

Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie
AWMF-Nr. 012-033
Leitlinien-Niveau nach AWMF: S2k
Letztes Bearbeitungsdatum: 01.12.2017
Gültig bis 01.12.2022
Genehmigung durch Vorstand der DGU am 04.12.2017
Korrespondenz:
Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer
Prof. Dr. Andreas Tiemann
E-Mail: office@dgu-online.de



Akute und chronische exogene Osteomyelitis langer Röhrenknochen des Erwachsenen

Federführender Autor: Prof. Dr. Andreas Tiemann (Suhl)

Mandatsträger und beteiligte Fachgesellschaften

Prof. Dr. Andreas Tiemann - Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), federführend
Prof. Dr. Ralf Gahr - Deutsche Gesellschaft für Plastische und Wiederherstellungschirurgie (DGPW)
Prof. Dr. Rudolf Ascherl – Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC)
Prof. Dr. Heinz-Herbert Homann - Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen (DGPRÄC)
Dr. Rainer Braunschweig - Deutsche Röntgengesellschaft (DRG)
Prof. Dr. Roland Bares - Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN)
Prof. Dr. Veit Krenn - Deutsche Gesellschaft für Pathologie (DGP)
Prof. Dr. Andreas Podbielski - Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM)

Weitere Mitglieder der Leitliniengruppe:

Dr. M. Bühler
Dr. I. Flesch
Dr. L. Frommelt
Dr. U. Gerlach
Dr. B. Grabein
Dr. M. Glombitza
Dr. C. Grimme
Dr. V. Heppert
Prof. Dr. G. Lob
Dr. M. Miltz
Prof. Dr. A. Rodloff
PD Dr. H.G.K. Schmidt
Prof. Dr. J. Seifert
Dr. G. Walter

Leitlinienkommission

der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

in Zusammenarbeit mit der

Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer (Leiter)	Göttingen
Prof. Dr. Felix Bonnaire (Stellv. Leiter)	Dresden
Prof. Dr. Klaus Dresing	Göttingen
Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch	Hamburg
Prof. Dr. Thomas Gössling	Braunschweig
Dr. Maximilian Heitmann	Hamburg
Dr. Rainer Kübke	Berlin
Prof. Dr. Philipp Lobenhoffer	Hannover
Dr. Lutz Mahlke	Paderborn
Prof. Dr. Marlovits (ÖGU)	Wien
Prof. Dr. Ingo Marzi	Frankfurt
Dr. Christoph Obermeyer	Kassel
Prof. Dr. Oliver Pieske	Oldenburg
Dr. Philipp Schleicher	Frankfurt
Prof. Dr. Gerhard Schmidmaier	Heidelberg
PD Dr. Dorien Schneidmüller	Murnau
Prof. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)	Graz

konsentiert mit der

**Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie (DGOOC)**

Leiter: Prof. Dr. Andreas Roth, Leipzig

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	3
2	Schlüsselwörter	4
3	Allgemeines:	5
3.1	Empfehlungen	6
4	Radiologie und Nuklearmedizin	7
4.1	Radiologie	7
4.1.1	<i>Gezielte klinische Fragestellung</i>	7
4.1.2	<i>Methoden und Untersuchungsprotokolle</i>	7
4.1.3	<i>Beurteilung und Einordnung der Befunde</i>	8
4.2	Nuklearmedizinische Diagnostik	8
4.3	Empfehlungen	9
5	Hygiene	13
5.1	Empfehlungen	13
6	Mikrobiologie/Antibiotika	15
6.1	Empfehlungen	15
7	Operative Therapie	17
7.1	Empfehlungen	17
8	Histopathologie	20
8.1	Empfehlungen	20
9	Nützliche Links	21
10	Literaturverzeichnis und weiterführende Literatur	22

2 Schlüsselwörter

Schlüsselworte:

Osteomyelitis
exogen
endogen
akut
chronisch
„Low-grade“
Frühinfekt
Spätinfekt
posttraumatisch
postoperativ
spezifischer Infekt
unspezifischer Infekt
bildgebende Diagnostik
Röntgen
CT
MRT
nuklearmedizinische Diagnostik
Szintigraphie
Granulozytenszintigraphie
Entzündungsszintigraphie
PET
FDG-PET
Hygiene
KRINKO
Gewebeprobe
Mikrobiologie
Antibiotikum
systemisch
lokal
Infektsanierung
Operation
Lavage
Vakuumversiegelung
Implantat
Implantatmaterial
Osteosynthesematerial
Implantatwechsel
Histopathologische Untersuchung

Key-words:

Osteomyelitis
exogen
endogen
acute
chronic
low-grade
early infection
late infection
posttraumatic
postoperative
specific infection
non-specific infection
imaging diagnostics
x-ray
CT
MRI
nuclear medicine diagnostics
szintigraphy
granulocytic szintigraphy
inflammatory szintigraphy
PET
FDG-PET
hygiene
tissue sample
microbiology
antibiotic
systemic
local
infect sanitation
operative treatment
lavage
vacuum therapy
Implant
implant material
osteosynthesis material
implant change
histopathological analysis

3 Allgemeines:

Erregerinduzierte Infektionen des Knochens, sprich Osteomyelitiden stellen unverändert eine der großen Herausforderungen in Orthopädie und Unfallchirurgie dar.

Oberstes Behandlungsprinzip ist die Infektberuhigung, besser noch die Infekteradikation, im Streben nach dem Erhalt von Struktur und Funktion des betroffenen Knochenareals. Dieses Ziel ist nur durch ein rechtzeitiges, konsequentes und zielfokussiertes diagnostisches und therapeutisches Vorgehen ohne unnötigen Zeitverlust zu erreichen. Dabei spielt die Interdisziplinarität mit einem multimodalen Vorgehen auf dem Weg von der Vermutung zur Diagnose und weiter zur Therapie eine wesentliche Rolle (bildgebende Verfahren, Mikrobiologie, Histopathologie, Unfallchirurgie/Orthopädie).

Grundlage für eine rationale und rationelle Therapie ist die präzise Charakterisierung der Erkrankung. Die therapielevanten Merkmale der Erkrankung werden in der multimodalen Diagnostik schrittweise erfasst und charakterisiert, damit im Anschluss die richtige Therapie zum richtigen Zeitpunkt durchgeführt werden kann.

Es versteht sich von selbst, dass bei jeder Osteomyelitis ein möglicher Zusammenhang mit einem früheren Unfall untersucht werden soll. Dabei ist zu prüfen, ob es sich um einen Arbeitsunfall, Wegeunfall oder einen anderen gesetzlich versicherten Unfall gehandelt hat. Ist das der Fall, so kann die Osteomyelitis eine Unfallfolge oder Folgeerkrankung sein, die wie der Unfall gesetzlich versichert ist und Rentenansprüche begründen kann, die dem Patienten zustehen.

Daher ist bei allen Folgen gesetzlich versicherter Unfälle und Verletzungen die zuständige Berufsgenossenschaft oder die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) zu informieren. Das gilt auch für fragliche Zusammenhänge, die von der DGUV geprüft werden müssen. In diesen Fällen muss der Patient einem von der DGUV zugelassenen Arzt (D-Arzt) vorgestellt werden, der einen Durchgangsarztbericht für die DGUV verfasst. Bestätigt sich der Zusammenhang mit einem gesetzlich versicherten Unfall, wird das bg-liche Heilverfahren wieder aufgenommen.

Diese Leitlinie wurde durch ein Expertengremium der wesentlichen Fachgesellschaften mit dem Ziel generiert, erstmals grundlegende und allgemein anerkannte diagnostische und therapeutische Prinzipien für die Osteomyelitis des langen Röhrenknochens des Erwachsenen zu definieren. Die Leitlinie besteht aus der hier vorliegenden Langversion mit

Empfehlungen und Kommentartexten und einem Methodenreport, in dem die methodische Vorgehensweise detailliert beschrieben wird.

3.1 Empfehlungen

Empfehlung 3.1	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Bei der Osteomyelitis sollen mit Blick auf die Therapie 6 Qualitäten unterschieden werden <ul style="list-style-type: none"> • exogen versus endogen (hämatogen) • akut versus chronisch • früh versus spät.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 3.2	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Grenze zwischen Früh- und Spätinfekt soll bei 4 Wochen gezogen werden.
Konsensstärke	Konsens (88%)

Empfehlung 3.3	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zur Verlaufsbeobachtung der akuten Erkrankung ebenso wie der chronischen sollten die Leukozytenzahl und der CRP-Wert bestimmt werden!
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

4 Radiologie und Nuklearmedizin

4.1 Radiologie

Die bildgebende Diagnostik leistet im Kontext aller Diagnostikverfahren bei der chronischen Osteomyelitis einen wesentlichen Beitrag.

Die Leistungsfähigkeit wird begründet durch:

- a) gezielte klinische Fragestellung,
- b) treffsichere Moderation der einzusetzenden Methoden,
- c) Auswahl der geeigneten Untersuchungsprotokolle,
- d) spezifische Kenntnis der Bildkriterien der Entzündungsdiagnostik für die einzelnen Kompartimente und Erscheinungsbilder der chronischen Knochenentzündung,
- e) Einordnung der Befunde in das vorliegende klinische Stadium des Krankheitsbildes.

4.1.1 Gezielte klinische Fragestellung

Am Anfang der Bildgebung steht grundsätzlich die klinische Fragestellung an die Bildgebung. Im Gegenzug stellt die Bildgebung treffsichere Verfahren zur Verfügung, sichert deren Auswahl, korrekte Durchführung und Beurteilung. Hierzu ist eine enge klinische Zusammenarbeit erforderlich, um die Vielfalt der Befundkonstellationen sicher zu differenzieren.

