

# 急症医疗机构预防手术部位感染策略

## 2014 更新版

Deverick J. Anderson, MD, MPH,<sup>1</sup> Kelly Podgorny, DNP, MS, RN,<sup>2</sup> Sandra I. Berríos-Torres, MD,<sup>3</sup> Dale W. Bratzler, DO, MPH,<sup>4</sup> E. Patchen Dellinger, MD,<sup>5</sup> Linda Greene, RN, MPS, CIC,<sup>6</sup> Ann-Christine Nyquist, MD, MSPH,<sup>7</sup> Lisa Saiman, MD, MPH,<sup>8</sup> Deborah S. Yokoe, MD, MPH,<sup>9</sup> Lisa L. Maragakis, MD, MPH,<sup>10</sup> and Keith S. Kaye, MD, MPH<sup>11</sup>

葛茂军<sup>1</sup> 张亮<sup>1</sup> 龚捷文<sup>1</sup> 周华<sup>1</sup> 译

宋晓岩<sup>2</sup> 胡必杰<sup>3</sup> 审校

1. 上海中医药大学附属曙光医院；2. 美国华盛顿儿童医学中心；3. 复旦大学附属中山医院

### 目的：

既往发表的指南为发现和预防医疗相关感染（HAIs）提供了全面的建议。本文旨在以简洁的形式强调实用性建议，以帮助医疗机构实施和优化手术部位感染（Surgical Site Infections, SSIs）的预防工作。本指南是对2008年《急症医疗机构预防手术部位感染的策略》的更新<sup>1</sup>。这份专业性指导文件由美国医院流行病学学会（The Society for Healthcare Epidemiology of America, SHEA）发起，由美国医院流行病学学会（SHEA）、美国感染性疾病学会（Infectious Disease Society of America, IDSA）、美国医院协会（American Hospital Association, AHA）、美国感染控制和流行病学专业学会（Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, APIC）和联合委员会（The Joint Commission）合作完成，主要贡献来自这些组织和学会中有经验的代表。对本指南认可和支持的组织可见2014指南更新的介绍。<sup>2</sup>

### 第一部分 基本原理和重要性

#### I. SSI是急症医疗机构中常见的并发症

A. SSI占住院手术病人的2%~5%。<sup>3,4</sup>

B. 美国每年约有16000~300000例SSI发生。<sup>5,6</sup>

C. SSI已成为最常见、也是代价最高的院内相关感染（Healthcare Associated Infection, HAI）。<sup>7-9</sup>

### II.SSI相关结果

A. 采用循证指南预计可以预防高达60%的SSI。<sup>10,11</sup>

B. SSI占有住院病人HAI的20%。<sup>12</sup>

C. 每例SSI大约增加7~11天术后住院天数。<sup>3,9,13,14</sup>

D. 与无SSI的手术病人相比，SSI病人的死亡风险高出2~11倍。<sup>15,16</sup>

1. 77% SSI病人的死亡直接与SSI有关。<sup>17</sup>

E. SSI所致费用因手术类型和感染病原类型而不同。<sup>14,16,18-25</sup>

1. 根据CPI指数（住院病人所有费用按2007年美元估价调整的消费价格指数），据信SSI造成每年35亿~100亿美元健康护理费用。<sup>6</sup>

### 第二部分背景——发现SSI策略

#### I. 监测定义

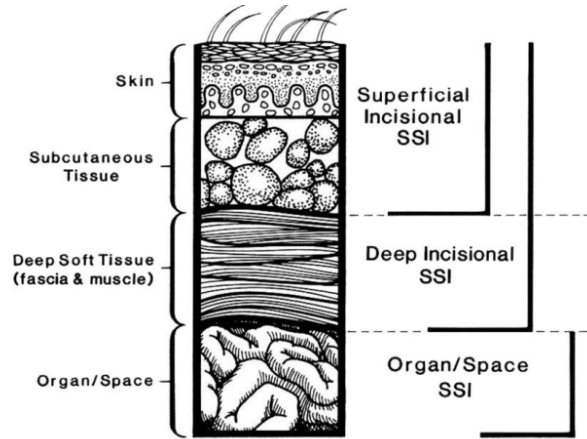


FIGURE 1. Centers for Disease Control and Prevention's National Healthcare Safety Network classification for surgical site infection (SSI).<sup>25</sup>

A. 疾病预防控制中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC) 的国家健康安全网 (National Healthcare Safety Network, NHSN) 的 SSI 定义广泛用于公众报告、机构间比较和支付项目比较。<sup>26</sup>

B. SSI 分类如图 1:

1. 表浅切口感染 (仅涉及皮肤或切口的皮下组织)
2. 深部切口感染 (涉及筋膜和/或肌肉层)
  - a. 主要深部切口 (DIP): 手术中有一个或多个切口, 主要切口发生 SSI。
  - b. 次要深部切口 (DIS): 手术中有一个或多个切口, 次要切口发生 SSI。
3. 器官/腔隙 (包括手术过程中打开或有操作的任何身体部位, 不包括皮肤切口、筋膜或肌肉层)

## II. SSI 的监测方法

A. 直接观察法是由医生、医生助理、注册护士或感控专业人员 (Infection Control Practitioner, ICP) 从术后 24-48 小时开始每天直接观察手术部位的情况。这是最准确的监测方法。<sup>13,27-29</sup>

1. 虽然直接观察法是研究的“金标准”, 但因对资源的需求和不切实际性, 实际上很少使用。

B. 间接监测法包括

1. 查阅微生物报告和病人病历;
2. 对手术医生和/或病人进行调查;
3. 筛查再入院和/或再手术病人;
4. 其他信息, 如诊断编码、手术编码、手术报告和或抗生素医嘱。

C. 间接监测法费时较少, 易于 ICP 在监测房中使用。

D. 与“金标准”直接观察法相比, 间接监测法同样即可靠又明确 (敏感性 84%~89%, 特异性 99.8%)<sup>30,31</sup>。间接监测法中具有高敏感性的内容包括护理记录、国际疾病分类(International Classification of Diseases, ICD)-9 编码和所用的抗生素。

