

M.F. Pietschmann¹ · A. Horng² · C. Glaser² · D. Albrecht³ · J. Bruns⁴ · S. Scheffler⁵ · S. Marlovits⁶ · P. Angele⁷ · M. Aurich⁸ · U. Bosch⁹ · J. Fritz¹⁰ · K.H. Frosch¹¹ · T. Kolombe¹² · W. Richter¹³ · J.P. Petersen¹⁴ · U. Nöth¹⁵ · P. Niemeyer¹⁶ · M. Jagodzinsky¹⁷ · P. Kasten¹⁸ · K. Ruhnau¹⁹ · P.E. Müller¹

¹ Orthopädische Klinik und Poliklinik, Ludwig Maximilians-Universität München – Campus Großhadern, München

² Institut für Klinische Radiologie, Ludwig Maximilians-Universität München – Campus Großhadern, München

³ Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen

⁴ Diakonie-Klinikum-Hamburg

⁵ Orthopädische Klinik, Charité - Universitätsmedizin Berlin

⁶ AKH Wien Universitätsklinik für Unfallchirurgie Wien

⁷ Abteilung für Unfallchirurgie, Universitätsklinik Regensburg

⁸ Klinik für Orthopädie, Friedrich-Schiller-Universität Jena

⁹ Zentrum für Orthopädische Chirurgie und Sporttraumatologie Hannover

¹⁰ Winghofer Medicum Rottenburg

¹¹ Klinik für Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, Universität Göttingen

¹² DRK-Krankenhaus Luckenwalde

¹³ Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg

¹⁴ Unfallchirurgische Klinik, Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf

¹⁵ Orthopädische Universitätsklinik Würzburg

¹⁶ Department Orthopädie und Traumatologie, Universität Freiburg

¹⁷ Unfallchirurgische Klinik, Medizinischen Hochschule Hannover

¹⁸ Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Universitätsklinikum, Technische Universität Dresden

¹⁹ Sankt Marien-Hospital Buer Gelsenkirchen

Nachbehandlung bei der autologen Chondrozytentransplantation

Eine Bestandsaufnahme und Empfehlung der AG Klinische Geweberegeneration der DGU/DGOOC

Hintergrund und Fragestellung

Brittberg et al. beschrieben 1994 [3] erstmalig die klassische autologe Chondrozytentransplantation (ACT) mit Periostlappenplastik. Seither wurde die Sicherheit und Effizienz der Methode zur Behandlung großer umschriebener Knorpeldefekte im Kniegelenk in zahlreichen Langzeitstudien belegt und hat sich im klinischen Alltag als Standardverfahren zur Behandlung von großen umschriebenen Knorpeldefekten im Kniegelenk etabliert [1, 3, 14, 15, 18, 20]. Die matrixge-

stützte autologe Chondrozytentransplantation (MACT), bei der die Chondrozyten auf eine resorbierbare Matrix aufgetragen oder in der Matrix kultiviert werden, stellt eine Weiterentwicklung der klassischen ACT dar [17]. Vorteile dieser Methode sind eine Stabilisierung und dreidimensionale Verteilung der Chondrozyten im Defekt sowie eine deutlich vereinfachte operative Handhabung.

Die klinischen Ergebnisse der MACT sind mit denen der klassischen ACT vergleichbar [2, 6, 12, 13]. Trotz der zunehmenden Ausweitung des Verfahrens be-

stehen noch viele Fragen hinsichtlich der optimalen postoperativen Therapie und Kontrolle des Operationsergebnisses.

Ziel unserer Untersuchung war es, in einem ersten Schritt eine aktuelle Bestandserhebung zu den aktuell angewandten Nachbehandlungen unter den

M.F. Pietschmann, D. Albrecht, J. Bruns, S. Marlovits, P. Angele, M. Aurich, U. Bosch, J. Fritz, K.H. Frosch, T. Kolombe, W. Richter, J.P. Petersen, U. Nöth, P. Niemeyer, M. Jagodzinsky, P. Kasten, K. Ruhnau, P.E. Müller sind Mitglieder der AG Klinische Geweberegeneration.

