

Jörg Jerosch, Gebhard Schmid

# Geniculare arterielle Embolisation (GAE) zur Schmerztherapie bei der Gonarthrose

## Anatomie, Technik und Evidenz

### Zusammenfassung:

Im vorliegenden Artikel werden die Möglichkeiten der Schmerzbehandlung bei der Gonarthrose durch die Embolisation synovialer Gefäße dargestellt. Hierzu werden einleitend die Ursachen der Kniearthrose dargestellt sowie die momentan leitliniengerechte Behandlung erläutert. Viele Patienten haben Komorbiditäten und Komedikationen, welche die Anwendung von NSAR erschweren. Hier bietet sich eine gute Möglichkeit zur Embolisation.

### Schlüsselwörter:

Knie, Arthrose, Schmerzmanagement, Embolisation

### Zitierweise:

Jerosch J, Schmid G: Geniculare arterielle Embolisation (GAE) zur Schmerztherapie bei der Gonarthrose. Anatomie, Technik und Evidenz. OUP 2021; 10: 165–169. DOI 10.3238/oup.2021.0165–0169

### Einleitung

Die Gonarthrose ist eine degenerative Erkrankung, deren Verlauf nicht umkehrbar ist und die mit deutlicher Einschränkung der physischen Aktivität und Lebensqualität aufgrund chronischer Schmerzen einhergehen kann. Die Arthrose ist eine multifaktoriell bedingte, degenerative Erkrankung von Gelenken; sie führt zu schmerzhaften Funktionseinschränkungen bis hin zum weitgehenden Funktionsverlust. Eine einheitliche Beschreibung der resultierenden pathogenetischen Vorgänge ist nicht möglich. Ätiologische Faktoren sind neben molekulargenetischen Komponenten, altersbedingte Veränderungen, mechanische Fehl- und Überbelastungen, metabolische Einflüsse (metabolisches Syndrom), neurologische Ursachen oder eine entzündliche Genese.

Der typische Patient ist

- älter als 45 Jahre [30],
- hat mehr als eine Komorbidität [36],

- nimmt verschiedene Medikamente (Komedikation) [30],
- hat neben einer Arthrose auch andere altersbedingte muskuloskelettale Erkrankungen [11].

### Konservative Behandlung der Arthrose

Die konservative Therapie beinhaltet eine Anpassung des Lebenswandels, Analgetika, Physiotherapie und Gewichtsverlust und ist im Rahmen der aktuell gültigen AWMF-Leitlinie abgebildet ([www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/033-004.html](http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/033-004.html)). Im Rahmen dieser Leitlinie wird insbesondere auch deutlich, dass die Mehrzahl der von einer Gonarthrose betroffenen Patienten Komorbiditäten [36] besitzen oder eine Co-Medikation benötigen [30], welche die Verwendung von nicht-steroidalen Antirheumatika als kontraindiziert ansehen lässt [35]. Hier erlaubt die Leitlinie dann relativ zeitnah unter anderem intraartikuläre Thera-

pien wie die Injektion von Glukokortikoiden oder Hyaluronsäure-Präparaten [12, 31].

Die unkontrollierte wiederholte Gabe von Kortisonpräparaten intraartikulär führt zu einer negativen Beeinflussung des verbleibenden Gelenkknorpels [22, 23].

In letzter Zeit gibt es auch Ansätze der Stammzellenanwendung bei der Arthrosetherapie. Hier werden in der Regel ein- bis mehrmalige Infiltrationen durchgeführt. Der Wirkmechanismus ist hierbei noch nicht geklärt; ein antiinflammatorischer Einfluss ist hier eher zu unterstellen als eine Gewebeneubildung durch die applizierten Zellen [2, 6, 9, 14, 33]. Gelegentlich werden auch Kombinationen mit chirurgischen Maßnahmen wie beispielsweise korrigierenden Osteotomien vorgeschlagen [14, 16, 32, 34, 38]. McIntyre et al. [25] hatten in einem systematischen Review die klinisch relevanten Ergebnisse der letzten Jahre zusammenge-

## Genicular artery embolisation (GAE) for pain management in knee osteoarthritis

### Anatomy, technique and evidence

**Summary:** The present article describes the possibilities of synovial embolisation in the management of knee osteoarthritis. We present the etiology of knee osteoarthritis as well as the guideline orientated treatment. Many patients have comorbidities and comedications which does not allow the use of NSAR. Especially in this patient group the embolization seems to be a good option.