4.1.2 Methoden und Untersuchungsprotokolle

Im ersten Schritt steht die **Projektionsradiographie in 2 Ebenen** zur Verfügung. Die hohe Strukturauflösung moderner digitaler Röntgenverfahren erlaubt eine Statusermittlung des ossären Krankheitsbildes. Entscheidend ist, dass es sich um die „Momentaufnahme“ eines chronischen Destruktions- und Reparationsprozesses handelt, der charakteristische Bildkriterien am Knochen erkennen lässt. Beurteilungen intraossär und der paraossalen Weichteile sind hingegen nicht möglich. Daher ist für eine therapierelevante Gesamtdarstellung der Befunde eine weitere bildgebende Methode nötig.

Hierfür steht die **Kernspintomographie (MR)** zur Verfügung. Die umfangreichen technischen Darstellungsmöglichkeiten der MR sichern einen umfassenden Nachweis der

- anatomischen (Kompartimentdiagnostik) und
- der pathologischen Veränderungen.

Die Auswahl zielführender Sequenzen und additiver Kontrastmittelgaben sind Gegenstand der Protokollempfehlungen der AG BVB (www.ag-bvb.drg.de) der Deutschen Röntgengesellschaft und kann seitens der unfallchirurgischen/orthopädischen Ansprechpartner vorausgesetzt werden. Grundlage sind die Erstdiagnostik mittels Röntgen in 2 Ebenen, klinische und anamnestische sowie laborchemische Angaben. Etwaige Implantate sind regelhaft keine relevante Kontraindikation zur MR. Die Entscheidung liegt in der Radiologie. Bei erheblichen Artefakten sollte auf alternative Verfahren (PET-CT) ausgewichen werden.

4.1.3 Beurteilung und Einordnung der Befunde

Relevante Bildkriterien zur Osteomyelitis sind umfangreich in der Literatur beschrieben und mit Treffsicherheiten belegt. Es bleibt der Analyse des Einzelfalles überlassen, diese Kriterien zielführend zur Diagnosefindung und Festlegung einer Therapiestrategie zu erfassen und zu werten. Hierfür sollte eine umfassende Expertise der betreuenden Fachvertreter vorliegen und durch gezielte Weiterbildungen gesichert werden (Zertifikate der AG BVB / s. Homepage oben). Sinnvollerweise erfolgt die Diagnostik und Therapie an Zentren mit umfassender Erfahrung und gezielter Organisationsstruktur (z.B. gemeinsame Befundbesprechungen) in der Betreuung der betroffenen Patienten.

4.2 Nuklearmedizinische Diagnostik

Grundlage aller nuklearmedizinischen Untersuchungsverfahren ist der bildliche Nachweis pathophysiologischer Besonderheiten der vermuteten Erkrankung. Bezogen auf die Situation bei Vorliegen einer akuten oder chronischen Osteomyelitis können hierzu u.a. folgende Phänomene genutzt werden:

- pathologisch gesteigerter Knochenumbau (*3-Phasen Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc markierten Phosphonaten*)
- Einwanderung und Akkumulation von Granulozyten im Entzündungsbereich (*Granulozytenszintigraphie mit ^{99m}Tc markierten Granulozyten*)
- pathologisch erhöhter Energie (Glucose) – Verbrauch im Entzündungsbereich durch zelluläre Infiltrate (*Positronen-Emissions-Tomographie mit ¹⁸F markierter FluorDeoxyGlucose / FDG-PET*).

Da die genannten Verfahren ausschließlich funktionelle Charakteristika der untersuchten Gewebe darstellen, ist zur Deutung der Befunde ein Vergleich mit morphologischen Bilddaten unerlässlich. Durch die Entwicklung dedizierter Multifunktionsgeräte (SPECT/CT, PET/CT, PET/MRT) hat sich dies vereinfacht und verbessert, so dass nun morphologische Gewebecharakteristika in die Bewertung der Szintigramme einbezogen werden können [Govaert et al. 2017].

Die 3-Phasen Skelettszintigraphie zeichnet sich durch eine hohe Sensitivität für den Nachweis einer akuten oder chronischen Osteomyelitis aus (80-90%), während die Spezifität pathologischer Befunde nur gering ist (40-50%), so dass der Nutzen der Untersuchung vor allem im hohen negativen prädiktiven Wert eines unauffälligen Befundes liegt. Die Granulozytenszintigraphie, die in verschiedenen methodischen Varianten (in-vitro Präparation und Markierung von Leukozyten bzw. Granulozyten oder in-vivo Markierung durch monoklonale Antikörper gegen Oberflächenantigene der Granulozyten) eingesetzt wird, besitzt gegenüber der Skelettszintigraphie eine wesentlich höhere Spezifität (70-90%) bei vergleichbarer Sensitivität (75-90%). Allerdings setzt dies eine sorgfältige Untersuchungstechnik mit mehrzeitigen Messungen und Quantifizierung voraus [Govaert et al. 2017]. Eine weitere Verbesserung der Spezifität durch Differenzierung zwischen Osteomyelitis, entzündlichen Weichteilprozessen und Knochenmarksinseln kann bei Anwendung der SPECT/CT erreicht werden [Glaudemans et al., 2013]. Mit der FDG-PET wurden Sensitivitäten von 80-100% und Spezifitäten von 50-100% erzielt. Im Vergleich zur Granulozytenszintigraphie besitzt die PET eine höhere räumliche Auflösung bei allerdings geringerer Spezifität, da ein erhöhter Glucoseverbrauch sowohl bei entzündlichen Infiltraten als auch bei reparativen Vorgängen und Inflammationen vorkommen kann [Wang et al.,

2011]. Die Anwendung der Hybrid-Technik (PET/CT bzw. PET/MRT) ermöglicht durch exakte topographische Zuordnung der hypermetabolen Gewebeareale eine Differenzierung zwischen Weichteilinfekt, Osteomyelitis und Fracture non-union [Wenter et al., 2016]. Als besonders vorteilhaft hat sich PET/CT bei der Beurteilung osteosynthetisch versorgter Skelettabschnitte erwiesen [Demirev et al., 2014, Shemesh et al., 2015]. Allerdings ist die Finanzierung der PET/CT für Entzündungsfragestellungen in Deutschland noch nicht in den Katalog der Regelleistungen aufgenommen worden, so dass sich die Anwendung von PET/CT bislang auf diagnostische Problemfälle konzentriert.

Generell ist die Datenlage zur nuklearmedizinischen Diagnostik limitiert. So fehlen prospektive Studien zur Sensitivität und Spezifität bei akuter oder chronischer Osteomyelitis insbesondere für die neuen Hybrid-Technologien. Auch für spezielle Fragestellungen wie z.B. Ergebnisse bei low-grade Infekt, Einfluss einer laufenden antibiotischen bzw. anti-inflammatorischen Therapie oder reparativer Veränderungen auf das Untersuchungsergebnis (welcher zeitliche Abstand sollte nach vorausgegangenem Trauma oder Operation eingehalten werden?) existieren kaum systematische Daten, so dass das diagnostische Vorgehen im Einzelfall individuell festgelegt werden muss.

4.3 Empfehlungen

Empfehlung 4.1	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Projektionsradiographie (Knochenröntgen in 2 Ebenen) soll als Eingangsuntersuchung beim Verdacht auf eine entzündliche Knochenerkrankung (Osteomyelitis) angewandt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.2	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Projektionsradiographie zur Planimetrie soll in der präoperativen OP-Planung einer chronischen Osteomyelitis eingesetzt werden.
Konsensstärke	Konsens (94%)

Empfehlung 4.3	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Projektionsradiographie soll zur Evaluation der Entzündungsaktivität nicht angewendet werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.4	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Projektionsradiographie soll für Aussagen zu entzündlich befallenen Kompartimenten außerhalb des Knochens nicht verwendet werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.5	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zur Differentialdiagnose zwischen entzündlichen und tumorösen Erkrankungen des Knochens soll die Projektionsradiographie nicht alleine angewandt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.6	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Projektionsradiographie soll in der Verlaufskontrolle der Osteomyelitis angewandt werden.
Konsensstärke	Konsens (74%)

Empfehlung 4.7	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie kann anhand des ossären Struktur- und Konturmusters einen Beitrag zur Diagnostik der Osteomyelitis leisten.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.8	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie soll für den Nachweis einer akuten Osteomyelitis nicht angewandt werden.
Konsensstärke	Konsens (83%)

Empfehlung 4.9	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie kann zum Nachweis der chronischen Osteomyelitis herangezogen werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.10	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie kann bei der präoperativen Planimetrie einer chronischen Osteomyelitis angewandt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.11	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie soll nicht als einziges Verfahren zur Beurteilung der Entzündungsaktivität herangezogen werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.12	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie kann für Aussagen zu entzündlich befallenen Kompartimenten herangezogen werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.13	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie kann einen Beitrag zur Differenzierung gegenüber anderen Knochen-Erkrankungen wie Tumoren oder Metastasen leisten.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.14	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie kann zur Verlaufskontrolle der Osteomyelitis herangezogen werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.15	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Computertomographie soll nicht als Erstuntersuchung bei Osteomyelitis angewandt werden.
Konsensstärke	Konsens (83%)

Empfehlung 4.16	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Magnetresonanztomographie kann zum Ausschluss einer akuten Osteomyelitis angewandt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.17	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Bei Verdacht auf eine chronische Osteomyelitis soll eine Magnetresonanztomographie erfolgen.
Konsensstärke	Konsens (94%)

Empfehlung 4.18	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Magnetresonanztomographie sollte für die Beurteilung der Entzündungsausbreitung eingesetzt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.19	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Magnetresonanztomographie soll zur Differentialdiagnose gegenüber anderen Knochenerkrankungen eingesetzt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.20	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Magnetresonanztomographie kann in der Verlaufskontrolle der Osteomyelitis angewandt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.21	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zum Ausschluss einer Osteomyelitis kann eine 3-Phasen-Skelettszintigraphie durchgeführt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.22	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Granulozytenszintigraphie/-SPECT kann bei Wahrung eines Mindestabstandes von 3 Monaten zum vorausgegangenen Trauma bzw. letzten operativen Eingriff zum Nachweis einer akuten Osteomyelitis angewandt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.23	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Granulozytenszintigraphie/-SPECT soll nicht die primäre Untersuchungsmethode zum Nachweis einer chronischen Osteomyelitis sein.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 4.24	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die FDG-PET kann zum Nachweis einer chronischen Osteomyelitis eingesetzt werden.
Konsensstärke	Konsens (94%)

Empfehlung 4.25	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zur Diagnostik der chronischen Osteomyelitis im Implantatbereich kann die FDG-PET/CT angewandt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

5 Hygiene

Für die Behandlung von Patienten mit dem dringenden Verdacht auf Bestehen einer Osteomyelitis bzw. einer nachweislich vorliegenden Osteomyelitis gelten keine spezifischen Hygieneregeln – zum einen weil dafür auf der Basis von Plausibilitätsüberlegungen keine Notwendigkeit besteht, zum anderen weil es keine wissenschaftlichen Studien zur Hygiene bei diesen Patienten gibt und damit die begründete Basis für eine besondere Behandlung fehlt.

