

D. Holsten<sup>1</sup>, B. Andreß<sup>1</sup>

# Meniskusersatz beim Sportler

## *Meniscal replacement in athletes*

**Zusammenfassung:** Knieverletzungen beim Sportler gehen häufig mit Meniskusschäden einher. Primäres Ziel sollte immer der Versuch einer Meniskusnaht sein. Ist diese nicht durchführbar, besteht die Alternative eines Meniskusteilersatzes durch Implantate. Derzeit sind mit dem Collagen Meniskus Implantat (CMI) sowie dem Actifit 2 Meniskusimplantate zugelassen. Sowohl die Mittel- und Langzeitergebnisse über das seit fast 20 Jahren im Einsatz befindliche CMI als auch die neuen Studien zu dem erst seit 2008 zugelassenen Actifit zeigen positive Ergebnisse bzgl. der Verbesserung der klinischen Scores sowie einer langsameren Progression von arthrotischen Veränderungen im Vergleich zur Meniskusteilresektion. Daher ist der Einsatz beim Sportler bei entsprechender Indikation und mit Berücksichtigung der Begleitpathologien sowohl primär nach Trauma als auch sekundär, z.B. nach Karriereende beim Profisportler, zu empfehlen.

**Schlüsselwörter:** Meniskusimplantat, Meniskusersatz, Meniskusruptur, Meniskusnaht, Meniskusrekonstruktion, CMI, Actifit, Sportler

### Zitierweise

Holsten D, Andreß B: Meniskusersatz beim Sportler. OUP 2014; 6: 286–291 DOI 10.3238/oup.2014.0286–0291

### Einleitung

Kniedistorsionen mit resultierendem Kniebinnenschaden zählen neben den OSG-Distorsionen zu den häufigsten Sportverletzungen. Bei ca. 30–40 % aller hiervon betroffenen Patienten ist eine Meniskusläsion diagnostizierbar [1]. Traumatische Meniskusrupturen treten hierbei am häufigsten bei Männern (Verhältnis m : w = 2,8 : 1) zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr auf [2].

Zahlreiche Studien konnten mittlerweile belegen, dass eine Rekonstruktion des Meniskus eine deutliche verbesserte Langzeitprognose hinsichtlich des geringeren Auftretens von arthrotischen Veränderungen gegenüber einer Meniskusteil- oder Totalresektion mit sich bringt [3, 4]. Auch schon bei der partiell-

len Meniskektomie treten durch die verminderte femorotibiale Kontaktfläche und der gestörten femorotibialen Kraftübertragung stark erhöhte Spitzenkontaktdrücke im betroffenen Kompartiment auf [5, 6]. Die hierdurch vorzeitig auftretenden arthrotischen Veränderungen im Mittel- bis Langzeitverlauf sind sowohl klinisch als auch radiologisch verifizierbar [7–9].

Aufgrund der inzwischen eindeutigen Studienlage sollte ein Erhalt des natürlichen Meniskus beim jungen sportlichen Patienten als oberstes Ziel gelten. Jedoch ist bei komplexen Rissformen eine Rekonstruktion nicht immer möglich. Auch treten bei ca. 5–20 % aller Meniskusnähte durch insuffiziente Heilung oder erneutes Trauma Re-Rupturen auf, welche aufgrund der degenerierten Me-

nissubstanz eine erneute Naht oftmals unmöglich machen [10].

Bestrebt durch das zunehmende Verständnis der komplexen biomechanischen Funktion des Meniskus und seiner Bedeutung für den langfristigen Erhalt des Gelenkknorpels wird seit über 25 Jahren an der Entwicklung von Meniskusersatzgewebe für entsprechende Defekte nach Meniskusteil- bzw. Subtotalresektion geforscht. Die erste CE-Zulassung für den klinischen Einsatz erhielt das Collagen Meniskus Implantat (kurz: CMI) der Firma ReGen Biologics, mittlerweile Ivy Sports Medicine (Gräfelfing, Deutschland). Das Implantat besteht aus gereinigtem Kollagen Typ-I-Fasern, welche aus bovinen Achillessehnen gewonnen und nach Aufschwemmung mit Hyaluronsäure und Chondrosulfat in ei-

**Keywords:** meniscal implant, meniscal replacement, meniscal tear, meniscal repair, meniscal reconstruction, CMI, Actifit, athletes

### Citation

Holsten D, Andreß B: Meniscal replacement in athletes. OUP 2014; 6: 286–291 DOI 10.3238/oup.2014.0286–0291

