

Martin H. Kirschner · Thomas Mückley · Christian Hierholzer · Gunther O. Hofmann  
Abteilung für Septische und Wiederherstellungschirurgie, BG-Unfallklinik Murnau

# Möglichkeiten und Grenzen des Gliedmaßenerhalts bei chronischer Osteitis

## Zusammenfassung

Das Auftreten einer chronischen Knocheninfektion nach osteosynthetischer Bruchbehandlung ist nicht nur für den Patienten ein schwer wiegendes Problem, sondern verursacht auch Kosten in Milliardenhöhe. Als diagnostische Hilfsmittel zum Erkennen des chronischen Infekts stehen klinische und Laborparameter sowie bildgebende Verfahren zur Verfügung. Insbesondere die Positronenemissionstomographie wird in Zukunft möglicherweise das Verfahren der Wahl bei der Detektion einer chronischen Knocheninfektion darstellen. Die Therapie gliedert sich im Wesentlichen in 4 Phasen: Infektsanierung, Weichgewebedeckung, Ersatz des Knochendefekts und Rehabilitation des Patienten. Das Therapiekonzept der Etappenlavage wird durch die hyperbare Sauerstofftherapie sinnvoll ergänzt. Die Grenzen der in dem Beitrag geschilderten Therapie müssen stets individuell in einem Gespräch zwischen Arzt und Patient festgelegt werden.

## Schlüsselwörter

Osteitis · Antibiotikatherapie · Etappenlavage · Hyperbare Sauerstofftherapie

Das Auftreten einer Infektion nach operativer Knochenbruchbehandlung ist nicht nur für den Patienten eine folgenschwere Komplikation des chirurgischen Handelns, sondern auch ein erheblicher Kostenfaktor für die Gemeinschaft. Insbesondere der Übergang in die chronische Form der Knocheninfektion (Osteitis) führt zu einem oft langwierigen Behandlungsverlauf. Mit einem erneuten Auftreten der Infektion muss lebenslang gerechnet werden. Die Inzidenz der chronischen Osteitis wird auf etwa 1000 neue Fälle pro Jahr für die Bundesrepublik Deutschland geschätzt. Die Kosten pro Fall liegen bei etwa 500.000 EUR, die Gesamtkosten bei rund 1/2 Mrd. EUR pro Jahr [3, 6].

## Diagnostik

An diagnostischen Hilfsmitteln stehen uns – wie bei der akuten Osteitis –

- die klinische Untersuchung,
- die Labordiagnostik und
- die Bakteriologie

zur Verfügung. Im Gegensatz zur akuten Osteitis, bei der bildgebende Verfahren nahezu wertlos sind, treten bei der chronischen Osteitis radiologische Untersuchungsmethoden hinzu [3].

## Klinik

Die klassischen Entzündungsparameter

- Schmerzen,
- Schwellung,
- Rötung und
- Überwärmung

sind, ebenso wie eine erhöhte Körpertemperatur, nur inkonstant anzutreffen, wobei am ehesten der Schmerz, im späteren Stadium jedoch auch eine Fistel mit Sekretion auf die chronische Knocheninfektion hinweisen.

## Klinische Chemie

In der Praxis hat sich als Laborparameter zur Detektion der chronischen Osteitis das C-reaktive Protein als sinnvoll erwiesen. Im Gegensatz zur akuten Osteitis liegt es oftmals am Oberrand der Norm oder zeigt mäßig erhöhte Werte. Bei der Bestimmung der Leukozyten finden sich in der Regel leicht bis mäßig erhöhte Werte. Parameter wie das Prokalkitonin (PCT) oder Interleukin 6 (IL-6) haben bislang nur wissenschaftlichen Charakter, sodass deren Bestimmung für die Praxis – insbesondere aus Kos-