E. SSI 间接监测法对浅表切口感染的监测结果不可信, 特别是那些出院后发生的浅表切口感染。<sup>32</sup>

F. 利用自动数据系统扩展 SSI 监测。

1. 利用医院数据库扩展 SSI 监测, 通过执行系统将这些数据库包括管理要求数据 (包括诊断和手术编码)、抗生素使用日、再入院和再手术和/或自动输入微生物培养数据、手术数据和一般人口统计学信息导入一个独立的监测数据库。<sup>33-35</sup>
2. 这些方法能提高间接监测法发现 SSI

的敏感性，还能减少感控人员的工作量。<sup>33</sup>

3. 联邦医疗保险（Medicare）数据可以强化传统的 SSI 监测方法，发现 SSI 率异常升高或降低的医院。<sup>36,37</sup>
4. 利用管理数据能增加 SSI 报告和准确性的效率。<sup>38</sup>

### III. 出院后监测

- A. 近 30 多年以来，医学技术的进步和支付方式的改变，使得越来越多地使手术操作从急症医疗机构转移到流动性的（独立或医院附属的）门诊护理机构（日间医疗机构）<sup>39-41</sup>。
- B. 与此同时，术后住院天数已经平稳下降<sup>42</sup>，这些趋势日趋凸显了术后监测的重要性。如果没有出院后监测，SSI 会被低估，也会错过改善医疗保健服务、提高病人安全、改进 SSI 预防的机会。
- C. 不同的监测方法、手术场所、SSI 类型和手术过程，出院后监测发现 SSI 的比例也有不同。
  1. 目前尚无标准化的或可信的方法进行出院后监测<sup>34,44-48</sup>。根据手术医生及病人问卷结果进行出院后监测的敏感性和特异性都很差<sup>44,49-51</sup>。
  2. 门诊机构（日间诊疗机构）正形成一个挑战。病人不会因为常规术后护理或处理并发症而再次返回原机构<sup>41</sup>，因此需要进行更多的研究，以便更好地理解如何把为急症护理医疗机构制定的 SSI 定义及术后监测条款转化为适用于流动护理机构（日间诊疗机构）的程序。
  3. 浅表切口 SSI 通常在门诊处理，而深部切口和器官/腔隙感染往往需要再入院处理。<sup>32</sup>
  4. 荷兰的出院后监测显示：深部 SSIs

的比例从结肠切除的 6%到膝关节成形术的 88%不等。<sup>43</sup> 其间的差别可以用切口污染等级和术后监测时间长短（一般 30 天，而与植入物相关的手术术后监测 1 年）来解释。根据一项普外科试点研究报告，10.5%的结肠术后 SSI 是在出院后发现的。<sup>52</sup>

5. 通过提高报告的完整性，无论采取何种方法，实施出院后监测方法后，整个机构的 SSI 率通常都会升高。<sup>43,44,53</sup>
  - a. 为提高机构间的可比性，尽可能减少不同术后监测方法造成的偏倚，国家公共报告关注于手术住院期间或出院后发现但需要再入院处理的非浅表切口 SSI。<sup>41,54,55</sup>

## 第三部分 背景——预防 SSI 的策略

### I. 现有指南、建议及要求的概况

- A. CDC 和医疗机构感染控制操作指导委员会（Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee, HICPAC）指南
  1. 最近出版的指南是 1999 年 Mangram 等发表的<sup>17</sup>，CDC 和 HICPAC 目前正在对其进行更新，预计在 2014 年中期发表。
- B. 健康和临床卓越国家研究所（National Institute for Health and Clinical Excellence, NICE）– 英国
  1. NICE 在 2008 年发布了 SSI 预防和治疗指南。<sup>56</sup>
- C. Surgical Infection Prevention (SIP) 外科感染预防计划。
  1. 医疗救助服务中心（Center for Medicare & Medicaid Service, CMS）在 2002 年创建 SIP 计划。
    - a. 在查阅已发表的指南后，专家组发现可以提高抗生素预防性使用质

量改进的 3 个预防措施。<sup>57,58</sup>

- i. 切皮前 1 小时内静脉注射预防性抗生素（使用万古霉素和氟喹诺酮类可以到 2 小时）。
  - ii. 使用一种已发表的指南推荐的预防性抗生素。
  - iii. 术后 24 小时内停止使用预防性抗生素（成人心胸外科手术可在 48 小时内停药）。
- b. SIP 计划重点关注 7 个手术—剖腹子宫切除手术、经阴道子宫切除术、髋关节置换成形术、心脏手术、血管手术和结直肠手术。
- c. 许多落实并提高 SIP 措施执行依从性的医院降低了 SSI 率。<sup>59</sup>
- D. 外科护理改进项目（Surgical Care Improvement Project, SCIP）
1. 2003 年多机构合作创建的 SCIP 项目是 SIP 计划的延伸。
  2. 除了 SIP 的 3 项措施外，SCIP 还关注另外 3 项循证支持的预防 SSI 过程测量指标，扩大了测量指标适用的手术类型。<sup>58</sup>
    - a. 正确去除毛发：不去除毛发。如必须需要去除，尽量用剪毛器或脱毛剂去除。不宜使用剃刀，唯一的例外是阴囊部位或头部创伤病人的头皮部位。这项指标的依从性近乎完美，于是 CMS 在 2012 年以后不再使用这项指标。
    - b. 心脏手术病人术后立即控制血糖：手术当天作为术后 0 天，术后第 1 天及第 2 天控制早上 6 点血糖（在 200mg/dl 或以下）。在 2014 年，该方法改进为在心脏手术病人在麻醉结束后的 18-24 小时内血糖控制 <180mg/dl。<sup>60,61</sup>
    - c. 麻醉持续超过 60 分钟的手术病人，

