

Tim Rose · Helmut Lill · Christoph Josten

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Universität Leipzig

Knorpel-Knochen-Transplantation

Was ist gesichert?

Zusammenfassung

Ziel der Knorpel-Knochen-Transplantation ist die Überführung von intaktem Knorpel aus wenig belasteten Gelenkarealen in Defektzonen der Hauptbelastungsregion. Trotz der fehlenden Integration des transplantierten Knorpels in das ortsständige Gewebe zeigen sich bei Probiopsien und im Tierversuch histologisch hyaline Strukturen. Die mittelfristigen und wenigen Langzeitergebnisse stellen sich viel versprechend dar. Wichtig zur Therapieentscheidung sind die Genese, die Lokalisation und die Ausprägung des Knorpeldefekts. Traumatische, lokal umschriebene Knorpelläsionen des Femurkondylus Grad III–IV nach Outerbridge stellen die ideale Indikation dar, wobei die Transplantation auch in weiteren Gelenken mit unterschiedlichen klinischen Ergebnissen möglich ist. Eine Kontraindikation ist die generalisierte Osteoarthritis. Die Vermeidung der Arthroseprogression durch die Knorpel-Knochen-Transplantation ist bisher nicht geklärt.

Schlüsselwörter

Autologe Knorpel-Knochen-Transplantation · Chondrale Läsionen · Indikationen · Behandlungsmöglichkeiten

Hauptziel der Knorpel-Knochen-Transplantation sind

- die Schmerzreduktion,
- die Funktionsverbesserung und
- eine Vorbeugung der progressiven Degeneration des Gelenkknorpels [20].

Verschiedene Studien konnten in einem mittelfristigem Follow-up den effizienten Einsatz der autologen Knorpel-Knochen-Transplantation belegen [1, 3, 8, 19]. Die erste autologe osteochondrale Transplantation wurde 1964 von Wagner [24] erwähnt, wobei 3 Patienten mit autologer Transplantation und 2 Patienten mit homologer Transplantation versorgt wurden. Matsusue et al. [16] griffen die Technik der autologen osteochondralen Transplantation wieder auf, wobei diese von Hangody et al. [8] und Bobic [3] verbessert wurde. Eine neue Ära der Knorpel-Knochen-Transplantation begann somit in den 90er Jahren mit verbesserten Instrumenten und damit auch der Möglichkeit des arthroskopisch gestützten Verfahrens. Die Hauptlokalisation stellt hierbei der Femurkondylus, insbesondere der mediale Kondylus dar, wobei am Tibiaplateau, Talus, Glenoid und Caputulum humeri ebenfalls über erfolgreiche Transplantationen berichtet wurden [11, 12, 19]. Hangody et al. [10] konnten 1–5 Jahre nach Knorpel-Knochen-Transplantation durch arthroskopisch gewonnene Biopsien histologisch den Nachweis von hyalinem Knorpel in der Empfängerregion nachweisen. Untersuchungen im Tierexperiment zeigten bei problemloser Osteointegration

ein fehlendes Einheilen des transplantierten Knorpels in das ortsständige Gewebe [23]. Mittlerweile liegen gute Langzeitergebnisse (6–12 Jahre) von autologen Knorpel-Knochen-Transplantationen mit einer hohen Patientenzufriedenheit vor [15].

Gelenkknorpel

Klassifikation der Knorpeldefekte

Bereits 1959 teilten Berndt u. Harty [2] die osteochondralen Läsionen entsprechend dem anatomischen Korrelat in 4 Stadien ein. Dies stellt die verbreitetste Klassifikation dar und dient allen bisher erstellten Klassifikationen in Verbindung mit verschiedenen Diagnoseverfahren als Grundlage. Die Einteilung nach Outerbridge [17] hat sich klinisch, insbesondere in der arthroskopischen Chirurgie, durchgesetzt, da sie das visuelle Korrelat der Schädigung beschreibt.

Diagnostik

In der *konventionellen Röntgenaufnahme* sind osteochondrale Defekte als Auf-

© Springer-Verlag 2003

Priv.-Doz. Dr. Helmut Lill
Klinik für Unfall-
und Wiederherstellungschirurgie,
Universität Leipzig,
Liebigstraße 20a, 04103 Leipzig,
E-Mail: Lill@medizin.uni-leipzig.de,
Tel.: 0341-9717322, Fax: 0341-9717319

T. Rose · H. Lill · C. Josten

Osteochondral transplantation What do we know for sure?