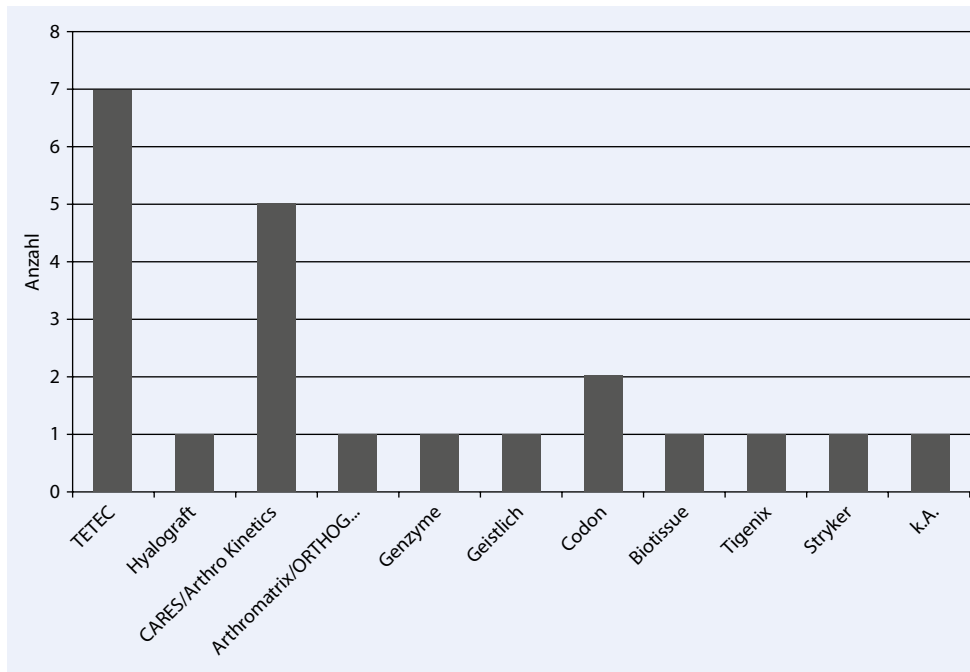


Abb. 1 ◀ Von den Befragten verwendete Produkte zur Therapie von fokalen Knorpel-/Knochenläsionen am Kniegelenk (Mehrfachnennung möglich)

Mitgliedern der AG Klinische Geweberegeneration durchzuführen. Auf diesen Daten basierend, erfolgte anschließend eine Diskussion innerhalb der AG, und die Erarbeitung einer Empfehlung zur Nachsorge nach erfolgter ACT im Sinne einer Expertenmeinung.

Material und Methoden

Alle Mitglieder der AG Klinische Geweberegeneration der DGU/DGOOC wurden zur Durchführung der postoperativen Behandlung und Nachsorge nach ACT anhand eines standardisierten Fragebogens für die Jahre 2009/2010 befragt. Die Beantwortung der Fragen erfolgte anonymisiert.

Der Fragebogen setzte sich aus 16 Fragen zusammen. Die Möglichkeiten zur Beantwortung variierten zwischen Check-boxen und freien Antworten. Neben den Basisdaten zu Häufigkeit der Anwendung des Verfahrens, Größe der Klinik etc. wurden differenzierte Nachbehandlungsschemata, Nachsorgeuntersuchungen und Empfehlungen zur Wiederaufnahme der sportlichen Betätigung erfragt. Mehrfachnennungen waren möglich.

Nach Auswertung der Ergebnisse erfolgte eine Recherche der internationalen Literatur zum Thema der Nachbehandlung der ACT. Die Ergebnisse der Befragung in-

klusiver der Literaturrecherche wurden auf dem AGA-Kongress 2011 und dem DKOU 2011 in öffentlichen Sitzungen der AG einem breitem Publikum vorgestellt und diskutiert. Hierauf erfolgt eine Diskussion der Daten innerhalb der Arbeitsgemeinschaft. Abschließend wurde ein Konsensuspapier, basierend auf den Ergebnissen der Befragung, den Angaben in der Literatur und den unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten in der flächendeckenden Versorgung einsetzbaren Möglichkeiten, von den Mitgliedern der AG Klinische Geweberegeneration zur Nachbehandlung nach ACT erarbeitet. Es handelt sich hierbei um eine Level-IVb-Empfehlung entsprechend den Klassifikationen der Richtlinien der evidenzbasierten Medizin (EbM).

Ergebnisse

Mitgliederbefragung

Basisdaten

An der Befragung beteiligten sich 18 der 29 angeschriebenen Institutionen (62%). Rund Dreiviertel der befragten Institutionen waren Universitätskliniken (72%), die restlichen verteilten sich auf Häuser der Grundversorgung (n=3) und Praxiskliniken (n=2). Die Verteilung hinsichtlich der fachlichen Ausrichtung war mit jeweils 7 unfallchirurgischen und unfallchi-

urgisch/orthopädischen Kliniken sowie 5 rein orthopädischen Kliniken gleichmäßig. Zweidrittel der Befragten verfügten über >50 Betten in ihrer Klinik. Fünfzehn Institutionen führen das Verfahren mehr als 10-mal pro Jahr durch, lediglich 3 hatten <10 Fälle/Jahr.

