißer Ring in aller Regel sehr gut zu erkennen. Die Kanallänge von der Fuge bis zum Eintritt des Bohrkanales in das Gelenk, bzw. die Distanz vom Eintritt des Bohrkanales in die Tibia bis zur Fuge werden genau gemessen. (Abb. 4). Dies ist eine entscheidende Hilfe für die Wahl der Fixationsart des Sehnentransplantates im tibialen Bohrkanal.

Tab. I:

Neun Kriterien zur Vermeidung von Wachstumsstörungen (Meller, R. et al.)

Keine Implantate in der Nähe der Fuge	Koman	2002
Schonung der Apophyse der Tuberositas tibiae	Kocher	2002
Perforation der Fugen mit Handbohrer	Sobau	2004
Wachstumsfugen zentrisch perforieren	Shea	2006
Steil verlaufende Bohrkanäle (nicht schräg)	Sobau	2004
Hamstringtransplantate (keine Patellarsehne)	Kocher	2002
Überbrückung der Fuge durch Transplantat	Behr	2001
Moderate Vorspannung des Transplantates	Edwards	2001
Angemessener Bohrkanaldurchmesser	Gaulrapp	2006

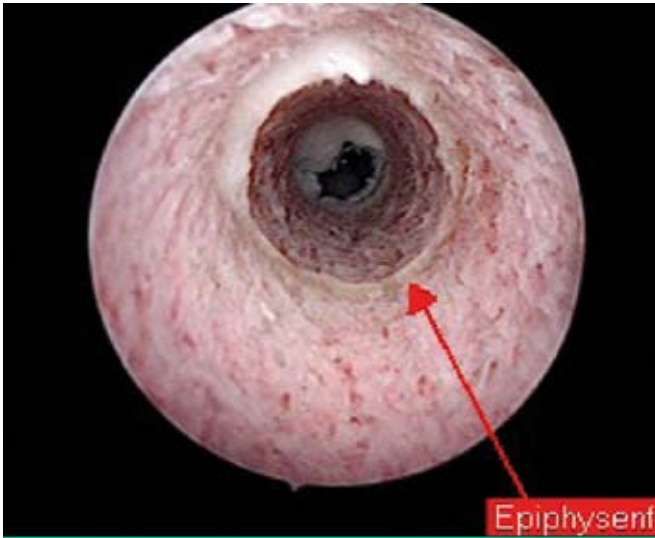


Abb. 3: Wachstumsfuge im tibialen Bohrkanal.



Abb. 4: Längenmessung des Bohrkanales bis zur Wachstumsfuge.

Je nach Länge des Bohrkanales erfolgt dann eine Verschraubung des Transplantates (Abb. 5) oder eine cortikale Fixierung. Bei einer entsprechenden Länge zwischen Fuge und Eintritt des Bohrkanales in das Gelenk kann auch eine Verschraubung des Transplantates von intraartikulär mit einer Retroscrew (Abb. 6) erfolgen.

Problematischer und technisch anspruchsvoller ist die Anlage des femoralen Bohrkanales. Dies ist zum einen bedingt durch die wesentlich kleineren Größenverhältnisse im Vergleich zum Erwachsenen und zum anderen durch die Lage der femoralen Epiphysenfuge. Eine rein epiphysäre Anlage eines Bohrkanales ist zwar möglich, aber weder einfach noch ungefährlich. Durch die parallel zur Fuge verlaufende Lage eines rein epiphysären Bohrkanales muss ein ausreichend großer Abstand zur Fuge nach distal gewährleistet sein. Andernfalls kann durch den parallelen Verlauf eine größerflächige Schädigung der Wachstumsfuge entstehen mit den gefürchteten Folgen eines partiellen Epiphysiodeseffektes. Zu bedenken ist auch, dass es kein spezielles Instrumentarium für

Kinder gibt, das den kleineren Größenverhältnissen angepasst ist. Ungefährlicher und technisch einfacher ist eine mehr vertikale Durchbohrung der Fuge unter den schon genannten Kriterien (geringe Drehzahl des Bohrers, kleinstmöglicher Durchmesser des Bohrkanales).

Während die tibiale Wachstumsfuge eher zentral durchbohrt wird, wird die femorale Fuge durch die posterolaterale Lage des Bohrkanales peripher tangiert. Das Risiko eines partiellen Fugenschlusses mit nachfolgender Achsabweichung ist dadurch ebenfalls höher.

Die Verankerung des Transplantates erfolgt in jedem Fall außerhalb der Fuge durch transossäre Stifte oder eine extracortikale Fixierung (Abb. 7, 8). Auf eine Vorspannung des Transplantates und Durchführung von mehreren Bewegungszyklen mit einer definierten Kraft wird beim Kind verzichtet (Abb. 9).

Die Nachbehandlung erfolgt nach den gleichen Prinzipien wie beim Erwachsenen, wobei eine aggressive Rehabilitation aber vermieden wird.



Abb. 5: Kernspintomographische Kontrolle der tibialen Schraube distal der Wachstumsfuge.

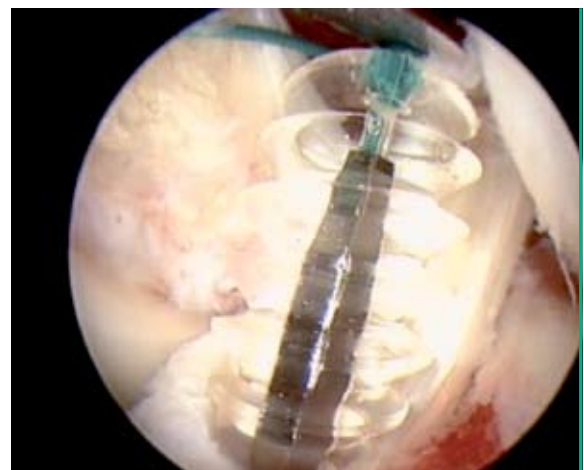


Abb. 6: Einbringen einer Retroscrew.

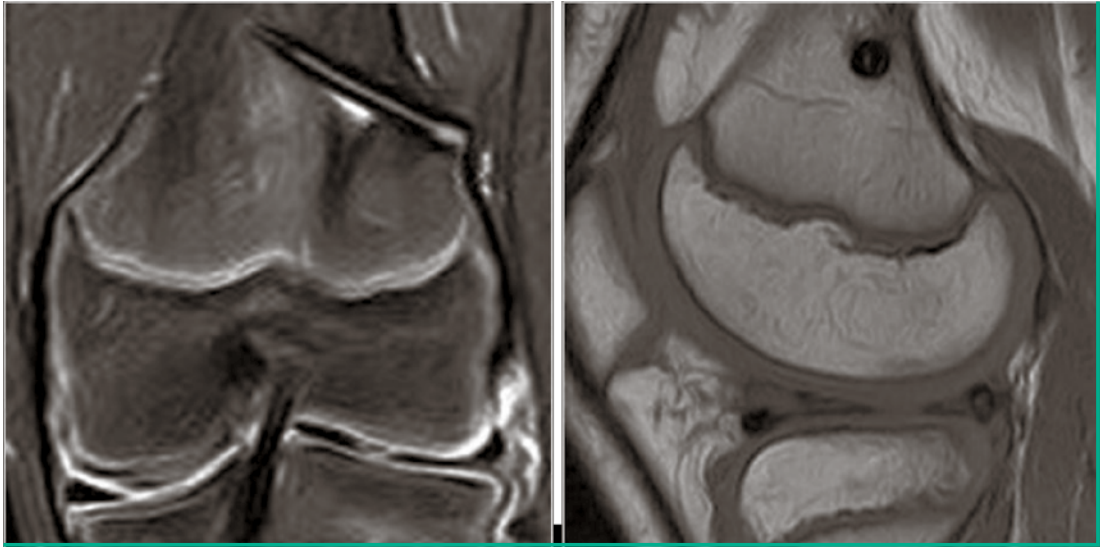


Abb. 7: Femorale Fixation mit transossärem Stift.



Abb. 8: Cortikale Fixation mit Retrobutton.

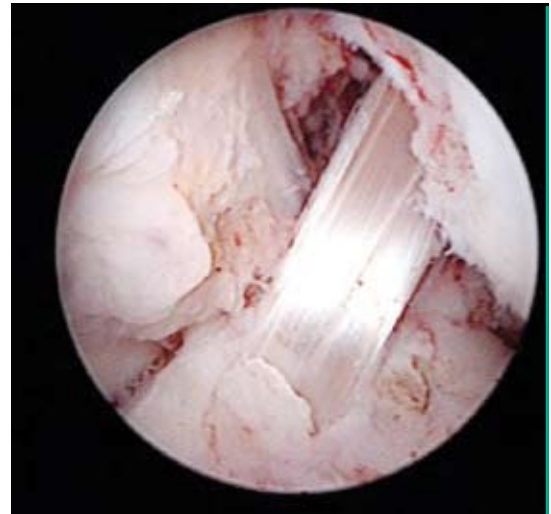


Abb. 9: Arthroskopisches Bild einer vorderen Kreuzbandplastik beim Kind mit Semitendinosussehne.

Literatur

1. Aichroth, P. M., D. V. Pathel, P. Zorilla: The natural history and treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. A prospective review. *J Bone Joint Surg [Br]* 84 (2002) 38-41.
2. Andrish, J.: Anterior cruciate ligament injuries in the skeletally immature patient. *Am J Orthop* 30 (2001) 103-110.
3. Bracq, H., H. Robert, C. Bonnard et al.: Anterior cruciate tears in adolescents. *Ann Soc Orthop Angers* 28 (1996) 171-194.
4. Kocher, M. S., J. DiCanzio, D. Zurakowski, L. J. Micheli: Diagnostic performance of clinical examination and selective magnetic resonance imaging in the evaluation of intraarticular knee disorders in children and adolescents. *Am J Sports Med* 29 (3) (2001) 292-296.
5. Kopf, S., C. Stärke, R. Meller, R. Becker: Transplantatverhalten bei offenen Wachstumsfugen.

- Arthroskopie 22 (2009) 45-50.
6. Meller, R., F. Schiborra, F. Fritz, A. Neddermann, J. Westhoff, J. Zeichen, C. Krettek: Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes im Kindesalter. Neun Kriterien zur Vermeidung von Wachstumsstörungen. Vortrag beim Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlin, 24.-27. Oktober 2007.
 7. Meyers, M. H., F. M. McKeever: Fractures of the intercondylar eminence of the Tibia. J Bone Joint Surg (Am) 52 (1970) 1677.
 8. Seil, R., D. Pape, D. Kohn: The risk of growth changes during transphyseal drilling in sheep with open physes. Arthroscopy 24 (7) (2008) 824-833.
 9. Stadelmaier, D. M., S. P. Amoczky, J. Dodds, H. Ross: The effect of drilling and soft tissue grafting across open growth plates. Am J Sports Med 23 (4) (1995) 431-435.
 10. Ulmer, M., A. P. Mehling, A. Jäger: Kindliche vordere Kreuzbandruptur. Arthroscopie 21 (2008) 279-282.
 11. Wilmes, P., O. Lorbach, F. Chotel, R. Seil: Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes bei offenen Wachstumsfugen. Arthroscopie 22 (2009) 35-44.

Anschrift des Verfassers:

Dr. E.-O. Münch
Orthopäde
Steinerstr. 6
D-81369 München

Einladung zur 58. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e. V. 29. April bis 2. Mai 2010

Freude an Orthopädie und Unfallchirurgie

Themen

1. Hauptthema:

Schmerztherapie und Komplementärmedizin

2. Hauptthema:

Arthrose (Diagnostik, konservative und operative Therapie)

3. Hauptthema:

Änderungen in der Endoprothetik in den letzten 10 Jahren

- Minimalinvasiv
- Oberflächenersatz (Hüfte, Schulter)
- Kurzschaffprothesen
- OSG-Endoprothetik
- Perioperative Schmerztherapie

4. Hauptthema:

Destruierende Erkrankungen der Wirbelsäule (Osteoporose, Trauma, Spondylodiscitis, Tumor)

5. Freie Themen

Was können wir für unseren Nachwuchs tun?
Varia

Tagungspräsident 2010:

Prof. Dr. med. Dr. h. c. Jörg Jerosch
Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie
und Sportmedizin
Johanna-Etienne-Krankenhaus
Am Hasenberg 46
41462 Neuss
E-Mail: j.jerosch@ak-neuss.de

W. Petersen¹ und T. Zantop²

Ruptur des hinteren Kreuzbandes und posterolaterale Instabilität

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Martin Luther Krankenhaus, Berlin Grunewald (Chefarzt: Prof. Dr. med. W. Petersen)¹ und der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Münster (Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. M. J. Raschke)²

Zusammenfassung

Schlüsselwörter: posteriore tribale Translation – Stressaufnahmen – HKB-Ersatzplastik – fixierte hintere Schublade – Rotationsinstabilität

Das hintere Kreuzband (HKB) besteht aus zwei funktionellen Bündeln, die in unterschiedlichen Gelenkstellungen gespannt sind. Aufgrund der Seltenheit werden Verletzungen des HKBs häufig übersehen. Neben der klinischen Untersuchung sind gehaltene hintere Schubladenaufnahmen für die sichere Diagnosestellung essenziell. Hier können auch Hinweise auf die häufig assoziierten posterolateralen Verletzungen gewonnen werden. Gehaltene vordere Schubladenaufnahmen dienen zum Ausschluss einer fixierten hinteren Schublade. Bei ausgeprägten hinteren Instabilitäten erfolgt die ar-

throskopische HKB-Rekonstruktion mit autologem Sehnentransplantat. Liegt eine posterolaterale Insuffizienz vor, wird zeitgleich eine Rekonstruktion durchgeführt (modifizierte Larson-Rekonstruktion). Zur HKB-Rekonstruktion wird ein Semitendinosus/Gracilis-Transplantat in einem femoralen und tibialen Tunnel verankert. Zur posterolateralen Rekonstruktion wird die kontralaterale Semitendinosussehne in einer Schiffschaukeltechnik in einen fibularen und femoralen Tunnel eingezogen. Bei Vorliegen chronischer hinterer Instabilität und einer Varusfehlstellung wird zunächst eine valgusierende hohe Um-

stellungsosteotomie durchgeführt.