Abstract

The aim of osteochondral transplantation is to transfer intact cartilage from joint areas that are not subject to much stress to zones in the main weightbearing region where there are defects. Even though the transplanted cartilage is not integrated into the tissue already present, hyaline structures have been detected histologically in biopsies and in animal experiments. The medium-term and the few long-term results are very promising. It depends on the genesis, the localization and the severity of the cartilage defect whether this treatment is indicated. Traumatic, locally circumscribed, osteochondral lesions of the femoral condyle grade III–IV (Outerbridge) are the ideal indication for transplantation; it is also possible in other joints, albeit with varying clinical results. Generalized osteoarthrosis is a contraindication to this procedure. So far it is not known how the progression of arthrosis is attenuated by osteochondral transplantation.

Keywords

Autologous osteochondral transplantation · Cartilage defect · Indications · Treatment

hellung der Knochenstruktur und – bei länger bestehenden Läsionen – mit umgebendem Sklerosesaum zu erkennen.

Mit der *Magnetresonanztomographie (MRT)* lassen sich mit einer hohen Sensitivität osteochondrale Defekte einschließlich ihrer anatomischen Lokalisation und der Ausbreitung (Staging) nachweisen [13]. Von entscheidender Bedeutung ist die Anwendung der T1- und T2-gewichteten MRT-Aufnahmen. Die Vitalität der osteochondralen Fragmente kann durch i.-v.-applizierte Gabe von Kontrastmittel (DTPA) beurteilt werden.

Knorpel-Knochen-Transplantation

Indikation

Die Indikation zur Knorpel-Knochen-Transplantation wird weitestgehend übereinstimmend bei lokal umschriebenen osteochondralen Defekten in der Belastungszone (Grad III und IV nach Outerbridge [17]) gestellt. Die Mindestgröße wird mit 1 cm² angegeben, wobei über die maximal mögliche Ausbreitung des zu transplantierenden Knorpelbereichs unterschiedliche Auffassungen bestehen [1, 12]. Bei der Anwendung im Bereich des medialen Femurkondylus sind gute klinische Ergebnisse zu erwarten, wobei retropatellar und an der Tausschulter ebenfalls akzeptable Resultate beschrieben wurden [14, 19]. Sehr kritisch sollte die Indikation der Knorpel-Knochen-Transplantation bei Knorpelschäden an der Schulter, an Ellbogen und Hüftgelenk gestellt werden, da hier noch keine ausreichenden Erfahrungen bestehen [11, 12].

Numerische Altersgrenzen sind nicht festzulegen. Vielmehr sind das biologische Alter, die Beschwerdesymptomatik und der Anspruch des Patienten entscheidend. Beim jungen Patienten mit nicht geschlossenen Epiphysenfugen ist eine Verletzung derselben zu vermeiden. Als Kontraindikationen werden die generalisierten Arthrosen und systemische Gelenkerkrankungen, wie rheumatoide Arthritis, angesehen. Achsfehlstellungen und bestehende funktionelle Gelenkinstabilitäten sind vor oder gleichzeitig mit der Knorpel-Knochen-Transplantation zu beseitigen.

