Visionen der septischen Chirurgie 2025

Knocheninfektionen

Problem

Die Zahlen zur Inzidenz postoperativer, implantatassoziiierter Infektionen (PII) nach traumatologisch/orthopädischen Eingriffen variieren. Nach der Versorgung geschlossener Frakturen tritt die PII in 0,6–3,4%, bei offenen Frakturen in bis zu 40% der Fälle auf. Bei Elektiveingriffen ist sie in bis zu 1,7% zu detektieren.

Trotz der Durchführung entsprechen der Operationen in hochsterilen Räumen ist in bis zu 30% der Fälle mit einer bakteriellen Kontamination von Wunde und Implantat zu rechnen. Diese Bakterien lagern sich in Abhängigkeit von der Implantatbeschaffenheit mehr oder weniger schnell an dessen Oberfläche an. Sie treten in einen kompetitiven Wettstreit mit der körpereigenen Abwehr, die diese Anlagerung zu verhindern sucht („race to the surface“). Sie ist gegenüber der planktonischen, aktiven Form der Keime erfolgreich, nehmen die Erreger aber ihre sessile Form ein und umgeben sich zusätzlich mit dem gefürchteten Biofilm, sind sie für die körpereigene Abwehr ebenso wie für Antibiotika nahezu nicht mehr zu erreichen.

Haupterreger dieser Infektionen sind *Staphylococcus aureus* (>60%) und *Staphylococcus epidermidis*. In den letzten Jahren stieg die Zahl der Infektionen durch multiresistente Keime.

Zukünftige Entwicklungen auf dem Gebiet der septischen Chirurgie könnten sich demnach beispielsweise auf die in

■ **Tab. 1** dargestellten und im Folgenden besprochenen Punkte fokussieren.

Mögliche zukünftige Entwicklungen der septischen Chirurgie

Diagnostische Verfahren

Die kritische Analyse der uns zugänglichen Literatur zeigt, dass im Bereich der bildgebenden Diagnostik in den kommenden Jahren eher keine gänzlich neuen Methoden oder Verfahren etabliert werden. Vielmehr wird der Fortschritt in der immer weiter schreitenden Verfeinerung etablierter Verfahren zu finden sein. Hier ist an die Schnittbildtechniken [Magnetresonanztomographie (MRT), Computertomographie (CT)] zu denken. Einen wesentlichen Anteil an der Verbesserung der Bilddiagnostik werden die Kombinationen einzelner Verfahren haben. Hier sind PET-CT (PET: Positronenemissionstomographie) und PET-MRT zu nennen. Es ist zu hoffen, dass es gelingen wird, mit Hilfe dieser Techniken die lokoregionäre Zuordnung eines Infektherds am Kno-

chen oder einem Gelenk weiter zu verbessern, beispielsweise als Grundlage für eine noch exaktere präoperative Planung im Rahmen der chirurgischen Herdsanierung.

Die Entwicklung gänzlich neuer, alternativer Ansätze in der Diagnostik entzündlicher Knochenerkrankungen wird einen Schwerpunkt in den nächsten Jahren darstellen. Bereits heute finden sich verschiedenste Aktivitäten Z. B. auf immunologischem Gebiet. In diesem Kontext sind neben vielen anderen die Untersuchungen von Tiemann et al. [7] zur immunologisch basierten Risikostratifizierung von Patienten mit Osteitis zu nennen.

Infektbekämpfung/Mikrobiologie

Nach heutigem Wissensstand ist damit zu rechnen, dass die Behandlung infektiöser Knochen- und Gelenkerkrankungen auch im Jahr 2025 auf der heute gültigen Maxime basiert:

1. Infektberuhigung an Knochen und Weichteilen
2. Rekonstruktion von Knochen und Weichteilen

Tab. 1 Themen zukünftiger Entwicklungen der septischen Chirurgie

Diagnostische Verfahren	z. B. Bildgebung z. B. alternative Wege
Mikrobiologie	z. B. zukünftige Resistenzlage Neue Spezies
Infektbekämpfung	z. B. neue Implantate z. B. Antibiotikaentwicklung
Prävention	z. B. neue Implantate

Die Basis der Behandlung wird auch in Zukunft die chirurgische Infektsanierung sein. Hier sind wesentliche Neuerungen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu erwarten. Die operative Infektbehandlung wird auch zukünftig durch die Applikation von Antibiotika unterstützt werden. Gerade auf diesem Gebiet zeichnen sich eine Reihe von Problemen ab: Im „technical report“ des ECDC („European Center for Disease Prevention and Control“) sowie der EMEA („European Medicines Agency“) aus dem Jahr 2009 finden sich alarmierende Fakten [2], und die Autoren kamen zu dem Schluss, dass:

- sich schon heute eine hohe Antibiotikaresistenz im grampositiven und gramnegativen Bereich findet, welche in einigen EU-Staaten (EU: Europäische Union) bereits über 25% liegt.

