

# ORTHOPÄDIE Ein neuer Puffer für das Gelenk

Stürze oder Sportverletzungen führen oft zu schmerzhaften Knorpelschäden im Knie. Eine Therapie mit **körpereigenen Zellen** kann verhindern, dass ein Kunstgelenk nötig wird

## So wird der Knorpel- aufbau ein Erfolg

Ein stabiles Gelenk sowie ausreichend gesunder Nachbarknorpel sind wichtige Bedingungen für die Knorpel-Operation. **Voraussetzungen:** Wer vor dem Eingriff Übergewicht abbaut und das Rauchen einstellt, verbessert die Chancen der OP. Immerhin zehn Quadratzentimeter beträgt die maximale Größe, bis zu der ein Knorpeldefekt operiert werden kann. „Ist der Schaden im Gelenk größer, fehlt den neuen Zellen der gesunde Umgebungsknorpel, an den sie andocken können“, erläutert der Münchner Orthopäde Prof. Peter Diehl. Oft müssen Ärzte parallel Begleitschäden wie z. B. Risse von Kreuzband oder Meniskus behandeln. Diese Korrekturen können aufwendiger sein als die Knorpel-OP selbst: etwa wenn hinter dem Knorpelschaden eine Achsfehlstellung der Beine steckt, die eine Begradigungs-OP nötig macht.

➔ Tagelang auf dem Mountainbike über die Berge strampeln, bis zu 15000 Höhenmeter pro Tour – dann der krönende Abschluss: ein Sprung in den Gardasee. Fünfmal hat Herbert Brenner\* per Rad die Alpen überquert. Eine erstaunliche Leistung, vor allem weil sich der 52-Jährige aus dem oberbayerischen Wörth bereits mit dem Gedanken vertraut machen musste, ein künstliches Kniegelenk zu erhalten. Ein massiver Knorpelschaden im rechten Kniegelenk hatte zeitweise jeden Schritt zur Qual gemacht.

„Auslöser war ein Kreuzbandriss, den ich vor 20 Jahren beim Eishockeyspielen erlitten hatte“, sagt der Inhaber eines Planungsbüros. „Durch die Verletzung, möglicherweise auch durch die allzu straff implantierte Kreuzbandplastik, entwickelte sich in den folgenden Jahren an mehreren Stellen in meinem Knie eine Arthrose dritten Grades.“

Dass Herbert Brenner ein Kunstgelenk erspart blieb und er heute wieder Sport – wenn auch kein Eishockey mehr – treiben kann, verdankt er der modernen Knorpelmedizin. Mithilfe unterschiedlicher Transplantationsverfahren beheben Orthopäden ein leidiges Problem, das die Natur dem Homo sapiens eingebrockt hat: die mangelnde Regenerationsfähigkeit seines Gelenkknorpels.

### Vom lokalen Defekt zur Arthrose

Wird der Knochenüberzug durch Sportunfälle, Verletzungen oder Verschleiß abgewetzt, erholt sich das Gewebe von selbst kaum mehr. „Bei Erwachsenen erschwert die fehlende Durchblutung des Knorpels dessen Stoffwechsel. Damit wachsen keine frischen Zellen mehr nach. Ein einmal bestehender Knorpelschaden bleibt“, sagt Prof. Peter Diehl vom Orthopädie Zentrum München Ost.

Schlimmer noch: Mit den Jahren breitet sich der lokale Defekt aus. Schleichend baut sich der Stoßdämpfer in Knie, Sprunggelenk oder Hüfte großflächig ab. Schließlich reiben die knöchernen Anteile des Gelenks, im Normalfall von schützendem Knorpel überzogen, bei jeder Bewegung direkt aufeinander. Ärzte sprechen von fortgeschrittener Arthrose: Das betroffene Körperscharnier entzündet sich, jeder Schritt schmerzt. Ein derart ausgedehnter Knorpelverlust kann derzeit selbst mit den knorpelregenerativen Eingriffen nicht therapiert werden. Die Verfahren eignen sich aktuell nur für lokal begrenzte Verletzungen.

### Mehrere OP-Methoden sind möglich

Rechtzeitig durchgeführt, stoppt ein Knorpelaufbau den unheilvollen Prozess. Je nach Lage und Größe des Knorpelschadens stehen unterschiedliche Operationsmethoden zur Wahl. „Ziel ist, die Schmerzen zu lindern und die normale Funktion des Gelenks wiederherzustellen. Im Idealfall erweist sich der neue Knorpel als nahezu ebenso belastbar wie ein gesunder Gelenkpuffer“, sagt Prof. Diehl.

