

Die Häufigkeit nosokomialer Infektionen als Indikator medizinischer Qualität

Nicolas Troillet, Patrick Francioli, Didier Pittet, Christian Ruet für die Swiss-NOSO-Gruppe

Einleitende Bemerkung

Wie im Editorial erwähnt, wurde der nachstehende Text für FoQual verfasst (www.hospvd.ch/quality/foqual). Das Ziel dieser Publikation war es, die theoretischen und praktischen Erkenntnisse zum Thema der Messung der Häufigkeit nosokomialer Infektionen unter dem Blickwinkel der medizinischen Qualitätssicherung zusammenzufassen. Swiss-NOSO hatte, ebenso wie weitere Expertengruppen, welche andere Indikatoren bearbeiten mussten, sich an das von FoQual vorgegebene Raster der Darstellung zu halten. Der Aufbau des nachstehenden Textes entspricht diesen Vorgaben.

1. Bedeutung des Indikators

Nosokomiale Infektionen (d.h. im Spital erworbene Infektionen) sind unerwünschte, jedoch relativ häufige Ereignisse, die bereits ausführlich erforscht worden sind. Eine im Jahre 1999 in 18 Schweizer Spitälern durchgeführte Studie konnte aufzeigen, dass sich über 10 Prozent der im Spital weilenden Patienten eine nosokomiale Infektion zuzogen [1]. Es handelte sich dabei hauptsächlich um postoperative Wundinfektionen, Harnwegsinfektionen, Pneumonien und Bakteriämien (die Blutbahn betreffende Infektionen). Diese Infektionen haben zweifellos einen Einfluss auf die Morbidität, Mortalität sowie die Kosten des Gesundheitswesens [2]. Die Ursachen dieser Infektionen sind multifaktoriell und variieren je nach Art der Infektion. Für alle Infektionen gilt, dass ihr Auftreten durch zwei Arten von Faktoren bestimmt wird: Einerseits handelt es sich dabei um Faktoren, die schwer zu beeinflussen sind, da sie auf den Zustand des Patienten zurückzuführen sind, wie beispielsweise das Alter oder der Zustand der Immunabwehr. Andererseits wird das Auftreten von Infektionen durch medizinische Interventionen und deren Qualität beeinflusst. So können beispielsweise eine adäquate Einlagetechnik beim Legen eines Blasenkateters, eine korrekte perioperative Antibiotikaprophylaxe oder eine optimale Händehygiene das Risiko für das Auftreten nosokomialer Infektionen deutlich reduzieren.

Zahlreiche in den letzten 30 Jahren durchgeführte Studien konnten zeigen, dass nosokomiale Infektionen Indikatoren der Qualität sind, die sich als Grundlagen für Interventionen eignen, sofern die dafür notwendigen Strukturen und Mittel vorhanden sind. Unter diesen Mitteln spielt die Infektionserfassung (im Sinne des Auffindens von Fällen) eine wesentliche Rolle: Sie ermöglicht nicht nur das Beziffern infektiöser Komplikationen, sondern trägt auch zur Prävention dieser Infektionen bei. Letzteres wird alleine schon durch die Etablierung der Infektionserfassung und die Rückmeldung der Resultate an die Erbringer der medizinischen Leistungen erreicht [3, 4]. Darüber hinaus hat die

erworbene Erfahrung aus der Erfassung nosokomialer Infektionen die Infektionserfassung zu einem anerkannten Modell für die Entwicklung weiterer Qualitätsindikatoren gemacht [4, 5].

2. Allgemeine Anwendbarkeit des Indikators

In der Schweiz treten, ebenso wie in anderen Ländern, nosokomiale Infektionen in Spitälern jeder Grösse auf, unabhängig davon, ob es sich um Institutionen für kurze, mittlere oder längere Aufenthalte handelt [1, 6, 7]. Dieser Indikator ist deshalb grundsätzlich allgemein anwendbar, obwohl die Institutionen sich in Bezug auf die Verteilung der Infektionsarten unterscheiden. So werden beispielsweise in einem Spital mit längerer Aufenthaltsdauer, in dem keine chirurgischen Eingriffe durchgeführt und/oder Medikamente nur selten parenteral appliziert werden, nicht dieselben nosokomialen Infektionen festgestellt wie in einem grossen Akutspital mit einer aktiven Chirurgie und Intensivmedizin.

Idealerweise sollte die Infektionserfassung kontinuierlich erfolgen und alle Infektionsarten sollten in den verschiedenen Spitälern auf die gleiche Art und Weise erfasst werden. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass dieses Verfahren keine rationelle Lösung darstellt, da dafür einerseits ein erheblicher Aufwand an qualifiziertem Personal notwendig ist und andererseits auch verfahrenstechnische Schwierigkeiten zu bewältigen sind. Die spitalweite, kontinuierliche Infektionserfassung wurde mittlerweile auch von denjenigen, die sie ursprünglich propagiert hatten, wieder fallengelassen [8].

Der Indikator „nosokomiale Infektionen“ kann deshalb nicht als spitalweit verwendbarer Indikator betrachtet werden, der überall mit identischen Methoden gemessen werden kann. Aus diesem Grund haben das amerikanische System NNIS („National Nosocomial Infection Surveillance“) sowie etwas später das britische System NINSS („Nosocomial Infection National Surveillance Scheme“) spezifische nationale Erfassungsmethoden eingeführt, die auf die verschiedenen Infektionsarten zugeschnitten sind [9, 10]. In ähnlicher Weise führen einige Spitäler in der Schweiz eine systematische Infektionserfassung in Bereichen mit erhöhtem Infektionsrisiko oder im Rahmen gezielter Präventionsaktivitäten durch.

3. Leistungsfähigkeit der Instrumente

Zu Beginn der 70er Jahre führten die amerikanischen „Centers for Disease Control and Prevention“ (CDC) standardisierte Erfassungsmethoden zur Messung der nosokomialen Infektionsrate ein [8]. Diesen

Editorial

Die seit einigen Jahren in verschiedenen Ländern im Gesundheitswesen stattfindenden Reformen werden in der Schweiz durch die 1994 erfolgte Einführung des Krankenversicherungsgesetzes (KVG) geprägt. Gewisse Gesetzesartikel bzw. Paragraphen der entsprechenden Verordnung – insbesondere diejenigen über die Rechte des Patienten und den Nachweis der Qualität der medizinischen Versorgung – verdienen es, hier besonders erwähnt zu werden. Um im letzteren Bereich den Anforderungen des Gesetzes zu genügen, wurde eine Vereinbarung zwischen der Organisation H+ und dem Konkordat der Schweizer Krankenversicherer getroffen. Diese Vereinbarung führte zur Bildung einer Kommission, in der Vertreter beider Organisationen Einsitz nehmen. Die Kommission hat den Auftrag, in den H+ angehörenden Spitälern die Einführung der systematischen Messung von Qualitätsindikatoren zu fördern. Die Messung der Patientenzufriedenheit wurde zum ersten Pflichtindikator bestimmt. Weitere Indikatoren sollen fortlaufend hinzukommen. Darunter findet sich auch die Messung der Häufigkeit nosokomialer Infektionen.

Es kann äusserst schwierig sein, Indikatoren auszuwählen, die tatsächlich eine Aussage über die Qualität der medizinischen Versorgung machen und nicht über einen Nebenaspekt wie beispielsweise die Art der Intervention oder über die Grundkrankheit des Patienten. Damit methodologische Fallgruben möglichst vermieden werden können, hat sich FoQual (www.hospvd.ch/quality/foqual) – ein interkantonales Forum von Berufsleuten im Bereich der medizinischen Qualitätssicherung – im Laufe des Jahres 2000 an Experten gewandt. Diese Experten hatten den Auftrag, sich zur wissenschaftlichen Qualität, zu theoretischen Aspekten sowie zu praktischen Fragen der Umsetzung gewisser Indikatoren, welche von der oben erwähnten Kommission ins Auge gefasst wurden, zu äussern. Swiss-NOSO wurde um eine Stellungnahme zum Indikator „nosokomiale Infektionen“ gebeten. Der in dieser Nummer publizierte Text ist das Resultat der von Swiss-NOSO geleisteten Arbeit. Er macht deutlich, dass die Infektionserfassung ein ganz essentielles Element jeglicher umfassender Präventionsstrategie ist und dass diese spezialisierte Aufgabe nur dafür ausgebildeten Personen, welche von den zu erfassenden Bereichen unabhängig sind, anvertraut werden sollte.

Nicolas Troillet, Christian Ruet

Weitere Artikel:

Die nekrotisierende Enterokolitis – eine nosokomiale Infektion beim Neugeborenen	4
Lüftung im Spital – spitalhygienische Aspekte: I. Operationsabteilungen	6

Methoden wurden relativ einfache und standardisierte diagnostische Kriterien zugrunde gelegt [11, 12]. Mittlerweile sind diese Methoden von vielen Ländern übernommen worden und es hat sich herausgestellt, dass damit effizient und zuverlässig gemessen werden kann, wobei ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht wird [3, 13].