Operative Angaben

Keiner der Befragten wendete die konventionelle ACT mit der Periostlappenplastik an, alle verwenden zellbesiedelte Matrices (MACT) in ihren verschiedenen industriell angebotenen Formen (▣ **Abb. 1**). Dabei zeigte sich eine große Heterogenität der verwendeten Produkte mit Nennung von insgesamt 10 Anbietern (Mehrfachnennung möglich). Abhängig vom verwendeten Produkt und der hausinternen Philosophie variierten auch die Angaben zur Befestigung der Matrices im Defekt. Gleichhäufig (n=9) wurden Einzelknopfnähte und Fibrinkleberfixation genannt, gefolgt von Pin-Fixierung (n=4) und einer fortlaufenden Naht (n=1). Zwei Befragte führten keine Fixation des Implantats durch.

Nachbehandlung

Nahezu alle Befragten (94%) wenden in Abhängigkeit von der Lage des Defekts an den Femurkondylen oder der Patella/Trochlea spezifische, sich unterscheid-

M.F. Pietschmann · A. Horng · C. Glaser · D. Albrecht · J. Bruns · S. Scheffler · S. Marlovits · P. Angele · M. Aurich · U. Bosch · J. Fritz · K.H. Froesch · T. Kolombe · W. Richter · J.P. Petersen · U. Nöth · P. Niemeyer · M. Jagodzinsky · P. Kasten · K. Ruhnau · P.E. Müller

Nachbehandlung bei der autologen Chondrozytentransplantation. Eine Bestandsaufnahme und Empfehlung der AG Klinische Geweberegeneration der DGU/DGOOC

Zusammenfassung

Hintergrund. Die autologe Chondrozytentransplantation (ACT) hat sich seit ihrer Einführung in den klinischen Alltag zu einem Standardverfahren zur Behandlung von großen umschriebenen Knorpeldefekten im Kniegelenk etabliert. Trotz der zunehmenden Ausweitung des Verfahrens bestehen noch viele Fragen hinsichtlich der optimalen postoperativen Therapie. Ziel unserer Untersuchung war eine Bestandserhebung der Nachbehandlung bei den Mitgliedern der AG Klinische Geweberegeneration und basierend auf den Ergebnissen die Erstellung einer Empfehlung auf der Basis einer Expertenmeinung (Level IVb nach EBM).

Material und Methoden. Alle Mitglieder der AG Klinische Geweberegeneration wurden anhand eines standardisierten Fragebogens zu Nachbehandlungsschemata, Nachsorgeuntersuchungen und Empfehlungen zur Wiederaufnahme der sportlichen Betätigung nach ACT am Kniegelenk befragt.

Ergebnisse. Keiner der Befragten wendete die konventionelle ACT mit der Periostlappen-

plastik an, alle verwendeten zellbesiedelte Matrices (MACT). 94% der Befragten wenden in Abhängigkeit von der Lage des Defekts (femoral vs. patellar) spezifische Belastungs- und Bewegungseinschränkungen an. Die breiteste Übereinstimmung fand sich bei der Entlastung für durchschnittlich 6 Wochen nach femoraler MACT (78%). Hinsichtlich der Behandlung nach patellarer MACT variierten die Angaben zum Belastungsaufbau und der Bewegungslimitierung am stärksten. Regelmäßige postoperative MRT-Kontrollen werden durchgeführt, jedoch waren auch diese in Bezug auf Zeitpunkt und angewendete MRT-Sequenz starken Variationen unterworfen. Routinemäßige Second-look-Arthroskopien werden nicht durchgeführt. Circa 75% der Operateure empfehlen ihren Patienten eine Sportkarenz für 6–12 Monate nach MACT. Am häufigsten werden knieschonende Sportarten wie Radfahren (94%), Schwimmen (83%) oder Nordic Walking (44%) empfohlen.

Schlussfolgerungen. Klare Nachbehandlungsschemata existieren bisher nicht, obgleich eine Übereinstimmung zu elementaren Fragen wie der lokalisationsabhängigen differenzierten Bewegungseinschränkung und Belastung besteht. Die Magnetresonanztomographie (MRT) besitzt eine zentrale Rolle bei der routinemäßigen Nachkontrolle, aber auch hier liegen erheblich Unterschiede bei der Durchführung vor. Es bedarf einer weiteren Verbesserung der Empfehlungen zur Nachbehandlung nach MACT am Kniegelenk, um einen Standard zu entwickeln, der den behandelnden Ärzten Sicherheit gibt und einen besseren Vergleich der Ergebnisse nach MACT zwischen verschiedenen Patientengruppen ermöglicht.