<sup>1</sup> Katholisches Klinikum Koblenz-Montabaur

ne meniskusähnliche Form gebracht werden. Durch die poröse Oberfläche der resorbierbaren Matrix soll eine Einsprossung von körpereigenem Meniskusgewebe zur Regeneratbildung erreicht werden. Als zweites derzeit auf dem Markt befindliches Implantat erhielt im Jahr 2008 das Actifit der Firma DJO Ormed (Freiburg, Deutschland) seine Zulassung zur klinischen Anwendung. Mittlerweile wird das Implantat durch die Firma Orteq (London, England) vertrieben. Das Actifit-Implantat besteht aus einem resorbierbaren Polyurethangerüst, welches ebenfalls als Matrix für das Einwachsen von körpereigenem Gewebe dienen soll. Aufgrund der größeren Anzahl relevanter kurz- und mittelfristiger Studienergebnisse seit Einführung des CMI wird bei ähnlicher Indikation beider Implantate im Folgenden exemplarisch auf das CMI eingegangen.

### Indikationsstellung

Die Indikation für die Implantation eines Meniskusimplantats besteht grundsätzlich bei biomechanisch relevanten substanzialen Defekten, welche mindestens 25 % des Meniskusvolumens ausmachen sowie in die rot-weiße bzw. rot-rote Zone reichen. Essenzielle Voraussetzung für die Implantation ist insbesondere beim Innenmeniskus der Erhalt einer stabilen Meniskusrandleiste zur sicheren Fixation des Implantats sowie die Gewährleistung einer suffizienten Lastverteilung. Auch für die Vaskularisation des Gewebes sowie die Migration der regeneratbildenden Zellen ist die Randleiste unentbehrlich.

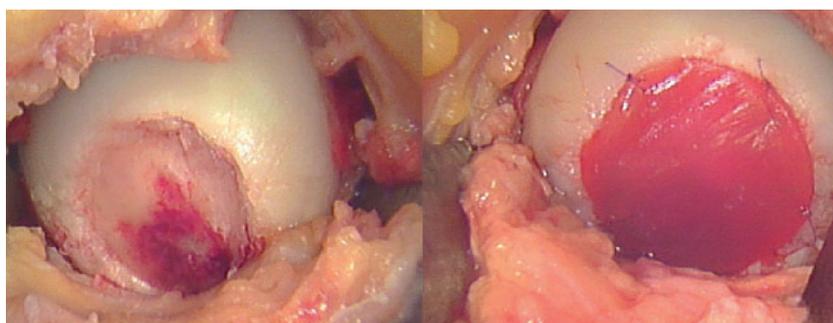
Die Implantation kann sowohl primär in der akuten Phase nach Trauma bei nicht rekonstruierbaren Meniskusrupturen als auch sekundär nach länger zurückliegenden Teilresektionen erfolgen. Während beim Freizeit- und nicht professionellem Leistungssportler eine direkte Implantation des Meniskusersatzes aufgrund des protektiven Effekts für den Gelenkknorpel zu empfehlen ist, wird der Profisportler aufgrund der langen Nachbehandlung und damit verlängerter „Return-to-Sport“-Zeit zunächst auf einen primären Meniskusersatz verzichten wollen oder „müssen“. In diesem Fall kann dann – allerdings unter Inkaufnahme möglicher Überlastungsschäden – eine zeitversetzte Operation mit Implan-



**Abbildung 1** Zu Fallbeispiel 1: Intraoperativer Befund mit großem IV.-gradigem Knorpelschaden lateraler Femurcondylus und biomechanisch relevantem Außenmeniskusdefekt.



**Abbildung 2** Zu Fallbeispiel 1: Prä- und postoperative Ganzbeinaufnahme nach varisierender supracondylärer Osteotomie.



**Abbildung 3** Zu Fallbeispiel 1: IV.-gradiger Knorpeldefekt lateraler Femurcondylus vor Implantation und rechts daneben mit eingenähter MACT.



**Abbildung 4** Zu Fallbeispiel 1: Postoperatives Ergebnis mit fast vollständig eingeeiltem lateralem CMI und MACT bei Re-Arthroskopie nach 16 Monaten bei Entfernung der Tomofix-Platte.

tion des Meniskusersatzes nach Beendigung der beruflichen Sportkarriere erfolgen. Das Behandlungskonzept eines ggf. zweizeitigen Vorgehens wurde bereits initial von Dr. Steadman propagiert (Steadman-Clinic, Vail, CO, USA), dem Pionier der CMI-Implantation mit jahrzehntelanger operativer Erfahrung in der Betreuung von Spitzensportlern.

