

# Der Meniskusersatz mit einem Kollagenimplantat (CMI)

## Replacement of the Meniscus with a Collagen Implant (CMI)

Ralf D. Linke<sup>1</sup>, Michael Ulmer<sup>2</sup>, Andreas B. Imhoff<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

#### Operationsziel

Ersatz eines weitgehend fehlenden Innenmeniskus durch ein Kollagenimplantat (CMI), Wiederherstellung von Form und Funktion des Innenmeniskus, Verzögerung der Entwicklung zur Arthrosis deformans.

#### Indikationen

Subtotaler degenerativer oder traumatischer Verlust des Innenmeniskus, stabile Meniskusrandleiste, stabile anteriore und posteriore Meniskusinsertion, bandstabiles Gelenk.

#### Kontraindikationen

Vollständiges Fehlen des Innenmeniskus.  
Unbehandelte Kniebandinstabilität.  
Höhergradige Varusdeformität.  
Großflächiger Knorpelschaden Grad IV und VI nach Bauer und Jackson. Fortgeschrittene unikompartimentelle oder generalisierte Arthrose.  
Ersatz des Außenmeniskus.

#### Operationstechnik

Ventrale Arthroskopie-Standardzugänge. Resektion des Innenmeniskus bis auf eine stabile Randleiste. Anfrischen der Randleiste zur Förderung der Heilung. Ausmessen der Defektgröße. Einbringen und Fixation des CMI mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial in Innen-Außen-Technik.

#### Weiterbehandlung

Knieorthese mit Bewegungseinschränkung für Extension/Flexion 0/0/60° bis 4. Woche, 0/0/90° bis 6. Woche postoperativ. Kniebewegungsschiene innerhalb der Bewegungsgrenzen ab 1. postoperativem Tag, aktiv assistierte Krankengymnastik. Entlastung für 6 Wochen, danach Belastungsaufbau über 2 Wochen bis zur Vollbelastung. Beginn mit Radfahren ab 3. Monat postoperativ. Volle Sportfähigkeit nach 6 Monaten.

#### Ergebnisse

Von Januar 2001 bis Mai 2004 wurden 60 Patienten (19–68 Jahre, Durchschnitt 41,6 Jahre) mit subtotalem Verlust des medialen Meniskus bei Varus-Morphotyp im Rahmen einer randomisierten, arthroskopisch kontrollierten Studie behandelt, 30 Patienten mit valgusierender Tibia-

### Abstract

#### Objective

Replacement of an almost completely absent medial meniscus with a collagen implant (CMI), reconstruction of form and function of the medial meniscus, delay of the development of arthrosis deformans.

#### Indications

Subtotal degenerative or traumatic loss of the medial meniscus, stable meniscal periphery, stable anterior and posterior meniscal insertions, joint with stable ligaments.

#### Contraindications

Complete loss of the medial meniscus.  
Untreated knee ligament instability.  
Extreme varus deformity.  
Extensive cartilaginous damage, i.e., levels IV and VI as described by Bauer and Jackson. Advanced unicompartimental or generalized arthrosis.  
Replacement of the lateral meniscus.

#### Surgical Technique

Standard anterior arthroscopy portals. Resection of the medial meniscus leaving a complete and stable outer rim. Revitalization of the periphery to promote healing. Measurement of defect size. Insertion and fixation of the CMI with nonresorbable suture material in inside-out technique.

#### Postoperative Management

Postoperative knee brace with limited motion in extension/flexion of 0/0/60° until week 4, 0/0/90° until week 6. Continuous passive motion within the limits of motion from the 1st postoperative day, actively assisted physiotherapy. No weight bearing for 6 weeks, then increased weight bearing for 2 weeks until full weight bearing is

Oper Orthop Traumatol 2006;18:453–62

DOI 10.1007/s00064-006-1188-9

<sup>1</sup>Abteilung für Sportorthopädie, Knie- und Schulterchirurgie, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Frankfurt/Main,

<sup>2</sup>Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie, Technische Universität München.

kopfumstellungsosteotomie in Kombination mit Implantation eines CMI und 30 Patienten nur mit valgusierender Tibiakopfumstellungsosteotomie. Bei einem Patienten musste aufgrund einer Luxation das CMI entfernt werden. Bei der Bewertung nach dem Lysholm-Score, dem IKDC (International Knee Documentation Committee) und der subjektiven Schmerzangabe zeigten sich bei 39 Patienten (CMI und Umstellung n = 23; Umstellung n = 16) nach 24 Monaten nur geringe, nicht signifikante Unterschiede. Der chondroprotektive Effekt des CMI im Langzeitverlauf bleibt abzuwarten.

### **Schlüsselwörter**

**Innenmeniskus · Subtotaler Verlust ·  
Meniskusersatz · Kollagengerüst · CMI**

### **Vorbemerkungen**

Die Entfernung des medialen Meniskus führt zu einer Verkleinerung der femorotibialen Kontaktfläche mit entsprechender Vergrößerung der femorotibialen Druckkräfte. Dadurch kann es zu Knorpelschäden und einem vorzeitigen Knorpelverschleiß kommen. Die arthroskopische Implantation eines biokompatiblen, bioresorbierbaren Kollagengerüsts mit einer Porengröße von 50–500 µm soll die Besiedelung mit körpereigenen Meniskuszellen und so den biologischen Meniskusersatz ermöglichen, um die Entstehung einer Arthrose zu vermeiden. Das Collagen Meniscus Implant (CMI) ist eine Matrix, bestehend aus Kollagentyp I von bovinen Achillessehnen und Glykosaminoglykanen. Die Matrix wird durch  $\gamma$ -Bestrahlung sterilisiert. Bisher gab es nur eine Zulassung für den Ersatz des Innenmeniskus, seit Februar 2006 gibt es nun auch eine CE-Zulassung für den Ersatz des lateralen Meniskus.

achieved. Cycling can commence from 3 months postoperatively. Full sporting activity after 6 months.