**Keywords:** Knee osteoarthritis, pain management, embolisation

**Citation:** Jerosch J, Schmid G: Genicular artery embolisation (GAE) for pain management in knee osteoarthritis. Anatomy, technique and evidence.

fasst. Es handelt sich in der Regel um nicht kontrollierte Fallserien mit einer Patientenzahl im niedrigen einstelligen Bereich oder um Fallberichte. Statistisch qualitativ höhere Arbeiten sind erst kürzlich erschienen, so dass man in den nächsten Jahren von einer Verbesserung der Evidenz ausgehen kann.

Die Embolisation der Kniegefäße ist bisher vornehmlich bei intraartikulären Blutungen (z.B. bei Hämophiliepatienten) eingesetzt worden. Es zeigt sich zunehmendes Interesse auch bei der Behandlung der Schmerzen im Rahmen einer Kniearthrose. Eine Erweiterung des Behandlungsspektrums durch eine Embolisation der Kniekapselgefäße ist hier sicherlich von Interesse.

### Grundlagen GAE

Eine Schmerzquelle bei der Gonarthrose ist die proliferative hypertrophe Synovialitis mit einer Neoangiogenese. Angiographisch kommt dieses Phänomen mit dem sogenannten periartikulären Blush mit Kontrastmittelanreicherung und hypertrophen Gefäßen zur Darstellung. Dieser anatomische Bereich ist das Ziel der Embolisation.

Die Embolisation kann für milde bis moderate radiologisch nachweisbare Arthrosen (Kelgreen-Lawrence Score I-II) (Tab. 1) in diesem Spannungsfeld der möglichen Therapieformen eine Option darstellen. Die Angiogenese spielt in der Pathophysiologie der Osteoarthrose eine entscheidende Rolle [21]. Die arthrosebedingte Inflammation begünstigt die Angiogenese auf-

grund der Makrophagenaktivität. Blutgefäße und Nervenwachstum sind verbunden mit der Freisetzung von proangiogenetischen Faktoren wie z.B. Vascular Endothelial Growth Factor, -Nerve-Growth-Faktor und Neuropeptiden. Über derartige Mechanismen kann die Angiogenese zu strukturellen Schädigungen des Gelenkknorpels und zu Schmerzen führen.

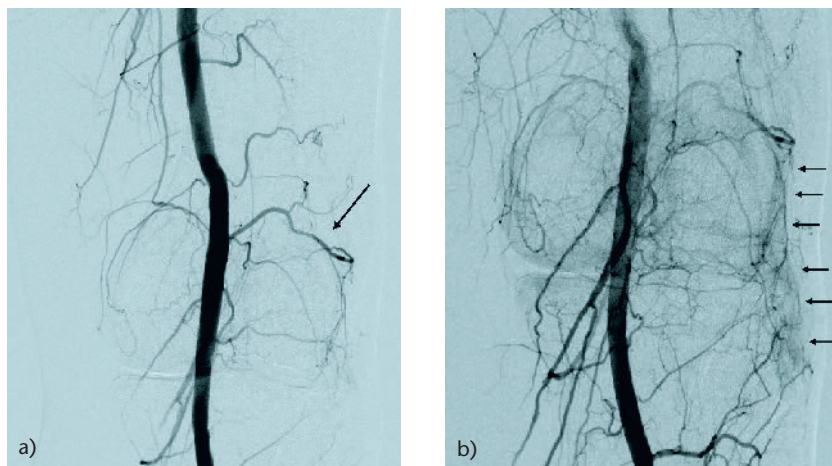
Ashraf et al. [1] zeigten in Tierversuchen, dass bei Zuführung spezifischer angiogenetisch hemmender Substanzen nach Meniskusresektionen eine signifikante Reduktion der synovialen und osteochondralen Angiogenese stattfindet. Gleichfalls kommt es zur Reduktion der synovialen Inflammation der Gelenkschädigung und der Schmerzen.

