



# Präzision und Vielseitigkeit für Hand und Fuß

- Mini C-Bogen System für die Extremitätenchirurgie
- Innovatives Flachdetektor-Design auf CMOS-Technologie
- Herausragende Bildqualität
- DICOM-Kompatibilität



FLUOROSCAN  
InSight-FD

Generalvertretung  
für Mini C-Bogen Systeme von

**HOLOGIC®**

in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

**DKOU**

20. bis 23.10.2015

Messe Berlin  
Südgelände  
Stand-Nr. 74/2.2



**MMS Medicor Medical Supplies GmbH**  
Heinrich-Hertz-Straße 6 · 50170 Kerpen  
Telefon +49 2273 9808-0 · Fax +49 2273 9808-99  
zentrale@medicor.de



**Medicor Medical Supplies GmbH**  
Weyringergasse 6 · 1040 Wien  
Telefon +43 1 504 6671-0 · Fax +43 1 504 6671-99  
zentrale@medicor.at



**Medicor Medical Supplies GmbH**  
Gewerbestrasse 10 · 6330 Cham  
Telefon +41 41 7410700 · Fax +41 41 7494088  
zentrale@medicor.ch



Besuchen Sie uns:  
[www.medicor.biz](http://www.medicor.biz)

**Medicor**

Medizintechnik auf  
höchstem Niveau

# KRANKENHAUS UND ARZT 4.0

Die Megatrends der Zukunft füllen die Schlagzeilen. Die vierte industrielle Revolution will Menschen, Maschinen und industrielle Prozesse intelligent vernetzen. Kaum ein Tag, an dem uns nicht die 4.0 ins Auge springt. Krankenhäuser sind heute moderne Unternehmen.

■ Auch ihre Zukunft wird wesentlich geprägt sein von der intelligenten Vernetzung von Menschen, Computern und Prozessen. Die exponentielle Entwicklung der Datenfülle (Big Data), die uns digital und damit sofort zur Verfügung steht, führt zu einer ungeahnten Geschwindigkeit in der Entwicklung, deren Rasanzen uns manchmal taumeln lässt. Wer zu lange darüber nachdenkt, ob er mitmachen soll oder nicht, ist vielleicht schon neben der Straße, die in die Zukunft führt.

Die Bibliothek in unserer Klinik ist klein geworden. Nur wenige Monografien stehen dort noch. Bald werden auch sie verschwinden, ebenso wie die meterlangen Regale mit den über Jahrzehnte gesammelten Journals, deren erste Jahrgänge fast schon bibliophilen Wert haben.

Ein Blick in die verstaubten alten Bände zeigt schnell, dass die Autoren früher auch schon intelligent gedacht und geschrieben haben. Der Bewegungsapparat des Menschen ist so alt ist wie der Homo sapiens selbst. Seine Biologie, Funktion und Mechanik hat sich in den letzten 200.000 Jahren nur unwesentlich verändert.

Aber nicht nur das Buch, sondern bereits der Computer mit Gehäuse und großem Bildschirm ist nicht mehr erforderlich, um in Sekunden weltweit Unmengen an Daten zu akquirieren, die uns ein Krankheitsbild und dessen Therapie vermitteln.

Der Blick aufs Smartphone, morgen vielleicht schon auf die Uhr oder übermorgen durch die intelligente Brille, zeigen jetzt schon nicht nur Dosis und Nebenwirkungen eines Medikaments, sondern Frakturtyp, Behandlungsoptionen einschließlich Lagerung, Abdeckung, Zugang, Osteosynthese und

Nachbehandlung mit Tipps und Tricks sowie mögliche Komplikationen. Der nächste Schritt (4.0): absenden: Automatisch werden die notwendigen Instrumente gepackt, Osteosynthesematerialien online bestellt, Anästhesist und OT-Assistent sowie Lagerungsroboter informiert. Nur eine Millisekunde, und der Arzt hat Zeit für den nächsten Patienten, dessen Röntgenbild bereits von dem Bilderkennungsprogramm vordiagnostiziert wurde. Vielleicht noch zwei oder drei „Klicks“ „trifft zu“ oder „trifft nicht zu“, dann steht die Diagnose, und damit öffnet sich sofort das digitale Therapieprogramm. Sieht so das Krankenhaus der Zukunft aus? Aus unternehmerischer Sicht vielleicht. Aber welche Rolle übernimmt dann der Arzt? Wird er ein intelligenter und schneller Datenselektierer und Prozessoptimierer?



Prof. Dr. Georg Köster

Medizin ist eine Erfahrungswissenschaft. Dabei nimmt die Speicherung von Erfahrungen einen bedeutenden Raum ein. Dieses „Erfahrungsgedächtnis“ ist komplexer als das reine Wissensgedächtnis, welches digital unterstützt oder vielleicht sogar ersetzt werden kann. In die Erfahrung spielen multiple Wahrnehmungsebenen und -qualitäten ein.

Wenn wir als Orthopäden und Unfallchirurgen Knochen bearbeiten, sehen, hören und fühlen wir und stellen uns in Millisekunden auf neue Situationen ein und reagieren darauf. Dieses wird mit künstlicher Intelligenz allein nicht zu bewerkstelligen sein. Der Einsatz des Roboters beim Einsatz künstlicher Gelenke ist damals gescheitert,

bevor das System ausgereift und für die Praxis tauglich war. Kommerzielle Interessen haben es auf den Markt gespült, ohne dass der Industrieroboter in der Lage war, das Implantatlager gewebeschonend und präzise zu fräsen. Unabhängig davon konnte nie bewiesen werden und bleibt nach wie vor zweifelhaft, ob diese Art der Implantatverankerung wirkliche klinische Vorteile bietet. Dabei ist die nächste Generation (BlueBelt, Makoplasty) bereits im Anmarsch. Geworben wird wieder mit den bekannten Vorteilen (individuell, kleiner Schnitt, präziser Sitz etc.). Technik und Möglichkeiten des intraoperativen Abgleichs über prä- und intraoperativ erhobene Daten haben sich sicherlich verbessert. Insbesondere beim Kniegelenk bleiben jedoch Zweifel, ob dieses entscheidend ist für bessere Ergebnisse.



Priv.-Doz. Dr. Michael Wild

Das chirurgische Handwerk beinhaltet nicht nur die optimale Übertragung von Planungsdaten auf die Operation und die perfekte Anpassung des Implantatlagers an die Komponenten, sondern eine Gesamteinschätzung des komplexen Zusammenspiels verschiedener individueller Pathologien (z.B. von Gelenkachse, Bandspannung, Knochenbeschaffenheit, Muskelzug, Gelenkbewegung) und das sofortige Reagieren darauf. Der Linguist George Lakoff und der Philosoph Mark Johnson schreiben 1999 in ihrem Buch „Philosophy in the Flesh: the Embodied Mind and its Challenge to Western Thought“: „Der Geist ist von Natur aus eingekörpert. Grundlegende geistige Kategorien, wie z.B. die räumliche

Strukturierung der Erfahrung in oben und unten oder in vorne und hinten, gewinnen wir aus der sensomotorischen Erfahrung des Körpers.“

Aus der Forschung über Roboter und künstliche Intelligenz ist bekannt, dass die Herausforderung nicht darin besteht einfache Tätigkeiten zu verrichten, sondern sich permanent an die Umgebung anzupassen und zu reagieren. Komplexe menschliche Handlungen, wie z.B. Operationen durchzuführen, können nicht über digital nachgebildete Prozesse verbessert werden. Diese Fähigkeit existiert als eine grundlegende Schicht von Intelligenz im Körper. Hieran wird sich auch in der Zukunft nichts ändern.

Und neben dem chirurgischen Handwerk, das erlernt und kontinuierlich mit Erfahrung gespeist und trainiert werden muss, ist da auch in einem chirurgischen Fach die ärztlich menschliche Dimension, die eine entscheidende Rolle unseres ärztlichen Handelns und Heilens bestimmt. Sie wird zukünftig weiterhin einen entscheidenden Raum einnehmen, denn die Grundbedürfnisse des Menschen nach Zuwendung, Vertrauen, Fürsorge und persönlicher Wahrnehmung sind ebenso alt wie der Mensch und werden in einer digitalen, technisierten Welt gefordert bleiben, wenn nicht sogar an Bedeutung gewinnen.

Resümee: Wir werden in der Zukunft das exponentielle Wachstum an Daten und Vernetzungsoptionen nutzen müssen und dürfen uns dem nicht verschließen.

Der Arzt der Zukunft sollte sich jedoch nicht zu einem Produktionsleiter in einem digital technisierten Krankenhausunternehmen degradieren lassen. Wer über Daten und Zahlen verfügt, hat zwar eine Schlüsselfunktion.

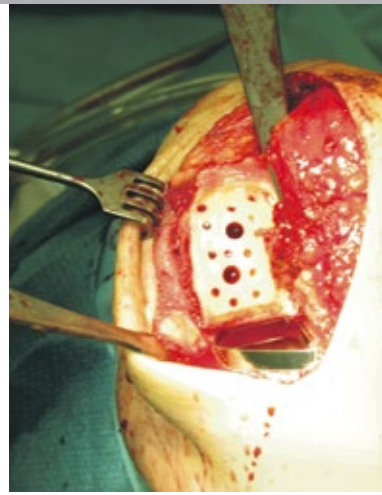
Die erfolgreiche Behandlung eines Patienten bleibt jedoch die zentrale Dienstleistung, die im chirurgischen Fach nicht ohne handwerkliches Können und im ärztlichen Bereich allgemein nicht ohne die Beachtung der menschlich seelischen Dimension erreicht werden kann. Hier haben wir eine wichtige Verantwortung für die Zukunft, auf die wir den Nachwuchs vorbereiten sollten. ■

Georg Köster

Michael Wild



© Sebastian Kaultzki - Fotolia.com



© Stasique — Fotolia.com



### 3 Editorial

Prof. Dr. Georg Köster und  
Dr. Michael Wiild

### 4 Impressum

### 5 Neue Option für die Intraoperative Bildgebung in der Wirbelsäulenchirurgie

Prof. Dr. Peter Vajkoczy,  
Neurochirurgische Klinik, Charité  
Universitätsmedizin Berlin

### 7 Ultraschall ist oft die beste Wahl

Dr. Hartmut Gaulrapp, München

### 8 Sportliche Aktivität junger Patienten mit zementfreiem Hüftgelenkersatz

Dr. Christian Merle,  
Dr. Marcus R. Streit, Dr. Moritz  
Innmann und Priv.-Doz. Dr. Tobias  
Gotterbarm, Klinik für Orthopädie  
und Unfallchirurgie, Stiftung  
Orthopädische Universitätsklinik,  
Universitätsklinikum Heidelberg

### 11 Primäre Hüftendoprothetik

Prof. Dr. Karl-Dieter Heller, Herzogin  
Elisabeth Hospital, Orthopädische  
Klinik Braunschweig

### 12 Das Zertifikat „Kniechirurg“ der Deutschen Kniegesellschaft

Prof. Dr. Wolf Petersen,  
Martin-Luther-Krankenhaus Klinik  
für Orthopädie und Unfallchirurgie,  
Berlin

### 14 Patientenspezifische Instrumente in der Knieendoprothetik – wie viel Individualisierung ist möglich?

Prof. Dr. Rolf Haaker, Klinikum  
Weser Egge, Klinik für Orthopädie,  
Traumatologie und Rheumatologie,  
St. Vincenz Hospital Brakel

### 15 Maßgeschneiderte vaskularisierte Knochenimplantate

Dr. Claudia Vorbeck, Fraunhofer-  
Institut für Grenzflächen- und Biover-  
fahrenstechnik IGB Stuttgart

### 16 Chronischer Rückenschmerz bei degenerativen Erkrankungen der LWS – Konservative Therapieoptionen

Dr. Konstantin Bloess, Dr. Jan Bre-  
dow, Dr. Lars Löhner, Dr. Jan Siewe  
und Prof. Dr. Peer Eysel, Klinik und  
Poliklinik für Orthopädie und Unfall-  
chirurgie, Universitätsklinikum Köln

### 17 Wie können Computerspiele bei Rückenleiden helfen?

Prof. Dr. Rainer Malaka, Technolo-  
gie-Zentrum Informatik und Infor-  
mationstechnik, Universität Bremen

### 18 Rückenschmerzen – eine Frage der Mechanik

Rainer Klose, Eidgenössische  
Materialprüfungs- und Forschungs-  
anstalt, Dübendorf, Schweiz

### 19 Osteoporose: Frakturrisikovorhersage 2.0

MMS Medcor Medical Supplies,  
Kerpen

### 20 Das KnorpelRegister DGOU – Bisherige Erfahrungen und Ausblick

Prof. Dr. Philipp Niemeyer, Sektion  
Knie- und Knorpelchirurgie, Klinik  
für Orthopädie und Unfallchirurgie,  
Universitätsklinikum Freiburg

### 22 Infektionsschutz und -behandlung in der Endoprothetik

Prof. Dr. Carsten Perka, Centrum  
für Musculoskeletale Chirurgie,  
Orthopädische Klinik, Berlin

### 24 Funktionelle Hilfsmittel

Medi, Bayreuth

### 25 Besonderheiten von Frakturen bei Kindern und Jugendlichen

Prof. Dr. Klaus Dresing, Klinik für  
Unfallchirurgie und Orthopädie,  
Abteilung Unfallchirurgie, Plastische  
und Wiederherstellungschirurgie  
Universitätsmedizin Göttingen

## IMPRESSUM

**Herausgeber:**  
Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, GIT VERLAG

**Publishing Director:**  
Steffen Ebert

**Regional Commercial Director:**  
Dr. Katja Habermüller

**Chefredakteurin:** Ulrike Hoffrichter M. A.  
Tel.: 06201/606-723, ulrike.hoffrichter@wiley.com

**Redakteurin:**  
Dr. Jutta Jessen  
Tel.: 06201/606-726, jutta.jessen@wiley.com

**Verkaufsleiter:** Dipl.-Kfm. Manfred Böhler  
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com

**Freie Redakteure:**  
Elke Klug, Berlin

**Wiley GIT Leserservice:** 65341 Eltville  
Tel.: +49 6123 9238 246 - Fax: +49 6123 9238 244  
E-Mail: WileyGIT@vuser-service.de

Unser Service ist für Sie da von Montag bis Freitag  
zwischen 8:00 und 17:00 Uhr

**Mediaberatung:** Dipl.-Kfm. Manfred Böhler  
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com

Osman Bal, Tel.: 06201/606-374, osman.bal@wiley.com

Susanne Ney, Tel.: 06201/606-769, susanne.ney@wiley.com

Miryam Reubold, Tel.: 06201/606-127,  
miryam.reubold@wiley.com

**Anzeigenvertretung:** Dr. Michael Leising  
Tel.: 03603/893-112, leising@leising-marketing.de

**Redaktionsassistent:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com

**Herstellung:** Christiane Pothast (Herstellung);  
Silvia Edam (Anzeigenverwaltung);  
Ruth Herrmann (Satz, Layout);  
Elli Palzer (Litho)

**Sonderdrucke:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com

**Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, GIT VERLAG**  
Boschstraße 12, 69469 Weinheim,  
Tel.: 06201/606-0, Fax: 06201/606-790,  
mk@gitverlag.com, www.gitverlag.com

**Bankkonten**  
Commerzbank AG, Mannheim  
Konto-Nr.: 07 511 188 00, BLZ: 670 800 50  
BIC: DRESDEF670, IBAN: DE94 6708 0050 0751 1188 00  
Druckauflage: 32.000 (4. Quartal 2014)

M&K kompakt ist ein Supplement von  
Management & Krankenhaus



**Originalarbeiten**  
Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der  
Verantwortung des Autors. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Ge-  
nehmigung der Redaktion und mit Quellenangaben gestattet. Für  
unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Abbildungen über-  
nimmt der Verlag keine Haftung.

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhalt-  
lich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/den redaktionel-  
len Beitrag in unveränderter Form oder bearbeiteter Form für alle  
Zwecke beliebig oft selbst zu nutzen und Unternehmen, zu denen  
gesellschaftsrechtliche Beteiligungen bestehen, sowie Dritten zur  
Nutzung zu übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich  
sowohl auf Print- wie elektronische Medien unter Einschluss des  
Internets wie auch auf Datenbanken/Datenträger aller Art.

Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/oder gezeigten  
Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder einge-  
tragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

**Druck:** DSW GmbH,  
Flomersheimer Straße 2-4, 67071 Ludwigshafen  
Printed in Germany

ISSN 0176-053 X

**GIT VERLAG**  
A Wiley Brand

## INDEX

Asklepios Klinik St. Georg	12
Charité Berlin	5, 22
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Dübendorf	18
Fraunhofer Institut für Grenzflächen- u. Bioverfahrenstechnik	15
Georg-August-Universität Göttingen	26
Heraeus Medical	4, US, 13
Martin-Luther-Krankenhaus Berlin	12
medi	24
MMS Medcor Medical Supplies	2, US, 19
Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg	8
Schön Klinik Lorsch	3, US
St. Vincenz Hospital	15
Universität Bremen	17
Universitätsklinik Freiburg	12, 20
Universitätsklinikum Köln	16
Ziehm Imaging	9

# NEUE OPTION FÜR DIE **INTRAOPERATIVE** BILDGEBUNG IN DER WIRBELSÄULENCHIRURGIE

Eine Studie an der Charité bestätigt Genauigkeit, Mobilität und ein großes Einsatzspektrum eines neuen mobilen CT-Scanners.

Er hat sich u. a. bei Routineeingriffen an der Wirbelsäule bewährt, und aufgrund dieser positiven Erfahrungen ist sein Einsatz künftig auch in der kraniellen Neurochirurgie geplant.

Die Vorteile der intraoperativen CT-Bildgebung bei minimalinvasiven Eingriffen in der Wirbelsäulen Chirurgie sind seit Jahren bewiesen. Zahlreiche Studien belegen, dass sich mithilfe intraoperativer Computertomografie (iCT) in Kombination mit der Navigationstechnologie Schrauben und Instrumente wesentlich präziser platzieren lassen [1–9]. Bislang gängige intraoperative CT-Verfahren können jedoch das Potential nicht voll ausschöpfen, da sie hinsichtlich ihres Einsatzes und der Flexibilität begrenzt sind oder den chirurgischen Workflow erschweren. So sind fest installierte CT-Scanner in einem bestimmten Raum oder OP für die intraoperative Erfolgskontrolle nur eingeschränkt nutzbar. Sliding Gantrys (CT auf Schienen) erfordern in der Regel erhebliche Umbaumaßnahmen. Im operativen Einsatz kann die kleine Gantry-Öffnung die Patientenlagerung stark limitieren. Mobile 3-D C-Bögen bieten zwar mehr Flexibilität, haben aber meist ein kleines Scan-Volumen oder eine zu geringe Leistung. Insbesondere schwierige Regionen, wie die Schulter mit vielen Knochenstrukturen, können nicht komplett durchleuchtet werden.

## Neuentwicklung: Mobiler CT-Scanner

Neue Qualitäten bietet ein mobiler CT-Scanner mit integrierter Navigationstechnologie, der speziell für die intraoperative Nutzung konzipiert wurde (Abb. 1). Damit lassen sich während des Eingriffs diagnostische 3-D-Daten jederzeit aktualisieren. Der Operateur kann das Ergebnis noch direkt im OP kontrollieren, ohne dass der Patient erst zu einem fest installierten Scanner transportiert werden muss. Mit einem Innendurchmesser von 107 cm bietet er um etwa ein Drittel mehr Platz für die Patientenlagerung als herkömmliche CT-Scanner. Ein weiterer Vorteil liegt

in der hohen Qualität der Aufnahmen von knöchernen Strukturen sowie Weichteilgeweben. Das Gerät hat ein Scanvolumen von bis zu 50 cm Durchmesser und 100 cm Länge und kann z. B. die gesamte Wirbelsäule mit einer Aufnahme abbilden.

## Klinische Studie mit mobilem CT-Scanner

Die Klinik für Neurochirurgie der Charité evaluierte im Rahmen einer Studie den neuen mobilen CT-Scanner hinsichtlich Sicherheit, Genauigkeit, Einsetzbarkeit und Workflow-Optimierung. Von Mai bis August 2014 wurde bei 23 Patienten die navigationsgestützte Platzierung von 170 Schrauben an der hinteren Wirbelsäule überprüft. Indikationen waren degenerative Erkrankungen (10/23; 43%), Tumoren (8/23; 35%), Frakturen (5/23; 22%), komplexe Deformitäten und Revisionseingriffe. Zudem wurde das Gerät in Fällen eingesetzt, die normalerweise mit einem konventionellen mobilen 3-D C-Bogen schlecht zu durchleuchten sind, sowie bei Eingriffen mit mehreren Wirbelsegmenten (>3 Segmente). Nach der navigationsgestützten Platzierung der Schrauben wurde die Lage



Prof. Dr. Peter Vajkoczy, Direktor der Klinik für Neurochirurgie der Charité, Universitätsmedizin Berlin

mithilfe eines iCT-Scans intraoperativ überprüft.