Es ist seit längerer Zeit bekannt [3, 4] und auch in der Schweiz festgestellt worden [14], dass abgesehen von der Anwendung standardisierter Protokolle und Definitionen zusätzliche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit die Erfassung zu verlässlichen Ergebnissen führt. Die für die Erfassung zuständigen Personen müssen für diese Aufgabe gezielt ausgebildet werden (Pfleger und spezialisierte Ärzte). Darüber hinaus müssen sie von den zu erfassenden Bereichen oder Abteilungen unabhängig sein und sollten entweder der Spitaldirektion oder einer speziellen Abteilung des Spitals angehören. Die Tätigkeit im Rahmen der Infektionserfassung sollte nur einen Teil (30-40%) ihrer Arbeitszeit beanspruchen, damit genügend Zeit für andere Aufgaben im Bereich der Infektionsprävention übrig bleibt (Aus- und Weiterbildung, Überarbeitung und Überprüfung von Richtlinien, Bearbeitung von Anfragen). Dafür müssen die nötige Zeit und entsprechende Mittel bereitgestellt werden.

In den 80er Jahren empfahl das CDC, dass eine Hygienefachkraft pro 250 Akutbetten zu 100% eingestellt werde, damit ein vollständiges Programm zur Prävention nosokomialer Infektionen durchgeführt werden könne [3]. Aufgrund neuerer Erfahrungen, die darauf hinweisen, dass dies kosteneffizient ist, gelangte die „Society for Healthcare Epidemiology of America“ (SHEA) zur Ansicht, dass der Bedarf eher nach oben korrigiert werden sollte [15].

4. Case mix

Das Auftreten nosokomialer Infektionen wird nicht allein durch die Qualität der Pflege und der ärztlichen Behandlung beeinflusst. Es ist auch von Faktoren abhängig, die durch die Situation bzw. den Gesundheitszustand des Patienten bestimmt werden. Diese Faktoren können durch die Pflege und Behandlung nicht oder höchstens teilweise beeinflusst werden. Diese Patienten-bezogenen Faktoren können in ihrer Häufigkeit im Laufe der Zeit sowie auch zwischen einzelnen Spitälern oder medizinischen Disziplinen variieren. So ist beispielsweise auf einer chirurgischen Intensivstation eines Universitätsspitals eine höhere Infektionsrate zu erwarten als auf einer medizinischen Abteilung eines kleineren Spitals, ohne dass dafür Unterschiede in der Leistungsqualität verantwortlich gemacht werden können. Es ist deshalb äusserst wichtig, nur „korrigierte“ Infektionsraten miteinander zu vergleichen, also Vergleiche anzustellen, bei denen die Unterschiede zwischen Patientenkollektiven optimal berücksichtigt werden. Die Zusammensetzung der Patientenkollektive unter Berücksichtigung der Grundkrankheiten und der einzelnen Spitaldisziplinen wird auch als „case mix“ bezeichnet.

Die korrekte Berücksichtigung des case mix wurde schon in zahlreichen Studien, die sich mit nosokomialen Infektionen befassten, untersucht [16]. So wurde für die Beurteilung der Rate postoperativer Wundinfektionen im Rahmen des NNIS-Systems ein einfacher Risiko-Index-Score vorgeschlagen und validiert, welcher für jeden Patienten berechnet werden kann. Dieser Score ermöglicht den Vergleich zwischen Spitälern oder Chirurgen unter Berücksichtigung der Grundkrankheiten des Operierten und der Komplexität des Eingriffes [17]. Bei der Beurteilung von Harnwegs-, Atemwegsinfektionen oder Bakteriämien hat sich die Berücksichtigung der Verwendung invasiver Therapien (wie z. B. Blasenkatetern, venösen Kathetern und mechanischer Beatmung) bewährt. Zusätzlich zur Anwendungshäufigkeit sollte die Anwen-

dungsdauer berücksichtigt werden, da sie einen Einfluss auf die Infektionshäufigkeit haben kann. Unterschiede in der Anwendungshäufigkeit zwischen Spitälern könnten zu Unterschieden in der Infektionshäufigkeit führen, ohne dass Qualitätsunterschiede in der Leistungserbringung vorhanden sein müssen [9].

Schlüsse in Bezug auf die Qualität der medizinischen Versorgung in einzelnen Spitälern sind nur möglich, wenn die Grundvoraussetzungen für eine gute Datenqualität gegeben sind. Dies bedingt aber eine relativ komplexe Organisation der Infektionserfassung sowohl auf Ebene der Datenerhebung als auch auf Ebene der Datenanalyse. Die Integration des Case-mix in die Auswertung ist von zentraler Bedeutung und basiert auf einer validierten und homogenen Verwendung diagnostischer Methoden, der Kenntnis der Risikofaktoren einzelner Infektionen sowie der Anwendung von Auswertungsmethoden, welche diese verschiedenen Parameter berücksichtigen.

5. Interpretierbarkeit

Die für das einzelne Spital erhobenen Infektionsraten müssen nach Berücksichtigung des case mix (siehe oben) interpretiert und mit denjenigen anderer Spitäler, welche die Erfassung mit der gleichen Methode durchgeführt haben, verglichen werden. Dieses „Benchmarking“ erlaubt Vergleiche unter homogenen Kollektiven und die Aufstellung zuverlässiger Normwerte. Es setzt die Zentralisierung gewisser Aktivitäten für eine ausreichend grosse Zahl von Spitälern (auf kantonaler, überkantonaler oder nationaler Ebene) sowie die Schaffung einer gemeinsamen, allen Teilnehmern zugänglichen Datenbank voraus. Letztere sollte gleichzeitig die Anonymität der Daten einzelner Institutionen gewährleisten, wobei die Spitäler selbstverständlich ihre eigenen Daten identifizieren, diejenigen der anderen Spitäler aber nur in anonymisierter Form einschen können.

Damit auch das „Benchmarking“ Qualitätsansprüchen genügt, muss diese Aufgabe Fachleuten anvertraut werden, welche über die notwendigen Kenntnisse für die Planung, Durchführung und Auswertung der Infektionserfassung und für die Interpretation der Resultate verfügen.

6. Verwendung des Indikators

Der Aufwand für die Infektionserfassung ist nur gerechtfertigt, wenn aus den Ergebnissen Korrektur- und Präventionsmassnahmen abgeleitet werden. Dies impliziert, dass die Infektionserfassung eng mit einem Gesamtprogramm verknüpft ist bzw. eine Komponente dieses Programms darstellt. Die weiteren Komponenten sind Aufgaben im Bereich der Schulung, zusätzliche epidemiologische Aktivitäten sowie Präventionsmassnahmen, die auf die einzelnen Arten nosokomialer Infektionen zugeschnitten sind. Wie durch das amerikanische SENIC Projekt („Study on the Efficacy of Nosocomial Infection Control“) [3] deutlich gemacht werden konnte, kann nur ein Programm, welches all diese verschiedenen Aufgaben umfasst und durch in diesen Aktivitäten ausgebildete Personen betreut wird, wirksam und effizient sein (siehe oben unter „Leistungsfähigkeit der Instrumente“).

7. Forschung und Entwicklung

Auch wenn auf dem Gebiet der nosokomialen Infektionen schon grosse Forschungsanstrengungen unternommen worden sind, sind noch zahlreiche wichtige Aspekte näher zu analysieren, bevor sie als Qualitätsindikatoren in der Schweiz angewandt werden können. Dazu gehören folgende Themen:

- Beurteilung der Leistungsfähigkeit einzelner Messinstrumente in verschiedenen Spitälern als Voraussetzung für die allgemeine Anwendung.
- Optimierung der Messparameter, die für die Berücksichtigung des case mix verwendet werden.
- Schaffung von Anreizen für die Teilnahme an Erfassungsprogrammen sowie Messung der Auswirkungen der Datenrückmeldung an die einzelnen Institutionen im Hinblick auf die Ergreifung von Korrektur- und Präventionsmassnahmen.

8. Kosten

Nach den Empfehlungen des CDC braucht es eine Hygienefachkraft (100%-Stelle) auf 250 Akutbetten sowie einen Spitalhygieniker pro Spital, um ein vollständiges Programm zur Prävention nosokomialer Infektionen auf die Beine zu stellen. 30 bis 40% der Tätigkeit der Hygienefachkraft sollte für die Infektionserfassung reserviert werden.

Dieser Prozentsatz ist als Durchschnittswert zu betrachten, der entsprechend der Anzahl Infektionen, die man erfassen möchte (zum Beispiel nur die Infektionen des Operationstraktes oder diese plus die Katheter-assoziierten Bakteriämien, plus die nosokomialen Pneumonien usw.). Dieser Anteil kann sich im Laufe der Zeit auch ändern und vorübergehend, etwa während einer Prävalenzuntersuchung, einer Vollzeit-Tätigkeit entsprechen. Daher ist es wichtig, diesen Indikator in ein vollständiges Programm zur Prävention nosokomialer Infektionen zu integrieren.

9. Schlussfolgerungen und Empfehlungen bezüglich des Indikators

Nosokomiale Infektionen können zweifellos als Qualitätsindikator in allen Spitälern verwendet werden. Es handelt sich mit Sicherheit um den Indikator, mit dem bis heute am meisten Erfahrungen gesammelt wurden [5].