Korchi et al. [18] zeigten bei 6 Hunden vor und 12 Wochen nach vorderem Kreuzbandverlust im MR einen deutlichen Zuwachs der synovialen Vaskularität in den osteoarthrotischen Gelenken.

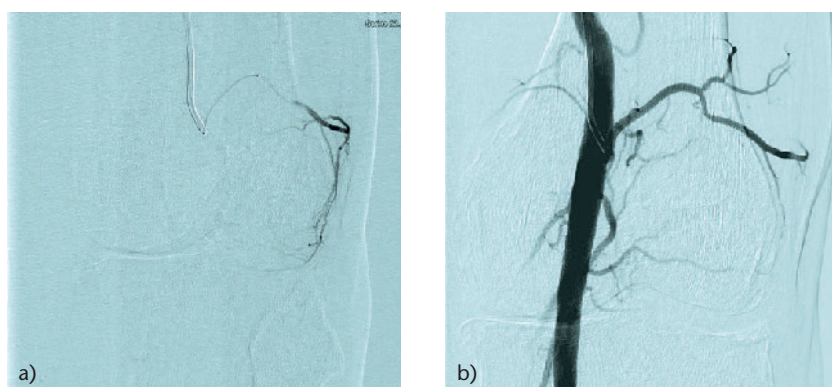
### Technik der GAE

Unter anderem von Kolber et al. (2017) und Little [20] (CIRSE 2019) wurde die Technik wie folgt beschrieben: In üblicher angiographischer Technik wird eine 4F- oder 5F-Schleuse antegrad in die A. fem. superficialis ipsilateral eingebracht und die Beinarterien bis zum Unterschenkel dargestellt. Besondere Aufmerksamkeit findet dabei die Darstellung der periartikulären Arterien um das Kniegelenk. Bei der angiographischen Darstellung stellt sich

die inflammatorisch veränderte Synovia des Kniegelenks zumindest partiell als stark kontrastmitteldurchströmte Struktur mit deutlicher KM-Anfärbung aufgrund der Hypervaskularisation und Hyperperfusion dar. Ist dies nicht der Fall, macht auch eine Embolisation keinen Sinn. Über die Schleuse wird ein 4-5F-Führungskatheter eingebracht, oft mit abgewinkelter Spitze, um die Ostien der teils rechtwinklig aus der A. poplitea abgehenden Kniearterien zu sondieren. Man sucht insbesondere diejenigen Kniearterien auf, die zu den hypervaskularisierten Synoviaabschnitten ziehen und den typischen „blush“, d.h. die KM-Anfärbung nach Injektion aufweisen. Über den Führungskatheter wird mittels Mikrodraht ein Mikrokatheter eingebracht, um das betroffene Gefäß möglichst weit distal zu sondieren und so früh abgehende Seitäste ohne „blush“ zu verschonen. Nach erneuter KM-Injektion und Überprüfung des Verteilungsmusters wird abschließend die Embolisation durchgeführt. Vor Beginn der Embolisation werden Eispackungen um das Knie platziert um die Durchblutung der Haut zu reduzieren und so das Risiko einer möglichen kutanen Fehl-embolisation zu mindern. Äußerste Vorsicht sollte auch darauf verwendet werden, zum Knochen ziehende Arterien nicht mitzuembolisieren, was üblicherweise durch die distale Lage des Mikrokatheters in Kapselgefäßen gelingt. Zur Embolisation werden unterschiedliche Materialien verwendet (Abb. 4).



**Abbildung 1** Angiogramm des linken Knie mit Darstellung der früharteriellen Phase (Abb. 1a) und der Parenchymphase (Abb. 1b). Es zeigt sich eine deutliche Kontrastmittel-Anschoppung im Sinne einer Hyperämie über dem lateralen Femurkondylus und am lateralen Tibiaplateau (Pfeile in 1b), mediallyseitig kein relevanter „KM-Blush“. Die Versorgung erfolgt vorwiegend über die Arteria superior lateralis genus (Pfeil in 1a).



