



Zusammenfassung

Die chirurgische Versorgung von osteochondralen Läsionen am Talus mittels der modifizierten AMIC Technik umfasst folgende Schritte: Debridement des Defektes, Aufbau des Knochens mit autologer Spongiosa, und Versiegelung der Spongiosa mittels einer Kollagen-Matrix. Diese Technik kann offen oder arthroskopisch durchgeführt werden. Kurz- und mittelfristige Verläufe nach dieser Art der Operation zeigen eine deutliche Verbesserung der Schmerzsymptomatik und einen Erhalt der Sportfähigkeit.

Keywords

AMIC – Talus – Osteochondral lesion – Matrix

M. Wiewiorski, V. Valderrabano

Modified AMIC-technique for treatment of osteochondral lesions of the talus in sports

Summary

Surgical treatment of osteochondral lesions of the talus with the modified AMIC-technique involves the following steps: debridement, filling of the void with autologous bone, and covering with a collagen matrix. This can be done in as an open procedure or arthroscopically. Short- and midterm results show a significant improvement of pain and function. Patients are able to maintain sport activities.

Schlüsselwörter

AMIC – Talus – Osteochondrale Läsion – Matrix

REVIEW / SPECIAL ISSUE

Behandlung osteochondraler Läsionen des Talus mittels modifizierter AMIC Technik im Sport

Martin Wiewiorski^a, Victor Valderrabano^b

^aKlinik für Orthopädie und Traumatologie Kantonsspital Winterthur, Schweiz

^bSWISS ORTHO CENTER Schmerzklinik Basel Swiss Medical Network Basel, Schweiz

Eingegangen/submitted: 23.06.2019; akzeptiert/accepted: 05.07.2019

Online verfügbar seit/Available online: 13.08.2019

Einleitung

Osteochondrale Läsionen des Talus (OLCT) sind eine häufige Entität, und finden sich vor allem bei jungen sportlich aktiven Patienten. Die Ätiologie dieser Erkrankung ist in vielen Fällen nicht eindeutig bestimmbar. Ein Trauma des Sprunggelenkes (Fraktur, Distorsion) ist jedoch bei weitem die häufigste Ursache. In der Theorie ist folgender Mechanismus denkbar: durch eine forcierte Verkipfung des Talus in der Malleolengabel kommt es zum Anschlagen der Talusrolle an die Tibia, bzw. Fibula. Dadurch entsteht eine partielle oder komplette Abscherfraktur der Taluskante. Diese abgescherten osteochondralen Fragmente haben die Tendenz schlecht zu konsolidieren. Dies ist einerseits wahrscheinlich bedingt durch die eingeschränkte vaskuläre Versorgung der Taluskante, andererseits erfolgt häufig keine ausreichende konsequente Ruhigstellung, da die Verletzung nicht diagnostiziert wurde. In der Folge entsteht eine Art chronische Pseudarthrose, welche im Langzeitverlauf nicht mehr auf eine konservative Behandlung mit-

tels Ruhigstellung anspricht. Die Morphologie, Grösse und Lokalisation einer OLCT variiert stark und reicht von flachen, teils oder komplett abgetrennten Knorpel-Knochen-Fragmenten, bis hin zu zystischen subchondralen Defekten mit erhaltener Knorpelüberdeckung. Es können auch gemischte Formen auftreten. Meist sind die Defekte in der anterolateralen und zentromedialen Talusschulter zu finden. OLCT in der Talusrinne sind selten anzutreffen. Die genaue Ursache der Schmerzen ist nicht klar. Der Knorpel ist eine avaskuläre und aneurale Struktur, der darunter liegende Knochen reich an Schmerzrezeptoren. Es wird postuliert, dass die Gelenksflüssigkeit durch die verletzte subchondrale Platte in die Spongiosa eindringen kann und durch eine Druckzunahme Schmerzen auslösen kann [1]. So wird auch der Mechanismus der subchondralen Zystenbildung erklärt. Zur Diagnostik und Planung eines operativen Eingriffes empfiehlt sich neben dem belasteten konventionellen Röntgen die Durchführung einer Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRI). Mit beiden Untersuchungen ist die

genaue Lage-, Morphologie und Grössenbestimmung der Läsion möglich. Konservative Therapieversuche mittels Ruhigstellung, Physiotherapie, Einlagen oder Injektionen (platelet rich plasma, Cortison) können kurzfristig eine Besserung der Symptomatik erreichen, Versagen jedoch meist im Langzeitverlauf. Besteht die Indikation zur operativen Therapie steht hier eine Vielzahl an Techniken zur Verfügung: Mikrobohrung, retrograde Anbohrung, Transfer autologer oder allogener Knochen-Knorpel-Zylinder autologe Knorpelzelltransplantation (als Suspension oder auf Matrix-gezüchtet), juvenile allogene Knorpel-Partikel, Matrix-gestützte Verfahren, und viele andere.