Während der postoperativen Rehabilitation erfolgt für 6 Wochen die Ruhigstellung mit einer PTS-Orthese, anschließend wird auf eine bewegliche HKB-Orthese tagsüber gewechselt, die PTS-Orthese wird nachts angelegt. Es ist darauf zu achten, dass die krankengymnastischen Übungen in Bauchlage erfolgen.

Hintere Instabilitäten benötigen eine spezifische Diagnostik, Indikationsstellung und operative Technik. Aus diesem Grund sollte diese komplexe ligamentäre Instabilität nur von erfahrenen Operateuren therapiert werden.

Einleitung

Das hintere Kreuzband ist das kräftigste Ligament des Kniegelenkes (Abb. 1) und der primäre Stabilisator gegen die posteriore tibiale Translation (3, 5).

Verletzungen des hinteren Kreuzbandes (HKB) sind selten (1). Aus diesem Grunde werden gerade isolierte HKB-Rupturen oft übersehen. Aber auch beim polytraumatisierten Patienten stehen die Verletzungen im Rahmen

der Schockraumdiagnostik nicht unbedingt im Vordergrund (2). Hinzu kommt, dass HKB-Rupturen oft von Verletzungen anderer Strukturen begleitet werden, die besondere Anforderungen an die Diagnostik und Therapie der HKB-Läsion stellen (17).

Bei den ligamentären Begleitverletzungen kommt denen der posterolateralen Strukturen (PLS) eine besondere Bedeutung zu, da die Inzidenz von HKB-PLS Kombinationsverletzungen hoch

ist (2, 4, 5). Aus diesem Grunde sind akute und chronische hintere Instabilitäten eine besondere Herausforderung für den behandelnden Orthopäden und Unfallchirurgen. Leider werden oft die Behandlungskonzepte anderer Bandläsionen am Kniegelenk einfach auf das hintere Kreuzband übertragen.

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass es bei der Behandlung von HKB-Läsionen oft zu Fehlern kommt, die das weitere



Summary

therapeutische Management erheblich erschweren können. Diese Fehlermöglichkeiten beinhalten die Bereiche Diagnostik, Therapie und Rehabilitation.

Dieser Übersichtsartikel soll einen Überblick über das Management und die Therapie von Rupturen des hinteren Kreuzbandes sowie von Kombinationsverletzungen des HKB mit den Strukturen der posterolateralen Gelenkecke geben.

Begleitverletzungen der posterolateralen Gelenkecke

HKB-Rupturen treten selten isoliert auf. Die Inzidenz an Begleitverletzungen ist gerade beim Hochenergietrauma hoch (2). Für die Therapie der HKB-Läsion stellen ligamentäre Begleitverletzungen eine besondere Herausforderung dar, da diese großen Einfluss auf das Heilungsverhalten einer HKB-Läsion haben (4, 5).

Als typische ligamentäre Begleitverletzungen gelten Rupturen der posterolateralen Strukturen (2, 19, 20). Die Inzidenz von Verletzungen der posterolateralen Gelenkecke beträgt je nach Studie zwischen 60 % und 75 % (2, 17). Zu den wichtigsten Strukturen der posterolateralen Gelenkecke zählen das laterale Kollateralband sowie die Ansatzsehne des M. popliteus und das Lig. popliteofibulare (Abb. 2) (19, 20). Das laterale Kollateralband stabilisiert vornehmlich gegen Varusstress; die Popliteussehne und das Lig. popliteofibulare tragen zur Rotationsstabilität bei. Daher bestehen auch posterolaterale Instabilitäten aus einer Rotations- und einer Varuskomponente (Abb. 3).

Biomechanische und klinische Studien haben außerdem gezeigt, dass diese Strukturen bei gebeugtem Kniegelenk wichtige sekundäre Stabilisatoren gegen die posteriore tibiale Translation sind (Abb. 4) (4, 5, 8, 13, 14). In Streckung übernimmt die posterolaterale Gelenkecke sogar die

Keywords: posterior tibial translation – stress X-ray – PCL reconstruction – fixed posterior subluxation – rotational instability

Rupture of the Posterior Cruciate Ligament and Posterolateral Instability

The posterior cruciate ligament (PCL) consists of 2 functional bundles working synergistically in stabilizing the knee against a posterior directed force. Unfortunately, injuries to the PCL are often overlooked. Besides a clinical examination, posterior stress X-rays are crucial in the diagnostic algorithm. The stress X-rays can also provide insight into the often associated posterolateral instabilities and the phenomenon of fixed posterior drawers.

In severe posterior instabilities an arthroscopic PCL reconstruction using an autologous semitendinosus/gracilis graft is performed. In cases with associated posterolateral instabilities, we perform a posterolateral reconstruction in a modified Larson technique in the same setting. PCL reconstruction is per-

formed using a single bundle augmentation with femoral and tibial tunnel solution. Posterolateral reconstruction utilizes a contralateral semitendinosus graft in a triangle configuration with fibular and femoral tunnels. In chronic posterior instabilities and varus deformity, a high tibial osteotomy is performed.

During the first 6 weeks post-operatively, the knee is immobilized using a PTS brace. After 6 weeks a derotational PCL brace is used with free range of motion. The PTS brace is used during nights until the 12th postoperative week. PT is performed prone to exclude gravity.

Posterior instabilities need specific diagnostic pathways, correct indications for operative and non-operative treatment and distinct surgical techniques. Therefore, this instability should only be treated by experienced surgeons.

Rolle eines primären Stabilisators gegen die posteriore tibiale Translation.

Aus diesem Grunde müssen diese Begleitverletzungen bei der Therapie von HKB-Verletzungen adressiert werden. Ansonsten kann es z. B. nach einer Ersatzplastik des hinteren Kreuzbandes zum Transplantatversagen kommen.

Spontanverlauf der chronischen hinteren und posterolateralen Instabilität

Arthroskopische Studien zur Inzidenz von Knorpelschäden nach HKB-Ruptur haben gezeigt,



Abb. 1: Das hintere Kreuzband entspringt am medialen Femurcondylus. Es zieht durch die Fossa intercondylaris nach distal und inseriert im hinteren Anteil der Eminentia intercondylaris unterhalb des Niveaus der Gelenkflächen.

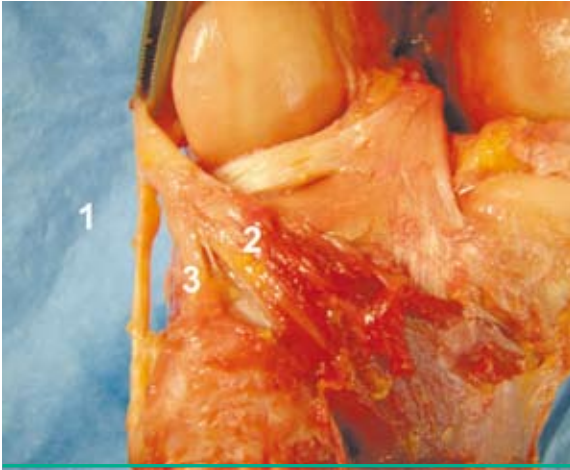


Abb. 2: Zu den wichtigsten Strukturen der posterolateralen Gelenkecke zählen das laterale Kollateralband (1) sowie die Ansatzsehne des M. popliteus (2) und das Lig. popliteofibulare (3).

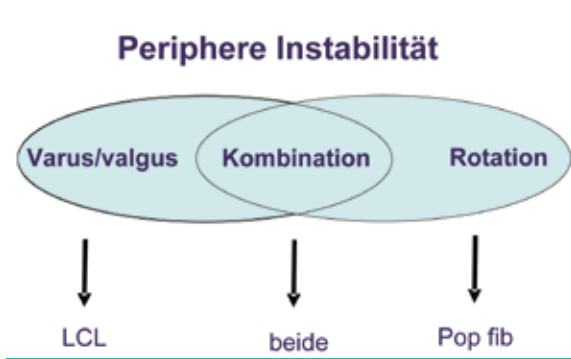


Abb. 3: Schematische Darstellung der verschiedenen Komponenten der peripheren Instabilitäten.

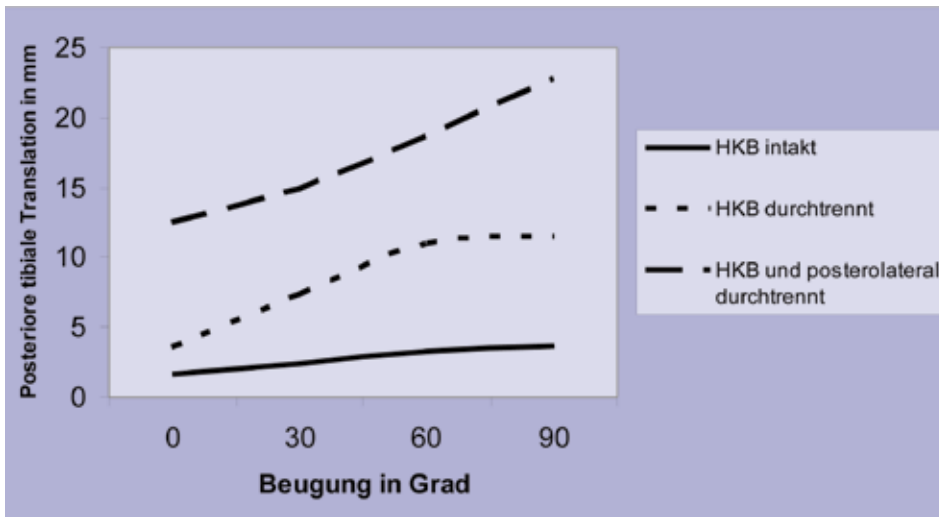


Abb. 4: Darstellung biomechanischer Ergebnisse. In einem UFS/Robotersystem wurden an einem menschlichen Kniegelenk nacheinander das HKB und die posterolateralen Strukturen durchtrennt. Nach Durchtrennung des HKB kommt es zu einer signifikanten Vergrößerung der posterioren tibialen Translation. Bei zusätzlicher Verletzung der posterolateralen Strukturen kommt es besonders in Streckung zu einer weiteren Erhöhung der posterioren tibialen Translation. In Streckung übernimmt die posterolaterale Gelenkecke sogar die Rolle eines primären Stabilisators gegen die posteriore tibiale Translation.

dass chronische hintere Instabilitäten nicht so harmlos sind, wie es lange Zeit angenommen wurde. Das Verteilungsmuster der bei Patienten mit chronischer hinterer Instabilität nachgewiesenen Knorpelschäden gibt Aufschluss über die durch die Kreuzbandinsuffizienz bedingte mechanische Fehlbelastung des Kniegelenkes. Danach treten Knorpelschäden vor allem im medialen Kompartiment auf, gefolgt vom Femoropatellargeelenk und vom lateralen Kompartiment.

Die hohe Inzidenz von Knorpelschäden im medialen Kompartiment kann zwei verschiedene Gründe haben (13). Durch die vermehrte tibiale Translation entstehen Scherkräfte im femorotibialen Gelenk, die geeignet sind Knorpelschäden zu induzieren. Wären die Scherkräfte jedoch der einzige Grund, müsste das laterale Kompartiment ähnlich häufig betroffen sein wie das mediale Kompartiment.

Ein weiterer Grund ist die hohe Inzidenz posterolateraler Begleitverletzungen. Die durch die posterolaterale Insuffizienz verursachte fehlende laterale Stabilisierung in der Frontalebene führt

selbst bei gerader Beinachse unter Belastung zu einer funktionellen Varusfehlstellung der Gelenkpartner, die die Überlastung im medialen Kompartiment erklären kann (Abb. 5). Unter Last verschiebt sich das Drehzentrum des Kniegelenkes in das mediale Kompartiment (14).

Diagnostik

Aufgrund ihrer Seltenheit werden Rupturen des hinteren Kreuzbandes oft übersehen und leider oft fehlgedeutet (17). Ein weiteres Problem an der HKB-Diagnostik ist weiter, dass HKB-Läsionen ein gutes Heilungspotenzial haben (10, 11, 12). Heilung bedeutet jedoch nicht, dass durch die Wiederherstellung der Kontinuität auch die Funktion wieder hergestellt wird. Viele Läsionen verheilen in Elongation. Das erschwert die Bildgebung und Beurteilung chronischer Instabilitäten. Hier sind funktionelle Untersuchungen erforderlich.

Inspektion und Anamnese

Erste Hinweise auf eine HKB-Ruptur bietet die Inspektion und Anamnese. Verdächtig auf eine HKB-Ruptur ist jede Prellmarke über der Tuberositas tibiae. Eine vielzitierte Ursache ist das Anpralltrauma am Amaturenbrett beim Autounfall (Dashboard injury, 15). Aufgrund gesteigerter Sicherheitsstandards wird dieser Unfallmechanismus heute jedoch seltener beobachtet. Häufiger sind unserer Erfahrung nach Motorradunfälle mit Rotationstrauma. Tückisch am Hochrasanztrauma ist, dass oft andere evtl. lebensbedrohliche Verletzungen im Vordergrund stehen und das Kniegelenk in der Primärdiagnostik nur unzureichend untersucht wird oder die Untersuchung durch Begleitverletzungen erschwert wird (z. B. Femurfrakturen) (2). Gerade bei Patienten mit Femurfraktur ist die Inzidenz der HKB-Ruptur hoch. Unterschätzt werden auch Sportunfälle. Dabei hat eine

große epidemiologische Studie gezeigt, dass 40 % der HKB-Rupturen durch Sportunfälle verursacht werden (15). Deshalb muss bei jeder Kniegelenkverletzung der Unfallmechanismus genau analysiert werden. Typische Ursachen sind der Sturz auf die Tuberositas tibiae (Prellmarke), das Rotationstrauma und Hyperextensionstrauma.

Klinische Untersuchung

Der klassische klinische Test für das hintere Kreuzband ist die hintere Schublade (18). Auch wenn die Verschieblichkeit der Tibia bei chronischen Instabilitäten einfach zu testen ist, so bereitet die Abgrenzung zur vorderen Instabilität (gerade bei Begleitverletzungen des vorderen Kreuzbandes) gelegentlich Schwierigkeiten (17). Bei der Beurteilung der hinteren Schublade sollte daher immer auf den Anschlag und auf das „Step off sign“ geachtet werden (18). Von der Seite betrachtet hängt die Tuberositas tibiae nach hinten; das heißt die Tuberositas tibiae liegt bei 90 Grad gebeugtem Knie hinter der virtuellen Verbindungslinie von Patella und distaler Tibia. Ein Problem am Schubladenphänomen ist außerdem, dass die Untersuchung nur schwierig quantifiziert werden kann.

In der Diagnostik der posterolateralen Instabilität spielen die Rotationsschubladen jedoch eine wichtige Rolle, da so die Bedeutung der posterolateralen Strukturen für die posteriore tibiale Translation erfasst werden kann. Das Kniegelenk wird in 90 Grad Beugung außenrotiert und die Tuberositas tibiae nach hinten gedrückt. Bleibt die Schublade im Vergleich zur Neutralstellung gleich oder verstärkt sie sich sogar spricht der Befund für eine therapierelevante posterolaterale Instabilität (Abb. 6).

Zur Untersuchung der Rotationskomponente (Popliteuskomplex) bietet sich der „Dial Test“ an. Dabei wird das Kniegelenk

in 90 Grad und 30 Grad Beugung rotiert und die Rotation im Vergleich zur Gegenseite erfasst. Zur Erfassung der Stabilität in der Frontalebene (laterales Kollateralband sollte auch ein Varusstress-Test in 0 Grad und 30 Grad durchgeführt werden. Klappt das Kniegelenk in gestreckter Stellung auf, so spricht das für eine hochgradige Verletzung des lateralen Kollateralbandes.

Radiologische Diagnostik

Konventionelle radiologische Aufnahmen des Kniegelenkes in 2 Ebenen dienen der Erfassung begleitender Frakturen bei akuten Läsionen und degenerativer Veränderungen bei chronischen Instabilitäten.

Die quantitative Erfassung der posterioren tibialen Translation gelingt nur mit radiologischen Stressaufnahmen (16, 18).

Wir führen die gehaltenen Aufnahmen mit einem Telos®-Gerät durch, mit dem standardisiert 15 N auf die Tuberositas tibiae (hintere Schublade) (Abb. 7 und 8) oder auf die Wadenregion (vordere Schublade) appliziert werden können. Auch die Applikation einer nach anterior gerichteten Kraft hat in der Diagnostik hinterer Instabilitäten eine Bedeutung, da auf diese Weise eine fixierte hintere Schublade ausgeschlossen werden kann (17). Von einer fixierten hinteren Schublade spricht man, wenn trotz anterior gerichteter Kraft die Tibia hinter dem Kniezentrum verbleibt. Es persistiert somit eine posteriore tibiale Translation (Abb. 9).

Die posteriore tibiale Translation wird im Vergleich zur Gegenseite am seitlichen Röntgenbild bestimmt (Abb. 8). Ein exakter Wert, ab wann man von einer hinteren Instabilität sprechen kann, existiert nicht. Wir gehen ab einer posterioren Translation von 5 mm von einer hinteren Instabilität aus. Ab 12 mm besteht der Verdacht auf eine Begleitverletzung der posterolateralen oder

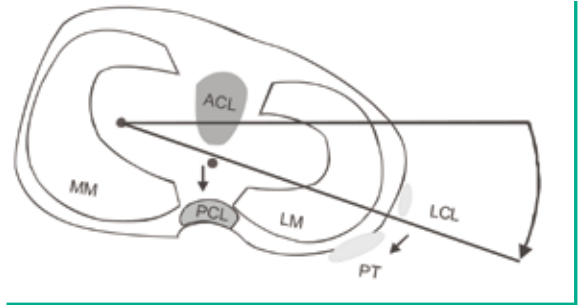


Abb. 5: Schematische Darstellung der posterolateralen Rotationsinstabilität. Die durch die posterolaterale Insuffizienz verursachte fehlende laterale Stabilisierung in der Frontalebene verschiebt sich das Drehzentrum des Kniegelenkes in das mediale Kompartiment. Dadurch kann es selbst bei gerader Beinachse unter Belastung zu einer funktionellen Varusfehlstellung kommen.

posteromedialen Strukturen.

Die MRT spielt für die Diagnostik chronischer Instabilitäten nur eine untergeordnete Rolle, da aufgrund der MRT keine funktionellen Aussagen möglich sind. Bei akuten Verletzungen kann die MRT jedoch wichtige Hinweise auf das Verletzungsmuster geben. Das gilt besonders auch für die Begleitverletzungen der posterolateralen Gelenkecke. Besteht inspektorisch der Verdacht auf eine varische Beinachse, so sollte eine radiologische Bestimmung der Standachse erfolgen. Bei chronischen Läsionen sollte die radiologische Diagnostik auch die arthrotischen Veränderungen erfassen. Hier empfiehlt sich eine „Rosenberg“-Aufnahme im Stand bei 45 Grad flektiertem Kniegelenk und pa Strahlengang. Mithilfe dieser Aufnahme können beginnende arthrotische Veränderungen des Kniegelenkes zuverlässig dargestellt werden.

Arthroskopie

Die arthroskopische Untersuchung des HKB ist schwierig. Zum einen ist über das anterolaterale Standard-Portal nur das proximale Drittel des HKB zu visualisieren. Zum anderen ist das HKB von Synovialge-



Abb. 6: Hinteres Schubladenphänomen in a) Neutralstellung, b) Innen- und c) Außenrotation. In der Diagnostik der posterolateralen Instabilität spielen die Rotationschubladen eine wichtige Rolle. Mit diesem Test kann die Bedeutung der posterolateralen Strukturen für die posteriore tibiale Translation erfasst werden kann. Bleibt die Schublade in Außenrotation im Vergleich zur Neutralstellung gleich oder verstärkt sie sich sogar spricht der Befund für eine therapierelevante posterolaterale Instabilität. Eine erhöhte Schublade in Innenrotation spricht für eine posteromediale Instabilität.

webe umgeben, so dass die direkte Beurteilung der Bandfasern erst nach partieller Synovialektomie möglich ist. Bei chronischen Instabilitäten besteht außerdem die Schwierigkeit, dass aufgrund des guten Heilungspotenzials oft ein kontinuierlicher Bandverlauf erkennbar ist. Aus diesem Grunde sind die arthroskopischen Befunde nur in Kombination mit der Narkoseuntersuchung zu werten.

Es gibt jedoch auch indirekte Zeichen für eine HKB-Insuffizienz. Daher muss der Operateur die indirekten Zeichen einer HKB-Läsion interpretieren können. Ein indirektes Zeichen auf eine HKB-Läsion ist eine scheinbare Elongation des vorderen Kreuzbandes („Floppy ACL“, Abb. 10). Zum Eindruck einer scheinbaren Elongation des vorderen Kreuzbandes kann es kommen, wenn das Knie in der hinteren Schublade hängt. Aufgrund der Annäherung des femoralen Ursprungs und der tibialen Insertion des VKB in der Sagittalebene verliert das VKB seine Spannung und es erscheint elongiert. Wird dieser Befund als VKB-Insuffizienz fehlinterpretiert und in dieser Situation eine Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes durchgeführt, wird das Kniegelenk in der hinteren Schublade fixiert (fixierte hintere Schublade) (Abb. 9).

Hilfreich kann die Arthroskopie auch bei der Erfassung posterolateraler Instabilitäten sein. Öffnet sich der laterale Gelenkspalt in der „Viererposition“ so spricht dieser Befund für eine posterolaterale Begleitinstabilität (Abb. 11) (9). Auch die arthroskopische Inspektion der femoralen Insertion der Popliteussehne kann Hinweise auf eine posterolaterale Insuffizienz ergeben.

Ähnlich verhält es sich mit einer medialen Instabilität. Unter Valgusstress kann arthroskopisch eine vermehrte Aufklappbarkeit festgestellt werden.

Therapie

Die Therapie posteriorer und posterolateraler Instabilitäten ist ebenso komplex wie deren Diagnostik. Abbildung 12 zeigt einen Algorithmus, der für die therapeutischen Entscheidungen hilfreich sein kann. Dabei wird zunächst in akute und chronische Verletzungen unterschieden. Bei den akuten Verletzungen ist von Relevanz, ob eine isolierte HKB-Ruptur oder eine Kombinationsverletzung vorliegt.

Bei den chronischen Instabilitäten richtet sich die Therapie nach dem Ausmaß der posterioren tibialen Translation, nach den Begleitinstabilitäten und nach der Beinachse. Wichtig für die Therapie chronischer Instabilitäten ist außerdem der Ausschluss einer fixierten hinteren Schublade.

Akute Verletzungen

Isolierte Rupturen des hinteren Kreuzbandes haben ein gutes Heilungspotenzial, so dass ein konservativer Therapieversuch gerechtfertigt sein kann. Dann wird der Patient für 6 Wochen mit einer Knieschiene in Streckstellung versorgt (PTS Brace, Medi, Bayreuth). Die Schiene hat ein Polster unter der Wade, das das Zurücksacken der Tibia im Liegen verhindern soll (Abb. 13). Krankengymnastische Übungen sind nur in Bauchlage erlaubt (2 Wochen 20 Grad, 2 Wochen 40 Grad und 2 Wochen 60 Grad Flexion). Danach werden die Patienten noch für 6 Wochen mit einer beweglichen Knieorthese mit hinterer Stabilisation versorgt. Die PTS-Schiene soll dann nur noch in der Nacht getragen werden.

Bei Kombinationsverletzungen wird eine frühzeitige Naht der posterolateralen Strukturen angestrebt (Abb. 14). In Abhängigkeit von den übrigen Begleitverletzungen muss dann individuell entschieden werden, ob auch eine frühzeitige Rekonstruktion des hinteren Kreuzbandes sinnvoll ist.

Chronische Instabilitäten

Trotz optimalem Management enden viele HKB-Läsionen in einer chronischen Instabilität. Bei chronischen Instabilitäten muss zwischen ligamentären Rekonstruktionseingriffen und ossären Korrekturen unterschieden werden. Zu den ligamentären Rekonstruktionen zählen die Ersatzplastik des HKB und die posterolaterale oder posteromediale Rekonstruktion. Zur ossären Korrektur führen wir eine biplanare hohe tibiale Umstellungsosteotomie durch (6, 7). Jede operative Maßnahme zur Wiederherstellung der ligamentären Stabilität kann jedoch nur sinnvoll sein, soweit keine fixierte hintere Schublade vorliegt, denn die Tibia kann nur so weit nach vorne gezogen werden, wie es die fixierte Schublade zulässt. Das gilt jedoch nicht für ossäre Korrekturen.

Fixierte hintere Schublade

Von einer fixierten hinteren Schublade spricht man, wenn sich das Kniegelenk durch eine nach anterior gerichtete Kraft nicht in die Neutralstellung bringen lässt (Abb. 9). Dieser Zustand lässt sich nur mit gehaltenen Röntgenaufnahmen (vordere Schublade und hintere Schublade in 90 Grad mit 15 N) nachweisen (16). Eine fixierte hintere Schublade kann z. B. entstehen, wenn eine hintere Instabilität fehlinterpretiert wird (Floppy ACL) und zur Therapie einer scheinbaren VKB-Elongation eine VKB-Ersatzplastik durchgeführt wird (Abb.10). Ein weiteres Problem sind Kombinationsverletzungen des vorderen und hinteren Kreuzbandes. Da die meisten Operateure mit der VKB-Ersatzplastik sehr gut vertraut sind, kommt es häufig vor, dass in diesen Fällen zunächst eine VKB-Ersatzplastik durchgeführt wird und der Patient danach zur sekundären Versorgung der hinteren Instabilität in ein spezialisiertes Zentrum geschickt wird. Leider ist dann

das Kniegelenk in der hinteren Schublade fixiert und es bleibt oft keine andere Option als die VKB-Ersatzplastik wieder zu resezieren, um das Kniegelenk in die Neutralposition zu bringen. (Abb. 15)

Auch bei lange bestehenden chronischen Instabilitäten oder nach HKB-Ersatzplastik mit Verwendung von Transplantaten aus dem Streckapparat (Agonist zum HKB) wurden fixierte hintere Schublade beobachtet (17). Zur Therapie der fixierten hinteren Schublade ohne eine VKB-Ersatzplastik als Ursache wird der Patient zur Nacht mit einem PTS-Brace versorgt (Abb. 13). Diese Therapie kann mehrere Monate dauern. Wenn der Patient berichtet, dass sich das Kniegelenk plötzlich wieder instabiler anfühlen würde, dann ist oft das Therapieziel erreicht. Selten ist auch eine arthroskopische Arthrolyse erforderlich.

