



Epidemiologie und Prophylaxe periprothetischer Infektionen

Der künstliche Gelenkersatz soll durch Funktionsverbesserung und Schmerzreduktion die Lebensqualität der Patienten verbessern. Doch periprothetische Infektionen stellen sowohl für die betroffenen Patienten als auch für die Gesellschaft eine große Belastung dar – persönlich wie ökonomisch. Durch prä-, peri- und postoperative prophylaktische Maßnahmen kann die Anzahl dieser Infektionen vermindert werden.

Epidemiologie

Der periprothetische Infekt (PPI) stellt nicht nur für den betroffenen Patienten selbst, sondern auch für die Gesellschaft eine große Belastung dar [13, 14, 17, 18, 28]. Der enorme logistische und finanzielle Aufwand für die Behandlung trägt mittlerweile sogar zum starken Wachstum der Gesundheitsbranche als Top-Wachstumsmotor der Volkswirtschaft bei. Die jüngsten Markteinführungen kommerziell erhältlicher hochspezifischer Diagnostika und präventiver als auch therapeutischer Lösungsansätze über die Antibiotikagabe hinaus spiegelt konkret das große Interesse der Medizinindustrie wieder.

Der künstliche Gelenkersatz hat das unmittelbare Ziel, die Lebensqualität durch Verbesserung der Funktion und Schmerzreduktion oder -elimination wiederherzustellen und somit die Alltags- und Berufsfähigkeit zu erhalten. Er gilt mittlerweile als chirurgisches Standardverfahren mit guten bis sehr guten Langzeitergebnissen an Hüfte, Knie und zunehmend auch an der Schulter. Demzufolge steigt die Anzahl der durchgeführten künstlichen Gelenkersätze stetig. In den USA beispielsweise ist ein Wachstum von Primärimplantationen

mit 332.000 Hüft-TEPs und 719.000 Knie-TEPs im Jahr 2010 auf hochgerechnete 572.000 Hüft-TEPs und 3,48 Mio. Knie-TEPs im Jahr 2030 zu verzeichnen [13]. In Europa zeigen insbesondere die seit vielen Jahren konsequent geführten nordischen Endoprothesenregister (Dänemark, Schweden und Norwegen) einen stetigen Anstieg von Primärimplantationen mit Überwiegen der Hüft- (1995–2006: 280.201) gegenüber der Knieendoprothetik (1997–2010: 151.814) [12, 24]. In Deutschland werden derzeit jährlich gut 390.000 primäre Hüft- und Knie-TEPs eingesetzt [Quelle: Deutsches Endoprothesenregister]. Der Ersatz anderer Großgelenke wie Schulter-, Sprung- und Ellenbogengelenk nimmt ebenso zu.

» Das höchste Infektrisiko besteht in den ersten 2 Jahren nach Implantation

Mit dem kontinuierlichen Zuwachs an Primärimplantationen steigt ebenso die absolute Anzahl infektbedingter operativer Endoprothesenrevisionen mit medizinischen Begleit- und Folgemaßnahmen über die Jahre stetig. Die Inzidenz selbst ist trotz fortschreitender medizinischer Entwicklung und verbessertem Outcome bemerkenswerterweise konstant oder sogar steigend [11, 28]. Hierfür werden mehrheitlich die Zunahme von Morbidität und PPI-spezifischen Risikofaktoren der Patienten verantwortlich gemacht [18, 28]. In den USA nahm die Inzidenz des PPI bei implantierten Hüft-TEPs von 1,99 auf 2,18 % und bei Knie-TEPs von 2,05 auf 2,18 % im Zeitraum von 2001 bis 2009 zu [17]. Auch das nordische Endoprothesenregister verzeichnet einen Anstieg der kumulativen 5-Jahres-Revisionsrate der Hüft-TEPs bei

PPI von 0,46 % (1995 bis 1999) auf 0,71 % (2005 bis 2009) [7]. Das höchste Infektrisiko besteht innerhalb der ersten 2 Jahre nach Implantation (70 %) [28]. Bei Schulter- und Ellenbogenendoprothetik gibt es deutlich weniger belastbare Zahlen aufgrund nahezu fehlender Registerdaten. Gemäß monozentrischen Studien oder systematischen Übersichtsarbeiten wird die Inzidenz des PPI bei primärer Schulterendoprothetik mit 0,8 bis 1,1 % angegeben [28]. Die Ellenbogenendoprothetik hingegen ist, bei allerdings deutlich schwächerer Studienlage, mit einem höheren Infektrisiko von bis zu 3,3 % vergesellschaftet. Als ursächlich werden die höhere Anzahl an rheumatischen Erkrankungen und die geringere Weichteildeckung des Ellenbogens angesehen [28].