Die Autologe Matrix Induzierte Chondrogenese (AMIC) ist ein Matrix-basiertes Verfahren, welches initial zur Behandlung rein chondraler Läsionen am Knie beschrieben wurde [2]. Diese Technik wurde zur Anwendung am Talus durch die Autoren modifiziert [3], und wird seit mehr als 10 Jahren dort erfolgreich angewendet. Diese Technik kann sowohl durch einen offenen, aber auch komplett durch einen arthroskopischen Zugang erfolgen.

Generelle Überlegungen

Das Konzept der modifizierten AMIC Technik ist unabhängig vom gewählten Zugang. Zunächst muss eine Abtragung des degenerierten Knorpel-Knochen-Fragmentes erfolgen [4]. Das darunter liegende fibrotische Gewebe muss minutiös abgetragen werden. Zysten müssen lokalisiert, eröffnet und ausgeräumt werden. Der sklerosierte Boden der Fragmente oder Randsaum der Zysten müssen aufgebrochen werden. Häufig wird hier von einer Mikrofrakturierung gesprochen, was im eigentlichen Sinne nicht korrekt ist. Die Mikrofrakturie-

rung wurde von Steadman für die Behandlung von Knorpel-Defekten am Knie beschrieben, wo eine intakte subchondrale Platte mittels Ahle perforiert wird [5]. Bei OCLT handelt es sich jedoch um einen kombinierten Knochen-Knorpel Defekt. Eine intakte subchondrale Platte besteht im eigentlichen Sinne nicht mehr, dafür eine Sklerosezone in der Tiefe des Defektes. Diese gilt es zu durchbrechen, um eine saubere Schnittstelle zwischen der aufgetragenen Spongiosa und der Spongiosa des Talus zu schaffen. Ob dies mittels Bohrer, Kirschner-Draht, Nitinol-draht oder mit Meissel geschieht ist nach Meinung der Autoren wahrscheinlich nicht relevant. Als nächstes wird der Knochendefekt mit autologer Spongiosa gefüllt. Für Defekte $\leq 1\text{cm}^3$ empfiehlt sich die Entnahme aus dem Tuber calcanei, für Defekte $1\text{--}3\text{cm}^3$ aus der proximalen Tibia, und für Defekte $\geq 3\text{cm}^3$ aus dem Beckenkamm. Dabei wird die Spongiosa bis an den Rand des Defektes impaktiert, zusätzlich kann sie auch schichtweise mit Fibrinkleber fixiert werden. Abschließend wird die Kollagen-Matrix (Chondro-Gide®; Geistlich Pharma AG) dem Defektdurchmesser entsprechend passend zurechtgeschnitten, auf die Spongiosa aufgelegt und mit Fibrinkleber (Tissucol; Baxter) fixiert. Die Matrix hat zwei wichtige Funktionen:

Mechanischer Schutz der Spongiosa: Die Matrix versiegelt die weiche Spongiosa in dem knöchernen Defekt gegenüber dem Gelenkspalt, so dass diese nicht herausluxieren kann (Pflaster-Prinzip).

Knorpelregeneration: Die zweischichtige Matrix bietet den mesenchymalen Stammzellen aus der Spongiosa eine geeignete Umgebung, um sich in Chondrozyten zu differenzieren und eine neue Knorpelmatrix zu generieren.

Wichtig ist das die Kollagen-Matrix den Defektrand nicht Dachziegel-artig

überlappt, da die Gefahr einer Abscherung besteht. Essentiell für den Erfolg der AMIC-Technik ist, wie bei allen anderen Verfahren auch, eine gleichzeitige Korrektur von pathobiomechanischen Faktoren. Vorbestehende Instabilitäten oder ein Malalignment des Rückfusses sollten unbedingt adressiert werden, um eine annähernd physiologische Belastung des Knorpelregenerats zu ermöglichen.

