Oper Orthop Traumatol 2022 · 34:239–252
<https://doi.org/10.1007/s00064-021-00751-6>

Eingegangen: 10. Juni 2020
Überarbeitet: 20. September 2020
Angenommen: 26. November 2020
Online publiziert: 29. November 2021
© Der/die Autor(en) 2021

Herausgeber

Andreas B. Imhoff, München

Zeichner

Rüdiger Himmelhan, Mannheim

Autologe Knorpelzelltransplantation mit Knochenaufbau zur Behandlung osteocondraler Defekte am Knie

Behandlung osteochondraler Defekte der Femurkondylen
mittels autologer Spongiosazylinder aus dem Beckenkamm
kombiniert mit matrixgestützter autologer
Chondrozytentransplantation

Christoph Stotter^{1,2} · Stefan Nehrer² · Thomas Klestil^{1,2} · Philippe Reuter¹

¹ Abteilung für Orthopädie und Traumatologie, Landeskrankenhaus Baden-Mödling, Mödling, Österreich

² Zentrum für Regenerative Medizin, Donau-Universität Krems, Krems an der Donau, Österreich

Zusammenfassung

Operationsziel: Offene Therapie osteochondraler Läsionen des Kniegelenks zur vollständigen Auffüllung knöcherner Defekte und Wiederherstellung der Gelenkfläche.

Indikationen: Fokale, symptomatische osteochondrale Defekte des Kniegelenks ab einer Knochendefekttiefe von ≥ 5 mm und Größe von $\geq 1,5$ cm².

Kontraindikationen: Arthrose (> KL Grad 2), „kissing lesions“ (ICRS > Grad 2), Alter > 50 Jahre, unbehandelte Bandinstabilitäten oder Beinachsenfehlstellungen zum Nachteil des betroffenen Gelenkkompartiments, fehlendes Defektcontainment, entzündliche Gelenkerkrankungen.

Operationstechnik: Zweizeitiger Eingriff: Ersteingriff (arthroskopische Knorpelprobenentnahme): Defektevaluierung, Entnahme von Knorpelstücken für die Chondrozytenkultivierung, bei Bedarf Behandlung von Begleitpathologien. Zweiteingriff (offene Defektbehandlung): Arthrotomie, Präparation des knöchernen Defekts, Auffüllung mit autologen Spongiosazylindern aus dem Beckenkamm, Knorpeldefektpräparation (kann größer als knöcherner Defekt sein) und matrixgestützte autologe Chondrozytentransplantation.

Weiterbehandlung: Ersteingriff: frühfunktionelle Nachbehandlung mit schmerzorientierter Vollbelastung je nach Begleiteingriffen. Zweiteingriff: keine Drainage, funktionelle Kniegelenkorthese in Streckstellung für 1 Woche, danach schrittweise Freigabe der Flexion, Teilbelastung für 6 Wochen, Motorschiene (CPM) ab dem 1. postoperativen Tag.

Ergebnisse: Seit 2018 sind 8 Patienten (mittleres Alter 29,4 Jahre, Spanne 18 bis 36) mit der beschriebenen Technik behandelt worden. Alle Patienten konnten nach durchschnittlich 12 Monaten nachuntersucht werden. Der Gesamt-KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) verbesserte sich im Mittel von 45,8 auf 81,3, und die postoperativen radiologischen Kontrollen zeigten die Einheilung der Spongiosazylinder bei allen Patienten. Der MOCART (Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue) Score ergab 80,4 Punkte.

Schlüsselwörter

Knorpelschaden · Knie · Osteochondrale Rekonstruktion · Autologe Spongiosaplastik · Subchondraler Knochen

QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Vorbemerkungen

Ausgedehnte, symptomatische osteochondrale Defekte am Kniegelenk bedürfen einer operativen Versorgung [1]. Da oft junge, aktive Patienten betroffen sind, ist ein gelenkerhaltender Eingriff mit dem Ziel der Schmerzreduktion und Wiederherstellung der Gelenkfunktion anzustreben. Zusätzlich kann durch eine Rekonstruktion der osteochondralen Einheit die frühe Entstehung der Osteoarthritis verhindert werden [2].

Zur knöchernen Defektauffüllung, begleitend zu einem knorpelrekonstruktiven Eingriff, stehen abhängig von der Größe des Defektes die Auffüllung mit autologen oder homologen Spongiosachips [1, 3], der autologe Knochenblock aus dem Beckenkamm [1] oder die Auffüllung mittels autologer Spongiosazyliner zur Verfügung [4, 5]. Zusätzlich stellt die Verwendung von osteochondralen Allografts eine Behandlungsoption dar, die aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit in Europa zurzeit eine untergeordnete Rolle spielt [6].