### **Results**

60 patients (19–68 years, average 41.6 years) with subtotal loss of the medial meniscus and varus morphotype were treated from January 2001 to May 2004 as part of a prospective, randomized, arthroscopically controlled study. The sample consisted of 30 patients with high tibial valgus osteotomy combined with implantation of a CMI, and 30 patients with valgization correction osteotomy only. The CMI had to be removed from one patient because of a dislocation. Evaluation on the Lysholm Score, IKDC (International Knee Documentation Committee), and subjective pain data revealed only slight, nonsignificant differences for 39 patients after 24 months (CMI and correction n = 23; correction only n = 16). The chondroprotective effect of the CMI in the long term remains to be seen.

### **Key Words**

**Medial meniscus · Subtotal loss · Meniscus  
replacement · Collagen scaffold · CMI**

### **Introductory Remarks**

The excision of the medial meniscus leads to a reduction of the femorotibial contact surface with corresponding enlargement of the femorotibial pressure forces. This may lead to cartilaginous damage and premature degeneration of the cartilage. The arthroscopic implantation of a biocompatible, bioresorbable collagen scaffold with pore sizes of 50–500 µm aims to provide a structure for the colonization of endogenic meniscus cells and lead to biological meniscal regeneration, thus preventing the development of arthrosis. The Collagen Meniscus Implant (CMI) is a matrix consisting of collagen type 1 bovine Achilles tendon and glycosaminoglycans. The matrix is sterilized by  $\gamma$ -irradiation. Until now, a license only existed for the replacement of the medial meniscus, but since February 2006 a replacement for the lateral meniscus is licensed as well.

### Operationsprinzip und -ziel

Ein traumatisch oder degenerativ subtotal geschädigter Innenmeniskus wird über ventrale Arthroskopie-Standardzugänge bis auf eine stabile Randleiste entfernt. Nach Anfrischen der Randleiste zur Förderung der Heilung und Ausmessen der Defektgröße Einbringen und Annahm eines entsprechend großen bovinen Kollagenimplantats (CMI) mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial in Innen-Außen-Technik. Nach Besiedelung des Implantats mit körpereigenen Zellen soll der damit in Form und Funktion ersetzte Innenmeniskus die Entstehung einer Arthrose verzögern.

### Surgical Principles and Objective

The medial meniscus, partially damaged by trauma or degeneration, is excised through a standard anterior arthroscopy portal leaving only a stable outer rim. After revitalization of the margins to promote healing and measurement of defect size, insertion and suture fixation of a correspondingly large bovine collagen implant (CMI) using nonresorbable suture material in inside-out technique. After cellular repopulation of the implant with the patient's own cells, the formation of arthrosis should be delayed due to the restoration of form and function of the substituted medial meniscus.

### Vorteile

- Vermeidung oder Verzögerung der Entstehung einer Gonarthrose.
- Geringe Morbidität bei arthroskopischer Technik.
- Keine Entnahme körpereigenen Gewebes.

### Nachteile

- Infektionsrisiko.
- Kosten des Implantats.
- Lernkurve.

### Indikationen

- Traumatischer oder degenerativer Verlust großer Anteile des Innenmeniskus bei intakter anteriorer und posteriorer Meniskusinsertion und intakter Meniskusrandleiste.
- Subtotaler Innenmeniskusverlust bei biologisch jungen Patienten mit hohem Aktivitätsniveau.
- Body-Mass-Index (BMI) < 25 kg/m<sup>2</sup>.

### Kontraindikationen

- Vollständiges Fehlen des Innenmeniskus.
- Nicht behandelte Kniebandinstabilität.
- Nicht behandelte Varusdeformität der Beinachse > 5°.
- Großflächiger Knorpelschaden Grad IV und VI nach Bauer und Jackson.
- Fortgeschrittene unikompartimentelle oder generalisierte Arthrose.
- Ersatz des Außenmeniskus.
- Gelenkinfekt.
- Adipositas, BMI ≥ 25 kg/m<sup>2</sup>.
- Allergie auf bovines Kollagen.

### Advantages

- Prevention of, or delayed development of osteoarthritis of the knee.
- Less morbidity for arthroscopic technique.
- No harvesting of endogenic tissue.

### Disadvantages

- Risk of infection.
- Cost of the implant.
- Learning curve.

### Indications

- Traumatic or degenerative loss of a large part of the medial meniscus in the presence of intact anterior and posterior meniscus insertions and an intact outer rim.
- Subtotal loss of the medial meniscus in a biologically young patient with high activity levels.
- Body mass index (BMI) < 25 kg/m<sup>2</sup>.

### Contraindications

- Complete loss of the medial meniscus.
- Untreated knee ligament stability.
- Untreated varus deformity with an axial deformity of > 5°.
- Extensive cartilaginous damage levels IV and VI as described by Bauer and Jackson.
- Advanced unicompartimental or generalized arthrosis.
- Replacement of the lateral meniscus.
- Infection of the joint.
- Obesity, BMI ≥ 25 kg/m<sup>2</sup>.
- Allergy to bovine collagen.