Patienten mit einer Osteomyelitis haben eine Infektion, deren Erreger nicht auf andere Patienten bzw. auf das Personal übertragen werden sollen. Die besondere anatomische Position der Erreger, die nur durch invasive Eingriffe übertragbar werden, erleichtert den hygienischen Umgang mit den betroffenen Patienten, soweit es die Erreger-Übertragung auf andere Patienten anbelangt. Die Befolgung der Standardvorgaben der KRINKO für die Hygiene in OP-Bereichen sowie für den Wundverbandwechsel gewährt einen hinreichenden Schutz in diesem Sinne. Besonderer Aufmerksamkeit bedarf eher der Gefährdung des medizinischen Personals bei der invasiven Diagnostik und Therapie dieser Patienten. Aber auch hier reicht die stete und vollständige Befolgung der einschlägigen Arbeitsschutzvorgaben für OP-Bereiche bzw. für Arbeiten an infektiösen Wunden für einen suffizienten Schutz aus.

Der Expertenkreis war sich einig, dass die Behandlung entsprechender Patienten in einem gesonderten OP-Bereich bzw. in besonderer zeitlicher Staffelung zum sonstigen OP-Programm aus hygienischen Gründen nicht notwendig ist. Dagegen kann dies aus organisatorischen Gründen in einzelnen medizinischen Einrichtungen sehr wohl sinnvoll sein [Esposito et al., 2016, Gaston and Kuremsky, 2010, Harnoss et al., 2017, Otchwemah et al., 2015].

5.1 Empfehlungen

Empfehlung 5.1	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Für das präoperative Screening von Patienten mit Verdacht auf infektiöse Osteomyelitis sollen die Empfehlungen der KRINKO zur Anwendung kommen (http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/kommission_node.html).
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 5.2	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zur präoperativen antiseptischen Behandlung von Patienten mit infektiöser Osteomyelitis kann auf Grund fehlender Daten keine Aussage getroffen werden.
Konsensstärke	Konsens (94%)

Empfehlung 5.3	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zum Thema der präoperativen Haarentfernung bei Patienten mit infektiöser Osteomyelitis soll die Empfehlung der KRINKO gelten (http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/kommission_node.html).
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 5.4	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zum Thema der OP-Feld Vorbereitung bei Patienten mit infektiöser Osteomyelitis sollen die Empfehlungen der KRINKO gelten (http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/kommission_node.html).
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 5.5	Konsensbasierte Empfehlung
EK	In der Sanierungsphase einer infektiösen Osteomyelitis kann bei operativen Eingriffen eine Zwischendesinfektion der Haut und der Wundränder stattfinden.
Konsensstärke	Konsens (93%)

Empfehlung 5.6	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die OP-Aufbereitung soll immer so erfolgen, dass nach einem septischen Eingriff ein aseptischer Eingriff jederzeit möglich ist.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Statement 5.1	Konsensbasiertes Statement
	Aus organisatorischen Gründen ist die Vorhaltung eines septischen Op.-Bereichs grundsätzlich sinnvoll, auch wenn es dafür aus hygienischer Sicht keine Evidenz gibt
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 5.7	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zur Unterbringung von Patienten mit infektiöser Osteomyelitis sollen die KRINKO-Empfehlungen berücksichtigt und der zuständige Krankenhaushygieniker gehört werden (http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/kommission_node.html).
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

6 Mikrobiologie/Antibiotika

Für eine sichere Diagnose und erfolgreiche Therapie ist eine mikrobiologische Untersuchung von geeignetem Patientenmaterial unabdingbar, auch wenn der Erregernachweis nicht in jedem Fall möglich ist. Repräsentative Untersuchungsmaterialien sollten als Punktat oder Gewebeprobe (Bioplat) unter sterilen Bedingungen aus dem infizierten Gebiet gewonnen werden. Besonders geeignet sind intraoperative Biopsien.

Bei Probengewinnung muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass Kontaminationen insbesondere aus der Hautflora vermieden werden, da bei der Osteomyelitis (insbesondere in Anwesenheit von Fremdmaterial wie z. B. Osteosyntheseplatten) auch physiologische Besiedler der Haut wie Koagulase-negative Staphylokokken oder Propionibakterien typische Erreger sind.

Abstriche aus Fisteln oder oberflächlichen Wunden sind in der Regel für die Diagnostik einer Osteomyelitis ungeeignet. Die Probengewinnung sollte möglichst vor Beginn einer antibiotischen Therapie erfolgen, weil andernfalls die Sensitivität der kulturellen Untersuchung erheblich beeinträchtigt wird.

Die Untersuchungsproben sind schnellstmöglich dem mikrobiologischen Labor zuzuführen. Kann ein entsprechender Transport nicht innerhalb von zwei Stunden erfolgen, so ist ein geeignetes Transportmedium zu verwenden. Im Labor ist sicherzustellen, dass bei der Untersuchung die Vorgaben der „Qualitätsstandards in der mikrobiologisch-infektiologischen Diagnostik“, (MiQ 18) nicht unterschritten werden. Insbesondere sollten zumindest die anaeroben Kulturen für 14 Tage bebrütet werden, sofern nicht schon früher ein Erreger nachgewiesen werden kann. Angezüchtete Erregerisolate sind bis auf die Spezies-Ebene zu identifizieren, dies gilt auch für Koagulase-negative Staphylokokken. Die Bewertung der angezüchteten Bakterien bezüglich ihrer Erregernatur muss im klinischen Kontext und ggf. zusammen mit dem klinischen Mikrobiologen erfolgen.

Für die Resistenztestung ist die MHK-Bestimmung zu fordern, da nur in Kenntnis der MHK-Werte eine Optimierung der gezielten antibiotischen Therapie nach den Regeln von Pharmakokinetik und Pharmakodynamik bei der eingeschränkten Verfügbarkeit der Antibiotika im Knochen ermöglicht wird. Auch dazu ist es hilfreich, den klinischen Mikrobiologen in die Entscheidung einzubinden.

Bei entsprechender Klinik (z. B. Fieber) sollten zusätzlich Blutkulturen angelegt werden. In diesen Fällen sollten Patienten auf mögliche primäre oder sekundäre Absiedlungen der Infektionserreger in anderen Organen eingehend untersucht werden.

6.1 Empfehlungen

Empfehlung 6.1	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Repräsentative Proben aus allen makroskopisch Infekt-verdächtigen Arealen des Knochen- und Weichgewebes sollen mikrobiologisch aufgearbeitet werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 6.2	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Ein negatives Ergebnis der mikrobiologischen Diagnostik schließt das Vorliegen einer infektiösen Osteomyelitis nicht aus.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 6.3	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Der mikrobiologische Befund, der aus vorbestehenden chronischen Fisteln oder Wunden erhoben wird, soll nicht als repräsentativ für den Erreger der Osteomyelitis angesehen werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 6.4	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Ein Nachweis eines bestimmten Hautkeimes aus mehr als einer Probe kann die ätiologische Bedeutung des Befundes für die Diagnose einer infektiösen Osteomyelitis erhöhen.
Konsensstärke	Konsens (93%)

Empfehlung 6.5	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Der Nachweis einer typischerweise pathogenen Spezies in einem üblicherweise sterilen Kompartiment soll einen hohen Stellenwert in der zur Diagnose „Osteomyelitis“ führenden Indizien-Kette haben.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 6.6	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Der endgültige mikrobiologische Befund soll gemäß MIQ und erst nach mind. 14 Tagen erstellt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 6.7	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Resistenz-gerechte Anwendung des einzusetzenden Antibiotikums soll im Dialog zwischen dem zuständigen Kliniker und dem Mikrobiologen abgestimmt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 6.8	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Indikation zum Einsatz von molekularbiologischen Methoden soll im Dialog zwischen Klinikern und Mikrobiologen gestellt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 6.9	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Probeentnahme bei laufender Antibiotikabehandlung zur Durchführung einer Kultur-basierten mikrobiologischen Untersuchung kann erfolgen. Die Interpretation soll unter Kenntnis der laufenden Antibiotika-Therapie erfolgen.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

7 Operative Therapie

Die operative Herdsanierung ist eine grundlegende Maßnahme in der Therapie der Osteomyelitis. Die Ursache für diesen Umstand ist multifaktoriell und basiert beispielsweise auf der seit Jahren stagnierenden Entwicklung neuer, hoch knochengängiger Antibiotika oder deren fehlender Wirkung auf die im Rahmen der Osteomyelitis regelmäßig entstehenden Gewebnekrosen (an Weichteilen und Knochen). Insofern ist zu vermuten, dass dieser Umstand auch in Zukunft Gültigkeit haben wird.

Die Erkenntnis der notwendigen chirurgischen Sanierung eines Infektherdes ist in diesem Kontext nicht neu (Hippokrates von Kos 460 bis 370 vor Christus: „Ubi pus, ibi evacua“).

