

Trauma Berufskrankh 2009 · 11 [Suppl 2]:  
207–210  
DOI 10.1007/s10039-008-1441-6  
Online publiziert: 3. Oktober 2008  
© Springer Medizin Verlag 2008

A.H. Tiemann<sup>1</sup> · R. Braunschweig<sup>2</sup> · G.O. Hofmann<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Funktionsbereich Septische und Rekonstruktive Chirurgie, Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG-Kliniken Bergmannstrost Halle, Halle, Saale

<sup>2</sup> Klinik für bildgebende Diagnostik und Interventionsradiologie, BG-Kliniken Bergmannstrost Halle, Halle, Saale

<sup>3</sup> Kliniken für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Friedrich-Schiller-Universität Jena

<sup>4</sup> Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG-Kliniken Bergmannstrost Halle, Halle, Saale

# Kontinuitätserhalt oder Segmentresektion

## Entscheidungshilfen bei der Sanierung der Osteitis am Schaft langer Röhrenknochen

Die grundsätzlichen Ziele der Osteitistherapie sind seit langem definiert. Sie bestehen in:

- Infektberuhigung
- Schmerzfreiheit bzw. -reduktion
- Wiederherstellung bzw. Erhalt eines tragfähigen Knochens
- Wiederherstellung bzw. Erhalt eines funktionstüchtigen Gelenks.

Unstrittig ist auch die Tatsache, dass bei der Sanierung der Osteitis Weichteile und Knochen eine untrennbare Einheit darstellen und dass einerseits die Sanierung der Osteitis sowohl die Herdbekämpfung am Knochen als auch an den Weichteilen beinhaltet, andererseits die Rekonstruktion von Knochen und Weichteilen Hand in Hand verläuft.

Problematisch ist häufig die Beantwortung der Frage nach dem notwendigen Ausmaß der Knochenresektion oder anders die

- Detektion von vitalem – vital gestörtem – avitalem kortikalem Knochen und die
- Detektion von vitalem – vital gestörtem – avitalem spongiossem Knochen.

Erst wenn dies zweifelsfrei gelungen ist, kann über die Möglichkeit des Kontinu-

itätserhalts oder die Notwendigkeit einer Segmentresektion entschieden werden.

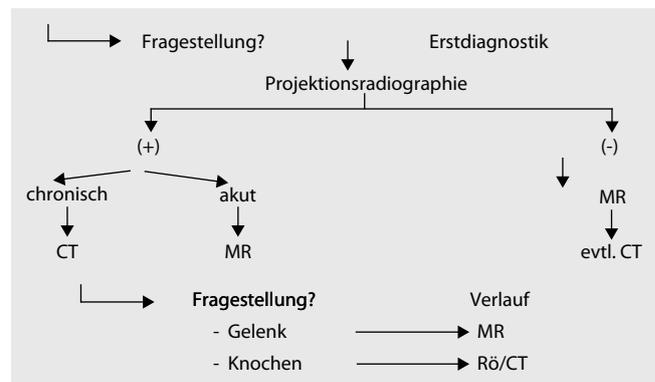
Die korrekte Analyse dieser Frage ist insofern von Belang, als bekannt ist, dass auch kleine sequestrierte, belassene Knochenareale die Osteitis unterhalten oder neu entfachen können. Nur die 100%ige Resektion der befallenen Knochenanteile kann letztlich zur Infektberuhigung führen. Andererseits ist ebenso bekannt, dass vital gestörter Knochen sich bei guter Weichteildeckung regenerieren kann. Somit ist die radikale Resektion der befallenen Knochenareale, nicht aber eine superradikale Resektion gefragt [1].

