

Prospektive Untersuchung der mittelfristigen Ergebnisse nach autologer Fetttransplantation in arthrotische Sattelgelenke

A prospective Study about medium-term Results after autologous Fat Transplantation into arthritic CMC-I-joints

Autoren

Max V. Meyer-Marcotty^{1*}, Ioannis Batsilas^{1*}, Hubert Fischer², Sonja Dahmann³, Caroline Happe³, Christian Herold⁴

Institute

- 1 Klinikum Lüdenscheid, Klinik für Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie/Handchirurgie
 - 2 Klinikum Stadt Soest gGmbH, Institut für Diagnostische Radiologie Nuklearmedizin
 - 3 Klinikum Stadt Soest gGmbH, Klinik für Plastische, Hand und Wiederherstellungschirurgie
 - 4 DIAKO Bremen, Chirurgische Klinik, Sektion Plastische und Ästhetische Chirurgie
- * Geteilte Erstautorenschaft

Schlüsselwörter

Rhizarthrose, Fetttransplantation, mittelfristige Ergebnisse

Key words

Osteoarthritis of CMC-I-joint, fat transfer, midterm results

eingereicht 29.06.2020

akzeptiert 14.07.2021

Bibliografie

Handchir Mikrochir Plast Chir 2022; 54: 38–43

Online-Publikation: 27.10.2021

DOI 10.1055/a-1554-4938

ISSN 0722-1819

© 2022. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Priv. Doz. Dr. med. Max V. Meyer-Marcotty
Klinikum Lüdenscheid, Klinik für Plastische Chirurgie/
Handchirurgie
Paulmannshöher Str. 14
58515 Lüdenscheid
Deutschland
Tel.: +49 2351 463129
Fax: +49 2351 4666263
E-Mail: max.meyer-marcotty@klinikum-luedenscheid.de

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel Prospektive Untersuchung der mittelfristigen Ergebnisse nach autologer Fetttransplantation in arthrotische Sattelgelenke.

Patienten und Methoden 23 von 27 Patienten (22 Frauen und 5 Männer) mit einem Durchschnittsalter von 59,8 (49–83) Jahren, bei denen bei einer Rhizarthrose eine autologe Fetttransplantation in das Sattelgelenk erfolgte, konnten durchschnittlich nach 45,3 (39,3–50,9) Monaten nachuntersucht werden. 4 Patienten wurden bei zwischenzeitlich erfolgter Trapezektomie von der Nachuntersuchung ausgeschlossen. Erfasst wurden das Schmerzniveau (VAS), die Grob- und die Pinchkraft und der DASH-Score.

Ergebnisse Die durchschnittliche Pinchkraft verbesserte sich von präoperativ 3,7 kg auf 5,1 kg ($p = 0,052$). Die durchschnittliche Grobkraft von 22,2 kg auf 22,8 kg ($p = 0,506$). Der DASH-Score verbesserte sich hochsignifikant von präoperativ 50,8 Punkte auf 29,6 Punkte postoperativ ($p = 0,000$). Das durchschnittliche Schmerzniveau sank hochsignifikant von präoperativ 5,9 auf 1,9 ($p = 0,000$). Patienten mit einer fortgeschrittenen Sattelgelenksarthrose erzielten ähnlich gute Ergebnisse wie Patienten mit einer Arthrose im Anfangsstadium. **Schlussfolgerung** Die autologe Fetttransplantation in arthrotische Sattelgelenke zeigt auch im mittelfristigen Verlauf gute bis sehr gute Ergebnisse, Pinchkraft, Schmerzniveau und DASH-Score betreffend und ist eine sichere, minimalinvasive vielversprechende Therapiealternative zu den herkömmlichen Operationsverfahren.

ABSTRACT

Purpose Prospective study to evaluate the midterm results after transfer of autologous fat into osteoarthritic CMC-I-joints. **Patients and Methods** 23 out of 27 patients (22 females and 5 men) with an average age of 59,8 (49–83) years with osteoarthritis of the CMC I joint were treated with a fat transfer into the damaged joints. The follow-up was 45,3 (39,3–50,9) months. 4 patients were excluded from the follow-up because of a resection arthroplasty in the meantime. Grip strength and pinch strength, DASH questionnaires and pain (VAS) were analysed. **Results** The average pinch strength increased from preoperatively 3,7 kg to 5,1 kg postoperatively ($p = .052$). The average grip strength increased minimally from preoperatively 22,2 kg

to 22,8 kg at follow-up ($p = .506$). The average DASH score improved significantly from preoperatively 50,8 to 29,6 postoperatively ($p = 0,000$). The average pain level decreased significantly from preoperatively 5,9 to 1,9 at follow up ($p = .000$). Patients with an advanced osteoarthritis of the CMC-I-joint had similar results as patients with a minor osteoarthritis.