Mit am besten erprobt ist das Anzüchten und Verpflanzen von patienteneigenen Knorpelzellen, die sogenannte Autologe Chondrozyten-Transplantation (ACT). Diese Prozedur, mit der Orthopäde Diehl das lädierte Knie von Herbert Brenner erfolgreich repariert hat, wurde bislang von den gesetzlichen Krankenkassen nur übernommen, wenn Betroffene den Eingriff stationär im Krankenhaus vornehmen ließen. Seit 2023 erhalten Patienten mit schweren Knorpelschäden am Knie den Eingriff auch in der ambulanten Ausführung bezahlt. Im folgenden Überblick erfahren Sie alles über die unterschiedlichen Verfahren sowie deren Erfolgsaussichten: ➔

\* Name von der Redaktion geändert

### Schwachstelle

Das Knie ist das am stärksten beanspruchte Gelenk im menschlichen Körper. Etwa jeder Achte in Deutschland klagt über Schmerzen

### Gelenkentzündung

Dieses kolorierte Röntgenbild zeigt das Knie eines 37-jährigen. Nach einem Motorradunfall entwickelte er eine Arthrose – und in der Folge eine Arthritis

Im Idealfall erweist sich der neue Knorpel als nahezu ebenso belastbar wie ein gesunder Gelenkpuffer



**Prof. Dr. med. habil. Peter Diehl**, Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie, OZMO, Haar; orthopaediezentrum-muenchenost.de

## CHONDROZYTENTRANSPLANTATION Die Knorpel-Vermehrung aus dem Labor

**Die Methode:** Das Verpflanzen von körpereigenen Knorpelzellen ist Goldstandard, wenn größere Areale des Gelenkpuffers ersetzt werden sollen – bis zu zehn Quadratzentimeter maximal. Für die Zelltransplantation entnimmt der Arzt bei einer Gelenkspiegelung gesundes Gewebe aus einem kaum belasteten Bereich des Knies. Die darin enthaltenen Zellen lässt er im Labor vermehren und setzt die Ausbeute bei einem zweiten Eingriff an der defekten Stelle ein. Etwa drei bis sieben Wochen dauert das Anzüchten der knorpelbildenden Zellen im Brutschrank. Aus wenigen Hunderttausend Chondrozyten werden in dieser Zeit bis zu 20 Millionen. Da die Knorpelzellen aus dem Körper des Patienten stammen („autolog“), wird der Eingriff fachsprachlich autologe Chondrozytentransplantation (ACT) genannt.

Das ACT-Verfahren wird seit den 1990er-Jahren durchgeführt und stetig verbessert. In der aktuellsten Variante bringen Labormediziner die kultivierten Knorpelzellen direkt auf ein schwammartiges Vlies auf. Die Trägermatrix implantiert der Chirurg dem Patienten bei der zweiten OP passgenau in die vorbereitete Läsion (matrixgestützte ACT). Das Einsetzen geschieht entweder arthroskopisch oder über eine kleinere Gelenkeröffnung. Am häufigsten kommt die MACT am Kniegelenk zum Einsatz (siehe Grafik u.). Die Knorpelzelltransplan-

tation funktioniert aber auch an Ellenbogen, Hüfte, Schulter und Sprunggelenk.

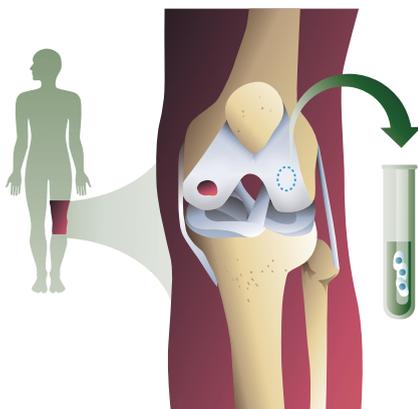
Da der Eingriff technisch anspruchsvoll ist, übernehmen Krankenkassen die Therapiekosten nur in ausgewiesenen Zentren. „Bereits die Diagnose ist komplex. Eignet sich die Knorpelverletzung des Patienten wirklich für das ACT-Verfahren? Nur in diesem Fall ist die Prognose günstig“, sagt Prof. Diehl, der selbst an der Weiterentwicklung der Chondrozytentransplantation mitgeforscht hat.