Die chirurgische Herdsanierung bei der Osteomyelitis bezieht sich niemals exklusiv auf das befallene Knochenareal (obwohl der Name „Knocheninfektion“ zu dieser Auffassung führen könnte). Es ist notwendig das gesamte Infekt-befallene Gewebe zu entfernen.

Die operative Therapie wird in den multimodalen, individuellen Therapieplan einbezogen und um die adjuvaten Verfahren (systemische und ggf. lokale Antibiotikaapplikation) und fakultativ weitere supportive Methoden (z.B. Gabe von Spurenelementen usw.) ergänzt.

Die konsequente lokale chirurgische Herdsanierung ist die Basis für jedwede weitere Maßnahme zur Knochen- und Weichteilrekonstruktion.

7.1 Empfehlungen

Empfehlung	Konsensbasierte Empfehlung
7.1	
EK	Die lokale operative Sanierung soll Teil der Behandlung der infektiösen Osteomyelitis sein.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung	Konsensbasierte Empfehlung
7.2	
EK	Die lokale operative Sanierung soll das makroskopisch infiziert wirkende Knochen- und Weichgewebe inkludieren.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung	Konsensbasierte Empfehlung
7.3	
EK	Die lokale Sanierung soll bis in das makroskopisch gesund wirkende (vitale) Knochen- und Weichgewebe erfolgen.
Konsensstärke	Konsens (94%)

Empfehlung	Konsensbasierte Empfehlung
7.4	
EK	Eine mechanisch stabile Situation sollte am Ende jeder Revision angestrebt werden.
Konsensstärke	Konsens (87%)

Empfehlung 7.5	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Wertigkeit des Etappenlavage-Konzepts bei der operativen Sanierung der infektiösen Osteomyelitis kann auf Grund fehlender Evidenz zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht beurteilt werden.
Konsensstärke	Konsens (93%)

Empfehlung 7.6	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Wertigkeit der Vakuum-Versiegelung-Therapie bei der operativen Sanierung der infektiösen Osteomyelitis kann auf Grund fehlender Evidenz zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht beurteilt werden.
Konsensstärke	Konsens (93%)

Empfehlung 7.7	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die chir. / operative Therapie soll sich an der Aktivität der infektiösen Osteomyelitis orientieren (es unterscheidet sich die Therapie der akuten von der der chronischen Osteomyelitis).
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 7.8	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Der Erhaltungsversuch einer stabilen Osteosynthese bei einem Frühinfekt kann eine Therapieoption sein.
Konsensstärke	Konsens (94%)

Empfehlung 7.9	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Zu der Frage des zusätzlichen Implantatwechsels bei der chirurgischen Therapie des Frühinfektes kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt auf Grund der fehlenden Evidenz keine Empfehlung abgegeben werden.
Konsensstärke	Konsens (87%)

Empfehlung 7.10	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Beim chronischen Infekt soll einliegendes Implantatmaterial entfernt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 7.11	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Der primäre Verschluss des Weichgewebes soll am Ende der Operation nicht erzwungen werden.
Konsensstärke	Konsens (94%)

Empfehlung 7.12	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die stabile Weichgewebsrekonstruktion/ der Wundverschluss nach der Infektsanierung soll zeitnah ggf. mit plastisch/ rekonstruktiven Verfahren herbeigeführt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 7.13	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die operative Therapie der infektiösen Osteomyelitis soll mit einer systemisch antimikrobiellen Chemotherapie ergänzt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 7.14	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die operative Therapie kann mit einer lokalen antimikrobiellen Therapie kombiniert werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 7.15	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Das Ende der operativen Infektsanierung bei geschlossenem Weichgewebe soll durch den klinischen Befund determiniert werden. Ergänzend sollen die laborchemischen Parameter betrachtet werden.
Konsensstärke	Konsens (94%)

8 Histopathologie

Die histopathologische Diagnostik der bakteriellen Osteomyelitis und der bakteriellen periimplantären ossären Gelenkinfektion basiert auf der Beurteilung des Erreger-induzierten, geweblichen Reaktionsmusters welches auch als Infektions-pathologische Substrat bezeichnet werden kann. Somit stellt die Histopathologie im Gegensatz zur mikrobiologischen Diagnostik eine indirekte Form der Infektions-Diagnostik dar. Bedingt durch eine Vielfältigkeit von nicht-infektiös und infektiös-induzierten Entzündungen ergibt sich eine umfassende Differential-Diagnostik der Osteomyelitis welche infektiöse Entzündungen, nicht-infektiöse Entzündungen und tumoröse Erkrankungen beinhaltet. Die histopathologische Diagnostik von Infektionen erfolgt somit in einem für die Pathologie üblicherweise weiten differentialdiagnostischen Kontext. Diese Differentialdiagnosen sind im Gelenk-Pathologie-Algorithmus, in der Systematik von Osteomyelitiden und in der SLIM-Konsensus-Klassifikation zusammengefasst und basieren auf Quantifizierungskriterien von Leukozyten und entzündlichen geweblichen Veränderungen. PCR-basierte Methoden vervollständigen das methodische Repertoire der histopathologischen Infektionsdiagnostik, diese Methoden ermöglichen eine direkte Keimspezifizierung. Durch die Histopathologie können zusätzlich andere klinisch nicht vermutete Pathologien insbesondere Abriebpartikel-Reaktionen, adverse Reaktionen, Kristall-induzierte Entzündungen, spezifische Infektionen, rheumatische Erkrankungen, peritumorale Veränderungen und Tumordinfiltrate diagnostiziert werden, welche unerwartete diagnostische Befunde darstellen können [Krenn et al., 2014, Krenn et al., 2017, Kriegsmann et al., 2009, Tiemann et al., 2014].

8.1 Empfehlungen

Empfehlung 8.1	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Repräsentative Proben des resezierten Knochen- und Weichgewebes sollen bei Infektverdacht histopathologisch aufgearbeitet werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 8.2	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die histopathologische Diagnose der Osteomyelitis soll sich an definierten Kriterien orientieren.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 8.3	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die histopathologische Diagnose soll zwischen akuter und chronischer (inkl. „low-grade“) Infektion unterscheiden.
Konsensstärke	Konsens (93%)

Empfehlung 8.4	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Es soll zwischen spezifischer und unspezifischer Entzündung (granulomatöser und nicht-granulomatöser Osteomyelitis) unterschieden werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 8.5	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Die Diagnose einer Osteomyelitis soll durch die Kombination von mikrobiologischer und histopathologischer Diagnostik abgesichert werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 8.6	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Repräsentative Proben sollen aus allen makroskopisch infiziert wirkenden Arealen des Op-Situs entnommen werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (100%)

Empfehlung 8.7	Konsensbasierte Empfehlung
EK	Anhand der histopathologischen Untersuchung soll zwischen infektiöser Osteomyelitis, nicht infektiöser Osteomyelitis und anderen Knochenerkrankungen unterschieden werden.
Konsensstärke	Konsens (93%)

9 Nützliche Links

Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention

- [Empfehlungen zur Händehygiene, Bundesgesundheitsbl 09/2016](#)
- [Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten, Bundesgesundheitsblatt 10/2015](#)
- [Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet, Bundesgesundheitsbl 03/2007](#)
- [Anforderungen bei Operationen und anderen invasiven Eingriffen \(Bundesgesundheitsblatt 2000\)](#)
- [Anhang zu den Anforderungen beim ambulanten Operieren in Krankenhaus und Praxis](#)

10 Literaturverzeichnis und weiterführende Literatur

1. Anagnostakos, K. (2013). Retaining well-fixed cementless stem in the treatment of infected hip arthroplasty. *Acta Orthopaedica*, 84(4), 442-442. doi:10.3109/17453674.2013.814013
2. Anagnostakos, K. (2014). What Do We (Not) Know About Antibiotic-loaded Hip Spacers? *Orthopedics*, 37(5), 297-298. doi:10.3928/01477447-20140430-03
3. Anagnostakos, K. (2014). Can periprosthetic hip joint infections be successfully managed by debridement and prosthesis retention? *World Journal of Orthopedics*, 5(3), 218. doi:10.5312/wjo.v5.i3.218
4. Anagnostakos, K., Freymann, C., Schmitt, E., & Kelm, J. (2011). Relationship between the McPherson classification and complications after hip spacer implantation. *Hip International*, 21(4), 450-456. doi:10.5301/hip.2011.8531
5. Anagnostakos, K., Hitzler, P., Pape, D., Kohn, D., & Kelm, J. (2008). Persistence of bacterial growth on antibiotic-loaded beads: Is it actually a problem? *Acta Orthopaedica*, 79(2), 302-307. doi:10.1080/17453670710015120
6. Anagnostakos, K., Jung, J., Schmid, N. V., Schmitt, E., & Kelm, J. (2009). Mechanical complications and reconstruction strategies at the site of hip spacer implantation. *International Journal of Medical Sciences*, 274-279. doi:10.7150/ijms.6.274
7. Anagnostakos, K., & Kelm, J. (2008). Antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate (PMMA) spacers in hip surgery *Orthopaedic Bone Cements* (pp. 92-112): Elsevier.
8. Anagnostakos, K., Kelm, J., Grün, S., Schmitt, E., Jung, W., et al. (2008). Antimicrobial properties and elution kinetics of linezolid-loaded hip spacers in vitro. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 87B(1), 173-178. doi:10.1002/jbm.b.31088
9. Anagnostakos, K., Kelm, J., Regitz, T., Schmitt, E., & Jung, W. (2005). In vitro evaluation of antibiotic release from and bacteria growth inhibition by antibiotic-loaded acrylic bone cement spacers. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 72B(2), 373-378. doi:10.1002/jbm.b.30171
10. Anagnostakos, K., Kelm, J., & Schmitt, E. (2006). Indikationen zum Einsatz der Vakuum-Therapie in der septischen orthopädischen Chirurgie. *Zentralblatt für Chirurgie*, 131(S 1), 87-92. doi:10.1055/s-2006-921514
11. Anagnostakos, K., & Koch, K. (2013). Pharmacokinetic Properties and Systemic Safety of Vancomycin-impregnated Cancellous Bone Grafts in the Treatment of Spondylodiscitis. *BioMed Research International*, 2013, 1-6. doi:10.1155/2013/358217
12. Anagnostakos, K., Koch, K., Lorbach, O., & Orth, P. (2013). A simple technique for adjustment of the femoral offset at the site of hip spacer implantation. *Journal of Surgical Technique and Case Report*, 5(1), 18. doi:10.4103/2006-8808.118605
13. Anagnostakos, K., Köhler, D., Schmitt, E., & Kelm, J. (2009). The “glove” technique: a modified method for femoral fixation of antibiotic-loaded hip spacers. *Acta Orthopaedica*, 80(3), 386-388. doi:10.3109/17453670903039551
14. Anagnostakos, K., & Kohn, D. (2011). Hüftgelenkinfektionen – Ergebnisse einer Umfrage unter 28 orthopädischen Universitätskliniken. *Der Orthopäde*, 40(9), 781-792. doi:10.1007/s00132-011-1785-7
15. Anagnostakos, K., & Mosser, P. (2012). Bacteria identification on NPWT foams: clinical relevance or contamination? *Journal of Wound Care*, 21(7), 333-339. doi:10.12968/jowc.2012.21.7.333
16. Anagnostakos, K., & Mosser, P. (2014). Negative pressure wound therapy in the management of postoperative infections after musculoskeletal tumour surgery. *Journal of Wound Care*, 23(4), 191-197. doi:10.12968/jowc.2014.23.4.191
17. Anagnostakos, K., Schmid, N. V., Kelm, J., Grün, U., & Jung, J. (2009). Classification of hip joint infections. *International Journal of Medical Sciences*, 227-233. doi:10.7150/ijms.6.227
18. Anagnostakos, K., Schmitt, E., & Orth, P. (2014). A Rare Case of Acetabulum Osteomyelitis Mimicking Bone Sarcoma. *Orthopedics*, 37(8), e750-e753. doi:10.3928/01477447-20140728-