Conclusion The autologous fat transfer into the osteoarthritic CMC-I-joint showed in midterm follow-up good to very good clinical results regarding pinch strength, pain and DASH score. It is a safe minimal invasive promising alternative to accepted surgical therapies in the treatment of osteoarthritis of the CMC-I-joint.

Einleitung

Die Arthrose des Daumensattelgelenkes ist ein sehr häufiges Krankheitsbild mit steigender Prävalenz ab der 6. Lebensdekade. Therapeutisch kommen abhängig im Wesentlichen von den vorhandenen Schmerzen unterschiedlichste Maßnahmen zur Anwendung: Ruhigstellung, Physio- und Ergotherapie, medikamentöse Behandlung (NSAR), Injektionen von Kortison und Hyaluronsäure [1], Bestrahlung sowie diverse Operationsverfahren [2]. Letztere umfassen vor allem Resektionsarthroplastiken mit partieller – oder vollständiger – Entfernung des Trapeziums mit und ohne Interposition/Suspension mit einer resp. durch eine körpereigene Sehne [3, 4] sowie den prothetischen Ersatz [5] des Gelenkes. Allen Verfahren gemeinsam ist, dass es zu einer Zerstörung des Gelenkes kommt mit teils nicht unerheblichen Komplikationen [6, 7]. Auch vergehen oft Monate bis Beschwerdefreiheit eintritt.

Vor diesem Hintergrund stellt insbesondere in den frühen, einerseits oft recht schmerzhaften, andererseits mit noch geringen radiologischen Veränderungen einhergehenden Stadien der Sattelgelenksarthrose die Eigenfetttransplantation in das Gelenk eine ernstzunehmende Alternative dar. Das Sattelgelenk bleibt hierbei erhalten und somit die Möglichkeit zu weiteren operativen Maßnahmen, so erforderlich. Die kurzfristigen Ergebnisse sind gut, wie Herold und Mitarb. [8] und Haas und Mitarb. [9] zeigen konnten. Mittelfristige oder gar Langzeitergebnisse nach Eigenfetttransplantation liegen bisher noch nicht vor.

Ziel dieser prospektiven Studie war deshalb die Ermittlung der mittelfristigen klinischen Ergebnisse nach Transplantation von Eigenfett in arthrotische Sattelgelenke an einem größeren Patientengut.

Patienten und Methoden

Es liegt ein positives Votum unserer Ethikkommission bzgl. der Studie vor. Alle Patienten wurden ausführlich über Möglichkeiten und Risiken der Eigenfetttransplantation, aber auch einer Trapezektomie aufgeklärt und willigten schriftlich in die Studienteilnahme ein. Es wurden nur Patienten in die Studie eingeschlossen, bei denen zuvor keine operativen Maßnahmen oder Injektionen in die betroffenen Gelenke erfolgt waren, andererseits hatten alle Patienten bereits erfolglos konservative Behandlungsversuche mit NSAR, Schienung, Orthesenversorgung durchlaufen.

In die Studie wurden initial 27 Patienten (22 Frauen und 5 Männer) mit einem mittleren Alter von 59,8 (49–83) Jahren eingeschlossen, bei denen zwischen Dezember 2014 und Mai 2015 bei einer Rhizarthrose eine Eigenfetttransplantation in das betroffene Sattelgelenk erfolgte. Vier Patienten wurden von der abschließenden Nachuntersuchung aufgrund einer zwischenzeitlichen Trapezektomie ausgeschlossen. Je 2 davon litten an einer Rhizarthro-

se Stadium 2 bzw. 3 nach Eaton-Littler [10]. Nach der Eaton-Littler-Klassifikation lag bei den verbliebenen 23 Patienten 8-mal eine Rhizarthrose Stadium 1, 6-mal Stadium 2 und 9-mal Stadium 3 vor.

Die Operation wurde entsprechend der von Herold und Mitarb. beschriebenen Technik durchgeführt, wobei die Eigenfettgewinnung entsprechend der Beschreibung von Coleman erfolgte [8, 11]. Direkt nach der Fetttransplantation wurde eine Mittelhandschiene für 7 Tage angelegt. Danach erfolgt die Wiederaufnahme der Alltagstätigkeiten unter Vermeidung einer Belastung der behandelten Hand für weitere 2 Wochen.

