

Ulf-Joachim Gerlach<sup>1</sup>

# Gelenkinfektion\*

## *Joint infections*

**Zusammenfassung:** Die Gelenkinfektion stellt eine schwerwiegende Komplikation dar und führt bei ausbleibender oder inadäquater Behandlung zur irreversiblen Gelenkerstörung. Ursächlich für eine Gelenkinfektion sind endogen-hämatogene und exogene Faktoren. In unserem Patientengut sind die Empyeme fast ausschließlich verursacht durch iatrogene Maßnahmen (arthroskopische Operationen, Punktionen, intraartikuläre Infektionen) oder als Folge gelenknaher Frakturen und penetrierender Verletzungen. Zur Diagnosestellung notwendig ist neben der Laboruntersuchung, Nativ-Röntgen und MRT-Untersuchung die Gelenkpunktion mit Direktabstrich. Die Leukozytenzahl ist zu bestimmen (Grenzwert: 25.000/ $\mu\text{l}$ ) und in der Gramfärbung mikroskopisch die Identifizierung möglicherweise vorliegender Bakterien. Beim akuten Gelenkempyem handelt es sich um einen unfallchirurgischen Notfall, der sofort operiert werden muss, da aufgrund der pathophysiologischen Vorgänge rasch irreversible Knorpelschäden auftreten. Das akute Empyem ist arthroskopisch zu behandeln. Von einem chronischen Empyem ist auszugehen, wenn die klinischen Symptome länger als 7 Tage bestehen. Die Behandlung des chronischen Empyems erfolgt durch Arthrotomie, Synovialektomie und Entfernung des einliegenden Fremdmaterials inklusive Kreuzbandersatz. Postoperativ ist von Beginn an eine intensive Übungsbehandlung notwendig, auch unter Einsatz von Schmerzkathetern. Die Verlegung in ein Zentrum für Septische Chirurgie ist sinnvoll.

*Schlüsselwörter:* akutes Empyem, arthroskopische Behandlung, chronisches Empyem, Arthrotomie

### Zitierweise

Gerlach UJ: Gelenkinfektion.  
OUP 2017; 12: 618–622 DOI 10.3238/oup.2017.0618–0622

**Abstract:** Joint infections can pose severe complications that result in irreversible joint destruction when treated inadequately. Reasons for joint infections consist in endogenous-haematological and exogenous factors. Our patients acquire their empyemas almost exclusively through iatrogenic measures (arthroscopic operations, punctures, intraarticular infections) or as a result of near joint fractures and penetrating injuries. To diagnose correctly, a joint puncture with a direct swab test is necessary in addition to laboratory examinations, x-ray and MRI examinations. The amount of leucocytes is to be determined (boundary value: 25.000/ $\mu\text{l}$ ) as well as a gram stain to identify existing bacteria. Acute joint infections are to be considered orthopaedic emergencies that have to be operated at once, since irreversible cartilage damage can result quickly due to the pathophysiological process. The acute joint empyema is to be treated arthroscopically. Clinical symptoms lasting more than 7 days indicate chronic empyemas. Chronic empyemas should be treated by arthrotomy, synovectomy and the removal of extraneous material including cruciate ligament replacements. Postoperatively, an immediate intensive physiotherapy is necessary, even under the use of pain catheters. The transfer to a center for septic surgery is advisable.

*Keywords:* acute empyema, arthroscopic treatment, chronic joint empyema, arthrotomy

### Citation

Gerlach UJ: Joint infections.  
OUP 2017; 12: 618–622 DOI 10.3238/oup.2017.0618–0622

## Einleitung

Eine Infektion eines Gelenks ohne einliegende Endoprothese führt unbehandelt zur Zerstörung des Gelenks.

Eine Gelenkinfektion ist definiert als Befall eines Gelenks durch pathogene Erreger, meistens Bakterien, mit einer sich anschließenden Entzündung. Pilzbedingte Gelenkinfektionen sind nur bei immungeschwächten Personen bekannt.