Es gilt also diagnostische Kriterien zu definieren, die das Ausmaß des Knochenbefalls definieren. Dabei sind die im Folgenden beschriebenen Diagnostikgrup-

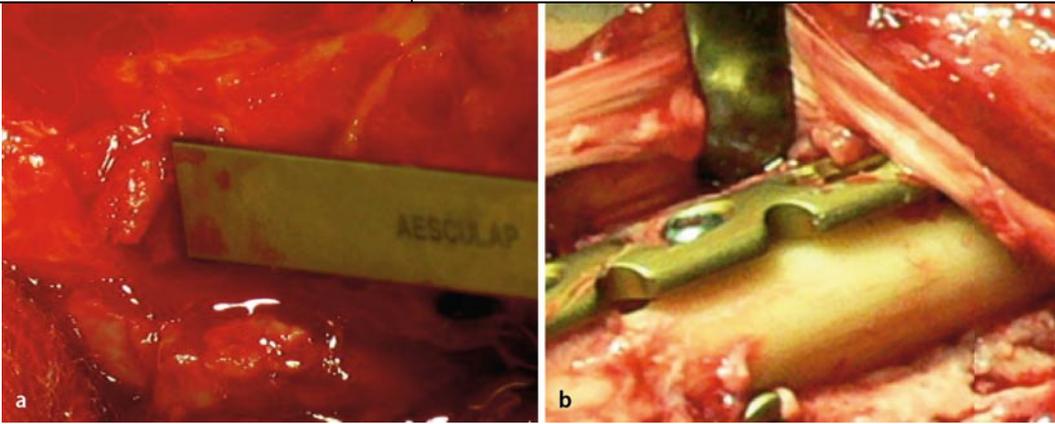
pen zu unterscheiden, die unterschiedliche Verfahren beinhalten.

### Präoperative Diagnostik

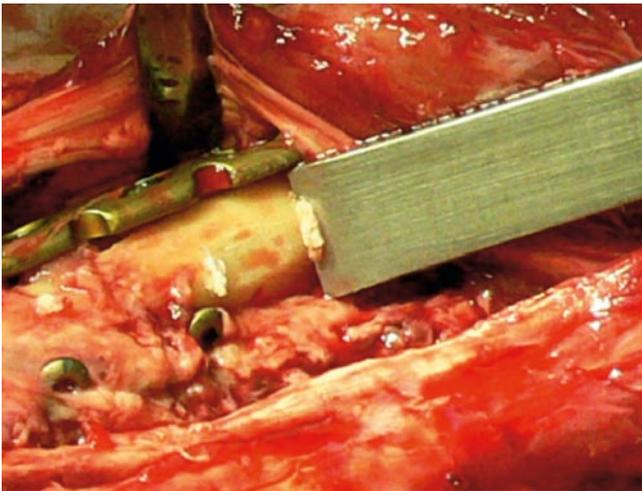
Hierunter subsumieren sich projektionsradiographische, schnittbildradiographische und nuklearmedizinische Verfahren, anhand derer die lokale Ausdehnung des Prozesses, aber auch die Frage nach entfernten sekundären Herden sowohl am Knochen als auch in den Weichteilen eingeschätzt werden kann. Sie dienen somit der präzisen präoperativen Planung. Die Anwendung der einzelnen Verfahren [Nativröntgen, Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT), Szintigraphie, Positronenemissionstomographie (PET)] wird un-



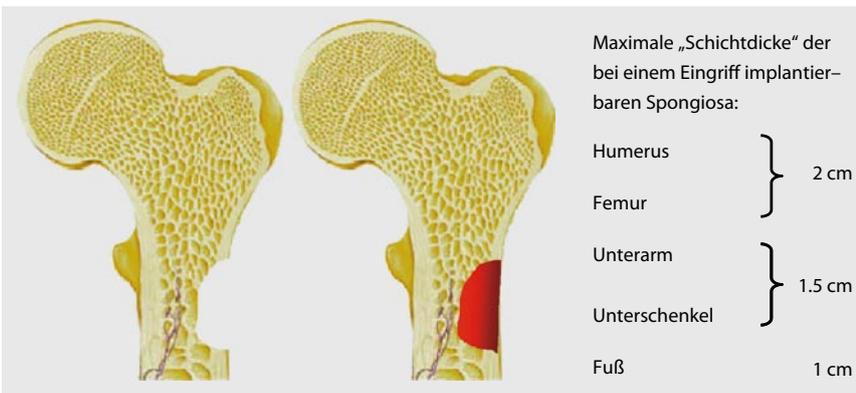
**Abb. 1** ▶ Eigener Algorithmus zur präoperativen Einschätzung der Osteitis, MR MRT, Rö Röntgen