应保持围术期体温正常。

- E. 医疗保健促进会（Institute for Healthcare Improvement, IHI）
1. IHI 在全国范围内创建了提高住院病人疗效的质量改进项目。<sup>62,63</sup>
  2. IHI 推荐了 6 个同样被 SCIP 推荐的预防措施，并在“拯救 10 万生命运动”和“拯救 500 万生命运动”中使用。<sup>62,63</sup>
- F. 联合委员会的全国病人安全目标
1. 联合委员会的“国家病人安全目标 07.05.01”，包括若干预防 SSI 的循证实践。<sup>64</sup>
- G. 联邦政府要求
1. CMS
    - a. 根据 2005 年的《缺陷减少法案》，医院在“急诊护理住院病人预付费制度”下由联邦医疗保险付费，只有当医院向 CMS 递交了所要求的质量测量信息，才能收到满额的年度医疗保险支付。
    - b. CMS 现要求医院提交 7 项 SCIP 监测数据作为医院住院病人质量报告系统（IQR）内容<sup>65</sup>，其中 3 项关注于 SSI 的预防（切皮前 1 小时预防性使用抗生素、抗生素选择和心脏手术围术期血糖控制）。此外，CMS 现在还要求医院通过 NHSN 系统上报剖腹子宫切除和结直肠手术病人的 SSI 率。<sup>65</sup>
    - c. 在基于价值采购项目的影响下（Value-Based Purchasing, VBP），医院对 SCIP 指标的依从比例影响着医院收入。VBP 评分被用于调整医院的基本手术诊断相关集体付费，目前为此确定的基准达到或接近 100%<sup>65,66</sup>。

## II. 基本要求

### A. 经过培训的人员

1. 感染控制人员必须：①在 SSI 监测方法上经过特别培训；②有 CDC/NHSN SSI 定义的知识，并能前瞻性应用这些知识的能力；③具备基本的计算机和数学技能；④擅长在适当时机向医务人员提供反馈和教育。

17

### B. 教育

1. 通过对指南推荐措施落实的过程测量，定期对外科医生和围术期工作人员进行针对最小化围术期 SSI 风险的继续教育。
  - a. 一些教育内容可以整合到简洁、高效、有效的建议中，易于理解记忆。<sup>67</sup>
  - b. 就有关 SSI 相关结果、SSI 风险和降低病人风险的方法等内容向所有病人、病人家属及手术医生和围术期工作人员进行教育。
  - c. 病人教育和病人家属教育是减少内源性病人相关 SSI 风险因素的有效方法。<sup>68,69</sup>

### C. 计算机辅助决策支持和自动提醒系统。

1. 一些机构已经成功使用计算机辅助决策支持的方法以提高预防性抗生素使用的合理使用率（包括长时间手术追加剂量）。<sup>70-73</sup>
2. 但计算机辅助决策支持系统可能成本较高，实施费时。据一项研究报道，

这种方法最初会增加药物不良反应率。<sup>74</sup>

3. 在使用计算机辅助决策支持系统后，机构必须确认其有效性。

### D. 自主化数据使用

1. 配置信息技术的基础设施便于组织内部传输、接收和整理数据，帮助跟踪过程测量和结果测量。

## 第四部分 SSI 预防策略的建议

建议分为以下两类：（1）所有医疗机构都应采纳的基础措施和（2）当使用基础方法不能控制 HAI 时，在医院特定场所和/或针对特殊人群采取的特殊方法。基础措施对 HAI 的影响明显比产生的不良效果更加重要；基础措施包括建议在何种情况下影响 HAI 风险的可能性超过不良效果的可能性。特殊措施包括建议在何种情况下干预可能减少 HAI 风险，但同时也有对于因干预而产生不良后果的担忧；在何种情况下证据支持在特定情况下或对于特定病人群体的干预措施的影响（如暴发期间）。开始时，医院可以采用基础措施中提到的预防方法，优先考虑他们的努力；如果 HAI 监测或其他风险评估提示有机会改进时，医院应考虑采取特殊方法中一些或全部预防措施。医院可以在特定场合或特定人群中采取，也可以在全院范围落实，这取决于结果数据、风险评估和/或当地要求。每一个感染预防的建议都有证据质量等级强度（表 1）。

表 1 证据质量分级

级别	定义
I 高	高度可信，真实效应与估算效应的大小和效果方向接近。纳入的研究范围广，没有很大局限性，不同研究结果之间差异少，总的估算的可信区间狭窄，证据质量定级为高。
II 中	真实效应可能与估算效应的大小与效果方向比较接近，但本质上可能不同。若只有少量研究且一些研究有局限性但没有重大缺陷，不同研究结果之间存在一些差异，或者总的估算的可信区间宽泛，证据质量定级为中等。
III 低	真实效应与估算效应的大小与效果方向上可能有本质的区别。若支持的研究有重大缺陷，不同研究结果之间存在重大差异，总的估算的可信区间非常宽泛，或者没有严格的研究只有专家的共识，则证据质量被定级为低。

### I. 预防 SSI 的基础措施，用于所有医院的建议

1. 根据循证标准和指南管理预防性抗生素（**证据质量 I**）。<sup>17,75,76</sup>
  - a. 在切皮前 1 小时内开始使用抗生素以达到最大组织浓度。<sup>57,58</sup> 一些研究表明：相比切皮前 30-60 分钟内使用，切皮前 0-30 分钟内使用效果更佳。<sup>77,78</sup>
    - i. 万古霉素和氟喹诺酮类药物可以在 2 小时使用。
    - ii. 尽管没有充分的数据支持，但许多专家仍认为应在无血技术的止血带充气前注射抗生素。<sup>79,80</sup>
  - b. 根据手术类型、某一特定手术治疗中最常见的 SSI 致病菌及已发表的建议选择适合抗生素。<sup>76</sup>
  - c. 术后 24 小时内停用抗生素药物。<sup>76</sup>
    - i. 虽然指南建议在术后 24 小时内停药，但尚无证据显示关闭切口后用药能提高疗效，该做法确实会增加细菌耐药<sup>81,82</sup>和艰难梭菌发生的风险。<sup>83</sup>
  - d. 根据病人体重调整剂量，<sup>76</sup>如：
    - i. 儿科病人头孢唑啉剂量为 30 mg / kg；体重在 80kg 及以上的成年人，头孢唑啉剂量为 2g；体重在 120kg 及以上者为 3g。
    - ii. 万古霉素剂量为 15mg/kg；
    - iii. 成人的庆大霉素剂量为 5mg/kg，儿童剂量为 2.5mg/kg；
      - (a) 对于病态肥胖病人使用庆大霉素，应按理想体重+ 40%的超重体重计算药物剂量。
  - e. 手术时间长和术中大量出血的病人追加预防性抗生素剂量<sup>76</sup>。
    - i. 手术时间超过药物 2 个半衰期时，需每隔 2 个半衰期（从术前用药开始）追加预防性抗生素。
  - f. 联合使用肠外抗生素和口服抗生素减少结直肠手术后 SSI 风险<sup>84-91</sup>。
    - i. 尚无机械性肠道准备能额外减少 SSI 的研究，但支持使用口服抗生素的数据都是从结合机械性肠道准备的试验得来的。
    - ii. 不含口服抗生素的机械性肠道准备确实不会降低 SSI 风险。<sup>92</sup>
2. 除非毛发的存在影响手术，否则不要去除手术区域的毛发。不要使用剃刀。（**证据质量 II**）<sup>17,93</sup>
  - a. 如必须去除毛发，在手术室外使用