Offenes und arthroskopisches Vorgehen

Die offene AMIC-Technik [4] hat eine steile Lernkurve (Abb. 1). Die meisten Defekte können durch eine einfache Arthrotomie und Flexion des OSG in den Sichtbereich gebracht und versorgt werden. Bei grösseren, durch die Malleolen (teils-) verdeckten OCLT, vor allem der der zentro- bis posterioren medialen Talusschulter kann durch eine forcierte Plantarflexion, oder ggf. unter Zuhilfenahme eines Kirschner-Draht-Spreizers der Zugang meist trotzdem gelingen. Ist dieses nicht möglich, gelingt durch Osteotomien des Innen- bzw. Aussenknöchels eine volle Exposition des Talus.

Die arthroskopische AMIC-Technik [6] hat eine flache Lernkurve. Die erste wichtige Voraussetzung ist genügende Erfahrung des Operateurs in arthroskopischen Routineeingriffen am OSG (Debridement, Mikrofrakturierung, Cheilektomie u.a.). Zunächst muss anhand der präoperativen Bildgebung entschieden werden ob ein arthroskopischer Eingriff möglich ist. Defekte des anterioren Anteiles des Talus und schalenförmige Defekte sind generell einfacher zu versorgen. Problematisch sind tiefe, zystische Defekte der zentro- bis posteromedialen/-lateralen Talusschulter. Falls die Entscheidung zum arthroskopischen Vorgehen

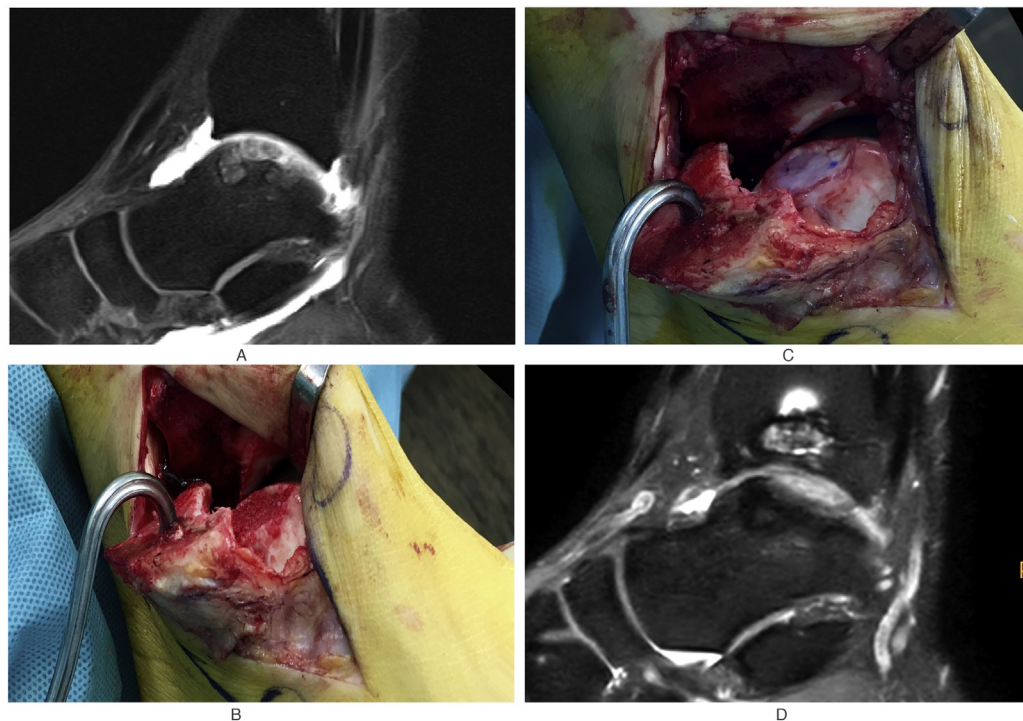


Abbildung 1

Offene AMIC-Technik. Ein 39-jähriger Fechter, ehemals Schweizer Meister, präsentierte sich mit Schmerzen am OSG ohne Trauma seit der Jugendzeit. Im MRI zeigte sich eine grosse zentromediale Läsion der Talusschulter (A). Ein offenes Vorgehen wurde beschlossen. Nach Durchführung der schrägen Innenknöchel-Osteotomie wurde der Defekt vollständig debridiert und mit Spongiosa aus dem Beckenkamm aufgefüllt (B). Anschliessend erfolgte die Deckung der Spongiosa mit der Kollagen-Matrix (C). Im MRI 14 Monate nach der OP zeigte sich ein homogenes Knorpelregenerat, der Patient konnte zum Leistungssport zurückkehren.

