

Arbeitskreis „Krankenhaus-
und Praxishygiene“ der AWMF

Vorsitzende
Prof. Dr. med.
Heidmarie Suger-Wiedeck

Stellvertretender Vorsitzender
PD Dr. med. Frank-Albert Pitten

Geschäftsstelle
Wolfgang Müller M.A.
Ubiestr. 20, 40223 Düsseldorf
10623 Berlin, Germany
Tel: +49 211 31-2828
Fax: +49 211 31-6819
E-Mail: awmf@awmf.org
Internet: www.hygiene-klinik-praxis.de

Sekretariat
Bernd Gruber
Niels-Stensen-Kliniken
Marienhospital Osnabrück
Bischofstr. 1, 49074 Osnabrück
Tel: +49 541 326-8873
Fax: +49 541 326-2520
E-Mail: awmf@awmf.org

Die „Leitlinien“ des Arbeitskreises „Krankenhaus- und Praxishygiene“ der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die „Leitlinien“ sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Empfehlung des Arbeitskreises Krankenhaus- und Praxishygiene der AWMF

Strategien zur Prävention von postoperativen Wundinfektionen

AWMF-Register Nr. 029/031, S1-Leitlinie

Einleitung

Die Anzahl nosokomialer Infektionen wird in Deutschland auf 400.000 bis 600.000 pro Jahr geschätzt [1]. Dazu gehören neben Pneumonie, Sepsis und Harnwegsinfektionen auch die postoperativen Wundinfektionen (Surgical Site Infections, SSI), die in aktuellen Untersuchungen an 1. Stelle der im Krankenhaus erworbenen Infektionen stehen [2, 3]. Letztere können nach aseptischen Eingriffen bis zu 5 %, nach intraabdominellen Eingriffen sogar bis zu 40 % ausmachen [4]. Nach den Daten des Jahrbuchs des Statistischen Bundesamts wurden im Jahr 2006 in Deutschland etwa 12,7 Millionen Operationen durchgeführt [5]. Bei einer postoperativen Infektionsrate von 1,8 % können anhand der Daten von OP-KISS die Anzahl der SSI auf 225 000 und die Zahl der Patienten, die unmittelbar an einer SSI verstorben sind, auf 4.500 geschätzt werden [1]. Neben erhöhter Morbidität und Letalität führen SSI zu einer verlängerten Liegedauer von etwa 7–8 Tagen und zu ca. 1 Million zusätzlicher Krankenhaustage pro Jahr [6]. Sie stellen damit nicht nur ein medizinisches, sondern in Anbetracht der hohen Folgekosten auch ein volkswirtschaftliches Problem dar [7].

Unterschiedliche Risikofaktoren gilt es bei der Prävention zu beachten. Sie kön-

nen in zwei Kategorien eingeteilt werden. Die prädisponierenden Risikofaktoren (z. B. Geschlecht, Übergewicht, Rauchen) betreffen den Patienten selbst und sind nicht oder nur schwer beeinflussbar. Die expositionellen (z. B. Operation) sind beeinflussbar und können zu verschiedenen Zeitpunkten betrachtet werden, die in prä-, peri- und postoperativ einteilbar sind. Bei den Strategien zur Vermeidung von postoperativen Wundinfektionen empfiehlt es sich diese drei expositionellen Phasen zu betrachten. Die präoperative Dauer des stationären Aufenthaltes sollte so kurz wie möglich sein.

Eine Bündelung dieser Strategien kann zu signifikanter Reduktion von postoperativen Wundinfektionen führen, daher empfehlen sich folgende Maßnahmen [8, 9] (Tabelle 1).