Die knöcherne Auffüllung mittels Spongiosachips in Kombination mit einer Knorpelzelltransplantation ist der Behandlung von kleineren Defekten (Defekttiefe < 10 mm) vorbehalten [1], weist bei dieser Technik jedoch eine niedrige Primärstabilität auf. Bei kleinen Defekten, die mittels eines einzigen osteochondralen Zylinders

behandelt werden können, stellt die autologe osteochondrale Transplantation (AOT) eine gute Behandlungsoption dar. Größere Defekte eignen sich hingegen nicht für eine AOT, da bei der Verwendung von 2 oder mehreren Knorpel-Knochen-Zylindern im Sinne einer „Mosaikplastik“ die Ergebnisse aufgrund einer unkompletten Defektdeckung und erhöhten Entnahmemorbidität schlechter sind [7].

Die Defektbehandlung mit autologem kortikospongiosen Block aus dem Beckenkamm und begleitender Knorpeltransplantation eignet sich für große und tiefe osteochondrale Defekte sowohl als Primär- als auch als Revisionseingriff [1]. Insbesondere auch notnahe Defekte können durch die Krümmung des bikortikalen Beckenkammspans rekonstruiert werden. Für diese Technik konnte auch in biomechanischen Studien gezeigt werden, dass die maximale Belastbarkeit des Spans vergleichbar ist mit jener von entknorpelten Femurkondylen [8].

Nach rein ossärer Defektauffüllung kommen zur Rekonstruktion des artikulären Knorpels und der osteochondralen Einheit abhängig von Defektgröße, Lokalisation, Patientenalter und Aktivitätsniveau unterschiedliche knorpelregenerative Verfahren zum Einsatz. Vor allem bei großen Knorpeldefekten am Kniegelenk ($\geq 2,5 \text{ cm}^2$) stellt die autologe Chondrozytentransplantation (ACT) den Goldstandard dar [9] und bietet Vorteile im Vergleich zu matrixgestützten, zellfreien Verfahren (z. B. AMIC®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Schweiz). Die ACT kann hierbei sowohl im matrixgestützten Verfahren als auch in Form von Sphäroiden aus matrixassoziierten Chondrozyten erfolgen [10, 11].

Operationsprinzip und -ziel

Offene Auffüllung eines osteochondralen Defektes an den Femurkondylen mit autologen Spongiosazylinern aus dem Beckenkamm kombiniert mit matrixgestützter autologer Knorpelzelltransplantation.

Vorteile

- Lückenlose Rekonstruktion des knöchernen Defekts möglich
- Pressfit-Fixierung der Spongiosazyliner mit hoher Primärstabilität ohne zusätzliche Implantate
- Hohes regeneratives Potenzial der Beckenkammpongiosa
- Behandlung von großen Knorpeldefekten mit nur kleinem knöchernem Defekt möglich
- Matrixgestützte Chondrozytenimplantation auch bei großen Knochendefekten durchführbar
- Integration des Knorpelregenerats am Defekttrand in den gesunden Knorpelwall
- Keine Entnahmemorbidität im Kniegelenk, verglichen mit AOT

Nachteile

- Entnahmemorbidität am Beckenkamm
- Technisch anspruchsvolles Verfahren
- Grenzen der Technik bei sehr großen knöchernen Defekten ($> 5 \text{ cm}^2$)
- Zweizeitiges Vorgehen
- Kostenintensives Verfahren durch die Chondrozytentransplantation

Indikationen

- Fokaler, symptomatischer osteochondraler Defekt am Kniegelenk
- Osteochondritis dissecans mit knöchernem Defekt und Containment
- Revisionseingriff nach knorpelrekonstruktivem Eingriff mit Beteiligung des subchondralen Knochens
- Knochendefekttiefe $\geq 5 \text{ mm}$

Kontraindikationen

- Unbehandelte Gelenkinstabilitäten oder Beinachsenfehlstellung
- Alter > 50 Jahre (Ergebnisse der isolierten MACT deutlich schlechter)
- Arthrose, fortgeschrittene Knorpelschäden in den restlichen Gelenkabschnitten
- Fehlendes Defektcontainment bei notnahen Defekten
- Kniegelenkinfekt