Präoperativ ist eine dezidierte Diagnostik mit klinischer Untersuchung sowie Röntgenaufnahmen im Stehen und MRT-Untersuchung des verletzten Kniegelenks obligat. Neben der Evaluation der erhaltenden Meniskusrandleiste im MRT sollte hierbei insbesondere gezielt auf weitere prädisponierende Faktoren für die Langzeitprognose hinsichtlich ar-

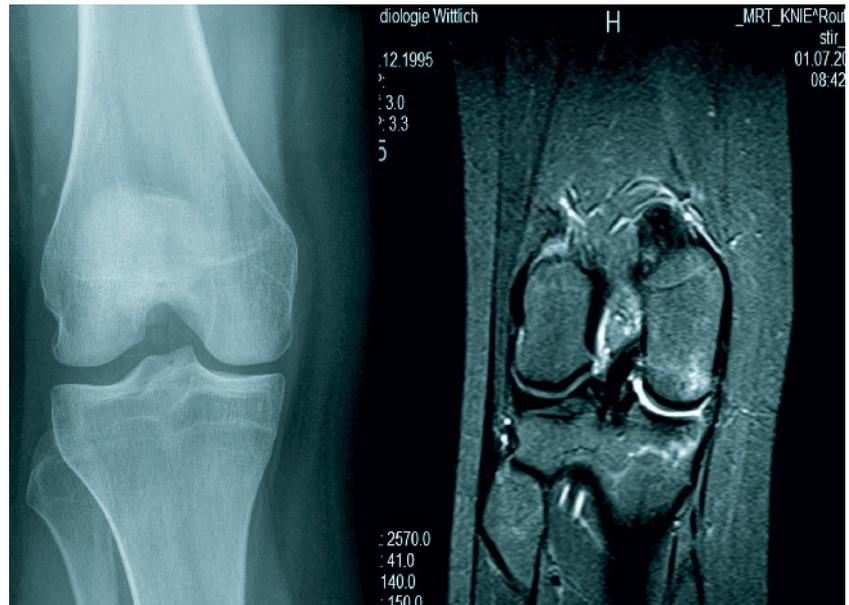
throtischer Veränderungen geprüft werden. Die ggf. bestehenden Knorpelschäden sollten Grad II–III nach Outerbridge nicht überschreiten; bzw. die Versorgung höhergradiger Läsionen bis Grad IV sollte durch zeitnahe oder gleichzeitige adäquate Therapiemethoden (OATS/ACT) gewährleistet sein. Dabei spielen die Defektgröße und -lokalisierung eine wichtige Rolle – femorale III.–IV.-gradige Läsionen mit direkter Kontaktfläche zum Implantat sind kontraindiziert, ebenso die „Kissing Lesions“ ab II.–III.-gradiger Veränderung. Fokale III.–IV.-gradige Defekte der Tibia hingegen sind aufgrund der Ortsständigkeit bei gleichzeitiger Therapie im Ausnahmefall möglich.

#### Fallbeispiel 1

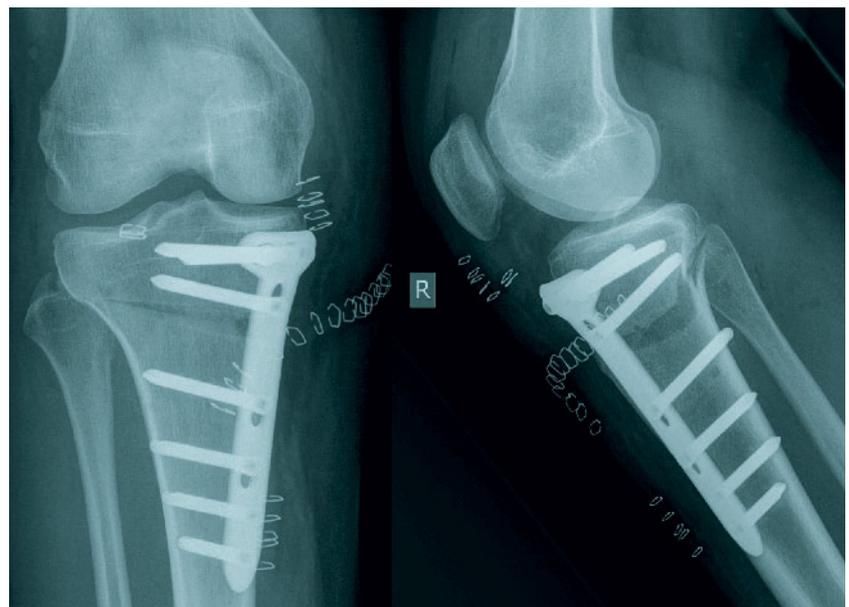
25-jähriger Patient, Bundesligaprofi Handball, Abbildungen 1–4. Starke Schmerzen lateralseitig nach großflächiger Außenmeniskusteilresektion vor 8 Jahren und nochmaliger Distorsion mit Außenmeniskusunachresektion vor 5 Jahren. Vorstellung aufgrund anhaltender Schmerzen. In den präoperativen MRT-Aufnahmen zeigte sich ein großer IV.-gradiger Knorpeldefekt am lateralen Femurcondylus sowie eine valgische Beinachse in den Ganzbeinaufnahmen. Nach Primäreingriff mit Diagnosesicherung und ACT-Entnahme nach 4 Wochen erfolgt ein Zweiteingriff mit ACT-Implantation, CMI-Implantation lateral sowie varisierender suprakondylärer Umstellungsosteotomie. In der im Rahmen der Metallentfernung durchgeführten Second-look-Arthroskopie zeigt sich eine sehr gute Integration des CMI bei regelhaft eingewachsener MACT.