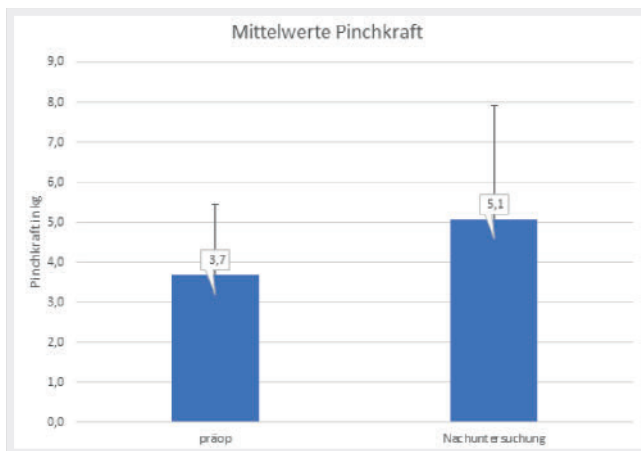
Präoperativ und bei der Nachuntersuchung erfolgte die Erhebung des DASH-Scores unter Verwendung der deutschen Version [12]. Die Einstufung der Schmerzen erfolgte anhand der visuellen Analogskala (VAS). Um die Darstellbarkeit des Schmerzniveaus zu vereinfachen, wurde aus den getrennt erhobenen Qualitäten „Ruheschmerz“ und „Belastungsschmerz“ ein Durchschnittswert ermittelt und für die weitere Auswertung verwendet. Die Messung der Grobkraft erfolgte mittels Jamar-Dynamometer der Firma Sammons-Preston-Rolyan (Bolingbrook, USA) und der Pinchkraft mit dem Baseline Mechanical-Pinch Gauge (Fabrication Enterprises INC, White Plains, USA). Sowohl Grob- als auch die Pinchkraft wurden als Mittelwert aus jeweils 3 Messungen bestimmt.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS Version 25 unter Verwendung eines verbundenen t-Tests (Einstichproben-t-Test). Als statistisch signifikant wurde ein p-Wert von $< 0,05$ angesehen.

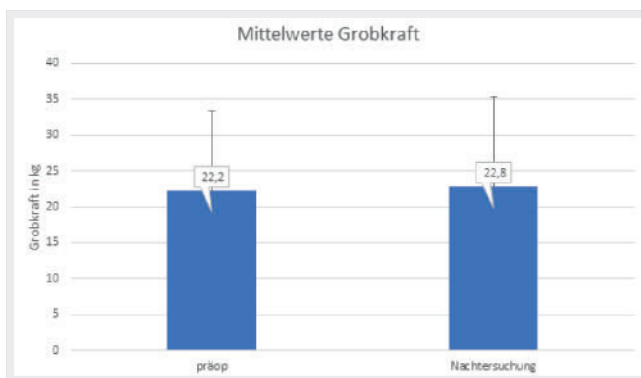
Ergebnisse

Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 45,3 (39,3–50,9) Monate. Die Pinchkraft verbesserte sich von präoperativ 3,8 (SD $\pm 1,9$) kg auf 5,1 (SD $\pm 3,0$) kg, was knapp nicht signifikant war ($p = 0,05$) (► **Abb. 1**). Die Grobkraft blieb mit 22,2 (SD $\pm 11,2$) kg präoperativ und 22,8 (SD $\pm 12,6$) postoperativ unverändert ($p = 0,51$) (► **Abb. 2**). Der DASH-Score verbesserte sich hochsignifikant von präoperativ 50,8 (SD $\pm 19,1$) auf 29,6 (SD $\pm 24,8$) postoperativ ($p = 0,00$) (► **Abb. 3**). Das durchschnittliche Schmerzniveau verbesserte sich hochsignifikant von präoperativ 5,9 (SD $\pm 1,7$) auf 1,9 (SD $\pm 1,7$) ($p = 0,00$) (► **Abb. 4**).

Zur Beantwortung der Frage, inwiefern Patienten mit einem höheren Arthrosegrad von einer Eigenfetttransplantation in das Sattelgelenk profitieren, wurden die Ergebnisse getrennt nach den Eaton-Littler-Stadien analysiert, allerdings erfolgte aufgrund der geringen Patientenzahl je Gruppe keine statistische Auswertung. Anhand unserer Daten ist ablesbar, dass die Patienten unabhängig von ihrem jeweiligen Arthrosegrad im mittelfristigen Verlauf ähnliche Ergebnisse erzielten (► **Tab. 1**).