Abkürzungen	
ACI	Autologe Chondrozytenimplantation
ACT	Autologe Chondrozytentransplantation
AMIC	Autologous matrix-induced chondrogenesis
AOT	Autologe osteochondrale Transplantation
CPM	Continuous passive motion
CT	Computertomographie
ICRS	International Cartilage Regeneration & Joint Preservation Society
IKDC	International Knee Documentation Committee
MACT	Matrixgestützte autologe Chondrozytentransplantation
MOCART	Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue
MRT	Magnetresonanztomographie
OATS	Osteochondral autograft transplant system
OCD	Osteochondritis dissecans

Patientenaufklärung

- Allgemeine Risiken: z. B. Infektionen, Thromboembolie, postoperative Schmerzen
- Verletzung des Ramus infrapatellaris des N. saphenus
- Schmerzen an der Entnahmestelle am Beckenkamm, Nachblutung, iatrogene Fraktur, Verletzung des N. cutaneus femoris lateralis, Infektion
- Postoperativer Hämarthros und Notwendigkeit einer Punktion (keine Redondrainage)
- Insuffiziente Regeneratbildung, Delamination, Fusionsstörung oder Hypertrophie des Knorpelregenerats
- Auftreten von subchondralen Ödemen oder Zysten
- Arbeitsunfähigkeit mindestens 8 Wochen
- Langes Nachbehandlungsregime mit Sportrückkehr frühestens 1 Jahr postoperativ

Operationsvorbereitung

- Allgemeinzustand, Operationsrisiken
- Klinische Untersuchung
- Röntgenaufnahme des Kniegelenks in 2 Ebenen und Patella tangential
- Ganzbeinaufnahme im Stehen
- Computertomographie (CT) zur exakten Vermessung des knöchernen Defekts
- Magnetresonanztomographie (MRT) zur Beurteilung des Knorpeldefekts und Begleitpathologien (Knochenmarködem, Knorpelstatus in anderen Gelenkabschnitten, Menisken)
- Reizfreies Kniegelenk mit annähernd freier Beweglichkeit

Instrumentarium

Arthroskopie

- Standard-Knie-Arthroskopieinstrumentarium
- Instrument zur Entnahme von Knorpelgewebe für Knorpelzellzüchtung (ca. 2×5 mm)

Offene Defektauffüllung

- Übliches Operationsinstrumentarium für Kniegelenkarthrotomie
- Hohlstanzensystem zur Entnahme und zum Transfer von Knochenzylindern (z. B. Single Use-OATS®; Arthrex, Naples, FL, USA)
- Oszillierende Säge, Meißelset
- Ringküretten, Kugel- oder Birnenfräse zur exakten Defektpräparation
- Material und Instrumentarium zur Knorpelzelltransplantation je nach Hersteller

Anästhesie und Lagerung

- Allgemein- oder Spinalanästhesie (cave: Beckenkammernahme)
- Rückenlage
- Anlage einer Oberschenkelblutsperre
- Hohe Seitenstütze am Oberschenkel und Positionierungsblocks in verschiedenen Flexionsgraden, alternativ elektrischer Beinhalter
- Waschen und Abdecken auch an der Entnahmestelle am Beckenkamm
- Perioperative Antibiose

(Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 und 12).

Abb. 1 ◀ Präoperativ wird zur exakten Größenbestimmung des osteochondralen Defekts sowohl eine MRT (a, b) als auch eine CT (c) durchgeführt. Zusätzlich sind Ganzbeinaufnahmen im Stand zur Beurteilung der Beinachse obligat (d). Besteht eine valgische oder varische Beinachse, die die Druckverhältnisse im betroffenen Kompartiment negativ beeinflusst, muss diese zwingend adressiert werden und je nach Deformität eine varisierende/valgisierende Umstellungsosteotomie an der proximalen Tibia oder dem distalen Femur durchgeführt werden

Abb. 2 ▲ In einer ersten Operation erfolgt die Arthroskopie über ein Standard-anterolaterales Optikportal und ein antero-mediales Arbeitsportal. Die Arthroskopie dient zur exakten Defektevaluierung (**a, b**) und zur Behandlung von intraartikulären Begleitpathologien wie Meniskusverletzungen. Die Knorpelzellentnahme für die Knorpelzelltransplantation erfolgt mit einer arthroskopischen Stanze aus einer nicht gelenktragenden Region (medialer oder lateraler Rand der Fossa intercondylaris, proximaler Rand des medialen oder lateralen Femurkondyls, **c**). Dazu werden 2 bis 3 etwa 3×5 mm große Knorpelstücke gewonnen, bis zur Züchtung in Nährmedium aufbewahrt. Je nach Hersteller kann auch die Entnahme von Knorpel-Knochen-Zylindern für die Zellkultivierung notwendig sein. Erforderliche Begleiteingriffe zur Versorgung von Instabilitäten und Umstellungsosteotomien werden ebenfalls im Rahmen der ersten Operation im Anschluss an die Arthroskopie durchgeführt