Präoperativ

Screening

25 % bis 28 % der Bevölkerung beherbergen das Bakterium *Staphylococcus aureus* in ihrem Nasenvorhof [10, 11]. Von dieser nasalen Besiedelung geht eine erhöhte Gefahr für nosokomiale Infektionen aus [12, 13]. Dieses Risiko steigt um das 4-fache an, wenn es sich um einen Methicillin-resis-

Diese Empfehlung wurde durch die Arbeitsgruppe „Krankenhaus- und Praxishygiene“ der AWMF erarbeitet: M. Abele-Horn (PEG f. Chemotherapie; Würzburg), B. Al-Nawas (DGMKG; Mainz), A. Blacky (ÖGHMP; Wien, Österreich), P. Brühl (Ständiger Gast; Urologische Universitätsklinik, Bonn), I. F. Chaberny (DGHM; Hannover), U. H. Dobermann (DGP, Jena), T. Eikmann (GHUP; Gießen), H. Erhard (VBGK; Hamburg), D. Eschberger (Leitender Arzt der Landesstelle Wien der AUVA; Wien, Österreich), A. Greslehner (Ständiger Gast; Allgem. Unfallversicherungsanstalt; Wien, Österreich), M. Greitbauer (ÖGU; Wien, Österreich), C. Grimme (Berufsgenossenschaftliches Unfallkrankenhaus, Hamburg), B. Gruber (VHD; Osnabrück), A. Hedtmann (Berufsverband der Ärzte f. Orthopädie u. DGOOC; Hamburg), U. B. Hoyne (Arbeitsgemeinschaft f. Infektionen u. Infektionsimmunologie in der DGGG; Erfurt), N. O. Hübner (Ständiger Gast; Robert Koch-Institut, Berlin), C. Jäkel (Rechtsanwalt u. Arzt, Lübben (Spreewald)), C. Jürgens (Ständiger Gast; VBGK; Hamburg), H. H. Klein (DGK; Idar-Oberstein), A. Kramer (Greifswald), F. Lemm (DGKH, Bochum), H. Luckhaupt (Deutsche Gesellschaft f. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- u. Hals-Chirurgie; Dortmund), W. Müller (AWMF, Düsseldorf), A. Novotny (DGCH; München), H. Piechota (DGU; Minden), F.-A. Pitten (DGHM; Gießen), M. Pletz (DGP, Jena), P. Plöber (mhp-Verlag, Wiesbaden), V. Reinecke (DIBIS; Zürich, Schweiz), A. Rethwilm (GfV; Würzburg), J. Reydelet (BDC; Kornwestheim), B. Roth (Schweizerische Sektion der AO-International, Union der Schweizerischen chirurgischen Fachgesellschaften; Belp, Schweiz), A. Schneider (DGMR; Pforzheim), H.-J. Schulz (DGVS; Berlin), W. Schulz-Schaeffer (Neuropathologe, Göttingen), J. Seifert (DG Unfallchirurgie; Berlin), V. Studtmann (DGPW; Rotenburg/Wümme), U. Sunderdieck (DRG; Osnabrück), H. Suger-Wiedeck (DGAI; Ulm), M. Wagner (Berufsverband Deutscher Chirurgen, Ludwigshafen)

tenten *S. aureus* (MRSA) handelt [14]. Daher ist ein Screening auf MRSA bei stationärer Aufnahme von Risikopatienten eine wichtige und allgemein akzeptierte Präventionsmaßnahme, die auch langfristig zur Senkung von nosokomialen MRSA-Infektionen führt, weil (im Sinne von „Gefahr erkannt, Gefahr gebannt“) rechtzeitig Dekolonisationsmaßnahmen eingesetzt werden können [15–18]. Diese Dekolonisationsmaßnahmen beinhalten die Applikation von Mupirocin-Nasensalbe [19, 20]. Neben dem Screening von Risikopatienten etabliert sich langsam durch bestehende lokale MRSA-Netzwerke auch ein Screening von Patienten, die zu elektiven Operationen kommen.

Bode et al. haben zeigen können, dass eine Schnelldiagnostik auf *S. aureus*-Besiedelung mit nachfolgenden Dekolonisationsmaßnahmen in Form von antibiotischen Nasensalbenapplikation und antiseptischer Ganzkörperwaschungen zu einer signifikanten Senkung der Wundinfektionsraten führt [21].