Schlüsselwörter

Matrix · „Autologous chondrocyte implantation“ · Kniegelenk · Rehabilitation · Magnetresonanztomographie

Post-treatment rehabilitation after autologous chondrocyte implantation. State of the art and recommendations of the clinical tissue regeneration study group of the German Society for Accident Surgery and the German Society for Orthopedics and Orthopedic Surgery

Abstract

Background. Over the course of the past two decades autologous chondrocyte implantation (ACI) has become an important surgical technique for treating large cartilage defects. The original method using a periosteal flap has been improved by using cell-seeded scaffolds for implantation, the matrix-based autologous chondrocyte implantation (mb-ACI) procedure.

Material and methods. Uniform nationwide guidelines for post-ACI rehabilitation do not exist. A survey was conducted among the members of the clinical tissue regeneration

study group concerning the current rehabilitation protocols and the members of the study group published recommendations for postoperative rehabilitation and treatment after ACI based on the results of this survey.

Results. There was agreement on fundamentals concerning a location-specific rehabilitation protocol (femoral condyle vs. patellofemoral joint). With regard to weight bearing and range of motion a variety of different protocols exist. Similar to this total agreement on the role of magnetic resonance imaging (MRI) for postsurgical care

was found but again a great variety of different protocols exist.

Conclusions. This manuscript summarizes the recommendations of the members of the German clinical tissue regeneration study group on postsurgical rehabilitation and MRI assessment after ACI (level IVb/EBM).

Keywords

Matrix · Autologous chondrocyte implantation · Knee · Rehabilitation · Magnetic resonance imaging

dende Belastungs- und Bewegungseinschränkungen an. Innerhalb der lokalisationsabhängigen Nachbehandlungsschemata gab es jedoch teilweise erhebliche Unterschiede hinsichtlich Bewegungslimitierung und Belastungsaufbau. Die breiteste Übereinstimmung fand sich bei der Entlastung für durchschnittlich 6 Wo-

chen nach femoraler MACT (78%). Hinsichtlich der Behandlung nach patellarer MACT variierten die Angaben zum Belastungsaufbau und der Bewegungslimitierung am stärksten.

Die Mehrzahl der Operateure führen regelmäßig postoperative MRT-Kontrollen durch, jedoch waren auch diese in Be-

zug auf Untersuchungszeitpunkt und angewendete MRT-Sequenz starken Variationen unterworfen. Routinemäßige Second-look-Arthroskopien werden ausschließlich bei klinischem Bedarf durchgeführt. Circa 75% der Operateure empfehlen ihren Patienten eine Sportkarenz für 6–12 Monaten nach MACT. Am häu-

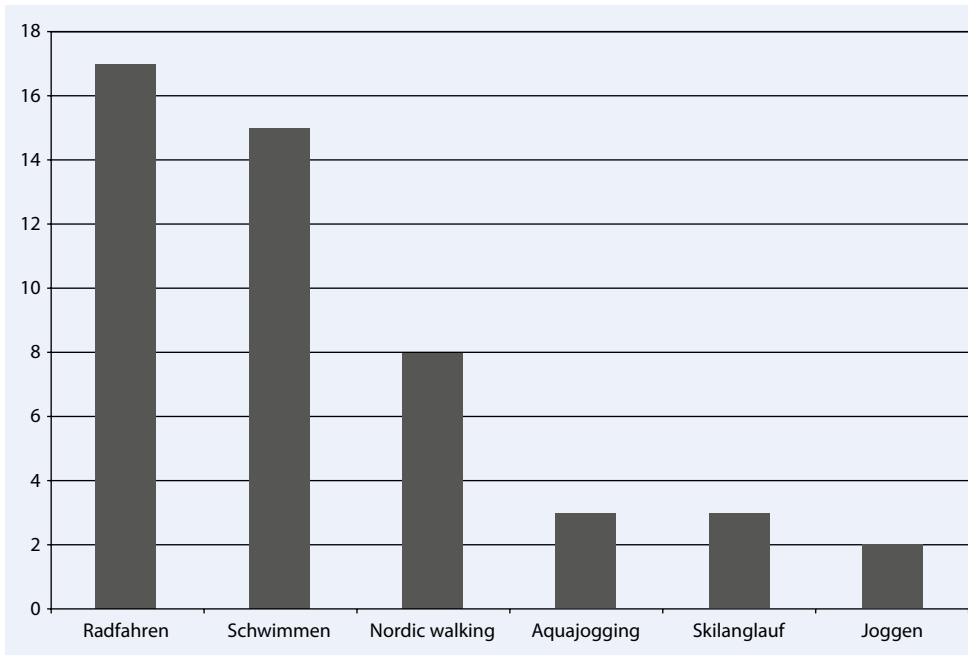


Abb. 2 ◀ Von den Befragten empfohlene Sportarten nach MACT am Kniegelenk. Mehrfachnennung möglich