© Springer-Verlag 2003

Priv.-Doz. Dr. Martin H. Kirschner  
Abteilung für Septische und  
Wiederherstellungschirurgie,  
BG-Unfallklinik Murnau,  
Prof.-Küntschers-Straße 8, 82418 Murnau,  
E-Mail: mkirschner@bgu-murnau.de,  
Phone: 08841-482451, Fax: 08841-482117

M.H. Kirschner · T. Mückley · C. Hierholzer ·  
G.O. Hofmann

## Chances of limb preservation in patients with chronic osteomyelitis and the limitations

### Abstract

Chronic osteomyelitis following operative fracture treatment is not only a serious problem for the patient: it also involves high costs to the community. Chronic osteomyelitis may be recognized in various ways: from clinical signs or laboratory values, or by means of imaging techniques. In particular, PET (positron emission tomography) could become the diagnostic procedure of choice for detection of chronic bone infections in the future. Standard therapy is made up of four steps: eradication of infection, closure of soft tissues, bone replacement and rehabilitation of the patient. Hyperbaric oxygen therapy is a valuable complement to the therapeutic schedule of programmed surgical revisions. The extent and limitations of the therapy need to be thoroughly discussed with the individual patient.

### Keywords

Osteomyelitis · Antibiotic drug therapy ·  
Programmed surgical revisions · Hyperbaric  
oxygen therapy

## Septische Chirurgie

tengründen – noch nicht als sinnvoll erachtet werden kann.

### Bild gebende Verfahren

#### Konventionelles Röntgen

Das native Röntgenbild in 2 Richtungen von der betroffenen Region mit mindestens einem angrenzenden Gelenk kann deutliche Hinweise auf eine chronische Knocheninfektion liefern, ist jedoch wenig spezifisch. Die Befunde reichen von einem komplett destruierten Knochen (schwierige Abgrenzung zum Tumor) bis hin zu einer kaum sichtbaren Arrosion der Kortikalis. Dieses diagnostische Hilfsmittel hat deshalb lediglich eine Art Hinweischarakter (Abb. 1).

#### Computertomographie (CT)

Die Computertomographie hat sich bei der Diagnostik der chronischen Osteitis ebenfalls nicht durchsetzen können, da lediglich Lufteinschlüsse im Markraum ein sicherer Beweis für eine eitrige Infektion des spongiösen Knochens sind. Das Vollbild einer solchen Infektion wird im CT jedoch selten gefunden, so dass auch dieses Verfahren nicht die diagnostische Methode der ersten Wahl darstellt (Abb. 2).

#### 3-Phasen-Skelettszintigraphie

Die 3-Phasen-Skelettszintigraphie liefert Hinweise für einen vorliegenden Knochenumbau wie er auch bei der chronischen Knocheninfektion vorkommen

kann. Sie ist jedoch ein Verfahren, das keinesfalls beweisend ist, weil die Abgrenzung zu anderen Entitäten, die mit einem erhöhten Stoffwechsel einhergehen, nicht eindeutig möglich ist. Allein angewendet ist die Untersuchung deshalb nahezu wertlos, weswegen sie in jedem Fall als leukozytenmarkierte Szintigraphie durchgeführt werden sollte oder in Kombination mit SPECT.

#### Magnetresonanztomographie

Die Kernspintomographie ist, nach klinischer Erfahrung, ein Verfahren mit hoher Sensitivität. Die dargestellten Knochenareale zeigen in den verschiedenen gewichteten Aufnahmen deutliche Veränderungen. Bezüglich der Abgrenzbarkeit (Lokalisation und Diagnose) ist dieses Verfahren eher kritisch zu beurteilen (geringe Spezifität) (Abb. 3).