Abb. 3 ◀ Etwa 4 Wochen (je nach Wachstum und Konfluenz der Chondrozyten) erfolgt die offene Operation in Rückenlage. Die knöchernen Orientierungspunkte (Patella, Patellasehne, Tuberositas tibiae) und der geplante Zugang werden mit einem sterilen Markierungsstift angezeichnet. Für einen Defekt am medialen Femurkondyl erfolgt bei leicht gebeugtem Knie ein etwa 6–8 cm langer Hautschnitt vom medialen Patellarand bis auf Höhe des medialen Gelenkspalts (a). Durch Veränderung des Flexionsgrades zur Präparation des Defektes kann die Größe der Arthrotomie reduziert werden. Das Retinaculum patellae mediale wird längs durchtrennt und die synoviale Kapsel eröffnet. Im distalen Wundbereich ist der Ramus infrapatellaris des N. saphenus zu schonen (b). Weghalten des Hoffa-Fettkörpers und Schonung des Lig. transversum und Meniskusvorderhorns. Zur Darstellung und Präparation von osteochondralen Defekten am Femurkondyl dorsal muss das Knie entsprechend der Lokalisation > 90° gebeugt werden. Einsetzen von einem Hohmann-Haken in die Fossa und einem weiteren am äußeren Rand des Kondyls (c)

a

b

Abb. 4 ◀ Evaluierung und exaktes Ausmessen des Knorpeldefekts. Markierung der geplanten Anordnung der Rundstanzen je nach Defektgröße und -form (a). Die Spongiosazylinder müssen dabei, entsprechend der präoperativen Planung im MRT und CT, den knöchernen Defekt erfassen. Eine Überlappung der einzelnen Zylinder ist dabei möglich, wobei die Überlappung nicht mehr als die Hälfte des Durchmessers betragen sollte, um eine hohe Primärstabilität zu erhalten (b)

a

b

Abb. 5 ◀ Ausstanzen des Defektes mit der Empfängerstanze, Ausmessen der einzelnen Entnahmestellen mit dem Ausrichtestab, wobei die Länge der Zylinder bis zur Knochen-Knorpel-Grenze an 4 Punkten bestimmt wird

Abb. 6 ▲ Entnahme der Knochenzylinder am ipsilateralen Beckenkamm. Hautinzision etwa 3–5 cm lang über der Crista iliaca ca. 2 cm dorsal der Spina iliaca anterior superior (a) (cave: N cutaneus femoris lateralis). Hautschnitt durch Verlagerung der Haut etwas lateral, um postoperative Schmerzen durch den Hosenbund/Gürtel zu vermeiden und um ein kosmetisches Ergebnis zu erzielen. Spaltung der Faszie, Längsinzision und Abschieben des kräftigen Periosts. Einsetzen von 2 Hohmann-Haken medial und lateral der Darmbeinschaukel. Ansetzen der Spenderhohlstanze (b) (Single Use-OATS®-Instrumentarium) und Einschlagen bis zu einer Tiefe von 15 mm. Zur besseren Beurteilung der Stanzrichtung und Vermeidung eines kortikalen Austritts medial oder lateral kann ein stumpfer K-Draht entlang der medialen Darmbeinschaukel eingelegt werden. Axiale Kraftanwendung und anschließend eine ruckartige Drehung, um den Spongiosazylinder an der Basis abzubrechen und mit der Stanze zu entfernen (c). Durch das Eindrehen des Knaufs wird der Knochenzylinder aus der Stanze gewonnen (d). Je nach Bedarf Neupositionieren der Stanze und Gewinnung von 2 bis 3 weiteren Zylindern. Pro Beckenkamm ist je nach Anatomie die Entnahme von bis zu 5 Zylindern möglich. Einbringen eines hämostatischen, absorbierbaren Gelatineschwamm in die Entnahmestellen (z. B. Spongostan Standard, Ethicon Inc.)