Infobox 1: Empfehlung Nachbehandlung femoraler Defekte

- Keine Bewegungslimitierung
- Bodenkontakt für 6 Wochen, anschl. Steigerung 15–20 kg/Woche
- CPM ab Redon-Zug; 3–8 h/Tag
- Übungen/KG mit geschlossener kinematischer Kette
- Übungen/KG offene kinematische Kette mit limitiertem Bewegungsumfang abhängig von Defektlage
- Sportbeginn ab der 6. Woche mit: Radfahren, Rudern, Schwimmen (FS)
- Ab 3. Monat Low-impact-Sport erlaubt
- Ab. (12.) 16. Monat High-impact-Sport erlaubt
- Alternativ schneller Belastungsaufbau [21]
 - Woche 1–2: 20% BW
 - Woche 3–4: 50% BW
 - Woche 5–6: volle BW [4, 7, 18]

Infobox 2: Empfehlung Nachbehandlung retropatellarer Defekte

- Vollbelastung in Extension bei Bewegungslimitierung durch Orthese
- Extension/Flexion
 - Woche 1–2: 0–30°
 - Woche 3–4: 0–60°
 - Woche 5–6: 0–80°
- Entlastung beim Treppensteigen
- CPM ab Redon-Zug; 3–8 h/Tag
- Übungen/KG mit geschlossener kinematischer Kette
- Übungen/KG offene kinematische Kette mit limitiertem Bewegungsumfang abhängig von Defektlage
- Sportbeginn ab der 6. Woche mit: Radfahren, Rudern, Schwimmen (FS)
- ab 3. Monat Low-impact-Sport erlaubt
- ab. (12.) 16. Monat High-impact-Sport erlaubt [3, 4, 18]

figsten werden „kniechonende“ Sportarten wie Radfahren (94%), Schwimmen (83%) oder Nordic Walking (44%) empfohlen (■ **Abb. 2**).

Nachfolgend werden die von den Mitgliedern der AG Klinische Geweberegeneration nach Diskussion unter Einbeziehung der aktuellen Literatur erarbeiteten Empfehlungen zur Nachbehandlung nach MACT dargestellt. Hierbei handelt es sich um eine Expertenmeinung auf Basis eines Konsens (Level IVb nach EbM).

Empfehlung zur Nachbehandlung nach MACT

Empfehlung zur Nachbehandlung bei femoralen Defekten

Es ist keine Bewegungslimitierung des Kniegelenks erforderlich; ggf. kann für die ersten 24 h postoperativ, solange die Drainage einliegt, eine Limitierung der Beweglichkeit erfolgen. Der Belastungsaufbau erfolgt schrittweise. Bodenkontakt für 6 Wochen, danach erfolgt eine

Steigerung der Belastung um 15–20 kg/Woche. Bis zum Erreichen der Vollbelastung erfolgt eine Thromboseprophylaxe [5, 8, 21].

Die krankengymnastische/physikalische Therapie beginnt ab Zug der Drainage mit einer CPM-Behandlung („continuous passive motion“) für 3–8 h/Tag, in der Regel für 6 Wochen postoperativ. Hinzu kommen krankengymnastische Übungen mit einer geschlossenen kinematischen Kette. Abhängig von der Defektlage können krankengymnastische Übungen mit einer offenen kinematischen Kette mit limitiertem Bewegungsumfang durchgeführt werden.

Sportbeginn wird ab der 6. Woche empfohlen. Es soll mit Radfahren, Rudern und Schwimmen (Freistil) begonnen werden. Für das Training mit Geräten (Radfahren/Rudern) gilt, dass mit einer hohen Frequenz aber geringer Belastung trainiert wird. Ab dem 3. Monat postoperativ sind Low-impact-Sportarten erlaubt. Ab ca. dem 12. bis 16. Monat postoperativ dürfen High-impact-Sportarten wieder aufgenommen werden. Generell sollten High-impact-Sportarten gemieden bzw. in ihrem Umfang der Betätigung reduziert werden.

Alternativ kann, wenn notwendig, ein schneller Belastungsaufbau erfolgen, wenn die Defektgröße, Defektlokalisierung, die Patientcompliance und die

Infobox 3: Fragebogen zur Nachbehandlung bei autologer Chondrozytentransplantation am Kniegelenk