#### Positronenemissionstomographie (PET)

Große Hoffnungen setzen die Zentren für septische Chirurgie derzeit auf das relativ junge Verfahren der Positronenemissionstomographie, zu welchem die Autoren derzeit eine prospektive Studie durchführen. Als Trend zeichnen sich eine hohe Sensitivität und die Möglichkeit einer sehr exakten Lokalisation ab. Insbesondere durch die Bestimmung der Ausdehnung des chronischen Knocheninfekts könnte in Zukunft eine „Landkarte der Infektion“ in Knochen und Weichteilen erhältlich sein. Über die Spezifität dieser Untersuchung (abakte-



Abb. 1a–c ▲ Unterschiedliche Erscheinungsformen der chronischen Osteitis des Femur: Die Befunde im Röntgenbild reichen von einer minimalen Arrosion der Kortikalis (a) über eine Wulstbildung mit Aufhellungen (b) bis hin zu einer sichtbaren Destruktion des Knochens (c)



Abb. 2 ▲ Computertomographisches Schnittbild durch ein linkes Femur bei chronischer Osteitis: im Markraum Lufteinschlüsse, die charakteristisch sind, jedoch nur inkonstant auftreten

rielle Entzündung vs. bakterielle Infektion) können bislang keine Aussagen getroffen werden (Abb. 4).

## Therapie

Das Behandlungskonzept der chronischen Osteitis unterteilt sich, nach der klinischen Erfahrung, sinnvollerweise in 3 bzw. 4 Phasen [2, 4]:

1. Infektsanierung
2. Weichgewebendeckung
3. Ersatz des Knochendefekts
4. Rehabilitation



Abb. 3a,b ▲ Magnetresonanztomographie beider Oberschenkelknochen: In verschiedenen gewichteten Sequenzen sind Veränderungen in der proximalen Hälfte des linken Femurs zu erkennen (Verdacht auf chronische Osteitis)

## Infektsanierung

### Abstrichentnahme

Um eine chronische Osteitis ausreichend wirksam therapieren zu können, bedarf es zunächst des definitiven Nachweises, der nur über einen positiven bakteriologischen Befund geführt werden kann. Außerdem kann im gleichen Zug ein Antibiotogramm für eine spätere lokale und systemische Antibiotikatherapie erstellt werden.

Die praktische Vorgehensweise ist dabei wie folgt: Zunächst erfolgen das ausgiebige Débridement von Knochen und Weichteilen sowie die Abstrichentnahme. Hierbei ist darauf zu achten, dass 2 Abstriche (aerob und anaerob) gewonnen werden, die jeweils mit dem fraglich infizierten Gewebe bestückt sind. Der Transport ins Labor hat sofort zu erfolgen, zudem ist eine zügige Verarbeitung zu fordern. Nur so kann gewährleistet werden, dass Keime in ausreichender Anzahl gedeihen und dann auch nachgewiesen werden können.

### Débridement

Ist der Nachweis einer chronischen Knocheninfektion geführt, und konnte die Ausdehnung mittels bildgebender Verfahren annähernd geklärt werden, sind intraoperativ die Resektionsgrenzen festzulegen. Das Débridement muss so radikal wie möglich, d. h. analog zur Tu-



Abb. 4 ▲ Positronenemissionstomographie beider Femora mit Anreicherung in der Mitte des rechten Femurs und lateral im Weichgewebe. Diagnose: dringender Verdacht auf Osteitis mit Weichgewebeeinfekt des rechten Femurs

morchirurgie am Skelett, erfolgen. Das Resektat schließt den Knochen sowie das Weichgewebe, ohne Rücksicht auf den zurückgelassenen Defekt, ein.

### Lavage

Nach der Resektion erfolgt die Spülung des Situs, die entweder manuell oder mittels Jet-Lavage durchgeführt werden kann. Für die händische Spülung bieten sich physiologische Kochsalzlösung, Wasserstoffperoxid oder Polyvidon-Jod-Lösung an, für die so genannte Jet-Lavage beispielsweise Ringer-Lösung oder in seltenen Fällen Lavasept®. Sowohl der Einsatz der Jet-Lavage als auch die Verwendung von Lavasept® sind nicht unumstritten. Kritiker führen ins Feld, dass durch die Jet-Lavage Keime mit Druck in das Gewebe abgepresst werden können und so eine weitere Infektion unterhalten wird. Lavasept® sollte, insbesondere bei der Verletzung venöser Gefäße, mit äußerster Zurückhaltung eingesetzt werden, da die Gefahr der Embolie besteht.

### Stabilisierung

Nach dem Resektions- und Reinigungsvorgang müssen die Knochenenden auf entsprechende Distanz gesetzt und danach stabilisiert werden, um nicht einer weiteren Ausbreitung der Infektion Vor-



Abb. 5 ▲ Konventionelle Röntgenaufnahme eines linken Unterschenkels in 2 Richtungen nach Resektion des chronisch infizierten Tibiassegments und Anlage eines Fixateur externe zum Halten der Distanz und zur Ruhigstellung

schub zu leisten. Diese Stabilisierung wird regelhaft mit einem Fixateur externe durchgeführt (z. B. Raoul-Hoffmann-II-, Ilizarov-Fixateur) (Abb. 5).

### Lokale Wirkstoffträger

Nun werden lokale Wirkstoffträger in den Situs eingebracht, wobei biostabile Träger (Keramiken, Polymethylmetacrylat) und biodegradierbare Träger (Kollagen, Dextran, Fibrinogen, Stärke) Anwendung finden. Sie können entweder als industrielle Fertigprodukte (z. B. Septopal®-Kette, Sulmycin-Implant® oder Septocoll®) eingesetzt oder – nach Antibiogramm – testgerecht selbst hergestellt werden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass bei der Eigenherstellung dem Arzt keine Informationen zur Pharmakokinetik und -dynamik bekannt sind, was den möglichen Heilerfolg in Frage stellen kann, weil nur eine schnelle und lang anhaltende Freisetzung des Antibiotikums als optimal angesehen wird.

### Wundverschluss

Besteht aufgrund der Weichteilverhältnisse die Möglichkeit, dass sich die Wunde leicht verschließen lässt, findet der temporäre Wundverschluss Anwendung, der mit einer fortlaufend intrakutanen

Naht durchgeführt werden sollte. Nach mehreren Revisionseingriffen besteht nämlich bei durchgreifenden Nähten die Gefahr der Wundrandnekrose und damit der erneuten Infektion. Darüber hinaus muss im letzten Eingriff eine Ausschneidung der Wunde erfolgen, was den Verschluss zusätzlich in Frage stellt. Kann der Weichteilmantel nur unter Spannung oder gar nicht geschlossen werden, bietet sich die Vakuumversiegelung als Wundverschluss an.

### Systemische Antibiotikatherapie

Die Infektsanierung wird durch eine systemisch testgerechte Antibiotikatherapie für die Dauer des Etappenlavageprogramms (und 2 Wochen darüber hinaus) sinnvoll ergänzt. Das Ziel dieser ersten Phase sind das Erreichen einer keimfreien Infektsituation sowie ein sinkendes CRP im Verlauf bei 3-mal sequenziell negativem Abstrich.

### Weichgewebendeckung

Sofern sich der Weichgewebedefekt nach Infektsanierung nicht verschließen lässt, wird ein plastischer Eingriff notwendig. Der Defekt kann, bei günstiger Lage und geringer Ausdehnung, durch eine lokale Schwenklappenplastik verschlossen werden. So finden am Unterschenkel Muskellappenplastiken mit anschließender Spalthauttransplantation Anwendung (z. B. M. gastrocnemius, M. soleus, M. gracilis). Ist der Defekt an ungünstiger Stelle gelegen und/oder für einen lokalen Schwenklappen zu groß, kommen Fernlappenplastiken (z. B. M. latisimus dorsi, Paraskapularlappen) zur Anwendung.

### Ersatz des Knochendefekts

Ist der Infekt saniert und sind die Weichteile spannungsfrei verschlossen, kann der Ersatz des zuvor resezierten Knochens vorgenommen werden. Hierzu bieten sich prinzipiell 2 Verfahren an:

- autologe Spongiosaplastik
- Kallusdistraktion nach Ilizarov

Die autologen, gefäßgestielten Knochenplastiken (z. B. Fibula bzw. Beckenkamm) wurden verlassen, da die Ergebnisse, insbesondere bei langstreckigen Knochendefekten, unbefriedigend wa-



Abb. 6 ▲ Konventionelle Röntgenbilder des Kniegelenks in 2 Richtungen nach allogener vaskularisierter Kniegelenktransplantation (antegrader Femur-, retrograder Tibianagel mit Drahtcerclage an der Fibula)

ren. Allogene, vaskularisierte Diaphysen- und Gelenktransplantate sind bisher noch im experimentellen Stadium (Abb. 6).

Sollte eine Spongiosaplastik wegen der Größe des entstandenen Knochendefekts nicht zur Anwendung kommen können, ist die Kallusdistraktion heute das Mittel der Wahl, um die verbliebene Knochenlücke zu schließen. Als Standard zur Durchführung des von Ilizarov inaugurierten Verfahrens gelten der Ringfixateur, der monolaterale Fixateur externe und – als besonders elegante Lösung, die für den Patienten wenig belastend ist – der Marknagel mit Seilzugsystem (Abb. 7).

### Hyperbare Sauerstofftherapie (HBO)

An Zentren, die über eine Überdruckkammer verfügen oder aber ihre Patienten in eine solche überweisen können, kommt die HBO-Therapie zur Anwendung. Hierbei wird der atmosphärische Druck auf  $1,4 \times 10^5$  Pa (1,4 atü) erhöht, wobei die Patienten reinen Sauerstoff atmen. Der Mechanismus dieser adjuvanten Maßnahme, deren Wirksamkeit noch nicht hinreichend belegt ist, besteht in einer Konzentrationserhöhung des im Blut gelösten Sauerstoffs, somit in einer Erhöhung des Sauerstoffangebots im Bereich des infizierten Weichgewebes und des Knochens, wodurch die Heilung gefördert werden soll [1]. Diese Therapie wird an unserer Klinik nach dem



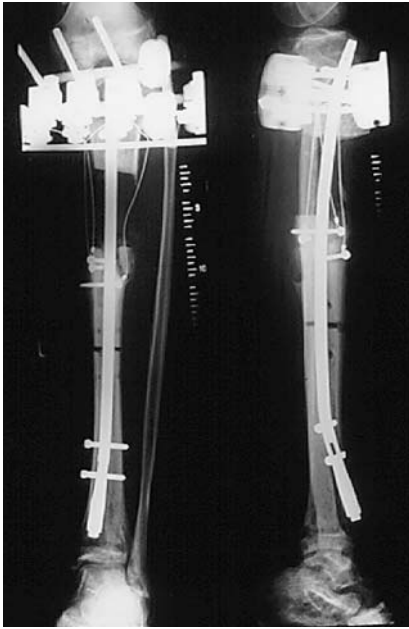


Abb. 7 ▲ Kallussegmenttransport am linken Unterschenkel mittels retrogradem Tibianagel und Fixateur externe

so genannten Problemwundenschema durchgeführt, wobei entsprechende Eingangskriterien für die körperliche Leistungsfähigkeit Beachtung finden müssen.

### Rehabilitation

Die Rehabilitation des Patienten nach abgeschlossener chirurgischer Therapie beinhaltet 3 wichtige Säulen:

- die physische Wiederherstellung des Patienten durch krankengymnastische Übungsbehandlung, Ergotherapie, Balneotherapie, Massagen und Ähnliches
- die psychische Betreuung des Patienten während der Phasen zwischen den einzelnen Operationen und danach durch Psychologen und Psychotherapeuten sowie

- die soziale und berufliche Reintegration. Hierzu ist die Kontaktaufnahme mit den entsprechenden Versicherungsträgern (BG, LVA usw.) notwendig. Insbesondere sind Berufshilfemaßnahmen (Arbeitsbelastungserprobung, Umsetzung am Arbeitsplatz, Umschulung) zu prüfen und rechtzeitig einzuleiten.