剪刀或脱毛剂去除毛发。

**3. 心脏手术病人<sup>58</sup>（证据质量 I）和非心脏手术病人<sup>94-98</sup>（证据质量 II）术后立即控制血糖。**

- a. 维持手术后血糖 $\leq 180\text{mg/dl}$ 。
  - i. 在术后第 1、2 天早上 6 点血糖控制在 $<200\text{mg/dl}$ 的推荐正在被替代。2014 年 SCIP 已经改进的方法是评价麻醉结束后 18-24 小时内，心脏手术病人血糖应控制 $\leq 180\text{mg/dl}$ ，若干学会、专家和国家质量论坛支持这个新建议。<sup>60,61,99,100</sup>

- b. 强化术后血糖控制（目标值 $< 110\text{mg/dl}$ ）未能显示降低 SSI 风险，事实上可能会造成更多的负面结果，如中风、死亡<sup>101</sup>。

**4. 围手术期间保持正常体温（ $T \geq 35.5^\circ\text{C}$ ）。（证据质量 I）**

- a. 即使轻微的低温也会增加 SSI 率，低温可直接削弱中性粒细胞功能，或通过收缩皮下血管引起组织缺氧而间接地削弱中性粒细胞功能。另外，低温还能增加失血，造成伤口血肿或输血需求，后二者均可增加 SSI 率。<sup>102</sup>

- b. 随机对照试验表明术前和术中保温对降低 SSI 率及减少术中失血都有益处。<sup>103-105</sup>

**5. 术中和术后即刻使用机械通气等方式补充供氧来优化组织氧合作用。（证据质量 I）**

- a. 补充供氧只有与其他增加组织氧合的策略一起使用时才最有效。这些策略包括维持正常体温、保证正常血容量。机械通气的全身麻醉手术病人中得到相关证据。<sup>106-108</sup>
  - i. 已发表 7 项随机临床试验在全麻病

人中比较 80%  $\text{FiO}_2$  与 30-35%  $\text{FiO}_2$ ，这些病人分别接受术中机械通气和术后通过非呼吸性面罩给氧 2-6 小时（4 个  $\text{N}_2$ <sup>106-109</sup>，3 个  $\text{NO}$ <sup>110-112</sup>）。

- ii. 3 项试验病人是选择性结直肠切除<sup>106,107,111</sup>，1 项是开放式阑尾切除<sup>108</sup>和全胃切除、食道空肠吻合<sup>112</sup>，报告的 SSI 率大约下降 40%，其中 3 项试验方案还包括维持正常围术期体温和大量液体补充。<sup>106-108</sup>
- iii. 2 项在混合手术（急诊或选择性开腹消化道手术、妇科手术或泌尿道手术）人群中进行的试验则报道了不同的结果。<sup>109-110</sup>

- (a) 一项限制围术期液体补充的大型多中心研究报道结果没有差异<sup>109</sup>。该病人群体的一份跟踪调查显示：接受 80%  $\text{FiO}_2$  肿瘤手术病人的死亡率比接受 30%  $\text{FiO}_2$  的病人更高<sup>113</sup>。

- (b) 一项小型研究中没有保持围术期正常体温或补充血容量的标准话研究方案，其报告 SSIs 有所增加<sup>110</sup>。在此研究中，80%  $\text{FiO}_2$  组中 BMI ( $>30$ ) 更高、失血量更多、输入更多晶体液、手术时间更长的病人比例比对照组高出很多。此组中有 5 例病人在术后保留气管插管（而在 35% 的对照组中仅有 1 例），术后插管是 SSI 的预测指标。

- b. 一项引用 5 项试验的荟萃分析得出结论：围术期补充给氧使得 SSI 相对风险减少 25%。<sup>114</sup>

**6. 如果没有禁忌证，使用含酒精的皮肤消毒剂进行术前皮肤准备。（证据质量 I）**

- a. 酒精具有高度杀菌性，对术前皮肤消毒非常有效，但单独使用时没有持

久活性。酒精与氯己定或碘伏联合使用可产生快速、持久的杀菌作用。<sup>115</sup>

i. 由于火灾风险，酒精禁用于某些手术，包括手术准备药物可能淤积或不干爽（如毛发缠绕）。酒精也禁用于涉及粘膜、角膜或耳部手术。

b. 尚不清楚与酒精结合的最佳有效消毒剂。

i. 最近，一项对 849 例清洁-污染手术试验随机将病人分为术前使用氯己定-酒精和聚维酮碘皮肤准备<sup>116</sup>，氯己定-酒精组的 SSI 率明显低于聚维酮碘组（9.5%与 16%， $P = 0.004$ ，RR, 0.59, 95% CI, 0.41- 0.85）。

ii. 相反，一项单中心序贯研究比较聚维酮碘-异丙醇、氯己定-酒精和碘-酒精的效果。使用碘-酒精皮肤消毒的普外科手术病人 SSI 率最低（3.9/100 手术），而聚维酮碘-异丙醇组为 6.4/100 手术，氯己定-酒精组为 7.11/100 手术。