Dank der gewonnenen Erfahrung konnten verschiedene Kriterien definiert werden, die erfüllt sein müssen, damit das gewünschte Resultat, nämlich eine Qualitätsverbesserung durch Reduktion der nosokomialen Infektionsrate, erzielt werden kann [4, 15, 18, 19]. Diese Kriterien sind:

1. Die Teilnahme an der Infektionserfassung muss grundsätzlich freiwillig sein und die Anonymität der teilnehmenden Spitälern muss gewahrt werden.
2. Es sind standardisierte Definitionen und Erfassungsprotokolle zu verwenden.
3. Die Infektionserfassung soll nicht das ganze Spital und alle Patienten kontinuierlich einbeziehen, sondern sie soll innerhalb bestimmter Patientenkollektive durchgeführt werden.
4. Der Vergleich von Infektionsraten einzelner Infektionen zwischen Spitälern soll durch die Verwendung von Parametern, die den case mix berücksichtigen, ermöglicht werden.
5. Die Infektionserfassung soll Personen anvertraut werden, die dafür sowohl die erforderliche Ausbildung als auch entsprechende Zeitrressourcen haben und die von den zu erfassenden Abteilungen oder Kliniken unabhängig sind.
6. Das Arbeitsfeld dieser Personen soll über die Infektionserfassung hinaus auch weitere Aktivitäten im Bereich der Prävention nosokomialer Infektionen umfassen.
7. Die Ergebnisse der Infektionserfassung sollen den Verantwortlichen der erfassten Bereiche regelmässig mitgeteilt werden.

Aus dieser Auflistung leiten sich bezüglich der Problematik der nosokomialen Infektionen verschie-

dene Empfehlungen an die Schweizer Spitäler ab. Nach Berücksichtigung der relativen Häufigkeit einzelner Infektionsarten, deren Auswirkungen auf Morbidität, Mortalität und Kosten sowie der Berücksichtigung der Machbarkeit und der Erfahrungen auf nationaler Ebene, könnten zukünftige Aktivitäten aus folgenden Elementen bestehen:

1. Durchführung periodischer Prävalenzuntersuchungen analog dem am Universitätsspital Genf entwickelten Modell [14], welches 1996 an 4 Universitätsspitalern [20] und 1999 an 18 Schweizer Spitalern zur Anwendung kam [1].
2. Erfassung postoperativer Wundinfektionen durch die Erweiterung eines Modells, welches seit 2 Jahren in Walliser Spitalern und am Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV) [21, 22] angewandt wird. Im Rahmen dieses Modells besteht die Möglichkeit, die zu überwachenden Eingriffsarten bzw. Chirurgen auszuwählen.
3. Erfassung der Katheter-assoziierten Bakteriämie unter Verwendung eines Protokolls, welches auf den Protokollen aufbaut, die in verschiedenen Spitalern bereits im Einsatz sind.
4. Erfassung weiterer Infektionen in alternierendem Turnus unter Verwendung standardisierter Protokolle mit dem Ziel, im Laufe der Zeit mit einem koordinierten Verfahren das ganze Spektrum nosokomialer Infektionen abzudecken (z. B. nosokomiale Infektionen in der Neonatologie, auf Intensivstationen, durch Antibiotika-resistente Bakterien verursachte Infektionen, usw.).

In der Schweiz ist die Weiterbildung zum Spezialarzt FMH für Infektionskrankheiten durch die Universitätsspitäler und andere für diese Weiterbildung anerkannte Spitäler unter der Ägide der Schweizer Gesellschaft für Infektiologie gewährleistet. Diese Weiterbildung umfasst auch die Gebiete der Epidemiologie und der Spitalhygiene. Dazu gehört auch die Erfassung nosokomialer Infektionen. In naher Zukunft wird auch für Pflegende, die sich auf dem Gebiet der Spitalhygiene im Rahmen einer formellen Weiterbildung das notwendige Fachwissen aneignen, ein Zertifikat ausgestellt, welches den erfolgreichen Abschluss dieser Weiterbildung bescheinigt. Dieser Abschluss wird vom Schweizerischen Roten Kreuz (SRK), dem Schweizerischen Berufsverband für Krankenpflege (SBK), der Schweizer Gesellschaft für Infektiologie (SGInf) und der Schweizer Gesellschaft für Spitalhygiene (SGSH) anerkannt.

Die Arbeitsgruppe Swiss-NOSO, welche 1994 auf Initiative des BAG geschaffen wurde, besteht aus den

Spitalhygienikern der 5 Universitätsspitäler sowie einiger weiterer Spitäler. Dieses Gremium publiziert vierteljährlich ein Bulletin (<http://www.swiss-noso.ch>) als Beilage des BAG-Bulletins mit dem Ziel, dadurch einen Beitrag zur Bekämpfung nosokomialer Infektionen in unserem Land zu leisten. Die Mitglieder der Gruppe besitzen auch praktische Erfahrungen in der Infektionserfassung auf nationaler Ebene, wo bereits mehrere Projekte gemeinsam realisiert wurden. Diese Gruppe könnte deshalb innerhalb noch näher zu definierenden Rahmenbedingungen an der Entwicklung und der Organisation eines nationalen Systems zur Erfassung nosokomialer Infektionen mitwirken. □

Referenzen

1. Sax H. for the SwissNOSO Network. Interhospital differences in nosocomial infection rates. The second swiss nosocomial infection prevalence study. 4th Decennial International Conference on Nosocomial and Healthcare-Associated Infections 2000, Atlanta.
2. Public health focus: surveillance, prevention, and control of nosocomial infections. *Morbidity Mortal Wkly Report* 1992; 41: 783-7.
3. Culver DH, White J, Morgan WM et al. The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 182-205.
4. Monitoring hospital-acquired infections to promote patient safety – United States, 1990-1999. *Morbidity Mortal Wkly Report* 2000; 49: 149-153.
5. Wenzel RP, Pfaller MA. Infection control: the premier quality assessment program in United States hospitals. *Am J Med* 1991; 91 (suppl 3B): 27S-31S.
6. Sax H, Hugonnet S, Harbarth S, Herrault P, Pittet D. Intersector variation in nosocomial infection prevalence: a hospital-wide survey. (eingereicht).
7. Harbarth S, Ruef C, Francioli P, Widmer A, Pittet D. Nosocomial infections in Swiss university hospitals: a multi-centre survey and review of the published experience. *Swiss-Noso Network. Schweiz Med Wochenschr* 1999; 129: 1521-1528.

8. Sartor C, Edwards JR, Gaynes RP, Culver DH. Evolution of hospital participation in the National nosocomial infections surveillance system, 1986-1993. *Am J Infect Control* 1995; 23: 364-368.
9. Emori TG, Culver DH, Horan TC, et al. National nosocomial infections surveillance system (NNIS): description of surveillance methods. *Am J Infect Control* 1991; 19: 19-35.
10. Nosocomial Infection Surveillance Unit. Surgical site infection: analysis of a year's surveillance in English hospitals, 1997-1998. Public Health Laboratory Service. London 1999.
11. Garner J, Jarvis WR, Emori TG, et al. CDC definitions for nosocomial infections, 1988. *Am J Infect Control* 1988; 16: 128-140
12. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, et al. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992; 13: 606-8.
13. Haley RW. Managing hospital infection control for cost-effectiveness. A strategy for reducing infectious complications. American Hospital Publishing Inc. Chicago 1986.
14. Frankart L, Copin P, Alexiou A, et al. Prevalence of nosocomial infections in a university hospital: distribution, predisposing factors, and diagnostic indices. *Schweiz Med Wochenschr* 1998; 128: 1973-1983.
15. Scheckler WE, Brimhall D, Buck AS, et al. Requirements for infrastructure and essential activities of infection control and epidemiology in hospitals: a consensus panel report. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998; 19: 114-124.
16. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System. Nosocomial infection rates for interhospital comparison: limitations and possible solutions. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1991; 12: 609-621.
17. Culver DH, Horan TC, Gaynes RP, et al. Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. *Am J Med* 1991; 91 (suppl 3B): 152S-175S.
18. Gaynes RP, Solomon S. Improving hospital-acquired infection rates: the CDC experience. *JCHAO J Quality Improvement* 1996; 22: 457-467.
19. Gaynes RP, Horan TC. Surveillance of nosocomial infections. In: Mayhall CG, ed. Hospital epidemiology and infection control. 2nd ed. Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott, Williams and Wilkins, 1999: 1285-1317.
20. Pittet D, Harbarth S, Ruef C, et al. Prevalence and risk factors for nosocomial infections in four university hospitals in Switzerland. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20: 37-42.
21. Troillet N, Eisenring Page MC, Praz G. Etude pilote pour un programme de surveillance des infections du site chirurgical dans des hôpitaux régionaux suisses. *Méd et Hyg* 1998; 56: 1857-1961.
22. Troillet N., Widmer A.F., Erfassung postoperativer Wundinfektionen: vom Prinzip zur Praxis. *Swiss-NOSO* 1999; 6: 1-5.

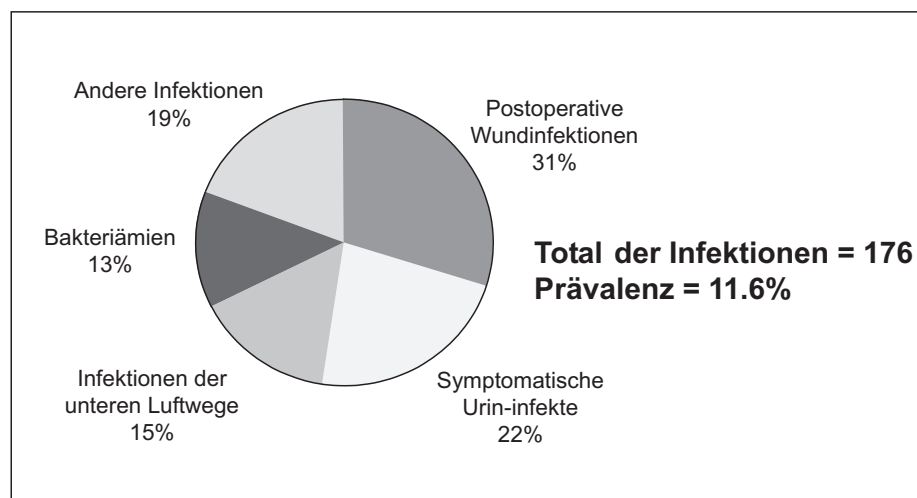


Abbildung 1: Verteilung der nosokomialen Infektionen in 4 Schweizer Universitätsspitalern (1996) (Pittet D. et al. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999)

Die nekrotisierende Enterokolitis – eine nosokomiale Infektion beim Neugeborenen

Klara Pósfay Barbe, Didier Pittet, Genf, Kathrin Mühlemann, Bern

Die nekrotisierende Enterokolitis (NEC) ist eine Erkrankung des Neugeborenen, welche unter dem Bild einer schweren Darmaffektion verläuft mit eventueller Darmperforation und möglicherweise tödlichem Verlauf. Üblicherweise tritt eine NEC zwischen der zweiten und dritten Lebenswoche auf. Die NEC macht etwa 8 bis 12% der Neugeboreneninfektionen aus bei Kindern mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g. Nur 10 bis 25% aller Fälle betreffen Kinder mit einem niedrigeren Risiko und Termingeborene. Die Definition der NEC gemäss CDC basiert auf einer Kombination von klinischen und radiologischen Befunden (Tabelle 1a), ebenso wie die Klassifikation nach Bell, welche häufig von Neonatologen verwendet wird (Tabelle 1b).

Zahlreiche Risikofaktoren für eine NEC sind heute bekannt (Tabelle 2). Zu den meist zitierten gehören zum Beispiel Frühgeburtlichkeit, Darmischämie, orale Ernährung und Besiedelung mit pathogenen Bakterien (Pediatr Clin N Am 1993; 5: 1047-1059).

Da die NEC auf einer Neugeborenenstation gehäuft auftreten kann wurde seit langem eine infektiöse Ursache spekuliert und gesucht. Bis heute konnte aber das Krankheitsbild keinem spezifischen Infektionserreger zugeschrieben werden. In verschiedenen Fallserien

konnte in etwa einem Drittel der Fälle eine begleitende Bakteriämie/Virämie/Fungämie mit den verschiedensten Erregern festgestellt werden. Ein direkter, kausaler Zusammenhang mit der NEC konnte jedoch nicht nachgewiesen werden (Clin Perinatol 1989; 16: 97-111). In einer Studie konnte anhand von systematischen, täglich gewonnenen Proben 48 Stunden vor Beginn einer NEC eine quantitative Zunahme von Enterobacteriaceae beobachtet werden. Dies war begleitet von einer quantitativen Abnahme von koagulasenegativen Staphylokokken (Arch Dis Child 1990; 65:1057-1059). Diese Korrelation beweist aber noch keinen kausalen Zusammenhang.

Die normale Darmflora beim Neugeborenen

Gründliche Kenntnisse über die normale Darmflora beim Neugeborenen bilden eine wichtige Basis für das Verstehen einer möglichen bakteriellen Ätiologie der NEC. Die Quellen der normalen Darmflora beim Neugeborenen sind denn auch sehr vielfältig.

Die erste Quelle bildet die Vaginalflora der Mutter während einer vaginalen Geburt. Zur Zeit der Geburt

weisen etwa ein Drittel der Neugeborenen die gleiche Darmflora auf wie die Mutter. Die zweite wichtige Quelle bildet die Ernährung (Figur 1). Etwa 12 Stunden nach Beginn einer Brustmilchernährung können in der Darmflora fakultative Anaerobier beobachtet werden. Bifidobakterien und Clostridien finden sich zu diesem Zeitpunkt bei unter der Hälfte der Neugeborenen und Bacteroides spp. bei weniger als einem Drittel. Nach einigen Tagen tritt bei allen Kindern eine rasche Vermehrung von Bifidobakterien ein (10^{10} - 10^{11} Keime pro g Stuhl). Dies wird begleitet von einer Abnahme der Anaerobier. Bacteroides spp. macht immer weniger als 30% der Darmflora aus und Clostridien dominieren zwischen dem zweiten und vierten Lebensstag. Schon nach der ersten Lebenswoche repräsentieren aber Bifidobakterien über 99% der Darmflora, da ihr Wachstum durch das tiefe pH des Darminhalts gefördert wird.

Bei Kindern, welche eine Flaschennahrung erhalten, konnte in den letzten Jahren eine Veränderung der Darmkolonisation festgestellt werden. Früher entsprach die Darmflora des Flaschen-ernährten Neugeborenen in etwa derjenigen beim Erwachsenen. Heute gleicht sie aber durch die Anpassung der Milchezusammensetzung mehr derjenigen eines Brustmilch-ernährten Kindes. Dies heisst aber, dass wenn die initiale Flora (während der ersten 48 Lebenstunden) bei beiden Gruppen identisch ist, sich die Bifidobakterien immer sehr rasch vermehren, die anderen Anaerobier (vorallem die gram-negativen) aber nicht abnehmen. Clostridien finden sich bei 50-80% der 1 Woche alten Säuglinge. Sie sind aber nie dominant. Bacteroides ist in 60-80% der Fälle präsent in einer Menge von 10^8 - 10^{10} Keime pro Gramm Darminhalt. Die Darmflora ist deshalb beim Flaschen-ernährten Kind diverser und weniger stabil als beim gestillten Kind.

Die Umgebung spielt ebenfalls eine wichtige Rolle für die Kolonisation des Neugeborenen. Die Darmflora eines hospitalisierten Neugeborenen unterscheidet sich von derjenigen eines Neugeborenen, welches schon nach kurzer Zeit nach Hause entlassen wird. Nach etwa 15-tägiger Hospitalisation beginnen multi-resistente Keime aufzutreten, auch in Abwesenheit einer Antibiotikatherapie. Die Übertragung von Keimen durch direkten Kontakt (*Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacteriaceae*, *Candida albicans*, etc.) konnte nachgewiesen werden. Auch die Saison (vorallem der Sommer) kann eine rasche Kolonisation begünstigen.

Die Abschirmung eines Frühgeborenen in einer Isolette kann eine verspätete intestinale Kolonisation mitbewirken. Bei Frühgeborenen setzt sich die initiale Darmflora aus Klebsiellen und Anaerobiern zusammen. Bifidobakterien erscheinen mit einer Verzögerung von 8 Tagen. Sie dominieren die Flora erst zwischen dem 12. und 35. Lebensstag, jedoch in einem niedrigeren Verhältnis als bei Termingeborenen. Man zählt 10 Bifidobakterien auf ein Enterobacteriaceae in der 7. Lebenswoche verglichen mit 1000 Bifidobakterien auf ein Enterobacteriaceae beim gesunden Termingeborenen. Interessanterweise scheint der Geburtsmodus die Dynamik der Kolonisation durch Bifidobakterien bei Neugeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht nicht zu beeinflussen (Eur J Pediatr 1985; 144 :186-190).

Die Rolle der Darmflora

Eine verzögerte Kolonisation des Verdauungstraktes von Frühgeborenen durch Bifidobakterien ist als Einzelfaktor ungenügend um eine NEC auszulösen. Nach neueren Hypothesen könnten auch bakterielle Toxine am Anfang einer NEC stehen, sei es durch eine

Tabelle 1a: Nekrotisierende Enterokolitis (NEC): Centers for Disease Control and Prevention (USA) Kriterien

Die Nekrotisierende Enterokolitis beim Neugeborenen muss folgende Kriterien erfüllen:

- 2 der folgenden Zeichen, nach Ausschluss einer anderen bekannten Ursache: Erbrechen, geblähtes Abdomen, Magenrest

und

- persistierend Blut im Stuhl mikroskopisch oder makroskopisch **und einer** der folgenden radiologischen Befunde:

a. Pneumoperitoneum

oder

b. Intestinale Pneumatose

oder

c. Persistierend „stehende“ Schlingen im Bereich des Dünndarms

Tabelle 1b: Nekrotisierende Enterokolitis (NEC): Klassifikation nach Bell (Adaptiert von: J Pediatr 1990; 117:836).

Stadium I: NEC Verdacht

1. Klinik: nicht spezifisch, eingeschlossen: Apnoe, Bradykardie, Lethargie, thermische Instabilität.
2. Verdauung: Magenrest, Nachweis von Blut im Stuhl
3. Radiologie: normal oder unspezifisch

Stadium IIA: NEC „leicht“

1. Klinik: wie Stadium I
2. Verdauung: geblähtes Abdomen mit/ohne Druckschmerz, fehlende Darmgeräusche, Nachweis von Blut im Stuhl
3. Radiologie: Ileus mit dilatierten Darmschlingen und Pneumatose

Stadium IIB: NEC „mässig“

1. Klinik: leichte Azidose und Thrombozytopenie
2. Verdauung: Ödem der Darmwand, Druckschmerz bei der Palpation mit/ohne palpierbare Resistenz
3. Radiologie: Prominente Pneumatose und Aszites. Möglicherweise Luft in der Pfortader.

Stadium IIIA: fortgeschrittene NEC

1. Klinik: respiratorische und metabolische Azidose, Beatmung wegen Apnoen, Hypotension, Anurie, Neutropenie, disseminierte, intravasale Gerinnungsstörung.
2. Verdauung: diffuses Ödem, Abdomen gerötet und induriert
3. Radiologie: Ausgeprägter Aszites und persistierend, stehende Darmschlingen ohne Perforation.

Stadium IIIB: fortgeschrittene NEC

1. Klinik: Verschlechterung der Vitalzeichen. Schock und Elektrolytstörungen.
2. Verdauung: Anzeichen für Perforation

Tabelle 2: Risikofaktoren für eine NEC

- Frühgeburtlichkeit
- Darmischämie
- Neonatale Asphyxie
- Kongenitales Herzvitium
- Frühe orale Ernährung
- Nabelkatheter
- Überschüssende bakterielle Kolonisation

Tabelle 3: Vorsichtsmassnahmen bei NEC

- Händehygiene verstärken
- Standardmassnahmen
- Bei gehäuften Fällen: Isolation/Kohorten von Fällen erwägen. Ausbruchabklärung

vermehrte Toxinproduktion oder Toxinakkumulation bei vermindertem Abbau. Die vermehrte Toxinproduktion könnte Folge sein einer gesteigerten Kolonisation durch Toxin-produzierende Bakterien oder einer Veränderung des Darminhalts (im Rahmen eines Ileus, einer Antibiotikatherapie, eines verminderten Redoxpotentials bei Schleimhautischämie etc.). Ein verminderter Toxinabbau könnte theoretisch bei einer Flaschenernährung stattfinden (Pediatrics 1984; 74: 1086-1091).

Aufgrund der erhöhten Darmpermeabilität beim Frühgeborenen wurde auch eine bakterielle Translokation als auslösender Faktor vermutet. Koagulase-negative Staphylokokken konnten bei 25% von Fällen mit NEC aus der Peritonealflüssigkeit isoliert werden. Allerdings ist eine Kontamination anlässlich der Probenentnahme nicht ausgeschlossen.

Ein zytolytisches Toxin (Deltatoxin), welches von *S. aureus* und einigen gram-negativen Keimen gebildet wird, könnte ebenfalls der Ausgangspunkt einer NEC sein (3). Diese Hypothesen müssen aber noch bestätigt werden. Einige Autoren haben postuliert, dass die Adhäsion von Bakterien (vor allem *E. coli*) an das Darmepithel eine Triggerfunktion für eine NEC hat. Eine vermehrte Adhäsion scheint nötig zu sein, ist aber wiederum nicht genügend, um eine NEC zu initiieren (Pediatr Res 1994; 36:115-121). Eine Ko-Infektion oder Ko-Kolonisation durch gram-positive und gram-negative Keime könnte eine verminderte Adhäsionskapazität bewirken und so den protektiven Effekt einer ausgewogenen Darmflora erklären. Interessanterweise führte jedoch in einem Rattenmodell die Kolonisation durch einen einzigen Keim (Klebsiellen ou *E. coli*) nicht zu einer NEC (Lancet 1982; 16:137-139).

Prävention und Therapie der NEC

Die Prävention der NEC stützt sich auf verschiedene Pfeiler:

- 1) Eine prophylaktische, orale Antibiotikatherapie mit Gentamicin, Vancomycin oder Kanamycin zeigte in einigen Studien eine protektive Wirkung, birgt aber das Risiko einer Resistenzentwicklung. In anderen Studien konnte jedoch keine Schutzwirkung beobachtet werden (2).
- 2) In einer Studie verringerte die orale Verabreichung von IgA an Frühgeborene die Inzidenz der NEC, in Analogie zur protektiven Wirkung der Brustmilch, welche IgA enthält (N Eng J Med 1988; 319:1-7).
- 3) Andere Autoren konnten zeigen, dass eine Steroidverabreichung vor Geburt ebenfalls das NEC Risiko verringerte (3).

- 4) Eine kürzliche Tierstudie ergab, dass die Verabreichung von Bifidobakterien an neugeborene Ratten das NEC Risiko senkte. Eine Senkung des Plasmatoxinspiegels und eine verminderte Expression der intestinalen Phospholipase A2 konnte dieses Resultat erklären (Gastroenterology 1999; 117:577-583). Schon früher konnte gezeigt werden, dass die Supplementation von Bifidobakterien bei schwereren Frühgeborenen eine raschere Gewichtszunahme bewirkt (Arch Dis Child 1997; 76:F101-107).

Die wichtigsten Massnahmen, welche bei einem NEC Fall getroffen werden sollen, sind in Tabelle 3 dargestellt. Im wesentlichen sollen die Standardmassnahmen unterstützt werden, obwohl die infektiöse Ätiologie der NEC noch bewiesen werden muss. Das Tragen einer Überschürze ist, bei Neugeborenen, welche in einer Isolette betreut werden nicht nötig.

Nach unserer Erfahrung sind mikrobiologische Untersuchungen der Umwelt als generelle Strategie zur Quellensuche wenig hilfreich. Eine Ausnahme bilden allenfalls spezielle Situationen, zum Beispiel wenn von einem Fall ein für ein Neugeborenes ungewöhnlicher Keim isoliert wird.

Obwohl die infektiöse Ätiologie der NEC nicht bewiesen ist, wird an den meisten Zentren eine antibiotische Kombinationstherapie eingesetzt. Die Frage nach der besten Kombination der Substanzen bleibt, mangels guter, vergleichender Studien, offen da die Heilungsraten in den verschiedenen Untersuchungen etwa äquivalent sind. Auf jeden Fall soll die Darmflora durch ein breites Spektrum abgedeckt sein. Bei der Behandlung sollen natürlich auch die individuelle klinische Situation und die Umgebung mitberücksichtigt werden.

Die Prognose der NEC wird vorallem durch das Risiko einer Darmperforation bestimmt, welche mit

einer 20 – 40% Letalität behaftet ist. Intermittierende oder subakute Obstruktionen treten bei etwa 10 – 20% der Fälle auf.

Bei einem epidemischen Auftreten von NEC Fällen soll möglichst rasche eine Ausbruchabklärung eingeleitet werden. Allenfalls muss auch die Therapie an die aktuelle endemische Lage (zum Beispiel koagulase-negative Staphylokokken) angepasst werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die NEC eine nosokomiale Erkrankung ist, deren Ätiologie noch unverständlich ist. Verschiedene Risikofaktoren konnten eruiert werden und eine infektiologische Ursache wird stark vermutet. Die verschiedenen Therapiemodalitäten variieren, scheinen aber von vergleichbarer Effizienz zu sein. Präventive Massnahmen sind noch in einem experimentellen Stadium. □

Referenzen

1. Peter CS, Feuerhahn M, Bohnhorst B, Schlaud M et al. Necrotizing enterocolitis: is there a relationship to specific pathogens? Eur J Pediatr 1999; 158: 67-70.
Prospektive Fall-Kontrollstudie über 4 Jahre zur (erfolglosen) Suche nach einem Infektionserreger für die NEC.
2. Willoughby RE, Pickering LK. Necrotizing enterocolitis and infection. Clin Perinat 1994; 21: 307-315.
Zusammenfassung zur Beziehung zwischen NEC und Infektion und Aufstellen mehrerer Hypothesen..
3. Engum SA, Grosfeld JL. Necrotizing enterocolitis. Curr Op Pediatr 1998; 10 :123-30.
Gute generelle Übersicht mit kompletter Bibliographie: Ätiologie, Pathogenese, Diagnose, Therapie und Prävention werden besprochen.

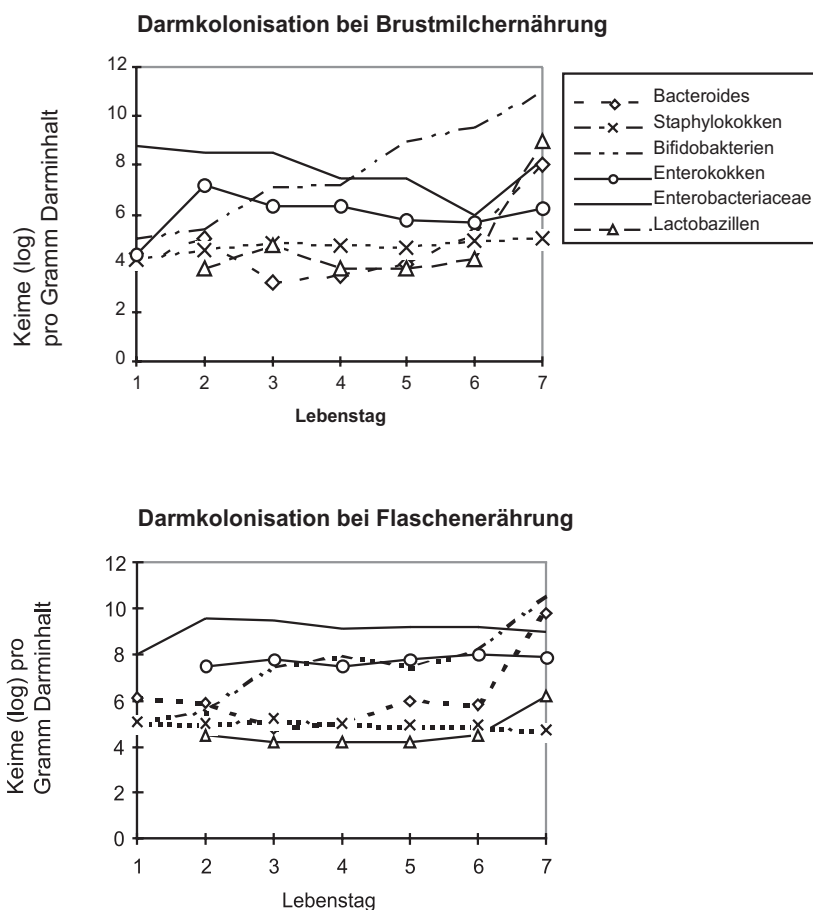


Abbildung 1: Adaptiert von Pediatrics 1983; 72 (3): 319

Lüftung im Spital – spitalhygienische Aspekte: I. Operationsabteilungen

Christian Ruef, Zürich, Nicolas Troillet, Sion

Der Anteil nosokomialer Infektionskrankheiten, welche via die Luft übertragen werden, ist im Vergleich zu Infektionen, welche durch direkten Kontakt erworben werden, gering. Diese Tatsache wird dadurch unterstrichen, dass sich vor allem in den letzten Jahren der Fokus klinisch-epidemiologischer Studien zur Pathogenese nosokomialer Infektionen auf die durch Kontakt übertragenen Infektionen richtet. Dies führt dazu, dass sich die Beurteilung des Infektionsrisikos im Spital bezüglich durch Luft übertragener Infektionskrankheiten auf eine relativ beschränkte wissenschaftliche Basis abstützen kann. Dementsprechend stellt dieses Thema auch ein erhebliches Forschungspotential dar. In diesem und einem Folgeartikel werden, basierend auf der vorhandenen wissenschaftlichen Evidenz, die wichtigsten Aspekte der Anforderungen an Präventionsmassnahmen im Bereich der Spitallüftung dargestellt. Der erste Artikel befasst sich mit der Lüftung in Operationsabteilungen. Im zweiten Artikel wird die Lüftung in anderen Spitalbereichen und in Spezialsituationen diskutiert.

Luftqualität in Operationsabteilungen

Die Anforderungen an die Lüftung in Operationsabteilungen müssen unter Berücksichtigung der Hauptzielsetzung aus hygienischer Sicht beurteilt werden. Das Hauptziel ist hier die Prävention der postoperativen Wundinfektion (surgical site infection, SSI). Dieses Risiko variiert sehr stark und ist abhängig von der Art des chirurgischen Eingriffs. Die meisten postoperativen Infektionen werden durch die patienteneigene Flora (der Haut oder anderer natürlicherweise kontaminierter Organe wie z. B. Darm) verursacht. In dieser Situation spielt die Qualität der Luft im Operationsfeld eine relativ untergeordnete Rolle. Trotzdem gehört auch bei darmchirurgischen Eingriffen die Sterilität der Instrumente bzw. das Vermeiden der aerogenen Kontamination des Instrumentariums zu den Standardanforderungen an eine moderne Chirurgie. In gewissen chirurgischen Disziplinen wie zum Beispiel der orthopädischen Chirurgie oder anderen Eingriffsarten, während denen prothetisches Fremdmaterial implantiert wird, kommt hingegen der Vermeidung der aerogenen Wund- bzw. Instrumentenkontamination eine sehr wichtige Rolle zu.

In Tabelle 1 wird im Sinne einer vereinfachenden Gewichtung die mögliche Rolle der verschiedenen Quellen für eine Wundkontamination dargestellt. Die primäre Kontamination der Luft mit aerogenen Kei-

men kann auf defekte Filter oder auf unkontrollierte Luftströmungen aus benachbarten Räumen bei ungenügender Funktion des Ueberdruckes im OP-Saal zurückgeführt werden. Sie sollte durch Wartung und Kontrolle der Anlagen gemäss den nachstehend erwähnten Richtlinien vermieden werden können.

Wesentlich schwieriger zu kontrollieren und vor allem bei Eingriffen in sterilem Gewebe (clean surgery) und dort insbesondere bei Implantation von Fremdmaterial wahrscheinlich von grosser Bedeutung ist die sekundäre Kontamination der Luft mit Einbringung von Keimen in das Operationsgebiet. Als wichtigste Ursache für diesen Uebertragungsweg muss hier das Personal im OP genannt werden. Verschiedene Studien haben eine erhöhte Keimbelastung der Luft nachgewiesen, falls Baumwoll-OP-Kleidung an Stelle der neueren synthetischen Kleidung getragen wird. Zusätzlich können Häufungen von Wundinfektionen durch aerogene Uebertragung von Bakterien wie zum Beispiel Streptokokken der Gruppe A von im OP anwesenden kolonisierten Medizinalpersonen ausgelöst werden. Schliesslich müssen die Hände des Operateurs – unbemerkte Defekte der Handschuhe intraoperativ häufig – sowie die Haut des Patienten als weitere, je nach Eingriffsart wichtige Infektionsquellen erwähnt werden.

Aus dieser Auflistung möglicher Quellen geht hervor, dass das Konzept der Infektionsprävention im Operationssaal nicht auf das Sicherstellen einer optimalen Lüftung reduziert werden kann.

Anforderungen an die Lüftung im Operationssaal

Die Gegenüberstellung von orthopädischer Chirurgie und Viszeralchirurgie macht deutlich, dass das Anforderungsprofil an die Lüftung im Operationssaal je nach Art der operativen Tätigkeit theoretisch sehr unterschiedlich definiert werden könnte. So liesse sich sicherlich die Ausstattung eines orthopädischen Operationssaales mit HEPA-Filtern und laminärer Luftführung eher rechtfertigen als dies bei einem viszeralchirurgisch genutzten OP der Fall wäre.

Die Definition der Mindestanforderungen an die Luft im OP ist nicht nur aufgrund der von der jeweiligen chirurgischen Disziplin abhängigen und deshalb variablen Risiken schwierig. In der publizierten Fachliteratur finden sich sehr wenige Studien, die einen direkten Zusammenhang zwischen Keimkonzentration der Luft im OP und dem Auftreten von Wundinfektionen nachweisen können. Die anfangs der 80er Jahre

in Grossbritannien von Lidwell auf dem Gebiet der orthopädischen Chirurgie durchgeführte Studie (Lidwell OM. BMJ 1982; 285: 10) wird diesbezüglich immer wieder zitiert, lässt jedoch keine Generalisierung der Schlussfolgerungen auf andere Eingriffe mit Implantation von Fremdmaterial zu. Diesem Umstand tragen verschiedene Richtlinien Rechnung, indem sie, wie beispielsweise die amerikanische Richtlinie zur Prävention chirurgischer Wundinfektionen, auf die Angabe von Grenzwerten der Keimkonzentration in der OP-Luft verzichten.

Die allfällige Relevanz solcher Grenzwerte wird durch folgende Umstände relativiert. Einerseits ist Luft, welche aus korrekt installierten und mittels Partikelmessung als leckfrei dokumentierten Filtern (H14) in den OP eingeblasen wird, weitestgehend keimfrei. Andererseits wird die Luft, wie oben ausgeführt, durch das während eines Eingriffes körperlich zum Teil hart arbeitende Team durch die Abgabe von Mikroorganismen, welche von der Haut durch die Kleidung hindurch freigesetzt werden, belastet. Die Messung der Keimkonzentration der Luft im ruhenden OP vermag deshalb keine zuverlässige Aussage über das intraoperative Risiko einer bakteriellen Wundbelastung zu machen. Deshalb beurteilen verschiedene Experten und Richtlinien (z. B. die CDC-Richtlinie zur Prävention von „surgical site infections“) solche Messungen als unnötig. Hingegen sind Partikelmessungen vor Inbetriebnahme neuer OPs sowie nach Wartungsarbeiten an den Lüftungsanlagen, insbesondere nachdem Arbeiten an den Filtern vorgenommen wurden, empfehlenswert, um die Leckfreiheit der verwendeten Filter zu dokumentieren. Aus Platzgründen kann hier nicht im Detail auf weitere Aspekte der verschiedenen Kontrollen eingegangen werden, die in den neuen Schweizer Richtlinien (zurzeit in Vernehmlassung; einsehbar unter www.swki.ch) vorgeschlagen werden.

Praktische Aspekte der Lüftung im Operationssaal

Sollen die einzelnen OPs nun mit massgeschneiderten OPs, deren Anforderungen an das Lüftungssystem durch die in diesen Sälen geplanten Eingriffsarten definiert werden, ausgestattet werden? Aus der Sicht der Infektionsprävention wäre dieser Weg vertretbar. Die Entscheidung über die Dimension und das Design der Lüftung wird im OP aber zusätzlich durch betriebliche Ueberlegungen beeinflusst. Insbesondere bei voraussichtlich multidisziplinärer Nutzung oder bei möglicher späterer Aenderung der Nutzung des OPs erscheint es sinnvoll, eine Lösung zu wählen, welche auch den Anforderungen der Implantatchirurgie genügt. Diese Ueberlegung dürfte sich mittelfristig wahrscheinlich für viele Spitäler als bezogen auf die Kosten weiser Entscheid herausstellen.

Bei der Planung neuer Operationssäle bzw. bei Renovation bestehender Lüftungssysteme sollte die Grösse des Feldes der laminär aus der Decke einströmenden Luft grosszügig bemessen sein, um zu verhindern, dass kritische Komponenten des Operationsbereiches in einen turbulenten Strömungsbereich geraten. Dazu gehören neben dem Operationsfeld zusätzlich:

- Die Patientenabdeckung,
- offene Material- und Instrumentiertische, sowie
- das steril eingekleidete OP-Team

Wird durch geeignete Massnahmen verhindert, dass die oben erwähnten Bereiche bzw. Personen durch aus dem Umfeld via Turbulenzen eingebrachte Keime kontaminiert werden, kann im Bereich des OP-Saales auf bisher geforderte Verdünnungskonzepte mit ho-

Tabelle 1: Quellen und Wahrscheinlichkeit der intraoperativen Wundkontamination

Quelle	Art der Chirurgie		
	Clean	Clean-Contaminated	Dirty-Infected
Luft, primär	++	+	0
Luft, sekundär	+++	++	+
Hände, Operateur	+++	+++	++
Haut, Patient	+++	+	++
Organ, Patient	0	+++	+++

Einschätzung der Wahrscheinlichkeit, dass die erwähnte Quelle als Ursache für eine Kontamination der Wunde in Frage kommt:

- 0 als Quelle irrelevant + sehr wichtige potentielle Quelle
++ wichtige potentielle Quelle +++ als Quelle von untergeordneter Bedeutung

hen Luftvolumenströmen und aufwändiger Schwebstoff-Filtertechnik verzichtet werden. Als Mindestgrösse für den LAF-Auslass empfehlen die erwähnten neuen Schweizer Richtlinien, die Abmessungen 3 x 3 m einzuhalten. Bei optimaler Luftführung und mit der Unterstützung umlaufender Strömungsleitschürzen bis auf Türhöhe (ca. 2,1 m) wird damit ein Schutzbereich von mindestens 2,8 x 2,8 m erreicht. Die Grösse dieses Schutzbereiches stellt sicher, dass auch das Operationsteam sowie der Instrumentiertisch durch das Feld mit laminärer Lüftung geschützt ist.

Arbeitsmedizinische und ökonomische Aspekte der Lüftung im OP

Bei der Definition der Anforderungen an die Lüftung müssen neben der Feldgrösse noch andere Aspekte wie die Strömungsgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Im Rahmen einer gewissen Bandbreite kann davon ausgegangen werden, dass bei hoher Luftströmung die Turbulenzanfälligkeit geringer ist als bei niedrigerer Luftströmung. Somit wäre eine möglichst hohe Luftströmung aus dem Aspekt der Prävention zu befürworten. Bei der Festlegung der Strömungsgeschwindigkeit sollten aber auch Nachteile der hohen Strömungsgeschwindigkeit wie zum Beispiel erhöhter Bedarf an Betriebsenergie und Einfluss auf das Temperaturempfinden der im Durchzug arbeitenden Personen bedacht werden. Aus diesem Grund wird ein abgestuftes Lüftungskonzept vorgeschlagen, welches einerseits die Risiken der einzelnen Operationskategorien berücksichtigt, andererseits auch die unangenehmen bzw. unökonomischen Seiten der erhöhten Luftströmung in Betracht ziehen. Die in Tabelle 2 enthaltene Aufstellung fasst diese Aspekte zusammen. Dieses abgestufte Vorgehen setzt voraus, dass einerseits die Luftströmung vor Ort auf einfache Art und Weise reguliert werden kann, und dass andererseits die Regulierung der Luftströmung im Alltag eines oft hektischen Operationsbetriebes systematischer und integraler Bestandteil der Operationsvorbereitung ist.

Die Umsetzung dieses Konzeptes führt in den einzelnen OP-Feldern, welche laminär mit einem relativ hohen Luftvolumenstrom belüftet werden, im Vergleich zur Umgebung einen Überdruck herbei. Dieser Überdruck verhindert im kritischen Bereich, verbunden mit dem Ausschluss von Turbulenzen, die Keimeinbringung aus der Umgebungsluft. Somit entfallen spezielle Anforderungen an die Luftqualität in den umgebenden Räumen, welche im Prinzip konventionell belüftet werden könnten. Hierbei bleibt aber zu berücksichtigen, dass die arbeitsmedizinischen Vorschriften bezüglich Narkosegase eingehalten werden - z. B. SUVA-Richtlinie 2869/29d mit der Vorschrift, mindestens ein Zuluftvolumen von 800-1000 m³/h sicherzustellen. - Zusätzlich muss verhindert werden, dass Insekten (z. B. Fliegen) in den Operationstrakt gelangen können. Aus diesem Grund bleibt auch im Rahmen des neuen Konzeptes die Anforderung bestehen, dass OP-Abteilungen von den übrigen Abteilungen luftungstechnisch getrennt sind und die Fenster nicht geöffnet werden dürfen.

Die Verwendung von Schutzfeldern mit laminärer Lüftung ermöglicht im Prinzip die Schaffung von OP-Sälen mit mehreren Operationstischen, welche gegenseitig durch ihren vertikal, laminär geführten Luftstrom abgeschirmt sind. Diesbezüglich wurden bisher vorwiegend im Ausland Erfahrungen gemacht. Gut dokumentierte wissenschaftliche Studien sind bis anhin nicht verfügbar. Aus technischer Sicht sind solche OP-Gestaltungen unter Einhaltung der Anforderungen für die einzelnen OP-Plätze aber machbar.

An das Sterilgutlager und den Versorgungskorridor (Sterilkorridor) werden bezüglich Luftqualität insofern erhöhte Anforderungen gestellt, als eine geringe Keimbelastung der Umgebungsluft sinnvoll erscheint,

Tabelle 2: Ansprüche an die Lüftung in Abhängigkeit von der Eingriffskategorie

Schutz-massnahme	Raumnutzung	Kommentar/Anforderungsprofil
LAF 100 % Luftvolumenstrom (2.22 m ³ /s, 8000 m ³ /h)	Operationssaal für Eingriffe mit Implantation von Fremdmaterial: • orthopädische Chirurgie • Herz-/Gefässchirurgie • Neurochirurgie	Bakterielle Kontamination des Operationsgebietes und des Fremdmaterials durch aerogene Keime ist durch geeignete Massnahmen zu verhindern. Lüftung ist zentrale Massnahme, zu ergänzen durch Massnahmen im Bereich Abdeckung, Bekleidung und Desinfektion
LAF 50 % red. Luftvolumenstrom (1.11 m ³ /s, 4000 m ³ /h)	Operationssaal für Eingriffe in sterilen Gebieten ohne Einbau von Fremdmaterial: • Neurochirurgie • Herzchirurgie • Arthroskopie • Minimal invasive Chirurgie • Sectio caesarea	Die Infektionsgefahr geht primär von der Haut des Patienten aus. Keimeinbringung via Luft kann trotzdem ein Problem darstellen. Deshalb grundsätzlich etwas höhere Anforderungen als bei Eingriffen in kontaminierten Regionen. Eventuell ist für diese Eingriffe die zusätzliche Optimierung von Abdeckung und Kleidung sinnvoll.
	Operationssaal für Eingriffe in bereits bakteriell kontaminierten Regionen: • Viszeralchirurgie • Urologie • ORL	Die via Luft in das Operationsgebiet eingebrachten Keime spielen im Vergleich zur bereits lokal vorhandenen Flora eine untergeordnete Rolle. Eine möglichst keimarme Luft ist aber sinnvoll.

um eine sekundäre Kontamination der gelagerten, verpackten Materialien zu minimieren. Entsprechend schlägt die neue Richtlinie vor, dass in diesen Bereichen eine erhöhte Lufrate (> 100 m³/h), welche durch einen F9-Endfilter einströmt, vorzusehen ist. Eine laminäre Luftführung ist jedoch nicht notwendig.