Rice [6] bezeichnete diese Keime 2008 als die „ESKAPE“-Pathogene (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, Enterobacter-spezies). Das amerikanische CDC („Center for Disease Control and Prevention“) warnte bereits 2004 vor den rapide ansteigenden Zahlen von Infektionen mit MRSA (methicillinresistenter *Staphylococcus aureus*) und VRE (vancomycinresistente Enterokokken; [5]):

- Diese Antibiotikaresistenz steigt innerhalb bestimmter Bakterienspezies im gramnegativen Bereich besonders stark an. Diese Tendenz ist insbesondere bei *Escherichia coli* zurzeit besonders ausgeprägt.
- In der EU versterben jährlich 25.000 Patienten an Infektionen mit multiresistenten Keimen.
- Durch die Infektionen mit multiresistenten Erregern entstehen in Europa jährliche Zusatzkosten von mindestens 1,5 Billionen EUR.

Die IDSA („Infectious Diseases Society of America“) kam zu einem ganz ähnlichen Ergebnis bezüglich der multiresistenten gramnegativen Spezies. Nach ihrer Ansicht nimmt die Zahl von Totalresistenzen (Resistenzen gegen alle bekannten Antibiotika) zumindest in den USA bedrohlich zu [1]. Der Verlust therapeuti-

Trauma Berufskrankh 2012 · 14[Suppl 2]:115–117 DOI 10.1007/s10039-011-1796-y
© Springer-Verlag 2011

A.H. Tiemann · G.O. Hofmann

Visionen der septischen Chirurgie 2025. Knocheninfektionen

Zusammenfassung

Vom heutigen Standpunkt aus werden Infektionen von Knochen und Gelenken auch in Zukunft zu den schwerwiegenden Komplikationen in der orthopädisch/traumatologischen Praxis zählen. Die Weiterentwicklung bestehender Methoden ebenso wie die Etablierung neuer Ansätze werden zukünftig von hoher Bedeutung sein. Folgende Schwerpunkte sind denkbar: in der bildgebenden Diagnostik die Weiterentwicklung bestehender Verfahren [CT (Computertomographie)/MRT (Magnetresonanztomographie)] und die Kombination verschiedener Methoden [PET-CT (PET: Positronenemissionstomographie), PET-MRT], in der Immunologie z. B. die Etablierung eines Immun-Mapping zur Risikostratifizierung von Patienten mit Osteitiden, in der Infektbekämpfung

und -prävention der Einsatz neuer Antibiotika zur Bekämpfung der sich stetig weiterverbreitenden multiresistenten Keime sowie die Einführung moderner Osteosyntheseimplantate mit antimikrobiellen Beschichtungen. Die dargestellten Möglichkeiten spiegeln natürlich nur einen kleinen Ausschnitt aller potenziellen zukünftigen Entwicklungen wider, zeigen jedoch die Hauptrichtung künftiger wissenschaftlicher Forschung auf dem Gebiet infektiöser Erkrankungen von Knochen und Gelenken auf.

Schlüsselwörter

Septische Chirurgie · Zukünftige Entwicklungen · Bildgebung · Immunologie · Infektbekämpfung

Visions of septic surgery in 2025. Osteomyelitis

Abstract

From where we stand today infections of the skeletal system will remain the most dramatic complications in orthopedic and trauma surgery in the future. The development of existing methods and the establishment of new techniques will be indispensable. The following may be conceivable: in imaging diagnostics, the further development of existing methods (CT, MRI), as well as a combination of methods (PET-CT, PET-MRI); in immunology, immune mapping for risk assessment in patients suffering from osteomyelitis; in the treatment and prevention of infections, the development of new antibiotics

to treat the rapidly increasing rates of multi- and panresistant pathogens, as well as the use of modern implants with antimicrobial coatings. The above-mentioned options offer only a glimpse of developments imaginable in the future. However, in our opinion, they show the main direction of future scientific research in the field of bone infections.