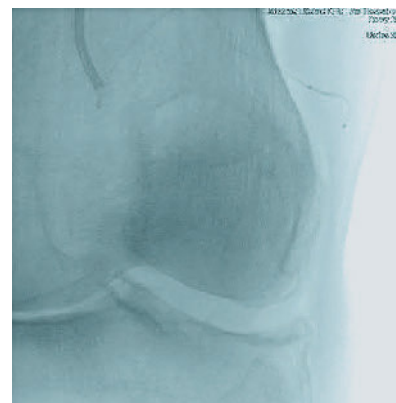
**Abbildung 3** Darstellung der peripheren Kapselgefäße im Versorgungsgebiet der Arteria superior lateralis genus vor (Abb. 3a) und nach (Abb. 3b) Embolisierung mit Partikeln 100–300 µm. Es zeigt sich nach Embolisierung ein Verschluss der Kapselgefäße ohne weitere KM-Anfärbung der Kapsel.

Japanische Arbeitsgruppen bevorzugen Flüssigembolisate, die nur partiell über Stunden zu einem Gefäßverschluss führen. Andere europäische Arbeitsgruppen haben gute Ergebnisse mit permanenten Partikelembolisaten nachgewiesen, wie sie z.B. auch in der Leber verwendet werden. Hierbei ist die Partikelgröße von entscheidender Bedeutung. Diese sollte nach aktuellem Kenntnisstand zwischen 300–500 µm liegen, da diese Partikel die zuführenden kleinen Arterien zuverlässig verschließen, jedoch die Mikrostrombahn offen lassen und so nicht zu Nekrosen führen bzw. das Risiko dafür hochgradig reduzieren. Neuere Arbeiten haben auch ein gutes Sicherheitsprofil für Partikelgrößen von 100–300 µm ergeben (Little [20]),

sodass aufgrund der tieferen Penetration dieser Partikel in die Synovia diese Partikel in Zukunft mehr Verwendung finden werden und von uns auch bereits verwendet werden.

Da sich die Durchleuchtung während des angiographischen Vorgangs wesentlich auf die nicht besonders strahlensensitiven Kniestrukturen erstreckt, ist die Strahlenbelastung bei einem technisch nicht komplizierten Eingriff gering bzw. vertretbar. Anschließend kann das Kathetersystem entfernt und die Punktionsstelle in der Leiste verschlossen werden.

Der Patient sollte mindestens einen Tag Bettruhe wahren, die Durchblutung der Haut um das Kniegelenk ist in den ersten 24 Stunden zu überwachen. Insgesamt ist der Aufwand



**Abbildung 2** Selektive Sondierung der Arteria superior lateralis genus in Höhe des lateralen Femurkondylus mit einem 1,7F-Mikrokatheter/Mikrodraht-System. Es gelingt schließlich, den lateral deszendierenden Ast, der die hauptsächliche Hyperämie der Gelenkscapsel/Synovia verursacht, zu sondieren.

des Eingriffs bei einem erfahrenen Untersucher zu vergleichen mit einer Ballonaufdehnung/Stentimplantation im Bereich der Kniearterien, sofern keine komplizierte Gefäßanatomie vorliegt.

### GAE bei Hämarthros

Die o.g. Technik wurde zunächst beim persistierenden Hämarthros klinisch angewendet.

Waldenberger et al. (2012) [37] untersuchten 22 Männer und 13 Frauen mittleren Alters von 57 Jahren, bei denen eine Embolisierung aufgrund eines Hämarthros durchgeführt wurde. Die Ursachen waren in 9 Fällen postarthroskopisch, in 3 Fällen posttraumatisch, in 18 Fällen nach einer Arthroplastik und in 2 Fällen nach einer Sepsis und in 2 Fällen aufgrund einer ausgeprägten Osteoarthritis und bei einem Patienten bei einem Marfan-Syndrom. Die technische Erfolgsrate lag bei 100 % und es fanden sich keine technizugehörigen Komplikationen. Der klinische Erfolg lag bei 93,4 %. Zwei Patienten zeigten einen rezidivierenden Hämarthros.