Abb. 7 ▲ Präparation der Knochenzylinder. Entfernen der Kortikalis mit der oszillierenden Säge oder dem Meißel. Kürzen der Zylinder je nach Defekt. Nummerierung der Zylinder für die geplante Anordnung. Die Zylinder können dabei um etwa 1 mm überstehend berechnet werden, da die endgültige Höhe und Kongruenz durch Kompaktieren und Fräsen erreicht wird. Bei flachen Defekten (< 8 mm) können die Zylinder bei Bedarf in der Länge halbiert werden, um 2 Zylinder zu erzielen

Abb. 8 ◀ Einbringen der Zylinder in die Entnahmestelle. Einfalzen der Zylinder bis zum Grund der präparierten Entnahmestelle, um ein knöchernes Mismatch zu verhindern. Bei Überlappung neuerlicher Überstanzen zur Entfernung der Teile der Nachbarzylinder mit der Empfängerstanze

Abb. 9 ▲ Kompaktierung mit dem Stößel zur exakten Wiederherstellung der Krümmatur. Ein über den knöchernen Defekt reichender Knorpeldefekt mit intakter subchondraler Lamelle kann mit dem Messer und Ringküretten oder scharfen Löffeln präpariert werden. Der Resektionsrand sollte ein vertikaler, scharf begrenzter Randwall im gesunden Knorpel sein. Angleichung des Knochens auf das Niveau des umliegenden subchondralen Knochens. Zusätzlich wird durch diesen Schritt v. a. die oberste Spongiosaschicht verdichtet und eine subchondrale Lamelle reproduziert. Feinadjustierung der knöchernen Oberfläche mit der Kugel- oder Birnenfräse. Bei alternativer Verwendung von kortikospongiösen Zylindern ist dieser Schritt von besonderer Bedeutung, um die Kortikalis auszudünnen und eine gleichmäßige konvexe Krümmung zu erreichen

Abb. 10 ▲ Durchführung der Knorpelzelltransplantation auf die autologe Spongiosaplastik je nach Herstellerprocedere

Abb. 11 ▲ Postoperativ erfolgt nach Anlage eines sterilen Schutzverbandes die Anpassung einer Kniegelenkorthese in Streckstellung. Ab dem 1. postoperativen Tag erfolgt mehrmals täglich die passive Mobilisierung ohne Belastung in der Motorschiene (CPM-Therapie). Die genaue Nachbehandlung mit zunehmender Freigabe der Flexion in der Kniegelenkorthese und steigender Belastung richtet sich nach der Lokalisation des Defektes und etwaigen Begleitpathologien

Abb. 12 ▲ Vollständige intraoperative Dokumentation des dargestellten Falls

Abb. 13 ▲ Magnetresonanztomographie präoperativ (a) und 12 Monate postoperativ nach Behandlung eines osteochondralen Defekts an der medialen Femurcondyle in der beschriebenen Technik mit zwei Zylindern (b, c) zeigt eine gute Integration der Spongiosazylinder, eine intakte subchondrale Lamelle und eine vollständige Defektfüllung mit leichter Hypertrophie des Transplantats im dorsalen Bereich

Besonderheiten der Operationstechnik

In der beschriebenen Technik werden spongiöse Zylinder zur knöchernen Defektauffüllung verwendet und in Press-Fit-Technik verankert. Im Unterschied dazu werden in der von Ochs et al. beschriebenen Technik [4] kortikospongiöse Zylinder verwendet. Die Verwendung von spongiösen Zylindern ermöglicht eine einfache und exakte Modellierung des Knochens. Durch eine überlappende Anordnung der Zylinder wird eine lückenlose Auffüllung des Defektes erreicht. Durch Kompaktierung mit einem Stößel kommt es zu einer Verdichtung v.a. der oberflächlichen Anteile und zur Ausformung einer neuen subchondralen Lamelle. Diese kann im Anschluss mit Kugel- oder Birnenfräse bearbeitet und die konvexe Krümmung der Femurcondylen genau rekonstruiert werden. Danach kann die matrixgestützte Chondrozytentransplantation je nach Hersteller in standardisierter Technik durchgeführt werden.