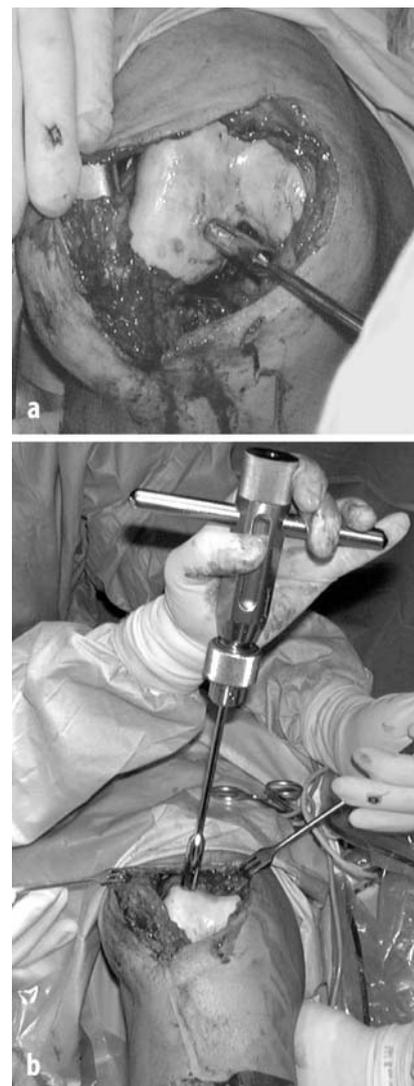


Abb. 1a,b ▲ Entnahme der Spenderzylinder am Kniegelenk mit dem OATS® (Fa. Arthrex, Karlsruhe), a Entnahme eines Knochen-Knorpel-Zylinders aus der Notch, b Entnahme eines Knochen-Knorpel-Zylinders aus dem proximalen lateralen Femurkondylus

Transplantationstechnik

Der Grundgedanke der Knorpel-Knochen-Transplantation ist die Verwendung von intakten Knorpelmaterial aus wenig belasteten Gelenkarealen, um dieses in Hauptbelastungszonen mit geschädigter Knorpelschicht einzubringen [12]. Als Spenderareale eignen sich im Kniegelenk die interkondyläre (Abb. 1a) sowie die proximale anterolaterale (Abb. 1b) Notch oder ausnahmsweise der anteromediale Femurkondylus. Die kleineren Gelenke verfügen nicht über genügend „Knorpelreservoir“, sodass eine Transplantation vom Kniegelenk in ei-

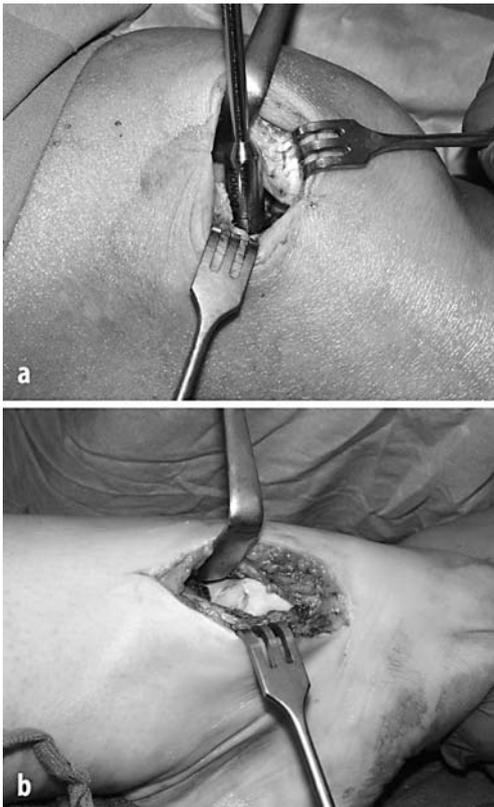


Abb. 2a,b ◀ Beispiel der 2-Gelenk-Technik OATS® (Fa. Arthrex, Karlsfeld), a Entnahme eines Knochen-Knorpel-Zylinders aus dem proximalen lateralen Femurkondylus mit Miniarthrotomie, b Implantation des Knochen-Knorpel-Zylinders an der lateralen Talusschulter

ner so genannten 2-Gelenk-Technik in das entsprechende Gelenk erfolgen muss (Abb. 2a,b).

Da eine alleinige Transplantation des Knorpels aus ernährungsphysiologischen Gründen nicht möglich ist [4], erfolgt die Entnahme mit einem subchondralen Knochenanteil als so genannter Knorpel-Knochen-Zylinder. Die Entnahme und Implantation erfolgen mit standardisierten Rundmeißeln, wie z. B. dem OATS® (osteochondral autograft transplantation system, Fa. Arthrex, Karlsfeld). Wir empfehlen, zunächst die Größe des geschädigten Areals auszumessen und zuerst die Entnahme des Spenderzylinders durchzuführen. So kann bei Entnahmeproblemen (z. B. zu kurzer abgebrochener Stanzzylinder) in der Defektzone entsprechend reagiert werden (geringere Tiefe des Empfängertunnels).