AG Gewebeersatz und Geweberegeneration der DGU/DGOOC

Fragebogen

1. Sie arbeiten in einer
 - a) Universitätsklinik
 - b) Versorgungsklinik
 - c) Praxisklinik
2. Art der Klinik/Abteilung
 - a) Orthopädie
 - b) Unfallchirurgie
 - c) Gemischt
 - d) Allgemeinchirurgie
3. Größe der Klinik/Abteilung
 - a) <50 Betten
 - b) >50 Betten
4. Art der durchgeführten Chondrozytentransplantation im Jahr 2008 und 2009
 - a) Matrixgestützte ACT
 - b) Klassische Periost ACT
 - c) Beides (ggf. Zeitpunkt des Wechsels der Methode angeben)
5. Anzahl durchgeführter ACT pro Kalenderjahr
 - a) MACT: <10 10–20 >20
 - b) Periost ACT: <10 10–20 >20
6. Verwendetes Produkt/Firma _____
7. Art der Fixierung des Scaffolds (MACT)/Periost
 - a) Einzelnaht
 - b) Fortlaufende Naht
 - c) Pins
 - d) Fibrinkleber
 - e) Keine Fixierung
8. Unterscheidet sich die Nachbehandlung in Abhängigkeit der anatomischen Lage (femoral vs. retropatellar/Gleitrinne)? Ja Nein
9. Geben sie bitte kurz die wichtigsten Eckpunkte der Nachbehandlung an.
 - a) Femoraler Defekt
 - Schema Belastungsaufbau
 - Schema Bewegungslimitierung
 - b) Retropatellarer Defekt
 - Schema Belastungsaufbau
 - Schema Bewegungslimitierung
10. Führen Sie selbst die Nachuntersuchungen postoperativ durch? Ja Nein
11. In welchen Abständen finden die klinischen Kontrollen statt und bis zu welchem Zeitpunkt postoperativ.
12. Führen Sie MRT-Untersuchungen des operierten Kniegelenkes postoperativ durch? Ja Nein
13. Falls bei Frage 11 mit Ja geantwortet, geben Sie bitte an, in welchen Abständen die MRT-Kontrollen stattfinden und bis zu welchem Zeitpunkt postoperativ.
14. Welche MRT-Sequenzen verwenden Sie zur Darstellung des Transplantats (Spezialsequenzen, wie T2-Relaxationszeit, dGEMRIC o.a.?)
15. Führen Sie routinemäßig „Second-look-Arthroskopien“ durch? Ja Nein
16. Wie sind Ihre Empfehlungen zum Zeitpunkt der Aufnahme sportlicher Aktivitäten nach ACT/MACT?
 - a) Für wie viele Monate empfehlen Sie eine absolute Sportkarenz? 3 6 9 12 15
andere Empfehlung: _____
 - b) Welche Sportarten empfehlen Sie? _____
 - c) Welche Sportarten „verbieten“ Sie bzw. empfehlen Sie, nicht durchzuführen? _____
 - d) Wann darf mit den empfohlenen Sportarten begonnen werden? _____

Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit und freuen uns auf eine interessante Diskussion in Berlin!

Prof. Dr. med. Peter Müller
Dr. med. Matthias Pietschmann

motorisch koordinativen Patientenfähigkeiten dies erlauben. In einer randomisierten Untersuchung konnten keine negativen klinischen und radiologischen Effekte des schnellen Belastungsaufbaus im mittelfristigen Verlauf mit 2 Jahren Nachbeobachtungszeit gefunden werden. Hier wird das folgende Belastungsschema empfohlen: Woche 1–2: 20% Körpergewicht, Woche 3–4: 50% Körpergewicht, Woche 5–6: volles Körpergewicht ([21], s. **Infobox 1**).

Empfehlung zur Nachbehandlung bei retropatellaren/trochleären Defekten

Eine Vollbelastung in Streckstellung ist nach Zug der Drainage bei Bewegungs-limitierung des Kniegelenks durch eine Orthese direkt postoperativ erlaubt. Die krankengymnastische/physikalische Therapie beginnt ab Zug der Drainage mit einer CPM-Behandlung („continuous passive motion“) für 3–8 h/Tag. Hinzu kommen krankengymnastische Übungen mit einer geschlossenen kinematischen Kette. Abhängig von der Defektlage und -größe können auch krankengymnastische Übungen mit einer offenen kinematischen Kette mit limitiertem Bewegungsumfang durchgeführt werden [4, 5, 21].

Die Freigabe des Bewegungsumfanges wird wie folgt empfohlen – Flexion/Extension:

- Woche 1–2: 0–30°,
- Woche 3–4: 0–60°,
- Woche 5–6: 0–80°.

Bei Zunahme des Bewegungsumfanges ist auf eine Entlastung beim Treppensteigen zu achten, um das Transplantat vor Druckspitzen zu schützen. Der Sportbeginn erfolgt ebenfalls ab der 6. Woche mit Radfahren, Rudern, Schwimmen (Freistil), ab dem 3. Monat sind Low-impact-Sport erlaubt, ab ca. dem 12. bis 16. Monat High-impact-Sport. Es gelten hier die gleichen Grundsätze für die sportliche Betätigung, wie sie bei den femoralen Defekten bereits ausgeführt worden sind (s. **Infobox 2**).