getroffen wurde, sollte der Patient unterrichtet werden, dass ggf. auf eine klassische Arthrotomie konvertiert werden müsste. Dies ist ohne Nachteil für den Patienten zu jedem Zeitpunkt des arthroskopischen Eingriffes möglich. Die zweite Voraussetzung ist eine suffiziente technische Ausstattung. Generell empfiehlt sich eine 30° 3.5 mm (und/oder 2.7 mm) Optik. Mehr als 30–40 mmHg ist meist nicht notwendig. Es empfiehlt sich ein dediziertes Instrumenten-Sieb für das obere Sprunggelenk. Zahlreiche Firmen bieten diese heutzutage an. Ein Traktions-System ist optional, die Autoren selber benutzen keine Distension-Schlinge. Die Anlage der Portale erfolgt zunächst wie bei einer normalen Arthroskopie des OSG:

anteromedial (medial der Tibialis anterior-Sehne) und anterolateral (lateral der Extensor digitorum longus-Sehne). Zusätzliche Portale können jederzeit, je nach Bedarf und Lokalisation des Defektes angelegt werden. Für das Debridement und das Auffüllen des Knochens gelten die gleichen Kriterien wie beim offenen Vorgehen. Die Autoren verwenden selbst entwickelte Instrumente um den Knorpelrand orthograd abzutragen und die Spongiosa verlustfrei durch ein Portal einzubringen. Wenn mit Wasser arthroskopiert wird, muss dieses vor dem Einführen der Spongiosa und der Matrix, sowie der Fixation mit Fibrinkleber abgelassen werden (trockene Arthroskopie, aus dem Engl. dry arthroscopy).

Postoperatives Prozedere

Die Nachbehandlung umfasst eine Teilbelastung mit 20% Körpergewicht für 6 Wochen an Unterarmgehstützen in einer Orthese/Walker unabhängig von den durchgeführten Zusatzeingriffen. Im Anschluss daran erfolgt ein schmerzadaptierter Belastungsaufbau über weitere zwei Wochen. Bis zur Vollbelastung ist eine Thromboseprophylaxe sinnvoll. Eine physiotherapeutische Unterstützung beginnt ab dem Fadenzug mit Focus auf entzündungshemmende und mobilisierende Massnahmen und vorsichtiger aktiver und passiver Bewegung des OSG mit Plantarflexion /-extension von jeweils max. 10°. Ab der 7. postoperativen Woche ist Belastungsaufbau mit freier

Mobilisation des OSG mit Kräftigung der Muskulatur und Training der Propriozeption durchzuführen. Alltagsaktivitäten sind 8 bis 10 Wochen postoperativ meist möglich. Sport ohne axiale Stoßbelastung, wie Fahrradfahren und Schwimmen, kann ab der 12. Woche begonnen werden. Die weitere Integration in den Sport gestaltet sich sehr unterschiedlich und ist neben Defektgröße und Lokalisation auch vom biologischen Regenerationsvermögen des individuellen Patienten abhängig [7]. Verlaufsuntersuchungen im MRI haben gezeigt, dass die Regeneration des Knorpelgewebes 12 und mehr Monate in Anspruch nimmt, so dass Patienten auch nach einem Jahr auf intensive Belastung mit Beschwerden reagieren können [7].

Ergebnisse und Evidenz

Der Gebrauch von Matrizen zur Behandlung von OCLT ist eine relativ neue Entwicklung. Im Jahr 2018 traf eine Gruppe international anerkannter Fusschirurgen (International Society for Cartilage Repair of the Ankle [ISCRA]) im Konsensverfahren die Aussage, dass eine Matrix-Anwendung als Zusatz zur Knochenmark-Stimulierung in folgenden Fällen in Erwägung gezogen werden kann [8]: 1. Primäre und Revisionseingriffe mit Läsionsgröße $>1\text{ cm}^2$, 2. Fälle bei denen eine einzeitige Prozedur gewünscht ist, und 3. Fälle bei denen