Der Transplantatzylinder wird bis zu einer Tiefe von 20 mm bei einer maximalen Knorpeldicke im Kniegelenk von 5 mm gewonnen [4]. Zum einen wird so die Vitalität des Knorpelareals gesichert, zum anderen kann eine ausreichend stabile Verankerung erfolgen. In den kleineren Gelenken und retropatellar sind aufgrund der anatomischen

Gegebenheiten flachere Zylinder zu verwenden. Da der Spenderzylinder den Empfängertunnel um 1 mm im Durchmesser übertrifft, kann das Transplantat in einer Pressfit-Technik impaktiert werden. Die Einzelstanzen haben einen Durchmesser von 5–15 mm und können entsprechende Defektflächen abdecken. Bei größeren Defekten werden mehrere Stanzen als so genannte Mosaikplastik notwendig (Abb. 3), wobei die Entnahme und Implantation der einzelnen Transplantatzylinder schrittweise und

nacheinander erfolgen sollte, um eine ausreichende Verklebung untereinander zu erreichen. Zusätzlich werden die Zylinder durch geringes Ausstanzen der Nachbarzylinder stabilisiert. Bei der Entnahme der Knorpel-Knochen-Zylinder und bei der Vorbereitung der Empfängerstelle ist auf ein orthogrades Einbringen der Stanzen zu achten, um eine möglichst kongruente Gleitfläche zu erreichen.

Entsprechend der Lokalisation und des Ausmaßes der Knorpelschädigung ist ein arthroskopisches oder offenes Vorgehen möglich. Aus eigener Erfahrung ist die arthroskopisch gestützte Transplantation lediglich bei der 1-Zylinder-Technik am medialen Femurkondylus sicher durchführbar. Bei größeren Läsionen, bei denen mehrere Stanzen notwendig sind, sollte die Transplantation über eine Arthrotomie erfolgen, da der arthroskopische Zugang ein sicheres Implantieren der Zylinder limitiert. Andere Autoren führen die arthroskopische Transplantation mit bis zu 3 Stanzen durch [1].

Arbeitsschritte

Beurteilung der Defektzone

Neben dem morphologischen Korrelat des Knorpeldefekts tragen die klinischen Beschwerden des Patienten wesentlich zur Therapieentscheidung bei. Das Einschätzen der Defektzone sollte präoperativ über bildgebende Diagnostik (MRT) erfolgen, um die Indikation der Knorpel-Knochen-Transplantation zu stellen und ein arthroskopisches oder offenes Vorgehen zu planen. Neben dem

Abb. 3 ▶ Mosaikplastik mit 3 Knochen-Knorpel-Zylindern am medialen Femurkondylus



eigentlichen Defekt ist die Beurteilung des umgebenden Knorpelareals von entscheidender Bedeutung, da dieses den Halt der eingebrachten Transplantatzylinder gewährleistet. Die Größe des geschädigten Areals führt dann zu der Entscheidung zwischen einer Defektsanierung in 1-Zylinder- oder Mehrzylindertechnik. Um eine gute Einpassung des Spenderzylinders an das Oberflächenrelief im Empfängergebiet zu erreichen, sind Reliefverläufe unbedingt zu beachten.

Entnahme der Spenderzylinder

Da das Areal in seiner Ausprägung beschränkt ist, sollte die Entnahme sorgfältig geplant und durchgeführt werden. Die Entnahme durch den standardisierten lateralen bzw. medialen Zugang bei 30° Flexion des Kniegelenks ist arthroskopisch schwierig. Daher wird die interkondyläre Notch als Spenderregion in der arthroskopischen Technik bevorzugt, die bei einer Flexion des Kniegelenkes von 100° am besten erreicht wird. Bei der Entnahme ist darauf zu achten, dass die Stanzen orthograd eingebracht werden, um schräge Oberflächen zu vermeiden. Die Oberflächenkontur im Empfängergebiet ist bei der Entnahme zu berücksichtigen, um eine planes Einbringen zu ermöglichen.