Für die Entstehung einer Gelenkinfektion sind exogene und endogene Ursachen zu unterscheiden [7]. Die endogenen Faktoren stellen nach Literatur [19] die häufigste Ursache für eine Gelenkinfektion dar. Meistens handelt es sich um hämatogene Streuung im Rahmen einer Bakteriämie. Die Infektion wird dann durch die Kombination von prädisponierenden Faktoren und Bakteriämie ausgelöst.

In unserem Patientengut überwiegen in 95 % die exogenen Faktoren. Als Ursache sind zu nennen gelenknahe Frakturen, vor allem gelenknahe offene Frakturen, oder perforierende Verletzungen. Häufigerer Grund für Gelenkinfektionen in unserem Patientengut sind diagnostische Arthroskopien und arthroskopische Operationen (Inzidenz 0,04–0,42 %) [2, 6, 20], Gelenkpunktionen, intra- oder paraartikuläre Injektio-

\*Aus der Sektion Knochen- und Weichteilinfektionen der DGOU, <sup>1</sup>Abteilung für Septische Unfallchirurgie und Orthopädie, BG-Klinikum Hamburg



**Abbildung 1a** Klinisches Bild eines akuten Schultergelenk-Empyems



**Abbildung 1b** Klinisches Bild eines akuten Empyems am Sternoclaviculargelenk

nen (Inzidenz 0,003–0,42 %) [1, 7, 10, 12] oder Arthrotomien (Inzidenz  $\leq 1$  %) [1, 8, 16]. Seltener sind Gelenkinfektionen bedingt durch paraartikulär fortgeleitete Infekte, wie z.B. eine verschleppte Bursitis.

Nach Eintritt eines bakteriellen Erregers in den Knieinnenraum kommt es zu einer intraartikulären Erregervermehrung und zur Anreicherung von Stoffwechselprodukten bzw. Toxin. Zu beobachten ist nach 24 Stunden die Freisetzung lysosomaler Enzyme, nach 48 Stunden klinischer Infektbeginn. Im Verlauf kommt es zur Freisetzung von Glucosaminen und Leukozytenproteinasen [11]. Nach 5 Tagen ist der Beginn der Knorpelzerstörung zu beobachten, welche nach 10 Tagen irreversibel ist. Bereits nach 3 Tagen kommt es zu einer Synoviahypertrophie, nach 11 Tagen zur Pannusbildung. Am 17. Tag nach Infektbeginn ist ein Kapseldurchbruch festzustellen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Arthroserate einen deutlichen Anstieg bereits am 3. Tag nach Beginn der Gelenkinfektion zeigt.

## Diagnosestellung

Die Diagnosestellung eines akuten Gelenkinfekts ist oft einfacher als die Diagnosestellung eines chronischen Gelenkinfekts.

Die akute Gelenkinfektion läuft klinisch viel eindrucksvoller, die bekanntesten klinischen Entzündungszeichen (Rubor/Calor/Dolor/Functio laesa) (Abb. 1) sind häufig und eindrucksvoll vorhanden. Die plötzlich aufgetretene schmerzhaft aufgehobene Beweglich-

keit des betreffenden Gelenks, verbunden mit erhöhten Temperaturen, ist typisch für die akute Gelenkinfektion. Bei der chronischen, schon lange Zeit bestehenden Gelenkinfektion können die klinischen Entzündungszeichen fehlen oder nur deutlich abgeschwächt vorhanden sein (Abb. 2). Für die Diagnostik wichtig ist eine genaue Anamneseerhebung mit Befragung nach vorausgegangenen, auch längere Zeit zurückliegenden Gelenkpunktionen oder intraartikulären Injektionen sowie durchgeführten Arthroskopien. Selbstverständlich muss auch nach Grunderkrankungen wie u.a. Diabetes mellitus, PCP, möglichen gelenkfernen Streuherden (Tonsillitis, Otitis, Harnwegsinfekt) oder immunsuppressiven Medikamenten gefragt werden. Vorliegende endogene, systemische Komorbiditäten wie Diabetes mellitus oder primär chronische Polyarthrit, Adipositas, Nikotin-, Drogen- und Alkoholabusus, konsumierende Erkrankungen, vorliegende Infektionserkrankungen, ein Lebensalter über 65 Jahre und immunmodulierende Medikamente erhöhen das Risiko der Infektentstehung. Differenzialdiagnostisch ist an Erkrankungen wie artikuläre Manifestation einer gastrointestinalen Infektion (Salmonellen, Yersinien, Shigellen, Campylobacter), einer Polyarthrit, einer aktivierten Arthrose, der Gichtarthropathie, einer Begleitinfektion einer viralen oder bakteriellen Erkrankung, einer Bursitis oder seltene Erkrankungen wie das hereditäre Mittelmeerfieber zu denken.