► **Abb. 1** Entwicklung der Pinchkraft.



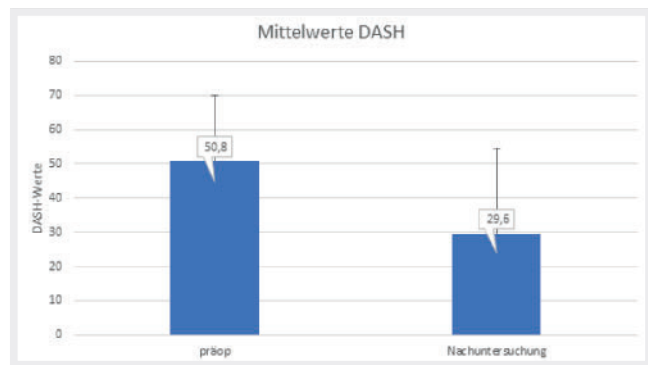
► **Abb. 2** Entwicklung der Grobkraft.

Diskussion

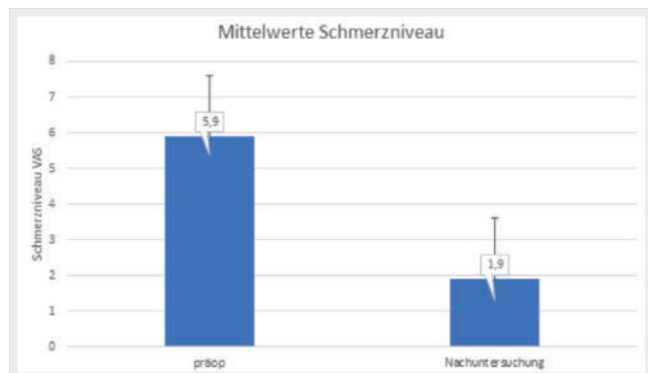
Mit der hier vorliegenden Studie konnten wir einen positiven Effekt einer Transplantation von Fettgewebe in arthrotische Sattelgelenke in Bezug auf die subjektive Einschätzung des Ergebnisses mittels des DASH-Scores und die Schmerzen auch im mittelfristigen Verlauf im Rahmen einer prospektiven Untersuchung nachweisen.

In einer kürzlich erschienenen Übersichtsarbeit stellen Damia und Mitarb. zwar einen positiven Effekt der ADSC (Adipose derived stem cells) zur Behandlung der Arthrose beim Menschen fest, wiesen aber auch auf die eingeschränkte Evidenz und fehlende Langzeitergebnisse hin [13]. Delanois und Mitarb. haben in ihrer Übersichtsarbeit verschiedene biologische Therapieverfahren (PRP, BMSCs, ADSCs, AMSCs) zur Behandlung der Gonarthrose verglichen. Sie kommen zu dem Schluss, dass zwar bei allen untersuchten Verfahren gute Frühergebnisse erreicht werden, aber noch viele offene Fragen bestehen, u. a. fehlende Langzeitergebnisse. Trotzdem scheint es eine Evidenz für die Verwendung verschiedener biologischer Therapien bei der Behandlung der Gonarthrose zu geben [14].

Auch bezüglich der optimalen Fettentnahmestelle gibt es noch offene Fragen, wie Chiari und Mitarb. feststellten [15]. Wir entnehmen das Fett aus dem Oberschenkel oder lateral gluteal, jedoch nicht aus dem abdominalen Fett, da wir in diesem Fall unsere Patienten auch über eine potenzielle, wenn auch unwahrscheinliche, Darmverletzung mit der Konsequenz einer Anus-*praeter*-Anlage aufklären müssten. Im Rahmen der Arthrosetherapie mittels Fett-



► **Abb. 3** Entwicklung des DASH-Scores von präoperativ zur Nachuntersuchung.



► **Abb. 4** Entwicklung der Schmerzen.

► **Tab. 1** Klinische Ergebnisse und DASH-Score prä- und postoperativ für die jeweiligen Eaton-Littler-Stadien.