Ebenfalls ist eine stabile ligamentäre Führung des Kniegelenks notwendig. Die Versorgung mit ggf. indizierter Knorpeltherapie bzw. Bandrekonstruktionen sollte sowohl im Hinblick auf die „Return-to-sport“-Zeit als auch den positiven Einfluss biologischer Augmentation möglichst einzeitig erfolgen [11, 12].

Ebenfalls sollte präoperativ eine kritische Prüfung der Beinachse erfolgen und durch Ganzbeinstand-Röntgenaufnahmen und eine Rosenberg-Belastungsaufnahme objektiviert werden. Durch evidente Studien wurde belegt, dass eine ausgeprägte Deviation der Beinachse in Varus- bzw. Valgus-Richtung durch mechanische Überlastung eines Kompartiments mit dem Knorpelverschleiß korreliert [13]



**Abbildung 5** Zu Fallbeispiel 2: Präoperative Rosenbergaufnahme mit beginnender Gelenkspaltverschmälerung in der Rosenbergaufnahme sowie bereits beginnende ossäre Begleitreaktionen im MRT, erhaltene Meniskusrandleiste (oben rechts).



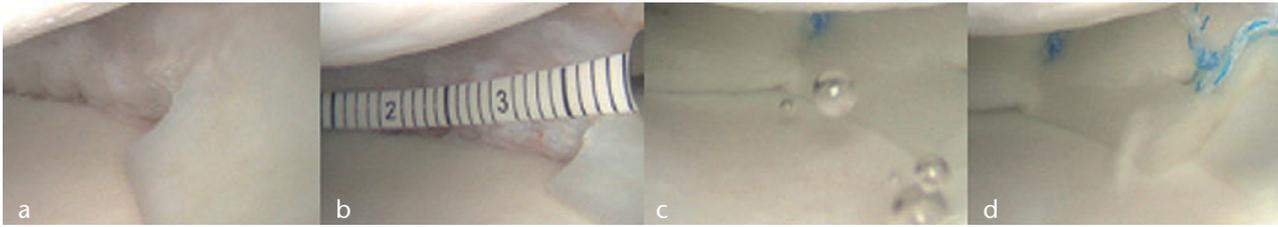
**Abbildung 6** Zu Fallbeispiel 2: Postoperatives Röntgen mit valgisierender Umstellungsosteotomie und Fixation mittels Tomofixplatte (rechts).

und die Entstehung einer Arthrose oder deren Progredienz begünstigt [14]. Beinachsenfehlstellungen sind somit als präarthrotische Deformität zu werten [15] und damit bei der Therapieplanung zu berücksichtigen.

#### Fallbeispiel 2

17-jährige Patientin, Schülerin, Sport Leistungskurs, Abbildungen 5–6. Bereits

2 Voroperationen mit ausgedehnter Innenmeniskusteilresektion. Vorstellung aufgrund anhaltender Schmerzen. In den präoperativen MRT-Aufnahmen zeigte sich ein großer II.-gradiger Knorpeldefekt am medialen Femurcondylus sowie eine varische Beinachse in den Ganzbeinaufnahmen. Daher kombinierter Eingriff mit CMI-Implantation medial sowie valgisierender Tibiakopf-umstellungsosteotomie.



**Abbildung 7** Aus Fallbeispiel 2, 17-jährige Patientin: **a)** Präparation der Defektzone; **b)** Ausmessen der Implantatgröße; **c-d)** Fixation des Implantats am umgebenden Meniskus und der Randleiste.