Die Laborparameter (Leukozyten/CRP/BSG) [17] zeigen nur bei einer vorliegenden Frühinfektion eine deutliche

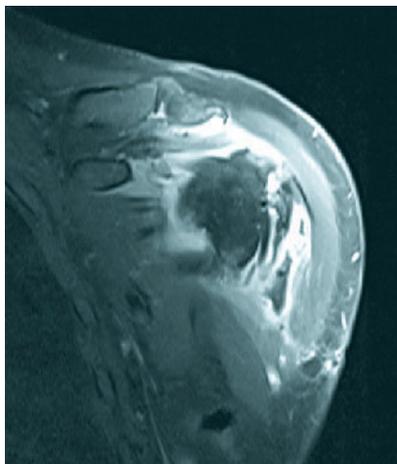
Erhöhung. Bei chronischen Gelenkinfektionen sind diese genannten Laborparameter wenig aussagekräftig, haben allenfalls hinweisenden Charakter.

Ein wichtiger Baustein in der Diagnostik der Gelenkinfektion ist die Gelenkpunktion. Die Inspektion des aspirierten Punktats lässt differenzialdiagnostische Überlegungen zu. Das Punktat kann serös, serös-flockig, trübe bis eitrig sein. Ein Teil des Gelenkpunktats sollte zur bakteriologischen Untersuchung in ein mikrobiologisches Labor verschickt werden. Ein weiterer Teil des Gelenkpunktats sollte unter Gramfärbung im Mikroskop untersucht werden. Zu überprüfen ist die Leukozytenzahl im Punktat. Bei Leukozyten im Punktat  $\geq 25.000/\mu\text{l}$  [5] ist von einem Infektgeschehen auszugehen. Sollte im Punktat der Erregernachweis gelingen, so wäre die Diagnose der Gelenkinfektion gestellt [21]. Bei klinisch eindeutiger OP-Indikation kann auf eine Gelenkpunktion verzichtet werden.

Als bildgebende Verfahren zur Diagnostik eines Kniegelenkinfekts sind die Röntgen-Nativuntersuchung, die Sonografie und die Kernspintomografie zu nennen. Die konventionelle Röntgenaufnahme zeigt im Frühinfekt keinen Hinweis auf entzündliche Veränderungen, mit Ausnahme von Lufteinschlüssen bei perforierenden Verletzungen oder bei einer Infektion mit gasbildenden Keimen. Eine Röntgenuntersuchung sollte bei einliegenden Implantaten durchgeführt werden, um eine mögliche Lockerung oder Dislokation auszuschließen. Bei der chronischen Gelenkinfektion zeigen sich Veränderungen wie Sequestrierung und Aufhellungen unterhalb des Knorpels, Defekte



**Abbildung 2 a, b** Klinische Bilder eines chronischen Empyems des Kniegelenks



**Abbildung 3** MRT bei chronischem Schultergelenkempyem mit Infekt des Humeruskopfs und Abszederungen in den Weichteilen

an der Knorpel-Knochen-Grenze, gelenknahe Knochendestruktionen, Luxations- oder Subluxationsstellung, Arthrose oder eine Ankylose [4]. Kernspintomografisch zeigt sich meist ein Ödem des angrenzenden Knorpels und der meist bereits klinisch bekannte Erguss [4, 15]. Die Synoviahypertrophie ist im MRT gut zu diagnostizieren (Abb. 3). Die Sonografie [4, 15, 14] kann den klinisch schon bekannten Gelenkerguss nachweisen, aber auch eine Synoviaverdickung lässt sich durch Ultraschall feststellen. Die CT-Untersuchung sowie die Drei-Phasen-Skelettszintigrafie haben in der Diagnostik einer Gelenkinfektion eine nachgeordnete Bedeutung [4, 15].

Zusammenfassend ist zu sagen, dass für die Diagnosestellung einer Gelenkinfektion die Anamnese, die klinischen Symptome, Laboruntersuchungen, die Gelenkpunktion und Sonografie bzw. MRT entscheidend sind. Die Nativ-Röntgenuntersuchung ist zur Diagnose der akuten Gelenkinfektion nicht geeignet.

### Therapie

Ziel der Therapie von Gelenkinfektionen ist die dauerhafte Infektberuhigung und der Erhalt eines stabilen Gelenks sowie der Erhalt einer belastungsfähigen Extremität. Die Mobilität des Patienten soll möglichst wiederhergestellt und die berufliche und soziale Wiedereingliederung ermöglicht werden. Die Therapie der akuten Gelenkinfektion unterscheidet sich von der Therapie der chronischen Infektion. Aufgrund der o.g. pathophysiologischen Veränderungen liegt eine akute Infektion dann vor, wenn die erstmalige Manifestation der klinischen Symptome bis zu 7 Tage besteht. Danach liegt per definitionem eine chronische Gelenkinfektion vor [11].

Die Behandlung von akuten Gelenkinfektionen stellt einen unfallchirurgischen Notfall dar! Die akute Gelenkinfektion bedarf der sofortigen operativen Intervention von einem darin erfahrenen Operateur.

Die Diagnosestellung einer Gelenkinfektion ist zu erzwingen, die Behandlung hat zeitnah, radikal und mit Konzept zu erfolgen. Verzögerungen in der Diagnostik oder eine insuffiziente Therapie führen zu einer ausbleibenden In-

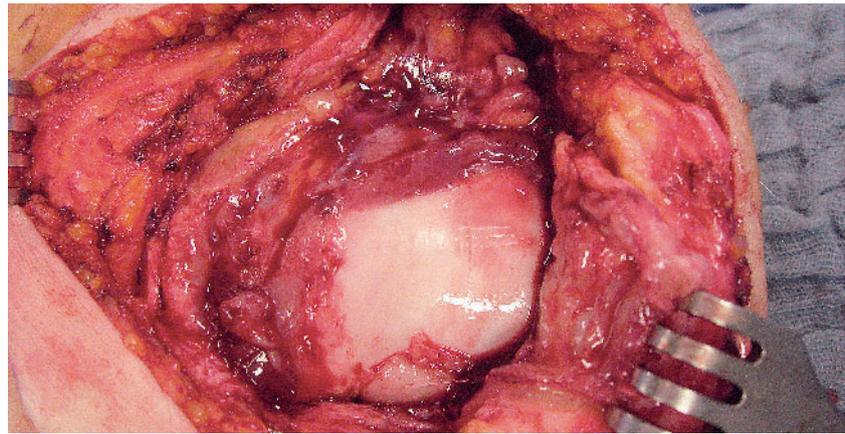
fektberuhigung mit desaströsen Folgen für den Patienten wie Chronifizierung des Infekts, Knorpeldestruktion und Ankylose. Die Aufarbeitung von 90 Patienten, die mit Schultergelenkempyem bei uns behandelt wurden, ergab vor Übernahme eine Dauer der Behandlung von durchschnittlich 123 Tagen mit durchschnittlich 5,5 (1 bis > 20) Vor-OP (ohne Primär-OP). Ähnliche Ergebnisse erbrachte die Analyse von 84 Patienten mit chronischem Kniegelenkempyem. Die durchschnittliche Dauer der Vorbehandlung vor Aufnahme bei uns lag bei diesem Patientenkollektiv bei durchschnittlich 90 Tagen (11–600 Tage) mit im Mittel 4,5 (0–12) durchgeführten Voroperationen.

Für den Behandlungserfolg ist das radikale chirurgische Vorgehen entscheidend. Die richtige Behandlung ist nicht nur davon abhängig, ob eine akute und chronische Infektion vorliegt, sondern auch von der Vorbehandlung und Infektausdehnung sowie dem Ausmaß der Gelenkschädigung. Bei der stadienadaptierten Behandlung [9, 13, 21] stehen das arthroskopische oder das offene Behandlungsverfahren zur Auswahl. Akute Empyeme werden arthroskopisch behandelt, chronische Empyeme in der Regel offen chirurgisch. Bereits offen vorbehandelte Empyeme werden offen weiterbehandelt, Gelenkinfektionen mit Infektion des gelenknahen Knochens können nicht arthroskopisch behandelt werden, auch hier ist eine offene Behandlung notwendig. Die arthroskopische Behandlung ist sinnvoll und indiziert bei akutem Empyem und Empyemen Stadium I und II nach Gächter

[18] (I: Synovialishyperämie und Erguss, II: Synovialishypertrophie, Eiteransammlung im Gelenk). Die Arthrotomie zur Behandlung einer Gelenkinfektion ist notwendig bei chronischem Empyem und bei Empyem Stadium III und IV nach Gächter (III: Synovialisschwamm und beginnender Knorpelschaden, IV: Synovialis“malignität“). Die arthroskopische Behandlung bedarf einer sorgfältigen Inspektion des Gelenks. Ein radikales Debridement [21, 9, 20] ist erforderlich, ebenso die Lavage mit mindestens 10 Liter Flüssigkeit und die Einlage von Antibiotikumträgern. Diese antibiotikumhaltigen Vliese können über den Arbeitstrokcar in das Gelenk eingebracht werden. Bei Infektion nach Vorderkreuzbandersatzplastik sollte die Erhaltung des Kreuzbandersatzes versucht werden, wenn dieses stabil einliegt [3]. Bei der Behandlung von akuten Empyemen kann in Abhängigkeit vom klinischen Befund und den Laborwerten eine geplante Second-look-Operation nach 48–72 Stunden sinnvoll sein. Typischerweise ist die operative Therapie bei dem akuten Gelenkinfekt dann erfolgreich, wenn der Patient postoperativ von einer Schmerzlinderung bei geändertem Schmerzcharakter und bei gebesserter Gelenkfunktion berichtet.

Bei fortgeschrittenen Gelenkinfektionen sollte, wenn die Behandlung arthroskopisch begonnen wurde, frühzeitig der Umstieg auf ein offenes Verfahren durchgeführt werden. Die Gefahr der Arthroskopie liegt darin, dass häufig das Problem unterschätzt wird. Es resultiert eine nicht ausreichend radikale Behandlung der Gelenkinfektion.

Beim offenen chirurgischen Vorgehen sollte die Arthrotomie so durchgeführt werden, dass das zu adressierende Gelenk adäquat radikal debridiert werden kann (Payr-Zugang am Kniegelenk, bilateraler Zugang zum Ellenbogengelenk und oberen Sprunggelenk). Am Schultergelenk ist zumindest bei chronischen Infektionen neben dem ventralen Zugang der dorsale Zugang erforderlich, um das notwendige radikale Debridement durchführen zu können. Ein Hüftgelenkempyem sollte stets offen chirurgisch über einen Zugang behandelt werden, nicht arthroskopisch. Bei der offenen chirurgischen Behandlung ist die radikale Synovialektomie (Abb. 4) notwendig. Begleitende Infektionen von gelenknahem Knochen



**Abbildung 4** Hypertrophe Synovia bei chronischem KG-Empyem



**Abbildung 5** Entfernter infizierter VKB-Ersatz

müssen durch radikale Sequestrektomie in gleicher Sitzung mitbehandelt werden [18, 23]. Bei septischer Nekrose des Hüftkopfs oder des Humeruskopfs ist eine Resektionsarthroplastik erforderlich. Einliegende Implantate und vorhandener Kreuzbandersatz müssen entfernt werden (Abb. 5). Nach radikalem Debridement erfolgt die Einlage lokaler resorbierbarer Antibiotikumträger. Das Gelenk wird verschlossen, entnommenes Gewebematerial zur bakteriologischen und histologischen Untersuchung verschickt. Eine kurzfristige systemische Antibiose (7–10 Tage) ist postoperativ erforderlich.

Die postoperative Physiotherapie ist entscheidend und unerlässlich [21]. Zunächst unter ausreichender Schmerzmedikation, ggf. auch unter Schmerzkatheterbehandlung, erfolgt die Umlagerung auf einer Kirschnerschiene, später die Behandlung mit der Motorschiene und aktive Übungsbehandlung. Hilfsmittel-

versorgung, ggf. Einleitung berufshelferischer Maßnahmen können im Verlauf notwendig werden. Die begonnene Physiotherapie sollte unbedingt auch nach Entlassung aus der stationären Behandlung fortgeführt werden. Am Hüft- und Schultergelenk kann zweizeitig, bei sicherer Infektberuhigung nach 4–6 Wochen die Implantation einer entsprechenden Endoprothese erfolgen.

## Zusammenfassung

Bei Verdacht auf Gelenkinfektionen ist eine Diagnose zu erzwingen. Eine akute Gelenkinfektion stellt einen unfallchirurgischen Notfall dar.

Die Behandlung hat stadienadaptiert zu erfolgen, entweder arthroskopisch oder offen chirurgisch. Für den Behandlungserfolg ist das radikale chirurgische Vorgehen entscheidend. Bei fortgeschrittenen Gelenkinfektionen sollte, wenn ar-

throskopisch begonnen wurde, frühzeitig der Umstieg auf ein offenes Verfahren durchgeführt werden. Die Gefahr der Arthroskopie liegt darin, dass häufig das Problem unterschätzt wird. Bei chronischem oder voroperiertem Empyem ist das offene Vorgehen erforderlich, hier ist ein arthroskopisches Vorgehen nicht sinnvoll. Die Synovektomie hat radikal zu erfolgen. Entscheidend für die Infektberuhigung ist das radikale operative Vorgehen. Die Einlage lokaler Antibiotikumträger und die kurzzeitige systemische Antibiose sind unterstützend und entbinden nicht von der Notwendigkeit einer radikalen chirurgischen Behandlung.

Nach operativer Behandlung ist der sofortige Beginn einer intensiven Übungsbehandlung unerlässlich für das funktionelle Ergebnis.

Bei weitgehender Gelenkerstörung und/oder persistierender Instabilität ist die Arthrodesse indiziert.

Gelenkinfektionen werden nicht selten zu spät erkannt und nicht suffizient chirurgisch behandelt. Konsequenz hieraus sind lange Krankheitsverläufe mit vielen frustranen Vor-OPs und ein schlechteres funktionelles Ergebnis. Das Heilverfahren und der Zeitraum der Arbeitsunfähigkeit dauern länger an, es resultiert in der Regel eine

höhere MdE (Minderung der Erwerbsfähigkeit). Sinnvoll ist deswegen die frühzeitige Verlegung in ein Septisches Zentrum. 