**Abb. 2** ◀ Beurteilung von Knochenfarbe und Mikrovaskularisierung, **a** vitaler Knochen mit Maserung, gut durchbluteter angehobener Span, **b** avitaler Knochen, elfenbeifarben, ohne Maserung



**Abb. 3** ◀ Beurteilung von Knochenfarbe und Konsistenz, avitaler Knochen, gehobener Span ist spröde und springt ab



**Abb. 4** ▲ Regel für die Schichtdicke der bei einem Eingriff implantierbaren Spongiosa, Voraussetzung: ersatzstarkes Weichteillager. (Nach [1])

terschiedlich gehandhabt und richtet sich nach den Usancen und Möglichkeiten der Klinik. In jedem Fall sind eine enge Kooperation mit den jeweiligen radiologischen Kliniken und präzise Fragestellungen eine *Conditio sine qua non*.

Das eigene Vorgehen ist in **Abb. 1** erläutert.

### Intraoperative Diagnostik

Hierbei handelt es sich um die Analyse der Situation „vor Ort“. Beurteilt werden [1]:

- Knochenfarbe
- Knochenklang
- Knochenkonsistenz
- Qualität der Spongiosa
- Weichteilverbund des Knochens.

### Knochenfarbe

Vitaler Knochen ist nie von gleichmäßiger Färbung wie beispielsweise Elfenbein. Es besteht immer eine gewisse Maserung. An Osteotomiestellen (Osteotom) erscheinen immer punktuelle Blutungen aus den Knochenkanälchen (**Abb. 2a,b**).

### Knochenklang

Klopft man mit einem soliden Instrument (z. B. Osteotom) auf vitalen Knochen, klingt dieser dumpf, ähnlich als würde man auf „nasses Holz“ klopfen. Ein hohles Instrument (z. B. Griff eines scharfen Löffels) eignet sich nicht, da hier der knocheneigene Klang vom Klang des Hohlkörpers überdeckt wird.

Avitaler Knochen klingt hell, ähnlich wie Porzellan.

### Knochenkonsistenz

Vitaler Knochen reagiert bei tangentialer Osteotomie wie Holz. Es ist möglich, einen Span abzuheben, und an der Osteotomiefläche entstehen punktuelle Blutungen aus den Knochenkanälchen. Avitaler Knochen bricht wie Porzellan (**Abb. 3**).

Bei der Beurteilung der Knochenkonsistenz ist Erfahrung erforderlich, da der Knochen gerade im Frühstadium einer Infektion von seiner Konsistenz her noch nicht pathologisch verändert sein muss.

### Qualität der Spongiosa

Infizierte Spongiosa ist weicher als infektfreie Spongiosa. Sie ist mit kleinsten Knochenlamellen durchsetzt und knistert beim Auskratzen mit dem scharfen Löff-

fel. Weiterhin ist sie regelhaft von Granulationsgewebe durchsetzt.

## Weichteilverbund

Vitaler Knochen ist in der Regel von vitalen Weichteilen umgeben und befindet sich im festen Weichteilverbund.

Nota bene: Vital gestörter Knochen kann im festen regelrechten Weichteilverbund revitalisieren. Dementsprechend ist bei der Beurteilung der Weichteilsituation wiederum Erfahrung gefragt.

## Knochenrekonstruktion

Die angewandten Verfahren hängen maßgeblich von 3 Faktoren ab:

- Lokalisation der Läsion
- Ausdehnung der Läsion
- Qualität der Weichteile.

## Lokalisation und Ausdehnung

Die von Schieker u. Mutschler [3] beschriebene Einteilung von Knochendefekten lässt sich auf die Osteitis übertragen. Die Autoren unterschieden:

- Wirbelkörperdefekte
- Metaphysäre Defekte
- Halbschaftdefekte
- Vollerschaftdefekte.

Für die hier thematisierte Osteitis am Schaft langer Röhrenknochen sind Halb- und Vollerschaftdefekte von Belang.