**Abbildung 8 a)** 38-jährige Patientin, IV-gradiger tibialer Knorpeldefekt bei z.N. Innenmeniskussubtotalresektion und noch erhaltender Randleiste. **b)** Implantation des CMI nach durchgeführter Mikrofrakturierung im Bereich des tibialen Defekts. **c)** Ergebnis bei Second-look-Operation nach einem Jahr: Gute Einheilung des CMI bei gutem Faserknorpelregenerat im Bereich der tibialen Gelenkfläche, keine chondralen Veränderungen der korrespondierenden Femurkondyle.

## Operationstechnik

Im Rahmen der Arthroskopie erfolgt zunächst die nochmalige Überprüfung der Indikation. Bei Zustand nach Teilresektion sind die Integrität der Randleiste sowie der Zustand des korrespondierenden Knorpels zu beurteilen. Eventuell notwendige Knorpeltherapien sollten zum Schutz des Implantats als erster OP-Schritt durchgeführt werden, eine gleichzeitige Osteotomie wegen des während der OP auftretenden Varus- bzw. Valgus-Stresses als letzte OP-Maßnahme.

Bei komplexen Meniskusrupturen ohne Aussicht auf stabile Nahtverhältnisse bzw. nach frustriertem Nahtversuch sollte die möglichst sparsame Resektion der instabilen Anteile erfolgen. Nach Sicherstellung einer stabilen Randleiste sowie umgebendem Meniskusgewebe wird mit der Präparation des Implantatbetts begonnen. Hierzu wird sowohl am vorderen als auch hinteren Ende der Defektzone eine glatte radiale Begrenzung geschaffen sowie die Randleiste begradigt (Abb. 1).

Zur Förderung der Einheilung erfolgen anschließend das Anfrischen der Randleiste mit einer Meniskusfeile und die mehrfache Perforation der Basis mit

einer Weichteilzange zur Verbesserung der Integration des Implantats. Im nächsten Schritt wird die Defektgröße mit einem flexiblen Messinstrumentarium bestimmt und das Implantat auf entsprechende Größe zugeschnitten. Nach Erweiterung des entsprechenden Arthroskopieportals auf 2–3 cm erfolgen dann das Einbringen des Implantats mithilfe einer speziellen Applikationszange und die Positionierung in die Defektzone – bei einem Innenmeniskus-Implantat im Valgus-Stress, bei einem Außenmeniskus-Implantat im Varus-Stress bzw. in „Vierposition“. Die anschließende Fixierung erfolgt durch All-Inside- bzw. Inside-Out-Technik. Sowohl an der vorderen als auch hinteren Begrenzung sollte über eine Horizontalnaht eine stabile Anbindung an das erhaltene Meniskusgewebe erfolgen. Im Bereich des Korpus des Implantats erfolgt die Fixierung an der Randleiste über Vertikalnähte im Abstand von ca. 1 cm. Die abschließende Tasthakenuntersuchung bestätigt die stabile Fixierung des implantierten CMI.

Im Falle einer isolierten CMI-Implantation ohne gleichzeitige Bandplastik wird zur Unterstützung der biologischen Augmentation eine Mikrofrakturierung im Notchdach zur Eröffnung des

Knochenmarks mit Einwandern von mesenchymalen Stammzellen und Wachstumsfaktoren empfohlen [16].

## Nachbehandlung

Postoperativ erfolgt für 6 Wochen die Ruhigstellung in einer Knieorthese in Streckstellung fixiert. Aus der Orthese heraus wird ähnlich dem Nachbehandlungsschema einer Mikrofrakturierung die passive Mobilisierung durch eine Motorschiene (CPM) bis 60° Beugung für mehrere Stunden täglich empfohlen, danach Steigerung bis 90° für weitere 2 Wochen. In den ersten 4 Wochen p.o. ist die Teilbelastung bei angelegter Orthese mit 30 %! des Körpergewichts erlaubt, Steigerung der Belastung auf 50 % des KG Ende der 5. p.o. Woche und Erreichung der Vollbelastung Ende der 6. p.o. Woche. Danach kann bei kontrollierter Mobilisierung die Vollbelastung ohne Orthese beginnen, ggf. sollte die Orthese für weitere 2 Wochen mit 0–90° Limitierung getragen werden. Ziel ist, die tiefe Hocke möglichst bis Ende der 12. p.o. Woche zu vermeiden. Weiterhin muss in der Rehabilitation auf beugebelastende und insbesondere rotationsbelastende Übungen bis Ende des 6. Mo-

nats verzichtet werden, wodurch naturgemäß die Rückkehr besonders zu Ballsportarten deutlich verzögert ist.