Postoperative Behandlung

- Keine intraartikulären Lokalanästhetika, keine Redondrainage
- Anlage eines sterilen Wundverbands und elastokompressive Bandagierung des Beines
- Durch die hohe Primärstabilität der ossären Auffüllung wird die postopera-

tive Behandlung ausschließlich von der MACT bestimmt

- Die Rehabilitation erfolgt unter physiotherapeutischer Anleitung
- Initial Anlage einer Kniegelenkorthese (z.B. medi M.4 X-lock®, medi GmbH, Bayreuth, Deutschland) in Streckstellung für 1 Woche, danach schrittweise Freigabe der Flexion
- Motorschiene zur passiven Mobilisation täglich ab dem 1. postoperativen Tag 0-0-30° mit Steigerung der Flexion um jeweils 5° bei Schmerzfreiheit. In der 3. postoperativen Woche sollte eine passive Flexion bis 90° möglich sein, in der 6. postoperativen Woche eine Flexion bis 120°
- Entlastende Mobilisation mit Bodenkontakt für 2 Wochen, danach schrittweise Zunahme der Belastung, ab der 5. postoperativen Woche Belastung mit halbem Körpergewicht und Übergang zur Vollbelastung ab der 7. postoperativen Woche
- Arbeitsausfall mindestens 8 Wochen

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Insuffiziente Entnahme der Zylinder mit kortikaler Wand – ausreichend großer Hautschnitt und Präparation des Beckenkamms, exakte Ausrichtung der Stanzen
- Auftreten von subchondralen Ödemen oder Zysten – bei Symptomatik evtl. Subchondroplastie

- Delamination des Regeneratknorpels – bei guter Qualität des Regenerats nach Knorpelzelltransplantation und Einheilung der Knochenzylinder – evtl. Refixation mittels Naht
- Komplettersagen – Ausschluss von unbehandelten Komorbiditäten wie Beinachsenfehlstellungen, danach evtl. neuerliche MACT, bei großen Defekten Gelenkersatz (Teiloberflächenersatz, Schlittenprothese, Totalendoprothese)

Ergebnisse

Seit 2018 haben wir 8 osteochondrale Defekte am Kniegelenk bei 8 Patienten (mittleres Alter 29,4 Jahre, Spanne 18 bis 36) mit der beschriebenen Technik behandelt. Die Defekte waren am medialen (6/8) und lateralen (2/8) Femurcondyl lokalisiert. Je nach Defektgröße wurden 1 bis 5 Spongiosazylinder verwendet. Der Nachuntersuchungszeitraum liegt bei durchschnittlich 12 Monaten (4 bis 24 Monate), wobei für 4 Patienten eine MRT-Kontrolle nach zumindest 12 Monaten vorliegt. Die klinischen Scores verbesserten sich bei allen Patienten bei der Follow-up-Untersuchung, verglichen mit präoperativen Werten. Der KOOS Score verbesserte sich im Mittel von präoperativ 45,8 auf 81,3 zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung. Die postoperativen radiologischen Kontrollen zeigten die Einheilung der Spongiosazylinder bei allen Patienten. Die verfügbaren postoperativen MRT-Untersuchungen zeigten die stufenlose und vollständige

Wiederherstellung der subchondralen Lamelle in korrekter Höhe bei 7/8 Patienten (■ Abb. 13). Im Beobachtungszeitraum wurde keine Delamination oder Transplantatversagen der MACT beobachtet. Der mittlere MOCART Score lag nach 12 Monaten bei 80,4. Es wurden weder Wundinfektionen, noch thromboembolische Ereignisse oder postoperative Arthrofibrose beobachtet. Die Ergebnisse sind vergleichbar mit jenen der vorher publizierten Techniken.

Zellner et al. berichteten in einem vergleichbaren Patientenkollektiv (Durchschnittsalter 28,2 Jahre, Defektgröße 6,7 cm²) eine kontinuierliche Verbesserung des IKDC Scores von präoperativ 42,6 auf 75,3 nach 1 Jahr und 84,3 nach 3 Jahren [1]. Defekte mit ≤ 10 mm Tiefe wurden mittels Spongiosaplastik und Defekte mit ≥ 10 mm Tiefe mittels Beckenkammspan jeweils in Kombination mit MACT behandelt. Der MOCART Score 1 Jahr postoperativ betrug 82,6, wobei insbesondere der subchondrale Knochen eine zufriedenstellende Regeneration zeigte.

Ochs et al. [4] verwendeten zur knöchernen Auffüllung und Rekonstruktion der subchondralen Platte kortikospongiose Zylinder kombiniert mit MACT. Insgesamt wurden 26 osteochondrale Läsionen (ICRS OCD III und IV) mit einer durchschnittlichen Größe von 5,3 cm² und Defekttiefe von 8,7 mm behandelt. Die Patienten zeigten bei der Follow-up-Untersuchung nach 2 bis 5 Jahren eine signifikante Verbesserung in allen klinischen Scores (Lysholm-Gillquist Score, Cincinnati Knee Rating Score, IKDC Score) verglichen mit präoperativen Werten. Der MOCART Score erreichte zum letzten Untersuchungszeitpunkt 62,4 ± 18,9 Punkte, wobei sich die subchondrale Lamelle nur in 1 Fall (4,3 %) vollständig rekonstruiert darstellte und in 95,7 % nicht intakt war.