### GAE nach Knieendoprothese

Nach knieendoprothetischer Versorgung verbleiben 20 % der Patienten mit anhaltenden Beschwerden. Die Ursachen hierfür sind vielfältig (Infektion, Fehlimplantationen, aseptische Lockerung, periprothetische Frakturen, ligamentäre Instabilitäten, Neu-

Abb. 4: Gebhard Schmid



**Abbildung 4** Materialien zur Embolisation: Bleistift (zum Größenvergleich), Mikrodraht, Mikrokatheter, Führungskatheter und Spritze mit den Embolisationspartikeln

rome, extra-articuläre Probleme der Hüfte oder der LWS, CRPS) [13, 24, 28]. Trotz intensiver Abklärung verbleiben leider 10–15 % ohne erklärliche Ursache [13, 28].

In einer neuen Untersuchung [10] versuchten die Autoren mittels eines strikten Algorithmus (Algorithmus nach Jones) 8 mögliche Ursachenkomplexe für Knieprobleme nach knieprothetischem Ersatz abzuklären und die jeweils diagnostische und therapeutischen Implikationen herzuleiten. Die Autoren untersuchten 105 Patienten mit 112 Knien, die mehr als 6 Monate nach der Implantation einer Knieprothese über anhaltende Probleme klagten. Erstaunlicherweise konnten sie sogar in 94 % der Fälle eine definitive Diagnose erstellen. In einem Drittel der Fälle lagen so genannte periartikuläre Schmerzen vor. Hier wurde Quadrizepsschwäche, ein iliotibia-

les Bandsyndrom, ein Pes anserinus-Syndrom oder Schleimbeutelreizungen als Ursachen erkannt. Die zweithäufigste Diagnose waren Implantatlockerungen mit 21 % und daneben spielten Abrieb mit 8 % und Infektionen mit 5 %, ligamentäre Instabilitäten mit weniger als 3 % oder eine Malpositionierung des Implantates mit weniger als 2 % eine nachgeordnete Rolle. Es wurden jedoch auch kniegelecksferne Schmerzgeneratoren, wie beispielsweise von der LWS oder der Hüfte, in einem erheblichen Anteil gefunden.

Nach knieendoprothetischer Versorgung liegt eine Vielzahl von Untersuchungen vor, bei denen eine GAE durchgeführt wurde [17]. Insgesamt finden sich 24 Studien mit 91 Patienten, bei denen 99 Embolisierungen durchgeführt wurden. Die mittlere Zeit zwischen Prothesenimplantation und Embolisation war 32,2 Monate mit einer technischen Erfolgsrate von 99 %. In 10 % fand sich ein klinisches Rezidiv. 8 der 10 Patienten ließen eine erneute Embolisation zu, ohne ein weiteres Rezidiv zu erleiden.

Chau et al. [7] beschrieben 4 Patienten mit anhaltenden Beschwerden nach KTEP. Bei allen Patienten fanden sich abnormale Neogefäße. Einen Monat nach der GAE verbesserte sich der Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) von 39 auf 82. Die Autoren schlussfolgerten, dass die GAE zu einer Abnahme der chronischen Inflammation und dem Wachstum von unmyelinisierten sensorischen Nervenfasern führt.

Barrientos et al. [5] berichten über die Behandlung von Hämarthros

nach Knie Endoprothese. Pow et al. [29] berichten ebenfalls über 25 Patienten mit einem Hämarthros nach Knieendoprothese. Die Embolisation war in 93 % der Fälle erfolgreich. In 25 % zeigte sich ein Rezidiv.

### GAE bei Hämophilie

Obaji et al. [26] untersuchten die selektive angiographische Embolisation bei Hämophilie-Patienten. In ihrer Publikation finden sich 6 Patienten mit moderater oder ausgeprägter Hämophilie. Es wurde eine Reduktion von Faktor-8-Infusionen in Höhe von 34,2 % in den nachfolgenden 24 Monaten dokumentiert. Insgesamt berichten die Autoren über eine signifikante Beeinflussung der Lebensqualität und eine erhebliche Kostenreduktion. Potenzielle Risiken und Komplikationen stellen Infektionen und Hautchemie dar [3].