Eine Analyse zeigt einen Nutzen, dass eine empirische Anwendung von Mupirocin oder ein Screening auf *S. aureus* mit nachfolgender Sanierung höchst kosteneffektiv bei endoprothetischen Operationen wie Hüft- und Knieendoprothesen ist [24]. Ein Screening auf *S. aureus*/MRSA mit nachfolgender Dekolonisierung sollte vor elektiven orthopädischen Eingriffen erfolgen [25].

Neben Mupirocin kann wegen der Resistenzentwicklung auch Octenidin als Nasensalbe verwendet werden [22, 23].

Haarkürzung/Haarentfernung

Eine präoperative Haarentfernung soll grundsätzlich unterbleiben. Ausschließlich bei operationstechnischer Notwendigkeit erfolgt die Haarentfernung

- mittels Kürzen der Haare (durch sogenannte Clipper) oder
- mittels chemischer Enthaarung, die mehr Zeit erfordert und mit Hautreizungen verbunden sein kann, oder
- mittels einer Rasur unmittelbar vor der Operation [26, 27].

Perioperativ

Antibiotikaphylaxe

Eine perioperative Antibiotikagabe ist bei gegebener Indikation durchzuführen. Zur Verbesserung der Compliance sind Rück-

Tabelle 1: Überblick über die Einzelmaßnahmen zur Prävention von postoperativen Wundinfektionen.

Zeitraum	Maßnahmen
Gesamt	<ul style="list-style-type: none"> – Surveillance – Checkliste – Compliance Überprüfungen und Beobachtungen – Schulungen/Training – Händedesinfektion
Präoperativ	<ul style="list-style-type: none"> – Möglichst kurzer präoperativer Krankenhausaufenthalt – MRSA Screening – Haarkürzung/Haarentfernung
Perioperativ	<ul style="list-style-type: none"> – Antibiotikaphylaxe – Antiseptik – Blutglukose-Kontrolle – Körpertemperatur-Kontrolle – Handschuhwechsel/doppelte Handschuhe
Postoperativ	<ul style="list-style-type: none"> – Drainagen – Verbandwechsel

kopplungsmechanismen und Warnsysteme sinnvoll [28–30] [http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/ssl_checklist_german.PDF?ua=1].

Antiseptik

Die Hautantiseptik muss unter Beachtung der vom Hersteller angegebenen Mindesteinwirkzeit vorgenommen werden. Die Haut muss während der erforderlichen Einwirkzeit satt benetzt und feucht gehalten werden. Bei talgdrüsenreichen Hautstellen ist die Einwirkzeit laut Hersteller verlängert. Empfohlen werden für die Hautantiseptik bei intakter Dermis alkoholbasierte Kombinationspräparate (Alkohol + Octenidin, Alkohol + PVP-Iod, Alkohol + Chlorhexidin) [22, 31, 32].

Kontrolle der Blutglukose-Konzentration

Eine präoperativ hohe Blutglukose-Konzentration ist ein Risikofaktor für postoperative Wundinfektionen [33]. Ein normnaher Blutzuckerspiegel (<200 mg/dl, <11,1 mmol/L) ist prä- und postoperativ anzustreben [34, 35]. Eine Meta-Analyse belegt den Vorteil der Blutglukose-Einstellung bei chirurgischen Intensivpatienten [36].

Körpertemperatur

Die Hypothermie ist ein bedeutender Risikofaktor für die Entwicklung von postoperativen Wundinfektionen. Studien belegen eine Infektionsreduktion, wenn für eine normale Körpertemperatur beim Patienten gesorgt wird [37]. Die Normother-

mie ist durch aktive Wärmezufuhr anzustreben, es sei denn, es besteht die klinische Notwendigkeit einer Hypothermie wie z. B. bei bestimmten Eingriffen der Herz-Thorax-Chirurgie.

Sauerstoffgabe

Es gibt keine ausreichende Evidenz zur erhöhten Sauerstoffapplikation zur Vermeidung der postoperativen Wundinfektion.

Eine Meta-Analyse von fünf randomisierten kontrollierten Studien zeigt einen positiven Effekt zur Prävention von postoperativen Wundinfektionen, bei Colo-rektalen Operationen, durch erhöhte Sauerstoffgabe [38].

Tragen von Handschuhen und OP-Kleidung

Wegen des Perforationsrisikos wird grundsätzlich das Tragen von zwei Paar übereinander gezogenen OP-Handschuhen empfohlen (sog. double gloving) [39]. Beim Tragen von einem Paar Handschuhen empfiehlt sich in der Viszeralchirurgie wegen der über die OP-Dauer ansteigenden Perforationsrate für Operateur und 1. Assistenten ein Wechsel nach spätestens 90 min, für den 2. Assistenten und die OP-Schwester nach 150 min [40] [AWMF Nr. 029/027: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-027.html>].

OP-Kleidung sowie Abdeckmaterialien müssen eine wirksame Erregerbarriere darstellen. Diese soll den Infektionsweg sowohl vom Personal zur Wunde als auch vom Patienten zur Wunde, nicht zuletzt

aber auch vom Patienten zum Personal unterbinden [AWMF Nr. 029/012: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-012.html>].

Antiseptisches Nahtmaterial

Der Einsatz antiseptischen Nahtmaterials wird derzeit kontrovers diskutiert [41, 42].

Postoperativ

Drainagen

Wunddrainagen stellen eine potenzielle Eintrittspforte dar und dürfen daher nur nach klarer Indikationsstellung und so kurzzeitig wie möglich eingesetzt werden [43].

Verbandwechsel

Ein routinemäßiger Verbandwechsel sollte frühestens nach 24 h bis 48 h erfolgen und muss unter aseptischen Bedingungen (sterile Handschuhe oder in non-touch Technik mit sterilen Instrumenten) ausgeführt werden [43]. Aus infektionspräventiver Sicht gibt es keinen Unterschied zwischen Mull- und semipermeablen Folienverbänden [44]. Eine Inspektion ohne Verbandwechsel wird durch einen Folienverband vereinfacht.

Postoperatives Duschen

Bei ungestörter primärer Wundheilung kann der Patient ab dem 2./3. postoperativen Tag ohne mechanische Belastung der Wunde duschen. Anschließend ist die Wunde sanft zu trocknen. Dies ist hygienisch unbedenklich und hat bei liegendem Nahtmaterial keine negative Wirkung auf die Wundheilung [45–49].

Weitere Maßnahmen

Surveillance

Nosokomiale postoperative Wundinfektionen können in ihrer Häufigkeit und ihren Folgen durch konsequentes hygienisches Handeln reduziert werden. Es konnte wiederholt gezeigt werden, dass durch die Etablierung einer Surveillance postoperativer Wundinfektionen, d. h. der systematischen Erfassung, Auswertung und Rückkopplung in klinische Prozesse eine Reduktion der postoperativen Wundinfektionen möglich ist.

In Deutschland besteht für die Leiter von Krankenhäusern und Einrichtungen für ambulantes Operieren seit dem 01. 01.

2001 (zuletzt geändert vom 28.07.2011) nach § 23 Abs. 1 Infektionsschutzgesetz (IfSG) [50] die Verpflichtung, die vom Robert Koch-Institut nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe b festgelegten nosokomialen Infektionen und das Auftreten von Krankheitserregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen fortlaufend in einer gesonderten Niederschrift aufzuzeichnen und zu bewerten (Infektionsstatistik) [AWMF Nr. 029/002: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-002.html>].

Aktuell befindet sich ein Qualitätsindikator des GBA zur Prävention postoperativer Wundinfektionen in der Testphase.

Weiterhin besteht die Möglichkeit fakultativen Surveillance-Systemen teilzunehmen. Brand et al. konnten z. B. zeigen, dass nach 3-jähriger Teilnahme an KISS die Wundinfektionsrate signifikant gesenkt werden konnte [51].

Hygienische Händedesinfektion

Die alkoholische Händedesinfektion ist eine effiziente Maßnahme zur Reduktion von nosokomialen Infektionen um 20–30% ist [52] [AWMF Nr. 029/027: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-027.html>]. Zur Verbesserung der Compliance wurde die Kampagne „AKTION Saubere Hände“ im Jahr 2008 initiiert [53].

Checkliste

Zur Vermeidung von Kommunikationsverlusten bei den interdisziplinären Schnittstellen im Umgang mit chirurgischen Patienten haben sich Checklisten bewährt, die je nach Einrichtung angepasst werden müssen [54, 55]. Diese erleichtern das systematische Abarbeiten aller kritischen Punkte, die zuvor gemeinsam mit dem Hygienefachpersonal festgelegt wurden, und die für die Patientensicherheit und zur Infektionsprävention essenziell sind. Durch das Abzeichnen dieser Punkte wird die Verantwortlichkeit der einzelnen Beteiligten festgelegt. Dies dient der besseren Wahrnehmung, fördert die Teamarbeit und verbessert bei allen Verantwortlichen die Kommunikation miteinander im Sinne einer Sicherheitskultur und zeigt signifikante Verbesserungen der einzelnen Punkte [56].

Compliance-Überprüfungen und Beobachtungen

Compliance-Überprüfungen zeigen Erfolge durch signifikante Reduktionen postoperativer Wundinfektionen von 41% [57, 58]. Hierbei dienen Compliance-Überprüfungen

im Sinne eines Qualitätsmanagements, den Akteuren das notwendige Feedback zu geben, damit Maßnahmen angepasst werden können und Erfolge weiter motivieren [59].

Schulungen/Training

Gemeinsame regelmäßige Schulungen mit allen Beteiligten der verschiedenen Disziplinen (Operateure, Anästhesisten, Pflegepersonal) sind essenziell. Neue Mitarbeiter sowie Studenten und Praktikanten sollten obligatorisch regelmäßig und schnellstmöglich in die Hygienemaßnahmen eingewiesen werden. Im Rahmen der Schulungen sollten regelmäßig Surveillance-Daten der postoperativen Wundinfektionen sowie die Ergebnisse der Compliance-Beobachtungen gezeigt und gemeinsam analysiert werden. Allein die Erfassung und Auseinandersetzung mit den Infektionsraten kann die Inzidenz der Wundinfektionen bis zu 28% reduzieren und ist ein wichtiges Instrument zur Darstellung des Erfolges [60].

Literatur

1. Gastmeier P, Geffers C. Nosocomial infections in Germany. What are the numbers, based on the estimates for 2006?. *Dtsch Med Wochenschr.* 2008;133:1111–5.
2. Behnke M, Hansen S, Leistner R, Diaz LA, Gropmann A, Sohr D, Gastmeier P, Piening B. Nosocomial infection and antibiotic use: a second national prevalence study in Germany. *Dtsch Arztebl Int.* 2013;110:627–33.
3. Ott E, Saathoff S, Graf K, Schwab F, Chaberny IF. The prevalence of nosocomial and community acquired infections in a university hospital – an observational study. *Dtsch Arztebl Int.* 2013;11:533–40.
4. Rovera F, Diurni M, Dionigi G, Boni L, Ferrari A, Carcano G, Dionigi R. Antibiotic prophylaxis in colorectal surgery. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2005;3:787–95.
5. Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2010.
6. Gastmeier P, Brandt C, Sohr D, Babikir R, Mlageni D, Daschner F, Ruden H. Surgical site infections in hospitals and outpatient settings. Results of the German nosocomial infection surveillance system (KISS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2004;47:339–44.
7. Graf K, Ott E, Vonberg RP, Kuehn C, Schilling T, Haverich A, Chaberny IF. Surgical site infections – economic consequences for the health care system. *Langenbecks Arch Surg.* 2011;396:453–9.
8. Graf K, Sohr D, Haverich A, Kuhn C, Gastmeier P, Chaberny IF. Decrease of deep sternal surgical site infection rates after cardiac surgery by a comprehensive infection control program. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;9:282–6.
9. Ryckman FC, Schoettker PJ, Hays KR, Connelly BL, Blackledge RL, Bedinghaus CA, Sorter ML, Friend LC, Kotagal UR. Reducing surgical site

- infections at a pediatric academic medical center. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2009;35:192–8.
10. Miller M, Cook HA, Furuya EY, Bhat M, Lee MH, Vavagiakis P, Visintainer P, Vasquez G, Larson E, Lowy FD. *Staphylococcus aureus* in the community: colonization versus infection. *PLoS One.* 2009;4:e6708.
 11. Chaberny IF, Bindseil A, Sohr D, Gastmeier P. A point-prevalence study for MRSA in a German university hospital to identify patients at risk and to evaluate an established admission screening procedure. *Infection.* 2008;36:526–32.
 12. Munoz P, Hortal J, Giannella M, Barrio JM, Rodriguez-Creixems M, Perez MJ, Rincon C, Bouza E. Nasal carriage of *S. aureus* increases the risk of surgical site infection after major heart surgery. *J Hosp Infect.* 2008;68:25–31.
 13. von Eiff C, Becker K, Machka K, Stammer H, Peters G. Nasal carriage as a source of *Staphylococcus aureus* bacteremia. Study Group. *N Engl J Med.* 2001;344:11–6.
 14. Safdar N, Bradley EA. The risk of infection after nasal colonization with *Staphylococcus aureus*. *Am J Med.* 2008;121:310–5.
 15. Chaberny IF, Schwab F, Ziesing S, Suerbaum S, Gastmeier P. Impact of routine surgical ward and intensive care unit admission surveillance cultures on hospital-wide nosocomial methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in a university hospital: an interrupted time-series analysis. *J Antimicrob Chemother.* 2008;62:1422–9.
 16. KRINKO. Empfehlung zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen: Mitteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl.* 1999;42:954–8.
 17. KRINKO. Kommentar zu den „Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus-aureus*-Stämmen in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen“. *Epid. Bull.* 2004;46:396.
 18. KRINKO. Kommentar zu den „Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von MRSA-Stämmen in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen“. *Epid. Bull.* 2008;42:363.
 19. van Rijen MM, Bonten M, Wenzel RP, Kluytmans JA. Intranasal mupirocin for reduction of *Staphylococcus aureus* infections in surgical patients with nasal carriage: a systematic review. *J Antimicrob Chemother.* 2008;61:254–61.
 20. Perl TM, Cullen JJ, Wenzel RP, Zimmerman MB, Pfaller MA, Sheppard D, Twombly J, French PP, Herwaldt LA. Intranasal mupirocin to prevent postoperative *Staphylococcus aureus* infections. *N Engl J Med.* 2002;346:1871–7.
 21. Bode LG, Kluytmans JA, Wertheim HF, Bogers D, Vandenbroucke-Grauls CM, Roosendaal R, Troelstra A, Box AT, Voss A, van der Tweel I, van Belkum A, Verbrugh HA, Vos MC. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med.* 2010;362:9–17.
 22. Koburger T, Hubner NO, Braun M, Siebert J, Kramer A. Standardized comparison of antiseptic efficacy of triclosan, PVP-iodine, octenidine dihydrochloride, polyhexanide and chlorhexidine digluconate. *J Antimicrob Chemother.* 2010;65:1712–9.
 23. Krishna BV, Gibb AP. Use of octenidine dihydrochloride in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* decolonisation regimens: a literature review. *J Hosp Infect.* 2010;74:199–203.
 24. Courville XF, Tomek IM, Kirkland KB, Birhle M, Kantor SR, Finlayson SR. Cost-effectiveness of preoperative nasal mupirocin treatment in preventing surgical site infection in patients undergoing total hip and knee arthroplasty: a cost-effectiveness analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2012;33:152–9.
 25. Savage JW, Anderson PA. An update on modifiable factors to reduce the risk of surgical site infections. *Spine J.* 2013;13:1017–29.
 26. Tanner J, Woodings D, Moncaster K. Preoperative hair removal to reduce surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006;3:CD004122.
 27. Niel-Weise BS, Wille JC, van den Broek PJ. Hair removal policies in clean surgery: systematic review of randomized, controlled trials. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2005;26:923–8.
 28. Beckmann A, Doebler K, Schaefer E, Koetting J, Gastmeier P, Graf K. Sternal surgical site infection prevention – is there any room for improvement? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011.
 29. Nair BG, Newman SF, Peterson GN, Schwid HA. Automated Electronic Reminders to Improve Redosing of Antibiotics during Surgical Cases: Comparison of Two Approaches. *Surg Infect (Larchmt).* 2010.
 30. Nair BG, Newman SF, Peterson GN, Wu WY, Schwid HA. Feedback mechanisms including real-time electronic alerts to achieve near 100% timely prophylactic antibiotic administration in surgical cases. *Anesth Analg.* 2010;111:1293–300.