Vijayan et al. publizierten 2012 die Ergebnisse von 14 Patienten mit osteochondralen Defekten mit einer durchschnittlichen Defektgröße von 7,2 cm² und einem Durchschnittsalter von 23,6 Jahren. Dabei wurde die ossäre Komponente mit Spongiosa aus den Femurkondylen aufgefüllt und die Knorpelzelltransplantation mit 2 Membranen in Sandwichtechnik durchgeführt. Die Patienten zeigten eine

Autologous chondrocyte transplantation with bone augmentation for the treatment of osteochondral defects of the knee. Treatment of osteochondral defects of the femoral condyles using autologous cancellous bone from the iliac crest combined with matrix-guided autologous chondrocyte transplantation

Objective: Open treatment of osteochondral defects of the knee to fully restore the bony defect and the articular surface.

Indications: Focal, symptomatic osteochondral lesions of the knee with a depth of ≥ 5 mm and a surface of ≥ 1.5 cm².

Contraindications: Osteoarthritis, kissing lesions, age > 50 years, untreated ligament instability or relevant malalignment, insufficient containment, inflammatory joint disease.

Surgical technique: Two-step procedure: Step 1 (arthroscopy): evaluation of the defect, harvesting of cartilage tissue for chondrocyte cultivation, if needed treatment of concomitant pathologies. Step 2 (open surgery): arthrotomy, preparation of the defect, transfer of iliac crest cancellous bone plugs to the defect, preparation of the cartilage defect (can exceed the size of the bony defect), matrix-guided autologous chondrocyte transplantation.

Postoperative management: Step 1: therapy follows the needs of concomitant procedures, with early full weight bearing as tolerated. Step 2: no suction drain, knee brace in extension for week 1, followed by stepwise increase of flexion, partial weight bearing for 6 weeks, continuous passive motion starting on postoperative day 1.

Results: Since 2018, 8 patients (mean age 29.4 years) have been treated with the described technique. All patients were available for follow-up examination after an average of 12 months. The KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) improved from 45.8 to 81.3 and the postoperative X-rays showed bony healing of the cancellous bone plugs in all patients. The MOCART (Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue) score reached 80.4 points.

Keywords

Cartilage defect · Knee · Osteochondral reconstruction · Cancellous bone grafting · Subchondral bone

Verbesserung des Cincinnati Knee Scores von 45,1 auf 82,8, und der VAS verbesserte sich signifikant von 7,3 auf 1,7.

Korrespondenzadresse

Dr. Christoph Stotter, PhD
Abteilung für Orthopädie und Traumatologie,
Landeskrankenhaus Baden-Mödling
Sr. M. Restituta-Gasse 12, 2340 Mödling,
Österreich
christoph.stotter@moedling.lknoe.at

Funding. Open access funding provided by Danube University Krems University for Continuing Education.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Stotter, S. Nehrer, T. Klestil und P. Reuter geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Zellner J, Grechenig S, Pfeifer CG et al (2017) Clinical and radiological regeneration of large and deep osteochondral defects of the knee by bone augmentation combined with matrix-guided Autologous Chondrocyte transplantation. Am J Sports Med 45:3069–3080. <https://doi.org/10.1177/0363546517717679>
2. Jungmann PM, Gersing AS, Baumann F et al (2019) Cartilage repair surgery prevents progression of knee degeneration. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 27:3001–3013. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5321-8>
3. Minas T, Ogura T, Headrick J, Bryant T (2018) Autologous chondrocyte implantation „sandwich“ technique compared with autologous bone grafting for deep osteochondral lesions in the knee. Am J Sports Med 46:322–332. <https://doi.org/10.1177/0363546517738000>
4. Ochs BG, Müller-Horvat C, Albrecht D et al (2011) Remodeling of articular cartilage and subchondral bone after bone grafting and matrix-associated autologous chondrocyte implantation for osteochondritis dissecans of the knee. Am J Sports Med 39:764–773. <https://doi.org/10.1177/0363546510388896>
5. Ochs BG, Müller-Horvat C, Rolauffs B et al (2007) Treatment of osteochondritis dissecans of the knee: one-step procedure with bone grafting and matrix-supported autologous chondrocyte transplantation. Z Orthop Unfall 145:146–151. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965167>
6. Tirico LEP, McCauley JC, Pulido PA, Bugbee WD (2019) Osteochondral allograft transplantation of the femoral condyle utilizing a thin plug graft technique. Am J Sports Med 47:1613–1620. <https://doi.org/10.1177/0363546519844212>
7. Bartha L, Vajda A, Duska Z et al (2006) Autologous osteochondral mosaicplasty grafting. J Orthop Sports Phys Ther 36:739–750. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2182>
8. Grechenig S, Worlicek M, Penzkofer R et al (2019) Bone block augmentation from the iliac crest for treatment of deep osteochondral defects of the knee resembles biomechanical properties of the subchondral. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 27:2488–2493. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5242-6>
9. Kreuz PC, Kalkreuth RH, Niemeyer P et al (2019) Long-term clinical and MRI results of matrix-assisted autologous chondrocyte implantation for articular cartilage defects of the knee. Cartilage 10:305–313. <https://doi.org/10.1177/1947603518756463>
10. Niemeyer P, Laute V, Zinser W et al (2019) A prospective, randomized, open-label, multicenter, phase III Noninferiority trial to compare the clinical efficacy of matrix-associated autologous chondrocyte implantation with spheroid technology versus arthroscopic microfracture for cartilage defects of the knee. Orthop J Sports Med 7:1–11. <https://doi.org/10.1177/2325967119854442>
11. Nehrer S, Dorotka R, Domayer S et al (2009) Treatment of full-thickness chondral defects with Hyalograft C in the knee: a prospective clinical case series with 2 to 7 years' follow-up. Am J Sports Med 37:815–875. <https://doi.org/10.1177/0363546509350704>

Fortbildungstipp

LIVE-WEBINAR ERC Reanimations- leitlinien 2021

Prof. Dr. med.
Bernd W. Böttiger

PD Dr. med.
Florian Hoffmann

Dr. med.
Carsten Lott

© Logo: Springer Medizin | Böttiger: MedizinFotoKöln | Hoffmann: D. von Loeper | Lott: privat

Worauf muss ich bei der Reanimation bei Schwangeren besonders achten? Was ist anders im Vergleich zu nichtschwangeren Patienten?

Dr. Carsten Lott antwortet:

>> Fordern Sie frühzeitig Unterstützung durch Experten an (einschließlich Geburtshelfer und Neonatologen). Beginnen Sie mit den lebensrettenden Basismaßnahmen gemäß den Leitlinien. Bei einer Schwangerschaft jenseits der 20. Woche oder wenn der Uterus oberhalb des Nabels palpabel ist: Verschieben Sie den Uterus manuell nach links, um die aortokavale Kompression zu beseitigen. Wenn möglich, kippen Sie zusätzlich nach links lateral – der Brustkorb sollte auf einer festen Oberfläche liegen bleiben. Der verwendete Neigungswinkel muss hochwertige Toraxkompressionen ermöglichen und wenn erforderlich die Durchführung einer Kaiserschnittentbindung ermöglichen. Nach der 20. Schwangerschaftswoche oder wenn der Uterus über dem Niveau des Nabels tastbar ist und eine sofortige (innerhalb von 4min) Wiederbelebung nicht erfolgreich ist, führen Sie einen Notfall-Kaiserschnitt durch mit dem Ziel den Fötus innerhalb von 5min nach dem Kollaps zu entbinden. Erwägen Sie eine frühe endotracheale Intubation durch einen erfahrenen Anwender. Identifizieren und behandeln Sie reversible Ursachen (z. B. Blutungen).

- Und wie gehe ich mit Traumapatienten um?
- Was ist neu bei der Reanimation von Kindern?
- Was ist die richtige Dosierung von Adrenalin, die Häufigkeit und die Anzahl der Wiederholungsboli?

Kostenfreies Webinar zu den Neuerungen der ERC-Reanimationsleitlinien:

Im Webinar finden Sie die essentiellen Grundlagen der ERC-Reanimationsleitlinien zusammengefasst. Der Fokus liegt dabei auf

Koronarthrombosen und Herzinfarkt und der Reanimation bei Kindern und Jugendlichen.

Die Referenten:

- Prof. Dr. B. W. Böttiger, Köln
- PD Dr. Florian Hoffmann, München
- Dr. med Carsten Lott, Mainz

[URL: www.springermedizin.de/webinar-erc-leitlinien]