Eaton-Littler-Stadium	1		2		3	
	prä	post	prä	post	prä	post
Pinchkraft (kg)	2,9	4,6	4,1	5,2	4,1	5,5
Grobkraft (kg)	16,6	16,7	21,2	22,6	24,4	28,7
Schmerzen (VAS)	6,0	2,4	5,5	1,5	6,1	1,8
DASH-Score	58,7	31,7	49,5	25,7	50,4	35,9

prä = präoperativ; post = postoperativ; kg = Kilogramm; VAS = visuelle Analogskala

transplantation verzichten wir grundsätzlich auf den Zusatz von (Re-)Agenzien zu den Zellen, da der Effekt solcher Zusätze (Enzyme o. ä.) auf die Zellen noch nicht ausreichend untersucht ist und eine stoffliche Veränderung der Zellen in Deutschland dem AMG/ATMP unterliegt [16, 17]. Des Weiteren wird es sehr schwierig, den erzielten Effekt dann in der Analyse einem Verfahren direkt zuzuordnen zu können. Es besteht die Gefahr einer Polypragmasie.

Alternativen zu dem hier vorgestellten Verfahren bestehen in der intraartikulären Injektion von Kortison oder Hyaluronsäure. Bei beiden Verfahren konnte jedoch bisher keine langanhaltende Wirkung nachgewiesen werden [1, 9]. Außerdem sind die lokalen

Schädigungen durch wiederholte Kortisoninjektionen nicht zu unterschätzen [18, 19]. Insbesondere eine ungenügende antiseptische Technik wird oft als Ursache einer Komplikation benannt. Wir führen die Eigenfetttransplantation immer im Operationssaal unter sterilen Bedingungen durch und hatten keine Infektionen.

Gute Ergebnisse in der Therapie der Sattelgelenksarthrose konnten durch verschiedene operative Methoden nachgewiesen werden [2]. Betrachtet man die mittelfristigen Ergebnisse nach einer Prothesenimplantation, so zeigen sich sehr unterschiedliche Erfolgsraten je nach Prothesenart und Autor. Aparo und Saint-Cast, berichten bei 26 Patienten mit einem minimalen Nachuntersuchungszeitraum von 5 Jahren über eine Revisionsrate von 22 % und eine Überlebensrate der Prothesen von 85 % [20]. Maes und Mitarb. berichten über die Rubis-II-Prothese und fanden bei 77 Patienten mit einem Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 5 Jahren eine Überlebensrate der Prothesen von 93 %. 77 % der Patienten, bei denen eine Nachuntersuchung durchgeführt werden konnte, waren schmerzfrei [21]. Perez-Ubeda und Mitarb. berichten über schlechte Ergebnisse mit der zementierten SR-TMC-Prothese. Nach 33 Monaten trat bei 55 % der Patienten eine Lockerung auf, 20 % der Patienten mussten revidiert werden [22].

Verschiedene Arbeitsgruppen berichten über gute Ergebnisse nach einer Arthrodesse des Sattelgelenkes [23, 24]. Der Goldstandard in der Therapie der Rhizarthrose ist die Resektionsarthroplastik. In zahlreichen Studien ist der gute Behandlungserfolg dokumentiert [25–28]. Allerdings dauert es in der Regel mehrere Monate, bis Schmerzfreiheit [25] eintritt und bis der Daumen uneingeschränkt eingesetzt werden kann [26]. Erne und Mitarb. fanden bei Vergleich der Resektionsarthroplastik nach Lundborg und der Fetttransplantation in das arthrotische Sattelgelenk vergleichbare Ergebnisse bzgl. Schmerzreduktion und Funktion, wobei Operationsdauer und die Zeit bis zur Verbesserung der Symptome bei den Patienten mit einer Fetttransplantation deutlich kürzer waren [29].

Alle vorgenannten operativen Verfahren sind deutlich invasiver als die Fetttransplantation und gehen mit einer mitunter langen Ruhigstellung und physiotherapeutischen Nachbehandlung einher [25, 26]. Die Ergebnisse unserer Studie sind auch nach fast 4 Jahren Nachuntersuchungszeitraum durchaus vergleichbar mit den guten Ergebnissen nach Arthrodesse oder Arthroplastik und eher besser als einige Ergebnisse nach Prothesenimplantation. Da die konventionellen Behandlungsmethoden auch nach einer Fetttransplantation weiterhin bestehen, sehen wir die Fetttransplantation als eine sichere gering invasive Erweiterung des therapeutischen Spektrums für die Behandlung der Patienten mit einer symptomatischen Rhizarthrose.