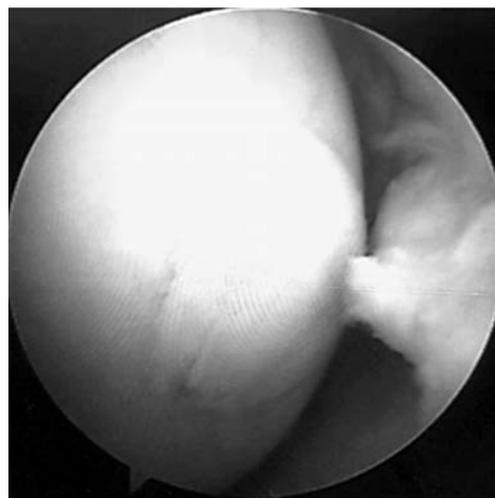
Vorbereitung der Defektstelle

Nach dem Messen der Tiefe des gewonnenen Spenderzylinders wird im Empfängergebiet der entsprechende Empfängerareal in gleicher Weise ausgestanzt, wobei die Spender- und die Empfängerstanze einen unterschiedlichen Schliff aufweisen (OATS®, Fa. Arthrex, Karlsfeld). Dabei ist zu beachten, dass der Durchmesser des Empfängertunnels 1 mm kleiner als der des Spenderzylinders ist, um ein gutes Pressfit zu erreichen. Auch die Tiefe des Empfängertunnels ist geringer zu wählen, damit beim Einbringen des Zylinders eine Impaktierung der Spongiosa möglich ist.

Transplantation

Das Einbringen des Spenderzylinders erfolgt vorsichtig im exakten Einbringungswinkel mittels der Spenderhülse. Die Oberfläche wird mit einem Stößel durch „leichtes Nachschlagen“ ange-

Abb. 4 ► Arthroskopisches Bild nach Implantation eines Knochen-Knorpel-Zylinders am medialen Femurkondylus



glichen. Ideal sitzt das Transplantat, wenn mit dem Tasthaken eine Stufe bis maximal 1 mm zwischen orthotopem und transplantiertem Knorpel nachweisbar ist (Abb. 4). Bei der Mehrzylindertechnik ist der Vorgang in den einzelnen Schritten nacheinander zu wiederholen. Die entnommenen Zylinder aus der Defektzone können in gleicher Art und Weise in die Defektstelle der Spenderregion eingebracht und impaktiert werden, wobei keine zusätzliche Fixation notwendig ist. Bei Kontrollarthroskopien zeigt sich an den Knorpelentnahmestellen makroskopisch fibröses Knorpelgewebe [12].

Nachbehandlung

Die physiotherapeutische Nachbehandlung beinhaltet neben einer adäquaten Schmerztherapie die Kryotherapie und eine Thromboseprophylaxe. Um die Ernährung des Knorpels zu optimieren, kann sofort mit „continuous passive motion“ (CPM) begonnen werden [12]. Eine sofortige Vollbelastung ist ebenfalls möglich, da die Stabilität durch die Pressfit-Technik gegeben ist. Imhoff et al. [12] hingegen empfahlen eine Entlastung des Gelenks von insgesamt 6–8 Wochen und eine Teilbelastung für 12 Wochen, wobei die Gründe hierfür nicht aufgeführt wurden. Zum Erhalt und Wiederaufbau insbesondere der Streckmuskulatur führt der Patient Muskelaufbautraining in der geschlossenen Muskelkette durch.

Klinische Ergebnisse

Nachdem Wagner [24] 1964 bereits Instrumente zur offenen Knorpel-Knochen-Transplantation vorgestellt hatte, berichtete er 1972 über 70% gute klinische Ergebnisse in den ersten 2–5 Jahren mit fallender Tendenz [25]. Ähnliche Ergebnisse fanden Outerbridge et al. [18] nach einem durchschnittlichen Follow-up von 6,5 Jahren, indem er den Knorpelersatz mit osteochondralen Autografts aus der lateralen Patallafacette durchführte.