### Patientenaufklärung

- Allgemeine Operationsrisiken wie Hämatom, Infektion, Thrombose, Embolie.
- Restrisiko für die Übertragung von Tierkrankheiten (z.B. bovine spongiforme Enzephalopathie).
- Schädigung des Nervus saphenus bei Annahm des CMI.
- Gelenkergüsse als Reaktion auf das xenogene Gewebe.
- Ruptur oder Luxation des CMI mit Revisionsoperation.
- Postoperativ Entlastung und Teilbelastung für 8 Wochen.
- Postoperative Bewegungseinschränkung des Kniegelenks in einer Orthese.
- Sportfähigkeit nach 6 Monaten.
- Bei Varusdeformität  $> 5^\circ$  ein- oder zweizeitige valgusierende Tibiakopfumstellungsosteotomie obligat. Bei zweizeitigem Vorgehen zuerst Umstellungsosteotomie.
- Bei vorderer, hinterer oder kombinierter Kniegelenkinstabilität ein- oder zweizeitige Operation zur Gelenkstabilisierung.

### Operationsvorbereitungen

- Kernspintomographie zum Ausschluss höhergradiger Knorpelschäden und zur Abschätzung des Ausmaßes des Innenmeniskusverlusts.
- Ganzbein-Röntgenaufnahmen im Einbeinstand zur Bestimmung der Beinachse.
- Röntgenaufnahme des Kniegelenks in  $45^\circ$  Flexion unter Belastung im posterior-anterioren Strahlengang (Rosenberg-Aufnahme).
- Genaue klinische Beurteilung der Kniebandstabilität.

### Instrumentarium und Implantate

- Chirurgisches Grundinstrumentarium.
- Arthroskopie-Basisinstrumente.
- Unterschiedlich gebogene und angulierte Stanzen zur Meniskuspräparation.
- Skalierte Messlehre zur Bestimmung der erforderlichen CMI-Größe.
- Transparente Kunststoffhülse zum Einführen des CMI in das Gelenk.
- Monofiler Faden Stärke 0 USP (z.B. PDS) für temporäre Halteschleife bis zur endgültigen Fixation des CMI.
- Nicht resorbierbarer Faden für die Annahm des CMI (z.B. FiberWire<sup>®</sup>, Fa. Arthrex, Liebigstraße 13, 85757 Karlsfeld/München).

### Patient Information

- General surgical risks such as hematoma, infection, thrombosis, embolism.
- Residual risk of transfer of animal diseases (e.g., bovine spongiform encephalopathy).
- Damage to the saphenous nerve during suturing of the CMI.
- Joint effusion as a reaction to xenogenic tissue.
- Rupture or dislocation of the CMI with reoperation.
- No weight bearing and partial weight bearing for 8 weeks postoperatively.
- Postoperative restriction of range of motion with the knee joint in a brace.
- Sports activities after 6 months.
- For varus deformity  $> 5^\circ$ , one- or two-stage high tibial valgus osteotomy obligatory. In a two-stage procedure, correction osteotomy first.
- For anterior, posterior or combined knee joint instability, one- or two-stage operation to stabilize the joint.

### Preoperative Work Up

- Magnetic resonance imaging to exclude severe damage to cartilaginous structures and to assess the extent of irreparable damage to the medial meniscus.
- Long leg axis radiologic views in one-leg stance to determine the mechanical axis of the leg.
- Radiographs of the knee joint in  $45^\circ$  flexion under load in posterior-anterior view (Rosenberg view).
- Exact clinical evaluation of knee ligament stability.

### Surgical Instruments and Implants

- Basic surgical instrument set.
- Basic arthroscopy instruments.
- Various curved and angled punches for preparation of the meniscus.
- Measuring gauge with scale to determine the required size of CMI.
- Transparent plastic sleeve for insertion of the CMI into the joint.
- Monofil thread size 0 USP (e.g., PDS) for the temporary holding loop prior to definitive fixation of the CMI.
- Nonresorbable thread for suture fixation of the CMI (e.g., FiberWire<sup>®</sup>, Arthrex Co., Liebigstraße 13, 85757 Karlsfeld/Munich, Germany).
- Meniscus suture cannulae equipped with nonresorbable suture material (e.g., Meniscal Needle<sup>®</sup>, Arthrex Co.).

- Meniskusnahtkanülen, beladen mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial (z.B. Meniscal Needle®, Fa. Arthrex).

### Anästhesie und Lagerung

- Allgemeinnarkose oder Spinalanästhesie, perioperative Antibiotikaphylaxe.
- Rückenlage, Anlage einer pneumatischen Oberschenkelblutsperr.
- Lagerung der Extremität im Arthroskopie-Beinhalter.
- Sterile Hautdesinfektion und sterile, frei bewegliche Abdeckung der Extremität.