## Qualität der Weichteile

Unabdingbare Voraussetzung für die erfolgreiche Knochenrekonstruktion sind reizlose, infektfreie, gut mikrovaskularisierte, vitale, also „ersatzstarke“ Weichteile. Diese zeichnen sich durch eine hohe regenerative Potenz aus. Zu unterscheiden sind weiterhin „ersatzschwache“ sowie „ersatzunfähige“ Weichteile [3]. Im Fall der Osteitis ist tendenziell zunächst von einem „ersatzschwachen“ Weichteillager auszugehen. Entsprechend sind vor der Rekonstruktion des Knochens die notwendigen Maßnahmen zu treffen, um diese Situation zu optimieren.

## Zusammenfassung · Abstract

Trauma Berufskrankh 2009 · 11 [Suppl 2]: 207–210 DOI 10.1007/s10039-008-1441-6  
© Springer Medizin Verlag 2008

A.H. Tiemann · R. Braunschweig · G.O. Hofmann

### Kontinuitätserhalt oder Segmentresektion. Entscheidungshilfen bei der Sanierung der Osteitis am Schaft langer Röhrenknochen

#### Zusammenfassung

Die Infektion des Knochens und der umgebenden Weichteile gehört zu den schwerwiegendsten Komplikationen in der traumatologisch/orthopädischen Praxis. Ziele jeder Maßnahme müssen die Infektberuhigung, der Erhalt bzw. die Rekonstruktion tragfähiger Knochen und funktionsfähiger Gelenke, der Erhalt bzw. die Wiederherstellung intakter Weichteilverhältnisse sowie die Schmerz- bekämpfung sein. Grundlage der Osteitis- therapie ist auch heute noch die chirurgische Herdsanierung an Knochen und Weichteilen, gefolgt von den entsprechenden rekons-

truktiven Maßnahmen. Schwierig ist in diesem Zusammenhang oft die Entscheidung zwischen möglichem Kontinuitätserhalt und notwendiger Segmentresektion bei der Sanierung des befallenen Knochens. Das nachfolgende Manuskript zeigt Strategien und Entscheidungshilfen zur Lösung dieses Problems.

#### Schlüsselwörter

Osteitis · Chirurgische Herdsanierung · Segmentresektion · Kontinuitätserhalt · Rekonstruktion

### Preservation of bone continuity or segment resection. Decision-making support in long-bone diaphyseal osteitis

#### Abstract

Septic diseases of the bone and immediately surrounding soft tissue (i.e., osteitis) are among the most alarming findings in traumatology and orthopedic practice. The paramount goal is to preserve the stable weight-bearing bones, maintaining a correct axis and proper working muscles and joints, in order to avoid permanent disability in the patient. State-of-the-art therapy for osteitis/osteomyelitis has two priorities: eradication of the infection and reconstruction of the bone and soft tissue. Surgical treatment with resection of the affected bone segments and soft tis-

sue, followed by reconstruction, continues to be the main basic therapy. Deciding whether the affected bone segment must be resected or if bone continuity can be preserved is sometimes very difficult. This article provides strategies and decision-making guidance for this problem.

#### Keywords

Osteitis · Eradication of infection · Segment resection · Preservation of bone continuity · Reconstruction

**Tab. 1** Wertung der unterschiedlichen Möglichkeiten der knöchernen Defektüberbrückung. (Aus [5])

	Kallusdis- traktion	Autologe Transplantate Vaskula- risiert	Nicht vaskularisiert	Allogene Trans- plantate	Knochen- ersatz- material	Allo- plastische Implantate
Osteogenese	+++	+++	(+)	-	-	-
Osteo- induktion	+++	++	++	+	(+)	-
Osteo- konduktion	-	-	+	+	++	-
Verfügbarkeit	+++	+	++	+++	+++	+++
Technischer Aufwand	+++	+++	++	++	-	++
Morbidität	+++	++	+	+	-	+
Langzeit- stabilität	+++	+++	++	-	+	+

## Typologie der Infektüberbrückung

Leicht nachvollziehbar ist die Tatsache, dass bei der Rekonstruktion des Knochens nach Infektberuhigung autologe Verfahren die wesentliche Rolle spielen. Zu groß wäre sonst die Gefahr der Infektreaktivierung aufgrund von eingebrachtem körperfremdem Material (■ **Tab. 1**).

