

M. Boos¹, Ch. Neuhäuser¹, J. Jerosch¹

Die allogene Knochentransplantation unter DRG Gesichtspunkten

The allogenic bone transplantation in the DRG system

Zusammenfassung: Die allogene Knochentransplantation hat nach wie vor große Bedeutung in der orthopädischen Chirurgie und Unfallchirurgie. Mit steigenden Zahlen an Revisionsoperationen von Endoprothesen wird dieses Thema in Zukunft noch an Bedeutung gewinnen. Gerade in Zeiten strenger werdender Anforderungen an das Führen einer lokalen Knochenbank stellt sich die Frage nach der Kosteneffizienz. Anhand des aktuellen DRG Groupers für 2012 wurde für unterschiedliche Diagnosen die Erlössituation im DRG-System bei Verwendung von allogenen Knochenmaterial kalkuliert. Die Analyse der DRG-Relevanz bei Verwendung von allogenen Knochen zeigt heterogene Ergebnisse. Hier ist z.T. gar keine Erlösrelevanz feststellbar, z.B. bei Revisionsoperationen an Knieprothesen. In einer Vielzahl von Fällen löst die Verwendung von allogenen Knochen jedoch eine deutlich höhere Vergütung aus. Bei Hüft-Prothesen-Wechsel erhöht sich der Erlös deutlich ebenso bei Pseudarthrosen oder bei Tumorauffüllungen. Einen hohen Zuwachs hat auch die Spondylodese bei degenerativen Erkrankungen. Die Umstellungsosteotomie an der Tibia führt bei Verwendung von allogenen Knochen ebenso zu einer Erlössteigerung. Die Verwendung von allogenen Knochenmaterial ist bei einer Vielzahl von Eingriffen im Bereich der Haltnungs- und Bewegungsorgane medizinisch sinnvoll und betriebswirtschaftlich nicht schädlich.

Schlüsselwörter: Knochentransplantation, DRG, 2012

Abstract: The use of allogenic bone material in orthopaedic surgery is of high interest. Growing numbers of endoprosthetic operations and consecutive revision operations lead to growing interest in this matter. Stricter requirements to running local bone banks need analyzing cost efficacy. With a 2012 DRG grouper we calculated for different diagnosis the use of allogenic bone tissue. For most of the procedures there is an increase in the CW, except for knee revision surgery. In THR revision there is also an increase as in the treatment of nonunions or in tumor surgery. There is also a significant increase in degenerative low back surgery, as well as in high tibia osteotomies. The use of allogenic bone material is usefull in many orthopedic operations. Cost analysis shows an increase in payment in the DRG-System in a lot of orthopaedic procedures using allogenic bone.

Keywords: bone transplantation, DRG, 2012

¹ Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin, Johanna-Etienne-Krankenhaus, Neuss
DOI 10.3238/oup.2012.0100-0106

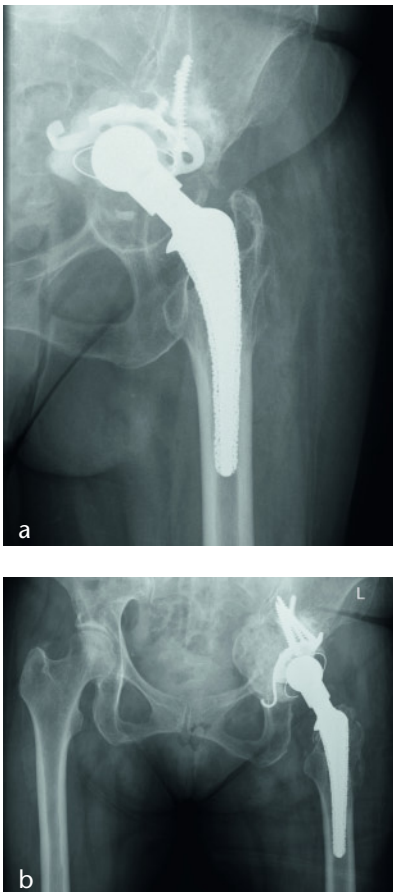
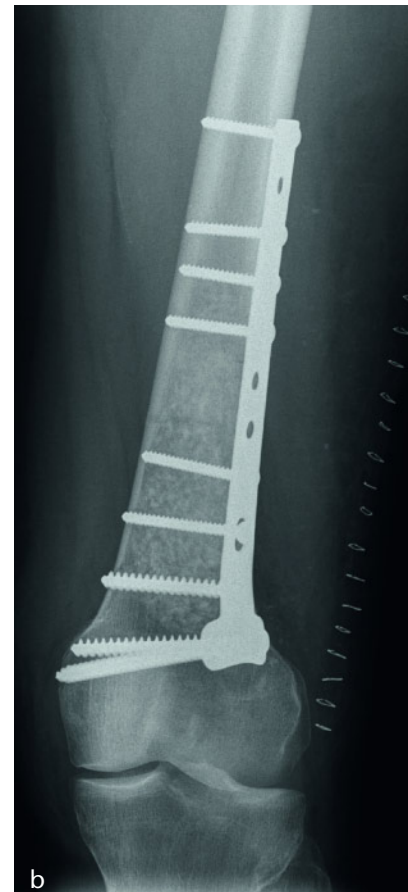