Mit steigender Anzahl infektbedingter Endoprothesenrevisionen bei stagnierender oder sogar leicht zunehmender Inzidenz und wachsender Morbidität, gepaart mit infektpersistierenden Risikofaktoren, nimmt auch die volkswirtschaftliche Belastung sprunghaft zu [13, 14, 17, 18]. Das amerikanische Gesundheitssystem verzeichnete 2009 in Zusammenhang mit PPI eine Ausgabe von 566 Mio. USD mit zu erwartendem Anstieg bis 2020 auf 1,62 Mrd. USD [14, 17]. Aufgrund nur erfasster stationärer Behandlungskosten sind diese Zahlen tendenziell deutlich nach oben zu korrigieren [13, 14, 18, 28]. Die individuellen Behandlungskosten können dabei drastisch variieren, bezogen auf die Anzahl an operativen Revisionen mit ggf. ein- oder zweizeitigem Implantatwechsel und Art und Dauer der Antibiose in Abhängigkeit vom jeweiligen Resistenzspektrum. Grundsätzlich gilt jedoch, dass die Kosten septischer Revisionen die der aseptischer Revisionen deutlich übersteigen und komplexe interdisziplinäre

Behandlungsstrategien bei Revisionsimplantaten und resistenten Erregern als am kostenintensivsten gelten [13, 17]. Therapieregime mit ein- oder zweizeitigem Implantatwechsel sind durchschnittlich ca. 3,4- bis 6-fach kostenintensiver als die Primärimplantation selbst [13, 18, 22, 29].

Die Erfassung der Risikofaktoren für den PPI ist maßgeblich für die Entwicklung und Festlegung präventiver Strategien [14, 18, 25]. Es gilt dabei für eine korrekte Prävention ohne unnötige zeitaufwendige und kostenintensive Umwege insbesondere änderbare von nicht änderbaren Faktoren zu unterscheiden [5]. Die Literatur unterscheidet hier zwischen Endoprothetik an Hüfte oder Knie und der Endoprothetik an der Schulter. Für Hüfte und Knie zeigt die Mehrheit der Studien bei einem Körpergewicht ab Adipositas Grad II nach WHO (BMI > 35) ein deutlich erhöhtes Infektrisiko, mutmaßlich bedingt durch verlängerte Operationszeiten und entsprechende Komorbiditäten [5, 28]. Demgegenüber ist ein BMI < 25 aufgrund von Mangelernährung und geschwächter Immunabwehr ebenso mit einem erhöhten Infektrisiko vergesellschaftet [18]. Diabetes mellitus sowie die infolge auftretende – aber auch als eigenständiger Risikofaktor geltende – perioperative Hyperglykämie fördern ebenso das Infektrisiko [14].

» Das Risiko für PPI ist nach Revisionsartoplastik höher

Als weitere gesicherte PPI-Risikofaktoren gelten medikamentös bedingte Immunsuppression, maligne Erkrankungen und rheumatoide Arthritis, verdächtig werden zudem IL-6- und TNF- α -unterdrückende Rheumamedikamente [2]. Das Risiko für PPI ist generell höher nach Revisionsartoplastik als nach Primärendoprothetik, wahrscheinlich durch reduzierte Weichteilverhältnisse, verlängerte Operationsdauer und nicht erkanntem Infekt bei der Revision [2, 28].