Die guten kurzfristigen Ergebnisse von Herold und Mitarb. [8, 30] und auch Haas und Mitarb. [31] haben sich insbesondere ablesbar an einer signifikanten Schmerzreduktion und einer Verbesserung der Pinchkraft und der subjektiven Einschätzung (DASH-Wert) auch in unserer Untersuchung im mittelfristigen Verlauf bestätigt. Wir sind davon überzeugt, dass die Schmerzreduktion für unsere Patienten das herausragende und wichtigste Ergebnis mit auch dem deutlichsten Effekt darstellt.

Ob auch Patienten mit einem höheren Arthroseggrad von einer Fetttransplantation in das Sattelgelenk profitieren, kann zwar anhand unserer Daten nicht abschließend beurteilt werden. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass unabhängig vom Arthroseggrad im mittelfristigen Verlauf ähnliche Ergebnisse resultieren. Um die be-

rechtigte Frage, wie weit Patienten mit fortgeschrittener Sattelgelenksarthrose mittel- und vielleicht auch langfristig von einer Eigenfetttransplantation profitieren, bedarf es weiterer Untersuchungen mit größerer Patientenzahl.

In verschiedenen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass zum einen im Fettgewebe eine sehr hohe Konzentration von pluripotenten mesenchymalen Stromazellen vorhanden ist und sich zum anderen diese pluripotenten Zellen in ortsständiges Gewebe ausdifferenzieren können [32,33]. Außerdem wurde in tierexperimentellen Untersuchungen ein positiver Effekt einer Stammzelltransplantation aus dem Fettgewebe in arthrotische Gelenke festgestellt [34]. Wu und Mitarb. haben gezeigt, dass unter experimentellen Bedingungen die Knorpelregeneration durch diese mesenchymalen Stromazellen angeregt wird [35]. Andererseits können Chondrozyten die Ausdifferenzierung von mesenchymalen Stromazellen fördern, wodurch ein zusätzlicher potenziell therapeutischer Effekt in der Behandlung arthrotischer Gelenke besteht [35]. Den mit dem Fettgewebe transplantierten Zellen wird darüber hinaus eine Immunkompetenz zugeschrieben, mit der entzündliche Prozesse im Gelenk zurückgedrängt werden können [36, 37]. Nicht zuletzt ist auch ein mechanischer Effekt durch die viskoelastischen Eigenschaften des Fetttransplantates zu erwarten, in Analogie zu intraartikulär verabreichter Hyaluronsäure.

Der genaue Wirkmechanismus mesenchymaler Stromazellen aus dem Fettgewebe bei der Behandlung der Arthrose ist noch unklar. Wir postulieren anhand der hier vorliegenden mittelfristigen Ergebnisse, dass zum einen die mechanischen Eigenschaften des Transplantates als injizierte visköse Flüssigkeit kurzfristig positiv wirken. Andererseits ist vermutlich die Immunkompetenz der transplantierten zentrifugierten Fettzellen für den langanhaltenden positiven Effekt verantwortlich. Inwiefern sich die automatisch co-transplantierten mesenchymalen Stromazellen (MSC) aus dem Fettgewebe auch zu Knorpelzellen im arthrotischen humanen Gelenk ausdifferenzieren, kann anhand unserer Daten nicht beantwortet werden. Unter ethischen Gesichtspunkten ist es sicherlich schwierig, im Rahmen einer Studie systematisch prä- und postoperativ Biopsien aus den arthrotischen Gelenkknorpeln zur histologischen Aufarbeitung zu gewinnen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Auch nach 45,3 Monaten zeigt sich die Transplantation von Fettgewebe in arthrotische Sattelgelenke als eine sichere und vielversprechende Therapiealternative zu den herkömmlichen Operationsverfahren, wobei solche weiterhin möglich sind. In dieser Studie erzielten Patienten mit einem höheren Arthroseggrad Eaton-Littler 3 im mittelfristigen Verlauf ähnliche Ergebnisse wie Patienten mit einem Arthroseggrad 1. Um die Frage der Korrelation des präoperativen Schweregrades der Arthrose mit den mittelfristigen Ergebnissen mit Hilfe einer statistischen Analyse zu beantworten, bedarf es allerdings einer weit größeren Patientenzahl.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren



Priv. Doz. Dr. med. Max V. Meyer-Marcotty

Klinikdirektor der Klinik für Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie/Handchirurgie, Klinikum Lüdenschaid; 2011–2019 Chefarzt der Klinik für Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie Klinikum Soest; 2014 Habilitation im Fach Plastische und Ästhetische Chirurgie Med. Hochschule Hannover; 2005–2010 OA und geschäftsführender OA der Klinik für Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der MHH (Prof. Dr. P. M. Vogt); 2005 Facharzt für Plastische und Ästhetische Chirurgie; 2008 Zusatzweiterbildung Handchirurgie; 2002–2005 AA in WB Klinik für Handchirurgie und Plastische Chirurgie Friederikenstift Hannover (Prof. Dr. M. Flügel); 1999–2001 AA Klinik für Chirurgie Klinikum Dortmund (Prof. Dr. D. Löhlein); 1998–1999 AiP Klinik für Unfallchirurgie Bergmannsheil Bochum (Prof. Dr. G. Muhr); 1991–1997 Studium der Humanmedizin Universität Freiburg.

Literatur

- [1] Heyworth BE, Lee JH, Kim PD et al. Hylan versus corticosteroid versus placebo for treatment of basal joint arthritis: a prospective, randomized, double-blinded clinical trial. *J Hand Surg Am* 2008; 33: 40–48
- [2] Cook GS, Lalonde DH. Management of thumb carpometacarpal joint arthritis. *Plast Reconstr Surg* 2008; 121: 1–9
- [3] Lucht U, Vang PS, Munck J. Soft tissue interposition arthroplasty for osteoarthritis of the carpometacarpal joint of the thumb. *Acta Orthop Scand* 1980; 51: 767–771
- [4] Deb R, Sauerbier M, Rauschmann MA. Geschichte der Endoprothetik der Fingergelenke. *Orthopade* 2003; 32: 770–778
- [5] Swanson AB. Disabling arthritis at the base of the thumb: treatment by resection of the trapezium and flexible (silicone) implant arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 54: 456–471
- [6] Heers G, Grifka J, Borisch N. Erste Ergebnisse nach Implantation einer bei Mittelgelenksarthrose. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2006; 144: 609–613
- [7] Jsselstein CBI, van Egmond DB, Hovius SE et al. Results of small-joint arthrodesis: comparison of Kirschner wire fixation with tension band wire technique. *J Hand Surg Am* 1992; 17: 952–956
- [8] Herold C, Fleischer O, Allert S. Eigenfettinjektion in das Sattelgelenk zur Behandlung der Rhizarthrose – eine vielversprechende Therapieoption. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2014; 46: 108–112
- [9] Haas EM, Volkmer E, Giunta RE. Pilotstudie über die Wirkung und den Nutzen von autologen Fettgewebstransplantaten bei Rhizarthrose verglichen mit einer Kortisoninjektion – 3 Monatsergebnisse. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2017; 49: 288–296
- [10] Eaton RG, Littler JW. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint. *J Bone Joint Surg Am* 1973; 55: 1655–1666
- [11] Coleman WP 3rd. Autologous fat transplantation. *Plast Reconstr Surg* 1991; 88: 736
- [12] Germann G, Harth A, Wind G et al. Standardisierung und Validierung der deutschen Version 2.0 des „Disability of Arm, Shoulder, Hand“ (DASH)-Fragebogens zur Outcome-Messung an der oberen Extremität. *Unfallchirurg* 2003; 106: 13–19
- [13] Damia E, Chicharro D, Lopez S et al. Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells: Are They a Good Therapeutic Strategy for Osteoarthritis? *Int J Mol Sci*. 2018; 19: 1926
- [14] Delanois RE, Etcheson JJ, Sodhi N et al. Biologic Therapies for the Treatment of Knee Osteoarthritis. *J Arthroplasty* 2019; 34: 801–813
- [15] Chiari C, Walzer S, Stelzener D et al. Therapeutische Anwendung von Stammzellen in der Orthopädie. *Orthopade* 2017; 46: 1077–1090
- [16] Sanzenbacher RFM. Streitpunkt Eigenfettbehandlung: Wenn Gewebe zur Arznei wird. *Dtsch Arztebl Int* 2019; 116: 28
- [17] Prantl LG, Horch R, Herold C et al. Streitpunkt Eigenfettbehandlung: Gewebe und nicht Arzneimittel. *Dtsch Arztebl Int* 2019; 116: 26
- [18] Holland C, Jaeger L, Smentkowski U et al. Septic and aseptic complications of corticosteroid injections: an assessment of 278 cases reviewed by expert commissions and mediation boards from 2005 to 2009. *Dtsch Arztebl Int* 2012; 109: 425–430