iii. 没有酒精情况下，葡萄糖醛酸氯己定优于聚维酮碘，包括长期残留活性和血/血浆中残留活性。<sup>118,119</sup>

iv. 这些消毒剂不具备相互转换性。因此请遵照制造商建议正确使用。

#### 7. 胃肠道手术和胆道外科手术应使用不透塑料切口保护器。（证据质量 I）

a. 切口保护器是一种塑料护套，用于线型切口，术中不需要其他机械拉钩牵拉切口。

b. 最近一项包括 1008 人的 6 个随机临床试验的荟萃分析结果显示：塑料切口保护器可以减少 45% 的 SSIs。

<sup>120</sup>

i. 与单环相比，双环保护器没显示出更好的保护作用。

#### 8. 使用 WHO 制定的核查表确保遵守最佳实践，提高外科病人安全。（证据质量 I）

a. WHO 核查表有 19 项手术安全核查项目来提高最佳实践的依从性。

b. 一项在 8 个国家进行的多中心、预试验研究证明：使用 WHO 核查表能降低包括 SSI 和死亡在内的手术并发症率。<sup>121</sup>

c. 随后的单中心和多中心预试验确认了这些发现。<sup>122,123</sup>

#### 9. 开展 SSI 监测（证据质量 II）

a. 对病人群体、手术操作以及可用的 SSI 监测数据进行风险评估，并以此为基础发现高危、大量操作的手术作为 SSI 监测目标。

b. 发现、收集、存储并分析监测项目所需的数据。<sup>17</sup>

i. 建立数据库储存、管理并评价收集到的 SSI 数据。

ii. 建立一个收集、发现 SSI 所需数据的系统。可以从外科数据库和微生物数据库获取数据。从外科数据库获得以下信息：病人性别、医疗代码、日期、手术类型、手术医生、麻醉师、切口时间、伤口等级、ASA 评分、闭合时间以及有无 SSI。理想情况下这些数据会辅以过程数据，包括预防药物、剂量和预防用药的给药时机。对于诊断为 SSI 的病人，需要微生物数据，包括 SSI 类型、感染微生物和抗生素敏感性以及感染时间。更详细的手术及病人信息可能对某些手术过程有用，包括使用全身麻醉、急诊手术或创伤外



- 科、BMI 和糖尿病诊断。
- iii. 准备定期 SSI 报告（时间取决于医院需求和目标手术量）。
  - iv. 收集所有接受目标手术的病人作为分母数据，计算每类手术的 SSI 率。<sup>67</sup>
  - v. 确认趋势（SSI 率和造成 SSI 致病菌）。
- c. 使用更新的 CDC/NHSN SSI 定义。<sup>26</sup>
  - d. 对目标手术采取间接监测。<sup>30, 31, 124, 125</sup>
  - e. 开展手术后 30 天监测，特定手术监测到术后 90 天。<sup>26</sup>
    - i. 根据特殊手术编码确定需要开展 90 天监测的手术。
  - f. 应对再入院病人进行监测。
    - i. 如果在机构中诊断出 SSI，但手术却在其他医院完成，应通知原手术的医院。
  - g. 建立一个体系，定期评估并诠释 SSI 率来发现明显升高或暴发，确定需要额外资源改善 SSI 的区域。<sup>125</sup> 如果发现 SSI 率升高，确认可以预防感染的数量，此数量定义为在手术操作过程中没有 100% 完成所建议的做法及过程而发生的 SSI 数量。
- 10. 使用自动化数据提高监测效率（证据质量 II）**
- a. 建立一种方法将微生物资料和手术资料，包括过程测量（有条件时），以电子方式传送给 ICP 人员，以便获得分母数据来计算不同手术的 SSI 率。
  - b. 如果信息技术和基础结构资源可用，建立通过再入院、诊断和手术编码、微生物结果和抗生素发放等自动化数据自动发现 SSI 的方法。<sup>35, 126-129</sup>
    - c. 落实自动化监测可提高监测的敏感性。
- 11. 向手术医生、围术期工作人员和领导层不断提供 SSI 率的反馈信息。（证据质量 II）**
- a. 定期检查 SSI 率及对过程测量的遵守情况，并向手术医生、手术部门和/或部门主管还有医院领导层提供令人信服的反馈信息。<sup>17, 130</sup>
    - i. 提供每种类手术风险调整后的 SSI 率。
    - ii. 以匿名方式在同行手术医生中建立手术过程风险调整后的 SSI 率基线。
- 12. 测量过程的依从性并反馈给操作者。（证据质量 III）<sup>58</sup>**
- a. 定期向手术人员、围术期工作人员和领导层提供有关目标过程依从性测量结果。
- 13. 对手术医生和围术期工作人员进行有关预防 SSI 的教育培训。（证据质量 III）**
- a. 培训内容包括：风险因素、SSI 相关结果、当地流行病学（如机构内手术 SSI 率、MRSA 感染率）和基本预防措施。
- 14. 酌情对病人及家属进行有关 SSI 预防的教育。（证据质量 III）**
- a. 在术前给病人提供说明和信息，描述减少 SSI 风险的策略，特别情况下提供事先印刷好的材料给病人。<sup>131</sup>
  - b. 给病人的印刷材料可以从以下网址获得：
    - i. JAMA 病人页：伤口感染 (*Journal of the American Medical Association*; available at <http://jama.ama-assn.org/cgi/reprint/294/16/2122>).

- ii. SCIP安全手术小贴士：  
<https://www.premierinc.com/safety/topics/scip/downloads/consumer-tips.pdf>
- iii. SHEA有关SSIs的常见问题  
([http://www.shea-online.org/Assets/files/patient%20guides/NNL\\_SSI.pdf](http://www.shea-online.org/Assets/files/patient%20guides/NNL_SSI.pdf))
- iv. SSI: 给病人和护理者的资源 (从CDC 网站获得 <http://www.cdc.gov/hai/ssi/ssi.html>).

15. 实施与循证指南一致的、针对减少 SSI 风险的制度和措施 (如 CDC、围手术期注册护士学会 (AORN) 和各种专业组织指南)。(证据质量 II)<sup>17,58,132</sup>

- a. SSI 的发病机制和发生的可能性涉及以下复杂关系：
  - i. 微生物特性 (如污染程度, 致病菌毒性)
  - ii. 病人特点 (如免疫状态, 合并症)
  - iii. 手术特点, 如手术类型, 对组织损伤的植入物等。<sup>133</sup>
- b. SSI 的风险因素可以分为内源性病人相关特点和外源性手术相关特点, 落实减少可调整风险因素的制度和措施 (表 2), 包括以下:
  - i. 对手术部位及手术团队人员的手进行适当的准备和消毒。
  - ii. 遵守手卫生, 包括手术团队中非手术成员。<sup>134</sup>
  - iii. 减少手术室内不必要的走动。<sup>135,136</sup>
  - iv. 正确维护保养手术室, 包括正确的通风、对设备环境进行最佳的清洁消毒。<sup>17</sup>