Abbildung 1 Vor (a) und nach (b) Pfannenaufbau mit Bankknochen



Abbildung 2 Vor (a) und nach (b) Auffüllung einer aneurysmatischen Knochenzyste



Einleitung

Die Notwendigkeit zur Überbrückung bzw. Auffüllung von Knochendefekten stellt in der orthopädischen Chirurgie und in der Unfallchirurgie eine wichtige Säule der operativen Therapie dar. Dies ist besonders im Bereich der Revisionsendoprothetik von Knie [1] und Hüfte [2, 3], aber auch im Bereich der Wirbelsäulenchirurgie [4, 5] sowie der Behandlung von Pseudarthrosen [6] der Fall. Ein weiteres breites Einsatzspektrum bildet die operative Behandlung von Knochentumoren [7].

Der Goldstandard zur Überbrückung von Knochendefekten ist nach wie vor die autologe Knochentransplantation [8]. Bei der autologen Knochenentnahme reicht die entnommene Spongiosamenge zur notwendigen Defektfüllung jedoch oftmals nicht aus, oder dem Patienten wurde bereits bei einer Voroperation Knochen aus dem Beckenkamm entnommen und steht somit einer weiteren autologen Spongiosaent-

nahme nicht mehr zur Verfügung. Ein weiterer Faktor ist die Komorbidität der Entnahmestelle wie z.B. Scherzsymptome oder der Abriss der Spina iliaca anterior superior. In den letzten Jahren ist seitens der Industrie eine Vielzahl von Alternativen zur autologen Spongiosa auf den Markt gekommen. Eine weitere Alternative zur autogenen stellt die allogene Knochentransplantation dar. Allogener Knochen wird entweder aus lokalen Knochenbanken entnommen oder von kommerziellen Knochenbanken bezogen. Mit Umsetzung der Richtlinie 2004/23/EG vom 31.03.2004 des Europäischen Parlamentes und der Überführung in nationales Recht sind die Grundvoraussetzungen zum Führen einer lokalen Knochenbank deutlich verschärft worden [9, 10, 11]. Seitdem haben viele Krankenhäuser ihre bestehenden lokalen Knochenbanken aufgegeben und kaufen allogenen Knochen von kommerziellen Knochenbanken.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die finanzielle Abbildung des haus-

intern hergestellten allogenen Knochentransplantates aus gespendeten Femurköpfen von Patienten, die mittels primärer Hüft-Totalendoprothese im DRG-System versorgt wurden.

Methoden

Anhand des aktuellen DRG Groupers für 2012 wurde für unterschiedliche Diagnosen die Erlössituation im DRG-System bei Verwendung von allogenen Knochenmaterial kalkuliert. Hierzu wurde der Web-Groupier DRG Research Group der Universität Münster verwendet (<http://drg.uni-muenster.de/>).