## Ergebnisse und Literatur

Mit dem mittlerweile über einem Jahrzehnt andauernden klinischen Einsatz des CMI nimmt auch die Zahl der Studien mit Mittel- bis Langzeitergebnissen stetig zu. Bereits 2008 konnten Rodkey et al. [16] in einer prospektiven randomisierten Multicenterstudie mit 311 Patienten und einem Follow-up von ca. 5 Jahren nachweisen, dass insbesondere bei Patienten mit länger zurückliegendem Meniskusschaden eine signifikante Steigerung der klinischen Scores im Vergleich zur Meniskusteilresektion erreicht werden konnte. Bei 141 Second-look-Arthroskopien 1 Jahr nach Implantation wurde ein Einwachsen von meniskusähnlichem Gewebe nachgewiesen. Jedoch wurde bei einem Teil der Patienten auch eine Teilresorption bis hin zur Kompletteresorption des Implantats beobachtet.

Linke et al. [18] machten bei 15 Patienten von 23 Second-look-Arthroskopien ebenfalls die Beobachtung einer guten Einheilung des CMI. Bei den übrigen 7 Patienten zeigte sich eine ausgeprägte bzw. teilweise vollständige Resorption. Zaffagnini et al. [19] konnten 2011 in einer Studie mit 33 Patienten und einem Follow-up von 10 Jahren ebenfalls eine Überlegenheit der CMI-Gruppe gegenüber der Meniskusteilresektion bzgl. der klinischen Scores IKDC und SF-36 sowie geringere Schmerzen auf der Visuellen Analogskala nachweisen. In den nativradiologischen Kontrollen wurde eine signifikant geringere Gelenkspaltverschmälerung in der CMI-Gruppe beobachtet. In den daraufhin bei 17 Patienten durchgeführten MRT-Kontrollen konnte in 15 von 17 Fällen eine gute bis mäßige Regeneratbildung nachgewiesen werden. Lediglich bei 2 Patienten lag eine komplette Resorption des Implantats vor.

Auch Monllau et al. [20] zeigten in ihrer 2011 veröffentlichten Studie mit 25 Patienten, dass es im 10-Jahres-Follow-up zu einer signifikanten Verbesserung der klinischen Scores sowie zu einer ausbleibenden bzw. sehr gering ausgeprägten Gelenkspaltverschmälerung gekommen war. Ebenfalls eine signifi-

kante Verbesserung der klinischen Scores zeigten Bulgheroni et al. [21] nach einem Follow-up von 10 Jahren im Dezember 2012. In den nach 2, 5 und 10 Jahren durchgeführten MRT-Untersuchungen konnten sie zeigen, dass es nach einer zu Beginn regelhaften Teilresorption des Implantats nach 2 Jahren zu keinem weiteren Regeneratverlust mehr kam.

Bezüglich des Actifit-Implantats veröffentlichten Verdonk et al. [22] im Jahr 2012 eine Studie mit 52 Patienten und einem Follow-up von 2 Jahren. Es konnte eine signifikante Verbesserung aller gängigen klinischen Scores erreicht werden. Jedoch zeigte sich bei 17 % der Patienten ein vollständiger Implantatverlust. Bouyarmane et al. [23] veröffentlichten Anfang dieses Jahres eine prospektive Multicenterstudie mit 54 Patienten, welche bei Postmenisektomie-Syndrom nach Außenmeniskusteilresektion mit einem Actifit-Implantat versorgt wurden. Es wurde eine signifikante Verbesserung der klinischen Scores VAS, IKDC und KOOS erreicht.

## Diskussion

Nach mittlerweile fast 20 Jahren klinischer Erfahrung mit dem CMI kann gesagt werden, dass die Einheilung und damit auch protektive Funktion des Implantats durch klinische Studien, Second-look-Operationen mit Histologieentnahmen, radiologisch im Nativröntgen sowie in MRT-Untersuchungen belegt wurde. Auch wurde gezeigt, dass schwerwiegende Komplikationen ausbleiben, insbesondere die mechanische Schädigung des Knorpels. Im Gegenteil lassen die bisherigen Daten annehmen, dass durch das CMI im Vergleich zur Meniskusteilresektion langfristig die Entstehung von arthrotischen Veränderungen verzögert werden kann, auch wenn die bislang maximalen Follow-ups von 10 Jahren noch keine Langzeitaussage erlauben.

