Hygiene am Operationstisch

Hautantiseptik, Operationsfeldabdeckung und Operationshandschuhe

Hintergrund

Im Ergebnis einer retrospektiven Erhebung der DKG (Deutsche Krankenhausgesellschaft, [11]) betrug die SSI-Inzidenz (SSI: „surgical site infections“) in der Allgemeinchirurgie 7,1% und in der Abdominalchirurgie 13,5%. Im OP-KISS [40] betrug sie im Zeitraum 2005–2009 z. B. für laparoskopisch operierte Leistenhernien 0,23%, für offen operierte Leistenhernien 0,6% und für die laparoskopische Kolonchirurgie 4,6%.

Durch Fall-Kontroll-Studien konnte gezeigt werden, dass Patienten mit postoperativen Wundinfektionen ein 2-fach höheres Sterblichkeitsrisiko haben, die Wahrscheinlichkeit der Intensivpflichtigkeit um 60% erhöht ist und sich die Aufenthaltsdauer in der Klinik um etwa 6,5 Tage verlängert [28]. Vor diesem Hintergrund ist die Ausschöpfung aller Möglichkeiten zur Prävention von SSI sowohl eine ethische Herausforderung als auch ökonomisch relevant.

Allgemeine Grundsätze der SSI-Prävention

Die 3 im Beitragstitel aufgeführten Maßnahmen zur Prävention postoperativer Wundinfektionen, Hautantiseptik, Operationsfeldabdeckung und Operationshandschuhe, sind Teil der sog. Multibarrierenstrategie zur SSI-Prävention (■ Tab. 1). Unter dieser wird das Konzept von ineinandergreifenden Maßnahmen mit dem

Ziel verstanden, nosokomiale Infektionen während des Behandlungsprozesses zu vermeiden [32]. Die Einzelmaßnahmen können dabei zeitlich sowohl parallel bzw. unmittelbar aufeinanderfolgend als auch mit großem zeitlichem Abstand jeweils als geordnetes Maßnahmenbündel kombiniert werden. Entscheidend ist die bewusste Durchsetzung der Maßnahmen, die dadurch erleichtert werden soll, dass die Bausteine der Multibarrierenstrategie im Konsens aller Beteiligten anhand der verfügbaren Evidenz festgelegt werden und ihre Einhaltung überprüft wird. Dabei ist es sinnvoll, besonders wichtige Maßnahmen zu einem sog. Maßnahmenbündel zusammenzufassen.

Studien zur Compliance bestätigten die Notwendigkeit, evidenzbasierte Maßnahmen konsequent umzusetzen: In einer Studie von Pons-Busom et al. [44] wurde die Compliance für die perioperative Antibiotikaphylaxe (PAP) mit 80% ermittelt, wobei in einer anderen Studie der richtige Zeitpunkt nur in 29% der Fälle eingehalten wurde [56]. In einer prospektiven, doppelblinden Kohortenstudie wurde durch Einführung einer neuen Strategie die Compliance zur zeitgerechten PAP von 5,9% auf 92,6% und der perioperativen Normothermie von 60,5% auf 97,6% verbessert [16]. Nach Einführung eines sog. „clean practice protocol“ ergab sich im Vergleich zum ersten Audit eine signifikante Verbesserung der Compliance für die Händedesinfektion von 28% auf 87%, für den korrekten Handschuh-

gebrauch von 2% auf 50% und für die Beachtung der Nichtkontamination von 34% auf 89% [23].

Eine wirksame Methode ist die Überwachung der Einhaltung der festgelegten Maßnahmen mittels Checklisten. So wurde der sog. Infektionspräventions-Check-in mit 12 Items entwickelt, der vom Chirurgen vor jeder Operation auf Einhaltung überprüft wird. In Ergänzung dazu dient der sog. Infektionspräventions-Check-out mit 14 Items der Überprüfung der Einhaltung von Hygienemaßnahmen in der postoperativen Betreuung. Hierdurch erhält der Patient die Möglichkeit der Bewertung [36].

