

Minced-Cartilage-Therapie bei talaren Knorpelschäden

Zwei-Jahres-Ergebnisse einer prospektiven Studie – Verbesserung der allgemeinen Funktion und der sportbezogenen Belastbarkeit

München/Straubing. Osteochondrale Läsionen des Talus (OLT) sind lokalisierte Verletzungen, die sowohl den Gelenkknorpel als auch den darunter liegenden subchondralen Knochen betreffen. Sie entstehen typischerweise durch akute oder repetitive Traumata und können zu chronischen Schmerzen, Schwellung und eingeschränkter Belastbarkeit des oberen Sprunggelenks führen. Die radiologische Klassifikation erfolgt nach Berndt und Harty¹, die magnetresonanztomographische nach Hepple², und die arthroskopische Klassifikation nach Ferkel/Cheng³ sowie nach der International Cartilage Repair Society (ICRS)⁴. Trotz eines breiten Spektrums etablierter Therapieverfahren, darunter Knochenmarkstimulation (Mikrofrakturierung), autologe Chondrozytentransplantation (ACT), autologe Matrix-induzierte Chondrogenese (AMIC) und osteochondrale Transplantation (OATS), besteht weiterhin Diskussion über das optimale chirurgische Vorgehen, insbesondere bei größeren oder vorbehandelten Defekten.

Aktuelle Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) aus dem Jahr 2024 empfehlen bei Defekten unter 1,0 cm² den Einsatz von knochenmarksstimulierenden Verfahren (BMS: z.B. Nanofrakturierung, Mikrofrakturierung) und über 1,0 cm² den Einsatz eines Scaffolds und bewerten die Minced-Cartilage-Technik (MCI) als vielversprechenden, bislang jedoch noch unzureichend durch Langzeitdaten belegten Ansatz^{5,6}.

Die MCI ist ein biologisches, einzigartiges Verfahren. Es wird autologes Knorpelmateriale intraoperativ aus dem Läsionsareal (Abb. 1) gewonnen, zerkleinert und als Knorpel-Chip-Suspension in den gegebenenfalls zuvor mittels autologer Spongiosaplastik gedeckten Defekt reimplantiert (Abb. 2–4). Jüngste Untersuchungen belegen,

nach einem Nachbeobachtungszeitraum von 24 Monaten.

Methodik

Es handelt sich um eine prospektive Registerstudie (Einzelzentrum, Einzeloperator) unter Nutzung des deutschsprachigen Arthroskopieregisters (DART). Zwischen März 2021 und September 2023 wurden 59 Patienten mit osteochondralen Läsionen des Talus eingeschlossen. Eine Übersicht der Einschluss- und Ausschlusskriterien zeigt Tabelle 1.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
• osteochondrale Läsionen des Talus • erfolglose konservative Behandlung • Alter über 18 Jahre • BMI unter 30 kg/m² (Männer) bzw. unter 26 kg/m² (Frauen)	• Anzeichen einer Arthrose im Röntgenbild oder MRT • Arthritis • multiple Knorpelläsionen • systemische Erkrankungen • Fehlstellung der unteren Extremität (Malalignment)

Tab. 1: Einschluss- und Ausschlusskriterien; BMI: Body-Mass-Index.

Primär	Sekundär
FAOS-Score: • Schmerzen und Steifigkeit des Sprunggelenks • allgemeine Lebensqualität • Einschränkungen bei Sport- und Freizeitaktivitäten • Einschränkungen im Alltag aufgrund einer Fuß-/Sprunggelenkverletzung EFAS-Score: • 6 Fragen zu Fuß- und Sprunggelenksbeschwerden • 4 sportbezogene Fragen VAS: • 0–10 • 0 = kein Schmerz; 10 = stärkste vorstellbare Schmerzen	Läsionscharakteristika: • Größe und Lokalisation • Berndt-Hardy- und ICRS-Klassifikation • Ursache/Entstehung (traumatisch, posttraumatisch oder degenerativ) • begleitende Eingriffe (gleichzeitig durchgeführt) • Dauer der Beschwerden Patientendemografische Daten: • Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht, BMI • Aktivitätsniveau • Raucher/Nichtraucher • Vorerkrankungen • Beschäftigungsstatus/Berufstätigkeit

Tab. 2: Zielparame-ter.