- [19] McGarry JG, Daruwalla ZJ. The efficacy, accuracy and complications of corticosteroid injections of the knee joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19: 1649–1654
- [20] Aparid T, Saint-Cast Y. Results of a 5 years follow-up of Arpe prosthesis for the basal thumb osteoarthritis. *Chir Main* 2007; 26: 88–94
- [21] Maes C, Dunaud JL, Moughabghab M et al. [Results of the treatment of basal thumb osteoarthritis by Rubis II prosthesis after more than 5 years. A retrospective study of 118 cases]. *Chir Main* 2010; 29: 360–365
- [22] Perez-Ubeda MJ, Garcia-Lopez A, Marco Martinez F et al. Results of the cemented SR trapeziometacarpal prosthesis in the treatment of thumb carpometacarpal osteoarthritis. *J Hand Surg Am* 2003; 28: 917–925
- [23] Stanley JK, Smith EJ, Muirhead AG. Arthrodesis of the metacarpophalangeal joint of the thumb: a review of 42 cases. *J Hand Surg Br* 1989; 14: 291–293
- [24] Hayashi M, Uchiyama S, Nakamura K et al. Arthrodesis of the carpometacarpal joint of the thumb with plate fixation and bone grafting: a retrospective review. *J Orthop Sci* 2015; 20: 302–306
- [25] Rab M, Gohritz A, Gohla T et al. Ergebnisse nach Resektions-Suspensions-Arthroplastik bei Rhizarthrose: Vergleich der Abductor pollicis longus- mit der Flexor carpi radialis-Sehnensuspension. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2006; 38: 98–103
- [26] Meyer J, Kretschmer F, Brocks M et al. Resektionsarthroplastik des Daumensattelgelenkes – Bewertung von 132 Operationsergebnissen durch die Patienten. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2005; 37: 137–144
- [27] Angst F, John M, Goldhahn J et al. Comprehensive assessment of clinical outcome and quality of life after resection interposition arthroplasty of the thumb saddle joint. *Arthritis Rheum* 2005; 53: 205–213
- [28] Schroder J, Kerkhoffs GM, Voerman HJ et al. Surgical treatment of basal joint disease of the thumb: comparison between resection-interposition arthroplasty and trapezio-metacarpal arthrodesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122: 35–38
- [29] Erne HC, Cerny MK, Ehrh D et al. Autologous Fat Injection versus Lundborg Resection Arthroplasty for the Treatment of Trapeziometacarpal Joint Osteoarthritis. *Plast Reconstr Surg* 2018; 141: 119–124
- [30] Herold C, Rennekampff HO, Groddeck R et al. Autologous Fat Transfer for Thumb Carpometacarpal Joint Osteoarthritis: A Prospective Study. *Plast Reconstr Surg* 2017; 140: 327–335
- [31] Haas EM, Eisele A, Arnoldi A et al. One-Year Outcomes of Intraarticular Fat Transplantation for Thumb Carpometacarpal Joint Osteoarthritis: Case Review of 99 Joints. *Plast Reconstr Surg* 2020; 145: 151–159
- [32] Zuk PA, Zhu M, Ashjian P et al. Human adipose tissue is a source of multipotent stem cells. *Mol Biol Cell* 2002; 13: 4279–4295
- [33] Huang JJ, Zuk PA, Jones NF et al. Chondrogenic potential of multipotent cells from human adipose tissue. *Plast Reconstr Surg* 2004; 113: 585–594

- [34] Black LL, Gaynor J, Adams C et al. Effect of intraarticular injection of autologous adipose-derived mesenchymal stem and regenerative cells on clinical signs of chronic osteoarthritis of the elbow joint in dogs. *Vet Ther* 2008; 9: 192–200
- [35] Wu L, Cai X, Zhang S et al. Regeneration of articular cartilage by adipose tissue derived mesenchymal stem cells: perspectives from stem cell biology and molecular medicine. *J Cell Phys* 2013; 228: 938–944
- [36] ter Huurne M, Schelbergen R, Blattes R et al. Antiinflammatory and chondroprotective effects of intraarticular injection of adipose-derived stem cells in experimental osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2012; 64: 3604–3613
- [37] Zhang L, Wang XY, Zhou PJ et al. Use of immune modulation by human adiposederived mesenchymal stem cells to treat experimental arthritis in mice. *Am J Trans Res* 2017; 9: 2595–2607