Präoperative Hautantiseptik

Notwendigkeit

Die durchschnittliche Dichte der residenten Mikroflora auf der gesunden Haut schwankt zwischen 10^2 und 10^6 Kolonie bildenden Einheiten (KbE)/cm². Hohe Organismenzahlen finden sich auf talgdrüsenreichen, feuchten Arealen wie Rücken und Sternum (10^3 – 10^5 KbE/cm²), Stirn, Kopfhaut und Axilla (10^4 – 10^6 KbE/cm²). Dagegen beträgt die Anzahl auf Händen, Armen oder Beinen nur etwa 10^2 – 10^3 KbE/cm², auf der Fußsohle 10^2 – 10^4 KbE/cm² und am Abdomen 10^3 – 10^4 KbE/cm² [21].

Aus der mikrobiellen Kolonisation der Haut resultiert die Notwendigkeit zur Durchführung der Hautantiseptik, um

Tab. 1 Ausgewählte Maßnahmen zur Prävention von SSI

Zeitpunkt	Maßnahme	Aktuelle Verankerung
Prä-, perioperativ	Kurze präoperative Verweildauer	Standard ^a
	MRSA-Screening	Wachsende Bedeutung ^{a,b}
	PAP	Standard ^a
	Clipping oder keine Rasur	Standard ^a
	Chirurgische Händedesinfektion	Standard ^{a,b}
	Hautschutz/Hände	Wachsende Bedeutung ^b
	Operationshandschuhe	Standard ^{a,b}
	Hautantiseptik, alkoholbasiert	Standard ^{a,b}
	Erregerdichte Operationsfeldabdeckung	Standard ^a
	Hautversiegelung	Beginnende Bedeutung ^{a,b}
	Antiseptische Inzisionsfolie	Wenig verbreitet ^{a,b}
	Darmreinigung	Wachsende Bedeutung ^a
Intraoperativ	Normothermie	Wachsende Bedeutung ^a
	Erregerdichte Operationsabdeckung	Standard ^a
	Antiseptisches Nahtmaterial	Wachsende Bedeutung ^{a,b}
	Handschuhwechsel	Beginnende Bedeutung ^b
	Turbulenzarme Verdrängungsströmung	Nutzen nur für Implantation von Hüft- und Knieendoprothesen mit geringer Evidenz ^b
Postoperativ	Antiseptische Wundversorgung	Standard ^b
	Strenge Indikationsstellung für Drainagen	Wachsende Bedeutung ^a
	Surveillance	Standard ^a
Einführung sog. Maßnahmebündel („bundles“)		Wachsende Bedeutung ^a

MRSA methicillinresistenter *Staphylococcus aureus*, PAP perioperative Antibiotikaprophylaxe, SSI „surgical site infections“
^aEpidemiologische Evidenz (ggf. nur indirekt) ^bBegründet durch „risk assessment“

Tab. 2 Wirksamkeitsvergleich von Hautantiseptika auf wässriger und alkoholischer Basis

Hautantiseptikum	Studientyp	Ergebnis	Literatur
10% wässriges PVP-I (A) vs. 2% Chx in 70% Iso-P (B)	Randomisiert	B signifikant wirksamer	[10]
10% wässriges PVP-I (A) vs. Iodpovacrylex in 70% Iso-P (B) vs. 2% Chx in 70% Iso-P (C)	Sequenziell	B signifikant wirksamer als A und C, in Subgruppenanalyse unterschied sich A nicht von B	[48]
10% PVP-I (A) vs. 2% Chx (B) Beides in 70% Ethanol	Randomisiert prospektiv	B tendenziell wirksamer	[51]

Chx Chlorhexidin, Iso-P Isopropanol, PVP-I Polyvinylpyrrolidon-Jod

das Risiko der Erregerverschleppung in den Operationssitus auf das erreichbare Minimum zu reduzieren.

Durchführung

Ist die Indikation zur Haarentfernung im Operationsgebiet gegeben, wird das Antiseptikum nach dem Clipping aufgetragen. Bisher gibt es keinen Hinweis, dass die Art des Auftragens (z. B. von der Mitte zum Rand) Einfluss auf die Wirksamkeit hat. Auch zwischen der Applikation mittels Wischen oder Sprühen ergab sich bei

Prüfung am Unterarm und Kniegelenk kein Unterschied in der Wirksamkeit [4].