## II. 预防 SSI 的特殊方法

如果在医院的一些场所和/或人群中, 尽管已经采取上述所列的基础 SSI

预防策略, 但 SSI 率仍高得令人无法接受时, 建议适用暴发调查的标准感染控制方法。

### 1. 筛查金葡菌, 在高危手术风险手术前使用抗金葡菌药物对手术病人进行去定植, 包括某些骨科和心脏手术。(证据质量 II)

- a. 金葡菌筛查是指试图发现 MSSA 和/或 MRSA 定植的病人; 去定植是指使用抗金葡菌药物和/或消毒剂对已知有金葡菌定植的病人消除金葡菌定植。
  - i. 尚无筛查或去定植的标准方法。  
绝大部分临床医生尝试使用氯己定消毒皮肤结合鼻前庭使用莫匹罗星对手术病人去定植。
- b. 一项 Cochrane 综述得出结论: 单用莫匹罗星有效, 特别是在某些特定人群, 包括骨科和心胸外科病人,<sup>137</sup> 若干非随机研究也证实了这个结论。<sup>138-140</sup>
- c. 美国医疗机构药师协会的临床实践指南推荐对所有记录金葡菌定植的骨科手术病人, 包括全关节置换术、关节骨折修复和心脏手术病人鼻前庭使用莫匹罗星。<sup>76</sup>
- d. 一些研究证明, 术前金葡菌筛查结合鼻前庭使用莫匹罗星和氯己定沐浴能有效减少某些病人的 SSI。
  - i. 举例: 一项随机双盲-安慰剂对照的多中心试验对快速发现鼻腔金葡菌携带者、随后去定植的效果进行评价。结果发现由金葡菌引起的术后感染风险减少 2 倍以上, 由金葡菌引起的深部切口 SSI 风险减少将近 5 倍。<sup>141</sup>
    - (a) 此项研究在 SSI 率基线高、缺少 MRSA 的情况下进行。

- e. 但其他研究没有证实此优势。
    - i. 一项包含 21000 例病人的前瞻、交叉设计、干预性的队列研究得出结论：入院时全部快速筛查 MRSA 结合对携带者进行去定植并没有减少 MRSA 引发的 SSI 率。<sup>142</sup>
    - ii. 一项双盲-随机对照试验对 4000 例病人鼻前庭使用莫匹罗星软膏，但没有联合使用氯己定，结果发现没有明显减少金葡菌 SSI 率。<sup>143</sup>
      - a) 对这些数据进行二次分析发现鼻前庭使用莫匹罗星使得金葡菌携带者的医院内金葡菌感染率整体下降。
    - f. 最近发表的一项 17 个研究的荟萃分析发现：尽管这些研究存在明显的异质性，但去定植策略能预防革兰阳性菌 SSI、金葡菌 SSI 和 MRSA SSI。<sup>144</sup>
    - g. 影响作出实施金葡菌筛查和去定植决定的因素包括：预防 SSI 基础策略的遵从情况、金葡菌引发 SSI 的基线、获得金葡菌 SSI 病人的风险因素、落实方案所需资源的可利用度、按研究方案对检测指标进行随访的能力（如实验室结果）和依从性。
    - h. 目前不推荐在没有进行筛查情况下常规进行术前使用莫匹罗星去定植。
      - i. 已有莫匹罗星耐药的记录。<sup>145</sup>
- 2. 使用消毒剂冲洗伤口（证据质量 II）**
- a. 虽然每个外科医生冲洗伤口的溶液不同，但冲洗伤口是常用的方法。<sup>146</sup>
  - b. 若干团队评估了稀释的聚维酮碘冲洗手术切口是否可以降低 SSI 风险。

2012 年发表的一项荟萃分析评价了 24 个随机对照试验后得出结论：与非消毒剂冲洗相比，稀释聚维酮碘冲洗能减少 SSI 风险（RR, 0.64, 95%CI, 0.5-0.82）。<sup>147</sup>

**3. 开展 SSI 风险评估（证据质量 III）**

- a. 建立多学科团队（如手术领导者、医院管理者、质量管理服务和感染控制）发现差距，提高性能，测量依从性，评估干预措施的影响并提供反馈。<sup>148</sup>
- b. 按外科专科、手术和/或手术医师确定 SSI 率基线，更好地开展针对性评估和干预。

**4. 观察和检查手术室中的工作人员和护理环境（证据质量 III）**

- a. 采用直接观察法，检查手术室工作人员，评测手术室的过程及操作以发现感控的不足，包括但不限于对过程测量的遵守情况（抗生素预防选择、方案时机和疗程长短、去除毛发等）、外科手消毒、病人皮肤准备、手术技巧、外科着装（在手术室外穿着和/或洗涤）以及手术室内部通行情况。<sup>149-153</sup> 一经发现违反标准的操作，即应采取补救措施。
  - i. 手术室工作人员包括手术医生、外科技术人员麻醉师、巡回护士、住院医师、医学生、培训人员和器械制造商代表。<sup>149</sup>
- b. 采用直接观察法，检查手术室环境清洁、器械处理（消毒）和设备储藏的操作。
  - i. 检查器械处理和快速消毒记录。
  - ii. 检查手术室内加热、通风和空调系统维修记录，包括温度和相对湿度检测结果和手术室内正压测试结果。

- c. 提供反馈，并与手术室工作人员和环境工作人员一起检查感染控制措施。

### 5. 观察和检查麻醉后护理、外科 ICU 和/或外科病房的操作（证据质量 II）

- a. 采用直接观察法检查所有与病人直接接触的工作人员手卫生。<sup>151</sup>
- b. 评价伤口护理操作。<sup>154</sup>
- c. 采用直接观察法检查环境清洁操作。
- d. 检查术后护理机构（部门）工作人员的感染控制测评并提供反馈。

## III. 不应作为常规 SSI 预防的方法。

### 1. 不要常规使用万古霉素作为预防性抗生素（证据质量 II）。<sup>75,76,155</sup>

- a. 不应常规使用万古霉素作为预防性抗生素，但在特殊情况可以作为适合选择。保留万古霉素用于特殊临床环境，例如已证实 MRSA 引起 SSI 暴发；由 MRSA 造成 SSI 高流行率；由 MRSA 引发 SSI 风险增加的高危的目标性监测病人群体（包括心胸外科病人和糖尿病老人病人）和有植入物的高危手术病人。<sup>156</sup>
  - i. 尚无 MRSA 造成 SSI 高流行率的定义。<sup>157</sup>
  - ii. 在社区获得性 MRSA 出现之前，已经发表了万古霉素作为预防性抗生素有效性的研究。
- b. 2 项荟萃分析研究比较了糖肽类和 β 内酰胺抗生素作为预防用药的效果：2 种抗生素预防性使用与 SSI 率没有差别。<sup>144,158</sup>
- c. 一项包含 6 项研究的荟萃分析得出结论：与单用 β 内酰胺类预防相比，糖肽类联合一个二线药物作为预防性用药可以预防革兰阳性菌引起的

SSI。<sup>144</sup> 值得注意的是：荟萃分析中包括的 2 项随机对照试验将糖肽类与非 β 内酰胺抗生素联合使用，因此尚无研究能前瞻性地分析糖肽类和 β 内酰胺作为术前预防性抗生素的作用。由于万古霉素无抗革兰阴性菌活性，抗 MSSA 活性也比 β 内酰胺药物差，因此很多专家建议对于上述特殊临床情况，应在标准预防性使用抗生素中增加万古霉素。

76.157-159

### 2. 不要常规为提供肠外营养推迟手术（证据质量 I）

- a. 术前使用 TPN 的前瞻、随机对照试验非但没有显示能减少 SSI，反而有增加 SSI 风险的可能。<sup>160,161</sup>
- b. 个别试验对围术期肠内营养和肠外营养及含精氨酸和/或谷氨酰胺的“免疫调节”饮食与标准对照饮食进行比较，得到的数量很有限而无法表现出明显差异。但最近 2 项荟萃分析证明：无论在手术前还是术后，接受含谷氨酰胺和/或精氨酸的肠内饮食病人，可以减少术后感染性并发症。<sup>162,163</sup>

### 3. 不要常规使用含消毒剂缝线作为预防 SSI 策略。（证据质量 II）

- a. 人类志愿者中用异物的研究证实手术缝线的存在使发生 SSI 所需微生物数量从  $10^6$  降到  $10^2$  个。<sup>164</sup>
- b. 一些研究显示：与标准缝线相比，用三氯生涂层的 polygractin 910 抗菌缝线关闭手术切口能减少 SSI 风险。例如，最近一项对 410 例结直肠手术进行的随机对照试验得出 SSI 率下降超过 50%（43% 与 9.3%， $P = 0.05$ ）的结论。<sup>165</sup>
- c. 但最近一项系统评价和荟萃分析评

估了 7 项随机临床试验却得出相反结论：与对照组相比，无论在 SSI 率（OR, 0.77 95%CI, 0.04-1.51; P=0.45）还是切口开裂率（OR, 1.07 95% CI, 0.21-5.43; P=0.93）在数据上没有统计学差异。<sup>166</sup> 另外一项小型研究提出使用这些缝线的伤口开裂比例反而增加的问题。<sup>176</sup>

- d. 常规使用抗菌缝线对抗生素耐药的影响未知。

#### 4. 不要常规使用抗菌贴膜作为预防 SSI 的策略（证据质量 I）

- a. 切口贴膜是种有粘性的薄膜，覆盖于手术切口以减少术中内源性细菌菌落对切口的污染，这些敷料可以含有消毒剂，如碘伏。
- b. 2007 年一项对 5 项试验的 Cochrane 综述得出结论：不含消毒剂的贴膜与不用贴膜相比，SSI 风险增加（RR, 1.23, 95% CI, 1.02 - 1.48<sup>168</sup>），尽管仅有一项研究中指出这种可能的相关性<sup>169</sup>。2 项试验（腹部和心脏手术病人）比较了含碘贴膜和不用贴膜<sup>170,171</sup>。虽然一项研究中切口污染降低，但另 2 项试验都未能证明含碘贴膜可以减少 SSI 率。<sup>170</sup> 一项非随机回顾性研究也得到相似的结果：含碘贴膜不能预防疝修补术后 SSI。<sup>172</sup>

### IV. 尚未解决的问题

#### 1. 术前使用含氯己定(CHG) 产品沐浴。

- a. 已证明术前使用沐浴剂，如氯己定，可减少皮肤上的细菌定植。<sup>173</sup> 有一些研究探讨术前淋浴的效果，但尚无确切证据证明可以降低 SSI 风险。一项系统评价评估术前沐浴或使用抗菌药物淋浴预防 SSI<sup>174</sup>。该评价包

括 6 项随机对照试验，评估使用含 4%葡萄糖酸氯己定沐浴的效果，但没有获益的确切证据。值得注意的是，这些研究有些在方法学上有局限性，并且有些是几年前进行的研究。因此术前沐浴在预防 SSI 方面的作用仍是未知数。

- i. 为获得最大的抗菌作用，CHG 必须在皮肤上保持足够浓度。通常 CHG 应在完全干燥后达到的足够浓度。使用氯己定沐浴的新策略，诸如含氯己丁湿巾，已表现出成功的希望。<sup>175,176</sup> 但是目前数据不足以支持这种做法。

#### 2. 心胸手术病人术使用氯己定处理前鼻前庭和咽部。

- a. 虽然一项随机对照试验的数据支持使用氯己定鼻软膏结合 0.12%葡萄糖酸氯己定口腔漱洗<sup>177</sup>，但氯己定鼻软膏既未获得美国食品与药物管理局（FDA）批准，也无法在美国市场上买到。

#### 3. 使用庆大霉素胶原海绵

- a. 庆大霉素胶原海绵已被认为是一种能减少肠道手术和心脏手术病人 SSI 率的方法。
  - i. 结直肠手术病人。几项单中心随机试验表明，庆大霉素胶原海绵能降低结直肠手术后 SSI 的风险。<sup>178-180</sup> 但最近一项大型、多中心、随机临床试验却发现这种海绵反而增加 SSI 的风险。<sup>181</sup>
  - ii. 心胸外科病人。4 项随机对照试验对心胸外科手术中使用庆大霉素胶原海绵进行了评估。其中 3 项试验得出减少 SSI 率的结论，<sup>182-184</sup>，但另一项显示差异不明显。<sup>185</sup> 最近一项将这些试验结合起来的荟萃分析得