Für das Actifit-Implantat sind aufgrund der geringen Studienlagen noch keine sicheren Aussagen möglich, jedoch zeigen die bisherigen Studien ebenfalls eine positive Tendenz bezüglich der Wirksamkeit. Insgesamt kann somit ein positives Fazit zum Einsatz von Meniskusimplantaten aus der derzeitigen Literatur gezogen werden.

Während es beim Actifit-Implantat Berichten zufolge eher zu mechanischen Komplikationen durch eine Extrusion des Actifit aus dem Gelenkspalt kommen kann, die eine evtl. Revisionsoperation erfordern, muss jedoch auch aus eigener Erfahrung kritisch erwähnt werden, dass bei bis zu einem Drittel der mit CMI versorgten Patienten in einem Zeitraum von 6 Wochen postoperativ bis zu einem Jahr nach OP rezidivierende Ergussbildungen und Bewegungseinschränkungen auftreten können.

Während bei über 50 % dieser Patienten die Symptome durch antiphlogistische Therapie sowie Gelenkpunktionen und Injektion von nicht kristalloiden Glukokortikoiden vollständig zurückgehen, machen die teilweise anhaltenden Beschwerden auch eine Revisionsoperation notwendig. Hier wird in diesen Fällen leider oft eine großflächige bis komplette Resorption des Implantats beobachtet. Wenn man eine komplette Resektion nun als „Worst-Case-Szenario“ betrachtet, so stellt dies jedoch keinen strukturellen Schaden eines Gelenks dar – bisher wurde die dauerhafte Schädigung eines Gelenks durch eine CMI-Implantation über den präoperativen Zustand hinaus in keinem einzigen Fall beschrieben – wobei natürlich allgemeine OP-Risiken wie Infektionsgefahr, Thromboserisiko, die Operation selbst und die relativ lange Rehabilitationsphase keinesfalls bagatellisiert werden dürfen. Aus eigener Erfahrung konnte bisher bei allen Patienten mit o.g. Symptomen wieder ein reizloser Zustand erreicht werden. Vielmehr soll durch die Auflistung möglicher Komplikationen nochmals auf eine strenge Indikationsstellung sowie Aufklärungspflicht hingewiesen werden.

Nach frustriertem Teilersatz bleibt letztendlich immer noch die Option einer Allograft-Meniskus-Implantation, wobei die primäre Indikation dafür streng von einem Teilersatz abzugrenzen ist. Bei schwierigen Rahmenbedingungen aufgrund der aktuellen Gesetzeslage ist die Allograft-Behandlungsoption dennoch bei funktionellem Totalverlust des Meniskus durch biomechanisch relevante Schädigung der Randleiste bzw. kompletter Menisektomie in Erwägung zu ziehen.

Nichtsdestotrotz ist bei eindeutiger Studienlage der negativen Folgen einer

Meniskusteilresektion gerade beim jungen Patienten der prophylaktische Einsatz des CMI unter Ausnutzung einer höheren Regenerationsfähigkeit sinnvoll. Bei Alternativlosigkeit durch Fehlen anderer Verfahren gilt hier der Grundsatz „Regeneratgewebe ist besser als kein Meniskusgewebe“, zumal Chatain et al. [24] beweisen konnten, dass die Größe des Meniskusverlustes mit der zu erwartenden Arthroseprognose korreliert. Somit ist der Rückschluss erlaubt, dass jedes Prozent neu gewonnenes Gewebe einen potenziellen Schutz des Gelenks ermöglicht.

## Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine primäre Versorgung von Meniskusrupturen durch Naht weiterhin oberstes Ziel bei der Versorgung von Sportlern sein sollte! Ist dies aufgrund der Komplexität oder des Alters der Ruptur jedoch nicht möglich, so ist die Implantation eines Meniskusimplantats unter Berücksichtigung einer sorgfältigen Indikationsstellung sowie adäquaten Behandlung der Begleitpathologien beim Sportler somit sowohl primär als auch sekundär nach Beendigung der

Karriere als gelenkerhaltender Eingriff zu empfehlen. OUP

**Interessenkonflikt:** Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors bestehen.

### Korrespondenzadresse

Dr. med Dirk Holsten  
Katholisches Klinikum  
Koblenz-Montabaur gGmbH  
Kardinal-Krementz-Straße 1–5  
56073 Koblenz  
D.Holsten@kk-km.de