### Anesthesia and Positioning

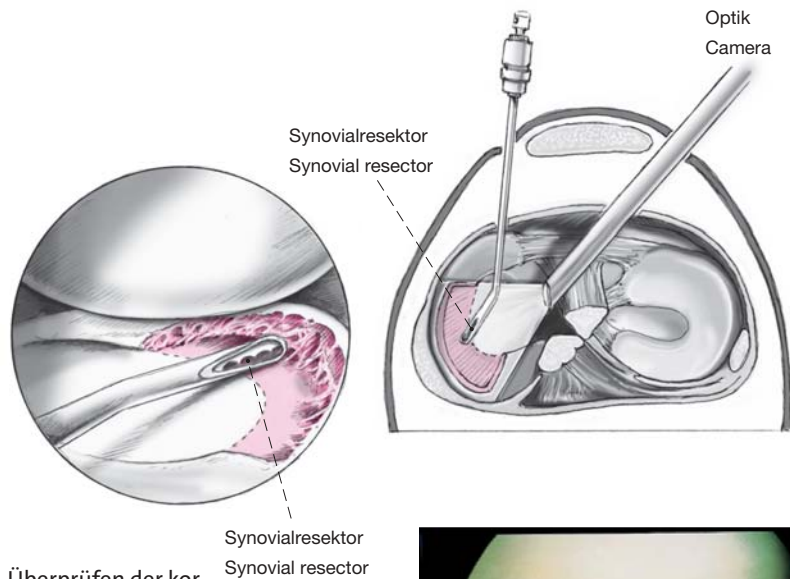
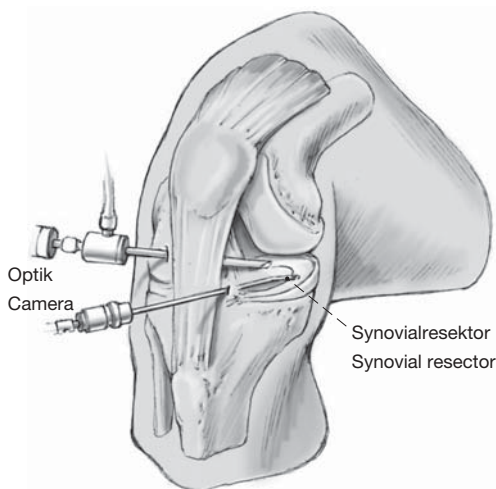
- General anesthesia or spinal anesthesia, perioperative antibiotic prophylaxis.
- Supine position, application of a pneumatic tourniquet to the thigh.
- Positioning of the limb in the arthroscopy leg support.
- Sterile skin disinfection and sterile draping with the limb freely mobile.

## Operationstechnik

Abbildungen 1 bis 5

## Surgical Technique

Figures 1 to 5

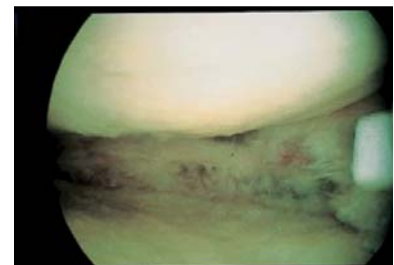


**Abbildung 1**

Diagnostische Arthroskopie über Standardzugänge. Überprüfen der korrekten Indikationsstellung. Danach Benetzen des CMI in physiologischer Kochsalzlösung. Resektion des Innenmeniskus bis auf eine stabile Randleiste in der weiß-roten oder rot-roten Zone. Trepanation der Meniskusrandleiste in Innen-Außen- oder Außen-Innen-Technik, bis punktuelle Blutungen aus der Meniskusbasis auftreten.

**Figure 1**

Diagnostic arthroscopy through standard portals. Verification that a correct diagnosis has been made. The CMI is then wetted in physiological saline solution. Resection of the medial meniscus leaving a stable outer rim in the white-red or red-red zone. Trepanation of the meniscal rim in inside-out or outside-in technique, until bleeding occurs at scattered sites across the base of the meniscus.

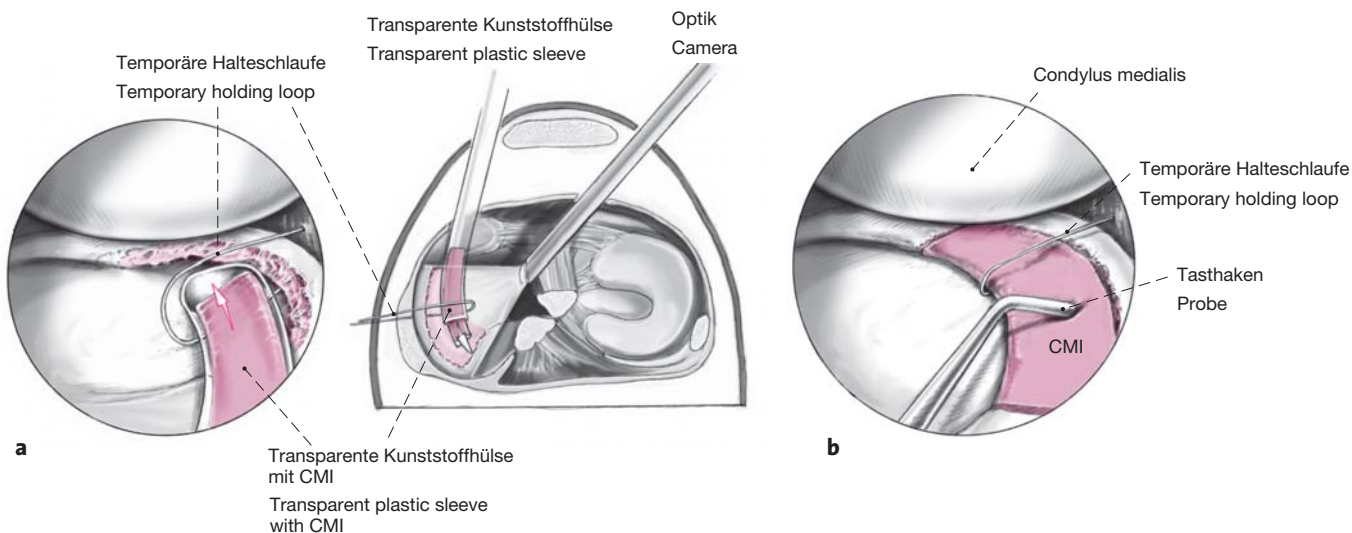
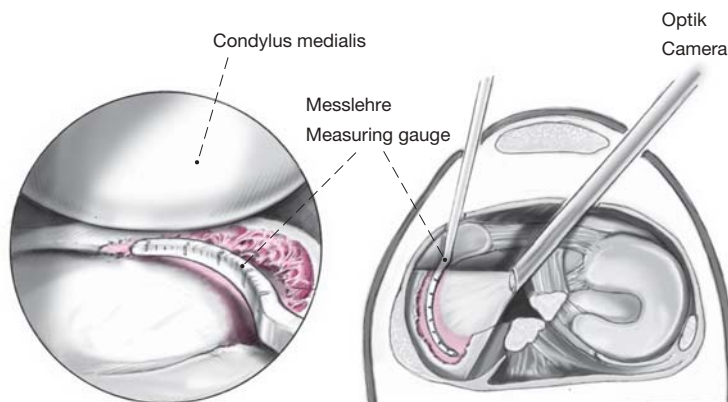