Keywords

Septic surgery · Future developments · Diagnostic imaging · Immunology · Infection, treatment

scher Optionen mit modernen Antibiotika zwingt die Ärzte beispielsweise, auf ältere, hochtoxische Substanzen (z. B. Colistin) zurückzugreifen.

Sowohl die IDSA als auch ECDC und EMEA kamen zu dem Schluss, dass eine deutliche Lücke zwischen der Entstehung weiteren bakterieller Multiresistenzen und der Entwicklung entsprechender Antibiotika klafft. Nach Ansicht der Autoren ist eine globale Strategie zur Etablierung neuer Antibiotika einerseits und zur Eindämmung multiresistenter Keime andererseits dringend notwendig [1, 2].

Neue Implantate

Das oben dargestellte Szenario zwingt natürlich auch im Bereich der Osteosyntheseverfahren zur Entwicklung neuer Techniken. Hier werden die sog. antimikrobiell beschichteten Implantate in Zukunft möglicherweise einen Weg aufzeigen, mit dem Infektionen am Skelettsystem verringert werden können. Nach heutiger Sicht scheinen diese Implantate auch während der Infektsanierungsphase Vorteile zu haben. Nach Vasilev et al. [8] muss sich deren Entwicklung folgenden Problemen stellen [8]:

Zytotoxizität. Viele Bestandteile antimikrobieller Oberflächenbeschichtungen sind zytotoxisch. Die weitere Erforschung der Substanzen, aber auch der Beschichtungstechniken ist notwendig.

Zeitraum der Antibiotikafreisetzung. Hier herrscht Unklarheit. Die Angaben differieren von Stunden bis Jahre.

„Smart coatings“. Diese Beschichtungen geben die Antibiotika nur bei Anwesenheit von Keimen frei. Bisher gibt es zu diesem Thema noch keine praktisch anwendbare Lösung.

Problem des Keimwandels. Es ist bisher ungelöst.

Gerade die aktuellen Arbeiten von Medicino et al. [4] und Fuchs et al. [3] zeigten Erfolg versprechende Ansätze beim Einsatz neuer, antimikrobiell beschichteter Implantate [4].

Fazit für die Praxis

Aus heutiger Sicht besteht ein großes Entwicklungspotenzial im Bereich der septisch/rekonstruktiven Chirurgie. Im Vordergrund wird weniger die Entwicklung neuer chirurgischer Techniken stehen, sondern vielmehr Themen wie die Erregeranalyse, die Entwicklung moderner Antibiotika, die Etablierung moderner Verfahren zur Prävention, dem Risk-Assessment oder der Modifikation von Implantaten („smart implants“).

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. A.H. Tiemann

Abteilung für 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. Boucher HW, Talbot GH, Bradley JS et al (2009) Bad bugs, no drugs: no ESKAPE! An update from the Infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis 48:1–12
2. ECDC, EMEA (2009) The bacterial challenge: time to react. Technical report. EMEA/576176/2009. EMEA, Stockholm, ISBN 978-92-9193-193-4
3. Fuchs T, Stange R, Schmidmaier G et al (2011) The use of gentamicin-coated nails in the tibia: preliminary results of a prospective study. Arch Orthop Trauma Surg May 24. [Epub ahead of print]. DOI 10.1007/s00402-11-1321-6
4. Medicino RW, Bowers CA, Catanzariti AR (2008) Antibiotic-coated intramedullary rod. J Foot Ankle Surg 48(2):104–110
5. National Nosocomial Infections Surveillance System (2004) National Nosocomial Infections Surveillance System Report, data summary from January 1992 through June 2004, issued October 2004. Am J Infect Control 32:470–485
6. Rice LB (2008) Federal funding for the study of antimicrobial resistance in nosocomial pathogens: no ESKAPE. J Infect Dis 197:1079–1081
7. Tiemann AH, Müller WL, Wuthe F et al (2011) Risikoinschätzung bei der Therapie der Osteitis anhand immunologischer Parameter. Z Orthop Unfall 149(3):330–335
8. Vasilev K, Cook J, Griesser H (2009) Antibacterial surfaces for biomedical devices. Expert Rev Med Devices 6(5):553–567