### GAE bei Osteoarthrose des Kniegelenkes

Okuno et al. [27] berichteten über die ersten klinischen Erfahrungen mit der Embolisation bei milden und moderaten Knieosteoarthrosen beim Menschen. Insgesamt 14 Patienten wurden behandelt. Es fanden sich keine unerwünschten Wirkungen. Der WOMAC-Gesamtscore verbesserte sich von  $47,3 \pm 5,8$  auf  $11,6 \pm 5,4$  nach 1 Monat und nach 4 Monaten auf  $6,3 \pm 6,0$ . Diese Verbesserung hielt sich bis zum abschließenden Nachuntersuchungszeitraum nach  $12 \pm 5$  Monaten (Range 4–19 Monate). In 2017 wiederholten Okuno et al. ihre Studie mit 72 Patienten (95 Kniegelenken) mit einem Kellgren-Lawrence Grad I–III. Die Schmerz-Scores verbesserten sich

| Grad | Klassifikation     | Beschreibung   |
|------|--------------------|--|
| I°   | fragliche Arthrose | geringe subchondrale Sklerosierung, keine Osteophyten, keine Gelenkspaltverschmälerung |
| II°  | geringe Arthrose   | geringe Gelenkspaltverschmälerung, beginnende Osteophytenbildung                       |
| III° | mäßige Arthrose    | Gelenkspaltverschmälerung, ausgeprägte Osteophyten, unebene Gelenkfläche               |
| IV°  | schwere Arthrose   | ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung, Deformierung der Gelenkpartner                  |

**Tabelle 1** Radiologische Klassifikation der Arthrose nach Kellgren und Lawrence (1957)

deutlich in Relation zum präinterventionellen Schmerz (12,1) wie folgt:

- 1. Monat: 6,2
- 4. Monat: 4,4
- 6. Monat: 3,7
- 12. Monat: 3,0
- 24. Monat: 2,6

Die kumulative Erfolgsrate nach 3 Jahren nach der Embolisation betrug 79,8 % (CI 95 %, 69–87).

Das MRT nach 2 Jahren zeigte eine signifikante Verbesserung der Synovialitis im Vergleich zur präinterventionellen MRT. Es fand sich keine Osteonekrose oder sonstige progressive degenerative Veränderung.

In der Genesis-Studie, einer prospektiven Single-Center-Studie (unterstützt vom National Institute for Health), wurden eingeschlossen Patienten, die älter waren als 45 Jahre mit einem Osteoarthrosegrad nach Kellgren von I–II, mit Schmerzen über mindestens 6 Monate und die resistent gegen konservative Therapien waren.

Ausschlusskriterien waren rheumatoide Arthritis oder infektierte Arthritis sowie Osteoarthrosen Stadium IV nach Kellgren-Lawrence. In die Studie konnten 34 Patienten eingeschlossen werden. Bei 22 Patienten wurde eine Embolisation durchgeführt. Das mittlere Alter der Patienten betrug 53 Jahre (48–82). Die mittlere Fluoroskopiezeit betrug 15,54 Minuten (3,3 bis 35 Minuten). An Komplikationen waren zu verzeichnen:

In 2 Fällen eine transiente Hautfarbenveränderung in der Frühphase. Diese Veränderungen zeigten sich nicht mehr bei routinemäßigen Applikation eines Ice-Packs. Nach einem Jahr 1 Jahr fanden sich keine Osteonekrosen in der Kernspin-Nachuntersuchung. Der KOOS-Score wurde dokumentiert nach 6 Wochen, 3 Monaten, 12 Monaten und 24 Monaten. Hinsichtlich des Schmerzes zeigte sich eine signifikante Verbesserung ( $P < 0.005$ ). Ein vergleichbares Ergebnis fand sich bei der Gelenksteifigkeit sowie auch bei den Parametern Sport und Freizeit sowie Funktion und ADL's. Ebenso fand sich eine signifikante Verbesserung des Lebensqualitätsanteils des KOOS-Scores ( $P < 0.005$ ) sowie auch des gesamten KOOS-Scores. Der Schmerzscore, gemessen mit einem VAS-Score von 0–100, verbesserte sich ebenfalls sig-

nifikant nach 1 Jahr ( $P < 0.005$ ). Die Autoren schlussfolgerten aufgrund der vorliegenden Daten, dass die Embolisation eine interessante neue Möglichkeit bei der Schmerzbehandlung von Gonarthrose-Kniegelenken darstellen kann.