**Die Erfolgsaussichten:** Die Knorpelzelltransplantation hat sich bei größeren Gelenkknorpelschäden an Knie oder Sprunggelenk bewährt. „Gute und sehr gute Ergebnisse in 70 bis 80 Prozent der Fälle“ verspricht die Gesellschaft für Knorpelregeneration & Gelenkerhalt e.V. (QKG), ein bundesweiter Zusammenschluss von Knorpelspezialisten, bei korrekter Indikationsstellung und sorgfältiger Nachbehandlung (siehe Infokasten S. 35). Haben die transplantierten Knorpelzellen vor Ort im Gelenk im Laufe von Monaten genügend frische Knorpelmasse fabriziert, ist der Gelenkpuffer fast wieder so belastbar wie das hyaline Original.

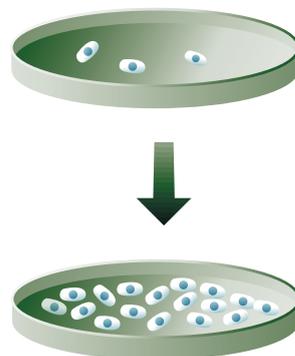
## MIKROFRAKTURIERUNG Die Stammzell-Aktivierung aus dem Knochenmark

**Die Methode:** Die Mikrofrakturierung nutzt die Selbstheilungskräfte des Knies auf clevere Weise. Bei dem Anfang der 1990er-Jahre eingeführten Verfahren bohrt der Operateur im Rahmen einer Gelenkspiegelung den Knochen

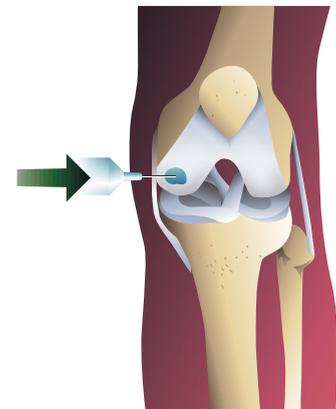
**Die matrixgestützte autologe Knorpelzelltransplantation (MACT)** Bei größeren Gelenkschäden ist die Verpflanzung eigener Knorpelzellen Standard. Die autologe Chondrozytentransplantation verläuft in drei Schritten



Beim ersten Eingriff entnimmt der Operateur aus einer wenig belasteten Stelle des Knies eine kleine Probe gesunden Knorpelgewebes



Das Labor löst die Knorpelzellen (Chondrozyten) aus der Knorpelsubstanz, vermehrt die Zellen und bringt sie auf eine Trägermatrix auf



In einem zweiten Eingriff wird die Trägermatrix mit den zuvor auf ihre Vitalität überprüften Knorpelzellen in die defekte Stelle implantiert



**Gelenk im Check** Orthopäde Prof. Peter Diehl testet die Kniebeweglichkeit von Herbert Brenner

unter dem Knorpelschaden mit einer Ahle an. Die Löchlein sind drei Millimeter tief. Durch die perforierten Stellen treten Blutstropfen aus, die Stammzellen aus dem Knochenmark enthalten. Das Blut gerinnt – und aus den Stammzellen entwickelt sich ein Ersatzknorpel, der den Defekt ausfüllt.

**Die Erfolgsaussichten:** Tiefe Knorpeldefekte heilen mit der Bohrmethode meist gut aus. „Am besten sind die Ergebnisse, wenn der Defekt etwa zwei Quadratzentimeter groß ist“, erläutert Prof. Diehl. Von Vorteil sei auch, dass die Mikrofrakturierung ein technisch einfach umzusetzendes Verfahren darstelle. Allerdings besitzt der neu entstandene Faserknorpel nicht die Qualität des hyalinen Originals – ähnlich wie die Asphaltfüllung, mit der ein Schlagloch auf der Straße repariert wird, nicht an den ursprünglichen Belag heranreicht.

### OSTEOCHONDRALE TRANSPLANTATION Die Verpflanzung von Knorpel-Knochen-Zylindern

**Die Methode:** Diese bereits 1960 erstmals durchgeführte Prozedur eignet sich vor allem dann, wenn auch der Knochen unter dem Knorpel verletzt ist. Bei dem Verfahren entnimmt der Operateur einen zylinderförmigen Ausschnitt unbeschädigten Knorpels mitsamt etwas Knochengewebe aus einem gering belasteten Teil des Kniegelenks. Anschließend schlägt er das Transplantat mit einem leichten Hammer behutsam in die geschädigte und ausgestanzte Stelle ein.