Ergebnisse

Die Analyse der DRG-Relevanz bei Verwendung von allogenen Knochen zeigt heterogene Ergebnisse. Hier ist z.T. gar keine Erlösrelevanz feststellbar, z.B. bei Revisionsoperationen an Knieprothesen. In ei-

| | Revision HTEP-Wechsel bei Infektionen | Relativgewicht | Euro |
|-------|---|-----------------------|-------------|
| I03B | Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, oder Arthrodese oder Alter < 16 Jahre oder beidseitige Eingriffe oder mehrere Eingriffe an Gelenken der unteren Extremität mit komplexem Eingriff, ohne äußerst schwere CC | 2,675 | 7791,34 |
| I46A | Prothesenwechsel am Hüftgelenk mit äußerst schwerem CC oder mit allogener Knochentransplantation | 3,337 | 9719,51 |
| | Hüftimplantation (Standard) | | |
| I47B | Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, ohne Arthrodese, ohne äußerst schwere CC, Alter > 15 Jahre, ohne komplizierenden Eingriff | 2,213 | 6445,69 |
| I47A | Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, ohne Arthrodese, ohne äußerst schwere CC, Alter > 15 Jahre, mit komplizierenden Eingriff (darunter: allogene Knochentransplantation) | 2,437 | 7098,13 |
| | Wirbelsäule degenerativ | | |
| I09.E | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule ohne mehrzeitige kompl. Eingriffe, ohne Eingriff bei deformierenden Erkrankungen, ohne kompl. Spondylodese, ohne bestimmte Osteosynthesen, ohne Kyphoplastie m. äuß. schw. od. schw. CC, außer bei Para-/Tetraplegie | 2,109 | 6142,78 |
| I09C | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule mit komplexer Osteosynthese und schweren CC oder mit allogener Knochentransplantation oder bestimmtem aufwändigem Eingriff oder mit Kyphoplastie, mehr als 2 Segmente od. bis 2 Segmente mit äuß. schweren CC | 3,142 | 9151,55 |
| | Tumor gutartig (Oberschenkel) | | |
| I08E | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur ohne komplexen Mehrfacheingriff, ohne sehr komplexe Diagnosen, ohne komplexen Eingriff, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie oder Muskel-/Gelenkplastik | 1,692 | 4928,20 |
| I08F | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Prozedur, ohne komplexe Diagnose, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie, ohne Muskel-/Gelenkplastik | 1,975 | 5752,48 |
| | Revision KTEP-Wechsel bei mechanischer Komplikation | | |
| I43.B | Prothesenwechsel oder Implantation einer Scharnierprothese oder Sonderprothese am Kniegelenk oder Prothesenwechsel am Schultergelenk oder am Sprunggelenk, ohne äußerst schwere CC | 3,199 | 9317,57 |
| I43.B | mit allogener Knochentransplantation | 3,199 | 9317,57 |
| | Umstellungsosteotomie additiv (tibial, femoral ähnlich) | | |
| I13.D | Bestimmte Eingriffe an Humerus, Tibia, Fibula und Sprunggelenk, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Diagnose, ohne komplexe Prozedur, mit mäßig komplexem Eingriff | 1,103 | 3212,65 |
| I13.B | Bestimmte Eingriffe an Humerus, Tibia, Fibula und Sprunggelenk, ohne komplexen Mehrfacheingriff, mit bestimmtem Mehrfacheingriff oder komplexer Diagnose | 2,03 | 5912,68 |
| | HWS-Fusion (1 Segment) | | |
| I09.E | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule ohne mehrzeitige kompl. Eingriffe, ohne Eingriff bei deformierenden Erkrankungen, ohne kompl. Spondylodese, ohne bestimmte Osteosynthesen, ohne Kyphoplastie m. äuß. schw. od. schw. CC, außer bei Para-/Tetraplegie | 2,109 | 6142,78 |
| I09C | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule mit komplexer Osteosynthese und schweren CC oder mit allogener Knochentransplantation oder bestimmtem aufwändigem Eingriff oder mit Kyphoplastie, mehr als 2 Segmente od. bis 2 Segmente mit äuß. schweren CC | 3,142 | 9151,55 |
| | Pseudarthrose (Femur) | | |
| I08.F | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Prozedur, ohne komplexe Diagnose, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie, ohne Muskel-/Gelenkplastik | 1,692 | 4928,20 |