### Grenzen der Therapie

Die skizzierte Therapie der chronischen Osteitis bedeutet für den Patienten einen langen Weg im Krankenhaus und, sofern die Therapie gelingt, in Rehabilitationseinrichtungen bis zur vollständigen Wiedereingliederung in das berufliche und soziale Leben, sofern diese überhaupt möglich ist. Die Fragen, die den Chirurgen beschäftigen und die wir uns im täglichen Umgang mit diesen Patienten stellen, sind:

- Wie lange können wir therapieren?
- Dürfen wir wirklich alles, was wir können?
- Wann müssen wir unterlassen, was wir evtl. könnten?
- Wann müssen bzw. dürfen wir die Therapie abbrechen?

Diese 4 Fragen münden schließlich in der Kardinalfrage nach dem richtigen Zeitpunkt zur Amputation der Gliedmaße. Auch wenn die Abnahme eines Körperteils für den Betroffenen zunächst einen kaum vorstellbaren Zustand darstellt, ist der Vorteil einer wesentlich kürzeren Behandlungsdauer nicht zu unterschätzen. Eine von uns durchgeführte Studie, die Patienten mit Erhalt der unteren Extremität vs. Patienten mit Amputation verglich, konnte zeigen, dass die Patienten, bei denen die Extremität erhalten blieb, einen deutlichen Benefit bezüglich des Wiedereintritts der Berufsfähigkeit und der Bewältigung des Alltags sowie im Sozialleben hatten. Insofern ist und bleibt die Frage nach den Grenzen des Extremitätenerhalts weiterhin eine Gewissensentscheidung des behandelnden Arztes im Zwiegespräch mit dem Patienten.

Klinisch-experimentell hat unsere Gruppe durch die Transplantation von so genannten „composite tissue allografts“ (CTA) einen neuen Ansatz zum Extremitätenerhalt entwickelt. Diese Methode steckt jedoch noch in den chirurgischen Kinderschuhen, weswegen weitere experimentelle Studien nötig sind [5]. Bislang wurde dieses Verfahren nur in ausweglosen Situationen angewandt, bei denen herkömmliche Verfahren nicht durchführbar gewesen wären.

### Schlussfolgerung

Für das Krankheitsbild der chronischen Osteitis gelten:

1. rasche Erkennung des Infekts
2. umgehender Therapiebeginn, um zum Wohl des Patienten in möglichst kurzer Zeit einen Behandlungserfolg zu erzielen [6].

### Literatur

1. Davis JC, Heckmann JD, DeLee JC, Buchwaldt FJ (1986) Chronic non-hematogenous osteomyelitis treated with adjuvant hyperbaric oxygen. *J Bone Joint Surg Am* 68A: 1210–1217
2. Hofmann GO (2000) Osteotomien bei knöcherner Infektion. *OP J* 16: 79–82
3. Hofmann GO, Bühren V (1998) Behandlungsstrategien der akuten Osteitis. *Z Antimikr Antineoplast Chemother* 1998: 263–272
4. Hofmann GO, Gonschorek O, Kirschner MH, Hofmann G, Bühren V (2000) Therapiekonzept der chronischen Osteitis. *Osteosynthesis Int [Suppl 1]* 8: 1–3
5. Kirschner MH, Wagner FD, Nerlich A, Land W, Bühren V, Hofmann GO (1998) Allogeneic grafting of vascularized bone segments under immunosuppression. *Clinical results under transplantation of femoral diaphysis. Transplant Int* 11: 195–203
6. Klemm K, Junghanns H (1976) Behandlungs- und Folgekosten bei posttraumatischer Osteomyelitis des Ober- und Unterschenkels. *BG Hefte* 6: 3