Nach dem Dübelprinzip ist der Zylinder einen Millimeter größer als die Lücke, dies sorgt für eine Pressfit-Verankerung. Die Ver-

pflanzung passiert in einem einzigen Eingriff, entweder offen oder per Gelenkspiegelung.

**Die Erfolgsaussichten:** Die osteochondrale Transplantation (OCT), wie der Fachbegriff lautet, stellt eine bewährte Therapie für maximal drei bis vier Quadratzentimeter große Knorpel-Knochen-Schäden am Knie oder oberen Sprunggelenk dar. „Im Allgemeinen gute knöcherne Einheilung“, urteilt die Gesellschaft für Knorpelregeneration. „Anatomisch gesehen ist das Verfahren sogar besonders hochwertig, weil das Transplantat aus dem gesunden Originalknorpel mitsamt Knochen besteht“, ergänzt My Life-Experte Prof. Diehl.

Die Technik gilt jedoch als anspruchsvoll. Fehlt dem Operateur die Erfahrung, bestimmt er bei der Entnahme des Transplantat-Zylinders womöglich den falschen Radius, sodass dessen Oberfläche nach dem Einsetzen nicht deckungsgleich mit dem restlichen Knorpel abschließt. In den meisten Vergleichsstudien schneidet das OCT-Verfahren besser ab als die Mikrofrakturierung, aber im Langzeitergebnis schlechter als die matrixgestützte autologe Chondrozytentransplantation MACT.

### MINCED CARTILAGE Das Einsetzen von Knorpel-Schnipseln

**Die Methode:** Das derzeit modernste Verfahren in der gelenkerhaltenden Chirurgie nennt sich Mincned Cartilage (von engl. to mince = zerhacken, zerkleinern; cartilage = Knorpel). Dabei entnimmt der Operateur etwas gesunden Knorpel aus dem Randbereich des Defekts und zerkleinert das Gewebe mit einem Spezialgerät in winzige Chips. Das Zerschneiden aktiviert die Chondrozyten in der Masse, sich zu teilen und neuen Knorpel zu produzieren. Die Schnipsel werden mit dem zuvor aufbereiteten Blut des Patienten vermischt. Noch während der OP klebt der Arzt die Knorpelpaste zurück in den Defekt. Kaum ist die Wunde vernäht, beginnen die aktivierten Knorpelzellen ihr Werk. Sie docken am umliegenden Knorpel an und bauen neues Gewebe zwischen den Zellen auf. Die meisten MCI-Eingriffe werden arthroskopisch durchgeführt.

**Die Erfolgsaussichten:** Die Implantation von Knorpelschnipseln ist noch relativ neu. Daher fehlen Langzeitdaten. Unbeantwortet ist auch die Frage, wie groß die behandelten Defekte maximal sein dürfen. „Die Kurzzeitergebnisse sind sehr vielversprechend“, urteilt immerhin die Gesellschaft für Knorpelregeneration. Schmerzen und Kniefunktion verbessern sich deutlich. MRT-Bilder bestätigen die sehr gute Qualität des Knorpelersatzmaterials. ◀

## So geht es nach dem Eingriff weiter

Entscheidend für das Anwachsen des Knorpels ist die gute Nachbehandlung. Entlastung: Für die ersten Wochen nach dem Eingriff erhalten Patienten Krücken, um Knie oder Sprunggelenk zu unterstützen. Direkt nach der OP startet die sanfte Mobilisierung durch eine CPM-Motorschiene. Nach fünf bis sechs Wochen erlaubt das Gelenk dann Krankengymnastik sowie die üblichen Alltagsbelastungen. Darf es anfangs nur eingeschränkt gebeugt werden, verschreibt der Arzt Orthesen, welche die Bewegungsfreiheit limitieren. Leichter Sport wie Wandern, Radfahren oder Schwimmen ist nach zwölf Wochen wieder möglich, je nach Begleiteingriffen und Zustand des Gelenks. Fürs Joggen gibt der Orthopäde meist nach sechs Monaten sein Okay, für Ski alpin oder Fußball nach zwölf Monaten. In manchen Fällen kann es aber bis zu 18 Monate dauern, bis das Implantat komplett ausgereift und voll belastungsfähig ist. Für die Reha nach einem knorpelchirurgischen Eingriff müssen Patienten also etwas Geduld mitbringen – doch das lohnt sich: Ohne den erfolgreichen Knorpelaufbau droht Betroffenen im Alter nicht selten ein künstliches Kniegelenk.