Nicht nur präoperativ, sondern zusätzlich unmittelbar nach der Hautnaht erscheint eine erneute Antiseptik (ethanolbasiert) entlang der Operationswunde (Einwirkungszeit jeweils 15 s) empfehlenswert (eigene Beobachtung bei tierexperimentellen Operationen am immunsupprimierten Versuchstier, obwohl hierzu bisher keine Studien an Patienten durchgeführt wurden), um ggf. aus der umgebenden Haut in das Nahtgebiet gelangte Erreger abzutöten und damit zumindest

dem Entstehen einer A1-Infektion entgegenzuwirken. Durch die dermale Resorption des Ethanols wird eine gewisse Tiefenwirkung erreicht, wobei keine Heilungsverzögerung zu befürchten ist [33].

Wirkstoffauswahl

Mittel der Wahl zur Hautantiseptik sind alkoholische Präparate auf der Basis von Propanolen oder Ethanol, einzeln oder kombiniert. Während Propan-1-ol der wirksamste Monoalkohol im Vergleich zu Propan-2-ol und Ethanol ist [26, 45], hat Letzterer den Vorteil der besseren Verträglichkeit für verletzte Haut [33]. Der Zusatz eines remanenten Wirkstoffs (z. B. Octenidindihydrochlorid oder Chlorhexidindiglukonat) kann die erwünschte Langzeitwirkung verstärken; eine Studie hierzu steht jedoch noch aus.

Wässrige PVP-Jod- (PVP: Polyvinylpyrrolidon) und wässrige Chlorhexidinlösung sind signifikant geringer wirksam als alkoholbasierte Antiseptika [26]. Es ist jedoch ungeklärt, ob sich die Kombination von Chlorhexidin mit Alkohol bzw. von PVP-Jod mit Alkohol (z. B. Propan-2-ol) in der infektionspräventiven Wirksamkeit bei Anwendung zur Hautantiseptik unterscheidet ([2], **Tab. 2**). Wässrige PVP-Jod-Lösungen sind zur präoperativen Hautantiseptik wegen zu geringer Wirksamkeit [34], Schilddrüsengefährdung [3] und Allergierisiko [17] als obsolet einzustufen.

Einwirkungszeit

Die erforderliche Einwirkungszeit für die verschiedenen Lokalisationen der präoperativen Antiseptik ist weder experimentell noch epidemiologisch gesichert. Traditionell wurde für die Hautantiseptik eine 3-malige Applikation für die Dauer von insgesamt 5 min empfohlen [21]. Hierzu ist das Operationsareal 3-mal unter leichtem Andruck mit dem Hautantiseptikum satt zu benetzen. Der Alkohol muss bis zur Operationsfeldabdeckung komplett abgetrocknet sein, um Hautschäden durch die Okklusion der Abdeckung zu vermeiden und ggf. deren Klebefunktion nicht zu beeinträchtigen.

In der VAH-Liste (VAH: Verbund für Angewandte Hygiene, [52]) wird zur

Antiseptik auf talgdrüsenarmen Arealen eine Einwirkungszeit von ≥ 1 min, auf talgdrüsenreichen Arealen (Stirnbereich, dorsale Schweißrinne, Achselhöhle, Inguinal- und Sternalregion) können die Einwirkungszeiten aufgrund der Herstellerempfehlung, die sich aus Testergebnissen am Prüfmodell der Hautantiseptik ableitet, 1 min, 1,5 min, 2 min, 2,5 min, 3 min, 5 min und 10 min betragen. Da der Talgdrüsenanteil regional unterschiedlich ist und der Fettgehalt der Haut individuellen Schwankungen unterliegt, ist es sicherer, wenn auch auf talgdrüsenarmen Arealen die Dauer der präoperativen Hautantiseptik analog der chirurgischen Händedesinfektion gewählt wird [41], was nur möglich ist, wenn das Präparat auch für die letztere Indikation gelistet ist [4]. Für die chirurgische Händedesinfektion wird präparatabhängig die Einwirkungszeit von 1–3 min als ausreichend wirksam angesehen, was im Händedesinfektionsversuch belegt sein muss. Bei gleicher Einwirkungszeit für die präoperative Hautantiseptik wird damit eine vergleichbare Sicherheit wie bei der Händedesinfektion erreicht. Sofern sich bei der Prüfung gemäß DGHM-Methode (DGHM: Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie, [8]) zur Prüfung von Hautantiseptika eine kürzere Einwirkungszeit im Bereich ≥ 1 min bis < 10 min ergibt und diese vom Hersteller deklariert ist, kann sie mit der gleichen Sicherheit zugrunde gelegt werden [25, 27].