Offene Fragen

Da die Evidenz für den infektionspräventiven Nutzen einer laminären Lüftung für die meisten chirurgischen Eingriffe nicht vorliegt, stellt sich die Frage nach der Notwendigkeit für den Einbau solcher Anlagen, die nicht ganz billig sind, vor allem für Spitäler, die Umbaupläne anstatt Neubaupläne zu bearbeiten haben. Für die Tätigkeit dieser Investition sprechen Informationen von Fachleuten, die zum Schluss kommen, dass unter Berücksichtigung der (niedrigeren) Betriebskosten ein grosses laminäres Feld kostengünstiger ist, als eine konventionelle Lüftung mit einem hohen Luftvolumenstrom. Auch zu dieser Frage ist zurzeit die Evidenz aus prospektiven, vergleichenden Studien in publizierter Form nicht vorliegend. Operationsabteilungen, in denen sämtliche Operationssäle mit einem grossen laminären Feld ausgestattet sind, ermöglichen theoretisch eine flexiblere Nutzung der Säle, da bei der Saalzuteilung nicht mehr auf die individuelle Ausstattung der Lüftung geachtet werden muss. Dieser Vorteil könnte sich günstig auf das OP-Management auswirken und dadurch ökonomische Vorteile mit sich bringen.

Schlussfolgerungen

Seit der Publikation der letzten Richtlinie, die sich zur Lüftung von Operationssälen in der Schweiz äusserte, ist einige Zeit vergangen und haben sich einige neue Erkenntnisse ergeben. Die neuen Richtlinien haben diese Erkenntnisse integriert und bauen auf der „Philosophie“ auf, dass für die Implantatchirurgie eine möglichst weitgehende Reduktion aerogener Keime durch Verwendung von qualitativ hochstehenden Filtern, laminärer Luftführung und Aufbau eines grosszügig bemessenen Schutzes (Feldgrösse) sinnvoll erscheint.

Im Sinne der heutigen polyvalenten Nutzung von OP-Sälen können derart ausgestattete Säle aber auch für andere Eingriffe genutzt werden. Die Reduktion des Luftvolumenstromes während in Bezug auf die

Wundkontamination durch die Luft weniger gefährdeter Eingriffe erscheint aus verschiedenen Gründen sinnvoll. Schliesslich bietet die Umsetzung der neuen Richtlinie eine ideale Gelegenheit, um den bereits „uralten Zopf“ der Einteilung von OPs in septische und aseptische Säle abzuschneiden. Eine moderne, gut funktionierende Lüftung macht durch die aufgebaute Schutzdruckhaltung eine solche Einteilung überflüssig.

Trotz aller technischer Möglichkeiten muss abschliessend auf einige im Alltag relevante Aspekte hingewiesen werden, welche angegangen werden müssen, um eine optimale Infektionsprävention im OP zu erzielen. Dazu gehören: Wahl des Materials für Abdeckung und Kleidung, Disziplin der Mitarbeitenden bezüglich Händedesinfektion, Sprechen während des Eingriffes; offene Türen, häufiges Betreten und Verlassen des Saales durch das Personal, Operationstechnik, insbesondere Blutstillung und anderes mehr.

Das multifaktorielle Problem der „surgical site infection“ erfordert somit eine interdisziplinäre Strategie, die auch diese Punkte aufgreift. Die Festlegung der Lüftung im OP ist somit nur eines unter mehreren wichtigen Elementen der Infektionsprävention. □

Referenzen

1. Whyte W, Hambræus 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
2. Bitkover CY, Marcussion E, Ransjo U. Spread of coagulase-negative staphylococci during cardiac surgery in a modern operating room. Ann Thorac Surg 2000; 69: 1110-5
3. Rutishauser J, Funke G, Lütticken R, Ruef C. Streptococcal toxic shock syndrome in two patients infected by a colonized surgeon. Infection 1999; 27: 259-60
4. Verkka K, Eklund A, Ojajarvi J, Tiittanen L, Hoborn J, Makela P. The conventionally ventilated operating theatre and air contamination control during cardiac surgery – bacteriological and particulate matter control garment options for low level contamination. Eur J Cardiothorac Surg 1998; 14: 206-10



Neues zu unserer Swiss-NOSO Internet Homepage www.swiss-noso.ch

Suchmaschine

Durch die vollständige Publikation sämtlicher Nummern von Swiss-NOSO auf dem Internet bietet sich den Lesern die Möglichkeit, rasch auf neue und ältere Artikel zurückzugreifen und diese entweder im HTML- oder PDF-Format einzusehen. Die Artikel sind chronologisch entsprechend ihrem Erscheinungsdatum geordnet. Seit kurzem bieten wir aber eine Suchmaschine an, die die Suche nach Artikeln unter Verwendung von Schlüsselwörtern mit Boolean-Kombination (UND oder ODER) ermöglicht. Die Resultate der Suchaktion werden gemäss Gewichtung geordnet. Die Suche kann auch auf den Titel eingeschränkt werden, um die Spezifität zu erhöhen.

Mailingliste Nosomail

Mit dem Ziel, die Leser über das Erscheinen einer neuen Swiss-NOSO-Nummer zu informieren, wurde die Verteilliste Nosomail geschaffen. Die Anmeldung bzw. das Eintragen auf dieser Liste ist möglich durch das Senden einer E-mail an majordomo@swiss-noso.ch. Im Textteil soll "subscribe nosomail" (ohne Anführungs- und Schlusszeichen) eingetragen werden. Der Betreff der E-mail soll nicht ausgefüllt werden. Nach Anmeldung erhalten die Leser regelmässig zusätzliche Informationen aus dem Bereich der Spitalhygiene wie zum Beispiel Kongressankündigungen und andere wichtige Neuigkeiten. Die Verteilliste wird durch Swiss-NOSO betreut, sodass die Angemeldeten nicht durch zusätzliche fremde Mails und Informationen überschwemmt werden. Schliesslich ist es auch jederzeit möglich, sich wieder abzumelden, indem in einer E-mail an majordomo@www.swiss-noso.ch im Text die Bemerkung "unsubscribe nosomail" eingetragen wird.

Alex Gnaegi

Webmaster Swiss-NOSO

Leserbriefe

Eine Hebamme leidet unter rezidivierenden Herpes simplex Typ 2 Läsionen am Finger. Welche speziellen Vorsichtsmassnahmen müssen zur Zeit von aktiven Läsionen oder auch generell getroffen werden?

M.R., Bern

In der Literatur wird die nosokomiale Transmission von Herpes simplex als seltenes Ereignis bezeichnet. Es finden sich allerdings nur wenige, meist ältere Fallbeschreibungen von nosokomialen Übertragungen: von Medizinalpersonen auf Patienten, von Patienten auf Medizinalpersonen, aber auch horizontal unter Patienten. Bei einzelnen, kleinen Epidemien konnte aufgrund der Typisierung eine gemeinsame Quelle postuliert werden, diese wurde aber nie identifiziert. Fast alle Fälle von Neugeborenen mit HSV-Infektion wurden unter der Geburt von der Mutter angesteckt, Einzelfälle eventuell auch beim Stillen. Empfehlungen für die Spitalhygiene werden dennoch vorsichtig formuliert (Red Book 2000, American Academy of Pediatrics):

- Medizinalpersonen mit aktiven, exponierten Läsionen sollten diese gut abdecken und eine strikte Standardhygiene einhalten.
- Medizinalpersonen mit kutanen Läsionen an den Fingern (herpetic whitlow) sollten keine Neugeborene oder immunsupprimierte Patienten betreuen, solange die Läsionen aktiv sind. Die Schutzwirkung durch das Tragen von Handschuhen ist unbekannt.
- Es ist unbekannt, ob die Therapie von betroffenen Medizinalpersonen mit oralen Virostatika das Transmissionsrisiko vermindert.

Für die praktische Tätigkeit einer Hebamme mit einer kutanen Läsion sehen wir als zusätzliches Risiko vor allem die vaginale Untersuchung. Diese sollte deshalb falls nötig nur mit Handschuhen (chirurgischer Qualität), allenfalls mit Doppelhandschuhen, erfolgen. Mit diesen Vorsichtsmassnahmen ist es unseres Erachtens eine Tätigkeit zu verantworten.

K. Muchlemann, Bern

Swiss-NOSO

wird dreimonatlich mit der Unterstützung des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) und der Schweizerischen Gesellschaft für Spitalhygiene (SGSH) veröffentlicht.

Redaktion

Patrick Francioli (Lausanne), Enos Bernasconi, (Lugano), Kathrin Mühlemann (Bern), Didier Pittet (Genf), Pierre-Alain Raeber (BAG), Christian Ruef (Zürich), Hans Siegrist (SGSH), Andreas F. Widmer (Basel), Nicolas Troillet (Sion)

Edition

tribu'architecture (Lausanne)

Korrespondenzadresse

Prof. P. Francioli, CHUV, 1011 Lausanne

Internet

<http://www.swiss-noso.ch>