Als bisher nicht ausreichend bestätigte Risikofaktoren für PPI gelten vorangegangene systemische oder lokale (bakterielle Arthritis) Infektionen, männliches Geschlecht und Nikotinabusus

[2, 5, 14, 18, 28]. Perioperative Risikofaktoren sind unter anderem eine verlängerte Operationsdauer mit einem 9-prozentigen Anstieg des Infektrisikos alle zusätzlichen 15 min Operationszeit, begleitende Infektionen (z. B. von Lunge oder Harnwegen) sowie Metall-Metall-Gleitpaarungen [5]. Als postoperative Komplikationen mit erhöhtem Infektrisiko gelten eine gestörte Wundheilung (oberflächliche Wundinfektionen, Wunddehiszenzen), Hämatome, Myokardinfarkt, allogene Bluttransfusionen. Hinsichtlich PPI-Risikofaktoren der Schulter- und Ellbogenendoprothetik ist die Studienlage deutlich schwächer. Als wesentlicher Risikofaktor ist hier die vorangegangene Verletzung des betroffenen Gelenks zu nennen [28].

Die periprothetische Infektion wird also von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Strukturierte und evidenzbasierte Strategien zur Prophylaxe von periprothetischen Infektionen sollten standardmäßig zur Anwendung kommen. Man kann zwischen präoperativer, perioperativer und postoperativer Prophylaxe unterscheiden.

Präoperative Prophylaxe

Im Rahmen der präoperativen Vorbereitungen vor einem elektiven endoprothetischen Eingriff sollten vor allem die endogenen Risikofaktoren des Patienten minimiert werden. Zum Beispiel haben Diabetiker signifikant erhöhte Infektionsraten nach orthopädischen Eingriffen. Prä- und postoperative Blutglukosespiegel korrelieren mit der Infektionswahrscheinlichkeit. Hyperglykämien von mehr als 200 mg/dl erhöhen das Risiko signifikant. Eine Optimierung der Blutzuckermedikation und ein Monitoring durch Langzeitmarker wie dem HbA_{1c} sollten durch den Hausarzt vor einem geplanten endoprothetischem Eingriff erfolgen [20].

Ein BMI zwischen 27–31 erhöht das Risiko für postoperative Wundheilungsstörung um das 4-fache, ein BMI > 31 um das 8-fache [3]. Aktuelle Metaanalysen belegen jedoch, dass Adipositas nur in der Hüftgelenkendoprothetik einen evidenzbasierten Risikofaktor darstellt. [1]. Durch die verlängerte Operationszeit ist dies auch im Rahmen der Kniegelenks-

endoprothetik vorstellbar, bisher jedoch nicht ausreichend belegt. Eine Gewichtsreduktion und Ernährungsberatung kann im Vorfeld im Rahmen der ambulanten konservativen Arthrosetherapie eingeleitet werden.

Eine Immunsuppression des Patienten erhöht das Risiko des PPI. Gerade Rheumatiker und Patienten mit einer Kortisondauertherapie sind hiervon besonders betroffen. Es ist sinnvoll, in enger Zusammenarbeit mit dem behandelnden Rheumatologen die Dosis der DMARD (Disease-Modifying Antirheumatic Drugs) präoperativ anzupassen oder zu pausieren. Bei Immunsuppressionen durch onkologische Erkrankungen ist das Risiko individuell präoperativ abzuschätzen und der Operationszeitpunkt interdisziplinär festzulegen.

Alkohol- und Nikotinabusus sind als generelle Risikofaktoren bezüglich der Entwicklung von postoperativen Wundheilungsstörungen zu sehen. Laut Studienlage kommt es hierdurch zu einer Veränderung der Zytokinausschüttung, einer peripheren Vasokonstriktion und einer Veränderung der Granulozytenfunktion. Eine Nikotinabstinenz von 30 Tagen verbessert die postoperativen Ergebnisse signifikant [26]. Es gilt: je länger, desto besser.

Infektionen wie z. B. ein Harnwegsinfekt oder chronische Infektionen der Haut und des Unterhautgewebes sollten zum Operationszeitpunkt ausgeheilt sein, auch wenn sie nicht im Operationsgebiet liegen. Sogar eine asymptomatische Bakteriurie geht mit einer erhöhten Anzahl an periprothetischen Infektionen einher [27].