Arthroskopische HKB-Rekonstruktion mit autologem Sehnentransplantat

Ab einer posterioren tibialen Translation von mehr als 10 mm sehen wir die Indikation zu einer Rekonstruktion des HKB mit einem autologen Sehnentransplantat. Unter 10 mm führen wir einen so genannten Brace-Test durch. Bessern sich die Instabilitätssymptome durch die Applikation einer beweglichen HKB-Orthese so sehen wir auch in diesen Fällen eine Indikation zur operativen Stabilisierung des Kniegelenkes.

Als operatives Verfahren bevorzugen wir die arthroskopische HKB-Rekonstruktion mit einem autologen Sehnentransplantat in Einzelbündel-Technik. Die Einzelbündel-Technik wird aus verschiedenen Gründen bevorzugt:

1. Das anterolaterale Bündel ist das deutlich kräftigere Bündel. Es sichert das Kniegelenk in mittlerer Beugung gegen die posteriore tibiale



Abb. 7: Die gehaltenen Aufnahmen werden mit einem Telos®-Gerät durchgeführt, mit dem standardisiert eine Kraft von 15 N auf die Tuberositas tibiae übertragen werden kann. Dabei muss der Proband so gelagert werden, dass sich im Röntgenbild beide Kondylen möglichst übereinander projizieren.

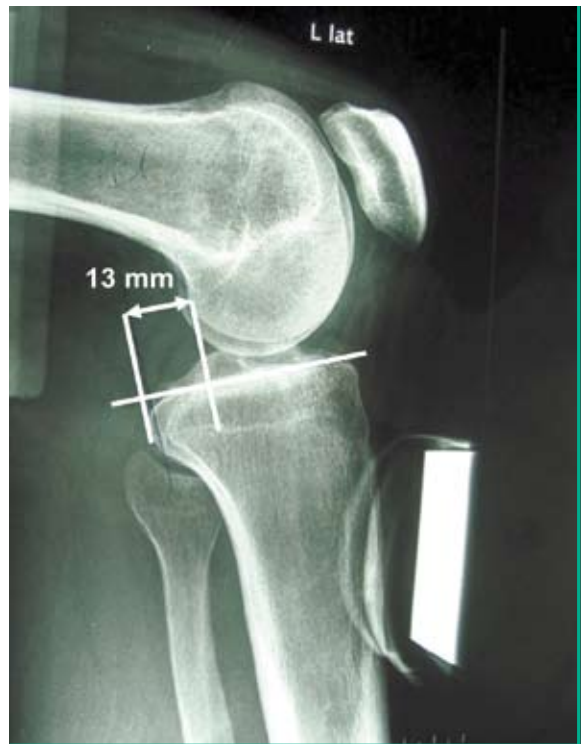


Abb. 8: Auf den gehaltenen Aufnahmen kann unter Berücksichtigung des Vergrößerungsfaktors die posteriore tibiale Translation ausgemessen werden.

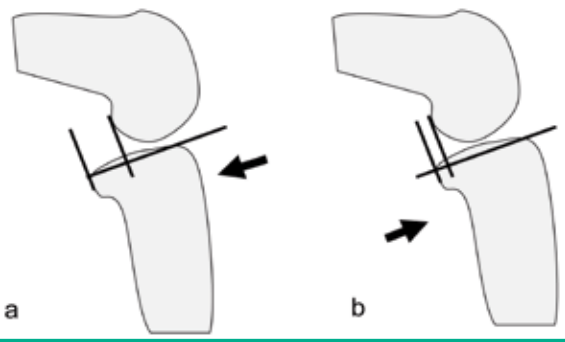


Abb. 9: Schematische Darstellung der fixierten hinteren Schublade. Von einer fixierten hinteren Schublade spricht man, wenn das Kniegelenk durch eine nach anterior gerichtete Kraft nicht in die Neutralstellung gebracht werden kann.

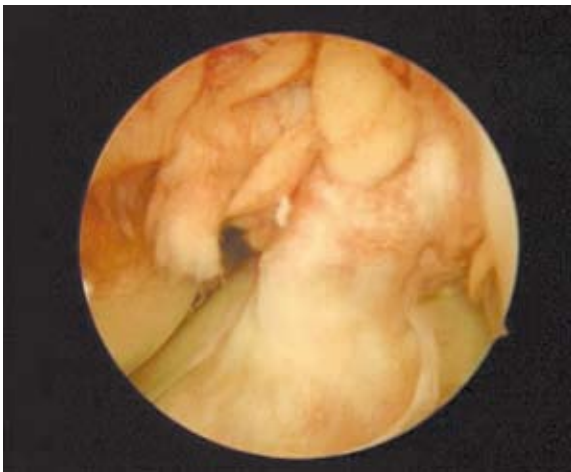


Abb. 10: „Floppy ACL“. Zum Eindruck einer scheinbaren Elongation des vorderen Kreuzbandes kann es kommen, wenn das Knie in der hinteren Schublade hängt. Dann verliert das vordere Kreuzband seine Spannung und es erscheint elongiert.

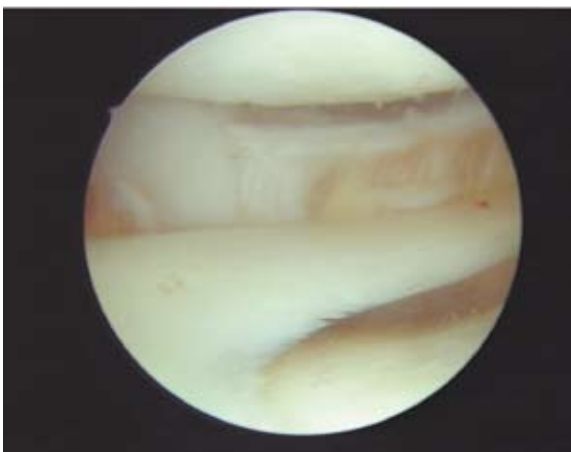


Abb. 11: Weit klaffender lateraler Gelenkspalt in „Figure 4“ Position als Hinweis auf eine posterolaterale Instabilität (Klassifikation nach LaPrade IV).

Translation. Das postero-mediale Bündel spielt nur in maximaler Beugung und in Streckung eine Rolle. In Streckung übernehmen die posterolateralen Strukturen jedoch die primäre Stabilisation gegen die posteriore tibiale Translation. Eine biomechanische Studie hat gezeigt, dass es wichtiger ist, die Begleitinstabilitäten zu adressieren als eine Doppelbündel-Rekonstruktion durchzuführen (4, 14).

2. Rekonstruktionsverfahren bei hinterer Instabilität sind häufig komplexe und zeitaufwendige Operationen. Eine Einzelbündel-Rekonstruktion ist weniger zeitaufwendig als eine Doppelbündel-Rekonstruktion.
3. Oft ist das posteromediale Bündel noch weitgehend erhalten. Auch in diesen Fällen ist ein isolierter Ersatz des anterolateralen Bündels erforderlich.
4. Bisher hat keine klinische Studie einen eindeutigen Nutzen für die Doppelbündel-Rekonstruktion des HKB zeigen können.

Als Sehnentransplantate kommen bei Primäroperationen nur die Beugesehnen (Ansatzsehne des M. semitendinosus und gracilis) in Frage, da der Streckapparat als funktioneller Agonist zum HKB gilt. Es wird ein Transplantat von mindestens 10 cm Länge benötigt. Das Transplantat wird zur extrakortikalen Fixation mit einem Kippanker (FlippTack, Karl Storz, Tuttlingen) und einem Fixationsknopf (EndoTack, Karl Storz, Tuttlingen) armiert.

Zur Rekonstruktion verwenden wir ein spezielles HKB-Instrumentarium (Karl Storz, Tuttlingen). Die Operation beginnt mit dem femoralen Bohrkanal im Bereich des Ansatzes des anterolateralen Bündels des HKB (Abb. 16). Dieser wird mit kanülierten Bohrern (Karl Storz, Tuttlingen) über ein tiefes anterolaterales Portal gebohrt. An-

schließend wird ein posteromediales Portal angelegt, der Ansatz des HKB debridiert und ein spezielles HKB-Zielgerät mit einem geschlossenen Zielhaken (Karl Storz, Tuttlingen) über das anetromediale Portal eingebracht (Abb. 16). Bei Anlage des tibialen Kanals muss auf die Gefäße und Nerven im Bereich der Fossa poplitea geachtet werden. Der Einzug des Transplantates gelingt mithilfe eines speziellen Elevatoriums (Karl Storz, Tuttlingen). Die Fixation erfolgt femoral mittels Kippanker (Flip Tack, Karl Storz, Tuttlingen) und resorbierbarer Interferenzschraube (Megafix, Karl Storz, Tuttlingen). Auch tibial erfolgt eine Hybridfixation mit Interferenzschraube (Megafix, Karl Storz, Tuttlingen). Das Transplantat wird in 90 Grad Beugung unter einer maximalen anterioren tibialen Translation gespannt. Vor der tibialen Fixation erfolgt wenn notwendig eine posterolaterale Rekonstruktion. Wichtig ist die Sicherung der Tibiaposition nach der Fixation des HKB-Transplantates. Hier muss ein Zurücksacken der Tibia in die posteriore Schublade vermieden werden. Aus diesem Grund wird nach der Fixation des Transplantates der Unterschenkel auf 2 zusammengerollten Kitteln gelagert und so die Schwerkraft ausgeschaltet.

Posterolaterale Rekonstruktion

Liegt eine posterolaterale Begleitinstabilität vor, so sollten die posterolateralen Strukturen rekonstruiert werden. Die Diagnose ergibt sich aus der klinischen, radiologischen und arthroskopischen Diagnostik.

Im Schrifttum ist eine Vielzahl an Techniken zur posterolateralen Rekonstruktion beschrieben worden (Bizepstenodese, Popliteusbypass etc.).

In unserer Hand hat sich die isometrische Rekonstruktionstechnik nach Larson bewährt (Abb. 17). Dabei werden die posterolateralen Strukturen mit einem au-

tologen Sehnentransplantat ersetzt, das durch ein Bohrloch in der Fibula gezogen wird. Wir verwenden die Ansatzsehne des M. semitendinosus der Gegenseite. Der vordere Transplantatschenkel soll das laterale Kollaterallband ersetzen. Der hintere Transplantatschenkel soll den Popliteuskomplex ersetzen. Beide Transplantatschenkel werden im Bereich des Epicondylus lateralis mit einer Interferenzschraube (Karl Storz, Tuttlingen) fixiert. Die Fixation erfolgt in 70 Grad Beugung, bevor das HKB-Transplantat fixiert wird.

Biplanare tibiale Umstellungsosteotomie

Liegt eine Kombination aus Genu varum und posterolateraler Instabilität vor, so kommt es im einbeinigen Stand oder während des Gehens durch die Verschiebung der Lastlinie nach medial zu einer hohen Belastung der lateral stabilisierenden Strukturen (Abb. 18). Aus diesem Grunde raten wir in diesen Fällen vor einer ligamentären Rekonstruktion eine Korrektur der Beinachse durchzuführen.

Biomechanische Studien haben außerdem gezeigt, dass mit über eine Korrektur der sagittalen Neigung des Tibiaplateaus („tibial slope“) auch die A-P-Stabilität des Kniegelenkes beeinflusst werden kann. Normal beträgt die Sagittalneigung des Tibiaplateaus ca. 7 Grad. Wird die Sagittalneigung erhöht schiebt sich die Tibia unter Last nach vorne; diese Verschiebung wirkt einer posterioren Subluxationstendenz entgegen (6, 7).

Wir führen die biplanare Umstellungsosteotomie zur Korrektur ligamentärer Instabilitäten immer in medial öffnender Technik durch, da auf diese Weise die „Slope-Korrektur“ präziser möglich ist. Zur Stabilisation verwenden wir einen winkelstabilen Plattenfixateur (Karl Storz, Tuttlingen). Sollte zusätzlich eine ligamentäre Rekonstruktion notwendig sein, so sollte die ossäre

Korrektur immer vor dem Weichteileingriff durchgeführt werden. Grundsätzlich bevorzugen wir ein einzeitiges Vorgehen.

Rehabilitation

Die Rehabilitation nach ligamentärer HKB-Rekonstruktion ist sehr zurückhaltend und richtet sich nach der konservativen Therapie der akuten HKB-Läsion. Dem Patienten wird 6 Wochen lang ein PTS-Brace in Streckstellung angelegt (Abb. 13). In Streckung zieht der Zug der ischiokruralen Muskulatur

die Tibia nicht nach hinten. Außerdem kommt es durch die physiologische Sagittalneigung in Streckung unter Last eher zu einer anterioren Verlagerung der Tibia. Der PTS-Brace besitzt außerdem ein Polster, das die Wade im Liegen unterstützen soll (Abb. 13). Damit soll der Schwerkraft im Liegen entgegengewirkt werden. Die größten Feinde des HKB-Transplantates sind während der Rehabilitation der „unwissende Physiotherapeut“, der den Patienten wie nach einer VKB-Rekonstruktion behandelt, und die Schwerkraft.