**Abbildung 2**

Einbringen der skalierten Messlehre über den antero-medialen Arbeitszugang und Abmessen der Defektgröße. Am Nebentisch Zuschneiden der erforderlichen Implantatgröße aus dem hydrierten CMI. Mit der Innen-Außen-Technik wird eine temporäre Halteschleife mit einem Faden der Stärke 0 USP im Bereich der Pars intermedia des Innenmeniskus angelegt. Beschicken der transparenten Kunststoffhülle mit dem zugeschnittenen CMI.

**Figure 2**

Insertion of the measuring gauge with scale through the anteromedial portal and measurement of defect size. At a side table the required size of implant is cut from the hydrogenated CMI. A temporary holding loop made from size 0 USP thread is positioned in inside-out technique in the region of the pars intermedia of the medial meniscus. The transparent plastic sleeve is armed with the customized CMI.



**Abbildungen 3a und 3b**

Die Kunststoffhülle wird in den anteromedialen Arbeitszugang eingebracht, so dass der Transfer des Implantats in das Gelenk problemlos möglich ist. Das CMI wird nun aus der transparenten Kunststoffhülle in das Gelenk geschoben und durch die zuvor angelegte Fadenschleife geführt (a). Korrekte Positionierung des CMI in das Implantationsareal mit dem Tasthaken und vorsichtiges Anziehen der Fadenschleife um das Implantat. Damit kann das Implantat in der korrekten Position an der Meniskusrandleiste gehalten werden. Die Fadenschleife darf nur vorsichtig und wenig angezogen werden, da ansonsten der Faden in das weiche Gewebe des CMI einschneidet und es zerstört (b).

**Figures 3a and 3b**

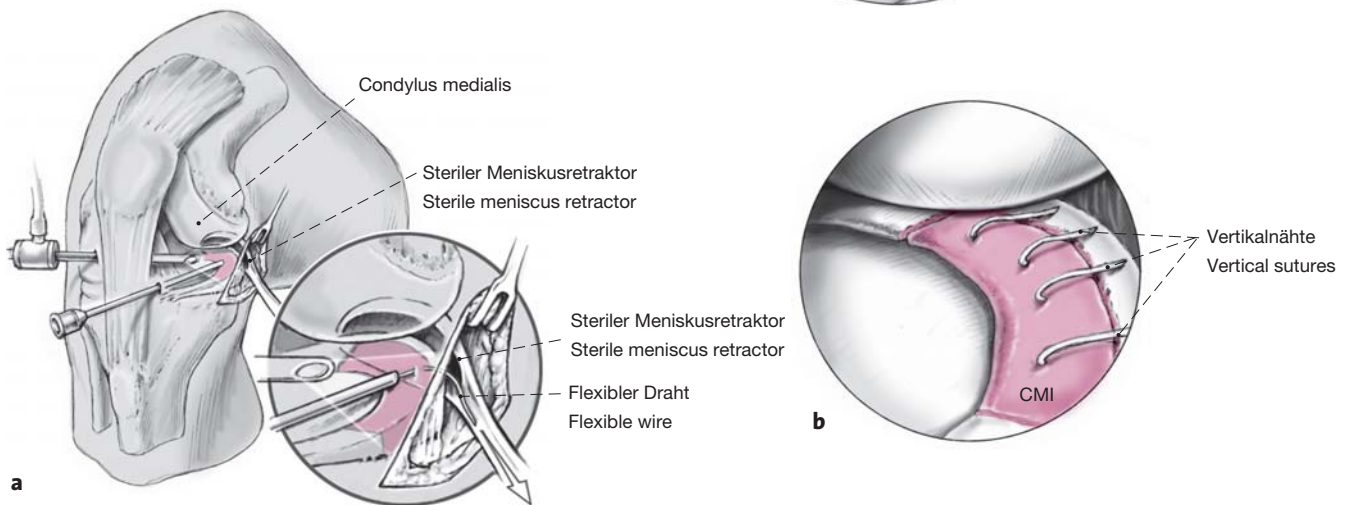
The plastic sleeve is inserted into the anteromedial portal so that transfer of the implant into the joint can be achieved without difficulty. The CMI is now pushed out of the transparent plastic sleeve into the joint and passed through the previously positioned suture loop (a). Correct positioning of the CMI in the implantation area with a probe and careful tightening of the suture loop around the implant. In this way, the implant can be held in the correct position against the outer rim of the meniscus. The suture loop should only be tightened carefully and slightly, otherwise the thread will cut into the soft tissue of the CMI and will destroy it (b).