ein Knochentransplantat gebraucht wird. Die modifizierte AMIC Technik erfüllt all die o.g. Anforderungen der ISCRA und kommt erfolgreich zur Anwendung bei grossen OCLT, wo ein Knochenaufbau notwendig ist [9,10]. Insgesamt gibt es wenig Literatur zu diesem Thema und die vorhandenen Arbeiten haben ein Evidenzlevel von 4. Die Autoren selber untersuchten eine Kohorte von 26 Patienten nach offener modifizierter AMIC-Technik [9]. Nach durchschnittlich 31 Monaten zeigten die Patienten einen signifikant verbesserten funktionellen Score (AOFAS; präoperativ 60, postoperativ 89 Punkte), sowie deutlich weniger Schmerzen am OSG (VAS, präoperativ 5, postoperativ 1.6 Punkte). Ähnliche Ergebnisse für die offene Technik werden von anderen Autoren berichtet. Kubosch et al. berichten über einen AOFAS-Score von 82.6 Punkten und einem VAS-Score von 3.2 Punkten bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 39.5 Monaten [11]. Walther et al. konnten bei 42 Patienten mit einer Nachuntersuchungszeit von mehr als einem Jahr feststellen, dass sich der AOFAS-Score signifikant von 47 Punkten auf 88 Punkte verbesserte [12]. Ergebnisse der arthroskopischen Technik wurden ebenfalls von den Autoren selber berichtet. Bei acht Patienten wurde eine Verbesserung des AOFAS-Scores ein Jahr nach arthroskopischem Eingriff festgestellt (AOFAS; präopera-

tiv 64, postoperativ 86 Punkte) [6]. Uselli et al. untersuchten 20 Patienten 24 Monaten nach einem arthroskopischen Eingriff. Sie stellten eine signifikante Verbesserung des AOFAS-Scores (57 auf 87 Punkte) und des VAS-Scores fest (8.1 auf 2.2 Punkte) [13]. Eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der offenen und arthroskopischen Technik findet sich in der [Tabelle 1](#).

Die Behandlung der OCLT mittels modifizierter AMIC Technik ist in erster Linie eine Schmerztherapie. Bezüglich der Sportaktivität wurden unterschiedliche Resultate publiziert. In der o.g. Studie mit 26 Patienten haben 73% der Patienten vor dem Einsetzen der Beschwerden am OSG an Sportaktivitäten teilgenommen, zum Zeitpunkt der Operation waren es nur 12% [9]. Zum postoperativen Nachuntersuchungszeitpunkt von durchschnittlich 31 Monaten stieg die Zahl auf 62%. In einer anderen Studie mit 60 Patienten, allesamt Freizeitsportler, zeigte sich postoperativ kein signifikanter Anstieg der Sportaktivitäten im Vergleich zu vor der Operation [10]. Zwar hatten die Patienten weniger Schmerzen, waren generell zufrieden und nahmen weniger Schmerzmittel ein, die Anzahl der Stunden beim Sport, die Activity Rating Scale und der Tegner Activity Score zeigten jedoch keine signifikante Verbesserung zum Nachuntersuchungszeitpunkt von durchschnittlich 47 Monaten. Tendenziell ist in allen

Tabelle 1. Vor- und Nachteile offener gegenüber arthroskopischer Technik.

	Offene Technik	Arthroskopische Technik
Vorteile	Steile Lernkurve Einfache Exposition Grund-Instrumentarium	Ambulantes operieren Schonend Schnellere Abschwellung und Wundheilung
Nachteile	Lange Arthrotomie Ggf. Osteotomie	Flache Lernkurve Spezielles Instrumentarium

Studien festzustellen, dass postoperativ die Patienten eher dazu neigen an Sportaktivitäten teilzunehmen, welche mit einer reduzierten axialen Stossbelastung verbunden sind (z.B. Schwimmen, Fahrradfahren, Wandern). Wichtig ist es präoperativ mit dem Patienten zu besprechen, dass ein Eingriff möglicherweise keine für ihn wahrnehmbare Verbesserung der Sportfähigkeit ergibt.

Bzgl. der biochemischen Zusammensetzung des Regenerat-Knorpels gibt es nur indirekte Aussagen mittels spezieller MRI-Sequenzen, da Studien fehlen, wo Biopsien im Rahmen eines Second-look-Eingriffes durchgeführt wurden. Die Autoren selber haben im Rahmen von dGEMRIC-Scans festgestellt, dass der regenerierte Knorpel ähnliche Eigenschaften wie der benachbarte gesunde Knorpel aufweist [14]. Zu ähnlichen Schlüssen kam die Arbeitsgruppe um Kubosch et al. mittels T2-Mapping [11]. Arbeiten die im Verlauf Biopsien zur histologischen Aufbereitung entnommen haben, gibt es keine.