Eine MRSA-Kolonisation im Nasen-Rachen-Raum steigert signifikant das Risiko von Wundheilungsstörungen im Allgemeinen, ein signifikant erhöhtes Risiko eines PPI konnte jedoch bislang nicht nachgewiesen werden. Eine konsequente Behandlung und ein Screening von Risikogruppen sollten im Rahmen der ambulanten Operationsvorbereitung erfolgen. Die nasale MRSA-Eradikation senkt das Risiko für Wundheilungsstörungen um bis zu 66 % [4]. Des Weiteren sollte die präoperative Hospitalisationsdauer möglichst gering gehalten werden, das Risiko für post-

operative Infektionen steigt mit der Dauer des präoperativen Aufenthalts. Als Hypothese scheint eine Kolonisation durch Kontakt mit anderen Patienten, Ärzten und Pflegepersonal ursächlich zu sein [6].

Perioperative Prophylaxe

Die präoperative Rasur des Operationsgebietes sollte auf keinen Fall durch den Patienten selbst erfolgen. Beste Ergebnisse zeigen Kürzung der Haare im Operationsgebiet auf Hautniveau mittels elektrischem Rasierapparat kurz vor der Operation. Nassrasuren durch den Patienten selbst sind zu vermeiden, am ungünstigsten ist eine Rasur 24 h bzw. 48 h präoperativ.

Die perioperative Antibiotikaphylaxe (PAP) ist gemäß den Leitlinien der Paul-Ehrlich-Gesellschaft für endoprothetische Eingriffe ausdrücklich empfohlen [30]. Das Antibiotikum sollte grundsätzlich einen großen Teil der Hautflora abdecken (Staphylokokken/Streptokokken). In Europa erfolgt die PAP meist durch ein Cephalosporin der 2. oder 3. Generation. Besonders auf das Timing der PAP ist zu achten, um im Operationsgebiet einen ausreichenden Wirkspiegel und somit die minimale Hemmkonzentration zu erreichen. Abhängig von der Halbwertszeit des Antibiotikums sollte die Gabe ca. 2 h bis 30 min vor der Operation intravenös verabreicht werden. Eine Zweitgabe während der Operation ist bei langer Operationsdauer (länger als die HWZ) oder größerem Blutverlust angezeigt. Die Fortführung der Antibiotikaphylaxe über eine Dauer von >24 h ist nicht sinnvoll. Bei Revisionseingriffen oder MRSA-Trägern kann eine Prophylaxe mit Glykopeptiden indiziert sein. Für Wundinfektionen und/oder periprothetische Infektionen sind in den meisten Fällen Keime der Hautflora verantwortlich [9]. Zur präoperativen Hautdesinfektion des Operationsgebietes stehen verschiedenste Präparate auf Alkohol- und Jod-Basis zur Verfügung. Eine Metaanalyse zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Antiseptika [9], neue Studien beschreiben jedoch leichte Vorteile bei Chlorhexidin-haltigen Präparaten [8].

Die Verwendung von Inzisionsfolien zur perioperativen Prophylaxe

Orthopäde DOI 10.1007/s00132-015-3187-8
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

I.J. Banke · R. von Eisenhart-Rothe · H.M.L. Mühlhofer

Epidemiologie und Prophylaxe periprothetischer Infektionen

Zusammenfassung

Hintergrund. Der periprothetische Infekt (PPI) stellt nicht nur für den betroffenen Patienten und den behandelnden Orthopäden sondern auch für die gesamte Gesellschaft eine große Belastung dar. Durch die stetige Zunahme primärer Gelenkersatzoperationen in einer alternden Gesellschaft nimmt auch die Anzahl der PPI zu.

Ziel der Arbeit. Die vorliegende Arbeit gibt eine detaillierte Übersicht über die Epidemiologie und Prophylaxe des PPI.

Methode. Es wurde eine selektive Literaturrecherche zur Epidemiologie, zu Risikofaktoren und zur Prophylaxe des PPI durchgeführt.

Ergebnisse. Die absolute Anzahl an Primärimplantationen und infektbedingten Endoprothesenrevisionen steigt kontinuierlich. Trotz medizinischem Fortschritt ist dabei die Inzidenz des PPI gleichbleibend. Steigende Morbidität der Patienten und Zunahme spezifischer Risikofaktoren scheinen hierfür hauptverantwortlich. Grundsätzlich werden endogene und exogene Risikofaktoren unterschieden. Zu den endogenen Risikofaktoren zählen z. B. Diabetes

mellitus, Adipositas, Immunsuppression und maligne Erkrankungen. Exogene Risikofaktoren sind z. B. eine verlängerte Operationszeit, Bluttransfusionen und intraoperative Hypothermie. Die Ausstattung des Operationssaals oder die Verwendung von Jod-Inzisionsfolien scheint keinen Einfluss auf die Inzidenz des PPI zu haben.

Ausblick. Durch steigende Anzahl an Endoprothesenprimärimplantationen bei gleichbleibender PPI-Inzidenz ist von einer Zunahme der absoluten Anzahl an PPI in den nächsten Jahren auszugehen. Insbesondere im Hinblick auf die gesamtgesellschaftlichen Kosten, die die Behandlung des PPI mit sich bringt, wird die Prophylaxe des PPI weiter in den Mittelpunkt rücken. Patienteneigene Risikofaktoren sollten präoperativ durch den Hausarzt und den Orthopäden optimiert werden.

Schlüsselwörter

Antibiotika · Periprothetischer Infekt · Epidemiologie · Prophylaxe · Risikofaktoren

Epidemiology and prevention of prosthetic joint infection

Abstract

Background. Prosthetic joint infection (PJI) is challenging for patients and orthopedic surgeons and represents a great economic burden to the health care system. The growing number of primary and revision arthroplasty procedures in an aging society with demographic changes will increase the number of PJIs in the future.

Aim. This article presents an overview of the epidemiology and prevention of PJI.

Method. A selective literature review was performed focusing on evidence-based epidemiology, risk factors, and prevention of PJI.

Results. The total number of primary arthroplasty and septic revision procedures is increasing. The incidence of PJI is constant, although surgical techniques have improved over the years, with a multitude of possible preventive procedures for use before surgical treatment. This is most likely due to the increasing comorbidities and individual risk factors of the patient. Both endogenous and exogenous risk factors are known to be associated with PJI. Endogenous risk factors in-

clude diabetes, obesity, immunosuppression, oncological diseases, rheumatoid arthritis, previous or chronic infections, and bacteriuria. Exogenous risk factors include the extended duration of the operation, blood transfusion, and hypothermia. However, the facilities in the operating theatre or the use of iodine-impregnated incision drape seem to have no influence on the incidence of PJI.

Prospect. The increasing number of arthroplasty procedures and the static incidence of PJI will result in an increase in the total number of PJIs in the next few years. In particular, the costs to the health care system of the treatment of PJI will emphasize further the need for the prevention of PJI. Individual risk factors should be optimized before arthroplasty requiring a close cooperation between the general practitioner and the orthopedic specialist.

Keywords

Antibiotics · Periprosthetic joint infection · Epidemiology · Prophylaxis · Risk factors

wird kontrovers diskutiert. Jodierte Inzisionsfolien führen zu einer Reduktion der Keimflora [23]. Eine signifikante Reduktion von periprothetischen Infektionen durch jodierte Inzisionsfolien konnte auch in Metaanalysen nicht bestätigt werden, es gibt jedoch Hinweise auf erhöhte Wundinfektionen bei Verwendung nicht jodierter Folien [31].

Es besteht eine positive Korrelation zwischen der intraoperativen Gabe von Erythrozytenkonzentraten und PPI [16]. Aus diesem Grund sollte jede Anämie im Vorfeld abgeklärt und behandelt werden. Hauptgründe hierfür sind akute oder chronische Blutungen im Gastrointestinaltrakt, Eisenmangel, Niereninsuffizienz sowie entzündliche und neoplastische Prozesse.

Intraoperativ ist die Normothermie des Patienten anzustreben, hypotherme Phasen erhöhen das Infektrisiko [15]. Die Verwendung von Thermoluftdecken führt nicht, wie lange Zeit angenommen, zu erhöhten aerogenen Wundkontaminationen [19].