**Abbildung 4**

Endgültige Fixation des CMI mit nicht resorbierbaren Fäden in der Innen-Außen-Technik. Die Nähte können in horizontaler und vertikaler U-Form gelegt werden. Der Abstand zwischen den U-Nähten sollte ungefähr 5 mm betragen.

**Figure 4**

Definitive fixation of the CMI with nonresorbable threads in inside-out technique. The sutures may be placed in a horizontal or vertical U-shape. The distance between the U-sutures should be approximately 5 mm.



**Abbildungen 5a und 5b**

a) Danach quere, ungefähr 2 cm lange Hautinzision knapp distal des medialen Gelenkspalts. Spalten der Subkutis bis auf die Gelenkkapsel. Dadurch soll eine Schädigung des Nervus saphenus und seines Ramus infrapatellaris durch das spätere Knoten der Fäden vermieden werden. Die U-förmig gelegten Fäden werden nacheinander direkt auf der Gelenkkapsel unter gleichzeitiger arthroskopischer Kontrolle geknotet. Bei der Fixation des CMI im Hinterhornbereich wird der mediale Hautschnitt nach dorsal verlängert. Spalten des Subkutangewebes bis auf die Kapsel und Einführen eines sterilen Meniskusretractors. Hiermit kann bei der Innen-Außen-Technik die nach dorsal austretende Nadel direkt nach ihrem Austritt aus der Kapsel nach ventromedial umgeleitet werden, um somit eine Schädigung der neurovaskulären Strukturen in der Kniekehle zu vermeiden. Extraartikulär wird jedes Fadenpaar mit einem Klemmchen gesichert. Nach Legen aller Fäden kann durch Zug an den Fäden die Adaptation des CMI an die Randleiste arthroskopisch kontrolliert werden.

b) Die arthroskopische Kontrolle des Implantats beim Knoten der Fäden ist unverzichtbar, um ein zu starkes Anziehen der Fäden und somit ein Durchschneiden der Fäden durch das CMI-Gewebe zu vermeiden. Es ist nur ein vorsichtiger, dosierter Zug an den Fäden zur Adaptation nötig. Adaptierende Subkutannähte mit resorbierbarem Faden der Stärke 3-0 USP. Hautverschluss mit nicht resorbierbaren Einzelknopfkrückstichnähten. Steriler Verband. Elastischer Kompressionsverband.

**Figures 5a and 5b**

a) Transverse skin incision about 2 cm long, just distal to the medial joint line. Division of the subcutis to the joint capsule. This aims to prevent later damage to the saphenous nerve and its infrapatellar branch when the threads are knotted. The U-shaped sutures are knotted consecutively directly onto the joint capsule under arthroscopic view. The medial skin incision is extended in a posterior direction for fixation of the CMI in the region of the posterior horn. Division of the subcutaneous tissue to the capsule and insertion of a sterile meniscus retractor. The latter is used in inside-out technique to divert the needle in an anteromedial direction as it exits posteriorly from the capsule, thus avoiding damage to the neurovascular structures in the popliteal fossa. Each pair of threads is secured with a small clip outside the joint. After positioning all threads, the adaptation of the CMI to the outer rim can be assessed arthroscopically and tested by pulling on the threads.

b) Arthroscopic monitoring of the implant when the threads are being knotted is indispensable to avoid too much tightening which would cause the threads to cut into the tissue of the CMI. It is only necessary to give a careful, measured pull on the threads to achieve adaptation. Adaptive subcutaneous sutures with resorbable thread size 3-0 USP. Skin closure with nonresorbable interrupted reverse sutures. Sterile dressing. Elastic compression bandage.

### Postoperative Behandlung

- Anlage einer Knieorthese mit Einschränkung der Bewegung auf Extension/Flexion 0/0/60° bis zur 4. postoperativen Woche, danach 0/0/90° bis zur 6. postoperativen Woche.
- Kniebewegungsschiene (CPM [„continuous passive motion“]) innerhalb des erlaubten Bewegungsausmaßes ab dem 1. postoperativen Tag. Aktiv assistierte Krankengymnastik.
- Entlastung der operierten Extremität für 6 Wochen.
- Danach Belastungsaufbau über 2 Wochen bis zur Vollbelastung.
- Thromboembolieprophylaxe mit niedermolekularem Heparin bis zur Vollbelastung.
- Beginn mit Radfahren ab dem 3. Monat.
- Volle Sportfähigkeit nach 6 Monaten.

### Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Implantation in ungenügend vaskularisiertes Gewebe (weiß-weiße Zone), ungenügendes Anfrischen der Meniskusrandleiste: Es kann keine adäquate Besiedelung des CMI mit körpereigenen Meniskuszellen erfolgen.
- Zu festes Anziehen der temporären Halteschlinge oder der endgültigen Nahtschlingen: Der Faden schneidet durch das CMI-Gewebe und zerstört das Transplantat oder verursacht so ein Nahtversagen durch ungenügende Fixation an der Randleiste. Einführen eines neuen Implantats. Bei sekundärem Nahtversagen Entfernung des Implantats.
- Zu großer Abstand der einzelnen Nähte im CMI: Ungenügende Fixation des CMI an der Randleiste. Dazwischenlegen weiterer Nähte.
- CMI-Implantation in ein instabiles Kniegelenk: Das CMI wird durch unphysiologische Gelenkinematik zerstört. Gleichzeitige oder vorausgehende Operation zur Stabilisierung des Gelenks.
- Zu frühe Belastung oder zu großer Bewegungsumfang postoperativ: Das anfänglich sehr weiche Kollagenimplantat ist den Belastungen nicht gewachsen und wird zerstört.
- Chronische Gelenkergüsse durch allergische Reaktion auf das xenogene Kollagenimplantat: Primär konservatives Vorgehen mit Hochlagerung, Kryotherapie, manueller Lymphdrainage. Auf eine Punktion wird primär verzichtet. Bei ausbleibendem Therapieerfolg ggf. arthroskopische Gelenkrevisi- on und Synovialektomie.
- Abriss des CMI und Auftreten von Gelenkblockaden: Arthroskopische Gelenkrevisi- on und Teilentfernung des abgerissenen Anteils.

### Postoperative Management

- Application of a knee brace with restriction of motion to extension/flexion of 0/0/60° until the 4th postoperative week, then 0/0/90° until the 6th postoperative week.
- Continuous passive motion (CPM) within the permitted range of motion from the 1st postoperative day. Actively assisted physiotherapy.
- No weight bearing on the operated limb for 6 weeks.
- Increased weight bearing over a period of 2 weeks, until full weight bearing is achieved.
- Thromboembolism prophylaxis with low molecular heparin until full weight bearing is achieved.
- Cycling can commence from the 3rd month.
- Full sports activities after 6 months.

### Errors, Hazards, Complications

- Implantation in insufficiently vascularized tissue (white-white zone), insufficient revitalization of the outer meniscal rim: the CMI cannot be adequately colonized by endogenic meniscal cells.
- The temporary holding loop or the definitive suture loop is tightened too much: the thread cuts into the CMI tissue causing destruction of the transplant or suture failure due to inadequate fixation to the outer rim. Insertion of a new implant. In the case of secondary suture failure, removal of the implant.
- The distance between the individual sutures is too great in the CMI: inadequate fixation of the CMI to the outer rim. Insertion of additional intermediate sutures.
- CMI implantation in an unstable knee joint: the CMI is destroyed by unphysiological joint kinematics. Stabilization of the joint at a preceding or at the same operation.
- Premature loading or excessive range of motion postoperatively: the collagen implant, which is very soft on implantation, is not equal to the task and is destroyed by the load forces.
- Chronic joint effusion due to allergic reaction to the xenogenic collagen implant: primary conservative procedure with elevation, cryotherapy, manual lymph drainage. Puncture is not performed as a primary procedure. If treatment remains unsuccessful, arthroscopic joint revision and synovialectomy must be considered.
- Avulsion of the CMI accompanied by joint blocking: arthroscopic joint revision and partial excision of the avulsed portion.



- Infektion: Arthroskopische Gelenkrevison, Abstrich, Gelenkspülung, Débridement, Explantation des CMI und Entfernung des Nahtmaterials, Antibiotikagabe nach Antibiogramm.

**Ergebnisse**

Von Januar 2001 bis Mai 2004 wurden 60 Patienten (19–68 Jahre) mit subtotalem Verlust des medialen Meniskus bei Varus-Morphotyp im Rahmen einer prospektiven, randomisierten, arthroskopisch kontrollierten Studie behandelt, 30 Patienten mit einer valgusierenden Tibiakopfumstellungsosteotomie in Kombination mit Implantation eines CMI und 30 Patienten nur mit einer valgusierenden Tibiakopfumstellungsosteotomie.

Bei bisher 23 ausgewerteten Kontrollarthroskopien 8–18 Monate postoperativ ließen sich hinsichtlich der Beschaffenheit des CMI unterschiedliche Befunde erheben. So zeigte sich bei acht Patienten eine vollständige Einheilung des CMI. Bei weiteren sieben Patienten zeigte sich ebenfalls ein gute Einheilung des CMI, allerdings mit Auffaserungen im Hinterhornbereich. In einem Fall musste das CMI aufgrund einer Luxation entfernt werden, und bei den restlichen sieben Patienten konnten nur noch kleine CMI-Überreste nachgewiesen werden. Bei 15 von 23 Patienten fand sich 8–18 Monate nach CMI-Implantation eine gute CMI-Einheilung.

Bei der Bewertung nach dem Lysholm-Score, dem IKDC (International Knee Documentation Committee) und der subjektiven Schmerzangabe zeigten sich bei 23 Patienten (Durchschnittsalter 41,8 Jahre) mit Umstellungsosteotomie und CMI sowie bei 16 Patienten (Durchschnittsalter 41,6 Jahren) mit alleiniger

**Tabelle 1**

Bewertung mit dem Lysholm-Score, nach dem International Knee Documentation Committee (IKDC) und nach der subjektiven Schmerzangabe (o = kein Schmerz, X = unerträglicher Schmerz).

Gruppe 1: n = 23 Patienten mit Umstellungsosteotomie und CMI.

Gruppe 2: n = 16 Patienten mit Umstellungsosteotomie.