Zusammenfassung

Die offene und arthroskopische AMIC-Technik zur Rekonstruktion osteochondraler Läsionen am Talus bietet gute, vergleichbare klinische Ergebnisse. Die offene Technik ist einfach und schnell erlernbar. Die arthroskopische Operationstechnik bedarf substantieller Erfahrung in Arthroskopie des oberen Sprunggelenkes. Ist diese vorhanden, kann mit dem Eingriff mit geeigneten

Instrumenten durchgeführt werden. Beide Operationstechniken führen zu einer signifikanten Schmerzlinderung und Verbesserung der funktionellen Scores. Die Rückkehr zum Sport ist möglich, die Patienten verzichten meist jedoch auf Aktivitäten mit starker Belastung des OSG.

Interessenkonflikt

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

- [1] C.N. van Dijk, et al., Osteochondral defects in the ankle: why painful? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18 (5) (2010) 570–580.
- [2] P. Behrens, Matrixgekoppelte Mikrofrakturierung. *Arthroskopie* 18 (2005) 193–197.
- [3] M. Wiewiorski, et al., Autologous matrix-induced chondrogenesis aided reconstruction of a large focal osteochondral lesion of the talus, *Arch Orthop Trauma Surg* 131 (3) (2011) 293–296.
- [4] V. Valderrabano, et al., Autologous Matrix-induced Chondrogenesis-aided Repair of Osteochondral Lesions of the Talus, *Techniques in Foot & Ankle Surgery* 10 (4) (2011) 159–162. , <http://dx.doi.org/10.1097/BTF.0b013e318237c1b0>.
- [5] J.R. Steadman, W.G. Rodkey, J.J. Rodrigo, Microfracture: surgical technique and rehabilitation to treat chondral defects, *Clin Orthop Relat Res* (391 Suppl) (2001) S362–S369.
- [6] B. Sadlik, et al., Dry Arthroscopy With a Retraction System for Matrix-Aided Cartilage Repair of Osteochondral Lesions of the Talus, *Foot Ankle Int* (2014).
- [7] M. Walther, et al., Autologe matrixinduzierte Chondrogenese am Sprunggelenk, *Arthroskopie* (2017) 1–6.
- [8] B.B. Rothrauff, et al., Scaffold-Based Therapies: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle, *Foot Ankle Int* 39 (1_suppl) (2018) 41S–47S.
- [9] V. Valderrabano, et al., Reconstruction of osteochondral lesions of the talus with autologous spongiosa grafts and autologous matrix-induced chondrogenesis, *Am J Sports Med* 41 (3) (2013) 519–527.
- [10] M. Wiewiorski, et al., Sports Activity After Reconstruction of Osteochondral Lesions of the Talus With Autologous Spongiosa Grafts and Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis, *Am J Sports Med* 44 (10) (2016) 2651–2658.
- [11] E.J. Kubosch, et al., Clinical outcome and T2 assessment following autologous matrix-induced chondrogenesis in osteochondral lesions of the talus, *Int Orthop* 40 (1) (2016) 65–71.
- [12] M. Walther, et al., Therapie chondraler und osteochondraler Defekte am Talus durch Autologe Matrix Induzierte Chondrogenese, *Fuß & Sprunggelenk* 10 (2) (2012) 121–129.
- [13] F.G. Uselli, et al., All-arthroscopic AMIC(R) (AT-AMIC(R)) technique with autologous bone graft for talar osteochondral defects: clinical and radiological results, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2016).
- [14] M. Wiewiorski, et al., Delayed gadolinium-enhanced MRI of cartilage of the ankle joint: Results after autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC)-aided reconstruction of osteochondral lesions of the talus, *Clin Radiol* 68 (10) (2013) 1031–1038.

Korrespondenzadresse. Klinik für Orthopädie und Traumatologie Kantonsspital Winterthur, Brauerstrasse 15, 8401 Winterthur, Schweiz
Tel.: +4152 266 29 53;
 fax: +4152 266 20 43
 E-Mail: wiewiorskim@gmail.com

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect