

# Kontamination der Operationswunde: Die Bedeutung von Abdeckmaterialien und Bereichskleidung\*

■ A. Hambræus, J. Hoborn

## Zusammenfassung

Die essentiellen Eigenschaften von Abdeckmaterialien im Operationsbereich zur Vermeidung einer Einschleppung von Mikroorganismen in die Operationswunde werden besprochen. Diese Eigenschaften werden derzeit in Europa gemäß den Anweisungen der europäischen Standardisierungsbehörde CEN genormt. CEN/TC205/WG14 wurde beauftragt, eine Serie von Normvorschriften auszuarbeiten, welche folgende Einzelheiten umfassen: allgemeine Informationen, Prüfmethode, speziell erforderliche

Eigenschaften für Abdeckmaterialien für Chirurgiepatienten und Geräte, Bereichskleidung, Bekleidung in steriler Luft, Gesichtsmasken, Kopfbedeckungen. Diese Normen gelten gleichermaßen für wiederverwendbare und Einmalware und stellen eine Hilfe für das Operationsteam dar, dessen Bedürfnisse klar formulieren, sowie für die Hersteller dieser Artikel, ihre Erzeugnisse genau zu spezifizieren in Übereinstimmung mit den jetzt geltenden normierten europäischen Bestimmungen für medizinische Geräte und Hilfsmittel.

Der Kampf gegen postoperative Wundinfektionen hält nun schon seit mehr als hundert Jahren an. Um zu verhindern, dass Bakterien in die Operationswunde gelangen, werden routinemäßig verschiedene, theoretisch wissenschaftlich fundierte Maßnahmen durchgeführt, die man unter dem Begriff „Asepsis“ zusammenfasst.

Zur Asepsis gehören die Verwendung steriler Instrumente und anderer relevanter Produkte, sorgfältiges Händewaschen und sorgfältige Händedesinfektion aller Mitglieder des OP-Teams, die Desinfektion der Haut des Patienten im Operationsfeld sowie eine wirksame Filterung und ein wirksamer Austausch der Luft im Operationssaal. Alle diese Maßnahmen zielen darauf ab, die Anzahl der vorhandenen Bakterien zu verringern. Eine

zweite, mindestens ebenso wichtige Gruppe von Maßnahmen soll verhindern, dass dennoch vorhandene Mikroorganismen in die Operationswunde gelangen. Diese Maßnahmen werden oft zusammenfassend als Barrieretechniken bezeichnet. Beispiele sind die sterile Verpackung diverser Medizinprodukte, Reinluftkleidung, OP-Mäntel und -Handschuhe sowie Abdecktücher für Patienten und Geräte bzw. Instrumente.

Eine dritte Maßnahmengruppe konzentriert sich auf das Verhalten des Personals im Operationsfeld. Es soll durch sorgfältiges Arbeiten verhindert werden, dass wesentlich Mikroorganismen in die Operationswunde gelangen. Dazu gehören unter anderem das berührungsfreie Arbeiten (No-touch-Technik), die Sterilität von Geräten, Closed-glove-Techniken für das Anlegen von Handschuhen und geeignete Operationstechniken.

Obwohl alle diese Maßnahmen angewendet werden, treten jedoch immer wieder Infektionen der Operationswunde auf. Kürzlich veröffentlichte Berichte zu einer Untersuchung über die Häufigkeit von Infektionen in 157 Krankenhäusern in Großbritannien und der Republik Irland

(1980 und 1994), bieten einen hervorragenden Überblick über die Situation in zwei europäischen Ländern [1]. Wenn Infektionen von Operationswunden systematisch erfasst werden, verringert sich hierdurch die Infektionsrate. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die mangelhafte Durchführung der festgelegten Maßnahmen eine der Ursachen für postoperative Wundinfektionen ist.

## Keimeintrag in die Operationswunde

Die Mehrzahl der postoperativen Wundinfektionen lässt sich auf die Operation selbst zurückführen, da zu diesem Zeitpunkt Mikroorganismen in die offene Wunde gelangen können. Die Mikroorganismen können exogenen (Personal, Instrumente und Geräte, Mitpatienten) oder endogenen Ursprungs (Patient selbst) sein. Bei aseptischen Operationen, d. h. bei Operationen in sterilem Gewebe, bei denen Hohlräume nicht eröffnet werden, stammen die Mikroorganismen am häufigsten von der Haut des OP-Personals oder des Patienten. Bei Operationen mit hohem Infektionsrisiko, z. B. bei orthopädischen oder gefäßchirurgischen Eingriffen, ist die normale Hautflora meistens die Ursache von Infektionen im Operationsbereich.

Es kommen Kontaktinfektionen und aerogene Infektionen vor. Die Übertragung von Keimen von Stationen außerhalb des OPs oder von Patient zu Patient innerhalb des OPs sind meist Kontaktinfektionen über die Hände oder die Kleidung des Personals.

In heutigen OP-Abteilungen ist die aerogene Übertragung von Mikroorganismen meist nur innerhalb des Operationssaales von Bedeutung. Die Keime stammen hauptsächlich von menschlichen Hautschuppen, die über die Luft eingetragen werden.

Ein gesunder Mensch verliert beim Gehen in jeder Minute Tausende von bakte-

\* Die Erstfassung dieser Arbeit erschien in Hyg Med 1998; 23 (5): 152–156

rientragenden Hautpartikeln. Die Partikelgröße beträgt 5 bis 60  $\mu\text{m}$ , und die durchschnittliche Anzahl der darauf befindlichen aeroben und anaeroben Bakterien wird auf etwa 5 geschätzt. Diese aerogenen Partikel kontaminieren die Wunde entweder direkt durch Ablagerung in der Wunde oder indirekt durch Ablagerung auf Instrumenten oder anderen Gegenständen, die dann ihrerseits in Kontakt mit der Wunde kommen.

Aseptische Maßnahmen sollen die Kontamination der Operationswunde auf ein Minimum beschränken, um letztendlich eine Wundinfektion zu vermeiden. Ob eine Infektion auftritt oder nicht, hängt von der Zahl und Art der Bakterien, der Art der Operation sowie dem Allgemeinzustand des Patienten ab. Aus diesem Grund lässt sich nur schwer festlegen, wie viele koloniebildende Einheiten (KBE) oder Zellen benötigt werden, um eine Infektion zu verursachen, und wie viele Bakterien übertragen werden. Die Wirksamkeit verschiedener aseptischer Maßnahmen lässt sich am besten an ihren Auswirkungen auf die Infektionshäufigkeit erkennen. Eine multizentrische klinische Untersuchung orthopädischer Implantationen zeigte sowohl eine direkte Korrelation zwischen Infektionen der Operationswunde und der Anzahl aero gener Bakterien [2] als auch klinische Auswirkungen von Reinluft [3]. Um jedoch klinische Informationen über die Auswirkungen verschiedener hygienischer Maßnahmen bei den wichtigsten Eingriffstypen zu erhalten, müssten vergleichbare multizentrische Studien durchgeführt werden, wofür wahrscheinlich die erforderlichen Mittel fehlen. Daher könnte ein Vergleich des Ausmaßes der Wundkontamination bei unterschiedlichen aseptischen Kautelen ein wichtiger erster Schritt zur Wirksamkeitsbewertung hygienischer Maßnahmen sein.

Wenn sich für eine Maßnahme nicht nachweisen lässt, dass sie zu einer geringeren Wundkontamination führt als eine Referenzmaßnahme, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie zu einer Abnahme der Wundinfektionsrate führt, gering. Kann hingegen gezeigt werden, dass die Maßnahme nicht nur zu einer geringeren Wundkontamination führt, sondern dass sich auch das Übertragungsmuster im Vergleich zu einer anderen Maßnahme verändert, steigt die Wahrscheinlichkeit für eine geringere Infektionsrate.

Für Untersuchungen zur Wundkontamination werden effektive und validierte Probennahmeverfahren benötigt.

Es gibt mehrere gut konzipierte Studien zur Kontamination der Operationswunde, die die Infektionswege innerhalb des Operationssaals näher beleuchten. Whyte u. Mitarb. [4,5] untersuchten Infektionswege und Infektionsquellen während Cholezystektomien. Eines ihrer wichtigsten Ergebnisse war, dass die Wundkontamination bei Patienten mit einer durchschnittlichen Bakterienanzahl auf der Haut vor der Hautdesinfektion 17-mal so hoch lag wie bei Patienten, bei denen fast keine Bakterien auf der Haut vorhanden waren. Außerdem wurde gezeigt, dass eine etwa 13fache Verringerung der Anzahl der aerogenen Bakterien die Häufigkeit von Wundkontaminationen um etwa 50% reduzierte.

Werner u. Mitarb. [6] untersuchten die Übertragung von Bakterien im Operationsfeld und seiner Umgebung während Mastektomien. Sie konnten ein Modell für die Bakterienübertragung von der Haut des Patienten über die Luft bis zum Operationsfeld, zum Handschuh des Chirurgen und schließlich zur Operationswunde aufzeigen. In der Untersuchung wurde deutlich gezeigt, dass die Keimübertragung von der Haut des Patienten sowohl aerogen als auch durch Direktkontakt erfolgt. Mehrere Autoren konnten nachweisen, dass die Keimdurchlässigkeit von textilem Gewebe erhöht ist, wenn dieses Gewebe feucht oder nass ist [7,8,9].

Die hier zitierten Untersuchungen zeigen, dass die Haut der Mitarbeiter und des Patienten eine wichtige Kontaminationsquelle der Operationswunde ist, dass Mikroorganismen über die Luft sowie durch direkten oder indirekten Kontakt in die Wunde eingebracht werden können und dass die Übertragungswahrscheinlichkeit bei Nässe höher ist als bei Trockenheit.

#### **Die Bedeutung von OP-Kleidung und OP-Abdecktüchern zur Verhütung des Bakterieneintrags**

Um den Keimeintrag aus dem übrigen Krankenhaus in den Operationssaal zu verhindern, dürfen zur Patientenpflege Reinluftkleidung sowie Bereichskleidung nicht außerhalb ihres Bestimmungsbereichs getragen werden.

#### *Aerogener Bakterieneintrag*

Für Totalendoprothesenoperationen wurde eine Korrelation zwischen einer geringen Infektionsrate von Operationswunden und einem hohen Grad von Keimfreiheit der Luft während des Eingriffs nachgewiesen [2]. Reinluftbedingungen ließen sich entweder durch besondere Belüftungssysteme oder durch die Verwendung von Reinluftkleidung [10,11] anstelle von herkömmlicher Bereichskleidung erreichen.

Reinluftkleidung wird verwendet, um die Verbreitung kontaminierter menschlicher Hautschuppen über die Luft zu verringern. Die Wirksamkeit von Reinluftkleidung bei der Verringerung der Wundkontamination wurde für Eingriffe am offenen Herzen von Verkala u. Mitarb. [12] und für orthopädische Eingriffe von Blomgren u. Mitarb. [10] nachgewiesen.

Die Werner-Studie [6] zeigt, dass die Luft oberhalb des Operationsbereichs bei einer Mastektomie durch Bakterien von der Haut des Patienten kontaminiert wird, wenn die Ränder der Abdecktücher nicht dicht an der Haut befestigt sind.

#### *Kontaktinfektionen*

Da kontaminierte Haut eine der Hauptquellen für Wundkontaminationen ist, muss besonders darauf geachtet werden, dass Hautkeime nicht in die Operationswunde gelangen. Die Bedeutung einer gründlichen Hautdesinfektion kann dabei nicht genug betont werden. Nicht immer wird jedoch erkannt, dass aus verschiedenen Gründen (wie den von Whyte und Werner beschriebenen) die Hautkontamination vor der Hautdesinfektion von Patient zu Patient erheblich variiert. Bei Patienten mit einer durchschnittlichen Bakterienkontamination der Haut lag die Keimzahl in der Wunde 17-mal so hoch wie bei Patienten, bei denen nur wenige Bakterien auf der Haut vorhanden waren. Weiter wurde von Werner [6] gezeigt, dass selbst bei sorgfältiger Hautdesinfektion die Flora der tiefergelegenen Hautschichten während des Eingriffs an die Hautoberfläche gelangt. Man weiß daher bei einem konkreten Eingriff nie, ob die bakterielle Belastung der Haut des Patienten oder des sterilen OP-Personals gering oder hoch ist. Aus diesem Grund müssen wirksame Maßnahmen gegen eine Übertragung getroffen werden.

Wenn die OP-Kleidung nicht bakterien-dicht ist, können Keime aus der kontaminierten nassen oder feuchten Operationswunde auf die OP-Mäntel übertragen werden und von dort aus die darunterliegende Kleidung erreichen; anschließend werden sie möglicherweise durch den nächsten OP-Mantel auf den nächsten Patienten übertragen. Unter trockenen Bedingungen ist die Keimübertragung vom Chirurgen zur Operationswunde gering. Die OP-Kleidung verhindert die Abgabe von Hautpartikeln, sofern sie aus einem geeigneten Material besteht und in Kombination mit einem Reinluftsystem verwendet wird.

Gewebe mit einer Maschengröße von mehr als 80 µm, wie zum Beispiel herkömmliche Baumwollgewebe, sind wenig geeignet, die Abgabe von Hautschuppen zu verhindern.

OP-Abdecktücher werden verwendet, um einen keimfreien Arbeitsbereich um die Wunde zu schaffen. Wenn sie nahe genug an der Wunde angebracht sind und fest anliegen, verhindern sie auch das Eindringen von Hautbakterien des Patienten in die Wunde. Mit Tüchern verhindert man auch die Ausbreitung potentiell kontaminierter Körperflüssigkeiten aus dem Wundbereich.

Werner u. Mitarb. verglichen die Wirksamkeit von durchlässigen und nicht-durchlässigen OP-Abdecktüchern zum Schutz von Mastektomie-Wunden vor Kontamination. Bei Verwendung des nichtdurchlässigen Materials stellten sie eine Reduktion der Keimzahlen von 92% fest. Besonders interessant war auch die Erkenntnis, dass sich die Eintrittswege in die Operationswunde bei Zunahme der Barrierewirkung der Abdeckmaterialien deutlich veränderten.

### Schlussfolgerung

Die Prävention von Infektionen durch die normale Hautflora (des Personals oder des Patienten) ist von großer Bedeutung bei aseptischen Eingriffen mit hohem Infektionsrisiko wie z. B. bei totalen Gelenkendoprothesen. Die Prävention der Keimübertragung von Patienten von Stationen in den Operationsaal oder von Patient zu Patient innerhalb des Operationsaals ist von großer Bedeutung für alle chirurgischen Eingriffe, insbesondere hinsichtlich multiresistenter Bakterien.

Der Keimeintrag in den Operationsaal und letztlich in die Operationswunde wird von den Eigenschaften der Textilien beeinflusst, die im Operationsaal verwendet werden.

Durch Reinluftkleidung verringert man erheblich die Übertragung von der Hautflora der Mitarbeiter in die Luft und von dort in die Operationswunde.

Tücher, die fest an den Wundrändern befestigt sind, verhindern die aerogene Kontamination der Operationswunde durch die Hautflora des Patienten.

Durch spezifische Bereichskleidung, die nur im Operationsaal getragen wird, verringert man das Risiko eines Keimeintrags von außen in den Operationsaal. OP-Mäntel mit einer Vorderseite und Ärmeln aus flüssigkeitsundurchlässigem Material reduzieren das Risiko einer Keimübertragung von Patient zu Patient im Operationsaal über die Bereichskleidung.

Undurchlässige Tücher, die fest an der Haut des Patienten anliegen und die Wundregion umschließen, verringern das Risiko einer Kontaktinfektion der Operationswunde durch Hautkeime des Patienten.

### Literatur

- <sup>1</sup> Emmerson AM, Enstone JE, Griffin M, Kelsey MC, Smyth ETM. The Second National Prevalence Survey of Infection in Hospitals – overview of the results. *Hosp Infect* 1996; 32: 175–190
- <sup>2</sup> Lidwell OM. Sepsis after total hip or knee joint replacement in relation to airborne contamination. *Phil Trans Roy Soc London* 1985; series B 302: 583–592
- <sup>3</sup> Lidwell OM et al. Ultra clean air and antibiotics for prevention of postoperative infection. *Acta Orthop Scand* 1987; 58: 4–13
- <sup>4</sup> Whyte W, Hambraeus A, Laurell G, Hoborn J. The relative importance of routes and sources of wound contamination during general surgery: I. Non-airborne. *J Hosp Infect* 1991; 18: 93–107
- <sup>5</sup> Whyte W, Hambraeus A, Laurell G, Hoborn J. The relative importance of the routes and sources of wound contamination during general surgery: II. Airborne. *J Hosp Infect* 1992; 22: 41–54
- <sup>6</sup> Werner HP, Hoborn J, Schön K, Petri E. Influence of drape permeability on wound contamination during mastectomy. *Eur J Surg* 1991; 157: 379–383
- <sup>7</sup> Charnley J, Eftekhari N. Penetration of gown material by organisms from the surgeon's body. *Lancet* 1969; 1: 172–173
- <sup>8</sup> Ransjö U, Hambraeus A. An instrument for measuring bacterial penetration through fabrics used for barrier clothing. *J Hyg Camb* 1979; 82: 361–368
- <sup>9</sup> Hoborn J. Wet Strike-Through and Transfer of Bacteria Through Operating Barrier Materials. *Hyg Med* 1990; 15: 15–20
- <sup>10</sup> Blomgren G, Hoborn J, Nyström B. Reduction of contamination at total hip replacement by special working clothes. *J Bone Joint Surg (Br)* 1990; 72-B: 985–987
- <sup>11</sup> Bergman BR, Hoborn J, Nachemson AL. Patient Draping and Staff Clothing in the Operating Theatre: A Microbiological Study. *Scand J Infect Dis* 1985; 17: 421–26
- <sup>12</sup> Verkkala K, Eklund A, Ojajarvi J, Tittanen L, Hoborn J, Mäkelä P. The conventionally ventilated operating theatre and air contamination control during cardiac surgery. In print

#### Dr. A. Hambraeus

Dpt. of Clinical Microbiology  
University Hospital  
75185 Uppsala

#### Dr. Jan Hoborn

Mölnlycke Health Care AB  
Gamlestadsv. 3C  
SE-40252 Göteborg