Abb. 12

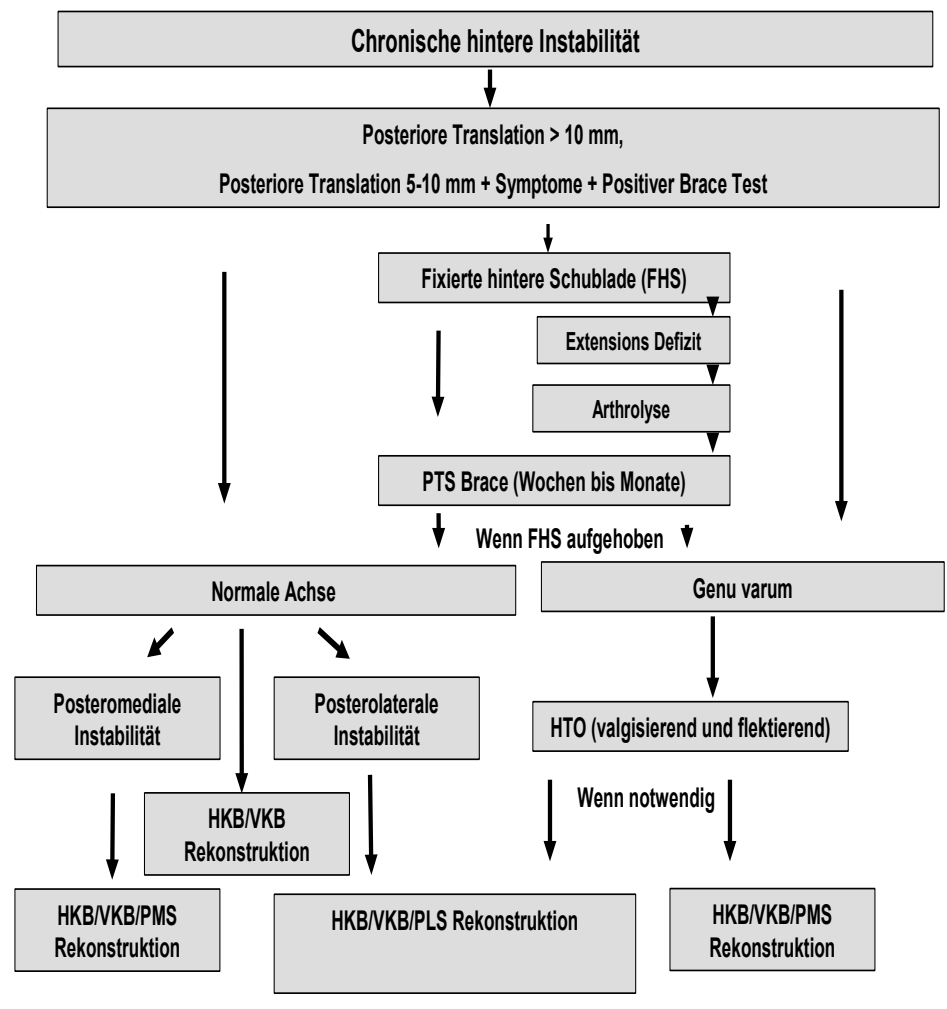


Abb. 12: Algorithmus zur Therapie chronischer hinterer Instabilitäten. Die Therapie nach dem Ausmaß der posterioren tibialen Translation, nach den Begleitinstabilitäten und nach der Beinachse. Wichtig ist außerdem, ob eine fixierte hintere Schublade vorliegt.



Abb. 13: PTS-Brace zur konservativen Behandlung isolierter HKB-Rupturen.

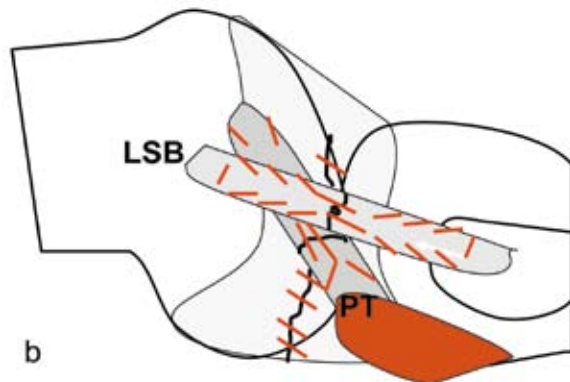
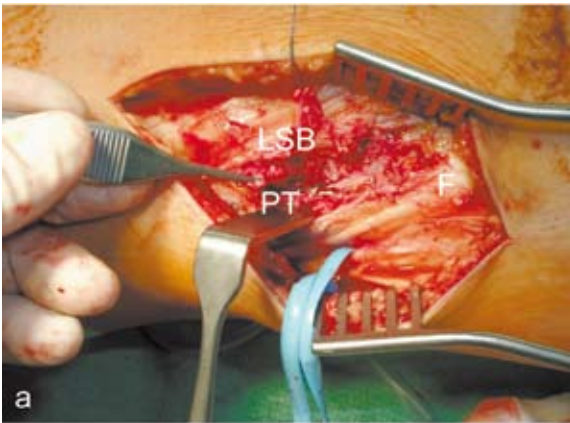


Abb. 14: a) Situs bei offener Naht der posterolateralen Strukturen nach akuter Verletzung (LSB= laterales Seitenband, PT= Popliteussehne, F: Fibula). Der N. peroneus ist angeschlungen. b) Schematische Darstellung der adaptierenden Nähte. Bei Avulsionen kann auch der Einsatz von Nahtankern sinnvoll sein.

Bewegungsübungen sollen in den ersten 6 Wochen nur passiv in Bauchlage erfolgen. Nach 6 Wochen wird dem Patienten eine bewegliche Knieorthese angelegt. Der PTS-Brace wird dann für weitere 6 Wochen nur noch zur Nacht getragen.

Fazit für die Praxis

Bei der Behandlung akuter und chronischer hinterer Instabilitäten handelt es sich um einen komplexen Therapie-Algorithmus. Da HKB-Rupturen selten sind, sollten hintere Instabilitäten möglichst in spezialisierten Zentren behandelt werden.

Literatur

1. Wind, W. M., J. A. Bergfeld, R. D. Parker: Evaluation and Treatment of Posterior Cruciate Ligament Injuries – Revisited. *Am J Sports Med* 32 (2004) 1765-1775.
2. Fanelli, C. F.: Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients. *Arthroscopy* 9 (1993) 291-294.
3. Fuss, F. K.: Anatomy of the cruciate ligaments and their function in extension and flexion of the human knee joint. *Am J Anat* 184 (1989) 162-176.
4. Höher, J., C. D. Harner, T. M. Vogrin, G. H. Baek, G. J. Garlin, S. L. Woo: In situ forces in the posterolateral structures of the knee under posterior tibial loading in the intact and posterior cruciate ligament-deficient knee. *J Orthop Res.* Nov;16 (6) (1998) 675-681.
5. Harner, C. D., J. W. Xerogeanes, G. A. Livesay, G. J. Carlin, B. A. Smith, T. Kusayama, S. Kashiwaguchi, S. L. Woo: The human posterior cruciate ligament complex: An interdisciplinary study. Ligament Morphology and biomechanical evaluation. *Am J Sports Med* 23 (1995) 736-745.
6. Giffin, J. R., T. M. Vogrin, T. Zantop, S. L. Woo, C. D. Harner: Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med* 32 (2) (2004) 376-382.
7. Giffin, J. R., K. J. Stabile, T. Zantop, T. M. Vogrin, S. L. Woo, C. D. Harner: Importance of tibial slope for stability of the posterior cruciate ligament deficient knee. *Am J Sports Med* 35(9) (2007) 1443-1449.
8. Lenschow, S., T. Zantop, A. Weimann, T. Lemburg, M. Raschke, M. Strobel, W. Petersen: Joint kinematics and in situ forces after single bundle PCL reconstruction: a graft placed at the center of the femoral attachment does not restore normal posterior laxity. *Arch Orthop Trauma Surg.* 5 (2005) 1-7.
9. LaPrade, R. F.: Arthroscopic evaluation of the lateral compartment of knees with grade 3 posterolateral knee complex injuries. *Am J Sports Med* 25 (1997) 596-602.
10. Petersen, W., B. Tillmann: Die Insertionszone des vorderen Kreuzbandes. *Ann Anat (Suppl)* (1995) 257.
11. Petersen, W., B. Tillmann: Structure and vascularization of the cruciate ligaments. *Anat Embryol* 200 (1999) 325-334.
12. Petersen, W., B. Tillmann, T. Zantop: Anatomie des hinteren Kreuzbandes sowie der posterolateralen und posteromedialen Strukturen. *Arthroskopie* 19 (2006) 198-206.
13. Petersen, W., T. Zantop: Biomechanik des hinteren Kreuzbandes und hinterer Instabilität. *Arthroskopie* 19 207-214.
14. Petersen, W., S. Lenschow, A. Weimann, M. J. Strobel, M. J. Raschke, T. Zantop: Importance of femoral tunnel placement in double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: biomechanical analysis using a robotic/universal force-moment sensor testing system. *Am J Sports Med.*; 34 (3) (2006) 456-463.
15. Schulz, M. S., K. Russe, A. Weiler, H. J. Eichhorn, M. J. Strobel: Epidemiology of posterior cruciate ligament injuries. *Arch Orthop Trauma Surg* 123 (2003) 186-191.
16. Schulz, M. S., K. Russe, G. Lampakis, M. J. Strobel: Reliability of stress radiography for evaluation

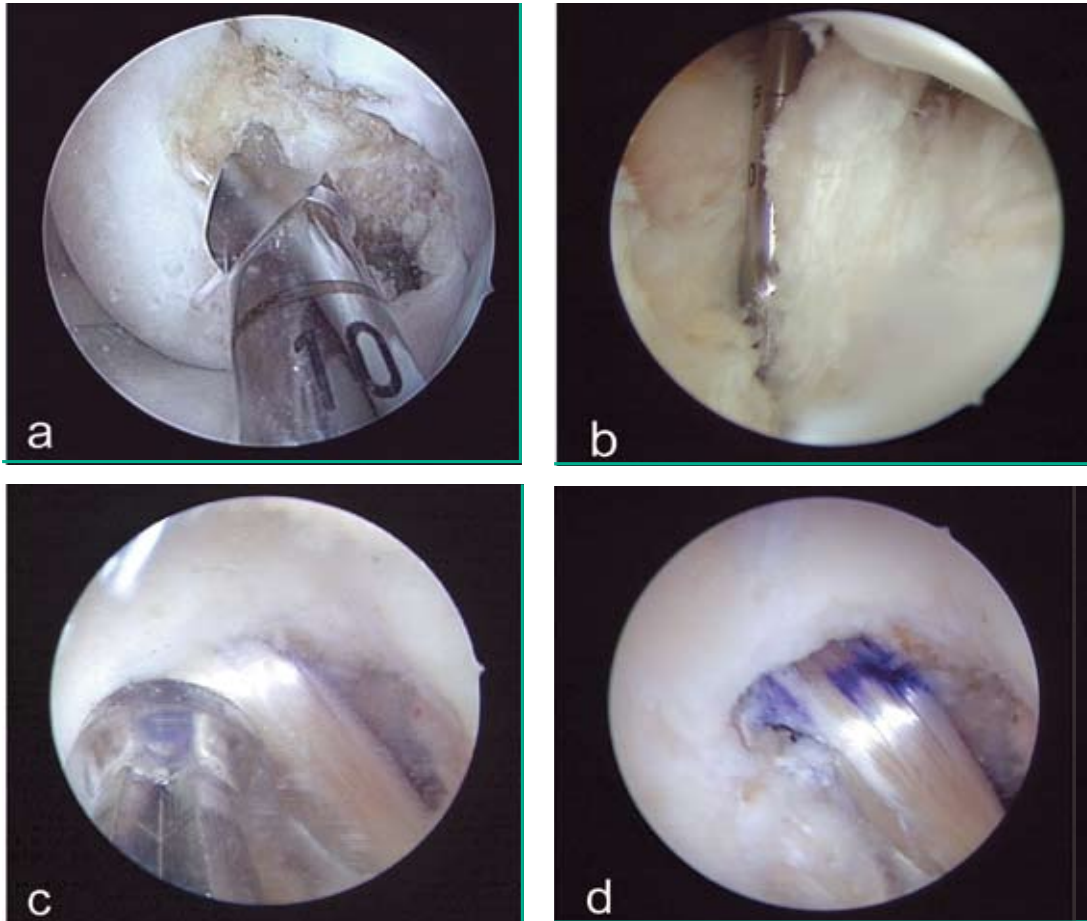


Abb. 16: Arthroskopische HKB-Ersatzplastik mit autologem Sehnentransplantat. a) Bohren des femoralen Tunnels mit einem kannülierten Bohrer (Karl Storz, Tuttlingen), b) Einsatz eines speziellen geschlossenen HKB-Zielgerätes und Bohren des K-Drahtes für den tibialen Tunnel (Karl Storz, Tuttlingen), c) Femorale Fixation mit resorbierbarer Interferenzschraube (Megafix-P, Karl Storz, Tuttlingen), d) Transplantat in situ.



Abb. 15: 25-jähriger Patient, 1 Jahr nach isolierter Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes bei VKB/HKB-Kombinationsverletzung. Das Knie befindet sich in der fixierten hinteren Schublade.

on of posterior knee laxity. *Am J Sports Med*; 33 (2005) 502-506.

17. Strobel, M. J., A. Weiler, M. S. Schulz, K. Russe, H. J. Eichhorn: Fixed posterior subluxation in posterior cruciate ligament-deficient knees: diagnosis and treatment of a new clinical sign. *Am J Sports Med*; 30(1) (2002) 32-38.
18. Strobel, M., H. W. Stedtfeld: Diagnostic evaluation of the knee. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1990.
19. Veltri, D. M., X. H. Deng, P. A. Torzilli, M. J. Maynard, R. F. Warren: The role of the popliteofibular ligament in stability of the human knee. A biomechanical study. *Am J Sports Med*; 33 (2005) 502-506.

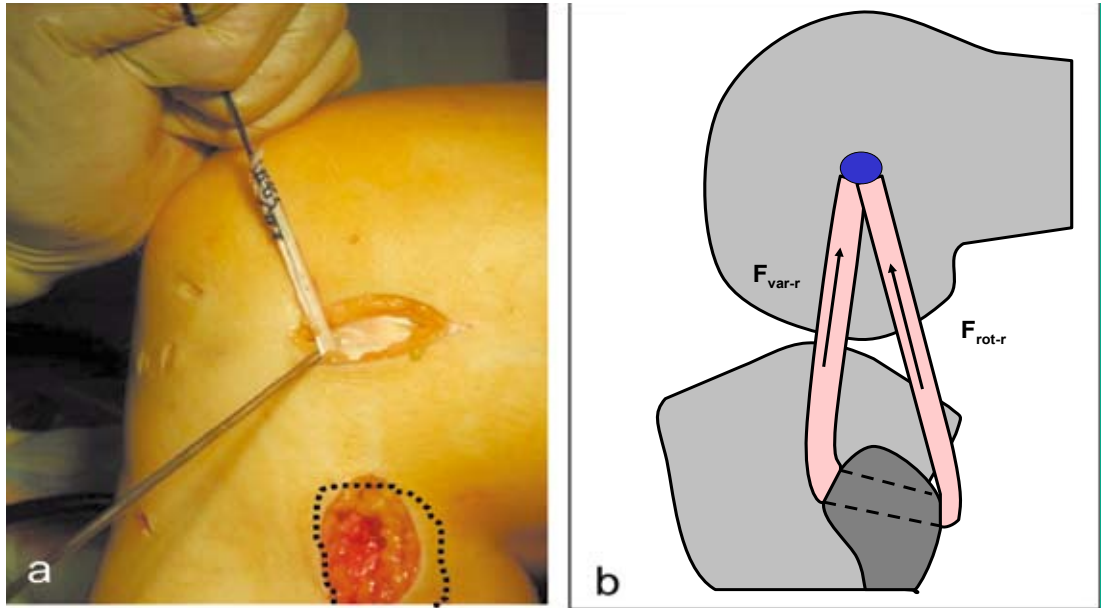


Abb. 17: a) Posterolaterale Rekonstruktion nach Larson in minimalinvasiver Technik nach Strobel. b) Schematische Darstellung. Ein autologes Semitendinosussehnen-Transplantat wird durch einen Bohrkanal in der Fibula gezogen und gemeinsam in einem Bohrkanal im Femur mit einer Interferenzschraube (Megafix-P, Karl Storz, Tuttlingen) verankert. Der Bohrkanal liegt nahe dem Epicondylus lateralis.

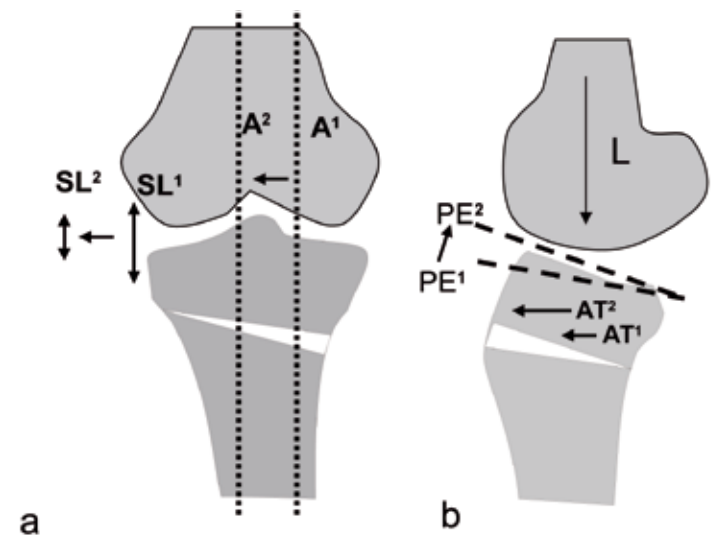


Abb. 18: Schematische Darstellungen der biomechanischen Effekte einer biplanaren Tibiakopfosteotomie bei kombinierten Instabilitäten des HKB und der posterolateralen Gelenkecke bei Genu varum. a) Durch die Korrektur in der Frontalebene verschiebt sich die mechanische Achse des Kniegelenks nach lateral (laterale Eminentia, A1 nach A2). Dadurch verringert sich die im medialen Kompartiment übertragene Last. Gleichzeitig nimmt die zur Stabilisierung notwendige Kraft in den lateralen Strukturen ab (SL 1 nach SL 2) b) Durch die Korrektur in der Sagittalebene erhöht sich die physiologische Neigung des Tibiaplateaus (normal ca. 7 Grad). Dadurch erhöht sich die unter Last nach anterior gerichtete Translationskraft (AT 1 nach AT2).

cal study. Am J Sports Med 24 (1996) 19–27.

20. Vogrin, T. M., J. Hoher, A. Aroen, S. L. Woo, C. D. Harner: Effects of sectioning the posterolateral structures on knee kinematics and in situ forces in the posterior cruciate ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 8 (2) (2000) 93–98.

Anschrift für die Verfasser:
 Prof. Dr. med. W. Petersen
 Klinik für Orthopädie und
 Unfallchirurgie
 Martin Luther Krankenhaus,
 Berlin Grunewald
 Caspar Theyss Strasse 27-31
 D-14089 Berlin
 E-Mail: w.petersen@mlk-berlin.de

Die vor- und nachstationäre Versorgung durch Vertragsärzte nach §115a SGB V

**RA Dr. Bernhard Debong,
Fachanwalt für Arbeitsrecht und Medizinrecht und
RA Torsten Nölling**

Einweiserprämien, Kopfgeld, Korruption – die Massenmedien finden schnell einprägsame Begriffe, um mit (vermeintlichen) Missständen im Gesundheitswesen aufzuräumen. In das Blickfeld der Öffentlichkeit ist zuletzt die vor- und nachstationäre Versorgung durch Vertragsärzte gerückt. Anlass waren Berichte, nach denen Krankenhäuser Geldzahlungen an niedergelassene Vertragsärzte leisteten. Streitig war, ob diesen Zahlungen Leistungen der niedergelassenen Ärzte gegenüberstanden oder ob es sich um so genannte Einweiserprämien handelte, die ohne (ärztliche) Gegenleistung nur für die Einweisung in ein bestimmtes Krankenhaus flossen. Im folgenden Beitrag sollen die grundlegenden rechtlichen Hintergründe von § 115 a SGB V (vor- und nachstationäre Behandlung) näher beleuchtet werden, um eine Einsortierung dieser Regelung in die vom Gesetzgeber grundsätzlich gewünschte Zusammenarbeit zwischen stationärem und ambulante Bereich zu ermöglichen.

Die Gesetzeslage

Gemäß § 115 a SGB V dürfen Krankenhäuser Patienten vor und nach einer vollstationären Behandlung zu Lasten der GKV

behandeln. Die vorstationäre Behandlung darf dabei längstens drei Tage innerhalb von fünf Tagen vor Beginn der vollstationären Behandlung dauern. Die nachstationäre Behandlung ist auf sieben Behandlungstage innerhalb von 14 Tagen nach Beendigung der vollstationären Behandlung begrenzt. Von dieser Grundregel erlaubt das Gesetz in medizinisch besonders gelagerten Fällen Ausnahmen (Weitere Ausnahmen von diesen strikten Zeitvorgaben sind durch vertragliche Vereinbarung zwischen der GKV, der KV und der Landeskrankengesellschaft bzw. den Vereinigungen der Krankenträger gemäß § 115 Absatz 2 Nr.4 SGB V jeweils auf Landesebene möglich.). Bei der vor- und nachstationären Behandlung handelt es sich somit um stationäre, nicht um ambulante Behandlungen. Diese stationären Behandlungen werden nach dem Wortlaut des Gesetzes durch das Krankenhaus vorgenommen. Die Bezahlung dieser Leistungen erfolgt daher auch aus dem „stationären Topf“.

Typischer Sachverhalt

Vielfach wurde und wird die vor- und nachstationäre Behandlung niedergelassenen Vertragsärzten übertragen, die die Patienten in ihren Praxen behandeln. Das Krankenhaus stellt diese Leistungen den Krankenkassen als eigene vor- und/oder nachstationäre Leistungen in Rechnung. Die beteiligten Vertragsärzte

erhalten von dem Krankenhaus eine individuell ausgehandelte Vergütung. Diese orientiert sich oft an der GOÄ, ist also regelmäßig höher als eine entsprechende EBM-Vergütung. Die Vertragsärzte können somit wirtschaftlich betrachtet einen Kassenpatienten zum Privatarif behandeln. Auf der anderen Seite verbleiben dem Krankenhaus durch diese Auslagerung von Leistungen (outsourcing) eigene Kapazitäten zur Versorgung von vollstationären Patienten. Teil der Abmachung zwischen Krankenhaus und Vertragsärzten ist regelmäßig, dass die Vertragsärzte „ihre“ Patienten bevorzugt in das entsprechende Krankenhaus einweisen. Dadurch erreicht das Krankenhaus eine erhöhte Zahl an Einweisungen.

Die Rechtslage Standesrecht

Bei solchen Vereinbarungen müssen die niedergelassenen Ärzte die berufsrechtlichen Vorgaben berücksichtigen. Nach §31 Musterberufsordnung Ärzte (MBO) ist es „Ärztinnen und Ärzten ... nicht gestattet, für die Zuweisung von Patientinnen und Patienten oder Untersuchungsmaterial ein Entgelt oder andere Vorteile sich versprechen oder gewähren zu lassen oder selbst zu versprechen oder zu gewähren.“ Ein Verstoß gegen diese Vorschrift führt zur Nichtigkeit des Kooperationsvertrages zwischen Arzt und Krankenhaus gem. § 134 BGB¹ (Verstoß ge-

¹ BGH, Urt. v. 22.1.1986 – VIII ZR 10/85 - = ArztR 1987, 13.

gen ein gesetzliches Verbot) und § 138 BGB² (Sittenwidrigkeit) mit der Folge, dass Leistung und Gegenleistung nicht eingefordert werden können bzw. ohne Rechtsgrund erfolgten. Eine bereits gezahlte Prämie kann jedoch wegen § 817 BGB (Verstoß gegen Gesetz oder gute Sitten) nicht zurückgefordert werden. § 31 MBO wird von der Rechtsprechung sehr weit ausgelegt. So ist auch z.B. die stille Beteiligung an einer Labor-GmbH als Umgehung des § 31 MBO gewertet und dementsprechend untersagt worden.³

Für die Zusammenarbeit mit Hilfsmittelerbringern, der Pharmaindustrie und Apotheken gilt § 34 Absatz 5 MBO. Danach ist es Ärztinnen und Ärzten untersagt, „Patientinnen und Patienten ohne hinreichenden Grund an bestimmte Apotheken, Geschäfte oder Anbieter von gesundheitlichen Leistungen zu verweisen.“ Dabei ist zu beachten, dass der hinreichende Grund aus Sicht des Patienten und seiner Behandlungsbedürftigkeit und nicht aus Sicht des Arztes zu bestimmen ist.

Streitig ist, ob sich das Krankenhaus zur Erbringung dieser vor- und nachstationären Leistungen der niedergelassenen Ärzte bedienen darf, oder ob diese Leistung allein durch eigene, sprich am Krankenhaus angestellte Ärzte erbracht werden dürfen.

Wettbewerbsrecht

Zu erwägen ist von den Beteiligten auch, ob durch die getroffene Absprache eventuell gegen das Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) verstoßen wird. Das UWG soll Wettbewerber und Verbraucher vor unlauteren Methoden schützen. Bei einer Absprache

zwischen Krankenhaus und Vertragsarzt über die Erbringung der ärztlichen Leistungen im Rahmen der vor- und/oder nachstationären Behandlung ist ein Verstoß gegen das UWG regelmäßig dann anzunehmen, wenn ein Verstoß gegen die Berufsordnung vorliegt. Nach § 4 Nr. 11 UWG liegt eine unlautere Handlung vor, wenn der Arzt einer gesetzlichen Vorschrift zuwiderhandelt, die auch dazu bestimmt ist, im Interesse der Marktteilnehmer (andere Ärzte) das Marktverhalten zu regeln. Dies ist bei §§ 31 und 34 MBO der Fall.⁴ Rechtsfolge eines Verstoßes gegen das UWG können Unterlassungs- und Schadensersatzansprüche der Mitbewerber sein.

Strafrecht

Unstreitig nicht erlaubt, vielmehr in jedem Fall als Betrug strafbar ist es, wenn der niedergelassene Vertragsarzt im Auftrag des Krankenhauses die vor- oder nachstationäre Behandlung in seiner Praxis erbringt, dafür vom Krankenhaus die vereinbarte Vergütung erhält und dieselbe Leistung noch einmal zu Lasten der Krankenkasse gegenüber der KV als Teil der (gedeckelten) Gesamtvergütung abrechnet.