In der Leitlinie der CDC („Centers for Disease Control and Prevention“) und des HICPAC („Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee“) finden sich keine Angaben zur Einwirkungszeit [38].

Perioperative Hautversiegelung und Operationsfeldabdeckung

Indikation

Nach Hautantiseptik mit 70%v/v Propan-2-ol bei einer Einwirkungszeit von 1 min auf talgdrüsenarmer bzw. von 10 min auf talgdrüsenreicher Haut ergaben sich bei gesunden Probanden als Mediane für von der Hautoberfläche mittels Abstrich gewinnbaren Kolonien auf talgdrüsenarmer Haut 1,3 log und auf talgdrüsenrei-

Trauma Berufskrankh 2012 · 14 [Suppl 2]:105–109 DOI 10.1007/s10039-011-1783-3
© Springer-Verlag 2011

A. Kramer

Hygiene am Operationstisch. Hautantiseptik, Operationsfeldabdeckung und Operationshandschuhe

Zusammenfassung

Die Prävention postoperativer Wundinfektionen (SSI) lässt sich am wirkungsvollsten mit der sog. Multibarrierenstrategie realisieren. Studien zur Compliance bestätigten das Erfordernis, die verschiedenen evidenzbasierten Maßnahmen als Bestandteil einer komplexen Strategie konsequent umzusetzen. Die Notwendigkeit sowohl der präoperativen Hautantiseptik als auch der Operationsfeldabdeckung als auch des Tragens von Operationshandschuhen ist sowohl durch ein „risk assessment“ als auch epidemiologisch begründet. Zusätzlich zur Operationsfeldab-

deckung kann durch Hautversiegelung oder antiseptische Inzisionsfolie ein zusätzlicher Schutz erreicht werden. Anhand des Schrifttums werden der Stellenwert der genannten Maßnahmen analysiert und Empfehlungen zur praktischen Umsetzung abgeleitet.

Schlüsselwörter

Postoperative Wundinfektion · Präoperative Hautantiseptik · Hautversiegelung · Operationsfeldabdeckung · Operationshandschuhe

Hygiene at the operating table. Skin antiseptics, surgical drapes and surgical gloves

Abstract

The prevention of surgical site infections (SSI) can be realized most effectively with the so-called multibarrier strategy. Studies on compliance confirm the necessity to consistently implement the various evidence-based measures as a component of a complex strategy. The necessity of preoperative skin antiseptics as well as surgical drapes and surgical gloves is justified by a risk assessment as well as epidemiologically. Apart from surgical drapes additional protection can be achieved by skin

sealing and antiseptic incision foil. On the basis of a literature assessment the value of the measures mentioned are analyzed and recommendations regarding the practical implementation are derived.

Keywords

Surgical wound infection · Preoperative skin antiseptics · Skin sealing · Surgical drapes · Surgical gloves

cher Haut 3,4 log (je $n=140$; nicht veröffentlichte Ergebnisse). Hierbei handelt es sich um residente Hautflora mit *Staphylococcus epidermidis* im Vordergrund. Hier-von ausgehend können Erreger intraope-rativ in die Operationswunde gelangen und SSI verursachen.

Ursache für die unvollständige Wirk-samkeit der Hautantiseptik ist die Loka-lisation eines Teils der Bakterien in den Haarfollikeln [37]. Deshalb wird das Ope-rationsfeld nach präoperativer Hautanti-septik steril abgedeckt und ggf. zusätzlich versiegelt.

Hautversiegelung

Durch Blockierung des dermalen Erre-gerreservoirs mittels Hautversiegelung war eine signifikante Senkung der SSI-Rate erreichbar [12, 13, 14, 55]. Zumindest

in Arealen mit hoher Besiedlungsdich-te (Kardiochirurgie) ist sie daher für das Operationsfeld nach Hautantiseptik zu empfehlen.

Operationsinzisionsfolie

Bei ihrem Einsatz steigt die SSI-Rate sig-nifikant an [53].