Nach Einführung neuer Transplantationssysteme Anfang der 90er Jahre konnte Bobic [3] 12 Patienten nach autologer Knorpel-Knochen-Transplantation in einem Follow-up von 2 Jahren nachuntersuchen und fand bei 10 Patienten gute bis sehr gute Ergebnisse. Hangody et al. [8] berichteten zur gleichen Zeit über 107 Patienten nach Mosaikplastik. Diese erreichten in einem Follow-up bis zu 5 Jahren in dem von den Autoren verwendeten Score durchschnittlich 82,5 (65–100) Punkte postoperativ. Beide Transplantationsmethoden wiesen einen wesentlichen technischen Unterschied auf: Dabei verwendete Bobic [3] einzelne, große Zylinder, wohingegen Hangody et al. [8] eine Defektauffüllung mit vielen kleinen Zylindern in „Mosaiktechnik“ vollzogen. Die Nachteile der Mosaiktechnik sind die Vielzahl der Defektareale zwischen den Einzelzylindern, die 40% der transplantierten Fläche ausmachen und lediglich von Faserknorpel ausgefüllt werden.

Es folgten weitere klinische kurz- und mittelfristige Ergebnisse welche viel

versprechend waren. Imhoff et al. [12] fanden nach einem Mindest-Follow-up von 12 Monaten postoperativ eine Steigerung des Scores nach Bruns im Mittel von 27 Punkten. Vergleichbare Ergebnisse konnten Attmanspacher et al. [1] in ihrer Studie aufweisen, wobei die Kurzzeitresultate bei 28 nachuntersuchten Patienten mit einem durchschnittlichen Lysholm-Score von 88 (78–93) Punkten überwiegend gut und sehr gut waren.

Laprell u. Petersen [15] publizierten 2001 erstmalig Langzeitergebnisse mit einem Follow-up von 6–12 Jahren, wobei die 35 Patienten ermutigende Resultate erzielten. Sie verwendeten ein „diamond bone-cutting system“, bei dem der Spenderzylinder aus der dorsalen Kondylenregion gewonnen wurde. Trotz der erfolgreich durchgeführten Knorpel-Knochen-Transplantation mit guten funktionellen Ergebnissen traten im durchschnittlichen Follow up von 8,1 Jahren bei 12 Patienten neue Zeichen einer Osteoarthritis auf. Der Einfluss der Knorpel-Knochen-Transplantation auf die Arthroseprogredienz ist bisher ungeklärt. So berichteten Yamashita et al. [26] über ein Fortschreiten der Arthrose nach autologer Knorpel-Knochen-Transplantation bei 5 von 10 Patienten in einem Follow-up von nur 2 Jahren.

Bei der Verwendung von osteochondralen Allografts bestehen die Gefahr der Übertragung viraler Erkrankungen sowie die verminderte Überlebensrate der Chondrozyten [12]. Czitrom et al. [5] berichteten, dass der vitale Anteil der transplantierten Chondrozyten im Allograft nach 6 Jahren lediglich noch 37% beträgt. Vorteile der Allografts sind die theoretisch unbegrenzte Verfügbarkeit sowie die Entnahme aus der entsprechend gleichen Lokalisation, was eine bessere Integration in das

Oberflächenrelief möglich macht. Die klinischen Verläufe weisen nach zunächst überwiegend guten und sehr guten Ergebnissen eine zunehmende Verschlechterung in den Langzeitergebnissen auf [6, 7, 20]. So berichtete Gross [7] bei 123 untersuchten Patienten nach osteochondralem Allograft über eine 95%ige Erfolgsrate nach 5 Jahren. Diese reduzierte sich nach 10 Jahren auf 71% und nach 20 Jahren auf 60%.

Neben den guten Ergebnissen weist die Methode der autologen Knorpel-Knochen-Transplantation einige Probleme auf. Als nachteilig wird die limitierte Verfügbarkeit des autologen Knorpel-Knochen-Materials in Verbindung mit auftretenden „anterior-knee-pain“ aufgrund des Entnahmetraumas angeführt [12]. Attmanspacher et al. [1] berichteten über temporäre und auch bleibende Schmerzen im patellaren Gleitlager, wobei die Schmerzgenese bei gleichzeitig durchgeführten Kreuzbandoperationen mit dem mittleren Patellarsehndrittel nicht eindeutig reproduzierbar war. Die Verwendung mehrerer Stanzzyylinder bei größeren Defekten kann zu einer unzureichenden Verklebung dieser untereinander führen. Dies kann bei Überschreiten der Belastungsgrenze oder bei unmittelbarer Nähe zur Interkondylenregion den Zusammenbruch des Konstrukts verursachen, weswegen die Verwendung von mehr als 3 Zylindern von einzelnen Autoren kritisch beurteilt wird [1].