## Literatur

- Schmidt-Olsen S, Jørgensen U, Kaalund S et al. Injuries among young soccer players. In: *The American journal of sports medicine* 1991; 19: 273–75
- Poehling GG, Ruch, D S, Chabon SJ. The landscape of meniscal injuries. In: *Clinics in sports medicine* 1990; 9: 539–49
- Stein T, Mehling AP, Welsch F et al. Long-term outcome after arthroscopic meniscal repair versus arthroscopic partial meniscectomy for traumatic meniscal tears. In: *The American journal of sports medicine* 2010; 38: 1542–48
- Paxton ES, Stock MV, Brophy RH. Meniscal repair versus partial meniscectomy: a systematic review comparing reoperation rates and clinical outcomes. In: *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery: official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2011; 27: 1275–88
- Baratz ME; Fu FH, Mengato R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report. In: *The American journal of sports medicine* 1986; 14: 270–75
- Lee SJ, Aadalen KJ, Malaviya P et al. Tibiofemoral contact mechanics after serial medial meniscectomies in the human cadaveric knee. In: *The American journal of sports medicine* 2006; 34: 1334–44
- Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1948; 30B: 664–70
- Higuchi H, Kimura M, Shirakura K et al. Factors affecting long-term results after arthroscopic partial meniscectomy. In: *Clinical orthopaedics and related research* 2000; 377: 161–68
- Scheller G, Sobau C, Bülow JU. Arthroscopic partial lateral meniscectomy in an otherwise normal knee: Clinical, functional, and radiographic results of a long-term follow-up study. In: *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery: official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2010; 17: 946–52
- Kopf S, Stärke C, Becker R. Klinische Ergebnisse nach Meniskusnaht. In: *Arthroscopie* 2011; 24: 30–35
- Richter J. Mittelfristige Ergebnisse nach Meniskusrefixation in Kombination mit einer VKB-Rekonstruktion mittels autologem Hamstringtransplantat. In: *Arthroscopie* 2008; 21: 253–58
- Brucker P, Zumstein M. Intraoperative biologische Augmentation. In: *Arthroscopie* 2013; 26: 89–90
- Cicuttini F, Wluka A, Hankin J et al. Longitudinal study of the relationship between knee angle and tibiofemoral cartilage volume in subjects with knee osteoarthritis. In: *Rheumatology (Oxford, England)* 2004; 43: 321–24
- Cerejo R, Dunlop DD, Cahue S et al. The influence of alignment on risk of knee osteoarthritis progression according to baseline stage of disease. In: *Arthritis and rheumatism* 2002; 46: 2632–36
- [15]Schmitt E, Heisel J, Jani L, Schumacher G. Kniegelenknahe Beinachsenfehlstellung. In: *Leitlinien der Orthopädie*, Köln: Deutscher Ärzte-Verlag
- Brucker P Feucht M, Becker R et al. Intraoperative biologische Augmentation am Meniskus. In: *Arthroscopie* 2013; 26: 105–13
- Rodkey WG, DeHaven KE, Montgomery WH et al. Comparison of the collagen meniscus implant with partial meniscectomy. A prospective randomized trial. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2008; 90: 1413–26
- Linke RD, Ulmer M, Imhoff AB. [Replacement of the meniscus with a collagen implant (CMI)]. In: *Operative Orthopädie und Traumatologie* 2006; 18: 453–62
- Zaffagnini S, Marcheggiani Muccioli GM, Lopomo N et al. Prospective long-term outcomes of the medial collagen meniscus implant versus partial medial meniscectomy: a minimum 10-year follow-up study. In: *The American journal of sports medicine* 2011; 39: 977–85
- Monllau JC, Gelber PE, Abat F et al. Outcome after partial medial meniscus substitution with the collagen meniscal implant at a minimum of 10 years' follow-up. In: *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery: official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2011; 27: 933–43
- [21]Bulgheroni, P.; Murena, L.; Ratti, C. et al.: Follow-up of collagen meniscus implant patients: clinical, radiological, and magnetic resonance imaging results at 5 years. In: *The Knee* 17 (2010) 3, S. 224–29.
- Verdonk P, Beaufils P, Bellemans J et al. Successful treatment of painful irreparable partial meniscal defects with a polyurethane scaffold: two-year safety and clinical outcomes. In: *The American journal of sports medicine* 2012; 40: 844–53
- Bouyarmene H, Beaufils P, Pujol N et al. Polyurethane scaffold in lateral meniscus segmental defects: clinical outcomes at 24 months follow-up. In: *Orthopaedics & traumatology, surgery & research* 2014; 100: 153–57
- Chatain F, Robinson AH, Adeleine P et al. The natural history of the knee following arthroscopic medial meniscectomy. In: *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA* 2001; 9: 15–18