Empfehlung zur MRT-radiologischen Nachkontrolle nach MACT

Für die postoperativen Kontrolluntersuchungen von Patienten nach MACT existieren aktuell keine evidenzbasierten Untersuchungen, die ein dediziertes Protokoll oder Untersuchungszeiträume empfehlen. An unserem Institut führen wir für die Nachuntersuchungen ein Protokoll durch, das in jedem Fall moderat T2-gewichtete fettsupprimierte TSE-Sequenzen und hochaufgelöste T1-gewichtete dreidimensionale (3D-)Gradientenechosequenzen (GRE) ebenfalls mit Fettunterdrückung beinhaltet. Beide Techniken können nach unserer Erfahrung komplementäre Informationen über das Knorpeltransplantat liefern [9, 19]. Dieses Protokoll ist kompatibel zu den 2007 publizierten Empfehlungen zur allgemeinen muskuloskelettalen MRT-Bildgebung der Arbeitsgemeinschaft MSK der Deutschen Röntgen Gesellschaft (DRG).

Die moderate T2-gewichtete TSE-Sequenz mit Fettunterdrückung (TR 3950, TE 30, Matrix 512×256, FOV 160, BW 110 Hz/Px, ETL 7) visualisiert das Binnensignal des Knorpeltransplantats sowie angrenzende subchondrale Veränderungen. Die hochaufgelöste T1-gewichtete 3D-GRE ist als FLASH („fast low angle shot“: Tr 21, TE 9, FA 25, Matrix 512×512, FOV 160, BW 90) mit selektiver Wasseranregung akquiriert, die eine detaillierte Darstellung der Knorpeloberfläche erlaubt und ggf. auch nach i. v.-KM-Gabe verwendet werden kann.

Die Schichtführung ist abhängig von der Lokalisation des Transplantats. Für femorale Transplantate werden koronare und sagittale, für retropatellare oder trochleäre Transplantate axiale und sagittale Schichten akquiriert, um Transplantat und Umgebung jeweils in 2 Ebenen abzubilden.

Untersuchungszeitpunkte sind 3 Monate, 12 Monate und dann weiter jährlich postoperativ. Zusätzlich quantifizieren wir die T2-Relaxationszeit des Knorpels, die mit Wassergehalt und Kollagenfaserarchitektur korreliert und Verlängerungen über die Zeit erfassen kann [7, 11, 16].

Hinsichtlich der strukturierten Bewertung des Transplantats bzw. des

Knorpelregenerats wird empfohlen, sich an dem aus 9 Variablen bestehenden MOCART-Score („magnetic resonance observation of cartilage repair tissue“) zu orientieren. So kann ein hohes Maß an Vergleichbarkeit von MRT-Befunden im zeitlichen Verlauf erreicht und eine Grundlage für die Durchführung von multizentrischen Studien geschaffen werden [10].

Abschließende Bemerkung

Die vorgelegte Arbeit stellt eine Empfehlung auf Expertenmeinung dar (Level IVb nach EbM). Die derzeitige Studienlage lässt keine wissenschaftlich klar belegten Empfehlungen zur Nachbehandlung nach MACT am Kniegelenk zu.

Die AG Klinische Geweberegeneration plant den Aufbau eines „Knorpelregisters“, in welchem prospektiv Daten zur Behandlung von Knorpeldefekten und deren Ergebnis erhoben werden. Nur auf der Datenbasis eines solchen Registers, in Analogie zu ähnlichen Registern aus der Endoprothetik, kann langfristig eine evidenzbasierte Therapieempfehlung entstehen.

Fazit für die Praxis

Klare Nachbehandlungsschemata zur MACT existieren bisher nicht, obgleich überwiegend Übereinstimmung zu elementaren Fragen wie der Lokalisationsabhängigen differenzierten Bewegungseinschränkung und Belastung besteht. Die MRT besitzt eine zentrale Rolle bei der routinemäßigen Nachkontrolle, aber auch hier liegen erheblich Unterschiede bei der Durchführung vor.