Die Verwendung der autologen Knorpel-Knochen-Transplantation erfolgt hauptsächlich am Femurkondylus und führt dort zu guten und sehr guten mittelfristigen Ergebnissen. Erfahrungsberichte in anderen Lokalisationen sind selten. Die inzwischen von mehreren Autoren beschriebene Implantation von

Knorpel-Knochen-Zylindern im oberen Sprunggelenk durch die 2-Gelenk-Technik erweist sich bei entsprechender Indikation als geeignete Methode zur Therapie ausgedehnterer osteochondraler Defekte am Talus mit guten und sehr guten klinischen Ergebnis [9, 14, 21]. Schöttle et al. [22] fanden bei 39 Patienten mit osteochondralen Läsionen am oberen Sprunggelenk in einem Follow-up von 6–42 Monaten eine Verbesserung im Lysholm-Brunns-Score um durchschnittlich 30 Punkte. Eine teilweise notwendige Osteotomie des medialen Malleolus und die notwendige 2-Gelenk-Technik sollten jedoch in Verbindung mit nicht gesicherten Langzeitergebnissen zu einer kritischen Indikationsstellung führen.

Die Verwendung der autologen Knorpel-Knochen-Transplantation an weiteren Gelenken, wie der Trochlea femoris, dem Capitulum humeri, dem Humeruskopf und der Patella [11, 12, 19] bleiben Einzelbeschreibungen und sollten Ausnahmeindikationen vorbehalten sein (Abb. 5).

Fazit für die Praxis

Die Knorpel-Knochen-Transplantation stellt bei umschriebenen osteochondralen Läsionen der Femurkondylen Grad III–IV nach Outerbridge eine geeignete Therapiemethode mit gesicherten klinischen mittel- und langfristigen Ergebnissen dar. In ausgewählten Fällen ist neben dem offenen Vorgehen die arthroskopisch gestützte Transplantation möglich. Die generalisierte Arthrose stellt eine Kontraindikation dar. Der positive Einfluss der Knorpel-Knochen-Transplantation auf die Arthroseprogredienz bleibt dabei abzuwarten. Neben der Versorgung osteochondraler Defekte am Femurkondylus ist der Einsatz an weiteren Gelenken ebenfalls möglich, jedoch mit unterschiedlichen Ergebnissen. Nachteile der autologen Knorpel-Knochen-Transplantation stellen die eingeschränkte Verfügbarkeit, die Defektbildung an der Entnahmestelle und die mögliche Inkongruenz der Transplantatzylinder zum ortständigen Knorpel dar.



Abb. 5 ◀ **Retropatellare Knorpel-Knochen-Transplantation in offener Technik, aus Rose et al. [19]**

Literatur

1. Attmanspacher W, Dittrich V, Stedtfeld H (2000) Klinische Erfahrungen und kurzfristige Ergebnisse mit OATS. *Arthroskopie* 13: 103–108
2. Berndt A, Harty M (1959) Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 41: 988–1002
3. Bobic V (1996) Arthroscopic osteochondral autograft transplantation in anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 3: 262–264
4. Buckwalter J, Mankin H (1997) Articular cartilage. Part 1: Tissue design and chondrocyte-matrix interactions. *J Bone Joint Surg Am* 79: 600–611
5. Czitrom A, Keating S, Gross A (1990) The viability of articular cartilage in fresh osteochondral allografts after clinical transplantation. *J Bone Joint Surg Am* 72: 574–581
6. Ghazavi M, Pritzker K, Davis A, Gross A (1997) Fresh osteochondral allografts for post-traumatic osteochondral defects of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 79: 1008–1013
7. Gross A (1997) Long term results of the fresh osteochondral allograft for osteochondral defects of the knee secondary to trauma of osteochondritis dissecans. AAOS Instructional Course Lecture, Annual AAOS Meeting, San Francisco, CA, p 329
8. Hangody L, Karpati Z, Szerb I, Eberhart R (1996) Autologous osteochondral mosaic-like graft technique for replacing weight bearing cartilage defects. Abstract, 7th Congress of the ESSKA, Budapest, Hungary
9. Hangody L, Kish G, Karpati Z, Szerb I, Eberhardt R (1997) Treatment of osteochondritis dissecans of the talus: use of the mosaicplasty technique – a preliminary report. *Foot Ankle Int* 18: 628–634
10. Hangody L, Kish G, Karpati Z, Szerb I, Udvarhelyi I (1997) Arthroscopic autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of femoral condylar articular defects. A preliminary report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 5: 262–267
11. Hidas P (2000) Mosaikplastik – Eine Alternative in der Behandlung der Osteochondritis dissecans im Ellenbogen. 17. Kongress der AGA, Basel
12. Imhoff A, Öttl G, Burkart A, Traub S (1999) Osteochondrale autologe Transplantation an verschiedenen Gelenken. *Orthopäde* 28: 33–44
13. Kawahara Y, Uetani M, Nakahara N, Doiguchi Y, Nishiguchi M, Futagawa S, Kinoshita Y, Hayashi K (1998) Fast spin-echo MR of the articular cartilage in the osteoarthrotic knee. Correlation of MR and arthroscopic findings. *Acta Radiol* 39: 120–125
14. Kish G, Módos L, Hangody L (1999) Osteochondral mosaicplasty for the treatment of focal chondral and osteochondral lesions of the knee and talus in the athlete. *Clin Sports Med* 18: 45–66
15. Laprell H, Petersen W (2001) Autologous osteochondral transplantation using the diamond bone-cuttin system (DBCS): 6–12 years' follow up of 35 patients with osteochondral defects at the knee joint. *Arch Orthop Trauma Surg* 121: 248–253
16. Matsusue Y, Yamamuro T, Hama H (1993) Arthroscopic multiple osteochondral transplantation to the chondral defect in the knee associated with anterior cruciate ligament disruption. *Arthroscopy* 9: 318–321
17. Outerbridge R (1961) The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 43: 752–757
18. Outerbridge H, Outerbridge A, Outerbridge R (1995) The use of a lateral patellar autologous graft for the repair of a large osteochondral defect in the knee. *J Bone Joint Surg Am* 77: 65–72
19. Rose T, Lill H, Verheyden P, Katscher S, Josten C (2000) Die retropatellare Knorpel-Knochen-Transplantation. Eine Behandlungsmöglichkeit bei schwerem Knorpelschaden. *Unfallchirurg* 103: 999–1002
20. Salai M, Ganev A, Horoszowski H (1997) Fresh osteochondral allografts at the knee joint: good functional results in a follow-up study of more than 15 years. *Arch Orthop Trauma Surg* 116: 423–425
21. Schöttle P, Imhoff A (2000) Osteochondrale Defekte im Bereich des Talus – die Behandlungsalternative: OATS. 17. Kongress der AGA, Basel
22. Schöttle P, Oettl G, Agneskirchner J, Imhoff A (2001) Operative Therapie von osteochondralen Läsionen am Talus mit autologer Knorpel-Knochen-Transplantation. *Orthopäde* 30: 53–58
23. Siebert C, Miltner O, Weber M, Niedhart C (2001) Einwachsverhalten von osteochondralen Transplantaten – eine tierexperimentelle Studie. *Sport Orthop Traumatol* 17: 120
24. Wagner H (1964) Operative Behandlung der Osteochondrosis dissecans des Kniegelenkes. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1964: 62–64
25. Wagner H (1972) Möglichkeiten und klinische Erfahrungen mit der Knorpeltransplantation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 110: 708–715
26. Yamashita F, Sakakida K, Suzu F, Takai S (1985) The transplantation of an autogenetic osteochondral fragment for osteochondritis dissecans of the knee. *Clin Orthop* 201: 43–50

R. Ascherl

Klinik für Orthopädie „Dr. Georg Sacke“, Städtisches Klinikum Leipzig Südost, Leipzig

Therapiemöglichkeiten der retro-patellaren Arthrose

Autor hat kein Manuskript eingereicht