Im Unterschied zu normaler Inzisions-folie ist jodimprägnierte Inzisionsfolie in vitro mikrobiozid und auf der Haut anti-septisch wirksam. Aufgrund der Effekt-stärke war im Unterschied zu InteguSeal® eine Reduzierung der SSI-Rate jedoch nur bei großem Stichprobenumfang zu sichern [35].

Tab. 3 Empfehlungen zu Handschuhwechselzeiten^a

Disziplin	Empfehlung zum Handschuhwechsel	Literatur
Viszeral-, Gefäß- und Unfallchirurgie	Nach 120 min	[39]
Diverse (Übersichtsartikel)	Nach 30 min	[31]
Verschiedene chirurgische Disziplinen	Nach 120–180 min	[30]
Thoraxchirurgie	Nach 120 min	[29]
Orthopädie	Nach 120 min	[18]
Chirurgie, Urologie, Gynäkologie	Nach 90 min	[47]

^aAbgeleitet aus der zeitabhängigen Perforationsrate

Operationsfeldabdeckung

Im Anschluss an die präoperative Hautantiseptik und ggf. Versiegelung wird das Operationsfeld steril abgedeckt. Es gibt nur wenige Untersuchungen zur infektiöspräventiven Bedeutung von Abdeckmaterialien. Nachgewiesen sind der infektiösbegünstigende Einfluss von Baumwollpartikeln [1] sowie die Herabsetzung der Bakterienzahl in der Wunde und im Operationsfeld bei erregerdichter impermeabler Abdeckung [22, 53]. Sofern Operationsabdeckmaterialien als Medizinprodukt Klasse IIa die Anforderungen der DIN EN 13795-1 [6] erfüllen, sind Einweg- und Mehrwegmaterialien aus infektiöspräventiver Sicht gleichwertig, denn beide sind bakteriendicht [46].

In Abhängigkeit vom Eingriff muss der Patient nicht vollständig entkleidet werden. Allerdings sind nicht entkleidete Patienten ggf. keimarm zu bedecken, um einen Erregereintrag in den Operations-situs einzuschränken und standardisierte Operationsbedingungen zu gewährleisten.

Wegen der Porengröße (> 80 µm) sind Baumwollmaterialien sowie Baumwolle-Polyester-Gemische ohne Imprägnierung durch erregerdichte Medizinprodukte gemäß DIN EN 13795-1 [6] zu ersetzen. Je nach Flüssigkeitsanfall sind die Qualitäten „standard performance“ (erregerdicht) oder „high performance“ (erregerrund und flüssigkeitsdicht) auszuwählen.

Operationshandschuhe

Indikation

Wenn Operationshandschuhe perforiert sind, steigt selbst nach vorher sorgfältig durchgeführter chirurgischer Händedesinfektion die SSI-Rate von 1,7% auf

5,7% an [9]. Auch Misteli et al. [39] konnten nachweisen, dass die Handschuhperforation ohne antimikrobielle Prophylaxe mit einem erhöhten SSI-Risiko korreliert ist. Bei durchgeführter antimikrobieller Prophylaxe war dieser Zusammenhang jedoch nicht mehr nachweisbar. Deshalb kommt dem intakten Operationshandschuh eine infektiöspräventive Bedeutung zu.

Anforderungen

Operationshandschuhe müssen gemäß DIN EN 455-2 [7] steril, unversehrt, widerstandsfähig und belastbar sein, die chirurgische Sensomotorik gewährleisten, Tragekomfort bieten, hautverträglich mit niedriger allergener Potenz und kostengünstig sein. Der Endotoxingehalt darf 20 EU/Handschuh nicht übersteigen.

Einsatz von Operationshandschuhen

Zur Risikominimierung bieten sich 3 Möglichkeiten an,

- „double gloving“;
- Indikatorhandschuhe oder
- regelmäßiger intraoperativer Handschuhwechsel.

Das Tragen eines zweiten Handschuhs reduziert das Perforationsrisiko für den inneren Handschuh [49].

Bei Verwendung eines Indikatorsystems zur Erkennung von Perforationen wurden in bis zu 82% der Fälle die Perforationen nicht bemerkt [5, 49]. Eine andere Studie zeigte eine deutliche bessere Perforationsdetektion [15].