## Flexibilität und Vielseitigkeit

Die Ergebnisse zeigten: Der neue mobile CT-Scanner ist einfach zu bedienen und flexibel einsetzbar (siehe Abb. 2). Der große Innendurchmesser des mobilen CT macht die Patientenpositionierung unkompliziert. Patienten

können jetzt so gelagert werden, wie es die jeweilige Operation erfordert, selbst wenn es eine halbsitzende Position ist. Aufgrund seiner Mobilität lässt sich der CT-Scanner bei Bedarf flexibel in verschiedenen OP-Sälen einsetzen. In der Klinik für Neurochirurgie der Charité nutzt man den mobilen Scanner beispielsweise in zwei von vier Operationen. Große Umbaumaßnahmen waren hierfür nicht erforderlich. Dies erlaubt nicht nur eine flexiblere OP-Planung, sondern trägt auch zu einer höheren Auslastung und Kosteneffizienz bei [10]. Ein Aspekt, der im Hinblick auf die höheren Anschaffungskosten für die Airo-Technologie im Vergleich zu einem 3-D C-Bogen nicht unerheblich ist.

## Einfache Verbindung mit Navigationstechnologie

Der mobile CT-Scanner ließ sich bei allen Eingriffen einfach und effizient mit der Navigationstechnologie verbinden. Er ermöglicht einen automatischen Datentransfer und vereinfacht die Registrierung der Patienten für die Navigation, wodurch sich intraoperative Abläufe verbessern. Obwohl neue Technologien meist eine gewisse

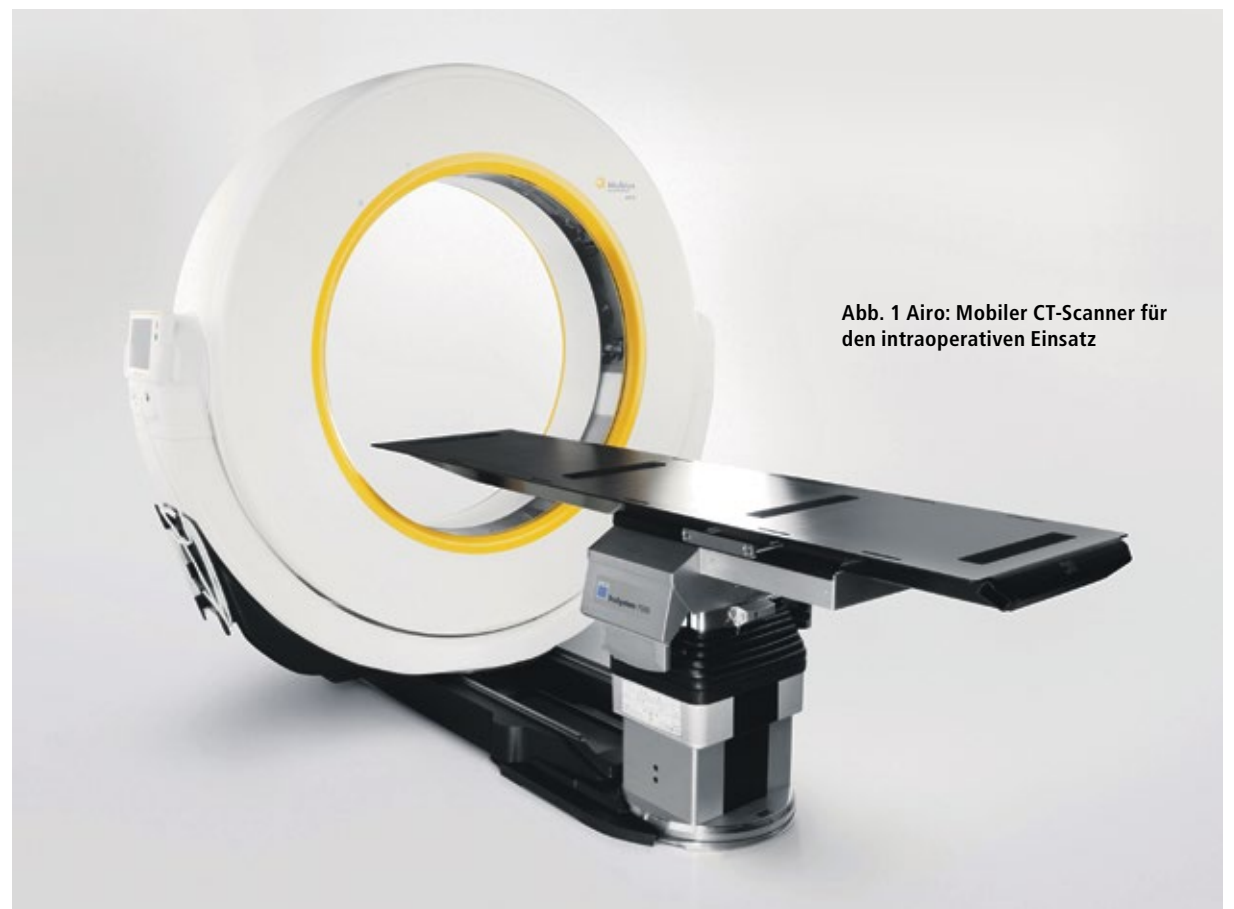


Abb. 1 Airo: Mobiler CT-Scanner für den intraoperativen Einsatz



Abb. 2 Airo lässt sich einfach bewegen und in verschiedenen OP-Sälen einsetzen.

Lernkurve erfordern, verringerte sich bereits nach drei Eingriffen die Setup-Zeit. Mit der Airo-basierten integrierten Navigationstechnologie kann zudem das prä- und postoperative CT ersetzt werden. (Abb. 3)

### Hohe Genauigkeit

Die navigierten Eingriffe mit dem mobilen intraoperativen CT sind sicher und genau: Die Genauigkeitsrate der Schraubenplatzierung lag bei 95,9%. Neun Schrauben (5,3%) zeigten minimale Perforationen (<2 mm), 4% der Schrauben waren nicht genau platziert >2–4 mm, mussten aber nicht ent-

fernt werden, da keine neurovaskulären Strukturen beeinträchtigt wurden. (Abb. 4)

Die Genauigkeit basiert unserer Erfahrung nach auf folgenden Faktoren: Zum einen führt die Mobilität und die einfache Bedienung zu reibungsloseren chirurgischen Abläufen. Zum anderen lassen sich aufgrund der hohen Bildqualität knöcherne Strukturen der Wirbelsäule und umgebende Strukturen problemlos durchleuchten sowie auch die Weichteile darstellen. Das gilt insbesondere bei adipösen Patienten, im Übergang des Kopfes und der Halswirbelsäule bzw. im Schulterbereich, die normalerweise schwierig zu durchleuchten sind. Darüber hinaus

ermöglicht die hohe Bildqualität eine präzise intraoperative Überprüfung der Schraubenlage, die gegebenenfalls sofort korrigiert werden kann. Durch die Kontrolle im OP, noch vor Beendigung des Eingriffs, sind potentiell keine Revisionseingriffe mehr notwendig. Ebenso können Komplikationen wie z. B. Blutungen sofort kontrolliert werden.

### Zusammenfassung

Unsere Erfahrung zeigt: Der mobile CT-Scanner ist sicher, einfach zu bedienen und bietet eine effiziente Alternative zu gängigen intraoperativen CT-Verfahren mit integrierten Navigationssystemen. Neben komplexen chirurgischen Eingriffen lässt sich das Gerät in Kombination mit der Navigation auch sehr gut für Routineeingriffe an der Wirbelsäule nutzen. Aufgrund der steilen Lernkurve verbessern sich die Abläufe im OP, wodurch auch die Effizienz rapide steigt. Ein Vorteil ist zudem die Vielseitigkeit. Der mobile CT-Scanner ist aufgrund der hohen Bildqualität für eine große Bandbreite an Indikationen geeignet. Wir werden das Gerät daher künftig auch in der kraniellen Neurochirurgie häufiger einsetzen, beispielsweise in der Schädel-Basis- und Tumor-Chirurgie oder der Stereotaxie (z. B. Tiefe-Hirn-Stimulation).

### Literatur:

- [1] Tormenti MJ.; Kostov DB.; Gardner PA. et al.: *Neurosurg Focus* 28. E11. doi: 10.3171/2010.1.FOCUS09275 (2010)
- [2] Shin BJ.; James AR.; Njoku IU.; Hartl R.: *J Neurosurg Spine* 17,113–122. doi: 10.3171/2012.5.SPINE11399 (2012)
- [3] Gelalis ID.; Paschos NK.; Pakos EE. et al.: *Eur Spine J* 21, 247–255. doi: 10.1007/s00586-011-2011-3 (2012)
- [4] Kosmopoulos V.; Schizas C.: *Spine (Phila Pa 1976)* 32, E111–20 (2007)
- [5] Waschke A.; Walter J.; Duenisch P. et al.: *Eur Spine J* 22, 654–660. doi: 10.1007/s00586-012-2509-3 (2013)
- [6] Ishikawa Y.; Kanemura T.; Yoshida G. et al.: *J Neurosurg Spine* 13, 606–611. doi: 10.3171/2010.5.SPINE09993(2010)
- [7] Tian W.; Liu Y.; Zheng S.; Lu Y.: *Eur Spine J* 22, 148–155. doi: 10.1007/s00586-012-2494-6 (2013)
- [8] Zausinger S.; Scheder B.; Uhl E. et al.: *Spine (Phila Pa 1976)* 34, 2919–2926 (2009)
- [9] Scheufler K.-M.; Franke J.; Eckardt A.; Dohmen H.: *Neurosurgery* 69, 782–95 – discussion 795. doi: 10.1227/NEU.0b013e318222ae16 (2011)
- [10] Van de Kelft E.; Costa F.; Van der Planken D.; Schils F.: *Spine (Phila Pa 1976)* 37, E1580-7 (2012)

### Autor:

Prof. Dr. Peter Vajkoczy  
Neurochirurgische Klinik / Department of Neurosurgery  
Charité Universitätsmedizin, Berlin  
Tel.: 030/450-560002

peter.vajkoczy@charite.de  
www.charite.de

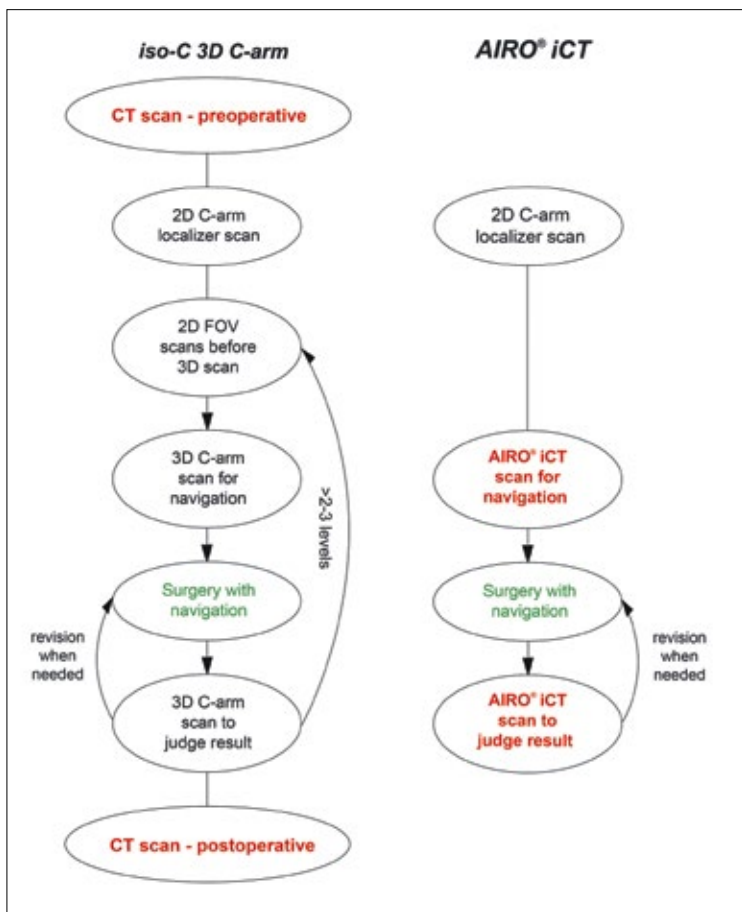


Abb. 3 Airo ersetzt das prä- und postoperative CT.

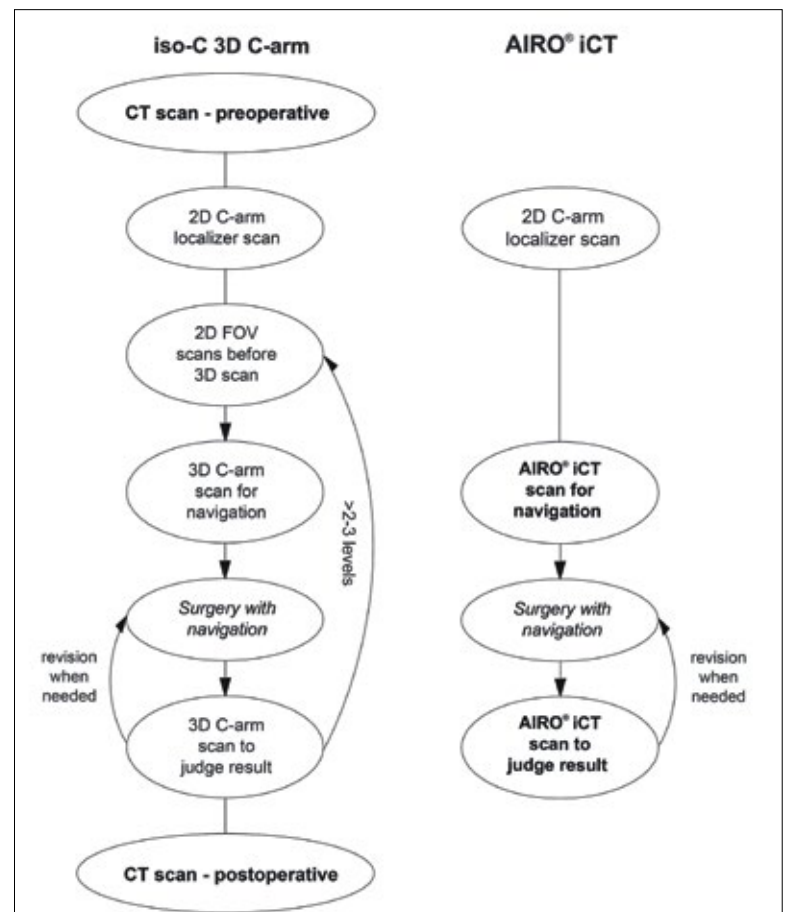


Abb. 4 Die hohe Bildqualität minimiert Artefakte und ermöglicht eine präzise Platzierung der Pedikelschrauben.

# ULTRASCHALL IST OFT **DIE BESTE WAHL**

Die Sonografie ist die erste Wahl bei vielen Verletzungen an Sprunggelenk und Fuß. Der Münchener Orthopäde Dr. Hartmut Gaulrapp spricht u. a. über die Besonderheiten des Gelenkuschalls.

Justine Holzwarth, Köln

**M&K:** Herr Dr. Gaulrapp, welche Verletzungen sind am Sprunggelenk und Fuß besonders häufig?

**Dr. Hartmut Gaulrapp:** Patienten stellen sich vor allem nach Verstauchungen und Prellungen vor. Wir müssen dann unterscheiden, welche konkrete Verletzung vorhanden ist, welche Struktur betroffen ist und welcher Schweregrad vorliegt. Neben einfachen Kapsel- und Bandzerrungen kommt es zu Bandrissen, ggf. mit einer Gelenkinstabilität vergesellschaftet, sowie zu Knochenbrüchen. Bei bestimmten komplexen Verletzungsmustern beobachten wir auch Kombinationen aus knöchernen, Band- und sogar Weichteilverletzungen. Als Nächstes folgen Überlastungsbeschwerden an der Vielzahl von Sehnen, die über das Sprunggelenk hinweg ziehen. Schwellungen verschiedener Gelenke an Fuß und Sprunggelenk müssen differenziert werden, ob sie traumatisch oder ggf. entzündlich z.B. rheumatologisch bedingt sind und ob sie punktiert werden müssen. Die Achillessehne ist häufig von Sehnenrissen betroffen, die sonografisch einfach und sicher festzustellen sind.

**Der Ultraschall ist gerade in der Orthopädie eine der häufigsten Untersuchungsmethoden. Wann kommt er zum Einsatz?**

**Gaulrapp:** Die Sonografie ist die erste Wahl bei Verletzungen oder Veränderungen von Sehnen, Bändern und Gelenken sowie knöchernen Oberflächen. Die Stabilität des verletzten Sprunggelenks kann mittels Ultraschall unmittelbar schonend und sicher erfolgen. Außerdem hilft die Sonografie auch bei Injektionen und Punktionen, bei der Entnahme von Gewebeproben oder von Metallteilen wie Schrauben und Schienen.



Dr. Hartmut Gaulrapp, München

**Wie hat sich die Sonografie in den vergangenen Jahren technisch entwickelt?**

**Gaulrapp:** Die Bilder sind heute weit besser aufgelöst und übertreffen sogar meist die Kernspintomografie. Auch Farb-Doppler-Untersuchungen sind möglich, um aktivierte Arthrose und Arthritis abzugrenzen oder Gefäßdiagnostik zu betreiben.

**Macht die Sonografie ein Röntgen verzichtbar?**

**Gaulrapp:** Das kommt auf die Art der Verletzung an. Bei Distorsionen ohne Hinweise auf eine Fraktur, Band- und Sehnenverletzungen sowie bei einer

Gelenkinstabilität kann man auf dem Boden der europäischen Strahlenschutzrichtlinie ruhigen Gewissens auf ein Röntgen verzichten. Ich empfehle nur dann eine Röntgenuntersuchung, wenn der Verdacht auf einen Knochenbruch vorliegt. Gerade bei Kindern und Jugendlichen sollte die Untersuchung mit Ultraschall erfolgen, wann immer es möglich ist.

**Was ist das Besondere am Gelenkuschall?**

**Gaulrapp:** Es gibt viele Vorteile: Er ist sofort verfügbar, strahlungsfrei, beliebig oft wiederholbar, zeigt stufenlose Schichten, und auch eine vergleichende Seitenkontrolle ist möglich. Zudem ist der Gelenkuschall eine dynamische Untersuchung, mit der auch ein Bänderriss und das Ausmaß der Instabilität gut zu erkennen sind. Leider wird er in Deutschland zu Dumpingpreisen vergütet, obwohl Ausbildung und Gerätetechnik nicht preiswert sind.

**Was wünschen Sie sich für die Zukunft?**

**Gaulrapp:** Der aktualisierte Indikationskatalog, den der Arbeitskreis Bewegungsorgane der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) zusammen mit dem Dachverband der gesetzlichen Unfallversicherungen (DGUV) gerade fortentwickelt hat, stellt eine sinnvolle Basis für die klinische Anwendung dar.

## Zur Person

**Dr. Hartmut Gaulrapp** ist Facharzt für Orthopädie, Kinder-Orthopädie, Sportmedizin und Chirotherapie sowie Unfallarzt der Berufsgenossenschaften. Er ist zudem Vorsitzender des Berufsverbands der Orthopäden und Unfallchirurgen für München. Durch seine höchstmögliche Qualifikation für die Ultraschalldiagnostik am Stütz- und Bewegungsapparat einschließlich der Säuglingshüfte bildet Gaulrapp auf diesem Gebiet bei der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) und der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) andere Ärzte fort. Außerdem ist er seit vielen Jahren als sportärztlicher Betreuer im Fußball, Basketball und Balletttanz tätig.

Diese sollte aber nicht nur in den Praxen niedergelassener Orthopäden und Unfallchirurgen erfolgen, sondern eigentlich bereits in Notfallambulanzen von Ausbildungs- und Versorgungskliniken. Das erfordert jedoch Vertrauen der Chefärzte in die Sonografie, ausreichend eigene Erfahrung sowie Zeit und Bereitschaft, dies den Ärzten in der Ausbildung zu vermitteln. Hier setzen die zertifizierten Ausbildungskurse der DEGUM an. Letztlich gilt jedoch auch hier: Nur wer will, der wird auch zu Kenntnissen und Fertigkeiten gelangen. ■■



© SENTELLO — Fotolia.com

# SPORTLICHE AKTIVITÄT JUNGER PATIENTEN MIT ZEMENTFREIEM HÜFTGELENKERSATZ

Die aktuelle Studienlage zeigt, dass die Mehrheit der Patienten mit endoprothetischem Hüftgelenkersatz kurz- und auch langfristig eine Vielzahl von Sportarten ausüben kann.

■ Der primäre endoprothetische Ersatz des Hüftgelenkes zählt zu den erfolgreichsten Operationen in der Medizin [1]. Aufgrund der berichteten Implantatüberlebensraten von über 90 % nach 10–25 Jahren [2, 3] und der hohen Zufriedenheit der Patienten mit der Operation hinsichtlich der Schmerzlinderung wurde in den letzten Jahren die Indikation zum endoprothetischen Hüftgelenkersatz zunehmend auf jüngere und sportlich aktive Patienten ausgeweitet.

Mit einer steigenden Anzahl von Hüftgelenkersatzoperationen bei jungen und aktiven Patienten hat sich auch die Erwartung an das funktionelle Ergebnis nach endoprothetischem Gelenkersatz verändert, da für diese Patienten neben der Langlebigkeit des Implantats und einer effektiven Schmerzlinderung insbesondere das funktionelle postoperative Ergebnis mit der Möglichkeit der Wiederaufnahme einer regelmäßigen körperlichen und sportlichen Aktivität von besonderer Relevanz ist [4–6].

Es konnte gezeigt werden, dass eine regelmäßige körperliche Aktivität nach Hüftgelenkersatz nicht nur für die subjektive Patientenzufriedenheit von großer Bedeutung ist, sondern sich auch positiv auf die psychische Verfassung und die allgemeine körperliche Gesundheit auswirkt.

## Kriterien für gute funktionelle Ergebnisse bei jungen aktiven Patienten

In Deutschland werden bei primären Hüftgelenkersatzoperationen die Implantate überwiegend in zementfreier Verankerungstechnik implantiert (AquaBQS). Neben einer hohen Primärstabilität, die in den meisten Fällen eine unmittelbare Vollbelastung des Gelenkes erlaubt, und einer dauerhaften Fixierung der Implantatkomponenten durch Einwachsen des Implantates in den Knochen (Osteointegration) wird der Erfolg der Operation maßgeblich von der Stabilität des Kunstgelenkes



**Dr. Christian Merle, M. Sc.**  
Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Stiftung Orthopädische Universitätsklinik, Universitätsklinikum Heidelberg



**Priv.-Doz. Dr. Tobias Gotterbarm,**  
Geschäftsführender Oberarzt, Bereich Endoprothetik, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Stiftung Orthopädische Universitätsklinik, Universitätsklinikum Heidelberg



**Dr. Marcus R. Streit, M. Sc.**  
Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Stiftung Orthopädische Universitätsklinik, Universitätsklinikum Heidelberg



**Dr. Moritz Innmann,**  
Assistenzarzt, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Stiftung Orthopädische Universitätsklinik, Universitätsklinikum Heidelberg

und der gleichzeitigen Wiederherstellung einer funktionellen Gelenkbiomechanik bestimmt.

Die Wahl eines gewebeschonenden Zugangs und eines geeigneten Implantatsystem sowie eine akkurate intraoperative Komponentenpositionierung und Weichteilbalancierung sind für ein gutes funktionelles Ergebnis der Hüftgelenkstotalendoprothese essenziell. Hierdurch können im Langzeitverlauf auch unerwünschte Folgen wie muskuläre Beschwerden, Glutealinsuffizienz, Bewegungseinschränkungen, Impingement, periprotetischer Kno-

chenverlust, Abrieb und konsekutive Osteolysen vermieden werden.

Einige Studien konnten erhöhte Versagensraten von zementierten Pfannen bei jungen und körperliche aktiven Patienten aufzeigen [7], die nahelegen, dass eine zementfreie Pfannenverankerung bei diesen Patienten bevorzugt werden sollte. Für die Schaftverankerung konnte unter Berücksichtigung der aktuellen Studienlage bei Verwendung moderner Implantate und OP-Techniken kein eindeutiger Vorteil für die zementfreie bzw. zementierte Fixation

bei jungen und aktiven Patienten belegt werden.

## Aktuelle Datenlage

Einige Studien mit z.T. sehr heterogenem Studiendesign haben das Thema Sport bzw. körperliche Aktivität im kurz- und mittelfristigem Verlauf nach Hüftgelenkersatz untersucht, aber nur wenige Studien konnten bisher detaillierte Ergebnisse in Bezug auf die postoperative Sport- und Freizeitaktivität nach Hüftgelenkersatz liefern [8].

Zur Ermittlung der Intensität der sportlichen Aktivität existieren verschiedene klinische Scores. In der Literatur ist der UCLA Score am gebräuchlichsten [9]. Grundsätzlich werden sogenannte High-Impact-Sportarten (z.B. Jogging, Hockey, Kampfsport, Fußball, Tennis) und Low-Impact-Sportarten (z.B. Fahrradfahren, Nordic Walking, Crosstrainer, Golf, Schwimmen) unterschieden.

Die Sportarten grenzen sich im Wesentlichen dadurch ab, dass bei High-Impact-Sport bei höherer Belastung kurzzeitig beide Füße den Bodenkontakt verlieren, wohingegen bei Low-Impact-Sportarten immer ein Fuß sicheren Bodenkontakt behält und Spitzenbelastungen mit direktem Gegenkontakt oder schnellen Richtungswechseln vermieden werden. In der Literatur geben die meisten Patienten an, postoperativ vorrangig an Low-Impact-Sportarten zu partizipieren und High-Impact-Sportarten tendenziell zu vermeiden.

Dieses Phänomen ist möglicherweise als subjektive Vorsichtsmaßnahme der Patienten, durch Begleiterkrankungen, mögliche Beschwerden bei starker Belastung oder durch aktive Empfehlung der behandelnden Operateure und Physiotherapeuten zu erklären. Andererseits konnte gezeigt werden, dass sich aktive Patienten, die mit dem Operationsergebnis zufrieden sind, nur bedingt an die Empfehlungen ihres Operateurs bezüglich der Art und Intensität der sportlichen Aktivität halten [10].

Die Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität nach Implantation einer Hüftendoprothese wird in der Literatur mit einer Rate von 54–98 % angegeben [8, 11, 12]. Eine höhere körperliche Aktivität nach Hüftgelenkersatz ist mit jüngeren Patientenalter, männlichem Geschlecht, niedrigerem BMI und der Abwesenheit von anderen Gelenkbe-



schwerden oder Begleiterkrankungen assoziiert. Auch das Level der präoperativen sportlichen Aktivität und die Patientenmotivation sind für eine erfolgreiche Wiederaufnahme der postoperativen sportlichen Aktivität relevant [10].

In einer aktuellen Studie [13] konnten wir erstmalig zeigen, dass auch im Langzeitverlauf mit einem Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 10 Jahren ein deutlich verbessertes Aktivitätsniveau im Vergleich zur präoperativen Situation nach zementfreiem Hüftgelenkersatz aufrechterhalten werden kann. Die große Mehrheit der Patienten (89 %) konnte nach der OP ihre sportliche Aktivität wieder aufnehmen und konnte darüber hinaus diese auch langfristig aufrechterhalten. Insgesamt erreichten 41 % der Patienten im Langzeitverlauf nach mehr als 10 Jahren ein hohes Aktivitätslevel (UCLA  $\geq$  7). Auch hinsichtlich der Anzahl der ausgeführten Sportdisziplinen, der Dauer der sportlichen Aktivität sowie der Anzahl der Trainingseinheiten pro Woche konnte das sportliche Niveau zum Zeitpunkt vor Beginn der Arthrosesymptome erreicht werden. Körperlich aktive Patienten (UCLA  $\geq$  7) wiesen in dieser Studie kein erhöhtes Revisionsrisiko und auch keinen erhöhten Verschleiß der verwendeten Gleitpaarungen auf. Weiterhin zeigten die Patienten der Studie 10 Jahre postoperativ eine Lebensqualität, die vergleichbar mit einer gesunden gleichaltrigen Referenzgruppe und deutlich besser im Vergleich zu einer Referenzgruppe von Patienten mit Arthrose war.

Die Frage, ob eine erhöhte körperliche Aktivität nach Hüftgelenkersatz einen Risikofaktor für frühzeitigen Verschleiß oder Implantatversagen darstellt, ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht hinreichend zu beantworten. Einzelne Studien zeigen eine erhöhte radiologische Abriebrate der Implantatgleitpaarung bei Patienten mit hoher sportlicher Aktivität.

Ollivier et al. [14] konnten zeigen, dass bei der Verwendung von konventionellem Polyethylen der mittlere Polyethylenabrieb bei 1,62 mm und der lineare Verschleiß bei 0,14 mm/Jahr im Vergleich zu 0,74 mm und 0,06 mm/Jahr bei sportlich weniger aktiven Personen lag. Auch die Überlebensrate der Implantate nach 15 Jahren lag in dieser Studie bei Patienten mit hoher sportlicher Aktivität unter der von weniger aktiven Patienten (80 % versus 93,5 %). Es ist unter Berücksichtigung von biomechanischen Studien davon auszugehen, dass der Implantatverschleiß grundsätzlich mit der Beanspruchung des Implantates korreliert; es gibt jedoch bisher keine

In-vivo-Studie, die im kurz-, mittel- und langfristigen Verlauf eine erhöhte Versagensrate der Implantate unter Verwendung von modernen Gleitpaarungen wie Keramik-hochvernetztes Polyethylen/Keramik-Keramik belegen konnte. Weitere Langzeitstudien sind folglich erforderlich, um diese Frage hinreichend zu klären.

### Empfehlungen zur Trainings-Intensität

Aufgrund der klinischen Erfahrung besteht ein nicht evidenzbasierter Konsensus unter Operateuren, dass Low-Impact-Sportarten 3-6 Monate nach endoprothetischem Hüftgelenkersatz aktiv empfohlen werden können [8, 15]. Bei entsprechendem Trainingszustand ist unter Berücksichtigung

der individuellen Patientensituation auch die Teilnahme an High-Impact-Sportarten sowie an Ausdauertraining mit hoher Intensität möglich. Vor Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität sollten jedoch insbesondere hochaktive Patienten über potenzielle sportspezifische Verletzungsrisiken (Luxation, periprothetische Frakturen) und präventive Maßnahmen aufgeklärt und für mögliche verschleißinduzierte

## DIE REVOLUTION DER

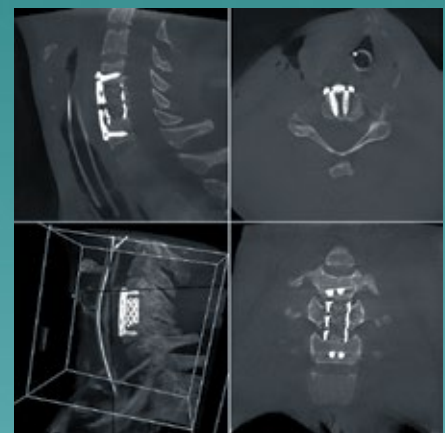
# 3D BILDGEBUNG



### NEUER 3D C-BOGEN: ZIEHM VISION RFD 3D

- 30 cm x 30 cm Flachdetektor
- 25 kW Generator
- Intraoperative 2D und 3D Bildgebung
- 180° Bildinformation

[www.ziemedical.com/3D](http://www.ziemedical.com/3D)



ziehm imaging

dedicated to clinical innovation



Abb. 1: Beckenübersichtsaufnahme einer 57-jährigen sportlich hochaktiven Patientin fünf Jahre nach bilateralem zementfreiem Hüftgelenkersatz. Die Patientin ist durchschnittlich 7 h/Woche sportlich aktiv (Fahrrad, Wandern, Nordic Walking), UCLA 8.



Abb.2: Beckenübersichtsaufnahme einer 65-jährigen sportlich hochaktiven Patientin 11 Jahre nach zementfreiem Hüftgelenkersatz. Die Patientin ist durchschnittlich 6 h/Woche sportlich aktiv (Fahrrad, Skilanglauf, Wandern, Tennis), UCLA 7. Es zeigt sich eine leichte Dezentrierung des Keramikkopfes mit PE-Abrieb bei erhöhter Pfanneninklination ohne manifeste Osteolysen oder Lockerungszeichen.

Komplikationen wie Osteolysen, Lockerung und Implantatversagen sensibilisiert werden.

### Zusammenfassung

Mit einer steigenden Anzahl von Hüftgelenkersatzoperationen bei jungen und aktiven Patienten hat sich auch die Erwartung an die Implantate und das funktionelle Ergebnis nach endoprothetischem Hüftgelenkersatz verändert, da viele Patienten ein hohes Aktivitätsniveau mit sportlicher Betätigung nach der Operation beibehalten bzw. wiedererlangen möchten.

Die aktuelle Studienlage zeigt, dass die überwiegende Mehrheit der Patienten sowohl kurz- als auch langfristig nach stattgehabtem endoprothetischem Hüftgelenkersatz eine Vielzahl von Sportdisziplinen mit unterschiedlicher Intensität ausüben kann. Die meisten Patienten partizipieren postoperativ vorrangig an Low-Impact-Sportarten und geben an, High-Impact-Sportarten zu vermeiden.

Bei Patienten mit hoher sportlicher Aktivität gibt es bisher keine hinreichende Evidenz für ein erhöhtes Risiko

für eine Wechseloperation aufgrund frühzeitiger Implantatlockerung, jedoch zeigen einzelne Studien einen erhöhten radiologischen Abrieb der Implantatgleitpaarungen.

Unter Berücksichtigung der klinischen Erfahrung besteht ein nicht evidenzbasierter Konsensus, dass Low-Impact-Sportarten (z.B. Fahrradfahren, Nordic Walking, Langlaufski, Crosstrainer, Golf, Schwimmen) nach 3–6 Monaten postoperativ empfohlen werden können. Bei entsprechendem Trainingszustand ist unter Berücksichtigung der individuellen Patientensituation auch die Teilnahme an High-Impact-Sportarten (z.B. Jogging, alpines Skifahren, Kampfsport, Fußball, Tennis) nach endoprothetischem Ersatz des Hüftgelenkes möglich. ■■

### Literatur:

- [1] Learmonth L.; Young C.; Rorabeck C.: *Lancet* 370(9597):1508–1519 (2007)
- [2] Streit M.R.; Innmann M.M.; Merle C.; Bruckner T.; Aldinger P.R.; Gotterbarm T.: *Clinical orthopaedics and related research* 471(10):3262–3269 (2013)
- [3] Streit M.R.; Weiss S.; Andreas F.; Bruckner T.; Walker T.; Kretzer J.P.; Ewerbeck V.; Merle C.: *Acta orthopaedica* 85(4):368–374 (2014)

- [4] Wright J.G.; Young N.L.: *The Journal of bone and joint surgery American volume* 79(7):974–983 (1997)
- [5] Healy W.L.; Sharma S.; Schwartz B.; Iorio R.: *The Journal of bone and joint surgery American volume* 90(10):2245–2252 (2008)
- [6] Cowie J.G.; Turnbull G.S.; Ker A.M.; Breusch S.J.: *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 133(5):695–700 (2013)
- [7] Golant A.; Christoforou D.C.; Slover J.D.; Zuckerman J.D.: *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases* 68(2):76–83 (2010)
- [8] Jassim S.S.; Douglas S.L.; Haddad F.S.: *The bone & joint journal* 96-B(7):923–927 (2014)
- [9] Beale P.E.; Dorey F.J.; Hoke R.; Le Duff M.; Amstutz H.C.: *The Journal of arthroplasty* 21(4):547–552 (2006)
- [10] Ollivier M.; Frey S.; Parratte S.; Flecher X.; Argenson J.N.: *The bone & joint journal* 96–B(8):1041–1046 (2014)
- [11] Naal F.D.; Maffiuletti N.A.; Munzinger U.; Hersche O.: *The American journal of sports medicine* 35(5):705–711 (2007)
- [12] Schmidutz F.; Grote S.; Pietschmann M.; Weber P.; Mazoochian F.; Fottner A.; Jansson V.: *The American journal of sports medicine* 40(2):425–432 (2012)
- [13] Innmann M.M.; Weiss S.; Andreas F.; Merle C.; Streit M.R.: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* (2015)
- [14] Ollivier M.; Frey S.; Parratte S.; Flecher X.; Argenson J.N.: *Clinical orthopaedics and related research* 470(11):3060–3066 (2012)
- [15] Klein G.R.; Levine B.R.; Hozack W.J.; Strauss E.J.; D'Antonio J.A.; Macaulay W.; Di Cesare P.E.: *The Journal of arthroplasty* 22(2):171–175 (2007)

### Autoren:

Dr. Christian Merle, M.Sc.  
Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie  
christian.merle@med.uni-heidelberg.de

Dr. Marcus R. Streit, M.Sc.  
Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie  
marcus.streit@med.uni-heidelberg.de

Dr. Moritz Innmann  
Assistenzarzt  
moritz.innmann@med.uni-heidelberg.de

Priv.-Doz. Dr. Tobias Gotterbarm  
Geschäftsführender Oberarzt,  
Bereich Endoprothetik  
tobias.gotterbarm@med.uni-heidelberg.de

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie  
Stiftung Orthopädische Universitätsklinik  
Universitätsklinikum Heidelberg  
Tel.: 06221/5625000

www.orthopaedie.uni-heidelberg.de  
www.implantatforschung.de

# PRIMÄRE HÜFTENDOPROTHETIK

## WELCHE ROLLE SPIELT DIE WAHL DES PROTHESENATERIALS FÜR DEN ERFOLG?

Nicht jede neue Entwicklung bringt Verbesserungen – der Kostendruck konkurrenziert die optimale Auswahl des Materials

Die Behandlungsqualität in der primären Hüftendoprothetik ist in der Bundesrepublik Deutschland auf einem sehr hohen Level angesiedelt. Die primäre Endoprothetik wurde von Learmonth et al (2007) im Lancet als die erfolgreichste Operation des Jahrhunderts bezeichnet.

Ungeachtet dessen gibt es immer noch einen geringen Anteil an unzufriedenen Patienten, bzw. versagenden Prothesen. Die Prothesenüberlebensrate liegt nach 10 Jahren bei über 95% und nach 20 Jahren bei bis zu 85%. Neben den sich stetig entwickelnden Materialien ändern sich auch die Patienten. Das Anspruchsdenken der Patienten ist massiv gestiegen. War die Hüfttotalendoprothese früher eine operative Maßnahme zur Beseitigung von Schmerz, so ist sie heute definitiv eine Lifestyle-Operation, die natürlich auch der Schmerzbehebung aber andererseits auch der Wiederherstellung der Hüftfunktion und damit der



Prof. Dr. Karl-Dieter Heller  
Chefarzt der Orthopädischen Klinik  
Braunschweig  
Herzogin Elisabeth Hospital

Sport- und Belastungsfähigkeit dient. Der heute 70–75-jährige Patient unterscheidet sich nur noch in geringem Maße im Bezug auf die Aktivität von den 50–55-jährigen Patienten. Der Level liegt etwa 20% geringer. Dies stellt die Endoprothetik vor neue Herausforderungen und macht eine Materialforschung unverzichtbar.

Es ist unbestritten, dass neben der Optimierung des Produktes Hüftendoprothese natürlich auch die Patientenzufriedenheit von wesentlicher Bedeutung ist. Diese ist nicht nur allein durch das Produkt zu adressieren, soll aber in diesem Artikel nicht thematisiert werden.

Betrachtet man die Langzeitergebnisse der in den 80er Jahren entwickelten Gradschäfte, so haben diese zum Teil beeindruckende Überlebensraten. Ochs konnte im Jahre 2007 für ein Kollektiv von 250 Bicondylarschäften nach 18 Jahren eine Überlebensrate von 95,6% belegen. Aldinger in „Clinical Orthopaedics and Related Research“ im Jahre 2009 für den Spotorno-Schaft bei einem Kollektiv von 257 Fällen eine 17 Jahre Überlebensrate von 94%. Suckel 2009 in „Journal of Arthroplasty“ bei einem Kollektiv von 320 Zweimüllerschäften 17 Jahre Überlebensrate 98% usw. Es stellt sich somit ernsthaft die Frage, ob durch den Einsatz modernerer Gleitpaarungen und modifizierter Prothesen (Kurzschäfte, Oberflächen-

ersatz) überhaupt noch eine Verbesserung möglich ist. Abzugleichen ist dies mit dem Versagen moderner, aktuell entwickelter Prothesentypen. Zu denken sei hier insbesondere an modulare Schaftsysteme, die aufgrund ihrer Modularität eine Verbesserung erzielen sollten, aber zu Frühversagern, wenn auch nur in geringen Prozentzahlen, neigen.

Betrachtet man die beiden führenden Register in Bezug auf Prothesentyp, -verankerung und Gleitpaarungen so setzen diese sich sehr intensiv mit dieser Diskussion auseinander. Das Schwedenregister sieht keine signifikanten Unterschiede bezogen auf die Revisionsrate in Abhängigkeit von der Verankerungstechnik. Im australischen Register hat die Hybridfixation die geringste kumulative Revisionsrate gefolgt von der zementierten Versorgung und dann von der zementfreien Versorgung, wobei die zementfreie Versorgung ihre höchsten Lockerungsraten in den ersten Monaten hat und die größten Lockerungsraten natürlich in der höchsten Altersgruppe > 75 Jahre. Bezüglich der Wahl der Polyethylene sind sich die Register (Schweden / Australien) nicht einig. Das schwedische Register sieht im Jahre 2010 keine reduzierte Revisionsrate durch Anwendung der neuen Polyethylene während im australischen Register bezogen auf die implantierten Endoprothesen bis Dezember 2011 für die verschiedenen Köpfe (Keramik, Metall und keramisiertes Metall (Oxinium)) eine geringere Revisionsrate in Verbindung mit modernen Polyethylenen belegt wird. Die niedrigste Revisionsrate wird eindeutig für den Keramikkopf dargestellt. Ebenso wenig konnte im Schwedenregister ein wesentlicher Vorteil der Hydroxylapatitbeschichtung moderner Prothesen nachgewiesen werden. Die Metall/Metall Problematik in Bezug auf Abrieb, Pseudotumore und Konusprobleme sei der Vollständigkeit halber hier ebenfalls erwähnt.

Eine sehr gute Option für Gleitpaarungen scheint die Keramik/Keramik Gleitpaarung zu sein. Sie hat den geringsten Abrieb, hat keinen Dreikörperverschleiß, keine Metallionenabgabe und löst keine Allergien aus. Die Frakturrate des Inlays oder des Kopfes liegt mit der BioloX Delta Keramik für den Kopf bei 0,002 und für die Inserts bei 0,031%. In zahlreichen Studien konnte ein erheblich, mindestens um

50%, reduzierter PE-Abrieb bei der Verwendung von Keramik Kugelköpfen versus Metallköpfen in Verbindung mit Polyethylen nachgewiesen werden. Ein weiterer Vorteil der Keramik/Keramik Gleitpaarung besteht darin, dass größere Köpfe verwendet werden können, ohne dass der Abrieb signifikant zunimmt, was für Keramik/Polyethylen und Metall/Metall Gleitpaarungen nicht unbedingt gilt.

Michel weist in einem Artikel darauf hin, dass in Schweden der Anteil der meist verwendeten, eher hochpreisigen Hüftsysteme kontinuierlich von 32,9 im Jahre 2004 auf 44% im Jahre 2009 zu Lasten von billigen Implantaten gestiegen sei. Durch diese Umstellung auf das vermeintlich kostenintensivere, qualitativ hochwertigere Implantatsystem hätte nach überschlägiger Kalkulation durch Vermeidung von Revisionen im schwedischen Gesundheitssystem ein mehrstelliger Millionenbetrag eingespart werden können. In Deutschland ist es im Moment noch so, dass etwa 70% der Hüftprothesen zementfrei implantiert werden und 35% eine Gleitpaarung Keramik gegen hochvernetztes Polyethylen und 12% eine Keramik/Keramik Gleitpaarung erhalten. Der derzeit bestehende, anhaltende Kostendruck führt dazu, dass weit über die Hälfte der deutschen Krankenhäuser im Bereich Material/medizinische Verbrauchsgüter Kostensenkungsmaßnahmen planen oder durchführen. Dies führt zu einer abwärts gerichteten Preisspirale mit in vielen Fällen der Wahl eines billigeren Implantates oder alternativ einem zwangsläufigen Entscheid gegen eine hochwertige Gleitpaarung, was langfristig die Qualität in der deutschen Endoprothetik maßgeblich beeinflussen kann. Die Medizinproduktehersteller befürchten, dass die Krankenhauseinkaufsgemeinschaften, die insbesondere intensiv von privaten Krankenhausketten genutzt werden, wieder stärker an Einfluss gewinnen. Dadurch ist zu erwarten, dass der Druck auf die Preise z.B. von Endoprothesen zunehmen wird, obwohl schon heute die Preise für Hüft- und Kniegelenkersatz in Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Staaten am niedrigsten sind. Dieser Kostendruck kann ausweislich der Medizinproduktehersteller dazu führen, dass die Innovations- und Investitionskraft der endoprothetischen Industrie ins-



© Sebastian Kaulitzki - Fotolia.com

besondere in Deutschland abnehmen wird. Dies kann dazu führen, dass die Entwicklungen dann vermehrt im Ausland stattfinden und Deutschland von dieser Entwicklung abgekoppelt wird. Ebenso obliegt es im Moment noch den Prothesenherstellern, die Operateure in der Anwendung ihrer Produkte zu schulen. Die Mittel hierfür stehen aufgrund der preiswerten Implantate und der oben beschriebenen Situation immer weniger zur Verfügung. Es fällt insbesondere dem Anwender auf, dass vor allem bei Anwendung amerikanischer Implantate, es immer häufiger zu Engpässen kommt, was dadurch begründet ist, dass der Engpass sich vornehmlich auf dem deutschen Markt abspielt, da hier die geringsten Erlöse erzielt werden.

Was die Prothesenmaterialien, insbesondere die Schaftmaterialien, anbe-

langt, so sind die zementfreien Prothesen nahezu ausschließlich aus Titan. Hier ist eine qualitativ minderwertige Prothese nicht zwingend zu erwarten. Anders sieht dies aber im Bereich der zementierten Prothese aus. Es besteht hier die Möglichkeit, entweder eine hochwertige Kobalt/Chrom-Prothese zu verwenden, die aus einer Kobalt/Chrom/Molybdän-Legierung besteht und aufgrund eines niedrigeren Reibungskoeffizienten und höherer Abriebsfestigkeit weniger anfällig für Fretting (Korrosion unter gleichzeitiger reibender Beanspruchung) angesehen wird. Es befinden sich mittlerweile Billiganbieter auf dem Markt, die zementierte Prothesen für wenige hundert Euro anbieten. Diese Prothesen sind häufig aus Stahl 316 L. Dieser gilt als anfällig für Kontaktkorrosion, wenn das Material mit anderen Metallen, wie

z.B. Chrom, Kobalt, Molybdän oder Titanlegierung, in Verbindung kommt. Eine modulare Bauweise dieses Material ist somit nicht möglich. Des Weiteren gilt dieser Stahl als spannungskorrosionsanfällig und verliert mit der Zeit an Tragfähigkeit, da sich langsam ausbreitende Spannungsrisse das Bauteil zunehmend schwächen. Die Preisspirale beeinflusst somit nachhaltig die Qualität, ein Sachverhalt, der dem Patienten nicht vorenthalten werden sollte.

Zusammenfassend bleibt also festzuhalten, dass durch die Wahl der Materialien die Qualität der Endoprothetik noch einmal deutlich verbessert werden kann. Es muss aber auch angemerkt werden, dass nicht jede Neuerung auch zu einer Qualitätsverbesserung führt. Dies muss im Einzelfall kritisch beobachtet werden. Sehr kritisch muss der zunehmende Kosten-

druck im deutschen Gesundheitswesen beobachtet werden, insbesondere dann, wenn dieser zur Wahl billiger Endoprothesenmaterialien führt mit allen oben beschriebenen Nachteilen. Hier sind Politik, Ärzte und Industrie angehalten, massiven Einfluss auf die im Moment fatale Preisspirale zu nehmen. ❑

#### Autor:

Prof. Dr. Karl-Dieter Heller  
Chefarzt der Orthopädischen Klinik Braunschweig  
Herzogin Elisabeth Hospital  
Braunschweig  
Tel. 0531/699 2001  
kd.heller@heh-bs.de

www.heh-bs.de

## DAS ZERTIFIKAT „KNEIECHIRURG“ DER DEUTSCHEN KNEIEGESELLSCHAFT (DKG)

❑ Die Deutsche Kniegesellschaft (DKG) wurde im Sommer 2012 in München gegründet. Ziel der Gesellschaft ist es, Forschung sowie die Fort- und Weiterbildung von Ärzten, Therapeuten und Wissenschaftlern bei Verletzungen und Erkrankungen des Kniegelenkes fördern.

Die Gesellschaft soll Unfallchirurgen, Endoprothetiker, Sporttraumatologen, Sportmediziner, Physiotherapeuten und Wissenschaftler vereinen.

Im Hinblick auf die Förderung der Fort- und Weiterbildung hat die Gesellschaft auf der letzten Vorstandssitzung beschlossen das Zertifikat „Kniechirurg“ zu vergeben. Ziel ist es eine standardisierte Ausbildung zu gewährleisten und eine hohe Qualität im Bereich der Kniegelenkschirurgie zu sichern. Es sollen Erfahrungen und Inhalte sowohl in der Endoprothetik, Sportorthopädie und Traumatologie als auch in der konservativen und operativen Behandlung von Kniegelenkserkrankungen und -verletzungen nachgewiesen werden können. Insbesondere vor dem Hintergrund der steigenden Fallzahlen auf den Gebieten der Arthroskopie und Endoprothetik wird ein solches Zertifikat auch berufspolitische Bedeutung erlangen.

Kern des Zertifikates ist ein neues Kurscurriculum, das alle Aspekte der konservativen und operativen Behandlung von Kniegelenkserkrankungen und -verletzungen umfasst: Sporttraumatologie, Angeborene und erworbene Deformitäten, Endoprothetik, Frakturversorgung/Traumatologie,



Modulkurs Endoprothetik am 19.11.2014 im Martin Lutherkrankenhaus, Berlin.

Rehabilitation und konservative Therapie, das Knie im Wachstumsalter und Tumoren.

Die bisherigen Kurse waren ein voller Erfolg. Vorträge durch erfahrene Referenten wurden durch praktische Übungen ergänzt.

Wichtig ist der DKG die Partnerschaft und die Kooperation mit anderen Fachgesellschaften. Kurse und Zertifikate anderer Fachgesellschaften werden deshalb vorläufig für das Zertifikat „Kniechirurg“ anerkannt.

Folgende weitere Voraussetzungen sind notwendig um das Zertifikat zu erhalten: Der Nachweis von 500 schweren operativen Eingriffen am Kniegelenk, Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie, und Mitgliedschaft in der DKG.

Physiotherapeuten können ein Zertifikat für Knierehabilitation erlangen. Grundlage ist der erfolgreiche Abschluss des Rehakurses (plus eines chirurgischen Kurses). ❑

#### Kontakt

Prof. Dr. Wolf Petersen  
Arzt, Orthopäde & Unfallchirurg,  
Spezielle Unfallchirurgie  
Martin-Luther-Krankenhaus Klinik für Orthopädie  
und Unfallchirurgie, Berlin  
www.pgdiakonie.de

Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch  
Leitender Arzt  
Orthopädie und Unfallchirurgie,  
Allgemeine Chirurgie  
Chirurgisch-Traumatologisches Zentrum  
Klinik St. Georg, Hamburg  
www.asklepios.de

# COPAL®

## Expertise für die Revision

- COPAL® G+C: Der Goldstandard in der Revision und für Hochrisikopatienten
- COPAL® G+V: Für die septische Revision bei nachgewiesenen MRSA/MRSE\*
- COPAL® spacem: Spezialzement für die Herstellung von Spacern



[www.heraeus-medical.com](http://www.heraeus-medical.com)

\* Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus/  
Methicillin-resistenter Staphylococcus epidermidis

# PATIENTENSPEZIFISCHE INSTRUMENTE IN DER **KNIEENDOPROTHETIK** – WIE VIEL INDIVIDUALISIERUNG IST MÖGLICH?

Eine individualisierte Knieendoprothetik hat das Potential, Schwächen der Standard-Knieendoprothetik auszugleichen. Sie orientiert sich an der patientenspezifischen Anatomie und ermöglicht zudem eine verbesserte knöcherne Implantatauflage. Mittel- und langfristige klinische Ergebnisse liegen noch nicht vor.

## Entwicklung der individuellen Prothetik

Der Gedanke einer individuellen Prothetik ist in der Orthopädie ja grundsätzlich nicht neu. Dem Autor liegen Erfahrungen mit dem Adaptila-Hüftprothesenschaft und dem Symbios SPS-Prothesenschaft vor, die auf der Grundlage einer präoperativen Computertomografie (CT) patientenindividuell hergestellt wurden (Abb. 1 + 2). In der Hüftendoprothetik erbrachte dies keine durchschlagenden Erfolge – weder bezüglich des Patientenoutcome noch bezüglich der Prothesenstandzeit.

Seit einigen Jahren besteht nun die Möglichkeit, patientenspezifische Instrumente, entweder CT-basiert oder MRT-basiert, herzustellen, um einerseits Standardknieprothesen mithilfe der in Rapid-Recovery-Technologie erstellten Schnittschablonen zu implantieren oder andererseits auf Grundlage der Bilddaten eine patientenindividuelle Knieoberflächenersatzprothese als Monoschlitten, 2/3-Prothese oder Vollprothese zu erstellen (Abb. 3 + 4).

Auch diese Idee ist nicht neu. So wurde bei Einführung der Navigation Ende der 90er Jahre von Herrn Radermacher bereits ein Verfahren zur Herstellung von individuellen Schnittschablonen, seinerzeit noch aus Acrylharz, in Aachen vorgestellt, mit dem ebenfalls auf CT-Bilddaten basierte individuelle Schnittschablonen für Tripple-Osteotomien am Becken bzw. Knieprothesenimplantationen durchgeführt werden konnten [1]. Eine klinische Anwendung erfolgte meines Wissens nur in der Orthopädischen Klinik in Würselen.

Dieses Verfahren wurde nun von verschiedenen Herstellern sozusagen neu aufgelegt und in Visionaire-Prothese der Firma Smith & Nephew auf den Markt gebracht. Vom Hersteller propagiert wurde die achsengerechte Implantation, die bessere Kontrolle der Femurkomponentenrotation und Tibiakomponentenrotation sowie die bessere Größenanpassung der Prothesenkomponenten. Fraglich bleibt, wie-



Abb. 1: Der Symbiose SPS-Modularschafft als Individualhüftprothese Ct-basiert hergestellt



Abb. 2: Der Adaptila schafft als Individualhüftprothese Ct-basiert hergestellt

weit ein Weichteil-Balancing mit diesen Prothesen immer adressierbar ist.

Neuerdings haben sämtliche Prothesenhersteller die patientenindividuellen Instrumente eingeführt, doch eine weite Verbreitung ist zumindest in Deutschland bei DRG-gesteuertem System nicht zu beobachten, weil die Implantation von Serienknieprothesen über patientenspezifische Instrumente im DRG-System nicht gesondert vergütet wird. Deshalb ist in der Verbreitung führend derzeit die Kombination der Erstellung patientenspezifischer Instrumente mit der Erstellung einer pa-

tientenspezifische Prothese der Firma Conformis, allein aus dem Grund, dass sich dieses Vorgehen über die Abrechnung einer Sonderprothese im DRG-System besser darstellen lässt. Da auch diese Möglichkeit zeitlich limitiert ist, bleibt abzuwarten, wie viel von der Euphorie der Anwender diesbezüglich übrig bleibt, wenn sich die Vergütung reduziert.

Ein Ansatz, die patientenspezifischen Instrumente einem breiteren Patientenkollektiv zugänglich zu machen, wäre die Berücksichtigung der Ersparnis der Konsignationslager in

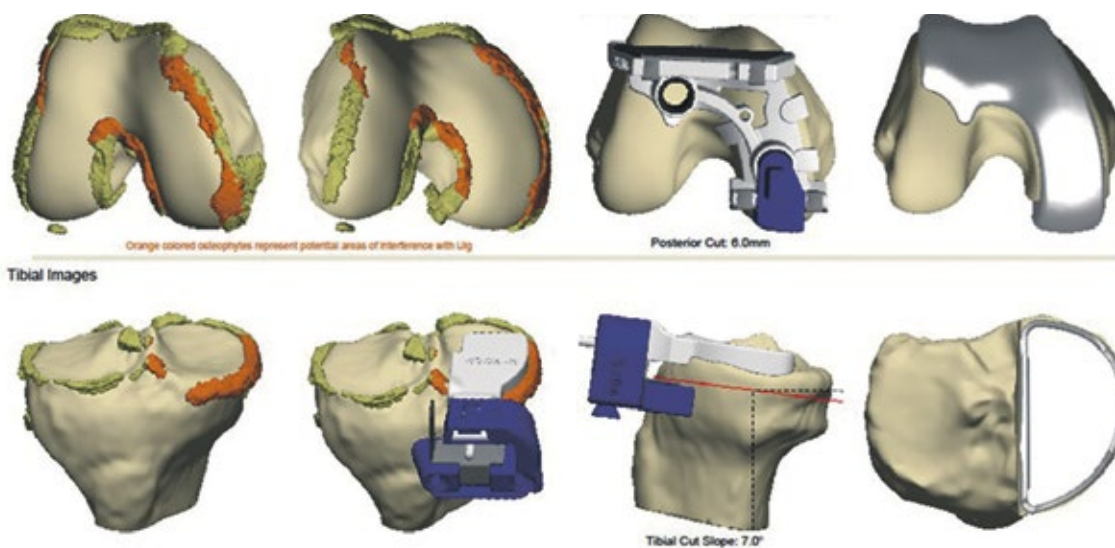


Abb. 3: Planung der 2/3-Prothese „I-Duo“

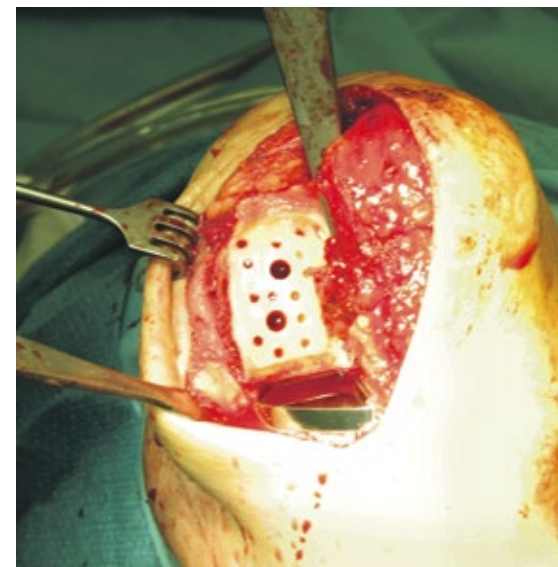


Abb. 4: Operationssitus mit angebrachtem Individualschnittblock der „I-duo“-Prothese

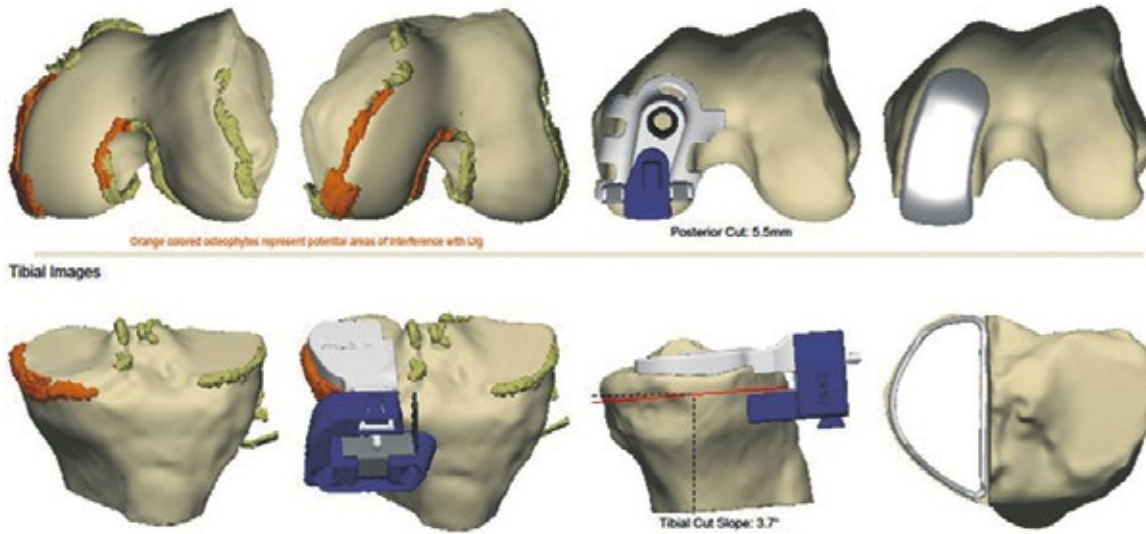


Abb. 5: Planung der Individualprothese I-uni



Prof. Dr. Rolf Haaker, Chefarzt am Klinikum Weser Egge, Standort St. Vincenz Hospital Brakel, Klinik für Orthopädie, Traumatologie und Rheumatologie

Form von Instrumenten für die Industrie sowie durch die Einsparungen an Sterilisations-Kosten in den Kliniken. Von den klinischen Ergebnissen gibt es zum jetzigen Zeitpunkt nur sehr wenige Übersichtsarbeiten (z. B. Tibesku

et al. [2]), die in zahlenmäßig begrenzten Kollektiven leichte Vorteile für die Anwendung patientenindividueller Instrumente ergeben. Es existieren weder mittel- noch langfristige klinische Ergebnisse.

### Lediglich Tendenz zu besseren Ergebnissen bei Individualprothesen

Vor dem Hintergrund völlig neuer Denkansätze in der Knieendoprothetik, wie Mild-Varus-Implantation (Bellemans 2012 [3]), sowie Kinematic alignment (iTtotal, GMK sphere, basierend auf den Arbeiten von Freeman 1988, Herstellerangabe) ist infrage zu stellen, welches radiologische Ziel die patientenindividuelle Instrumentierung denn wirklich verfolgt. Aus eigenen Untersuchungen von 30 konsekutiv implantierten Mobile-bearing-Serienmonoschlitten, implantiert mithilfe der Navigation (Abb. 7) der Tibiakomponente, verglichen mit 30 iUni-Individualschlittenprothesen (Abb. 5 + 6), ergibt sich ebenfalls eine klinische Tendenz zu besseren Ergebnissen bei den Individualprothesen.

Diese sind in einer Matched-Paired-Studie jedoch nur schwer zu belegen und nicht signifikant. Eine ähnliche Untersuchung wurde vom Erstbeschreiber des Systems ebenfalls publiziert [4]. Insofern bleibt abzuwarten, inwieweit die mittel- und langfristigen Ergebnisse den zusätzlichen finanziellen Aufwand rechtfertigen, da nur so für diese neuen Operationsverfahren bei der INEK ggf. Sondervergütungen erreicht werden können.

Grenzen der patientenspezifischen Instrumente finden sich dort, wo die Grenzfälle zur Prothesenimplantation nicht sorgfältig zugunsten einer vorsichtigen Indikationsstellung zum Gelenkersatz gesucht werden. Es ist nicht vorstellbar, dass patientenspezifische Instrumentierung in der Knieendoprothetik in diesem Grenzbereich der sogenannten milden Arthrosen bessere Ergebnisse erzielt als die Standardendoprothetik.

### Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die individualisierte patientenspezifische Knieendoprothetik das

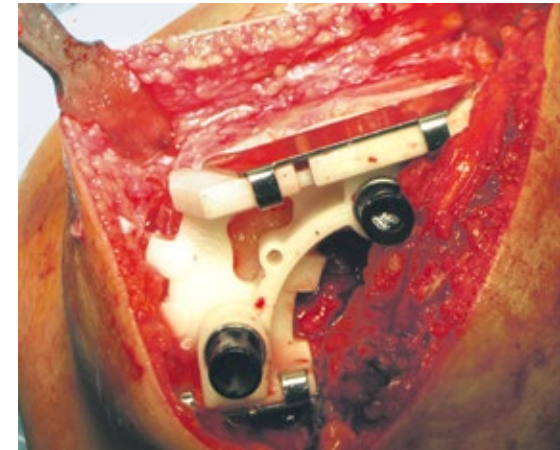


Abb. 6: Operationssitus zur Vorbereitung der femoralen Komponente der I-uni-Prothese

Potential hat, viele Schwächen der Standard-Knieendoprothetik auszugleichen. Sie ermöglicht eine verbesserte knöcherne Implantatauflage und rekonstruiert ausschließlich die patientenspezifische Anatomie. ■■

### Literatur:

- [1] Radermacher K.; Portheine F.; Anton M.; Zimolong A.; Staudte HW.: *Clin. Orthop. Relat. Res.* 354, 28–38 (1998).
- [2] Tibesku CO.; Innocenti B.; Wong P.; Salehi A.; Labey L.: *Archives of orthopaedics and trauma surgery* 132 (2), 171–177 (2012)
- [3] Bellemans J.; Colyn W.; Vanderneucker H. et al.: *Clin. Orthop. Relat. Res.* 470, 45–53 (2012)
- [4] Fitz W.: *J Bone Joint Surg. Am.* 91(Suppl 1), 69–76 (2009)

### Autor:

Prof. Dr. Rolf Haaker, Chefarzt  
Klinikum Weser Egge  
Standort St. Vincenz Hospital Brakel  
Klinik für Orthopädie, Traumatologie  
und Rheumatologie, Brakel  
Tel.: 05272/607-2101  
R.Haaker@khwe.de

www.khwe.de

## MASSGESCHNEIDERTE VASKULARISIERTE KNOCHENIMPLANTATE

Das vom Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB durch Prof. Heike Walles koordinierte EU-Projekt VasuBone, konnte erfolgreich abgeschlossen werden.

Ziel war es, Knochenimplantate so zu verbessern, dass sie das Risiko der Abstoßung verringern, die körpereigenen Regenerationskräfte unterstützen und neues Knochenwachstum anregen. Als Ergebnis der mehrjährigen Forschungsarbeit wurde dabei die

VasuBone-„Toolbox“ präsentiert – eine Art Baukasten für die Knochenregeneration.

Die Box liefert die verschiedenen Komponenten für ein maßgeschneidertes Knochenimplantat. Die Grundlage des Baukastens ist ein neuartiges Material, ein diamantbeschichtetes, großporiges Keramikgranulat. Da dieses vom menschlichen Organismus gut aufgenommen wird, kann es problemlos in das Knochengewebe eingesetzt

werden. Darüber hinaus ist es bioverträglich und steigert das Wachstum der Knochenzellen.

Die zweite Komponente besteht aus Proteinen, die aus dem Blut des Patienten gewonnen werden und das Knochenwachstum fördern. Den finalen Bestandteil bilden Zellen aus dem Blut oder Rückenmark des Patienten, die bewirken, dass das Implantat nicht abgestoßen wird.

Bereits in vorklinischen Studien bewiesen die Forscher des Projekts, dass die Knochenimplantate das Wachstum von Tumoren nicht beschleunigen. Verschiedene Tests zeigen außerdem, dass sie sich auch dazu eignen, altersschwache Knochen wiederherzustellen. Jetzt müssen nur noch die klinischen Studien absolviert werden, damit die Anwendung der Implantate an Patienten in einigen Jahren erfolgen kann.

| www.vascubone.fraunhofer.eu |

# CHRONISCHER RÜCKENSCHMERZ BEI DEGENERATIVEN ERKRANKUNGEN DER LWS – KONSERVATIVE THERAPIEOPTIONEN

**Problemzone Rücken:** Bei chronischen Rückenschmerzen haben unter den konservativen Behandlungsmöglichkeiten nur die Akut-Schmerztherapie und Bewegung/Bewegungstherapie gesicherte Evidenz. Ansonsten gilt: Wer heilt, hat recht.



Dr. Konstantin Bloess, Assistenzarzt der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Köln

■ Der chronische Rückenschmerz der Lendenwirbelsäule gilt nach wie vor als Erkrankung, welche am häufigsten zu Arbeitsunfähigkeit in Deutschland führt. Aus den aktuellen Daten des Wissenschaftlichen Institutes der AOK geht hervor, dass im Jahr 2010 1.239.304 arbeitsunfähige Patienten insgesamt 14.462.514 Arbeitsunfähigkeitstage kumulierten.

Nach der internationalen statistischen Klassifikation von Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10, German Version 2015) wird der Rückenschmerz unter M54 aufgeführt. Die sozialökonomischen Kosten für Rückenleiden (ICD-10 M54–M45) wurden im Jahr 2008 auf 9 Mrd. € geschätzt.

Für die betroffenen Patienten stehen neben den akuten und chronischen

Schmerzen vor allem die körperliche Bewegungseinschränkung und die psychische Belastung im Vordergrund. Beim chronischen Rückenschmerz fehlen den Patienten jedoch häufig effektive Copingstrategien. Insgesamt stehen dem Patienten viele Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung, welche vom behandelnden Arzt sorgfältig und individuell geprüft werden sollten. Bevor mit dem Patienten über eine mögliche operative Therapie gesprochen wird, sollten stets alle konservativen Behandlungsmöglichkeiten ausgeschöpft sein. In den aktuellen Leitlinien der AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) zur Behandlung von Kreuzschmerzen werden derzeitige Therapiemaßnahmen aufgeführt.

Es bleibt jedoch die Frage, welche der vielen verschiedenen Maßnahmen einen nachhaltigen Behandlungserfolg aufweisen und welcher konservative Therapieansatz bei Rückenschmerzen im Rahmen degenerativer Erkrankungen der Lendenwirbelsäule eine wirksame Effizienz zeigt. Unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Literatur ist diese Arbeit eine aktuelle zusammenfassende Bewertung bezüglich der Effizienz konservativer Therapien.

## Material und Methode

Grundlage unserer Ergebnisse ist eine reine Literaturrecherche. Hierfür sind aktuelle randomisierte klinische Studien (RCT) (Level of Evidence Ia und Ib), Reviews und Metaanalysen aus der Cochrane Library und der Medline-Datenbank in die Auswertung eingeflossen. Es wurde eine Zeitspanne der Jahre 2004–2014 untersucht. Hierbei wurden sowohl deutsch- als auch englischsprachige Artikel bewertet. Die Daten wurden von zwei Autoren unabhängig voneinander generiert. Unter Berücksichtigung der AWMF-Leitlinien wurden aktuelle Studien zur konservativen Behandlung chronischer Rückenschmerzen bei degenerativen Erkrankungen der Lendenwirbelsäule aufgesucht. Es wurden folgende Therapieoptionen in die Studie eingeschlossen: Akupunktur, Bettruhe, Bewegung und Bewegungstherapie, Transkutane elektronische Nervenstimulation (TENS), Lasertherapie, Magnetfeldtherapie, Massage, Orthesen, Injektionen,

Rückenschule, Thermotherapie, Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR), Opioide und Antidepressiva.

## Ergebnisse

Insgesamt konnten 110 Studien in die Bewertung aufgenommen werden (siehe Tabelle).

Die Behandlungsmethoden TENS, Magnetfeldtherapie, Bettruhe, Massagen, Orthesen, Analgesie mit Opio-

iden und Antidepressiva haben keine Evidenz bezüglich einer Wirksamkeit bei der Behandlung degenerativer Lendenwirbelsäulenleiden. Insbesondere hinsichtlich der Bettruhe besteht Einigkeit darüber, dass keine Wirksamkeit erreicht wird, sie wird teilweise sogar als krankheitsfördernd beschrieben. Inwiefern die Methode der Akupunktur eine Wirksamkeit erzielt, kann durch die aktuelle Studienlage nicht sicher beantwortet werden. Einen kurz-

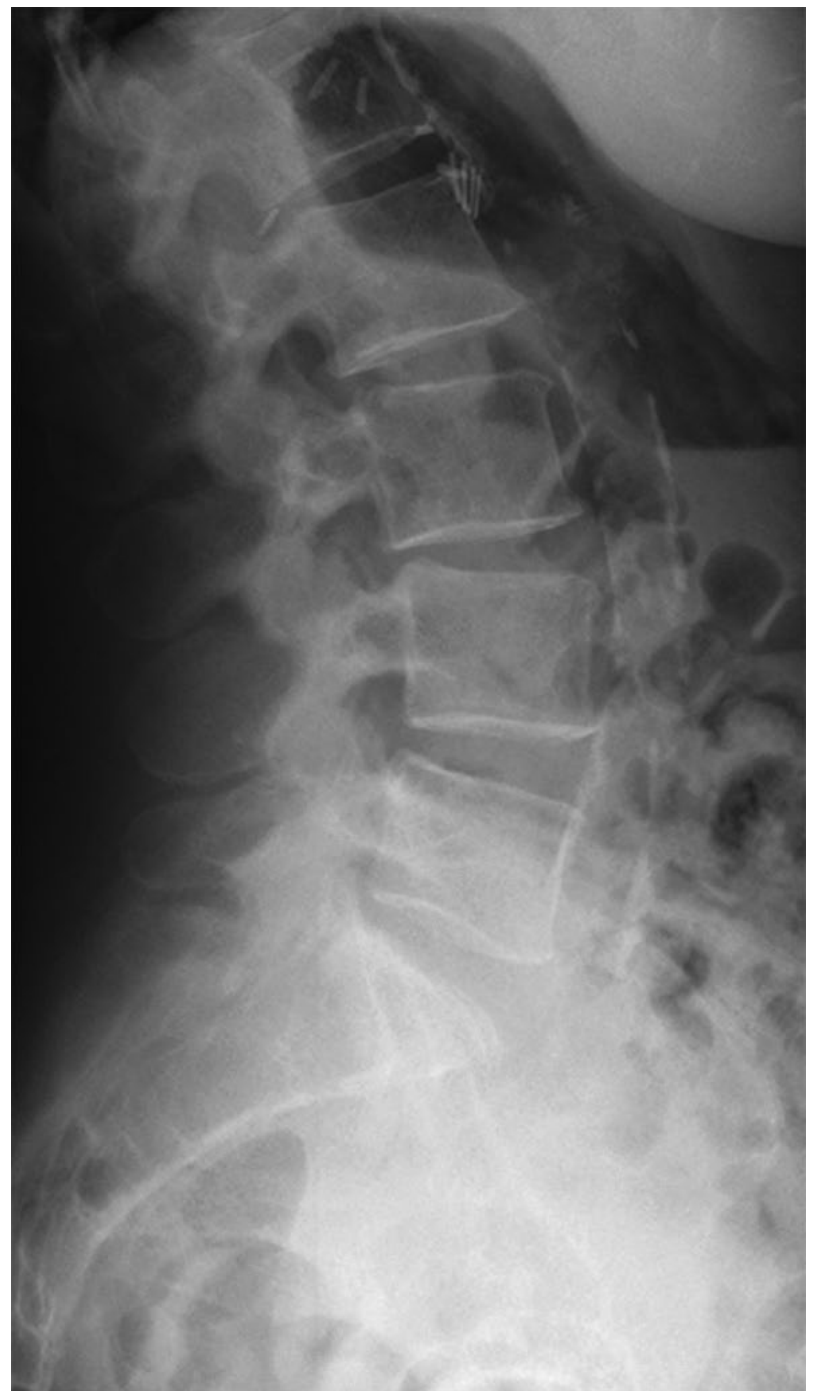


Abb. 1: Nur die Bewegungstherapie kann langfristig einen evidenten Behandlungserfolg nachweisen.



fristigen Effekt (< sechs Wochen) zeigen Behandlungen durch Infiltrationen und Injektionen, Analgesie mit NSAR, Thermotherapie und die Rückenschule. Hier wird jedoch kein langfristiger Effekt dargestellt. Einzig Bewegung und Bewegungstherapie zeigen eine evidente Wirksamkeit sowohl bei der Behandlung als auch der Prävention chronischer Rückenschmerzen.

## Diskussion

Unter den in den AWMF-Leitlinien dargestellten Behandlungsoptionen bei chronischen Rückenschmerzen zeigte anhand unserer Literaturrecherche einzig die Bewegungstherapie eine langfristig evidente Wirksamkeit. Eine kurzfristige Wirksamkeit erzielt eine Behandlungstherapie durch NSAR, Thermotherapie und Injektionstherapie. Die Wirksamkeit der Akupunktur ist noch nicht endgültig geklärt und bedarf weiterer Untersuchungen. In einer Reihe von Studien werden hier unterschiedliche Ergebnisse propagiert. So werden klinische Studien präsentiert, welche einen positiven Effekt der Akupunktur demonstrieren, jedoch ist dieser nur kurzfristig evident und im Vergleich zu einer Placebo-Therapie nicht überlegen.

Dass die Akupunktur trotz alledem einen hohen Stellenwert in der Therapie chronischer Rückenschmerzen hat, ist sicherlich auch durch die Kosten-

Tabelle: Übersicht der Therapieoptionen und deren Wirksamkeit

Therapieoptionen	eingeschlossene Studien	Wirksamkeit
Akupunktur	11	unklar
Bettruhe	8	nicht wirksam
Bewegung + Bewegungstherapie	10	wirksam
TENS	10	nicht wirksam
Lasertherapie	8	nicht wirksam
Massage	7	nicht wirksam
Injektionen	6	wirksam (kurzfristig)
Rückenschule	12	nicht wirksam/unklar
Thermotherapie	9	wirksam (kurzfristig)
NSAR	10	wirksam (kurzfristig)
Opiode	6	nicht wirksam
Antidepressiva	5	nicht wirksam
Orthesen	8	nicht wirksam
<b>Total</b>	<b>110</b>	

übernahme einiger Krankenkassen zu erklären.

Dass die Therapieansätze ohne evidenten längerfristigen Erfolg dennoch ihre Berechtigung haben, liegt vor allem daran, dass die meisten Patienten, auch durch die Aufmerksamkeit des Therapeuten und seine fokussierte Zuwendung auf die Beschwerden, einen Fortschritt erreichen können.

Es ist also festzuhalten, dass für alternative Behandlungsansätze kein

„Daseins-Verbot“ besteht. Insgesamt sollte jedoch stets ein multimodales, personalisiertes Therapieschema angestrebt werden.

Insbesondere in der „Akuten Phase“ des Rückenschmerzes ist es die Aufgabe des Mediziners, diese zu überbrücken, die Patienten mit der Bewegungstherapie bzw. der Ermunterung zur „normalen Alltagsbewegung“ zu unterstützen und sie damit vor einer Stigmatisierung bzw. einer Chronifi-

zierung des Rückenschmerzes zu bewahren. In dieser Phase sind, neben der Bewegungstherapie, die Gabe von NSAR, die Infiltrationstherapie und die Rückenschule durchaus sinnvoll.

## Zusammenfassung

Bei chronischen unspezifischen Rückenschmerzen zeigen nur sehr wenige konservative Therapien eine signifikant positive Wirkung. Um den akuten Schmerz zu lindern und eine Alltagsfunktionalität herzustellen, helfen nachweislich NSAR, Thermotherapie und Injektionstherapien. Langfristig kann allein die Bewegungstherapie einen evidenten Behandlungserfolg nachweisen. Bei Patienten mit therapieresistenten chronischen Schmerzen ist jedoch auch unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse eine multimodale Schmerztherapie zu erwägen. ■■

## Literatur beim Verfasser

### Autoren:

Dr. Konstantin Bloess, Assistenzarzt  
Dr. Jan Bredow, Assistenzarzt  
Dr. Lars Löhner, Oberarzt  
Dr. Jan Siewe, Oberarzt  
Prof. Dr. Peer Eysel, Direktor

Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie  
Universitätsklinikum Köln (AöR)  
Tel.: 0221/478-0  
www.uk-koeln.de

# WIE KÖNNEN COMPUTERSPIELE BEI RÜCKENLEIDEN HELFEN?

■■ Im Forschungsprojekt „Adaptify“ entwickeln fünf Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesundheitswesen neue Technologien für die Physiotherapie und die Rehabilitation.

Aufgrund steigender Lebenserwartung werden immer mehr Menschen Rehabilitation und Physiotherapie benötigen. Um die Bewegungsfähigkeit wiederherstellen zu können, müssen Übungen auch allein fortgesetzt werden. Trainingsspiele können motivieren, solche Maßnahmen zu Hause weiterzuführen. Im neuen Forschungsprojekt „Adaptify“ (adaptive Nutzermodelle für den Einsatz im Gesundheitssektor) gehen fünf Partner nun noch einen Schritt weiter: Sie entwickeln ein System mit Hardware- und Softwarekomponenten, das Rückmeldungen zur Umsetzung der Übungen durch den Patienten liefert. In Kombination mit dem individuellen Profil des Nutzers kann die Therapie somit jederzeit an die aktuellen Fortschritte und Behandlungsziele eines Patienten

angepasst werden. Die federführende Leitung hat Prof. Rainer Malaka (Universität Bremen) inne.

Das dreijährige Projekt Adaptify wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung bis 2018 mit rund 1,35 Mio. € gefördert. Während dieser Laufzeit werden erste Spiele – sog. Serious Games – entwickelt und auf ihre Praxistauglichkeit getestet. Die spielerischen Bewegungsprogramme erhöhen so die Motivation, Übungen auch allein durchzuführen. Ein virtueller Therapeut gibt Hinweise zur Verbesserung. Neben der Software für die Spiele entwickeln die Projektteilnehmer auch eine Sensormatte, auf der die Patienten ihre Übungen absolvieren. Die Matte erfasst die Bewegungen, indem sie Druckveränderungen an einer Vielzahl von Punkten misst. Ergänzt werden diese Daten durch ein sogenanntes Ganzkörper-Tracking, bei dem die einzelnen Bewegungen durch eine Kamera erfasst werden. Auf diese Weise kann das System präzise Rück-

meldungen zur Qualität der Durchführung der Übungen liefern.

Ebenfalls neu entwickelt wird die Software, die alle Informationen – unter strenger Wahrung des Datenschutzes – mit dem Nutzerprofil verknüpft und so individuell anpasst. Die Software kann sogar Entwicklungsprognosen abgeben. Diese können die Arbeit der Therapeuten in Zukunft unterstützen. Wichtig ist dabei, so die Projektpartner, dass auch ältere Menschen die Serious Games intuitiv nutzen können. Viel Erfahrung mit digitalen Spielen müssen sie nicht mitbringen: Die entwickelten Serious Games passen sich dem Vorwissen und der körperlichen Belastbarkeit des Anwenders an. Deshalb werden von Beginn an Therapeuten, medizinisches Personal und Patienten in den Entwicklungsprozess der Software eingebunden.

Adaptify widmet sich zunächst der Behandlung von unspezifischen Rückenbeschwerden, die für viele Menschen ein großes Problem darstellen.

Die Software dient der Hilfestellung für Therapeuten in Rehabilitation und Physiotherapie. In Verbindung mit der leistungsfähigen und kostengünstigen Sensormatte bietet sie auch Chancen für eine Vermarktung, die über das Webportal PhysioNetzwerk bereits anläuft. Mehr als 600 Praxen und Reha-Zentren haben sich dem Portal schon angeschlossen. Die Therapieangebote von PhysioNetzwerk wurden bislang europaweit für über 10.000 Patienten eingesetzt. In einem weiteren Schritt soll die Personalisierungs-Software, die im Rahmen von „Adaptify“ entwickelt wird, für medizinisch betreute Fitnessstudios angepasst werden. ■■

### Kontakt:

Prof. Dr. Rainer Malaka  
Universität Bremen  
Technologie-Zentrum Informatik und Informationstechnik  
Tel.: 0421/21864401  
malaka@tzi.de  
https://adaptify.de

# RÜCKENSCHMERZEN – EINE FRAGE DER MECHANIK

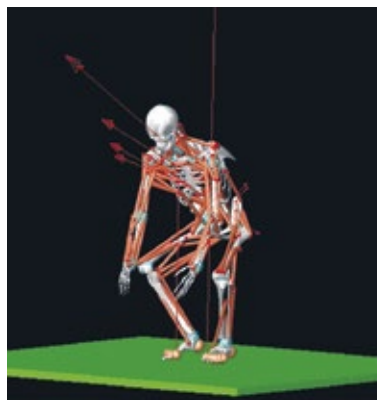
Zusammen mit der University of Pittsburgh und der Universitätsklinik Balgrist entschlüsselt die Empa die Mechanik der unteren Rückenwirbel.

Rainer Klose, Empa — Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf, Schweiz

■ Die Forscher können nun zeigen, wie es zum Verschleiß an Wirbelkörpern und Bandscheiben kommt. Die einen sagen, Rückenschmerzen seien der Preis für den aufrechten Gang. Die anderen sagen, das Problem der Rückenschmerzen habe erst begonnen, als der Mensch sich hingezett hat, um nachzudenken: Mangelnde Be-

wegung schwächt die Muskeln, dazu kommt Stress im Privatleben oder am Arbeitsplatz. Die Rückenmuskeln verkraften und tun weh.

Meist lässt sich das Problem durch Lockerung und Stärkung der Rückenmuskeln beheben. Doch bei jedem siebten Betroffenen gelingt dies nicht; selbst die Verabreichung von Opiaten hilft dann nicht mehr. Nur eine Operation kann das Leiden beenden. In schweren Fällen werden defekte Rückenwirbel oder Bandscheiben mit einer Metallkonstruktion überbrückt (intervertebrale Fusion). Das fixierte Segment verknöchert und kann zunächst keine Schmerzen mehr auslösen. Doch derartige Reparatur-Operationen bringen den Patienten nur für wenige Jahre Linderung, dann tritt das Problem an den benachbarten Wirbeln erneut auf. Die Frage ist: Warum ist das so, und wie könnte man das verhindern?



Mithilfe des Programms Open Sim der Universität Stanford berechnet die Empa die Kraftverteilung im Rücken, wenn ein Mensch eine Last hebt. Foto: Empa

Bernhard Weisse forscht mit seinem Team an der Empa an genau diesen mechanischen Fragen. Um zu verstehen, warum und wie schnell eine Bandscheibe verschleißt, müssen die Forscher die Kräfte kennen, die in diesem Bereich wirken. Und dazu wiederum braucht es eine exakte Kenntnis der Form, der Elastizität und der Beweglichkeit der einzelnen Elemente – es ist eine Fragestellung für Maschinenbauingenieure.

## Der Skelett-Simulator

In einem ersten Schritt feilten die Empa-Forscher an der theoretischen Grundlage: Weisses Team fütterte Wirbelsäulengeometriedaten von 81 Patienten in das Computerprogramm Open Sim – ein von der Stanford University entwickeltes, weltweit genutztes Simulationsprogramm für den menschlichen Bewegungsapparat. Dann galt es, die Biomechanik in der Computersimulation möglichst genau abzubilden: Verhält sich eine Bandscheibe wie ein Kugelgelenk? Oder eher wie ein Gummilager? Welchen Einfluss haben die Muskeln dabei – bleibt das Gummilager immer gleich steif, oder verändert sich die Steifigkeit, abhängig vom Biegungswinkel? Hierfür arbeitete die Empa mit dem Laboratorium für orthopädische Biomechanik der Uniklinik Balgrist (Universität Zürich) und dem Institut für Biomechanik der ETH Zürich zusammen.

Den Wissenschaftlern gelang es mit Hilfe des Computermodells, die Mechanik nachzubilden. Ergebnis: bei Menschen mit einer bestimmten Fehlstellung der Wirbelsäule die Bandscheiben schon im gesunden Zustand um bis zu

34% stärker belastet. Geht eine Bandscheibe kaputt und wird überbrückt, steigt die Belastung in den Nachbargelenken noch weiter an und kann bis zu 45% höher sein als beim Menschen ohne diese Fehlstellung.

## Individuelle Therapieempfehlungen werden möglich

Doch allein die Computeranalyse eines Gesundheitsproblems reicht nicht. Ziel ist es, für jeden Patienten eine individuelle Diagnose zu stellen und die passende Therapie zu empfehlen. Eine Kooperation mit US-Wissenschaftlern, finanziert vom Schweizerischen Nationalfonds, half hier weiter: Forscher der University of Pittsburgh haben ein neuartiges 3-D-Röntgen-Videosystem entwickelt. Es nennt sich „Digital Stereo-X-Ray Imaging“ (DSX) und kann die Bewegung der Wirbelsäule mit 250 Bildern pro Sekunde wiedergeben, während die Position der Wirbel auf 0,2 mm genau zu sehen ist. Der Trick dabei: Die unscharfen Röntgenbilder der Bewegung werden mit scharfen CT-Bildern des still liegenden Patienten im Computer kombiniert.

Einer der dort tätigen Forscher, Ameet Aiyangar, war bereits im Jahr 2009 als Gastwissenschaftler an der Empa und kehrt nun an die Empa zurück. In Pittsburgh hat er zwölf gesunde Menschen Gewichte heben lassen und hochauflösende Filme ihrer Wirbelsäulenbewegung produziert. Derzeit ist Aiyangar dabei, die aufgenommenen Röntgenfilme mit den Computermodellen des jeweiligen Probanden abzugleichen.

Nachdem das Modell für gesunde Menschen stimmig ist, wollen die Forscher mit dieser Methode die Problematik der Spondylodese untersuchen. Dazu werden Patienten vor und nach der Operation mit dem DSX-System gefilmt und die Bewegung ihrer Wirbel analysiert. So lässt sich bestimmen, welche Kräfte im Bereich der unteren Wirbelsäule vor der Operation gewirkt haben und was die Überbrückung der Wirbel an dieser Kräfteverteilung geändert hat. Die Untersuchung wird helfen, den Verschleiß von Rückenwirbeln besser zu verstehen und die Ursache von Schmerzen im unteren Rückenbereich genauer zu lokalisieren. In Zukunft könnte es eine derartige Computeranalyse für alle Rücken-OP-Patienten geben. ■■

| www.empa.ch |



© Stasique — Fotolia.com

# OSTEOPOROSE: FRAKTURRISIKOVORHERSAGE 2.0

In der Osteoporose-diagnostik gilt die Knochendichtemessung (Osteodensitometrie) per DXA (Dual-Energy X-Ray Absorptiometry) als anerkanntes Standardverfahren.

■ Jedoch betreffen über 50 % der Frakturvorkommnisse Patienten, die aufgrund der DXA-Werte als nicht „osteoporös“ klassifiziert werden [1], offensichtlich spielen hier noch weitere Faktoren eine entscheidende Rolle. Eine der belegten Einflussgrößen ist der Status der Knochen-Mikroarchitektur. Dieser kann mit der Methode TBS iNsight einfach, rasch und reproduzierbar analysiert werden. Die Software kann leicht auf bestehenden DXA-Geräten installiert werden und ermöglicht so ohne zusätzliche Untersuchungen in Verbindung mit der Knochenmineraldichte (BMD) eine bessere Klassifizierung des Frakturrisikos.

Die Weltgesundheitsorganisation definiert Osteoporose als stumme Krankheit, gekennzeichnet durch verminderte Knochenmasse und geschädigte Mikroarchitektur des Knochengewebes, mit der Folge eines erhöhten Frakturrisikos [2].

Weltweit betrifft Osteoporose rund 200 Mio. Frauen und führt jährlich zu fast 9 Mio. Frakturen. Global erleiden eine von drei Frauen und einer von fünf Männern über 50 Jahre eine Fraktur durch Osteoporose mit anschließender Verschlechterung der Lebensqualität und einer überdurchschnittlichen Sterblichkeitsrate.

Die mittels DXA ermittelte Knochenmineraldichte (BMD) stellt zweifelsfrei eine bedeutende Bestimmungsgröße für die Knochenstärke und das Frakturrisiko dar. Doch angesichts über 50 % der Frakturvorkommnisse bei Patienten, die durch DXA-Werte als nicht „osteoporös“ klassifiziert werden [1], bestimmen offenkundig außer der Knochenmineraldichte noch weitere Faktoren sowohl die Knochenstärke als auch das Bruchrisiko: Neben Knochengeometrie, Mikroschädigungen, Knochenerneuerung, Alter, Familiengeschichte, Sturzgefahr und anderen skeletteigenen sowie weiteren Faktoren zählt dazu auch die zur Grunddefinition der Osteoporose gehörige Schädigung

der Mikrostruktur des Knochengewebes [3]. TBS iNsight schließt hier eine wichtige Diagnose-Lücke: Das Frakturrisiko kann damit basierend auf einer Bestimmung der Knochenstruktur (ein Index korrelierend zur Knochenmikroarchitektur) zusätzlich zur Risikobestimmung durch die BMD und klinische Risikofaktoren eingeschätzt werden [4, 5]. Das Ergebnis wird als Trabecular Bone Score (TBS) ausgedrückt.

TBS ist eine strukturelle Kennzahl, welche die Abweichungen der Graustufen der einzelnen Pixel im DXA-Bild der Lendenwirbelsäule (LWS) auswertet und einen indirekten Index für die trabekuläre Mikroarchitektur bietet. Vereinfacht könnte das Prinzip von TBS-iNsight mit einer Luftbilddaufnahme eines Waldes verglichen werden. Zwar löst keine dieser Ansichten stark genug auf, um einzelne Trabekel (DXA-Scan) bzw. Bäume (Luftbild) zu erkennen; Bereiche geringer Spongiosasubstanz, vergleichbar mit Lichtungen im Wald, sind jedoch klar erkennbar. Für die Trabekulärwertbestimmung bedeutet dies, dass bei einer in eine Ebene projizierten Spongiosaaufnahme eines gesunden Knochens die Pixel eine hohe Graustufenvariation mit geringer Amplitude darstellen. Im Gegensatz dazu zeigt die 2-D-Projektion einer porösen Spongiosa eine geringere Anzahl von Graustufenwechseln jedoch mit größeren Stufensprüngen. Aus dem Variogramm des jeweiligen Bildes, d.h. aus jeweils der Summe der Graustufenunterschiede zwischen Bildpunkten in einem bestimmten Abstand zum Quadrat, lässt sich in den 2-D-Bildern die 3-D-Struktur abschätzen.

TBS iNsight fügt sich als schnell zu installierendes Softwarepaket nahtlos in vorhandene Hologic-Scanner ein. Die gleichzeitig mit der DXA durchgeführte Untersuchung verlängert die Scanzeit nicht und bedeutet keine zusätzliche Strahlungsbelastung. Nach Abschluss des normalen DXA-Wirbelsäulenscans liegen die TBS-Ergebnisse automatisch binnen Sekunden vor. Bei einfacher Integration in die klinische Routine ist somit keine zusätzliche Untersuchung notwendig. Mit dem TBS iNsight ist auch die Analyse älterer DXA-Scans möglich, wobei diese jedoch mit demselben Gerät gemacht worden sein müssen. Dadurch ist zur Leistungsbewertung von TBS an Patienten mit vorangegangenen DXA-Un-

tersuchungen ein großer Datenbestand erfassbar.

TBS iNsight wurde in mehr als 57 geprüften Publikationen weltweit an mehr als 60.000 Patienten untersucht. Einige der wichtigsten Ergebnisse wurden erst jüngst als Übersicht zusammengestellt und von mehreren international anerkannten Knochen-spezialisten veröffentlicht [6, 7]:

■ In mehreren Studien wurde über die kurzfristige Reproduzierbarkeit von TBS-Bestimmungen berichtet, wobei die Werte von 1,1 bis 1,9 % C.V. reichten [6].

■ TBS ergibt bei Frauen nach der Menopause und bei Männern mit vorangegangenen Fragilitätsbrüchen geringere Werte als bei frakturfreien Personen.

■ TBS-Ergebnisse erwiesen sich als unbeeinflusst durch vorhandene Osteophyten, einem üblichen Artefakt bei Patienten in der späten Postmenopause und mit Osteoarthritis.

■ TBS ergänzt sich mit Daten, die aus DXA-Messungen an der Lendenwirbelsäule zur Verfügung stehen.

■ Bei Frauen mit Fragilitätsbrüchen, jedoch ohne Hinweis auf Osteoporose oder sogar Osteopenie durch DXA, waren die TBS-Werte geringer.

■ TBS sagt Frakturrisiken bei Frauen nach der Menopause genauso gut wie LWS-BMD-Messung voraus.

■ TBS kann Ärzten bei der Überwachung von Reaktionen auf Therapien hilfreich sein.

Die TBS-Werte werden gleichzeitig mit dem normalen DXA-Ausdruck für die Lendenwirbelsäule generiert. Der Bericht beinhaltet einen Trabecular Bone Score (Gesamt), ein Strukturbild der LWS und altersspezifische Referenzwerte. TBS lässt sich so einfach mit dem T-Wert aus BMD kombinieren. Diese Interpretation ist aus der Manitobastudie [7] abgeleitet und liefert eine Frakturrisikoklasse für osteoporotische Frakturen, welche von der WHO T-Score Scala (normal, osteopenisch, osteoporotisch) und vom TBS-Schwellenwert abhängen. Beispielsweise fällt eine osteopenische Frau mit einem T-Score der Lendenwirbelsäule von -2,2 in eine Risikoklasse für osteoporotische Fraktur von etwa 5 bis 7 auf 1.000 Frauen und Jahr. Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Patienten-TBS (1.180) würde eine Zuordnung in die nächsthöhere Risikogruppe von etwa

10 bis 14 auf 1.000 und Jahr erfolgen. Das bedeutet, dass das kombinierte Knochenfrakturrisiko dieser Frau dem Bruchrisiko einer osteoporotischen Frau ähnelt.

Als Durchbruch haben jüngst Daten eine mögliche schrittweise Verbesserung in den Frakturprognosen gezeigt, wenn LWS-TBS in Verbindung mit FRAX-Variablen verwendet wurden. FRAX ist ein von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) unterstütztes Frakturrisiko-Prädiktionsmodell. Basierend auf den neuen Erkenntnissen ist es gelungen, TBS als fehlendes Puzzleteil in FRAX zu integrieren. ■

## Literatur:

- [1] Siris E.S., et al., Bone mineral density thresholds for pharmacological intervention to prevent fractures. *Arch Intern Med.* 2004 May 24; 164(10): 1108–12.
- [2] Consensus Development Conference. *Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis.* *Am J Med* 1993; 94: 646–50.
- [3] Burr D.B., Bone material properties and mineral matrix contributions to fracture risk or age in women and men. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2002 Mar; 2(3): 201–4.
- [4] Winzenrieth R., et al., Three-Dimensional (3D) Microarchitecture Correlations with 2D Projection Image Gray-Level Variations Assessed by Trabecular Bone Score Using High-Resolution Computed Tomographic Acquisitions: Effects of Resolution and Noise. *J Clin Densitom.* 2013 Jul–Sep; 16(3): 287–96.
- [5] Hans D., et al., Correlations Between Trabecular Bone Score, Measured Using Anteroposterior Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Acquisition, and 3-Dimensional Parameters of Bone Microarchitecture: An Experimental Study on Human Cadaver Vertebrae. *J Clin Densitom.* 2011 Jul–Sep; 14(3): 302–12.
- [6] Silva B.C., et al., Trabecular Bone Score: A non-invasive, analytical method based on the DXA image. *J Bone Miner Res* 2014; 29(3): 518–530.
- [7] Ulivieri F.M., et al., Utility of the trabecular bone score (TBS) in secondary osteoporosis. *Endocrine* 2014 Nov; 47(2): 435–48.

## Kontakt:

MMS Medidor Medical Supplies GmbH, Kerpen  
Tel.: 02273/9808-0  
zentrale@medidor.de  
www.medidor.de

MMS Medidor auf dem DKOU  
Stand 74/2.2

# DAS KNORPELREGISTER DGOU – BISHERIGE **ERFAHRUNGEN** UND **AUSBLICK**

Das KnorpelRegister DGOU wurde im Oktober 2013 auf Initiative der AG Klinische Geweberegeneration der DGOU initiiert.

■ Seitdem ist es möglich, auf Basis einer multizentrischen Datenbank Patienten mit isolierten Knorpelschäden an Kniegelenk und zwischenzeitlich auch Hüftgelenk und oberem Sprunggelenk zu registrieren. Aus der Eingabe in das Register resultiert dann eine 5-jährige Nachverfolgung auf Basis einer Internet-basierten Dateneingabe, welche den Patienten an das Ausfüllen der Zeitpunkt-spezifischen Fragebögen erinnert und ihm hier die Möglichkeit bietet, über einen geschützten Datentransfer die Funktion seines Gelenkes und den Verlauf nach seiner Operation zu dokumentieren.

Nachdem das Register während des ersten Jahres nur den Mitgliedern der AG Klinische Geweberegeneration zur Verfügung gestanden hat, erfolgte im Oktober 2014 die Öffnung des Registers über die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft hinaus. Mittlerweile nehmen bereits mehr als 100 Kliniken am KnorpelRegister DGOU teil oder befinden sich im Genehmigungsprozess. Anzumerken ist diesbezüglich, dass die Teilnahme am KnorpelRegister DGOU das Anerkennen einer Satzung voraussetzt, welche den Umgang mit den erhobenen Daten regelt. Jedem teilnehmenden Zentrum steht jedoch grundsätzlich zu jedem Zeitpunkt die Auswertung und auch Publikation seiner eigenen Daten offen. Als weitere Voraussetzung für die Teilnahme am

KnorpelRegister DGOU besteht in Abhängigkeit der lokalen Berufsordnung die Notwendigkeit des Einholens eines Ethikvotums. Da diese inzwischen jedoch von der überwiegenden Anzahl der Ethikkommissionen vorliegen, empfiehlt sich bei Interesse die Nachfrage im Studienzentrum Freiburg (info@knorpel-register-info). Möglicherweise liegt das Votum der zuständigen EK bereits vor.

Nachdem bereits mehr als 1.400 Patienten im KnorpelRegister DGOU registriert sind und auch die Module „Hüftgelenk“ und „Sprunggelenk“ erfolgreich – wenn auch naturgemäß mit noch geringeren Fallzahlen – ange laufen sind, können zum jetzigen Zeitpunkt bereits erste epidemiologischen Daten aus dem Register ausgewertet werden. Entsprechende Publikationen über die Verteilung von Knorpelschäden, der Indikationsstellung im KnorpelRegister DGOU, der Durchführung und zum Timing von Begleiteingriffen sind bereits in Vorbereitung und werden voraussichtlich Ende 2015 verfügbar sein. Unabhängig dieser systematischen Analysen und wissenschaftlichen Auswertungen zeigen sich aber bereits zum jetzigen Zeitpunkt interessante Aspekte. So findet sich bei den Patienten, die wegen eines Knorpelschadens am Kniegelenk in das Register aufgenommen wurden, ein überraschend hoher Anteil von Patienten mit degenerativen und post-traumatischen Knorpelschäden und mit ca. 15 % ein nur sehr niedriger Anteil von Patienten mit traumatischen Knorpelschäden. Bezüglich der Lokalisation der Knorpeldefekte überwiegen Defekte an der medialen Femurkondyle, gefolgt von Knorpelschäden an der Patella. Dies



Prof. Dr. med. Philipp Niemeyer,  
Leiter der Sektion Knie- und Knorpelchirurgie, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Freiburg

entspricht im Grundsatz bisher publizierten Studien. Ebenso erwartungsgemäß zeigen sich die Ergebnisse der ersten 1.000 Patienten in Bezug auf die Indikation zur knorpelchirurgischen Therapie. Während knochenmarkstimulierende Verfahren und auch die autologe osteochondrale Transplantation bei überwiegend kleinen Knorpeldefekten angewendet werden, so stellt die autologe Knorpelzelltransplantation das Verfahren der Wahl bei größeren Knorpeldefekten dar. Auch diese Beobachtung entspricht den aktuellen Empfehlungen, die offensichtlich in der Praxis berücksichtigt werden und zur Anwendung kommen. Neben diesen indikationsspezifischen Erkenntnissen zeigt sich im Register ein hoher Anteil von Patienten, die mit einer begleitenden operativen Maßnahme behandelt werden. Der Anteil an „Kombinationstherapien“ wie z.B. der Durchführung einer Stabilisierung der Kniescheibe, Bandplastik oder Achskorrektur in Kombination mit einer Knorpelbehandlung beträgt nahezu 40 % und repräsentiert schon jetzt die aktuelle Denkweise, dass gerade bei degenerativen Knorpeldefekten neben dem „Symptom Knorpelschaden“ auch die zugrunde liegende Pathologie in das Behandlungskonzept einbezogen werden sollte.

Interessanterweise – und dieser Aspekt widerspricht im Grundsatz den aktuellen Therapieempfehlun-

gen – zeigt sich ein sehr hoher Anteil von Patienten mit korrespondierenden Knorpelschäden im Register. Die Affektion der gegenüberliegenden Gelenkfläche wurde hier grundsätzlich seit Einführung der knorpelregenerativen Therapien verfahrensunabhängig als Kontraindikation aufgefasst. Die Versorgungsrealität widerspiegelt hier aber wohl eher die Tatsache, dass eine Vielzahl von Patienten gerade im mittleren Lebensalter bereits von Schädigungsmustern betroffen sind, welche der ideale Situation und Grundlage für eine Knorpeltherapie nicht mehr entsprechen. Da bisher wenige wissenschaftliche Daten den direkten Vergleich zwischen unilateralen Knorpelschäden und korrespondierenden Defekten insbesondere auch in Bezug auf unterschiedliche Schweregrade der gegenüberliegenden Schädigung beschreiben, ist es auch Ziel des KnorpelRegister DGOU, solche Daten zu generieren und damit die zukünftige Therapie von Knorpelpatienten durch entsprechend evidenzbasierte Empfehlungen zu optimieren.

Teilnehmen am KnorpelRegister DGOU kann grundsätzlich jeder Arzt mit Interesse an Knorpelchirurgie und knorpelregenerativen Eingriffen. Die Dokumentation und Eingabe eines Patienten erfolgt dann nach Aufklärung direkt vor Ort durch den behandelnden Arzt und schließt das Hinterlegen von patienten- und fallspezifischen Informationen durch den Behandler direkt am PC ein. Die Ersteingabe erfordert hierbei ca. fünf Minuten, das anschließende Follow-Up wird dann automatisiert generiert und erfordert keinerlei Erinnerung oder Intervention aus der teilnehmenden Praxis oder Klinik. Ebenso ist die Teilnahme am KnorpelRegister DGOU kostenfrei. Das Register wird durch wissenschaftliche Unterstützung durch die Deutsche Arthrosehilfe und die Oscar-Helene-Stiftung finanziert. ■■

Bei Interesse am KnorpelRegister DGOU stehen die Mitarbeiter des Studienzentrums Freiburg gerne zur Verfügung: info@knorpel-register.info.

## Autor:

Prof. Dr. Philipp Niemeyer  
Leiter der Sektion Knie- und Knorpelchirurgie  
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie  
Universitätsklinikum Freiburg  
Freiburg  
www.uniklinik-freiburg.de  
www.knorpelregister-dgou.de



Das KnorpelRegister DGOU auf dem World Congress der International Cartilage Repair Society (ICRS) in Chicago im Mai 2015



Isolierter Knorpelschaden an der Femurkondyle als geeignete Indikation für eine knorpelregenerative Therapie

M&K-LESERUMFRAGE

**GIT VERLAG**  
A Wiley Brand

**WAS SPRICHT SIE AN?**

© illy, Karin & Uwe Annas, Marco2811, TheSIMPIFY | fotolia

**M&K**  
Management &  
Krankenhaus

## Die Leserumfrage von M&K – zum Thema Werbung



Abbildung ähnlich

Machen Sie jetzt mit bei der Leserumfrage von Management & Krankenhaus – und gewinnen Sie mit etwas Glück einen aktuellen Tablet-PC!

**Jetzt hier registrieren – und gewinnen:**  
<http://Umfrage2015.mediaanalyzer.org>

# INFEKTIONSSCHUTZ UND -BEHANDLUNG IN DER ENDOPROTHETIK

Infektionen stellen trotz erheblicher Fortschritte in der Endoprothetik aktuell eine der größten Herausforderungen beim Gelenkersatz dar. Die Deutsche Gesellschaft für Endoprothetik (AE) widmet sich deshalb sehr intensiv der Frage, was getan werden kann, um die Infektionsrate zu senken.



Prof. Dr. Carsten Perka, Direktor des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin

Nach dem AE-Forum „Prävention Periprothetischer Infektionen“ im Juni in Hamburg erläutert Prof. Dr. Carsten Perka von der Berliner Charité, dass das Problem des Infektionsrisikos viel mehr Facetten hat als ungenügende Krankenhaus-Hygiene oder mangelnde Sorgfalt der Operateure, wie oft suggeriert wird.

**M&K:** *Es ist ein Wermutstropfen in der Erfolgsgeschichte der Gelenkimplantationen: Die Infektionsrate konnte bislang kaum gesenkt werden. Andererseits kommt es (nur) bei einem von 100 Patienten zu einer Infektion. Wird das Thema überschätzt und kann man diese Rate überhaupt noch senken?*

**Prof. Dr. Carsten Perka:** Die 1-%-Rate aus weltweiten Studien (selektionierter) Patienten spiegelt nicht ganz die Realität wider. Wenn man die Daten der Krankenkassen anschaut, die das reale Krankengut reflektieren, so liegen wir in Deutschland bei ca. 2 % Infektionsrate. Risikofaktoren, (z. B. bei Patienten mit Risikokeimen aus Pflegeheimen, Landwirte mit regelmäßigem Antibiotikakontakt, Raucher, und Vorerkrankungen des Patienten – z. B. rheumatoide Arthritis, Immunsuppression – erhöhen die Infektionswahrscheinlichkeit auf 3 bis 4 %. Es besteht also ein dringender Bedarf nach Verbesserungen bei der Infektionsprophylaxe. Man wird Infektionen niemals gänzlich verhindern können, bedenkt man, dass jeder Mensch auf seinen Oberflächen mit zahlreichen Bakterien besiedelt ist, die er mit in die Klinik bringt, dass Desinfektionsmittel nicht überall wirken, dass künstliche

Gelenke keine Bakterien abwehren können und bei einer OP nur wenige Keime ausreichen, um eine Infektion auszulösen. Diesen Tatsachen muss man ins Auge sehen und diese Probleme lösen, ohne jemandem eine „Schuld“ zu geben.

*Gibt es Unterschiede von Klinik zu Klinik? Welche Kriterien, z. B. Trägerschaft, Personalanzahl, Zertifizierung, könnten eine Rolle spielen?*

**Perka:** Der Unterschied besteht für mich im Wesentlichen in dem „Wahrnehmen-Wollen“ des Problems. Wenn man Qualitätsberichte von Kliniken liest und dort die Rede ist von 0 % Infektionsrate, dann kann das nicht stimmen. Hier werden Fehlanreize geschaffen, die für die Patientenakquise genutzt werden. Es geht aus meiner Sicht deshalb darum, vor allem ein Klima der Ehrlichkeit zu schaffen, angefangen bei der Infektdiagnostik bis zu Regeln, wie man mit dem Infektionsrisiko umgeht.

Dass die Trägerschaft oder die Größe des Krankenhauses eine Rolle spielt, kann ich nicht sagen. Es ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Bereichen und den agierenden Personen – Hygiene- und Pflege-Verantwortliche, verantwortlicher Chefarzt, ökonomischer Direktor. Dieses Netzwerk entscheidet, wie gut eine Klinik bei der Infektionsvermeidung ist. Hilfreich ist, nach Erstellung entsprechender SOPs verbindliche Entscheidungen zu treffen, an die sich

alle konsequent halten müssen. Es ist eine vertrauensvolle interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich, um die Komplexität dieser Problematik zu erfassen. Allein das Thema Immunabwehr überfordert m. E. den Chirurgen. Er braucht die Unterstützung des Internisten, der die immunologischen Werte interpretieren kann.

Was das Personal betrifft, so ist es weniger eine Frage der Anzahl als die der Qualität, wobei sich beides oft bedingt. Je mehr Zeit pro Patient zur Verfügung steht, desto mehr Möglichkeiten bleiben für notwendige Hygiene-

Das kann an den Fähigkeiten des Operateurs liegen, aber auch daran, dass man ausbildet.

Eine Zertifizierung ist m. E. nicht mit einer Reduktion der Infektrate assoziiert. Sicherlich ist die Grundüberlegung Standardisierung sinnvoll. Aber es sind so viele Dinge standardisiert worden, dass ich schon wieder die Befürchtung habe, pro Patient dauert es 20 Minuten länger, um die Auflagen der Zertifizierung zu erfassen. Das geht dann wieder zulasten anderer wichtiger Maßnahmen.

*Gibt es aktuell neue Experten-Empfehlungen, um die bestehenden Probleme in puncto Infektionsprophylaxe zu lösen?*

**Perka:** Neben den Grundvoraussetzungen, wie Beachtung der Hygieneregeln durch das Personal, Sterilität sowie schnelles und sorgfältiges Operieren, die immer zum Standard gehören, werden aktuell Konzepte eingeführt zur Vorbeugung von Infektionen. Diese beinhalten z. B., vor dem Eingriff Haut und Körper des Patienten (Zähne, Rachen, Harntrakt, Lunge etc.) umfassend auf Infektionen zu untersuchen und ggf. zu behandeln. Weiterhin kann mit einer möglichst zweimaligen Wäsche mit antiseptischer Seife die Bakterienzahl vor allem in der Hauptlokalisationen dramatisch reduziert werden. Auch Eintrittspforten über Fußkrankheiten sind ein Problem, worauf sich das Screening beziehen sollte. Der Zeitpunkt der OP ist dann so zu wählen, dass diese Risikofaktoren ausgeschaltet sind.

Außerdem ist es wichtig, dass jedes Krankenhaus ein möglichst durchgängiges Procedere hat, wie es mit Risikopatienten umgeht, das heißt z. B. Bestimmung der Entzündungswerte vor der OP. Das CRP ist ein guter Screening-Parameter. Obwohl er sehr unspezifisch ist, setzen wir zunächst jeden Patienten mit einem erhöhten CRP ab, bis gefährdende Ursachen ausgeschlossen sind. Dies kann leider dazu führen, dass der Patient verärgert die Klinik verlässt, um im nächsten Krankenhaus dann aber doch sofort operiert zu werden. Das ist unter Wettbewerbsbedingungen nicht ganz unproblematisch.

Zum Procedere gehört auch, dass die Antibiotika-Prophylaxe mindestens eine halbe Stunde vor der OP verabreicht wird, damit der Spiegel maximal ist

## Zur Person

**Prof. Carsten Perka**, Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Endoprothetik, studierte von 1985 bis 1991 Humanmedizin an der Charité der Humboldt-Universität zu Berlin und promovierte 1994 zum Thema Transplantation allogener embryonaler Chondrozyten bei Gelenkknorpeldefekten mit summa cum laude. Von 1991 bis 1996 absolvierte er in der Klinik für Orthopädie des Universitätsklinikums Charité seine Facharztausbildung und war bis 2003 Oberarzt. Er wurde im Jahre 2000 habilitiert und ist seit 2005 Professor für Orthopädie an der Klinik für Orthopädie der Charité. 2003 wurde er Stellvertretender Direktor des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité und Leiter der Klinik für Orthopädie. Am 1. Februar 2015 wurde er zum Ärztlichen Direktor des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité ernannt.

maßnahmen und Patientenaufklärung. Aus meiner Sicht werden heute in der Pflege falsche Prioritäten gesetzt. Das Patientengespräch z. B. wird auf ein Minimalmaß reduziert, weil irgendwelche Dinge, die einer Aufzeichnung bedürfen, nicht weggelassen werden dürfen, das aufklärende Patientengespräch in der Leistungserfassung jedoch fast gar keine Rolle spielt. Auch infektiologische Risikosituationen werden so unzureichend häufig bestimmt. Dagegen wird z. B. der Desinfektionsmittelverbrauch umfassend dokumentiert.

Ein weiterer Risikofaktor für mehr Infektionen sind längere OP-Zeiten.

(das passiert oft erst mit dem Hautschnitt, also viel zu spät). Hier ist eine gute Zusammenarbeit mit der Anästhesie unabdingbar.

Außerdem könnte die Reinraumtechnik, wie das Lamina Flow, richtig angewendet, ein Beitrag zur Senkung des Infektionsrisikos sein. Obwohl es kaum Daten zum Nachweis des Nutzens gibt, machen wir es, um nichts unversucht zu lassen.

Wahrscheinlich spielt auch das verwendete Material eine Rolle. Es gibt scheinbar Materialien, die Infektionen fördern. So gibt es Hinweise in der Literatur, dass z. B. Polyäthylen als Gleitpartner möglicherweise anfälliger ist für Infektionen als Keramik. Inzwischen gibt es vielversprechende Entwicklungen bei Oberflächenbeschichtungen. Diese könnten die Kolonisation der Bakterien direkt auf dem künstlichen Gelenk vermindern. Da gibt es einerseits Antiseptika, vor allem Silberbeschichtungen, andererseits antibiotische Beschichtungen und die Gruppe der Endolysine mit jeweils spezifischen Vor- und Nachteilen. Belastbare Belege dafür, dass die Infektionsrate gesenkt wird, muss die Zukunft bringen.

Es sind also viele kleine Dinge, die man in eine Systematik gebracht hat und die dann durch spezielle optimierte Therapieformen ergänzt werden müssen. Aber im Wesentlichen gilt es, Standards zu definieren und diese vor allem auch für die Diagnostik zu etablieren, um zeitig genug reagieren zu können.

*Das Konzept einheitlicher Standards, deren Durchsetzung sich die AE zum Ziel gemacht hat, ist eigentlich eine logische Sache, um den präventiven Ansatz in die Praxis umzusetzen. Wo liegt das Problem?*

**Perka:** Das Problem sind die Kosten, da das Krankenhaus immer nur Geld bekommt, wenn es etwas behandelt, nicht wenn etwas verhindert wird. Das ist die Crux in unserem System. Die Krankenkasse bezahlt eine Summe x, und Prävention ist zusätzlich zu finanzieren. Aber wir glauben, auch wenn wir als Klinik nichts davon haben, dass wir viel erreicht haben, wenn die Infektionsrate wenigstens halbiert wird.

Eine Maßnahme, wie man sie z. B. in den Niederlanden anwendet, die Patienten grundsätzlich zu screenen und besiedelte Patienten zu dekontaminieren, ehe sie ins KH aufgenommen werden, ist bei unserer hohen Anzahl an Akutversorgungen nicht machbar. Die Niederländer ziehen das mit hohem Aufwand ziemlich radikal durch. Die Patienten werden auch nicht gemischt, d. h. die akut Aufgenommenen mit den

elektiv Aufgenommenen. Das ist in Deutschland zurzeit nicht umzusetzen. Wir führen derzeit eine Studie durch, in der wir bei jedem aufgenommenen Patienten Abstriche entnehmen. Resultat ist, dass wir praktisch jeden Vierten isolieren müssen, weil er irgendwo im Rachen, in der Leiste, z. T. in Risikolokalisationen wie Gesäß oder Nase einen hoch-hochresistenten Keim hat, der der Isolation bedarf. Das ist für die Patienten problematisch und für das Personal ein dramatischer Mehraufwand, der vom System nicht getragen wird. Diese Patienten bekommt man auch nicht in eine Reha-Einrichtung verlegt, wenn erst mal die Diagnose da ist.

Deswegen ist das Hauptbestreben in Deutschland darauf gerichtet, so wenig wie möglich Diagnostik zu machen. Insofern ist das, was Herr Gröhe jetzt mit dem Präventionsgesetz bezweckt, sinnvoll. Wie effektiv solche politischen Vorhaben in der medizinischen Landschaft umzusetzen sind, steht auf einem anderen Blatt. Aber die Idee ist gut.

*Wo sollte jetzt investiert werden, um Infektionen mit schwerwiegenden Folgen für die Patienten und hohen Folgekosten zu vermeiden?*

**Perka:** Präventionsprogramme und Aufklärung der Patienten spielen eine sehr große Rolle. Es sollte Zeit investiert werden, für das Patientengespräch z. B. über Optimierung der persönlichen Hygiene, die Behandlung bzw. Beseitigung möglicher Eintrittsstellen von Bakterien. Das ist bei vielen Patienten ein Problem. Und es müssen finanzielle Mittel bereitgestellt werden für Pävention und Diagnostik, um Programme zur Keimreduktion vernünftig umzusetzen. Was die Klinik dann im Einzelnen investiert, das hängt von deren Philosophie ab, was sie als wichtig erachtet.

Ein ganz wesentlicher Anteil an den hohen Folgekosten periprothetischer Infektionen entsteht durch unstandardisierte und unsachgemäße Behandlung. Dies ist auch bedingt durch die individuell oft geringen Fallzahlen. Kliniken, die 500 Prothesen pro Jahr in einem selektierten Patientengut implantieren, werden, so sie kein Referenzzentrum sind, nur ca. 10 Infektionen behandeln. Man kann sich also leicht vorstellen, dass hier nicht die notwendige Expertise für diese schwierige Klientel gebildet werden kann.

Zukünftige Investitionen in Schwerpunktzentren für periprothetische Infekte werden eines der effizientesten Tools sein, um die horrenden Folgekosten durch ineffiziente Behandlungen einzudämmen.

*Wenn es zu einer Infektion gekommen ist, was sind Alarmsignale für den Patienten und was ist zu tun?*

**Perka:** Am sensibelsten ist der Schmerz. Wenn der Patient nicht die erwartete stufenweise Verbesserung hat, auf einmal eine andere Schmerzqualität, z. B. nächtlicher Ruheschmerz eintritt, so ist das ein Hinweis. Das ist dann zu kontrollieren durch die entsprechenden Parameter.

Dann ist zu entscheiden, ob man zeitnah eine Punktion des Gelenks macht oder noch einmal operiert. Vor allem zeitnah ist wichtig. Alle Bakterien haben die unangenehme Eigenschaft, dass sie auf den implantierten Materialien einen Biofilm bilden. Solange dieser unreif ist, können die Bakterien gezielt von Antibiotika angegriffen werden. Ist der Biofilm aber erst einmal reif, so ab ca. der vierten Woche, muss die Prothese entfernt werden. Dann geht es nur noch darum, ob die Prothese mit einem Mal gewechselt werden kann oder ob ein zweizeitiges Vorgehen erforderlich ist. Unser Konzept ist, sie beim zweizeitigen Vorgehen möglichst mit einem kurzen Intervall zu wechseln. Wir haben jetzt in einer großen Studie festgestellt, dass die Implantation einer neuen Prothese nach zwei Wochen prothesenfreiem Intervall gut funktioniert. Es spricht aus medizinischer Sicht somit nichts gegen das kurze Intervall. Gemacht wird es aber trotzdem nicht, was natürlich, abgesehen von den Kosten, den Patienten enorm beeinträchtigt.

Der Grund ist, dass die Kliniken erst bei einem Folgeaufenthalt nach fünf bis sechs Wochen die 2. DRG bezahlt bekommen. Sämtliche Versuche, mit den Krankenkassen dahingehend in Übereinstimmung zu kommen, sind bisher gescheitert. Darum kämpfen wir jetzt, dass wir wenigstens, wenn zwei OPs notwendig sind, die Behandlung mit kurzem Intervall ebenfalls adäquat vergütet bekommen.

*Gibt es sichere und schnelle Möglichkeiten des Nachweises einer Infektion?*

**Perka:** Es gibt keine 100%ige Nachweismethode. Es geht immer darum, mehrere Tools zu verwenden, also angefangen mit dem CRP und der Gelenkpunktion. Dabei geht es nicht nur darum, Material für die Mikrobiologie zu gewinnen, sondern vor allem auch darum, die Anzahl der weißen und den Anteil neutrophiler Blutkörperchen zu bestimmen, um schneller als bei der Kultivierung Hinweise auf eine Infektion zu bekommen.

Inzwischen gibt es neben neuen Biomarkern auch Schnelltests aus der Gelenkflüssigkeit, mit denen man in

ungefähr 10 min das Ergebnis hat. Aber diese Tests kosten zwischen 200 und 600 €, und eine endgültige Validierung steht noch aus.

*Wie begegnen Sie dem Problem der zunehmenden Antibiotika-Resistenzentwicklung?*

**Perka:** Das hängt immer vom Keimspektrum ab. Für die Bekämpfung der häufigsten Erreger, der grampositiven, gibt es bspw. ein neues, nach unseren Erfahrungen extrem suffizientes, bakterizides Medikament, das Daptomycin. Ein Präparat, von dem wir sehr überzeugt sind, was wir uns aber auch nicht mehr in dem Umfang leisten können, wie wir es z. T. eingesetzt haben. Wir haben im vergangenen Jahr ca. 280.000 € nur für dieses eine Medikament ausgegeben.

Was sicherlich die größte Verbesserung gebracht hat über die letzten Jahre, ist ein ganz billiges Medikament, das Rifampicin, das wir bei Staphylokokken, Propionibacterium und Streptokokken in Kombination einsetzen. Bei diesen Keimen ist es das einzige Antibiotikum, das gegen die Biofilmbildung funktioniert. Es kostet nur 5 € pro Tag und ist aus unserer Sicht bei richtigem Einsatz sehr effektiv. Deshalb sind bspw. Rifampicin-resistente Staphylokokken für uns schwieriger zu behandeln als MRSA, den wir relativ gut im Griff haben.

Zudem ist das Grundverständnis über die Anwendungs-Dauer besser geworden. Wir haben sicherlich früher viel zu kurz antibiotisch behandelt. Wir sind jetzt bei 12 Wochen, in Abhängigkeit von der Keimsituation auch manchmal länger. Der nächste dramatische Lernprozess ist, das sehen andere optimistischer als ich, dass wir uns mit den Nebenwirkungen dieser langfristigen Antibiotika-Therapie beschäftigen müssen. Die Niere, die Leber, alle Organe werden grenzwertig belastet. Im Moment ist es ein Balancieren zwischen der möglichst effektiven Behandlung und der Sicherheit des Patienten. Das darf uns nicht entgleiten. ■■

**Autor:**

Elke Klug, Berlin, im Gespräch mit:  
Prof. Dr. Carsten Perka  
Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie  
Orthopädische Klinik, Berlin  
Tel.: 030/450-515062 oder 030/450-515110

carsten.perka@charite.de  
<http://cmsc.charite.de/>

# FUNKTIONELLE HILFSMITTEL

medi freut sich auf alle Besucher auf dem Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie und präsentiert Orthesen für den Rücken (Lumbamed facet), das Knie (Knieorthese M.4s, medi Softorthesen) und das Sprunggelenk (Levamed stabili-tri) sowie Phlebologie- und Footcare-Produkte.

## Facettengelenkarthrose – effektive Therapie mit Lumbamed facet

Die Lumbalorthese Lumbamed facet funktioniert nach dem 3-Punkt-Wirkprinzip. Sie richtet die Lendenwirbelsäule auf, entlastet die Facettengelenke und kann Schmerzen lindern.

1. Das Bauchsegel und das kompressive Gestrick erzeugen einen intra-abdominalen zirkulären Druck.
2. Der untere Doppelgurt umfasst das Becken und das Iliosakralgelenk und richtet das Becken auf.
3. Der obere Doppelgurt unterstützt die Entlordosierung und stabilisiert den lumbosakralen Übergang.

## Auswirkungen des Tragens einer Lendenorthese

Dr. med. Christof von Neukirch, Argentalklinik, Isny, stellt am 21. Oktober 2015 im Rahmen der Posterbegehung in Halle 6.2a von 18.15 bis 19.30 Uhr erste Ergebnisse der bislang unveröffentlichten Studie „Computersimulation der Auswirkungen des Tragens einer Lendenorthese auf innere Kräfte in Bandscheiben und Facetten vor (von Neukirch C., Schmitt S., Rupp Tille, Waldsich B.).

Aus den Ergebnissen und Schlussfolgerungen beim Tragen einer Lendenorthese: Die inneren Kräfte im Wirbelsegment L4/5 bei Alltagsbewegungen, dargestellt durch Scher- und Kompressionskräfte in der Bandscheibe und der Kompressionskraft in den Facetten bei den Bewegungen i.-iv., zeigen:

1. insgesamt ein kleineres Bewegungsausmaß beim Tragen der Lendenorthese,
2. verringerte Facettenkräfte beim Tragen der Lendenorthese,



medi auf dem DKOU  
Halle 4.2, Stand 33

3. verringerte Scher- und Kompressionskräfte in den Bandscheiben beim Tragen der Lendenorthese. Die Lendenorthese bewirkt
4. eine Stabilisierung der Wirbelsäule, dargestellt durch ein geringeres Bewegungsausmaß zwischen den Wirbelkörpern.

Informationsmaterial zu allen Produkten gibt es am medi-Stand sowie im medi Service-Center.

Quelle: [http://jahrestagung2015.vsou.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/VSOU\\_Jahrestagung\\_2015/01\\_Home\\_2015/Abstractband\\_2015.pdf](http://jahrestagung2015.vsou.de/fileadmin/user_upload/dateien/VSOU_Jahrestagung_2015/01_Home_2015/Abstractband_2015.pdf), Seite 61

Kontakt:  
medi GmbH & Co. KG  
Bayreuth  
Tel.: 0921 912-977  
[www.medi.de/arzt](http://www.medi.de/arzt)



# BESONDERHEITEN VON FRAKTUREN BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN

„Kindliche Frakturen heilen immer – und sie werden vordringlich konservativ gehandelt“ – Stimmen diese Aussagen?

In dieser Arbeit werden die wesentlichen Unterschiede des wachsenden Skeletts im Vergleich zum Skelett des Erwachsenen dargestellt. Therapieverfahren werden in Übersicht vorgestellt.

## Epidemiologie

38,5 % der Unfälle in diesem Alter ereignen sich beim Sport, gefolgt von Unfällen im häuslichen Umfeld (23 %) und auf dem Spielplatz (19,9 %) [1]. In eigenen Analysen zeigte sich über einen Drei-Jahreszeitraum ein Verhältnis von Jungen zu Mädchen von 57 zu 43 %. Die obere Extremität war mit 70 %, die untere mit 22,6 % betroffen. Frakturen des Schlüsselbeins (5,3 %) und des Schädels (5,3 %) waren selten, noch seltener wurden Frakturen an Wirbelsäule (2,7 %) und am Becken (1,1 %) festgestellt.

## Besonderheiten des kindlichen Knochens

Der kindliche Knochen zeigt einige Charakteristika, die einerseits die relativ wenigen Knochenbrüche der Kinder und Jugendlichen erklären, andererseits besondere Frakturformen.

Das Elastizitätsmodul ist höher, damit kann der Knochen mehr Energie absorbieren, bevor er bricht. Die höhere Biegefestigkeit führt zu mehr Resistenz, die Mineraldichte zu mehr Elastizität, die höhere Porosität, bedingt durch mehr Gefäßdurchtritte durch die Kortikalis, lässt die Frakturen sich weniger ausbreiten und führt extrem selten zu Trümmerbrüchen. Das kindliche Periost ist deutlich dicker und stabiler und kann bei der Reposition diese unterstützen, die Fraktur besser ausrichten und führt letztendlich zu rascheren Knochenbruchheilung.

Das Korrekturpotential des kindlichen Knochens ist groß, jedoch nicht bei Rotationsabweichungen. Je Wachstumsfugen-näher die Verletzung ist, desto größer ist das Korrekturpotential.

## Diagnostik

Bei Kindern ist besonderes einfühlsames Auftreten des ärztlichen Personals gefordert, um Angstbarrieren nicht entstehen zu lassen bzw. abzubauen. Nach der eingehenden klinischen Untersuchung erfolgt gezielte Röntgendiagnostik bei klinischem Verdacht einer Fraktur. Vermeidung von Strahlenbelastung ist bei Kindern oberstes Gebot, nur so viel Röntgendiagnostik wie notwendig, ALARA-Prinzip [2]. Sonografische Beurteilung von Knochenbrüchen



Prof. Dr. med. Klaus Dresing, Leitender Oberarzt, Leiter Kindertraumatologie, Traumatologie Stammskelett, Minimalinvasive Osteosynthesen, Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Universitätsmedizin Göttingen

ist sehr benutzerabhängig und hat sich nicht zum Standard entwickelt. MRT bei kleinen Kindern bedarf häufig einer Narkose.

## Kindliche Frakturformen

### bowing fracture

Der kindliche Knochen kann sich bei Gewalteinwirkung plastisch verformen, es entsteht die sogenannte „bowing fracture“. Im mikroskopischen Bereich versagt der Knochen auf der konvexen (=Zug-)Seite. Die Elastizität wird überschritten, aber der Knochen zeigt im konventionellen Röntgenbild (noch) keine Fraktur. Betroffen sind meist Ulna, distaler Radius, selten die Fibula, siehe. Abb. 1.

### Wulstfraktur

Die Wulstfraktur entsteht durch Stauung, es kommt zum Kompressionsversagen des Knochens beim Sturz, meist am Übergang von der Metaphase zur Diaphyse. Typische Lokalisation ist der distale Radius. Die Behandlung ist immer konservativ im Cast. Wulstfrakturen dislozieren nie, deshalb sind Röntgenkontrollen auch nicht angezeigt, siehe Abb. 2.

### Grünholzfraktur

Der Mechanismus ist eine Kombination aus Stauung und Biegung. Der Knochen versagt auf der Zugseite (Kon-

vexseite). Die Gegenseite (Konkavseite) wird nicht frakturiert, jedoch teilweise plastisch verformt. Der Periostschlauch bleibt erhalten. Die plastische Deformation lässt den Knochen immer wieder zurückspringen. Während früher der Knochen gegengebrochen wurde, werden diese Frakturen heute mit intramedullären elastischen Drähten geschient. Durch den gegengebogenen Titandraht und intraoperatives Drehen des Drahtes wird der Knochen ausgerichtet bzw. in wenigen Tagen durch den intramedullären Druck korrekt ins Alignment gebracht, siehe Abb. 3.

### Komplette Frakturen

Je nach Krafteinwirkung entstehen auch beim Kind komplette Frakturen, die je nach Einwirkung der Torsions- oder Biegekraft spiralgig, quer oder schräg verlaufen.

## Verletzungen der kindlichen Wachstumsfuge

Die Verletzungen der kindlichen Wachstumsfuge werden eingeteilt nach Salter-Harris [3] oder Aitken [4].

Aus dem Aufbau der kindlichen Wachstumsfuge können die Auswirkungen der verschiedenen Verletzungen nachvollzogen werden.

### Epiphysiolyse

Bei einer Epiphysiolyse (Salter-Harris) wird der Knochen in der Zone der knorpeligen Umwandlung getrennt. Das Stratum germinativum ist nicht verletzt. Das bedeutet, dass der Knochen normal weiter wächst. Eine geschlossene Reposition ist den meisten Fällen angezeigt, selten auch einmal offen, siehe Abb. 4.

### Salter-Harris II

Bricht eine metaphysärer Keil heraus, spricht man von einer Verletzung Typ Salter-Harris II, syn. Aitken I, siehe Abb. 4.

### Salter-Harris III

Bei der Salter-Harris-III-Fraktur ist ein epiphysärer Keil herausgebrochen, die Schicht des Stratum germinativum ist verletzt. Eine exakte Repetition und Fixation ist erforderlich, um Fehlwachstum zu verhindern, siehe Abb. 4.

### Salter-Harris IV

Läuft die Frakturlinie durch Epi- und Metaphyse, klassifizieren wir als Salter-Harris IV (Aitken III), siehe Abb. 4.



Abb. 1: Bowing-Fraktur. Der Radius zeigt eine Verbiegung bei Ulna-Grünholzfraktur. Foto: Klaus Dresing



Abb. 2: Wulstfraktur Foto: Klaus Dresing



Abb. 3: Grünholzfraktur

Foto: Klaus Dresing

#### Salter-Harris V

Eine Stauchungs- oder Crush-Verletzung der Fuge ist im konventionellen Röntgenbild häufig nicht nachweisbar, führt aber zu einer (Zer-)Störung der Wachstumsfuge mit Fehlwachstum in der Folge, siehe Abb. 4.

#### Apophysenausriss

Einem Ausriss einer Apophyse folgt der normale Vorgang der Knochenbruchheilung, in diesem Fall mit Verknocherung der Wachstumsfuge auf der Seite des Ausrisses, siehe Abb. 4.

#### Korrekturpotential der Wachstumsfuge

Die Reaktion der Wachstumsfuge kann in einer Steigerung der Funktion und damit Längenwachstum resultieren, oder die Funktion kann gehemmt werden und zu Längenverlust führen.

Weiterhin ist auch entscheidend, zu welchem Zeitpunkt die Physe betroffen wird. Kommt es im eigentlichen Wachstumsschub zu einer Reaktion der Fuge, folgt ein Längenwachstum, während in der prämaternen Ruhephase es zu einer Verkürzung kommen kann [5].

Die verschiedenen Wachstumsfugen haben eine unterschiedliche Beteiligung am (Längen-) Wachstum. Am Humerus kommen 80 % des Wachstums von der proximalen Fuge, 20 % von distalen, am Unterarm ist es umgekehrt, 20 % Ellenbogen-nah, 80 % Handgelenk-nah. Am Femur sind die

Verhältnisse 30 zu 70 %, am Unterschenkel 55 zu 45 % [5].

#### Übergangsfrakturen

In der Adoleszenz setzt die Mineralisation und damit der Verschluss der Wachstumsfuge von der Metaphyse her ein. Die distale Tibiafuge verschließt bei Mädchen zwischen dem 12.-17., bei Jungen zwischen 13.-17. Lebensjahr. Die Fugen verschließen asymmetrisch über 1,5 Jahre: zuerst zentral, dann medial, gefolgt von posterior, zuletzt anterolateral. Kommt es in diesem Stadium des Wachstums zu einer Verletzung der partiell geschlossenen Fuge, resultieren spezielle Verletzungsformen, die Übergangsfrakturen. Wir unterscheiden Two-plane- von Tri-plane-Frakturen, siehe Abb. 5.

#### Two-plane-Frakturen

Bei Two-plane-Frakturen frakturiert der noch offene Teil der Fuge im Sinne eines einfachen Salter-Harris-Typs, während der bereits verschlossene Fugenteil unverletzt ist.

#### Tri-plane-Frakturen

Bei einer Tri-plane-Fraktur besteht die Kombination einer teilverschlossenen Fuge mit einer höhergradigen Fugenverletzung.

#### Therapie

Die konservative Behandlung kindlicher Frakturen nimmt eine bedeutenden

Epiphysen	Klassifikation	I	II	III	IV	V
	Aitken					
	Salter-Harris	I	II	III	IV	V
		normal, unverletzt	Epiphysiolyse	meta-epiphysärer Keil	epiphysärer Keil	meta-epiphysäre Fraktur
					Stauchung	Apophysen-Ausriss

Abb.4: Übersicht Verletzungen der kindlichen Wachstumsfuge nach Salter-Harris/Aitken

Foto: Klaus Dresing

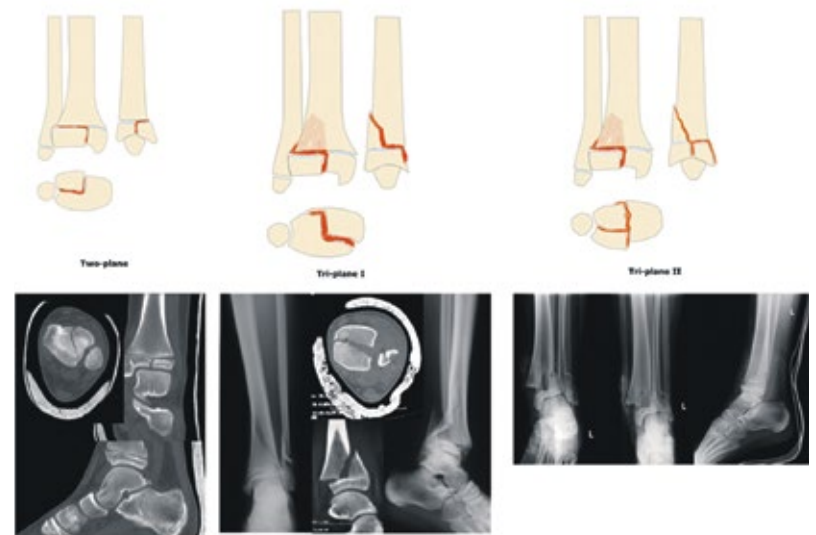


Abb.5: Übersicht Übergangsfrakturen

Foto: Klaus Dresing

de Stellung ein. Mit modernen Cast-Materialien lassen sich heute Verbände erstellen, die häufig auf Mineralgips verzichten können [6]. Die Gipssäge wird durch die Schere abgelöst. Nach Repositionen wird aber weiterhin der Mineralgips wegen besserer Modellierungseigenschaften als Goldstandard angesehen [6].

Minimalinvasive operative Verfahren haben in vielen Körperregionen offene Verfahren weitgehend abgelöst. So folgt der intramedullären elastischen Schienung mit Titandrähten (ESIN) bei langen Röhrenknochen eine Cast-freie Nachbehandlung, kürzere Krankenhausverweildauern und rasche Schmerzarmut. **▄▄**

#### Literatur:

- [1] Aitken, G. T. Proximal femoral focal deficiency: definition, classification, and management. Paper presented. Symposium on Proximal Femoral Focal Deficiency National Academy of Sciences 1969, (1968).
- [2] Dresing, K., Trafton, P. G. Casts, Splints, and Support Bandages: Nonoperative Treatment and Perioperative Protection (Thieme, Stuttgart New York) (2014).
- [3] Kraus, R., Schneidmüller, D., Röder, C. Häufigkeit von Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter. Dtsch Arztebl 102, 838-842 (2005).

- [4] Salter, R. B. Reactions of musculoskeletal tissues to disorders and injuries (1999) Textbook of disorders and injuries of the musculoskeletal system. 3rd ed. Baltimore, Maryland, USA: Williams & Wilkins. (1999)
- [5] Strauss, K. J., Kaste, S. C. The ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Concept in Pediatric Interventional and Fluoroscopic Imaging: Striving to Keep Radiation Doses as Low as Possible during Fluoroscopy of Pediatric Patients A White Paper Executive Summary I. Radiology 240, 621-622 (2006).
- [6] von Laer, L., Kraus, R., Linhart, W. E. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter (Thieme, Stuttgart New York) (2012).

#### Autor:

Prof. Dr. med. Klaus Dresing  
Leitender Oberarzt  
Leiter Kindertraumatologie, Traumatologie Stamm-skelett, Minimalinvasive Osteosynthesen  
Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie  
Abteilung für Unfallchirurgie, Plastische und Wiederherstellungschirurgie  
Universitätsmedizin Göttingen  
Georg-August-Universität, Göttingen  
Tel.: 0551/39 66986

klaus.dresing@med.uni-goettingen.de  
www.unfallchirurgie.med.uni-goettingen.de

# International Symposium on Short Stem Hip Arthroplasty

Internationales Symposium Kurzschaftendoprothetik

Lufthansa Training & Conference Center, Lufthansaring 1, D-64342 Seeheim-Jugenheim

Conference Chair // Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. med. Georg Köster, Schön Klinik Lorsch, Germany /  
Prof. Dr. med. Christoph H. Lohmann, Orthopädische Universitätsklinik Magdeburg, Germany

## January 29–30, 2016 / 29.–30. Januar 2016

### Preliminary Program // Vorprogramm

Friday, January 29, 2016 / 10 a.m.–6 p.m.  
Freitag, 29. Januar 2016, 10.00–18.00 Uhr

- History of short stem // *Historie des Kurzschaftes*
- Classifications // *Klassifikationen*
- Biomechanics // *biomechanischer Vergleich*
- Indication // *Indikation*
- Preoperative planning // *präoperative Planung*
- Navigation
- Modularity // *Modularität*
- Implant surface // *Oberflächenbeschaffenheit*
- Femoral neck resection // *Schenkelhalsresektion*
- Large femoral heads // *Großköpfe*
- Offset
- Short stem in registers // *Kurzschaft in Registern*

Saturday, January 30, 2016 / 9 a.m.–12.30 p.m.  
Samstag, 30. Januar 2016, 9.00–12.30 Uhr

- Short stem: risk or benefit // *Kurzschaft: Risiko oder Nutzen*
- Bone remodelling // *knöchernes Remodelling*
- Implant failure // *Implantatversagen*
- Lost implants // *verschwundene Implanate*
- Development in the market // *Marktentwicklung*
- Rehabilitation
- Long term results // *Langzeitergebnisse*
- Revision arthroplasty // *Revisionen*

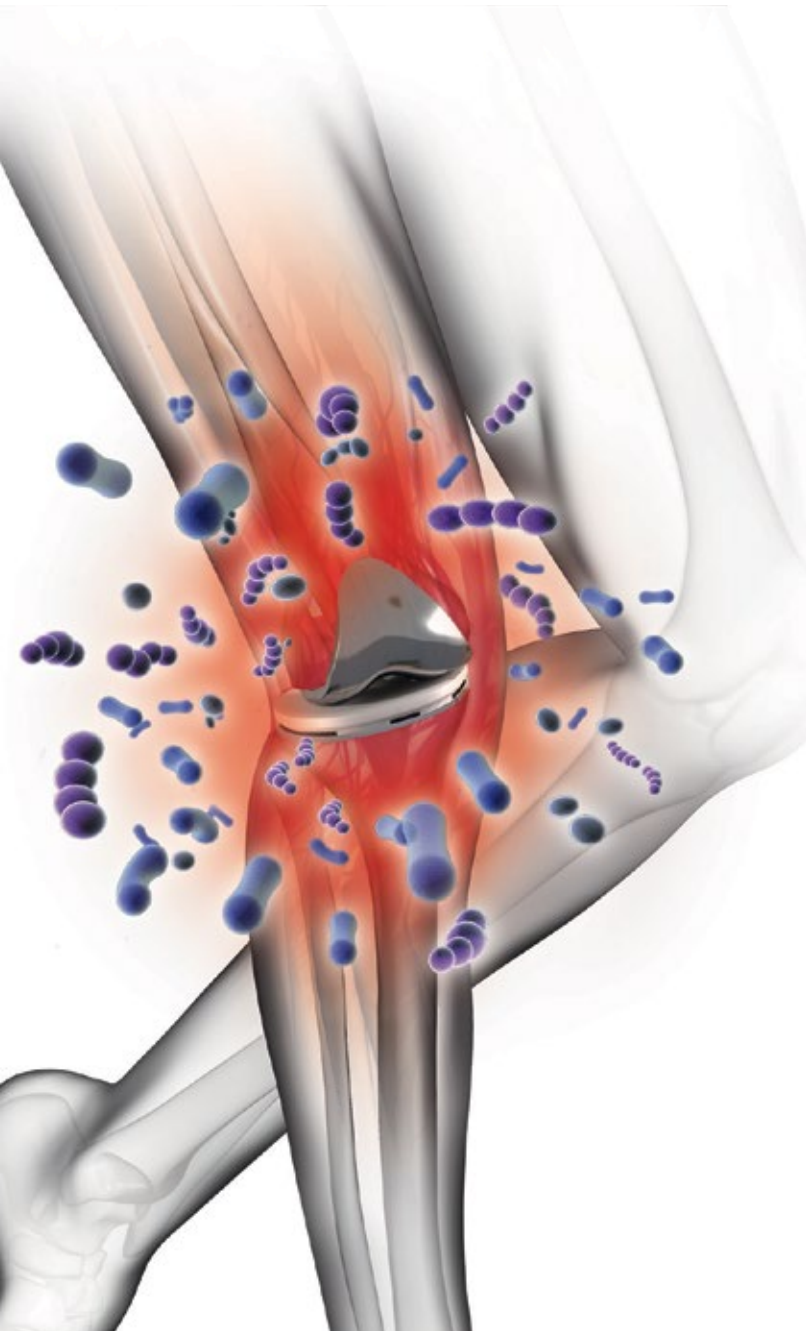
### Registration // Anmeldung:

Schön Klinik Lorsch, Orthopädie und Unfallchirurgie, Chefarztsekretariat Frau Marion Schmelig  
Wilhelm-Leuschner-Straße 10, D-64653 Lorsch, Tel. +49 6251 591-301, Fax +49 6251 591-315

MSchmelig@Schoen-Kliniken.de oder online unter [www.schoen-kliniken.de/kurzschaft-symposium](http://www.schoen-kliniken.de/kurzschaft-symposium)

# INFECTION MANAGEMENT

„Wussten Sie, dass in erfolgreichen Therapiekonzepten bei Protheseninfektionen lokale Antibiotika eingesetzt werden?“



## DIE LÖSUNG:

Lokal hohe Wirkspiegel, die der Biofilmbildung vorbeugen und die systemische Therapie unterstützen. Effektives Infektionsmanagement – mit Produkten von Heraeus.

## COPAL® G+V

### Knochenzement mit Gentamicin und Vancomycin

- Breites Wirkspektrum, effektiv u. a. gegen Vancomycin-sensible MRSA/MRSE
- Geeignet zur dauerhaften Fixierung von Prothesen und zur Herstellung von temporären Spacern



PRÄVENTION. DIAGNOSE. THERAPIE.