19. Anagnostakos, K., & Schröder, K. (2012). Antibiotic-Impregnated Bone Grafts in Orthopaedic and Trauma Surgery: A Systematic Review of the Literature. *International Journal of Biomaterials*, 2012, 1-9. doi:10.1155/2012/538061
20. Anagnostakos, K., Wilmes, P., Schmitt, E., & Kelm, J. (2009). Elution of gentamicin and vancomycin from polymethylmethacrylate beads and hip spacers in vivo. *Acta Orthopaedica*, 80(2), 193-197. doi:10.3109/17453670902884700
21. Bahri, N., Scheunemann, D., Hadler, D., Schmidt, H., Gerlach, U., et al. (2007). 128 Les infections articulaires avancées de la cheville : étude retrospective des resultats fonctionnels à long terme (à propos de 155 cas). *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, 93(7), 91. doi:10.1016/s0035-1040(07)79501-6
22. Balci, H., Pehlivanoglu, T., Sen, C., Eralp, L., Kocaoglu, M., et al. (2015). Knee Arthrodesis in Persistently Infected Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Knee Surgery*, 29(07), 580-588. doi:10.1055/s-0035-1569479
23. Bär, T., Hofmann, G. O., Hofmann, G., & Bühren, V. (1997). Frühinfekt nach operativer Frakturenbehandlung: Therapie unter sozio-ökonomischem Aspekt *Klinik und Forschung in der Chirurgie unter dem Aspekt von Effizienz und Ökonomie* (pp. 1256-1258): Springer Berlin Heidelberg.
24. Bischoff, P., Gastmeier, P. (2017): The Separation of Septic and Antiseptic Surgical Areas is Obsolete. *Dtsch Arztebl Int* 114 (27-28) 463-464
25. Bocsi, J., Hänzka, M.-C., Osmancik, P., Hamsch, J., Dähnert, I., et al. (2011). Modulation of the cellular and humoral immune response to pediatric open heart surgery by methylprednisolone. *Cytometry Part B: Clinical Cytometry*, 80B(4), 212-220. doi:10.1002/cyto.b.20587
26. Borrée, M., Schoop, R., Grimme, C., Gerlach, U., & Jürgens, C. (2012). Gelenkempyeme und periprothetische Infektionen. *Trauma und Berufskrankheit*, 14(1), 8-15. doi:10.1007/s10039-011-1832-y
27. Braunschweig, R., Bergert, H., Kluge, R., & Tiemann, A. (2011). Bildgebende Diagnostik bei Osteitis/Osteomyelitis und Gelenkinfekten. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 149(04), 436-448. doi:10.1055/s-0030-1270953
28. Breer, S., Borrée, M., Laukat, C., Piche, K., Dehoust, J., et al. (2014). Wundversorgung und Verbandtechniken. *Trauma und Berufskrankheit*, 16(3), 179-190. doi:10.1007/s10039-014-2151-x
29. Brodt, S., Hofmann, G. O., & Tiemann, A. H. (2010). Preservation of the shoulder joint by the use of a hybrid-spacer after septic loosening of a reversed total shoulder joint arthroplasty: a case report. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, 5(2), 111-114. doi:10.1007/s11751-010-0086-8
30. Demitrev A., Weijers R., Geurts J. et al. (2014). Comparison of (18F) FDG PET/CT and MRI in the diagnostics of active Osteomyelitis. *Skeletal Radiology*. 43(5). 665-672
31. Diefenbeck, M., Abitzsch, D., & Hofmann, G. O. (2012). Die Gelenkinfektion. *Der Unfallchirurg*, 115(6), 489-495. doi:10.1007/s00113-012-2188-x
32. Diefenbeck, M., Beickert, R., & Hofmann, G. O. (2008). Begutachtung der Osteitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 11(S2), 222-228. doi:10.1007/s10039-008-1445-2
33. Diefenbeck, M., & Hofmann, G. O. (2002). Amputationstechniken: Gelten bei der Osteitis andere Regeln? *Trauma und Berufskrankheit*, 4(3), 354-357. doi:10.1007/s10039-002-0644-5
34. Diefenbeck, M., & Hofmann, G. O. (2003). Behandlungsstrategie beim Frühinfekt nach operativer Frakturversorgung. *Trauma und Berufskrankheit*, 5(0), s309-s312. doi:10.1007/s10039-003-0710-7
35. Diefenbeck, M., Mennenga, U., Gückel, P., Tiemann, A., Mückley, T., et al. (2011). Vakuumtherapie bei akuter postoperativer Osteitis. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 149(03), 336-341. doi:10.1055/s-0030-1270952
36. Diefenbeck, M., Mennenga, U., Gückel, P., Tiemann, A., Mückley, T., et al. (2011). Vakuumtherapie bei Haut- und Weichgewebsinfektionen der Extremitäten. Nutzen des Wundabstrichs bei der Planung des sekundären Wundverschlusses? *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 149(03), 324-329. doi:10.1055/s-0030-1250694
37. Diefenbeck, M., Mückley, T., & Hofmann, G. O. (2006). Prophylaxis and treatment of implant-

- related infections by local application of antibiotics. *Injury*, 37(2), S95-S104.
doi:10.1016/j.injury.2006.04.015
38. Diefenbeck, M., Mückley, T., & Hofmann, G. O. (2008). Multiresistente Erreger im Krankenhaus. *Trauma und Berufskrankheit*, 10(S1), 133-137. doi:10.1007/s10039-007-1342-0
 39. Diefenbeck, M., Tiemann, A., & Hofmann, G. O. (2007). One-stage, Two-stage or Multi-stage Revision: the Reason of a Choice *Infection and Local Treatment in Orthopedic Surgery* (pp. 248-257): Springer Berlin Heidelberg.
 40. Esposito S., Russo E., De Simone G. et al. (2016). Diagnostic and therapeutic appropriateness in bone and joint infections: results of a national survey. *Journal of Chemotherapy*. 28(3). 191-197
 41. Fangmann, J., Kathrin Al-Ali, H., Sack, U., Kamprad, M., Tautenhahn, H. M., et al. (2010). Kidney Transplant from the Same Donor without Maintenance Immunosuppression after Previous Hematopoietic Stem Cell Transplant. *American Journal of Transplantation*, 11(1), 156-162. doi:10.1111/j.1600-6143.2010.03352.x
 42. Freesmeyer, M., Stecker, F. F., Schierz, J.-H., Hofmann, G. O., & Winkens, T. (2014). First experience with early dynamic 18F-NaF-PET/CT in patients with chronic osteomyelitis. *Annals of Nuclear Medicine*, 28(4), 314-321. doi:10.1007/s12149-014-0810-4
 43. Fuchs, S., Wallstabe, S., Gerlach, U., & Jürgens, C. (2008). Trauma des Unterschenkels und des oberen Sprunggelenks. *Trauma und Berufskrankheit*, 11(S1), 116-121. doi:10.1007/s10039-008-1447-0
 44. Gaston R. G., Kuremsky M., A. (2010). Postoperative Infections: Prevention and Management. *Hand Clinics*. 26(2). 265-280
 45. Gerlach, U. J. (2012). Septische Komplikationen in der Orthopädie und Unfallchirurgie. *Trauma und Berufskrankheit*, 14(1), 3-4. doi:10.1007/s10039-011-1829-6
 46. Gerlach, U. J., Grimme, C., Schoop, R., & Borree, M. (2014). Gelenkinfekt – eine Entität für die spezielle septische Chirurgie. *Trauma und Berufskrankheit*, 16(S4), 439-443. doi:10.1007/s10039-014-2086-2
 47. Gerlach, U. J., Grimme, C., Schoop, R., & Borree, M. (2015). Behandlungsstrategien bei Gelenkinfektionen. *Trauma und Berufskrankheit*, 18(S1), 73-77. doi:10.1007/s10039-015-0040-6
 48. Gerlach, U. J., Seide, K., Weinrich, N., Wendlandt, R., & Schmidt, H. G. K. (2007). Segmenttransport. *Trauma und Berufskrankheit*, 9(2), 117-121. doi:10.1007/s10039-007-1224-5
 49. Gille, J., Gerlach, U., Oheim, R., Hintze, T., Himpe, B., et al. (2014). Functional outcome of septic arthritis after anterior cruciate ligament surgery. *International Orthopaedics*, 39(6), 1195-1201. doi:10.1007/s00264-014-2600-y
 50. Gille, J., Wallstabe, S., Schulz, A.-P., Paech, A., & Gerlach, U. (2012). Is non-union of tibial shaft fractures due to nonculturable bacterial pathogens? A clinical investigation using PCR and culture techniques. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 7(1), 20. doi:10.1186/1749-799x-7-20
 51. Gludemanns A.W., de Vries E. F. J, Vermeulen L. E. M. et al. (2013). A large retrospective single-centre study to define the best image acquisition protocols and interpretation criteria for white blood cell scintigraphy with 99m Tc_HMPAO-labelled leucocytes in musculoskeletal infections. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 40(11). 1760-1769
 52. Glombitza, M. (2014). Der postoperative Frühinfekt. *Trauma und Berufskrankheit*, 16(S4), 435-438. doi:10.1007/s10039-014-2109-z
 53. Glombitza, M., & Kortmann, H. R. (2008). Korrekturmöglichkeiten im Bereich der unteren Extremitäten. *Trauma und Berufskrankheit*, 10(1), 20-28. doi:10.1007/s10039-008-1377-x
 54. Glombitza, M., Steinhausen, E. S., Späth, T., Poll, L., & Rixen, D. (2012). Posttraumatische, postoperative und hämatogene Osteomyelitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 14(4), 271-277. doi:10.1007/s10039-012-1918-1
 55. Glombitza, M., Zöllner, B., & Rixen, D. (2015). Salvage-Prozeduren bei Knie-/kniegelenknahen Infektionen. *Trauma und Berufskrankheit*, 18(S1), 78-84. doi:10.1007/s10039-015-0045-1
 56. Goebel, M., Rosa, F., Tatsch, K., Grillhoesl, A., Hofmann, G. O., et al. (2007). Diagnostik der chronischen Osteitis des Extremitätenskeletts. *Der Unfallchirurg*, 110(10), 859-866.