SGB V

Unstreitig zulässig ist gemäß § 115 a Absatz 2 Satz 5 SGB V eine erforderliche interkurrente Behandlung durch niedergelassene Vertragsärzte in ihrer Praxis während der vor- oder nachstationären Behandlung. Dies stellt eine Besonderheit dar. Die vor- und nachstationäre Behandlung sind Teil der stationären Versorgung. Im Bereich der stationären Versorgung gilt aber grundsätzlich, dass das Krankenhaus wäh-

rend der Dauer der stationären Behandlung auch alle anderen Erkrankungen des Patienten (stationär) behandelt. § 115 a Absatz 2 Satz 5 SGB V stellt insoweit – wie § 115 a SGB V ganz allgemein – eine Loslösung von der traditionell strikten Trennung zwischen dem ambulanten und dem stationären Sektor dar.

Nach überwiegender Meinung möglich, aber soweit ersichtlich noch nicht richterlich entschieden, ist die Erbringung der vor- und nachstationären ärztlichen Leistung durch Vertragsärzte in den Räumlichkeiten des Krankenhauses im Rahmen eines Honorararztvertrages. Hintergrund hierzu ist die Regelung des § 39 Absatz 1 SGB V, nach der vor- und nachstationäre Behandlungen Krankenhausbehandlungen sind. Das Krankenhaus ist aber gesetzlich nicht verpflichtet, seine Leistungen ausschließlich mit eigenem, sprich angestelltem Personal zu erbringen. Auf den ersten Blick wird diese These auch durch die Regelung § 2 Absatz 2 Nr. 2 KHEntgG gestützt. Dort heißt es, dass Leistungen des Krankenhauses auch die vom Krankenhaus veranlassten Leistungen Dritter seien. Das Krankenhausentgeltgesetz gilt jedoch nach seinem § 1 Absatz 1 nur für die voll- und teilstationäre Versorgung. Die vor- und nachstationäre Versorgung ist nach § 1 Absatz 3 KHEntgG explizit vom Anwendungsbereich ausgenommen worden. Im Gesetz findet sich aber auch keine Vorschrift, die den Krankenhäusern vorschreibt, dass sie ihre Leistungen ausschließlich mithilfe von eigenen, sprich angestellten Ärzten erbringen dürfen. Auch die wenigen vor-

² OLG Hamm Urt. v. 22.10.1984 – 2 U 172/83 – = ArztR 1985, 162.

³ OLG Stuttgart, Urt. v. 10.5.2007 – 2 U 176/06 – = ArztR 2009, 53.

⁴ Hefermehl/Köhler/Bornkamm UWG § 4 Rdn 11.74

handenen Verträge⁵ nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V unter-sagen nicht *expressis verbis* die Erbringung der ärztlichen Leistung durch externe Ärzte. Vielmehr verweisen diese Verträge darauf, dass es sich bei der vor- und nachstationären Versorgung um Krankenhausbehandlung ohne Unterkunft und Verpflegung im Sinne des § 39 SGB V handelt.⁶ Eine solche Krankenhausbehandlung nach § 39 SGB V kann vom Krankenhaus aber grundsätzlich auch mithilfe von externen Honorarärzten erbracht werden. Seit der Neufassung des § 20 Abs. 2 Zulassungsverordnung für Ärzte (Ärzte-ZV) mit Wirkung vom 01.01.2007 ist eine Zusammenarbeit zwischen Vertragsärzten und Krankenhäusern jedenfalls nicht mehr ausgeschlossen⁷. Somit kann ein Vertragsarzt neben seiner vertragsärztlichen Tätigkeit auch als Honorararzt im Krankenhaus arbeiten.

In diesem Zusammenhang ist auf ein mittlerweile rechtskräftiges Urteil des Landessozialgerichts (LSG) Sachsen vom 30.4.2008 – L 1 KR 103/07 –⁸ hinzuweisen. Danach darf ein Krankenhaus-träger keine von einem externen (Vertrags-)Arzt erbrachten Leistungen im Rahmen von ambulanten Operationen nach § 115 b SGB V als eigene Leistungen gegenüber der Krankenkasse abrechnen. Begründet hat dies das LSG Sachsen damit, dass „nicht die Beschaffung der einzelnen Leistung einer Krankenhausbehandlung, sondern deren Erbringung in ihrer eigenen Betriebsorganisation als Komplexleistung ... die Aufgabe eines

Krankenhauses [sei].“ Wendet man diese Erwägung auf die hier interessierende Frage an, ob das Krankenhaus die vor- und nachstationäre Behandlung durch externe (Vertrags-)Ärzte erbringen lassen und sodann als eigene Leistung gegenüber der Krankenkasse abrechnen kann, so erscheint dies nicht mit letzter Sicherheit als zulässig. § 2 Absatz 2 Satz 2 Nr. 2 KHEnt-gG, nach dem das Krankenhaus die Leistung auch durch Dritte erbringen lassen kann, ist, wie oben gezeigt, weder im Bereich der ambulanten Operationen nach § 115 b SGB V und somit im vom LSG Sachsen entschiedenen Fall, noch bei der vor- und nachstationären Behandlung nach § 115 a SGB V anwendbar, da es sich in beiden Fällen nicht um voll- oder teilstationäre Behandlungen handelt. Diese Rechtsprechung zu § 115 b SGB V ist jedoch nicht ohne weiteres auf die vor- und nachstationäre Behandlung nach § 115 a SGB V übertragbar. Zudem steht eine Entscheidung des Bundessozialgerichts aus.

Fazit

Die Rechtslage ist derzeit unklar. Eindeutig unzulässig ist die doppelte Abrechnung der vom Vertragsarzt erbrachten Leistung gegenüber dem Krankenhaus und gegenüber der KV.

Der Krankenhausträger muss bei der Erbringung der von ihm geschuldeten Leistung mittels Vertragsärzten das größere Risiko schultern. Er läuft insbesondere Gefahr, dass die gesetzlichen Krankenkassen die

von Vertragsärzten erbrachten vor- und nachstationären Behandlungen nicht vergüten bzw. bereits gezahltes Honorar erfolgreich zurückverlangen.

Der Vertragsarzt hat grundsätzlich keine derartigen Konsequenzen zu fürchten. Ein strafrechtliches Verbot besteht bei der Doppelabrechnung zu Lasten des Krankenhausträgers und der KV. Wenn der Vertragsarzt jedoch die von ihm tatsächlich erbrachten vor- oder nachstationären ärztlichen Leistungen (nur) gegenüber dem Krankenhausträger nach der getroffenen Vereinbarung abrechnet, ist hierin kein gesetzeswidriges Verhalten zu sehen. Auch berufsrechtliche Normen stehen einer solchen Abrechnung nicht entgegen. Allein muss der niedergelassene Vertragsarzt darauf achten, dass zwischen Leistung und Gegenleistung ein angemessenes Verhältnis besteht. Andernfalls kann der Verdacht aufkommen, es handele sich um unzulässige Einweiserpauschalen oder Kopfprämien (s.o.).

Um diesen Verdacht bereits im Keim zu ersticken, sollte die Kooperation zwischen Vertragsarzt und Krankenhaus unabhängig von der Einweisung der vor- oder nachstationär zu behandelnden Patienten durch eben diesen Vertragsarzt ausgestaltet sein.

Ort der Leistungserbringung

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Erbringung von vor- oder nachstationären Leistungen in den ambulanten Räum-

⁵ z.B. Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (Sachsen); http://www.kvs-sachsen.de/fileadmin/downloads/vertraege/Vertrag_nach_Paragraph_115_Abs2_Nr4_SGB_V.pdf (09.11.2009) oder Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (NRW); http://www.aok-gesundheitspartner.de/inc_ges/download/dl.php/wl/krankenhaus/imperia/md/content/gesundheitspartner/westfalen-lippe/krankenhaus/wl_kh_par115_abs2_4.pdf (09.11.2009).

⁶ § 2 Abs. 1 Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (Sachsen) a.a.O., § 2 Abs. 1, 3 Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (NRW) a.a.O.

⁷ siehe auch KassKomm-Brandts § 39 SGB V Rdn 13, 28.

⁸ ArztR 2009, 264.

lichkeiten des niedergelassenen Vertragsarztes nach dem Wortlaut des Gesetzes widersprüchlich erscheint.

Nach § 39 Absatz 1 SGB V hat die ambulante Versorgung Vorrang vor der vor- oder nach, der teil- oder vollstationären Versorgung. Daraus lässt sich schließen, dass eine vollstationäre Versorgung nur dann erforderlich und somit (zu Lasten der GKV) möglich ist, wenn (in der Reihenfolge der Intensität der Behandlung) eine ambulante, eine vor- oder nach- oder eine teilstationäre Versorgung nicht ausreicht, um die Erkrankung zu behandeln. Wenn also eine vor- oder nachstationäre Behandlung gem. § 39 Absatz 1 SGB V nur dann in Betracht kommt, wenn eine ambulante Versorgung nicht ausreicht, so stellt sich die Frage, wie ein niedergelassener Vertragsarzt eine vor- oder nachstationäre Behandlung in den Räumlichkeiten seiner Praxis, die zum ambulanten Sektor gehört, ausreichend leisten kann. Bei dieser Argumentation handelt es sich selbstverständlich um eine streng juristische Argumentation nach dem Wortlaut des Gesetzes. Nicht berücksichtigt wurde, dass es im Einzelfall sicherlich Praxen gibt, deren Infrastruktur ohne weiteres ausreicht, um eine vor- oder nachstationäre Behandlung auf „stationärem Niveau“ anzubieten. Allein dürfte dies die Krankenkassen bei der Überprüfung der Abrechnung nicht von einem etwaigen Regress abhalten. Ein weiteres Argument gegen die Zulässigkeit

einer Auslagerung der vor- und nachstationären Behandlung in die Räumlichkeiten der Arztpraxis bietet bereits die Überschrift des § 115 a SGB V. Diese lautet: „Vor- und nachstationäre Behandlung **im Krankenhaus**“ (Hervorhebung durch die Autoren dieses Artikels). Bei dieser Überschrift handelt es sich um eine amtliche, d.h. vom Gesetzgeber stammende Überschrift. Sie ist also Teil der Norm und zur Auslegung des Gesetzes heranzuziehen. Wenn aber der Gesetzgeber von einer Behandlung **im Krankenhaus** spricht, so bedarf es zumindest guter Argumente, warum darunter auch eine Behandlung in den Räumlichkeiten der Vertragsarztpraxis gemeint sein soll. Schließlich sprechen auch die hier bekannten Verträge nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V von einer Behandlung im Krankenhaus⁹, die nur statthaft sei, wenn eine ambulante Behandlung nicht ausreicht.¹⁰

Empfehlung

Aus anwaltlicher Sicht können niedergelassene Vertragsärzte die vor- oder nachstationäre Behandlung übernehmen, wenn die im Folgenden noch einmal aufgeführten Prämissen eingehalten werden:

Leistung und Gegenleistung stehen in einem angemessenen Verhältnis unter Berücksichtigung der objektiv erforderlichen ärztlichen Leistung.

Die Einweisung von Patienten durch den Vertragsarzt darf

nicht Voraussetzung für die Erbringung der vor- und nachstationären Behandlung durch den Vertragsarzt sein.

Die Leistung wird in den Räumlichkeiten des Krankenhauses erbracht, um nicht die Frage der Erforderlichkeit einer Krankenhausleistung erörtern zu müssen.

Der Vertragsarzt erbringt seine Leistung unabhängig von seiner vertragsärztlichen Zulassung als Honorararzt. Eine doppelte Abrechnung der Leistung (auch gegenüber der KV) unterbleibt.

Bei Beachtung dieser Erwägungen ist eine vor- und/oder nachstationäre Behandlung nach § 115 a SGB V durch Vertragsärzte nach derzeitigem Erkenntnisstand rechtlich zulässig.

Nicht berücksichtigt wurden in diesem Artikel andere rechtlich zulässige Formen der Zusammenarbeit zwischen Vertragsärzten und Krankenhäusern. Insbesondere auf die Möglichkeiten der Integrierten Versorgung (sog. IV-Verträge) nach §§ 140 a ff. SGB V ist hinzuweisen. Der Abschluss solcher Verträge ist jedoch nur unter Beteiligung der Krankenkassen möglich. Von der Grundidee handelt es sich um Verträge zwischen den Krankenkassen und den Leistungserbringern. Zwar ist ein Vertrag auch zwischen Vertragsarzt und Krankenhaus möglich, jedoch nur unter Beteiligung der (jeweiligen) Krankenkasse.

⁹ § 1 Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (Sachsen) a.a.O.; § 3 Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (NRW) a.a.O.

¹⁰ § 3 Abs. 2 Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (Sachsen) a.a.O.; § 2 Abs. 2 Vertrag nach § 115 Abs. 2 Nr. 4 SGB V (NRW) a.a.O.

Pitfalls der Kodierung in der Klinik

von Thomas Winter

Pitfalls, also Tücken, der Kodierung von Diagnosen und Prozeduren in der Klinik gibt es in unserem Fach der Orthopädie und Traumatologie mehr als uns lieb sind. Nicht ohne Grund haben seinerzeit die Australier die Orthopädie und Traumatologie aus ihrem DRG-System weitgehend verbannt.