**Interessenkonflikt:** Keine angegeben

#### Korrespondenzadresse

Dr. Ulf-Joachim Gerlach  
Abteilung für Septische Unfallchirurgie  
und Orthopädie  
BG-Klinikum Hamburg  
Bergedorfer Str. 10  
21033 Hamburg  
u.j.gerlach@bgk-hamburg.de

## Literatur

- Anders G: Gelenkpunktionen und intraartikuläre Injektionen in ambulanten orthopädischen Einrichtungen. Beitr Orthop Traumatol 1984; 31: 419–425
- Armstrong RW, Bolding F, Joseph R: Septic arthritis following arthroscopy: Clinical syndromes and analysis of risk factors. Arthroscopy 1992; 8: 213–223
- Attmanspacher W, Dittrich V, Stedtfeld W: Behandlungsstrategie beim Kniegelenkinfekt nach vorderer Kreuzbandplastik. Arthroscopie 1997; 10: 318–322
- Braunschweig R, Bergert H, Kluge R, Tiemann AH: Bildgebende Diagnostik bei Osteitis/Osteomyelitis und Gelenkinfekten. Z Orthop Unfall 2011; 149: 436–448
- Chapman MW: Chapman's Orthopaedics, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott, 2001: S. 1800
- D'Angelo GL, Ogilvie-Harris DJ: Septic arthritis following arthroscopy, with cost/benefit analysis of antibiotic prophylaxis. Arthroscopy 1988; 4: 10–14
- Diefenbeck M, Abitzsch D, Hofmann GO: Die Gelenkinfektion. Bekanntes und neue Trends. Unfallchirurg 2012; 115: 489–495
- Dittrich V, Attmanspacher W, Stedtfeld HW: Gelenkinfektionen. Chirurg 2002; 73: 959–967
- Gächter A: Gelenkinfekt: Arthroskopische Spülbehandlung – Hints und Tricks. Arthroscopie 1994; 7: 98–101
- Gray RG, Gottlieb NL: Intra-articular corticosteroids. An updated assessment. Clin Orthop Relat Res 1983; 177: 235–263
- Heppert V, Glatzel U, Wagner Ch, Wentzensen A: Komplikationsmanagement bei infizierten Kniegelenken. Trauma Berufskrankh 2002; 4: 63–71
- Holland Ch, Jaeger L, Smentkowski U, Weber B, Otto Ch: Septische und aseptische Komplikationen in Verbindung mit Kortikoid-Injektionen: Eine Auswertung von 278 einschlägigen Fällen der Gutachterkommissionen und Schlichtungsstellen der Jahre 2005–2009. Dtsch Arztebl Int 2012; 109: 425–430
- Jerosch J: Akuter Gelenkinfekt. Orthopäde 2004; 33: 1309–1320
- Jerosch J, Prymka M: Arthroskopische Therapie der septischen Arthritis – Operative Technik und Ergebnisse. Unfallchirurg 1998; 101: 454–460
- Linke R, Weidemann H, Militz M: Bildgebende Diagnostik der Osteitis. Szintigraphie, PET oder MRT? Trauma Berufskrankh 2009; 11(Suppl 2): 193–202
- Piolo MH, Mandell PF: Septic Arthritis. Rheum Dis Clin North Am 1997; 23: 239–258
- Riel KA, Primbs J, Bernett P: Arthroskopische Überlaufspüldrainage bei akuter postoperativer Kniegelenksinfektion – Langzeitergebnisse. Chirurg 1994; 65: 1023–1027
- Schmidt HGK, Gerlach UJ, Hadler D, Wurm M: Therapie des posttraumatischen Ellengelenkempyems. Trauma Berufskrankh 2003; 5: 55–64
- Simank HG, Wadi B, Bernd L: Gelenkempyeme. Orthopäde 2004; 33: 327–331
- Smith NC: Complications in arthroscopic surgery performed by experienced arthroscopists. Arthroscopy 1987; 4: 215–221
- Stutz G, Gächter A: Diagnostik und stadiengerechte Therapie von Gelenkinfekten. Unfallchirurg 2001; 104: 682–686
- Stutz G, Kuster MS, Kleinstuck F, Gächter A: Arthroscopic management of septic arthritis: stages of infections and results. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2000; 8: 270–274
- Walenkamp GH, Kleijn LL, Leeuw M de: Osteomyelitis treated with gentamicin-PMMA beads. Acta Orthop Scand 1998; 69: 518–522