Empfehlungen zum intraoperativen Handschuhwechsel wurden anhand der zeitabhängigen Perforationsrate abgeleitet (■ Tab. 3). Bisher fehlen allerdings

randomisierte Studien, die diese Empfehlungen mit fach- und eingriffsspezifischen SSI-Raten korrelieren [19].

Für die Viszeralchirurgie wurde anhand der zeitabhängigen Perforationsrate ein Handschuhwechsel nach 90 min (Operateur, erster Assistent) bzw. 150 min (übriges Operationsteam) abgeleitet [43]. Zugleich konnte nachgewiesen werden, dass ab 90 min auch ein Bakterientransfer durch die Perforationen stattfindet [20, 24], wodurch diese Empfehlung untermauert wird.

Fazit für die Praxis

Voraussetzung für die Umsetzung infektiöspräventiver Maßnahmen sind die Ausarbeitung eines Hygieneplans und seine Präzisierung durch SOP („standard operating procedure“). Für die Umsetzung müssen bei jedem Mitarbeiter das Problembewusstsein provoziert und die Einhaltung der zuvor im Team erarbeiteten Regelungen trainiert und überwacht werden. Prinzipiell besteht unter Chirurgen große Akzeptanz für Lehrvideos als Lernmedium. Unter diesem Gesichtspunkt kann der Lehrfilm „Prävention postoperativer Wundinfektionen“ [42] einen Beitrag zur Umsetzung der World Alliance for Patient Safety von 2004 leisten.

Durch Einhaltung der Standards – sog. Nulltoleranz gegenüber Handlungs-lücken – lässt sich der Anteil der SSI auf das unvermeidbare Minimum reduzieren. Aufgrund der überwiegend endogenen Entstehung von postoperativen Wundinfektionen und der nicht komplett realisierbaren Distanzierung des Patienten vor Krankheitserregern gibt es jedoch kein Nullrisiko für SSI.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. A. Kramer

Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Greifswald, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Walther-Rathenau-Straße 49a, 17489 Greifswald
Kramer@uni-greifswald.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Agarwal DS (1967) Subcutaneous staphylococcal infection in mice. I. The role of cotton-dust in enhancing infection. *Br J Exp Pathol* 48(4):436–449
- Assadian O, Kramer A (2011) Durchführung der präoperativen Hautantiseptik im Rahmen der Prävention postoperativer Wundinfektionen und Auswahl der infrage kommenden Hautantiseptika. *Hyg Med* 36(5):186–190
- Below H, Brauer V, Kramer A (2007) Iodresorption bei antiseptischer Anwendung von Iodophoren und Schlussfolgerungen zur Risikobewertung. *GMS Krankenhaushyg Interdisziplinär* 2(3):15
- Bernau A, Heeg P (1985) Experimentelle Untersuchungen zu Fragen der Hautdesinfektion. *Orthop Prax* 21:351–358
- Caillot JL, Paparel P, Arnal E et al (2006) Anticipated detection of imminent surgeon-patient barrier breaches. A prospective randomized controlled trial using an indicator underglove system. *World J Surg* 30(1):134–138
- CEN/TC 205/WG 14 (2009) DIN EN 13795-1: Operationsabdecktücher, -mäntel und Rein-Luft-Kleidung zur Verwendung als Medizinprodukte für Patienten, Klinikpersonal und Geräte. Teil 1: Allgemeine Anforderungen für Hersteller, Aufbereiter und Produkte, Beuth, Berlin
- CEN/TC 205 (2009) DIN-EN 455-2: Medizinische Handschuhe zum einmaligen Gebrauch – Teil 2: Anforderungen und Prüfung der physikalischen Eigenschaften. Beuth, Berlin
- Christiansen B, Eggert HJ, Exner M et al (1991) Richtlinie für die Prüfung und Bewertung von Hautdesinfektionsmitteln. *Zentralbl Hyg Umweltmed* 192:99–103
- Cruse PJ, Foord R (1973) A five-year prospective study of 23.649 surgical wounds. *Arch Surg* 107:206–210
- Daruiche RO, Wall MJ, Itani KM et al (2010) Chlorhexidine-alcohol versus povidone-iodine for surgical-site antisepsis. *N Engl J Med* 362(1):18–26
- Deutsche Krankenhausgesellschaft (1990) Ermittlung und Analyse von Krankenhausinfektionen. Deutsche Krankenhausverlagsgesellschaft, Düsseldorf
- Dohmen PM, Konertz W (2007) A review of current strategies to reduce intraoperative bacterial contamination of surgical wounds. *GMS Krankenhaushyg Interdisziplinär* 2(2):38
- Dohmen PM, Gabbieri D, Weymann A et al (2009) Reduction in surgical site infection in patients treated with microbial sealant prior to coronary artery bypass graft surgery: a case-control study. *J Hosp Infect* 72(2):119–126
- Dohmen PM, Gabbieri D, Weymann A et al (2011) A retrospective non-randomized study on the impact of integuseal, a preoperative microbial skin sealant, on the rate of surgical site infections after cardiac surgery. *Int J Infect Dis* 15(6):395–400
- Florman S, Burgdorf M, Finigan K et al (2005) Efficacy of double gloving with an intrinsic indicator system. *Surg Infect (Larchmt)* 6:4385–4395
- Forbes SS, Stephen WJ, Harper WL et al (2008) Implementation of evidence-based practices for surgical site infection prophylaxis: results of a pre- and postintervention study. *J Am Coll Surg* 207(3):336–341
- Freise J, Kohaus S, Korber A et al (2008) Contact sensitization in patients with chronic wounds: results of a prospective investigation. *J Eur Acad Dermatol Venerol* 22(10):1203–1207
- Ganczak M, Bialecki P, Bohatyrewicz A (2004) Double gloving in reducing the interoperative risk of blood borne pathogens. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 69(4):249–254
- Harnoss JC, Kramer A, Heidecke CD et al (2010) Wann sollte in Operationsräumen ein Wechsel chirurgischer Handschuhe erfolgen? *Zentralbl Chir* 135(1):25–27
- Harnoss JC, Partecke LI, Heidecke CD et al (2010) Concentration of bacteria passing through puncture holes in surgical gloves. *Am J Infect Control* 38(2):154–158
- Heeg P, Christiansen B (1993) Hautantiseptik. In: Kramer A, Gröschel D, Heeg P et al (Hrsg) *Klinische Antiseptik*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 105–119
- Hoborn J (1990) Wet strike – through and transfer of bacteria through operating barrier material. *Hyg Med* 15:15–20
- Howard DP, Williams C, Sen S et al (2009) A simple effective clean practice protocol significantly improves hand decontamination and infection control measures in the acute surgical setting. *Infection* 37(1):34–38
- Hübner NO, Goerdts AM, Stanislawski N et al (2010) Bacterial migration through punctured surgical gloves under real surgical conditions. *BMC Infect Dis* 10:192
- Hübner NO, Assadian O, Grohmann SA et al (2011) Efficacy of five alcohol-based skin antiseptics on sebaceous skin used at shorter application times than the current recommendation of 10 minutes. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 30(7):825–829
- Kampf G, Kramer A (2005) Efficacy of hand hygiene agents at short application times. *Am J Infect Control* 33(7):429–431