Patienten	ICRS	Berndt-Hardy, Loomer	Korresp. Läsion (ICRS)	Lokalisation	Größe (mm)	Ätiologie
T24 N=21	II° n=4, III° n=9, IV° n=9	instabil n=7 disloziert n=6 subchondrale Zyste n=4	I-II° n=6	Ant.med. n=6, med.cen. n=9, ant.lat. n=1, lat.cen. n=3	B: 14,4 L: 11,1 T: 5,2	T: n=7, PT: n=13, D: n=1

Tab. 3: Läsionenspezifische Daten. Abkürzungen: Größe: B: Breite, L: Länge, T: Tiefe; Ätiologie: T: traumatisch, PT: posttraumatisch, D: degenerativ.

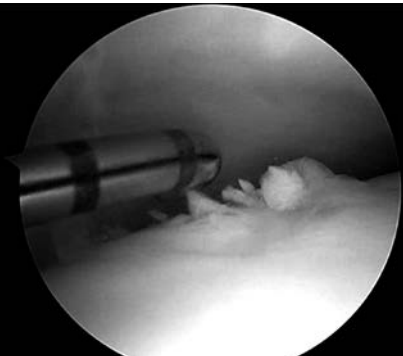


Abb. 1: Arthroskopisch dargestellte osteochondrale Läsion des medialen Talus links (intraoperative Dokumentation).



Abb. 2: Arthroskopisch debridierte osteochondrale Läsion medialer Talus rechts (intraoperative Dokumentation).

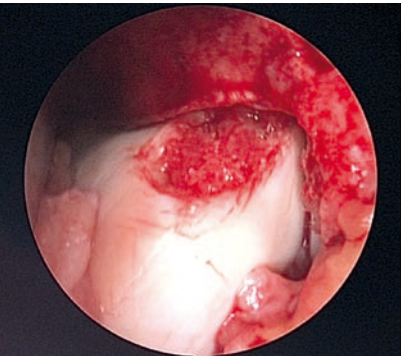


Abb. 3: Arthroskopisch eingebrachte autologe Spongiosaplastik aus distaler Tibia (medialer Talus rechts) (intraoperative Dokumentation).

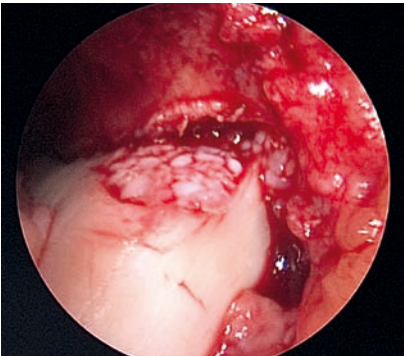


Abb. 4: Arthroskopisch eingebrachtes Minced Cartilage (AutoCart, Fa. Arthrex) nach erfolgter Spongiosaplastik medialer rechter Talus (intraoperative Dokumentation).

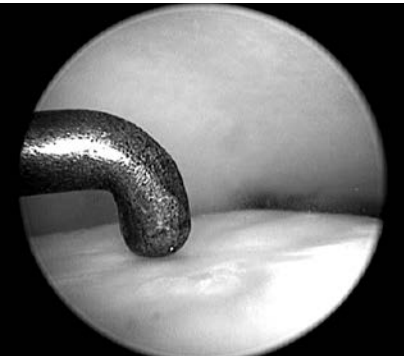


Abb. 5: Second-Look Arthroskopie bei Narbenimpingement: 12 Wochen post AutoCart medialer Talus links (intraoperative Dokumentation).

das das aus OLT-Arealen gewonnene Knorpelmateriale ausreichende Chondrozytendichten für eine erfolgreiche Reimplantation aufweist⁷. Die Technik wurde zunächst für das Kniegelenk beschrieben^{8,9} und findet zunehmend Anwendung am oberen Sprunggelenk, auch in Kombination mit subchondraler Spongiosaplastik (Abb. 3, 5).