Die ersten Ergebnisse der ersten europäischen prospektiven Studie für die GAE zeigen reduzierte Schmerzen nach 3 Monaten. Diese prospektive Studie wird durchgeführt von Little [20] (University of Reading and Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading, UK). Insgesamt wurden bisher 34 Patienten eingeschlossen und die Ergebnisse wurden auf dem Annual Scientific Meeting the Cardiovascular an Interventional Radiological Society of Europe (CIRSE; 7.–11. September 2019, Barcelona, Spain) vorgestellt. Das Verfahren wurde mit 100–300  $\mu\text{m}$  Embosphäre partikeln (Merit Medical) aufgelöst in 20 ml Kontrastmittel durchgeführt. Der VAS-Schmerz-Score verbesserte sich nach 6 Wochen und 3 Monaten Nachuntersuchungszeit von 70, vor der Intervention, auf weniger als 30, 6 Wochen nach der Intervention und auf 33,3 Monate nach der Intervention ( $p < 0.005$ ). Der Knee-Injury und Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) verbesserte sich von 39 präinterventionell auf 62 und 85, 1 Jahr nach der Intervention ( $p < 0.005$ ). Es fanden sich keine signifikanten adversen Reaktionen.

Lee et al. [19] untersuchten in einer retrospektiven Studie die klinischen Effekte der GAE in Abhängigkeit des radiologischen Osteoarthrosegrades (Kellgren-Lawrence). Sie behandelten 41 Patienten, bei denen die konservative Gonarthrose erfolglos war zwischen Juni 2017 und Juli 2018. Es handelte sich um 71 Kniegelenke, von denen 30 bilateral waren. Sie differenzierten in leicht bis mittelgradige ( $n = 59$ , Kellgren-Lawrence Grad 1–3) (Gruppe 1) und schwere ( $n = 12$ , Kellgren-Lawrence Grad 4) (Gruppe 2) Arthrosen. Das klinische Ergebnis wurde mittels VAS (visual analogue Scale) dokumentiert.

Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Alter, BMI oder Ausgangs-VAS. Der VAS verbesserte sich signifikant bei der Gruppe 1 wie folgt:

- Ausgangswert: 5,5
- 1 Tag: 3,2
- 1 Woche: 3,1
- 1 Monat: 2,9
- 3 Monate: 2,2
- 6 Monate: 1,9

Diese Verbesserung verblieb bis zum mittleren NU Zeitpunkt von  $10 \pm 3$  Monate (range 6–19 Monate).

Der VAS verbesserte sich bei der Gruppe 2 wie folgt:

- Ausgangswert: 6,2
- 1 Tag: 4,1
- 1 Woche: 4,1
- 1 Monat: 4,4
- 3 Monate: 5,4
- 6 Monate: 5,9

Diese Verbesserung war nur bis zum ersten Monat signifikant.

Die Autoren schlussfolgerten, dass die GAE bei leichten und mittelgradigen Arthrosen für den NU Zeitraum effektiv war, wohingegen bei schweren Arthrosen eine Verbesserung nur für 1–3 Monate zu verzeichnen war. Auch Balga et al. [4] berichten über gute Ergebnisse. Erste Ergebnisse im Bereich des Hüftgelenkes werden ebenfalls beschrieben [8].

## Fazit und klinische Relevanz

Auf der Basis der bisherigen vorläufigen Ergebnisse könnte die GAE eine differentialtherapeutische Option in der schmerztherapeutischen Behandlung von chronischen Kniegelenkschmerzen bei Gonarthrose oder nach knieendoprothetischer Versorgung darstellen.

## Interessenkonflikte:

Keine angegeben.



Foto: Jörg Jerosch

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Jörg Jerosch  
Wissenschaftsbüro  
Grabenstraße 11  
40667 Meerbusch  
j\_jerosch@hotmail.com