Ob die Ausstattung eines Operationsaals mit einem Laminar(Air)-Flow-System das Risiko von periprothetischen Infektionen vermindert, ist umstritten. Verschiedene Studien beschreiben eine Reduktion, andere einen Anstieg der Infektionsraten. Steigende Operationsdauer und sinkende Anzahl an Operationen pro Jahr pro Operateur sind jedoch signifikant mit erhöhtem PPI-Risiko verbunden [25].

Postoperative Prophylaxe

Der optimale Zeitpunkt für den ersten Verbandwechsel ist 24 bis 48 h nach der Operation. Dieser sollte unter möglichst keimarmen Bedingungen durchgeführt werden. Im Hinblick auf die Drainageeinlage konnte kein Unterschied bei Patienten mit oder ohne Drainage festgestellt werden. Ein Vor- oder Nachteil intraoperativ eingelegter Drainagen besteht nicht und unterliegt der Vorliebe des Operateurs [21, 32]. Bei Diabetiker sollte gerade postoperativ der Blutzuckerspiegel engmaschig kontrolliert werden, Blutzuckerspitzen von mehr als 200 mg/dl sind zu vermeiden [20].

Fazit für die Praxis

- Der periprothetische Infekt (PPI) stellt für den betroffenen Patienten und die gesamte Volkswirtschaft eine große Belastung dar.
- Die Anzahl an Primärimplantationen und infektbedingten Endoprothesenrevisionen steigt kontinuierlich.
- Trotz fortschreitender medizinischer Entwicklung ist die Inzidenz des PPI über die letzten Jahrzehnte stagnierend oder tendenziell steigend, mutmaßlich durch Zunahme von Morbidität und infekt-spezifischen Risikofaktoren der Patienten.
- Das Abfragen verschiedener Datenquellen chirurgisch behandelter PPI resultiert in einer bis zu 40 % höheren Inzidenz als die standardisierte Analyse nationaler und patientengestützter Endoprothesenregister alleine.
- Therapieregime mit mehrzeitigem Implantatwechsel und komplexem Antibiotikaregime können über 6-mal kostenintensiver sein als die Primärimplantation.
- Die weitere Erfassung von PPI-Risikofaktoren ist wesentlich für die Entwicklung präventiver Strategien.
- Die vorangegangene Gelenksverletzung stellt an der Schulter einen eigenen Risikofaktor dar.