Die vorwiegend eingesetzten Verfahren sind:

- Autologe Spongiosaplastik
- Segmenttransport/Kallusdistraction.

Die autologe Spongiosaplastik kann in Kombination mit Wachstumsfaktoren [z. B. BMP („bone morphogenetic protein“)] und oder „Antibiotikum-Chips“ zur Anwendung kommen. Diese werden durch Zerkleinern handelsüblicher Antibiotikavliese hergestellt.

**Halbschaftdefekte bzw. kleine partielle Defekte am Schaft.** Hier kann eine autologe Spongiosaplastik in der bereits dargestellten Art und Weise durchgeführt werden, alternativ kommen auch autologe Knochenspanplastiken in Betracht.

**Vollschaffdefekte.** Das Vorgehen wird von der Ausdehnung des Defekts definiert. Allerdings wird die Defektgröße, ab der der Kontinuitätsverlust nicht mehr möglich ist und der Segmenttransport an seine Stelle tritt, unterschiedlich beschrieben. Während Bühler et al. [1] und Schieker u. Mutschler [3] die Grenze bei 3 cm sahen, liegt diese nach Schnettler u. Steinau [4] bei 4 cm. Für kleinere Defekte emp-

fehlen die Autoren unisono die Spongiosaplastik.

Letztendlich hängt die Entscheidung zu einem bestimmten Verfahren neben der Defektgröße auch signifikant vom umgebenden Weichteilmantel ab. Bei ersatzstarken Lagern kann die Grenze zwischen Kontinuitätsverlust und Kallusdistraction sicher eher nach oben verlegt werden. Wesentlich ist auch die Ausführung der Spongiosaplastik, die in Abhängigkeit von Defektgröße und Weichteillager durchaus auch in mehreren Schritten vorgenommen werden muss (■ **Abb. 4**).

## Fazit für die Praxis

**Bei der Entscheidung zwischen Kontinuitätsverlust und Segmentresektion mit anschließendem Kallustransport spielen folgende Faktoren eine Rolle:**

- Typ des „Empfängers“ nach der Klassifikation von Cierny et al. [2], basierend auf den systemischen und lokalen individuellen Risikofaktoren
- Defektlokalisierung
- Defektgröße
- Beschaffenheit des Weichteillagers (ersatzstark – ersatzschwach – nicht ersatzfähig)

**Grundsätzlich lässt sich dann folgende Regel aufstellen:**

- Bei einem kleinen partiellen Schaftdefekt bis hin zum Halb- oder Vollschaffdefekt <3–4 cm und gutem Weichteillager ist die autologe Spongiosaplastik, ggf. in Kombination mit

Wachstumsfaktoren und/oder „Antibiotikum-Chips“, Therapie der Wahl.

- Beim Vollschaffdefekt >3–4 cm und schlechtem Weichteillager kommt die Kallusdistraction zur Anwendung.

Diese Grundregeln müssen allerdings den individuellen Gegebenheiten angepasst werden, wobei sich die Grenzen zwischen Kontinuitätsverlust oder Segmentresektion in die eine oder andere Richtung verschieben können.

## Korrespondenzadresse

**PD Dr. A.H. Tiemann**

Funktionsbereich Septische und Rekonstruktive Chirurgie, Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG-Kliniken Bergmannstrost Halle, Merseburger Straße 165, 06112 Halle, Saale  
andreas.tiemann@bergmannstrost.com

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

1. Bühler M, Engelhardt M, Schmidt HGK (2003) Septische postoperative Komplikationen. Springer, Berlin Heidelberg New York, 2: 174–186
2. Cierny G 3rd, Mader JT, Penninck JJ (1985) A clinical staging system for adult osteomyelitis. *Contemp Orthop* 10: 17–37
3. Schieker M, Mutschler W (2006) Die Überbrückung von posttraumatischen Knochendefekten. *Unfallchirurg* 109: 715–732
4. Schnettler R, Steinau HU (2004) Septische Knochenchirurgie. Thieme, Stuttgart New York, 8: 117–127
5. Wirth CJ, Mutschler W (2007) Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. Thieme, Stuttgart New York, 5: 163