 31. Swenson BR, Sawyer RG. Importance of alcohol in skin preparation protocols. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2010;31:977.
 32. Dettenkofer M, Wilson C, Gratwohl A, Schmoor C, Bertz H, Frei R, Heim D, Luft D, Schulz S, Widmer AF. Skin disinfection with octenidine dihydrochloride for central venous catheter site care: a double-blind, randomized, controlled trial. *Clin Microbiol Infect.* 2010;16:600–6.
 33. Jansen E, Nevalainen P, Kalliovalkama J, Moilanen T. Preoperative hyperglycemia predicts infected total knee replacement. *Eur J Intern Med.* 2010;21:196–201.
 34. Anderson DJ, Kaye KS, Classen D, Arias KM, Podgorny K, Burstin H, Calfee DP, Coffin SE, Dubberke ER, Fraser V, Gerding DN, Griffin FA, Gross P, Klompas M, Lo E, Marschall J, Mermel LA, Nicolle L, Pegues DA, Perl TM, Saint S, Salgado CD, Weinstein RA, Wise R, Yokoe DS. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008;29 Suppl 1:S51–61.
 35. Lazar HL, McDonnell M, Chipkin SR, Furnary AP, Engelman RM, Sadhu AR, Bridges CR, Haan CK, Svedjeholm R, Taegtmeier H, Shemin RJ. The Society of Thoracic Surgeons practice guideline series: blood glucose management during adult cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2009;87:663–9.
 36. Griesdale DE, de Souza RJ, van Dam RM, Heyland DK, Cook DJ, Malhotra A, Dhaliwal R, Henderson WR, Chittock DR, Finfer S, Talmor D. Intensive insulin therapy and mortality among critically ill patients: a meta-analysis including NICE-SUGAR study data. *CMAJ.* 2009;180:821–7.
 37. Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ. Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomized controlled trial. *Lancet.* 2001;358:876–80.
 38. Qadan M, Akca O, Mahid SS, Hornung CA, Polk HC, Jr. Perioperative supplemental oxygen therapy and surgical site infection: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Surg.* 2009;144:359–66; discussion 366–7.
 39. Partecke LI, Goerdts AM, Langner I, Jaeger B, Assadian O, Heidecke CD, Kramer A, Huebner NO. Incidence of microperforation for surgical gloves depends on duration of wear. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2009;30:409–14.
 40. Hubner NO, Goerdts AM, Stanislawski N, Assadian O, Heidecke CD, Kramer A, Partecke LI. Bacterial migration through punctured surgical gloves under real surgical conditions. *BMC Infect Dis.* 2010;10:192.
 41. Chang WK, Srinivasa S, Morton R, Hill AG. Triclosan-impregnated sutures to decrease surgical site infections: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Ann Surg.* 2012;255:854–9.
 42. Wang ZX, Jiang CP, Cao Y, Ding YT. Systematic review and meta-analysis of triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infection. *Br J Surg.* 2013;100:465–73.
 43. KRINKO. Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet – Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (KRINKO). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2007;50:377–393.
 44. Ubbink DT, Vermeulen H, Goossens A, Kelner RB, Schreuder SM, Lubbers MJ. Occlusive vs gauze dressings for local wound care in surgical patients: a randomized clinical trial. *Arch Surg.* 2008;143:950–5.
 45. Neues C, Haas E. Beeinflussung der postoperativen Wundheilung durch Duschen. *Der Chirurg.* 2000;71:234–236.
 46. Riederer SR, Inderbitzi R. Gefährdet das Duschen die postoperative Wundheilung? *Chirurg.* 1997;68:715–717.
 47. Hirner A, Weise K. Allgemeine Verbandslehre. In: *Chirurgie Schnitt für Schnitt*: Thieme Verlag; 2004:178–179.
 48. Frühzeitiges postoperatives Duschbad - Ist mit einer Zunahme der Wundinfektionen oder verzögerter Wundheilung zu rechnen? Literatur review. In: *Universität Hamburg, IGTV-Gesundheit*; 2004.
 49. Dayton P, Feilmeier M, Sedberry S. Does postoperative showering or bathing of a surgical site increase the incidence of infection? A systematic review of the literature. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52:612–4.
 50. Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG). <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ifsg/gesamt.pdf>
 51. Brandt C, Sohr D, Behnke M, Daschner F, Ruden H, Gastmeier P. Reduction of surgical site infection rates associated with active surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27:1347–51.
 52. Grundmann H, Hori S, Winter B, Tami A, Austin DJ. Risk factors for the transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in an adult intensive care unit: fitting a model to the data. *J Infect Dis.* 2002;185:481–8.
 53. Reichardt C, Eberlein-Gonska M, Schrappe M, Gastmeier P. Clean Hands Campaign. No