| | | | |
|-------|---|-------|------------|
| I08.E | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur mit Mehrfacheingriff, komplexer Prozedur oder Diagnose oder äußerst schweren CC oder mit Osteotomie oder Muskel-/Gelenkplastik | 1,975 | 5752,48 |
| | Pseudarthrose (Fuß) | | |
| I20.F | Eingriffe am Fuß ohne komplexe Eingriffe, ohne Zerebralparese od. schweren Weichteilschaden, ohne Knochentransplantation od. Implantation einer Zehengelenkendoprothese, außer bei Kalkaneusfraktur, Alter > 15 Jahre, ohne Eingriff an mehr als einem Strahl | 0,772 | 2248,57 |
| I20.C | Eingriffe am Fuß mit komplexem Eingriff, schwerem Weichteilschaden, Knochentransplantation, Implantation einer Zehengelenkendoprothese oder bei Kalkaneusfraktur | 1,108 | 3227,22 |
| | Pathologische Fraktur (Femur) | | |
| I08.F | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Prozedur, ohne komplexe Diagnose, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie, ohne Muskel-/Gelenkplastik | 1,692 | 4928,20 |
| I08.E | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur mit Mehrfacheingriff, komplexer Prozedur oder Diagnose oder äußerst schweren CC oder mit Osteotomie oder Muskel-/Gelenkplastik | 1,975 | 5752,48 |
| | Fraktur LWK 1 | | |
| I09C | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule mit komplexer Osteosynthese und schweren CC oder mit allogener Knochentransplantation oder bestimmtem aufwändigen Eingriff oder mit Kyphoplastie, mehr als 2 Segmente od. bis 2 Segmente mit äuß. schweren CC | 3,142 | 9151,55 |
| I09C | s.o. | 3,142 | 9151,55 |
| | Revision HTEP-Wechsel bei Infektionen | | |
| I03B | Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, oder Arthrodese oder Alter < 16 Jahre oder beidseitige Eingriffe oder mehrere Eingriffe an Gelenken der unteren Extremität mit komplexem Eingriff, ohne äußerst schwere CC | 2,675 | 7791,34 |
| I46A | Prothesenwechsel am Hüftgelenk mit äußerst schwerem CC oder mit allogener Knochentransplantation | 3,337 | 9719,51 |
| | Hüftimplantation (Standard) | | |
| I47B | Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, ohne Arthrodese, ohne äußerst schwere CC, Alter > 15 Jahre, ohne komplizierenden Eingriff | 2,213 | 6445,69 |
| I47A | Revision oder Ersatz des Hüftgelenkes ohne komplizierende Diagnose, ohne Arthrodese, ohne äußerst schwere CC, Alter > 15 Jahre, mit komplizierenden Eingriff (darunter: allogene Knochentransplantation) | 2,437 | 7098,13 |
| | Wirbelsäule degenerativ | | |
| I09.E | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule ohne mehrzeitige kompl. Eingriffe, ohne Eingriff bei deformierenden Erkrankungen, ohne kompl. Spondylodese, ohne bestimmte Osteosynthesen, ohne Kyphoplastie m. äuß. schw. od. schw. CC, außer bei Para-/Tetraplegie | 2,109 | 6142,78 |
| I09C | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule mit komplexer Osteosynthese und schweren CC oder mit allogener Knochentransplantation oder bestimmtem aufwändigen Eingriff oder mit Kyphoplastie, mehr als 2 Segmente od. bis 2 Segmente mit äuß. schweren CC | 3,142 | 9151,55 |
| | Tumor gutartig (Oberschenkel) | | |
| I08E | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur ohne komplexen Mehrfacheingriff, ohne sehr komplexe Diagnosen, ohne komplexen Eingriff, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie oder Muskel- / Gelenkplastik | 1,692 | 4928,20 |
| I08F | Andere Eingriffe an Hüftgelenk und Femur, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Prozedur, ohne komplexe Diagnose, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie, ohne Muskel- / Gelenkplastik | 1,975 | 5752,48 |
| | Revision KTEP-Wechsel bei mechanischer Komplikation | | |
| I43.B | Prothesenwechsel oder Implantation einer Scharnierprothese oder Sonderprothese am Kniegelenk oder Prothesenwechsel am Schultergelenk oder am Sprunggelenk, ohne äußerst schwere CC | 3.199 | 9317567,35 |
| I43.B | mit allogener Knochentransplantation | 3,199 | 9317,57 |