- doi:10.1007/s00113-007-1302-y
57. Goevaert, G. A., Ijpmma F. F., McNally M. et al. (2017). Accuracy of diagnostic imaging modalities for peripheral post-traumatic osteomyelitis, a systemic review of the recent literature. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 44(8), 1393-1407
 58. Gollwitzer, H., Mittelmeier, W., Brendle, M., Weber, B., Miethke, T., et al. (2009). High Hydrostatic Pressure for Disinfection of Bone Grafts and Biomaterials: An Experimental Study. *The Open Orthopaedics Journal*, 3(1), 1-7. doi:10.2174/1874325000903010001
 59. Grey, D., Sack, U., Scholz, M., Knaack, H., Fricke, S., et al. (2011). Increased CD64 expression on polymorphonuclear neutrophils indicates infectious complications following solid organ transplantation. *Cytometry Part A*, 79A(6), 446-460. doi:10.1002/cyto.a.21049
 60. Grimme, C., Gemoll, T., Habermann, J., Seide, K., & Gerlach, U. J. (2012). Proteinanalyse zur Diagnostik einer Osteitis/Osteomyelitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 14(1), 5-7. doi:10.1007/s10039-011-1830-0
 61. Grimme, C., Schoop, R., & Gerlach, U. J. (2009). Biologischer Defektaufbau. *Trauma und Berufskrankheit*, 12(S1), 42-50. doi:10.1007/s10039-009-1506-1
 62. Harnoss J., Assadian O., Diener M. K. et al. (2017). Mikrobielle Belastung in septischen und aseptischen Operationsvolumen. *Deutsches Ärzteblatt International*. 114(27-28). 465-472
 63. Haustedt, N., Schmidt, H., Looock, J., & Wollenhaupt, J. (2012). Bakteriell septische Arthritis als rheumatologischer Notfall. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 71(4), 288-296. doi:10.1007/s00393-011-0913-4
 64. Hierholzer, C., Mückley, T., Kirschner, M. H., & Hofmann, G. O. (2003). Revisionsendoprothetik am Kniegelenk beim Infekt. *Trauma und Berufskrankheit*, 5(0), s328-s331. doi:10.1007/s10039-002-0659-y
 65. Hoffmann, F., Glombitza, M., Nana, W., Bender, H., & Hermann, C. (2016). Oberschenkelabszedierung als Erstmanifestation eines metastasierten Sigmakarzinoms. *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 141(03), 215-217. doi:10.1055/s-0041-104163
 66. Hofmann, G. O. (2000). Osteotomien bei knöcherner Infektion. *OP-JOURNAL*, 16(1), 79-82. doi:10.1055/s-2007-971859
 67. Hofmann, G. O. (2000). Programmierte Lavage bei infizierter Kniegelenktotalendoprothese *Arthrosemangement Knie* (pp. 130-134): Steinkopff.
 68. Hofmann, G. O. (2003). Therapeutische Optionen bei persistierendem Kniegelenkinfekt. *Trauma und Berufskrankheit*, 5(0), s221-s224. doi:10.1007/s100390100459
 69. Hofmann, G. O., Bär, T., & Bühren, V. (1997). Osteosyntheseimplantat und früher postoperativer Infekt: Sanierung mit oder ohne Materialentfernung? *Der Chirurg*, 68(11), 1175-1180. doi:10.1007/s001040050341
 70. Hofmann, G. O., Gonschorek, O., & Bühren, V. (1999). Segment Transport Employing Intramedullary Devices in Tibial Bone Defects Following Trauma and Infection. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 13(3), 170-177. doi:10.1097/00005131-199903000-00004
 71. Hofmann, G. O., Hierholzer, C., Kirschner, M. H., & Mückley, T. (2003). Einführung zur 17. Murnauer Unfalltagung Infektionen in der Traumatologie. *Trauma und Berufskrankheit*, 5(0), s290-s292. doi:10.1007/s10039-002-0658-z
 72. Hofmann, G. O., Kirschner, M. H., Wangemann, T., Falk, C., Mempel, W., et al. (1995). Infections and immunological hazards of allogeneic bone transplantation. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 114(3), 159-166. doi:10.1007/bf00443390
 73. Hofmann, G. O., Liedtke, H., Ruckdesche, G., & Lob, G. (1990). The influence of bacterial contaminations on the biodegradation of PLA implants. *Clinical Materials*, 6(2), 137-150. doi:10.1016/0267-6605(90)90004-f
 74. Hofmann, G. O., Liedtke, H., Ruckdeschl, G., & Lob, G. (1991). Der Einfluß einer bakteriellen Kontamination auf die Degradation von biodegradierbaren Implantaten 54. *Jahrestagung* (pp. 603-604): Springer Berlin Heidelberg.
 75. Hofmann, G. O., Liedtke, H., Waaner, F. D., & Ruckdeschel, G. (1994). Bacterial contamination of biodegradable polymer implants in orthopaedic surgery — Influence on degradation ? *Journal of Biomechanics*, 27(6), 833. doi:10.1016/0021-9290(94)91421-4
 76. Hofmann, G. O., Nikutta, M., & Pöppel, E. (2002). Gliedmaßenerhalt oder Amputation bei chronischer Osteitis am Unterschenkel: Psychosoziale Folgen eines protrahierten