- Kampf G, Pitten FA, Heeg P et al (2007) Efficacy of two ethanol-based skin antiseptics on the forehead at shorter application times. *BMC Microbiol* 7:85
- Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL et al (1999) The impact of surgical site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20:725–730
- Kojima Y, Ohashi M (2005) Unnoticed glove perforation during thoracoscopic and open thoracic surgery. *Ann Thorac Surg* 80:1078–1080
- Korniewicz DM, Garzon L, Seltzer J et al (2004) Failure rates in nonlatex surgical gloves. *Am J Infect Control* 32:268–273
- Kralj N, Beie M, Hofmann F (1999) Chirurgische Handschuhe – Wie gut schützen sie vor Infektionen? *Gesundheitswesen* 61:398–403
- Kramer A (2007) Role of disinfection in the infection prevention multibarrier system. *GMS Krankenhaushyg Interdisziplinär* 2(1):13
- Kramer A, Adrian V, Rudolph P et al (1998) Explantationstest mit Haut und Peritoneum der neonatalen Ratte als Voraussagetest zur Verträglichkeit lokaler Antiseptika für Wunden und Körperhöhlen. *Chirurg* 69(8):840–845
- Kramer A, Reichwagen S, Heldt P et al (2008) Iod and Iodophore. In: Kramer A, Assadian O (Hrsg) *Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung*. Thieme, Stuttgart New York, S 737–743
- Kramer A, Assadian O, Lademann J (2010) Prevention of postoperative wound infections by covering the surgical field with iodine-impregnated incision drape (loban® 2). *GMS Krankenhaushyg Interdisziplinär* 5(2):8
- Kramer A, Schilling M, Heidecke CD (2010) Infektionspräventions-Check-in und Infektionspräventions-Check-out zur Prävention nosokomialer Infektionen. *Zentralbl Chir* 135:44–48
- Lademann O, Kramer A, Richter H et al (2011) Antisepsis of the follicular reservoir by treatment with tissue-tolerable plasma (TTP). *Laser Phys Lett* 8(4):313–317
- Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML et al (1999) Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20(4):250–280
- Misteli H, Weber WP, Reck S et al (2009) Surgical glove perforation and the risk of surgical site infection. *Arch Surg* 144:553–558
- Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen: Modul OP-KISS (Surveillance System postoperative Wundinfektionen). Nationales Referenzzentrum (NRZ) für Surveillance von nosokomialen Infektionen, Berlin, <http://www.nrz-hygiene.de/surveillance/kiss/op-kiss>
- Oldhafer K, Jürs U, Kramer A et al (2007) Empfehlungen zur Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 50:377–393
- Oldhafer K, Hübner NO, Leppin L et al (2009) Lehrfilm „Prävention postoperativer Wundinfektionen“ – ein Beitrag zur Qualitätssicherung des prä-, intra- und postoperativen Hygienemanagements. *GMS Krankenhaushyg Interdisziplinär* 4(2):03, <http://www.egms.de/static/pdf/journals/dgkh/2009-4/dgkh000128.pdf>
- Partecke LI, Goerdts AM, Langner I et al (2009) Incidence of microperforation for surgical gloves depends on duration of wear. *Infect Control Hosp Epidemiol* 30:409–414
- Pons-Busom M, Aguas-Compain M, Delás J et al (2004) Compliance with local guidelines for antibiotic prophylaxis in surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 25(4):308–312
- Reichel M, Heisig P, Kohlmann T et al (2009) Alcohols for skin antisepsis at clinically relevant skin sites. *Antimicrob Agents Chemother* 53(11):4778–4782
- Rutala WA, Weber DJ (2001) A review of single-use and reusable gowns and drapes in health care. *Infect Control Hosp Epidemiol* 22(4):248–257
- Salas I, Valencia M, Ruiz F et al (1990) The rupture of surgical gloves in a general hospital. *Rev Med Chil* 118:44–48
- Swenson BR, Hedrick TL, Metzger R et al (2009) Effects of preoperative skin preparation on postoperative wound infection rates: a prospective study of 3 skin preparation protocols. *Infect Control Hosp Epidemiol* 30(10):964–971
- Tanner J, Parkinson H (2006) Double gloving to reduce surgical cross-infection. *Cochrane Database Syst Rev* 3:CD003087
- Thomas S, Agarwal M, Mehta G (2001) Intraoperative glove perforation – single versus double gloving in protection against skin contamination. *Postgrad Med J* 77(909):458–460
- Veiga DF, Damasceno CA, Veiga-Filho J et al (2008) Povidone iodine versus chlorhexidine in skin antisepsis before elective plastic surgery procedures: a randomized controlled trial. *Plast Reconstr Surg* 122(5):170e–171e
- Verbund für Angewandte Hygiene (2011) Desinfektionsmittel-Liste des VAH. mhp, Wiesbaden
- Webster J, Alghamdi AA (2007) Use of plastic adhesive drapes during surgery for preventing surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* (4):CD006353
- Werner HP, Hoborn J, Schön K et al (1991) Influence of drape permeability on wound contamination during mastectomy. *Eur J Surg* 157:379–383
- Wilson SE (2008) Microbial sealing: a new approach to reducing contamination. *J Hosp Infect [Suppl]* 2:70:11–14
- Yalcin AN, Erbay RH, Serin S et al (2007) Perioperative antibiotic prophylaxis and cost in a Turkish University Hospital. *Infez Med* 15(2):99–104