Korrespondenzadresse



Dr. I.J. Banke
Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie,
Klinikum rechts der Isar der TU München
Ismaninger Str. 22
81675 München
ingo.banke@mri.tum.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. I.J. Banke, R. von Eisenhart-Rothe und H.M.L. Mühlhofer geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. AAOs (2010) The diagnosis of periprosthetic joint infections of the hip and knee: guideline and evidence report. 1–294
2. Bongartz T, Halligan CS, Osmon DR et al (2008) Incidence and risk factors of prosthetic joint infection after total hip or knee replacement in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 59:1713–1720
3. Choban PS, Heckler R, Burge JC (1995) Increased incidence of nosocomial infections in obese surgical patients. *Am Surg* 61:1001–1005
4. Cimochoowski GE, Harostock MD, Brown R et al (2011) Intranasal mupirocin reduces sternal wound infection after open heart surgery in diabetics and nondiabetics. *ATS* 71:1572–1579
5. Crowe B, Payne A, Evangelista PJ et al (2015) Risk factors for infection following total knee arthroplasty: a series of 3836 cases from one institution. *J Arthroplasty* 1–4. doi:10.1016/j.arth.2015.06.058
6. Cruse P (1980) The epidemiology of wound infection, a 10-year prospective study of 62,939 wounds. *Surg Clin North Am* 60:27–40
7. Dale H, Fenstad AM, Hallan G et al (2012) Increasing risk of prosthetic joint infection after total hip arthroplasty. *SORT* 83:449–458
8. Dumville JC, McFarlane E, Edwards P et al (2013) Preoperative skin antiseptics for preventing surgical wound infections after clean surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 3:CD003949
9. Edwards PS, Lipp A, Holmes A (2004) Preoperative skin antiseptics for preventing surgical wound infections after clean surgery. *Cochrane Database Syst Rev* CD003949
10. Eiff von C, Becker K, Machka K et al (2001) Nasal carriage as a source of *Staphylococcus aureus* bacteremia. Study Group. *N Engl J Med* 344:11–16
11. Gundtoft PH, Overgaard S, Schonheyder HC et al (2015) The „true“ incidence of surgically treated deep prosthetic joint infection after 32,896 primary total hip arthroplasties. *Acta Ortho* 86:326–334
12. Havelin LI, Fenstad AM, Salomonsson R et al (2009) The nordic arthroplasty register association. *Acta Orthop* 80:393–401
13. Kamath AF, Ong KL, Lau E et al (2015) Quantifying the burden of revision total joint arthroplasty for periprosthetic infection. *J Arthroplasty* 1–6. doi:10.1016/j.arth.2015.03.035
14. Kapadia BH, Berg RA, Daley JA et al (2015) Review Periprosthetic joint infection. *Lancet* 1–9. doi:10.1016/S0140-6736(14)61798-0
15. Kluytmans J, Voss A (2002) Prevention of postsurgical infections: some like it hot. *Curr Opin Infect Dis* 15:427–432
16. Kulier A, Gombotz H (2001) Perioperative Anämie. *Anaesthesist* 50:73–86
17. Kurtz SM, Lau E, Watson H et al (2012) Economic burden of periprosthetic joint infection in the United States. *J Arthroplasty* 27(8 Suppl):61–65
18. Lamagni T (2014) Epidemiology and burden of prosthetic joint infections. *J Antimicrob Chemother* 69(Suppl 1):i5–i10
19. Moretti B, Larocca AMV, Napoli C et al (2009) Active warming systems to maintain perioperative normothermia in hip replacement surgery: a therapeutic aid or a vector of infection? *J Hosp Infect* 73:58–63
20. Mraovic B, Suh D, Jacovides C, Parvizi J (2011) Perioperative hyperglycemia and postoperative infection after lower limb arthroplasty. *J Diabetes Sci Technol* 5:412–418

-
21. Niskanen RO, Korkala OL, Haapala J et al (2000) Drainage is of no use in primary uncomplicated cemented hip and knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Arthroplasty* 15:567–569
 22. Peel TN, Dowsey MM, Buising KL et al (2014) Cost analysis of debridement and retention for management of prosthetic joint infection. *Clin Microbiol Infect* 19:181–186
 23. Ritter MA, Campbell ED (1988) Retrospective evaluation of an iodophor-incorporated antimicrobial plastic adhesive wound drape. *Clin Ortho Relat Res* 307–308
 24. Robertsson O, Bizjajeva S, Fenstad AM et al (2010) Knee arthroplasty in Denmark, Norway and Sweden. *SORT* 81:82–89
 25. Shahi A, Parvizi J (2015) Prevention of Periprosthetic joint infection. *Arch Bone Jt Surg* 3:72–81
 26. Sorensen LT, Karlsmark T, Gotttrup F (2003) Abstinence from smoking reduces incisional wound infection. *Ann Surg* 238:1–5
 27. Sousa R, Muñoz-Mahamud E, Quayle J et al (2014) Is asymptomatic bacteriuria a risk factor for prosthetic joint infection? *Clin Infect Dis* 59:41–47
 28. Tande AJ, Patel R (2014) Prosthetic joint infection. *Clin Microbiol Rev* 27:302–345
 29. Vanhegan IS, Malik AK, Jayakumar P et al (2012) A financial analysis of revision hip arthroplasty: the economic burden in relation to the national tariff. *J Bone Joint Surg Br* 94:619–623
 30. Wacha H, Hoyme U, Isenmann R et al (2010) Perioperative Antibiotikaprophylaxe. *Chemother J* 19: 70–84
 31. Webster J, Alghamdi A (2013) Use of plastic adhesive drapes during surgery for preventing surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 1:CD006353
 32. Zhang QD, Guo WS, Zhang Q et al (2011) Comparison between closed suction drainage and nondrainage in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 26:1265–1272