- Behandlungsverlaufes. *Aktuelle Traumatologie*, 32(3), 111-123. doi:10.1055/s-2002-32324
77. Homagk, L., Homagk, N., Klauss, J. R., Roehl, K., Hofmann, G. O., et al. (2015). Spondylodiscitis severity code: scoring system for the classification and treatment of non-specific spondylodiscitis. *European Spine Journal*, 25(4), 1012-1020. doi:10.1007/s00586-015-3936-8
78. Jung, J., Schmid, N. V., Kelm, J., Schmitt, E., & Anagnostakos, K. (2009). Complications after spacer implantation in the treatment of hip joint infections. *International Journal of Medical Sciences*, 265-273. doi:10.7150/ijms.6.265
79. Kelm, J., Anagnostakos, K., Regitz, T., Schmitt, E., Schneider, G., et al. (2004). MRSA-Infektionen des Bewegungsapparats. *Der Chirurg*, 75(10), 988-995. doi:10.1007/s00104-004-0847-3
80. Kelm, J., Bohrer, P., Schmitt, E., & Anagnostakos, K. (2009). Treatment of proximal femur infections with antibiotic-loaded cement spacers. *International Journal of Medical Sciences*, 258-264. doi:10.7150/ijms.6.258
81. Kelm, J., Regitz, T., Schmitt, E., Jung, W., & Anagnostakos, K. (2005). In Vivo and In Vitro Studies of Antibiotic Release from and Bacterial Growth Inhibition by Antibiotic-Impregnated Polymethylmethacrylate Hip Spacers. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 50(1), 332-335. doi:10.1128/aac.50.1.332-335.2006
82. Kelm, J., Schmitt, E., & Anagnostakos, K. (2006). Die V.A.C.®-Therapie als Behandlungsoption von Wundheilungsstörungen nach Achillessehnenrekonstruktion. *Zentralblatt für Chirurgie*, 131(S 1), 96-99. doi:10.1055/s-2006-921509
83. Kelm, J., Schmitt, E., & Anagnostakos, K. (2009). Vacuum-assisted closure in the treatment of early hip joint infections. *International Journal of Medical Sciences*, 241-246. doi:10.7150/ijms.6.241
84. Kienast, B., Kiene, J., Gille, J., Thietje, R., Gerlach, U., et al. (2010). Posttraumatic severe infection of the ankle joint - long term results of the treatment with resection arthrodesis in 133 cases. *European Journal of Medical Research*, 15(2), 54. doi:10.1186/2047-783x-15-2-54
85. Kirschner, M. H., Mückley, T., Hierholzer, C., & Hofmann, G. O. (2003). Möglichkeiten und Grenzen des Gliedmaßenerhalts bei chronischer Osteitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 5(0), s313-s317. doi:10.1007/s10039-002-0662-3
86. Kölbel, B., Wienert, S., Dimitriadis, J., Kendoff, D., Gehrke, T., et al. (2015). CD15-Fokus-Score zur Diagnostik der periprothetischen Gelenkinfektion. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 74(7), 622-630. doi:10.1007/s00393-015-1571-8
87. Kopf, K. A., Breer, S., Schoop, R., Grimme, C., Borrée, M., et al. (2014). Behandlungsstrategien und Resultate bei Kalkaneusosteitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 16(3), 153-160. doi:10.1007/s10039-014-2131-1
88. Kortgen, A., Hofmann, G., & Bauer, M. (2006). Sepsis—Current Aspects of Pathophysiology and Implications for Diagnosis and Management. *European Journal of Trauma*, 32(1), 3-9. doi:10.1007/s00068-006-0006-2
89. Krenn, V., Kölbel, B., Huber, M., Tiemann, A., Kendoff, D., et al. (2015). Revisionsendoprothetik. *Der Orthopäde*, 44(5), 349-356. doi:10.1007/s00132-015-3083-2
90. Krenn V., Liebisch M., Kibel B. et al. (2017). CD 15 focus score: Infection diagnosis and stratification into low-virulence and high-virulence microbial pathogens in periprosthetic joint infection. *Pathology-Research and Proctice*. 213(5). 541-547
91. Krenn, V., Morawietz, L., Perino, G., Kienapfel, H., Ascherl, R., et al. (2014). Revised histopathological consensus classification of joint implant related pathology. *Pathology - Research and Practice*, 210(12), 779-786. doi:10.1016/j.prp.2014.09.017
92. Kriegesmann J., Hopf T., Jacobs D. et al. (2009). Molekularpathologische Diagnostik von Gelenkinfektionen. *Der Orthopäde*. 38(6). 531-538
93. La Rosa, G., Steinhausen, E., Hax, P., & Glombitza, M. (2016). Der transossäre Transfer des medialen M. gastrocnemius von dorsal nach ventral zur Behandlung einer nicht beruhigbaren Tibiakopffosteitis – ein Case Report. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 154(02), 187-191. doi:10.1055/s-0042-100737
94. Langrock, K. (1994). Differenzierte Diagnostik und Therapie des ossär metastasierenden Mammakarzinoms *Osteologie aktuell VIII* (pp. 583-589): Springer Berlin Heidelberg.

95. Lenz, M., Hofmann, G. O., & Mückley, T. (2012). Diagnose und Therapie periprothetischer Infektionen. *Der Unfallchirurg*, 115(6), 496-502. doi:10.1007/s00113-012-2189-9
96. Marmelstein, D., Homagk, N., Hofmann, G., Röhl, K., & Homagk, L. (2015). Die adjuvante systemische Antibiotikatherapie der operativ versorgten Spondylodiszitis. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 153(02), 165-170. doi:10.1055/s-0034-1396190
97. Meiners, J., Gerlach, U., Mägerlein, S., Jürgens, C., & Faschingbauer, M. (2009). Pseudarthrosen. *Der Chirurg*, 80(10), 979-986. doi:10.1007/s00104-009-1779-8
98. Morawietz, L., & Krenn, V. (2014). Das Spektrum histopathologischer Veränderungen in endoprothetisch versorgten Gelenken. *Der Pathologe*, 35(S2), 218-224. doi:10.1007/s00292-014-1976-1
99. Mosser, P., Kelm, J., & Anagnostakos, K. (2015). Negative Pressure Wound Therapy in the Management of Late Deep Infections After Open Reconstruction of Achilles Tendon Rupture. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 54(1), 2-6. doi:10.1053/j.jfas.2014.09.040
100. Mückley, T., Diefenbeck, M., & Hofmann, G. (2005). Multiresistente Keime. *OP-JOURNAL*, 21(3), 260-268. doi:10.1055/s-2007-977780
101. Mückley, T., Diefenbeck, M., & Hofmann, G. O. (2007). MRSA-Infektionen am muskuloskelettalen System. *Trauma und Berufskrankheit*, 9(S01), S69-S74. doi:10.1007/s10039-005-1063-1
102. Mückley, T., Schütz, T., Kirschner, M., Potulski, M., Hofmann, G., et al. (2003). Psoas Abscess: The Spine as a Primary Source of Infection. *Spine*, 28(6), E106-E113. doi:10.1097/01.brs.0000050402.11769.09
103. Mückley, T., Hierholzer, C., Diefenbeck, M., Hofmann, G. O., & Bühren, V. (2004). Behandlung der MRSA-Infektion in der septischen Extremitätenchirurgie. *Der Chirurg*, 75(3), 269-275. doi:10.1007/s00104-003-0753-0
104. Mückley, T., Kemmer, A., & Hofmann, G. O. (2004). Diagnostik und Therapie der Spondylodiszitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 6(1), 41-46. doi:10.1007/s10039-003-0827-8
105. Mückley, T., Kirschner, M., Hierholzer, C., & Hofmann, G. O. (2003). Spondylitis - Spondylodiszitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 5(0), s296-s304. doi:10.1007/s10039-002-0660-5
105. Natura, G., Bar, K. J., Eitner, A., Boettger, M. K., Richter, F., et al. (2013). Neuronal prostaglandin E2 receptor subtype EP3 mediates antinociception during inflammation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(33), 13648-13653. doi:10.1073/pnas.1300820110
107. Oheim, R., Gille, J., Schoop, R., Badih, S., Grimme, C. H., et al. (2013). Surgical therapy of extensive knee joint empyema: mid-term results after two-stage versus one-stage procedures. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(12), 3150-3156. doi:10.1007/s00167-013-2754-y
108. Oheim, R., Gille, J., Schoop, R., Borree, M., Schulz, A. P., et al. (2011). Die Klavikulaosteitis. *Obere Extremität*, 6(4), 289-294. doi:10.1007/s11678-011-0135-z
109. Oheim, R., Gille, J., Schoop, R., Mägerlein, S., Grimme, C. H., et al. (2011). Surgical therapy of hip-joint empyema. Is the Girdlestone arthroplasty still up to date? *International Orthopaedics*, 36(5), 927-933. doi:10.1007/s00264-011-1351-2
110. Oheim, R., Schulz, A. P., Schoop, R., Grimme, C. H., Gille, J., et al. (2011). Medium-term results after total clavicle resection in cases of osteitis: a consecutive case series of five patients. *International Orthopaedics*, 36(4), 775-781. doi:10.1007/s00264-011-1342-3
111. Otchwemah R., Grams V., Tjardes T. et al. (2015). Bacterial contamination of open fractures, pathogens, antibiotic resistances and therapeutic regimes in four hospitals of the trauma network Cologne, Germany. *Injury*. 46. 104-108
112. Sack, U. (2015). CD64 expression by neutrophil granulocytes. *Cytometry Part B: Clinical Cytometry*, 92(3), 189-191. doi:10.1002/cyto.b.21216
113. Sack, U., Biereder, B., Elouahidi, T., Bauer, K., Keller, T., et al. (2006). Diagnostic value of blood inflammatory markers for detection of acute appendicitis in children. *BMC Surgery*, 6(1). doi:10.1186/1471-2482-6-15
114. Sack, U., Sehm, B., Kahlenberg, F., Murr, A., Lehmann, J., et al. (2005). Investigation of Arthritic Joint Destruction by a Novel Fibroblast-Based Model. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1051(1), 291-298. doi:10.1196/annals.1361.070