| Umstellungsosteotomie additiv (tibial, femoral ähnlich) | | | |
|--|--|-------|---------|
| I13.D | Bestimmte Eingriffe an Humerus, Tibia, Fibula und Sprunggelenk, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Diagnose, ohne komplexe Prozedur, mit mäßig komplexem Eingriff | 1,103 | 3212,65 |
| I13.B | Bestimmte Eingriffe an Humerus, Tibia, Fibula und Sprunggelenk, ohne komplexen Mehrfacheingriff, mit bestimmtem Mehrfacheingriff oder komplexer Diagnose | 2,03 | 5912,68 |
| HWS-Fusion (1 Segment) | | | |
| I09.E | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule ohne mehrzeitige kompl. Eingriffe, ohne Eingriff bei deformierenden Erkrankungen, ohne kompl. Spondylodese, ohne bestimmte Osteosynthesen, ohne Kyphoplastie m. äuß. schw. od. schw. CC, außer bei Para- / Tetraplegie | 2,109 | 6142,78 |
| I09C | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule mit komplexer Osteosynthese und schweren CC oder mit allogener Knochen transplantation oder bestimmtem aufwändigem Eingriff oder mit Kyphoplastie, mehr als 2 Segmente od. bis 2 Segmente mit äuß. schweren CC | 3,142 | 9151,55 |
| Pseudarthrose (Femur) | | | |
| I08.F | Anderer Eingriffe an Hüftgelenk und Femur, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Prozedur, ohne komplexe Diagnose, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie, ohne Muskel- / Gelenkplastik | 1,692 | 4928,20 |
| I08.E | Anderer Eingriffe an Hüftgelenk und Femur mit Mehrfacheingriff, komplexer Prozedur oder Diagnose oder äußerst schweren CC oder mit Osteotomie oder Muskel- / Gelenkplastik | 1,975 | 5752,48 |
| Pseudarthrose (Fuß) | | | |
| I20.F | Eingriffe am Fuß ohne komplexe Eingriffe, ohne Zerebralparese od. schweren Weichteilschaden, ohne Knochen transplantation od. Implantation einer Zehengelenkendoprothese, außer bei Kalkaneusfraktur, Alter > 15 Jahre, ohne Eingriff an mehr als einem Strahl | 0,772 | 2248,57 |
| I20.C | Eingriffe am Fuß mit komplexem Eingriff, schwerem Weichteilschaden, Knochen transplantation, Implantation einer Zehengelenkendoprothese oder bei Kalkaneusfraktur | 1,108 | 3227,22 |
| Pathologische Fraktur (Femur) | | | |
| I08.F | Anderer Eingriffe an Hüftgelenk und Femur, ohne Mehrfacheingriff, ohne komplexe Prozedur, ohne komplexe Diagnose, ohne äußerst schwere CC, ohne Osteotomie, ohne Muskel- / Gelenkplastik | 1,692 | 4928,20 |
| I08.E | Anderer Eingriffe an Hüftgelenk und Femur mit Mehrfacheingriff, komplexer Prozedur oder Diagnose oder äußerst schweren CC oder mit Osteotomie oder Muskel- / Gelenkplastik | 1,975 | 5752,48 |
| Fraktur LWK 1 | | | |
| I09C | Bestimmte Eingriffe an der Wirbelsäule mit komplexer Osteosynthese und schweren CC oder mit allogener Knochen transplantation oder bestimmtem aufwändigem Eingriff oder mit Kyphoplastie, mehr als 2 Segmente od. bis 2 Segmente mit äuß. schweren CC | 3,142 | 9151,55 |
| I09C | s.o. | 3,142 | 9151,55 |

Tabelle 1 Beispiele für Mehrerlös bei Verwendung von allogenen Knochen bei einem Basisfallwert von 2912,65 Euro

ner Vielzahl von Fällen löst die Verwendung von allogenen Knochen jedoch eine deutlich höhere Vergütung aus. Bei Hüft- Prothesenwechsel erhöht sich der Erlös deutlich (Abb.1) ebenso bei Pseudarthrosen oder bei Tumorauffüllungen (Abb.2). Einen starken Erlöszuwachs hat auch die Spondylodese bei degenerativen Erkrankungen. Die Umstellungsosteotomie an der Tibia führt bei Verwendung von allo-

genem Knochen ebenso zu einer Erlössteigerung (Abb.3). Weitere Beispiele zur Erlösrelevanz bei Verwendung von allogenen Knochen sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Diskussion

In Zeiten hoher Ansprüche an das Führen einer Knochenbank stellt sich die

Frage nach der Wirtschaftlichkeit an das Betreiben einer lokalen Knochenbank.