Es bedarf einer weiteren Optimierung und Vereinheitlichung der Empfehlungen zur Nachbehandlung nach MACT am Kniegelenk, um einen Standard zu entwickeln, der den behandelnden Ärzten Sicherheit gibt und einen besseren Vergleich der Ergebnisse nach MACT zwischen verschiedenen Patientengruppen ermöglicht. Dies kann nur durch eine multizentrisch angelegte Erfassung von Daten zur Knorpeltherapie, einem „Knorpelregister“ erreicht werden (s. **Infobox 3).**

Korrespondenzadresse

Dr. M.F. Pietschmann

Orthopädische Klinik und Poliklinik,
Ludwig Maximilians-Universität München –
Campus Großhadern
Marchioninistraße 15, 81377 München
matthias.pietschmann@med.uni-muenchen.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Aurich M, Anders J, Trommer T et al (2007) Autologous chondrocyte transplantation by the sandwich technique. A salvage procedure for osteochondritis dissecans of the knee. *Unfallchirurg* 110(2):176–179
2. Bartlett W, Skinner JA, Gooding CR et al (2005) Autologous chondrocyte implantation versus matrix-induced autologous chondrocyte implantation for osteochondral defects of the knee: a prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg Br* 87(5):640–645
3. Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A et al (1994) Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Engl J Med* 331(14):889–895
4. Gobbi A, Kon E, Berruto M et al (2009) Patellofemoral full-thickness chondral defects treated with second-generation autologous chondrocyte implantation: results at 5 years' follow-up. *Am J Sports Med* 37(6):1083–1092
5. Hambly K, Bobic V, Wondrasch B et al (2006) Autologous chondrocyte implantation postoperative care and rehabilitation: science and practice. *Am J Sports Med* 34(6):1020–1038
6. Henderson I, Francisco R, Oakes B, Cameron J (2005) Autologous chondrocyte implantation for treatment of focal chondral defects of the knee—a clinical, arthroscopic, MRI and histologic evaluation at 2 years. *Knee* 12(3):209–216
7. Horng AP, I, Pietschmann M et al (2009) Longitudinal evolution of T2 relaxation time in matrix-based autologous chondrocyte transplantation (MACI) – A 2 year follow-up study. *RSNA, Chicago*
8. Kreuz PC, Steinwachs M, Erggelet C et al (2007) Importance of sports in cartilage regeneration after autologous chondrocyte implantation: a prospective study with a 3-year follow-up. *Am J Sports Med* 35(8):1261–1268
9. Marlovits S, Mamisch TC, Vekszler G et al (2008) Magnetic resonance imaging for diagnosis and assessment of cartilage defect repairs. *Injury* 39(Suppl 1):13–25
10. Marlovits S, Striessnig G, Resinger CT et al (2004) Definition of pertinent parameters for the evaluation of articular cartilage repair tissue with high-resolution magnetic resonance imaging. *Eur J Radiol* 52(3):310–319
11. Mosher TJ, Dardzinski BJ (2004) Cartilage MRI T2 relaxation time mapping: overview and applications. *Semin Musculoskelet Radiol* 8(4):355–368
12. Niemeyer P, Steinwachs M, Erggelet C et al (2007) Autologous chondrocyte implantation for the treatment of retropatellar cartilage defects: clinical results referred to defect localisation. *Arch Orthop Trauma Surg* 128(11):1223–1231
13. Ochs BG, Muller-Horvat C, Rolauffs B et al (2007) Treatment of osteochondritis dissecans of the knee: one-step procedure with bone grafting and matrix-supported autologous chondrocyte transplantation. *Z Orthop Unfall* 145(2):146–151
14. Peterson L, Brittberg M, Kiviranta I et al (2002) Autologous chondrocyte transplantation. *Biomechanics and long-term durability. Am J Sports Med* 30(1):2–12
15. Peterson L, Minas T, Brittberg M et al (2000) Two- to 9-year outcome after autologous chondrocyte transplantation of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 374:212–234
16. Raya JG, Horng A, Dietrich O et al (2009) Voxel-based reproducibility of T2 relaxation time in patellar cartilage at 1.5 T with a new validated 3D rigid registration algorithm. *MAGMA* 22(4):229–239
17. Schewe B, Fritz J, Gaissmaier C, Weise K (2006) Cartilage cell transplant: surgical technique with matrix-associated chondrocytes. *Unfallchirurg* 109(7):577–582
18. Steinwachs MR, Erggelet C, Lahm A, Gohlke-Steinwachs U (1999) Clinical and cell biology aspects of autologous chondrocytes transplantation. *Unfallchirurg* 102(11):855–860
19. Trattng S, Ba-Ssalamah A, Pinker K et al (2005) Matrix-based autologous chondrocyte implantation for cartilage repair: noninvasive monitoring by high-resolution magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging* 23(7):779–787
20. Wasiak J, Clar C, Villanueva E (2006) Autologous cartilage implantation for full thickness articular cartilage defects of the knee. *Cochrane Database Syst Rev* 3:CD003323
21. Wondrasch B, Zak L, Welsch GH, Marlovits S (2009) Effect of accelerated weightbearing after matrix-associated autologous chondrocyte implantation on the femoral condyle on radiographic and clinical outcome after 2 years: a prospective, randomized controlled pilot study. *Am J Sports Med* 37(Suppl 1):88–96