Ziel der vorliegenden prospektiven Registerstudie war die Evaluation der klinischen Effektivität der MCI (AutoCart, Fa. Arthrex, Naples, FL, USA) am Talus hinsichtlich der allgemeinen funktionellen Ergebnisse sowie der sportbezogenen Leistungsfähigkeit

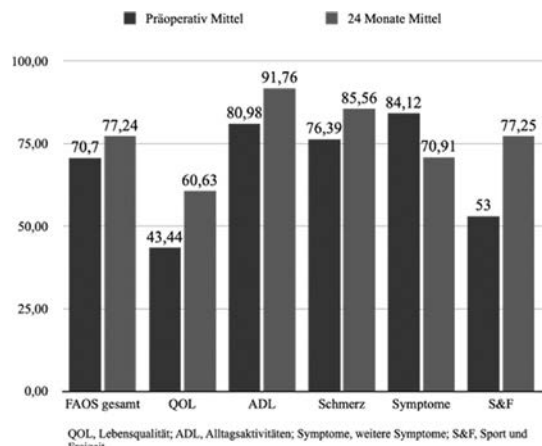


Abb. 6: Veränderung der FAOS-Scores nach 24 Monaten.

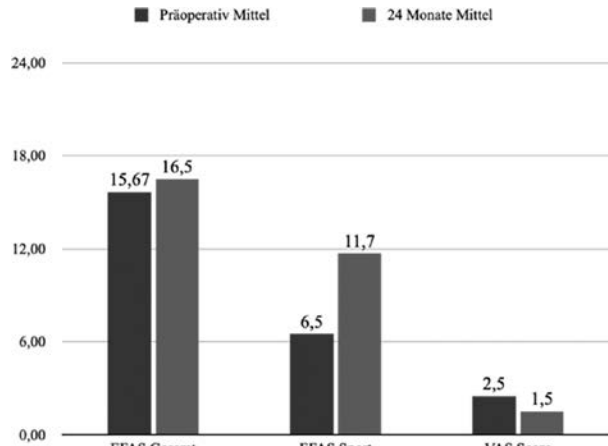


Abb. 7: Veränderung der EFAS- und VAS-Scores nach 24 Monaten.

Broström-Gould, Synovektomie, Arthrolyse, Debridement). Die postoperative Belastung wurde für sechs Wochen auf Teilbelastung im Orthesestiefel beschränkt, gefolgt von Continuous-Passiv-Motion-Therapie (CPM-Schiene), Lymphdrainage und strukturierter Physiotherapie.

Als primäre Zielparame-ter wurden patientenberichtete Ergebnismaße (PROMs) prä- und postoperativ erfasst: Foot-and-Ankle-Outcome-Score (FAOS)¹⁰, EFAS-Score (European Foot and Ankle Society)¹¹ sowie die visuelle Analogskala (VAS). Sekundärparameter umfassten Läsionscharakteristika, patientenspezifische Demografie und sportbezogene Daten. Tabelle 2 zeigt eine detaillierte Übersicht. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Shapiro-Wilk-Test, Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test beziehungsweise gepaartem t-Test sowie Spearmans Rho (SPSS Version 21).

Ergebnisse

Patientenkollektiv und Läsionscharakteristika: Das 24-Monats-Kollektiv umfasste 21 Patienten (14 Männer, 4 Frauen, 3 ohne Angabe; Durchschnittsalter 27,5 Jahre, BMI

25,0 kg/m²). Die Defektlokalisierung war überwiegend medial (n = 17; 81%), die mittlere Defektgröße betrug 14,4 mm (Länge) × 11,1 mm (Breite) × 5,2 mm (Tiefe). Die Ätiologie war mit 61,9 Prozent von posttraumatischer Genese. Tabelle 3 zeigt eine detaillierte Übersicht der knorpelläsions-spezifischen Daten. Die mittlere Symptomdauer bis zur Operation betrug 40,3 Wochen. 15 Patienten trieben regelmäßig Sport (Ø 7,2 h/Woche), sieben auf Wettkampfniveau.

Allgemeine funktionelle Ergebnisse nach 24 Monaten: Beim 24-Monats-Follow-up wurden in den allgemeinen funktionellen Ergebnissen signifikante Verbesserungen beobachtet. Der Gesamt-FAOS-Score stieg von präoperativ 70,7±13,13 (21, 54,04–100) auf postoperativ 77,24±14,75 (21, 52,03–100), was einer durchschnittlichen Verbesserung von 9,26 Prozent entspricht (p=0,022). Die FAOS-Subskala Lebensqualität (QoL) verbesserte sich von 43,44±17,73 (20, 25,00–100) auf 60,63±22,50 (20, 25,00–100), was einer Verbesserung von 13,45 Prozent entspricht (p=0,077). Der FAOS-Score für Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) stieg von 80,98±13,22 (20, 20,29–100) auf 91,76±12,13 (20, 58,82–100), eine Verbesserung von 13,33 Prozent (p=0,003). Der FAOS-Schmerzscore stieg von 76,39±17,61 (20, 39,00–100) auf 85,56±17,40 (20, 41,67–100), eine Verbesserung von 12,00 Prozent (p=0,055), während die