In unserem Haus findet das Marburger Knochenbanksystem Anwendung. Dabei handelt es sich um ein gut etabliertes und valides Verfahren [12].

In einer Vielzahl von Operationen liegt die Erlösrelevanz deutlich höhere DRG-Einstufung, wenn man allogenes

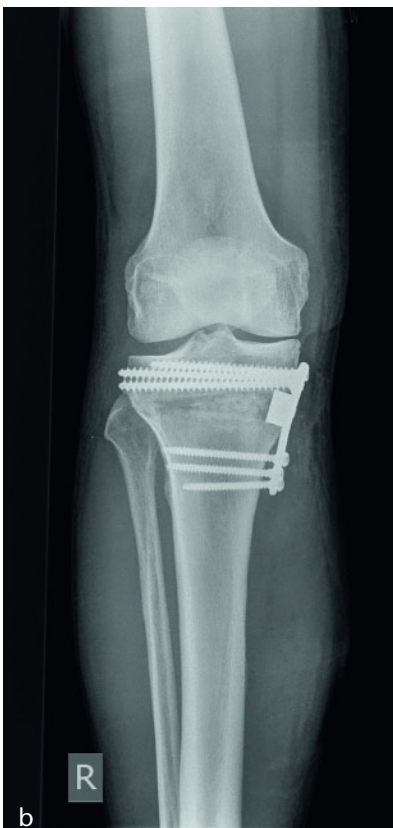


Abbildung 3 Vor (a) und nach (b und c) additiver tibialer Umstellung

Knochenmaterial verwendet. Bemerkenswert dabei ist die fehlende Systematik. Während Revisionsoperationen an Hüft-Totalendoprothesen mit einer deutlichen Erlössteigerung einhergehen, führt die Verwendung von allogenen Knochen bei Knie-Totalendoprothesen-Revisionen zu keinem Mehrerlös. Bei der Versorgung von Pseudarthrosen ist die Mehrvergütung variabel. Die Auffüllung von tumorö-

Aktiv mit Curavisc®



Curavisc®

Hyaluronsäure, Natriumsalz, 1.0% zur intraartikulären Injektion

- verringert Bewegungsschmerzen
- erhöht die Beweglichkeit
- verbessert die Lebensqualität



**Ideal für kleine Gelenke:
Curavisc mini (1,0 ml)**

curasan
Regenerative Medizin

Curavisc® / Curavisc® mini ist fermentativ hergestellte Hyaluronsäure zur Injektion in große bzw. kleine Synovialgelenke. Curavisc® / Curavisc® mini ist gut verträglich, verursacht kaum Nebenwirkungen und hat kein allergenes Potenzial durch Hühnereiweiß (Vogelprotein). Curavisc® / Curavisc® mini gibt es in praktischen Fertigspritzen. Es ist ein Medizinprodukt, das nur von Ärzten angewendet werden darf. Curavisc® / Curavisc® mini ist unter 25° C zu lagern. curasan AG, Lindigstraße 4, 63801 Kleinstheim. Stand: 01.2012 Fax: 06027-4090029 · E-mail: curavisc@curasan.com Vertretung: axxana GmbH, Köln

sen Defekten ist im Allgemeinen sehr gut abgebildet. Fusionen an der LWS bei degenerativen Erkrankungen ziehen eine Vergütungssteigerung nach sich, während Stabilisationen bei Frakturen an der LWS keinen Effekt in der Vergütung zeigen.

Vergleicht man allogene Knochen transplantation und Knochenersatzstoffe, so zeigt sich, dass beide Verfahren in der gleichen DRG eingruppiert werden. D.h., die Erlössteigerung ist im Allgemeinen die gleiche. Da der haus-eigen hergestellte allogene Knochen deutlich günstiger ist als Knochenersatzstoffe, kann man die Zugewinnspanne deutlich steigern.