	Prä-operativ	3 Monate post-operativ	12 Monate post-operativ	24 Monate post-operativ
<b>Gruppe 1</b>				
Lysholm	65,2	77,2	90,4	93,6
IKDC	60,3	53,0	79,0	83,0
Subjektiver Schmerz	4,9	2,5	2,3	2,2
<b>Gruppe 2</b>				
Lysholm	67	79	94	91
IKDC	53	57	84	77
Subjektiver Schmerz	5,2	3,1	1,1	1,5

- Infection: arthroscopic joint revision, swabs, joint irrigation, debridement, explantation of the CMI and removal of the suture material, prescription of antibiotic treatment according to the antibiogram.

**Results**

60 patients (19–68 years) with subtotal loss of the medial meniscus and varus morphotype were treated from January 2001 to May 2004 as part of a prospective, randomized, arthroscopically controlled study. The sample consisted of 30 patients with high tibial valgus osteotomy combined with implantation of a CMI, and 30 patients with high tibial valgus osteotomy only.

Within the 23 control arthroscopies evaluated so far 8–18 months post surgery, concerning the consistence of the CMI various findings could be established. For instance, the CMI was only completely healed in eight patients with excellent results, whereas the CMI showed good results and a partial healing in seven patients. The CMI underwent a disorganization of its structure in the posterior part of the meniscus and had to be resected because of luxation. The other seven patients showed poor results with only small remains of the CMI left. 15 of the 23 patients showed a good CMI healing 8–18 months after surgery.

Evaluation on the Lysholm Score, IKDC (International Knee Documentation Committee), and based on subjective pain data after 24 months revealed only slight, nonsignificant differences (Table 1) for 23 patients (average age 41.8 years) with correction osteotomy and CMI and for 16 patients (average age 41.6 years) with correction osteotomy only. We would like

**Table 1**

Evaluation on the Lysholm Score, according to the International Knee Documentation Committee (IKDC) and based on subjective assessment of pain (o = no pain, X = intolerable pain).

Group 1: n = 23 patients with correction osteotomy and CMI.

Group 2: n = 16 patients with correction osteotomy.

	Pre-operatively	3 months post-operatively	12 months post-operatively	24 months post-operatively
<b>Group 1</b>				
Lysholm	65.2	77.2	90.4	93.6
IKDC	60.3	53.0	79.0	83.0
Subjective pain	4.9	2.5	2.3	2.2
<b>Group 2</b>				
Lysholm	67	79	94	91
IKDC	53	57	84	77
Subjective pain	5.2	3.1	1.1	1.5

Umstellungsosteotomie nach 24 Monaten nur geringe, nicht signifikante Unterschiede (Tabelle 1). Wir möchten darauf hinweisen, dass wir gegenwärtig alle 60 operierten Patienten nachuntersuchen und erst hieran eine Vergleichbarkeit der beiden Gruppen untereinander im längeren Verlauf schaffen können. Es wird sich zeigen, ob das CMI hierbei einen chondroprotektiven Effekt aufweist und die kontinuierlich tendenziell gebesserten Werte für Lysholm, IKDC und Schmerz gegenüber der Gruppe mit Tibiakopfumstellungsosteotomie weiter Bestand haben.

to notice that we are currently analyzing all 60 patients with surgery and are only able to create a long-term comparability of the different groups afterwards. It remains to be seen if the CMI offers a chondroprotective effect and the continuously improved parameters of the Lysholm Score, IKDC and pain will endure versus the group with high tibial osteotomy.

### Weiterführende Literatur – Further Reading

1. Arnoczky SP. Building a meniscus. Biologic considerations. *Clin Orthop* 1999;367:Suppl:S244–53.
2. Goble EM, Kohn D, Verdonk R, et al. Meniscal substitutes – human experience. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:146–57.
3. Martinek V, Usas A, Pelinkovic D, et al. Genetic engineering of meniscal allografts. *Tissue Eng* 2002;8:107–17.
4. Rodkey WG. Basic biology of the meniscus and response to injury. *Instr Course Lect* 2000;49:189–93.
5. Rodkey WG, Steadman JR, Li ST. A clinical study of collagen meniscus implants to restore the injured meniscus. *Clin Orthop* 1999;367:Suppl: S281–92.
6. Siegel MG, Roberts CS. Meniscal allografts. *Clin Sports Med* 1993;12: 59–80.
7. Stone KR. Current and future directions for meniscus repair and replacement. *Clin Orthop* 1999;367:Suppl:S273–80.
8. Stone KR, Rodkey WG, Webber RJ, et al. Future directions. Collagen based prostheses for meniscal regeneration. *Clin Orthop* 1990;252:129–35.
9. Stone KR, Rodkey WG, Webber RJ, et al. Meniscal regeneration with copolymeric collagen scaffolds. In vivo and in vitro studies evaluated clinically, histologically, and biomechanically. *Am J Sports Med* 1992;20:104–11.
10. Stone KR, Steadman JR, Rodkey WG, et al. Regeneration of meniscal cartilage with use of a collagen scaffold. Analysis of preliminary data. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1770–7.
11. Van Arkel ER, de Boer HH. Survival analysis of human meniscal transplantation. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:227–31.
12. Verdonk R. Meniscal transplantation. *Acta Orthop Belg* 2002;68:118–27.
13. Wirth CJ, Peters G, Milachowski KA, et al. Long-term results of meniscal allograft transplantation. *Am J Sports Med* 2002;30:174–81.

### Korrespondenzanschrift – Address for Correspondence

Prof. Dr. Andreas B. Imhoff  
 Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie  
 Klinikum rechts der Isar  
 Technische Universität München  
 Connollystraße 32  
 D-80809 München  
 Telefon (+49/89) 289244-62, Fax -84  
 E-Mail: a.imhoff@lrz.tum.de