In einem Schreiben vom DIM-DI vom 31.3.09 konnte man lesen:

„... Grundsätzlich ist nach den amtlichen Klassifikationen (ICD-10-GM bzw. OPS) in der jeweils gültigen Version so spezifisch wie möglich zu kodieren, unabhängig vom Ergebnis der Gruppierung. Bei der Kodierung von Diagnosen und Prozeduren im Geltungsbereich des § 301 SGB V sind die Deutschen Kodierrichtlinien (DKR) in der jeweils gültigen Fassung zu beachten. ...“

Spezifisch wird nach Pschyrembel 257. Auflage mit der Definition „Spezifität“ (... selektive Reaktion eines Antikörpers od. immunkompetenter Zellen mit einem bestimmten Antigen; vgl. Kreuzreaktion ...) erläutert.

Auch das Deutsche Wörterbuch des Brockhaus (20. Auflage) engt den Begriff „spezifisch“ sehr stark ein: „... spätlat. specificus = von besonderer Art, ...; der spezifische Geruch von Pferd und Schaf; ...; das spezifische Gewicht eines Körpers ...; die spezifische Wärme eines Stoffes ...“ usw.

Mithin müssen in den anstehenden Kodierungen unseres Fachgebietes, die so spezifisch wie möglich sein sollen, diese

entsprechend der Einzigartigkeit z. B. einer Antigen-Antikörperreaktion so genau sein, dass deren Rückübersetzung in Klartext den zu kodierenden Sachverhalt so exakt wie möglich beschreibt. Nebenbei bemerkt verbieten sich dadurch Kodestreichungen durch den MDK, wenn dadurch selbst geringe Informationen verloren gehen, von allein.

Soweit also die Regeln. An deren Umsetzung hapert es bei uns seit Anbeginn der Pflichtkodierung vor mehr als 20 Jahren. Die Kodierfehlerrate ist über die Jahre mehr oder weniger konstant geblieben. Die einzige mögliche Lehre daraus, was in über 20 Jahren nicht erlernbar war, wird auch in weiteren 20 Jahren nicht erlernt werden, und daher den Schluss zu ziehen, die Kodierung als Abrechnungsbasis sein zu lassen, wird weiterhin nicht gezogen. Im Gegenteil, es wird immer komplizierter.

Das Problem ist nach wie vor die Schnittstelle Mensch. Der vor Ort kodierende Mensch, der die möglichen Milliarden an klartextlichen Diagnose- und Prozedurenvarianten unseres Fachgebietes mithilfe weniger tausend Codes rückübersetzbar umsetzen soll, ist damit überfordert.

Die Kodierung unserer Sachverhalte mit je einem Diagnose- und einem Prozedurenkode ist – auch wenn der MDK dies oft anders sieht – nur in Ausnahmefällen möglich. Viel häufiger muss man sich die Codes bausteinartig zusammenstellen, um eine eindeutige und rückübersetzbare, also spezifische Ko-

dierung gewährleisten zu können. Das kostet Zeit, die keiner mehr hat.

Die Folge ist, dass in den Kliniken zunehmend mit zusammengebauten Standardkodierungen und Formulierungen in der Dokumentation wie Arztbriefschreibung gearbeitet wird. Damit lässt man sich auf ein gefährliches Glatteis ein, und das in einer Zeit, in der nur bezahlt wird, was kodiert wird, aber auch – und das ist wichtig – aus der Krankengeschichte hervorgehen muss. Denn schaut man sich die Krankengeschichte, den Pflegebericht und die Patientenkurve sowie den ärztlichen Verlauf genau an, wird einem schnell klar, dass es den Standardfall ob unseres Variantenreichtums nur selten gibt. So verwundert es nicht, dass nach wie vor rund 80 % der kodierten Datensätze mindestens ergänzungs-, wenn nicht sogar verbesserungsbedürftig sind.

Man sollte daran denken, dass jede Variante auch anders kodiert wird. Es ist nämlich durchaus nicht gleichgültig, auf welche Weise eine behandlungspflichtige Erkrankung entstand, ob sie sich aus sich heraus bildete oder Folge einer Verletzung war, Vorbehandlungen welcher Art stattgefunden haben, das Leiden angeboren oder erworben war, ganz abgesehen von Mischformen oder frischen Verletzungen. All das erkennt man, wenn man sich nicht nur auf dv-gestützte Kodierhilfen verlässt, sondern sich intensiv mit den Kodierrichtlinien und ICD wie OPS beschäftigt.

Da in vielen Fällen auch bei flüchtiger Kodierung der DRG-Groupen in ca. 4 von 5 Fällen trotzdem die richtige DRG ermittelt, ist es nicht selten reiner Zufall und der Fehlerredundanz des DRG-Systems zu danken. Beim Rest hätte das Krankenhaus in den meisten Fällen eine höhere und nur wenige Male eine niedrigere Rechnung stellen müssen. Nicht selten sind es vergessene Kleinigkeiten, die über Upcoding oder Downcoding bzw. besser über mehr oder weniger Erlös entscheiden.

Downcoding droht, wo scheinbar unwichtige Teile vergessen oder unvollständig kodiert werden bzw. man sich zu sehr auf die Listen in den DRG-Handbüchern oder dv-gestützte Kodierhilfen verlässt. Anfällig ist hier besonders die Endoprothetik, Traumatologie und Wirbelsäulenchirurgie. Upcoding droht, wenn man sich zu sicher fühlt und Standardkodezusammenstellungen nutzt, ohne darauf zu achten, dass auch alle Bestandteile des so genannten Standards nachvollziehbar in der Krankengeschichte dokumentiert sind. Für Letzteres sind insbesondere arthroskopische Verfahren, aber auch die unübersichtlichen Codes der Wirbelsäulenchirurgie anfällig. Das bedeutet, dass gerade bei der WS-Chirurgie beides nahe beieinander liegt.

So kann (Stand 2009) das Vergessen einer harmlosen Hämaturie mit Blasenspülung bei einem eben nicht ganz mehrfachverletzten Patienten unter Umständen eine Höherstufung verhindern. Eine berechnete Höherstufung wird auch nicht selten dann verhindert, wenn eine Revision einer Wirbelsäulen-OP durchgeführt wird und der entsprechende Code 5-839.5 nicht angegeben wird (Ausnahme, die Revision geht bereits aus dem spezifischen Code hervor).

Die Nichtangabe einer modularen Endoprothese, wenn alle Bedingungen, den Code anwenden zu können, erfüllt sind, führt zur Nichtberechnung eines Zusatzentgeltes. Umgekehrt führt die Angabe des Codes zu Upcoding, wenn nur eine oder keine der beiden Bedingungen (mindestens 3 Metallteile an mindestens einer gelenkbildenden Komponente und die Überbrückung eines Defektes) erfüllt wurden.

Bei der Wirbelsäulenchirurgie gibt es eine andere Gefahr des Upcodings. Die Spondylodese wird bei Verletzungen, elektiven Eingriffen und bei der Skoliosebehandlung unterschiedlich kodiert. Dies ist schwer nachzuvollziehen und wird nicht selten mehrfach kodiert. So kommt man unabsichtlich in etlichen Fällen in eine viel zu hoch bewertete DRG-Stufe.

Hat man sich bei häufigen Eingriffen – z. B. arthroskopische Knie-OP – einen Kodierbaustein – z. B. Meniskusschaden, Knorpelschaden, Synovialitis, Plika-Syndrom, Hoffa-Hypertrophie und die entsprechenden OP-Teile Meniskektomie, Knorpelglättung, partielle Synovektomie, Entfernung der Plika, Hoffaresektion – fertig vorkodiert, so gerät man in eine Upcoding-Falle, wenn einige der Details, z. B. die partielle Synovektomie, nicht erfüllt wurden.

Man sollte sich also bei der Abrechnung sprich Kodierung Zeit lassen. 20 Minuten pro Fall sind durchaus üblich. Man sollte auch daran denken, dass ein Briefwechsel mit dem MDK noch mehr Zeit kostet. Hier kann man durchaus 60 bis 80 Minuten pro Fall ansetzen, ein Argument mehr, von vornherein danach zu trachten, eine möglichst widerspruchsfreie Kodierung zu erstellen. Eine Meniskektomie bei einer Synovialitis verträgt sich nicht.

Jede Maßnahme hat eine Indikation. Diese ist eine Diagnose und wird wie die Maßnahme so spezifisch wie möglich rückübersetzbar kodiert. Sie sehen, ich zäume das Pferd von hinten, also von den Maßnahmen her, auf.

Benötigt der Patient erhöhten Pflegeaufwand, hat dies einen Grund, dieser ist eine Diagnose;
benötigt er Diät, hat dies einen Grund, dieser ist eine Diagnose;
benötigt er Medikamente, hat dies Gründe, diese sind weitere Diagnosen;
benötigt er eine Operation, hat dies mindestens einen Grund, auch dies ist eine Diagnose;
benötigt er weitere Operationen, hat dies weitere Gründe, also weitere Diagnosen;
benötigt er die jetzigen Maßnahmen als Folge von etwas, so sind dies ebenfalls Diagnosen;
hat die jetzige Behandlung Folgen, die Maßnahmen erfordern, so geht das Spiel wieder von vorne los, denn auch das sind kodierpflichtige Maßnahmen mit ihren Indikationen, also Diagnosen. Dies ist nicht unwichtig. Immerhin betrug die Komplikationsrate in der 2. Hälfte der 80er Jahre quer über unser Fachgebiet 16,9 %. Wie hoch sie heute ist, wird jeder aus seiner Klinik wissen.

Es empfiehlt sich wirklich, diese Paare klartextlich gegenüberzustellen, in den Arztbrief einzubauen und dann erst zu kodieren. So gelangt man schlussendlich zu einer korrekten Kodierung, die dann auch Ärger mit den Krankenkassen und dem MDK standhält, insbesondere dann, wenn der MDK Ihnen Koderückübersetzungen vorhält, die bereits Kodeinterpretationen sind und nicht dem Wortlaut des Codes in der ICD bzw. des OPS entsprechen. Grundvoraussetzung für eine korrekte Kodierung

nung ist jedoch gerade wegen unserer Variantenvülle eine intensive Beschäftigung mit den Kodierrichtlinien und der ICD sowie dem OPS und zwar auch des Kleingedruckten. Hier gilt das Gleiche wie vor Operationen, man schaut vorher in den Atlas.

Ich hoffe Ihnen ein wenig über die Pitfalls in der Orthopädie und Traumatologie berichtet und Wege aufgezeigt zu haben, wie man sie vermeiden kann.

Darf ich abschließend einmal Prophet sein, so bin ich der Meinung, dass die DRGs genauso scheitern werden wie die SE/FP-Regelungen, denn Medizin lässt sich nun einmal nicht in Ziffern pressen, und der Mensch ist kein Auto, in das man ein Ersatzteil zum Festpreis einbaut und sagt, nun geht es wieder.

Literatur

1. Deutsche Kodierrichtlinien; Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und

Prozeduren. (www.dkgev.de) jährlich neu.

2. Deutsches Wörterbuch; Brockhaus 20. überarbeitete Auflage 1997ff (Druckfassung); Brockhaus Mannheim.
3. *Fahlenbrach, C., N. Köhler, N. Schlottmann*: Deutsche Kodierrichtlinien – Version 2006. Das Krankenhaus Heft 11 (2005) 933 – 939.
4. ICD-10-GM Version 2009; www.dimdi.de (dort auch die Vorversionen).
5. *Köhler, N.* et al.: Deutsche Kodierrichtlinien – Version 2009. Das Krankenhaus Heft 11 (2008) 1163 – 1168.
6. OPS Version 2009; www.dimdi.de (dort auch die Vorversionen).
7. *Pschyrembel, W.*: Klinisches Wörterbuch. Walter de Gruyter; Berlin New York; 257. Auflage, 1994.
8. *Schlottmann, N.* et al.: G-DRG-System – Version 2009. Das Krankenhaus Heft 11 (2008) 1145 – 1162.
9. *Winter, T.*: Prinzipien der Kodierung. Orthopädische Praxis, Heft 1 (2009) 31-36.
10. *Winter, T.*: Datengewinnungsprobleme und Datenqualität in der Orthopädie und Trauma-

tologie; dort weitere Literatur; Aufsatz in: *J. Jerosch* et al.; Rechnergestützte Verfahren in Orthopädie und Unfallchirurgie. Steinkopff Verlag Darmstadt, 1999.

11. *Winter, T.*: Zum Begriff der Indikationsspezifischen Komplikation. Orthopädische Praxis Heft 6 (1999) 375 – 379.
12. *Winter, T.*: Komplikationen gibt es nicht – oder doch? Stationäre Aufenthalte in Orthopädie und Traumatologie – eine Verkaufsstudie. Steinkopff Verlag Darmstadt, 2007.
13. Gesprächsnotizen und Mails mit DIMDI, DKG, BKG und anderen Organisationen.
14. Verschiedene Sitzungsprotokolle der Gremien der DGU/DGOOC, AK-Orthopädie und Unfallchirurgie der GMDS, die sich mit den DRG's, Kodierrichtlinien und Klassifikationen beschäftigen sowie Sitzungen auf den GMDS-Jahrestagungen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Thomas Winter
Orthopäde, med. Informatik
Spessartstr. 11
D-14197 Berlin
E-Mail: thommy.winter@t-online.de

Auf den VSO-Seiten finden Sie:

vso
www.vso-ev.de

Programme der Jahrestagungen
Rahmenprogramm der Jahrestagungen
Kongressanmeldungen
Vortragsanmeldung
Beitrittsantrag zur VSO
Information

online