115. Sauer, B., Hofmann, G., & Tiemann, A. (2009). Akute traumatisch bedingte Exazerbation einer tuberkulösen Ankylose des Kniegelenks: Klinisches Management. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 147(06), 734-739. doi:10.1055/s-0029-1185895
116. Schmidt, HGK., Diefenbeck, M., Krenn, V., Abitzsch, D., Militz, M., et al. (2014). Klassifikation der Osteomyelitis und Osteitis. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 152(04), 334-342. doi:10.1055/s-0034-1368620
117. Schmidt, HGK., Tiemann, AH., Braunschweig, R., Diefenbeck, M., Bühler, M., et al. (2011). Zur Definition der Diagnose Osteomyelitis – Osteomyelitis-Diagnose-Score (ODS). *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 149(04), 449-460. doi:10.1055/s-0030-1270970
118. Schmidt, J., Jentsch, H., Stingu, C.-S., & Sack, U. (2014). General Immune Status and Oral Microbiology in Patients with Different Forms of Periodontitis and Healthy Control Subjects. *PLoS ONE*, 9(10), e109187. doi:10.1371/journal.pone.0109187
119. Schneider, A., Sack, U., Rothe, K., & Bennek, J. (2005). Peritoneal taurolidine lavage in children with localised peritonitis due to appendicitis. *Pediatric Surgery International*, 21(6), 445-448. doi:10.1007/s00383-005-1428-3
120. Scholz, A., & Glombitza, M. (2008). Kostenanalyse und DRG-Vergütung der Osteitiskomplexbehandlung. *Trauma und Berufskrankheit*, 11(S2), 229-231. doi:10.1007/s10039-008-1448-z
121. Scholz, A. O., Gehrman, S., Glombitza, M., Kaufmann, R. A., Bostelmann, R., et al. (2015). Reconstruction of septic diaphyseal bone defects with the induced membrane technique. *Injury*, 46, S121-S124. doi:10.1016/s0020-1383(15)30030-9
122. Scholz, A. O., Glombitza, M., & Böhm, H. J. (2008). Posttraumatische Korrekturosteotomien des Femurs. *Trauma und Berufskrankheit*, 10(1), 14-19. doi:10.1007/s10039-008-1376-y
123. Seide, K., Gerlach, U. J., Wendlandt, R., Weinrich, N., Müller, J., et al. (2007). Intelligenter Fixateur externe für Frakturbehandlung und Korrekturen. *Trauma und Berufskrankheit*, 9(2), 109-116. doi:10.1007/s10039-007-1225-4
124. Shemesh S., Kosashvili Y., Groshar D. et al. (2015). The value of 18-FDG PET/CT in the diagnosis and management of implant-related infections of the tibia: A case series. *Injury*. 46(7). 1377-1382
125. Siemers, F., Fanghänel, S., Bergmann, P., Tamouridis, G., Stuttmann, R., et al. (2014). Management eines Ausbruches mit 4 MRGN Acinetobacter baumannii in einem Brandverletzten-Zentrum. *Handchirurgie · Mikrochirurgie · Plastische Chirurgie*, 46(04), 214-223. doi:10.1055/s-0034-1372626
126. Spahn, G., Mückley, T., Kahl, E., & Hofmann, G. O. (2006). Factors Affecting the Outcome of Arthroscopy in Medial-Compartment Osteoarthritis of the Knee. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 22(11), 1233-1240. doi:10.1016/j.arthro.2006.07.003
127. Stecker, F. F., Schierz, J. H., Opfermann, T., Driesch, D., Hofmann, G. O., et al. (2013). Early dynamic 18F-FDG PET/CT to diagnose chronic osteomyelitis following lower extremity fractures. *Nuklearmedizin*, 53(3), 117-122. doi:10.3413/nukmed-0572-13-03
128. Steinhausen, E., Glombitza, M., Böhm, H. J., Hax, P. M., & Rixen, D. (2013). Pseudarthrosen. *Der Unfallchirurg*, 116(7), 633-649. doi:10.1007/s00113-013-2413-2
129. Suda, A. J., Richter, A., Abou-Nouar, G., Jazzazi, M., Tinelli, M., et al. (2016). Arthrodesis for septic arthritis of the ankle: risk factors and complications. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 136(10), 1343-1348. doi:10.1007/s00402-016-2520-y
130. Tárnok, A., Hamsch, J., Emmrich, F., Sack, U., van Son, J., et al. (1999). Complement Activation, Cytokines, and Adhesion Molecules in Children Undergoing Cardiac Surgery with or without Cardiopulmonary Bypass. *Pediatric Cardiology*, 20(2), 113-125. doi:10.1007/s002469900417
131. Thielen, T., Maas, S., Zuerbes, A., Waldmann, D., Anagnostakos, K., et al. (2009). Development of a reinforced PMMA-based hip spacer adapted to patients' needs. *Medical Engineering & Physics*, 31(8), 930-936. doi:10.1016/j.medengphy.2009.05.004
132. Thielen, T., Maas, S., Zuerbes, A., Waldmann, D., Anagnostakos, K., et al. (2009). Mechanical behaviour of standardized, endoskeleton-including hip spacers implanted into composite femurs. *International Journal of Medical Sciences*, 280-286. doi:10.7150/ijms.6.280
133. Tiemann, A., Braunschweig, R., & Hofmann, G. (2012). Das infizierte Ellenbogengelenk: Diagnostik und Therapie. *OP-JOURNAL*, 28(01), 82-91. doi:10.1055/s-0031-1298484

134. Tiemann, A., Dávid, A., Jakob, M., & Muhr, G. (1998). Die Korrekturarthrodese bei isolierten posttraumatischen Fehlstellungen im Subtalargelenk. *Der Chirurg*, 69(8), 866-871. doi:10.1007/s001040050503
135. Tiemann, A., Diefenbeck, M., Mückley, T., & Hofmann, G. (2008). Hyperbare Sauerstofftherapie in der Osteitisbehandlung – Gibt es Neuigkeiten? *Zentralblatt für Chirurgie*, 133(04), 396-397. doi:10.1055/s-2008-1076892
136. Tiemann, A., Müller, W., Wuthe, F., Hofmann, G., & Sack, U. (2011). Risikoeinschätzung bei der Therapie der Osteitis anhand immunologischer Parameter. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 149(03), 330-335. doi:10.1055/s-0030-1270895
137. Tiemann, A. H., Braunschweig, R., & Hofmann, G. O. (2008). Kontinuitäts-erhalt oder Segmentresektion. *Trauma und Berufskrankheit*, 11(S2), 207-210. doi:10.1007/s10039-008-1441-6
138. Tiemann, A. H., Braunschweig, R., & Hofmann, G. O. (2012). Knocheninfektionen. *Der Unfallchirurg*, 115(6), 480-488. doi:10.1007/s00113-012-2187-y
139. Tiemann, A. H., & Hofmann, G. O. (2009). Principles of the therapy of bone infections in adult extremities. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, 4(2), 57-64. doi:10.1007/s11751-009-0059-y
140. Tiemann, A. H., & Hofmann, G. O. (2011). Visionen der septischen Chirurgie 2025. *Trauma und Berufskrankheit*, 14(S2), 115-117. doi:10.1007/s10039-011-1796-y
141. Tiemann A. H., Hofmann G. O., Krukemeyer M. G., Krenn V. et al. (2014). Histopathological Osteomyelitis Evaluation Score (HOES) – an innovative approach to histopathological diagnostics and scoring of osteomyelitis. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW*. 3. DOC 08
142. Tiemann, A. H., Homagk, L., Diefenbeck, M., Mückley, T., & Hofmann, G. O. (2007). Hüftprothesenerhalt mit lokaler chirurgischer Revision und Anlage einer Fistula persistens. *Der Unfallchirurg*, 110(12), 1021-1029. doi:10.1007/s00113-007-1367-7
143. Tiemann, A. H., Krenn, V., Krukemeyer, M. G., Seyfert, C., Jakobs, M., et al. (2011). Infektiöse Knochenerkrankungen. *Der Pathologe*, 32(3), 200-209. doi:10.1007/s00292-011-1417-3
144. Tiemann, A. H., Langwald, S., Heyne, G., Hofmann, G. O., & Sack, U. (2012). Immunologische Risikostratifizierung bei Osteitistherapie. *Trauma und Berufskrankheit*, 14(1), 21-26. doi:10.1007/s10039-011-1831-z
145. Tiemann, A. H., Röhm, C., & Hofmann, G. O. (2010). Putrid infectious pubic osteitis: case report and review of the literature on the differential diagnosis and treatment of infectious pubic osteitis and inflammatory pubic osteitis. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 36(5), 481-487. doi:10.1007/s00068-010-0012-2
146. Tiemann, A. H., Schmidt, H. G. K., Braunschweig, R., & Hofmann, G. O. (2009). Strategies for the analysis of osteitic bone defects at the diaphysis of long bones. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, 4(1), 13-18. doi:10.1007/s11751-009-0054-3
147. Tiemann, A. H., Steen, M., & Hofmann, G. O. (2010). Infektisanierung und Defektdeckung. *Trauma und Berufskrankheit*, 12(S4), 472-474. doi:10.1007/s10039-010-1639-2
148. Tornero, E., Senneville, E., Euba, G., Petersdorf, S., Rodriguez-Pardo, D., et al. (2014). Characteristics of prosthetic joint infections due to Enterococcus sp. and predictors of failure: a multi-national study. *Clinical Microbiology and Infection*, 20(11), 1219-1224. doi:10.1111/1469-0691.12721
149. Voelker, M. T., Fichtner, F., Kasper, M., Kamprad, M., Sack, U., et al. (2014). Characterization of a double-hit murine model of acute respiratory distress syndrome. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 41(10), 844-853. doi:10.1111/1440-1681.12283
150. Wagner, F., Ruckdeschel, G., Liedtke, H., Hofmann, G. O., & Bühren, V. (1998). Abbaugeschwindigkeit biodegradierbarer Osteosyntheseimplantate aus Polylactid bei bakterieller Kontamination *Hefte zur Zeitschrift „Der Unfallchirurg“* (pp. 111-117): Springer Berlin Heidelberg.
151. Wang G. I., Zhao K., Liu Z. et al.(2011). A meta-analysis of fluorodeoxyglucose-positron emission tomography versus scintigraphy in the evaluation of suspected osteomyelitis. *Nuclear Medicine Communications*. 32(12). 1134-1142
152. Weber, P., Diehl, P., Hofmann, G. O., Miethke, T., Schmitt-Sody, M., et al. (2008). Extrakorporale hydrostatische Hochdruckbehandlung als neues Verfahren zur Desinfektion

- infizierter Knochenpräparate / Extracorporeal high hydrostatic pressure as a new technology for the disinfection of infected bone specimens. *Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering*, 53(4), 190-198. doi:10.1515/bmt.2008.027
153. Wenter V., Albert N., L., Brendel M. et al (2016). (18F)FDG PET accurately differentiates infected and non-infected non-unions after fixation. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 44(3). 432-440
154. Wimmer, M. D., Randau, T. M., Petersdorf, S., Pagenstert, G. I., Weißkopf, M., et al. (2013). Evaluation of an interdisciplinary therapy algorithm in patients with prosthetic joint infections. *International Orthopaedics*, 37(11), 2271-2278. doi:10.1007/s00264-013-1995-1
155. Wolff, D., Kruis, C., Srivastava, S., Hofmann, G. O., & Bühren, V. (2004). Die retrograde Marknagelosteosynthese bei chronischer Knocheninfektion nach distalen Unterschenkelfrakturen - Behandlungskonzept bei Worst-Case-Situation. *Aktuelle Traumatologie*, 34(4), 166-170. doi:10.1055/s-2004-821098
156. Zmistowski, B., Della Valle, C., Bauer, T. W., Malizos, K. N., Alavi, A., et al. (2014). Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection. *The Journal of Arthroplasty*, 29(2), 77-83. doi:10.1016/j.arth.2013.09.040
157. Zöllner, B., & Glombitza, M. (2015). Multiresistente Keime in der Unfallchirurgie. *Trauma und Berufskrankheit*, 18(S1), 69-72. doi:10.1007/s10039-015-0035-3