Im Vergleich autogene vs. allogene Knochen transplantation im DRG-System

ist festzuhalten, dass die autologe Knochen transplantation im Allgemeinen zu keiner Aufwertung der DRG führt. Lediglich bei zwei der ermittelten Verfahren kam es zu einer Aufwertung der DRG bei Verwendung von autologem Knochen. Hierbei handelt es sich um die Defektauffüllung gutartiger Knochentumore am Femur (I08F) und die Versorgung der pathologischen Fraktur am Femur (I08E) mit Verwendung von autologer Spongiosa.

Die Fallpauschalen wurden exemplarisch für Patienten ohne DRG-relevante Nebendiagnosen erhoben. Hier kann es zu Veränderungen der Erlösrelevanz kommen, falls der betreffende Patient durch Nebendiagnosen bereits

in eine höhere Entgeltstufe eingruppiert wird.

Fazit und klinische Relevanz: Die Verwendung von allogenem Knochenmaterial ist bei einer Vielzahl von Eingriffen im Bereich der Haltungs- und Bewegungsorgane medizinisch sinnvoll und betriebswirtschaftlich nicht schädlich. OUP

Korrespondenzadresse

Prof.Dr.med.Dr.h.c. Jörg Jerosch
Johanna-Etienne-Krankenhaus
Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie
und Sportmedizin
Am Hasenberg 46
41462 Neuss
E-Mail: j.jerosch@ak-neuss.de

Literatur

1. Bezwada HP, Shah AR, Zambito K et al. Distal femoral allograft reconstruction for massive osteolytic bone loss in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplastie* 2006; 21:242–248
2. Beswick A, Blom AW. Bone graft substitutes in hip revision surgery: A comprehensive overview. *Injury* 2011; in press
3. Blom AW, Wylde V, Livesey C. Impact on bone grafting of the acetabulum at hip revision using a mix of bone chips and a biphasic porous ceramic bone graft substitute. *Acta Orthop* 2009; 80:150–154
4. Grauer JN, Beiner JM, Kwon B et al. The evolution of allograft bone for spinal applications. *Orthopedics* 2005; 28(6):573–577
5. Muramatsu K, Hachiya Y, Izawa H et al. Remodeling of heat-treated cortical bone allografts for posterior lumbar interbody fusion: serial 10-year follow-up. *Cell tissue bank* 2011; Jul 20 Epub
6. Wei-Peng L, Jinn L. Allografting in locked nailing and interfragmentary wiring for humeral nonunions. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 852–860
7. Potter BK, Adams SC, Pitcher JD et al. Proximal humerus reconstructions for tumors. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467(4): 1035–41
8. Burchard H: The biology of bone graft repair. *Clin Orthop* 1983; 174: 28–52
9. Bundesärztekammer – Wissenschaftlicher Beirat. Richtlinien zum Führen einer Knochenbank. *Dtsch Ärztbl* 2001; 98(15): A1011–1016
10. Bundesministerium der Justiz (2003) 11. Bekanntmachung der für den Vollzug des Arzneimittelgesetzes zuständigen Behörden, Stellen und Sachverständigen. *Bundesanzeiger* vom 30.09.2003, 55(183a): 6–52
11. Pruss A, Knaepler H, Katthagen BD et al. Auswirkungen der EU-Geweberichtlinie 2004/23/EG auf deutsche Knochenbanken. *Orthopäde* 2005; 34: 1160–1168
12. Pruss A: Comparison of the efficiency of virus inactivation methods in allogeneic avital bone tissue transplants. *Cell and Tissue Banking* 2001; 2: 201–215
13. Pruss A., Seibold M, Benedix F, et al. Validation of the 'Marburg bone bank system' for thermomodification of allogeneic femoral head transplants using selected bacteria, fungi and spores. *Biologicals* 2003; 31: 287–294
14. Flören M, Kappe T, Reichel H. Effektivitätsanalyse einer klinikinternen allogenen Knochenbank. *Orthopäde* 2007; 36: 667–672
15. Mall N, Ryan M, Kirk E, et al. The fate of grafting acetabular defects during revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 3286–3294