FAOS-Subskala „Weitere Symptome“ einen Rückgang von 84,12±12,72 (20, 57,14–100) auf 70,91±16,47 (20, 39,29–100) um 15,71 Prozent zeigte (p=0,002). Der EFAS-Gesamtscore stieg von 15,67 auf 16,50, was einer Verbesserung von 5,17 Prozent entspricht (p<0,246). Signifikante Verbesserungen wurden für den Gesamt-FAOS, die ADL-Subskala und die Subskala „Weitere Symptome“ bestätigt (p<0,05), während die Schmerz- und QoL-Subskalen sowie der EFAS-Gesamtscore keine statistische Signifikanz erreichten (p>0,05). Abbildung 6 und 7 bilden die FAOS-



Siska Buchhorn



Dr. med. Thomas Buchhorn/
Sportthopäedieum Straubing (B)
Tomas Buchhorn

und EFAS-Score-Veränderungen nach 24 Monaten postoperativ ab.

Sportspezifische Ergebnisse nach 24 Monaten: Die sportspezifischen Ergebnisparameter zeigten die ausgeprägtesten Verbesserungen. Die FAOS-Subskala Sport und Freizeit verbesserte sich von präoperativ 53,00±26,13 (20, 15–100) auf postoperativ 77,25±17,95 (20, 45–100), was einem Anstieg von 45,75 Prozent entspricht (p<0,001). Ebenso verbesserte sich der EFAS-Sportsscore von 6,50±4,49 (16, 0–14) auf 11,70±3,63 (20, 2–16), was nach 24 Monaten einem Anstieg von 80 Prozent entspricht (p<0,001).

Komplikationen und Patienten-zufriedenheit: Die mittlere postoperative Arbeitsunfähigkeit betrug 7,1 Wochen. Der präoperative VAS-Schmerzscore lag im Mittel bei 2,5 (±2,6) und nach 24 Monaten Follow-up bei 1,5 (±1,9) (Abb. 7). Bei einem Patienten trat eine Wundheilungsstörung auf; zwei Patienten benötigten eine Revisionsoperation. Während acht Patienten berichteten, die Therapie habe ihnen sehr geholfen, gaben sechs mäßigen Nutzen an und zwei sahen keinen Benefit. Insgesamt würden 76 Prozent (16/21) den Eingriff erneut durchführen lassen.

Diskussion

Die vorliegende Studie zeigt, dass die MCI (AutoCart) bei talaren Knorpeldefekten nach 24 Monaten zu klinisch relevanten und statistisch signifikanten Verbesserungen der patientenberichteten Outcomes führt. Besonders signifikant ist die Verbesserung der sportbezogenen Funktion (+45,8 % bei FAOS-Sport/Freizeit, +80% bei EFAS-Sportsscore, je p<0,001). Diese Ergebnisse bestätigen und erweitern die im selben Kollektiv erhobenen Zwölf-Monatsdaten und belegen eine Stabilisierung der funktionellen Gewinne im mittelfristigen Verlauf. Im Vergleich mit AMIC-Daten am Talus zeigen die vorliegenden Resultate eine ähnliche Rückkehr zur Sportfähigkeit. Für die AMIC sind Rückkehrraten von 44 bis 80,8 Prozent beschrieben^{12,13}, wobei die arthroskopische AMIC die besten Ergebnisse (80,8 % Rückkehr zu Vorsportniveau) aufweist. Die MCI-Technik bewegt sich in einem vergleichbaren Bereich, wenngleich ein direkter Vergleich durch heterogene Kollektive, Nachbeobachtungszeiten und Defektcharakteristika limitiert ist. Der signifikante Rückgang der FAOS-Subskala „Andere Symptome“ (–15,7%; p=0,002) ist ein unerwarteter Befund, der weiterer Analyse bedarf. Mögliche Erklärungen umfassen persistierende Gelenkbeschwerden (Schwellung, Steifigkeit, Instabilität), die durch die Knorpelrekonstruktion allein nicht vollständig adressiert werden, sowie einen möglichen Deckeneffekt der präoperativ hohen Ausgangswerte in dieser Subskala. Die kombinierte Anwendung von FAOS und EFAS erlaubt eine differenzierte Erfassung des Behandlungserfolges. Beide Instrumente erwiesen sich als sensitiv für klinisch relevante Veränderungen nach MCI am Sprunggelenk^{10,11}. Der Verzicht auf eine MRT-basierte Reparaturgewebeevaluation (MOCART) ist begründet durch das Fehlen eines validierten Scoringsystems, das radiologische Befunde zuverlässig mit dem klinischen Outcome korreliert^{14,15}.