- chance for hospital infections! *Unfallchirurg.* 2009;112:679–82.
54. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, Lipsitz SR, Breizat AH, Dellinger EP, Herbosa T, Joseph S, Kibatala PL, Lapitan MC, Mery AF, Moorthy K, Reznick RK, Taylor B, Gawande AA. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med.* 2009;360:491–9.
55. Graf K, Doeblner K, Schaefer E, Koetting J, Haerich A, Gastmeier P, Beckmann A. Checkliste zur Prävention sternaler Wundinfektionen. *Z Herz- Thorax- Gefäßchir.* 2011;25:148–153.
56. Tillman M, Wehbe-Janek H, Hodges B, Smythe WR, Papaconstantinou HT. Surgical care improvement project and surgical site infections: can integration in the surgical safety checklist improve quality performance and clinical outcomes? *J Surg Res.* 2013;184:150–6.
57. Gomez MI, Acosta-Gnass SI, Mosqueda-Barboza L, Basualdo JA. Reduction in surgical antibiotic prophylaxis expenditure and the rate of surgical site infection by means of a protocol that controls the use of prophylaxis. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27:1358–65.
58. Prospero E, Barbadoro P, Marigliano A, Martini E, D'Errico MM. Perioperative antibiotic prophylaxis: improved compliance and impact on infection rates. *Epidemiol Infect.* 2010:1–6.
59. van Tiel FH, Elenbaas TW, Voskuilen BM, Herczeg J, Verheggen FW, Mochtar B, Stobberingh EE. Plan-do-study-act cycles as an instrument for improvement of compliance with infection control measures in care of patients after cardiothoracic surgery. *J Hosp Infect.* 2006;62:64–70.
60. Gastmeier P, Geffers C, Brandt C, Zuschneid I, Sohr D, Schwab F, Behnke M, Daschner F, Ruden H. Effectiveness of a nationwide nosocomial infection surveillance system for reducing nosocomial infections. *J Hosp Infect.* 2006;64:16–22.