Limitationen dieser Studie sind die kleine Fallzahl (n= 21 zum 24-Monats-

Follow-up), das Fehlen einer Kontrollgruppe sowie die Heterogenität der Begleiteingriffe, welche eine isolierte Wirkungszuschreibung auf die MCI erschwert. Die PROM-Verbesserungen sind daher als Ergebnis einer umfassenden gelenkerhaltenden Chirurgie zu interpretieren.

Fazit

Die AutoCart Technik ermöglicht nach 24 Monaten signifikante Verbesserungen der allgemeinen Funktion und der sportbezogenen Belastbarkeit bei talaren Knorpeldefekten. Die deutlichen Gewinne in FAOS Sport/Freizeit und EFAS Sport unterstreichen das Potenzial der MCI als einzeitiges biologisches Therapieverfahren. Größere prospektive Studien mit längerer Nachbeobachtung und Kontrollgruppen sind nötig, um ihren Stellenwert im Behandlungsalgorithmus osteochondraler Talusläsionen abschließend zu definieren. ■

Literatur

- Berndt AL, Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. J Bone Joint Surg Am 1959;41–A:988–1020.
- Hepple S et al. Osteochondral lesions of the talus: a revised classification. Foot Ankle Int 1999;20(12):789–793.
- Ferkel RD. Arthroscopic surgery: the foot and ankle. Philadelphia: Lippincott Raven; 1996.
- Brittberg M, Peterson L. Introduction of an articular cartilage classification. ICRS Newsletter 1998;1:5–8.
- Walther M et al. Operative management of osteochondral lesions of the talus: 2024 recommendations of the working group „clinical tissue regeneration“ of the DGOU. EFORT Open Rev 2024;9(3):196–207.
- Weber CD al. Osteochondrale Läsionen des Talus: individualisiertes Vorgehen. Unfallchirurg. 2021;124(4):319–332.
- Williamson ERC et al. Suitability of minced cartilage from osteochondral lesions of the talus for immediate autograft reimplantation. Foot Ankle Orthop 2024;9(3): 24730114241278967.
- Salzmann GM et al. Second-generation autologous minced cartilage repair technique. Arthrosc Tech 2017;6(1):e127–e131.
- Schneider S et al. Arthroscopic minced cartilage implantation (MCI): a technical note. Arthrosc Tech 2021;10(1):e97–e101.
- Azam MT J et al. Validation of the Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) for osteochondral lesions of the ankle. Foot Ankle Int 2023;44(8):745–753.
- Richter M et al. EFAS Score - multilingual development and validation of a PROM by the score committee of the EFAS. Foot Ankle Surg 2018;24(3):185–204.
- D'Ambrosi R et al. Return to sport after arthroscopic autologous matrix-induced chondrogenesis for patients with osteochondral lesion of the talus. Clin J Sport Med 2019;29(6):470–475.
- Usuelli FG et al. All-arthroscopic AMIC® (AT-AMIC®) technique with autologous bone graft for talar osteochondral defects: clinical and radiological results. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2018;26(3):875–881.
- Schreiner MM et al. Reliability of the MOCART score: a systematic review. Cartilage 2021;12(1):42–57.
- Waltenspül MC et al. Correlation of postoperative imaging with MRI and clinical outcome after cartilage repair of the ankle. Foot Ankle Orthop 2022;7(2):24730114221092021.

► **Autorin/Autoren:** Dr. med. Tomas Buchhorn¹, Prof. Dr. med. Sebastian Baumbach^{2,3}, Prof. Dr. med. Hans Polzer^{2,3} Siska Buchhorn²
1. sportorthopaedicum Straubing
Bahnhofplatz 27, 94315 Straubing
2. LMU München, MUM – Muskuloskelettales Universitätszentrum München
Marchioninistr. 15, 81377 München
E-Mail: s.buchhorn@med.uni-muenchen.de
3. OrthoPlus München, Alte Börse
Lenbachplatz 2a, 80333 München