出结论：尽管这些试验有显著的异质性，使用庆大霉素胶原海绵的病人比未使用者，深部胸骨伤口感染的风险明显降低(RR, 0.62, 95% CI, 0.39 – 0.97)。<sup>186</sup>

- b. 美国 FDA 尚未批准庆大霉素胶原海绵。

#### 4. 使用组合措施以确保最佳实践的依从性。

- a. 组和措施已经成为改进依的从最佳实践方法。
- b. 虽然得到普遍赞成，预防 SSI 的组合措施产生了不同的结果，这取决于组合措施的构成部分不同。<sup>59,187,188</sup>
- c. 因此，预防 SSI 的有效组合措施的构成内容尚未达成共识。

### 第五节：执行效果评价

#### I. 内部报告

这些绩效考核的目的旨在是支持医院内部质量改进，且不需要满足外部报告的需求。此处建议的过程测量和结果测量均来自于已发表的指南、其他相关文献和作者的意见。向医院高层领导，护理部领导和护理 SSI 风险病人的临床人员报告过程测量和结果测量结果。

#### A. 过程测量

- 1. 预防性使用抗生素指南的依从性
  - a. 测量合理预防性抗菌药物的百分率。合理应用包括(1)正确的类型，(2)切皮前 1 小时内使用药物(万古霉素和氟喹诺酮允许 2 小时)，(3)在术后 24 小时内停药。
    - i. 分子：接受合理预防性抗生素的病人数量；
    - ii. 分母：完成所选手术的总数；
    - iii. 乘以 100，以百分比表示。
- 2. 去除毛发指南的依从性

- a. 测量正确执行脱毛的百分率(剪毛，使用脱毛剂或不脱毛，而不是使用剃刀)

- i. 分子：术前脱毛的病人数量；
- ii. 分母：完成所选手术的总数；

- iii. 乘以 100，以百分比表示。

#### 3. 围术期血糖控制指南的依从性

- a. 测量所有心脏手术病人在麻醉结束 18-24 小时内血清葡萄糖 ≤ 180mg/dl 的百分比。<sup>60,61,100</sup>

- i. 分子：在心脏手术后麻醉结束 18-24 小时内维持适当的血糖(≤ 180mg/dl)的病人数量；

- ii. 分母：进行心脏手术的总人数；

- iii. 乘以 100，以百分比表示。

#### B. 结果测量

##### 1. SSI 率

- a. 使用 NHSN SSI 定义和风险调整方法(见 <http://www.cdc.gov/nhsn/acute-care-hospital/ssi/index.html>)

- i. 分子：选择手术后 SSI 的病人数；

- ii. 分母：接受手术的总人数；

- iii. 乘以 100，以百分比表示为 SSI 数量/100 手术。

- iv. SSI 率可以用以下两种方法进行风险调整：使用 NHSN 风险指数分层<sup>133</sup>或者用标准化的感染比(SIR)计算<sup>189</sup>。NHSN 现在提倡使用 SIR 替代 NHSN 风险指数以提高调整风险的潜力，<sup>190</sup>而且 NHSN 中 SIR 是优先用于全国公开报道测量结果的。

- (a) NHSN 风险指数是预测 SSI 的特定手术、特定病人的前瞻性风险评分。<sup>191</sup>该风险指数包括增加 SSI 风险升高的三项预测指标：(1) 伤口细菌污染的

估计量，(2) 手术持续时间和  
(3) 宿主易感性标记。<sup>42</sup>

- (b) SIR 是观察到的 SSI 数 ( $O$ ) 与某外科医生实施特定类型手术预期数 ( $E$ ) 的比值。(如  $SIR = O/E$ )。<sup>189</sup> SSI 预期数可以通过外科医生进行的每个风险类别的手术数乘以相同风险类别手术的 NHSN 率，再除以 100 得到。超过 1.0 的值表示比预期发生更多的 SSI。重要的是，SIR 仅仅只能在预期的医院感染数 (HALs)  $\geq 1$  的时估算。因此，这种方法用于外科小手术或某类非常少的时，显得更为困难些。<sup>192</sup>
- (c) 采用 Logistic 回归和 SIR 方法一般会比基本的风险指数提供更好的风险调整。<sup>190,193</sup>

## II. 外部报告

既要向消费者和其他利益相关者提供相关有用信息，同时又要防止 HAIs 公众报告后产生意外不良后果，这面临许多挑战<sup>194</sup>。HICPAC、联合公共政策委员会医疗相关感染工作小组<sup>54</sup>、国家质量论坛<sup>55</sup>和 CMS<sup>196</sup>已经发表一些公开报告医院感染的建议和要求。<sup>195</sup> 以下是当前医疗利益涉众及监管机构所要求的一个外部执行效果测量的例子。

### A. 过程测量

1. CMS 抗菌药物预防指南 (见上文，第五部分：执行效果评价) 的内部报告部分) 的依从性
  - a. 测算手术中合理使用预防性抗菌药物的百分比。合理性包括使用正确药物、切口 1 小时内用药 (万古霉素和氟喹诺酮类允许 2 小时) 并且

在手术后 24 小时内停药 (心胸外科手术 48 小时)。<sup>197</sup>

2. CMS 控制心脏手术病人的术后血糖指南的依从性。
  - a. 测算心脏外科手术病人术后血糖适当控制的百分比

## B. 联邦政府和各州的要求

### 1. 联邦政府要求

- a. CMS 在 2011 年 8 月 18 日在**联邦纪要**上发布了最终规则，包括在 2012 年 CMS 医院 IQR 项目要求中经 CDC 的 NHSN 系统报告 SSI 率。<sup>196</sup> 该规则公布了自 2012 年 1 月 1 日以后进行的剖腹子宫切除术的住院病人和结肠手术住院病人 SSI 数据报告更加具体的要求。<sup>198</sup>
- b. IQR 项目中向 NHSN 报告 SSI 的要求不会替代各州政府强制向 NHSN 报告 SSI 的要求 (即若医院所在州有 SSI 报告要求，医院必须遵守该州的要求，即使州政府的要求比 CMS 项目要求更广泛)。NHSN 用户报告 SSI 数据到系统必须按照 NHSN 病人协议手册中指定的 SSI 的定义和报告要求，见

<http://www.cdc.gov/nhsn/acute-care-hospital/ssi/index.html>.

### 2. 州政府的要求和合作

- a. 州政府的要求。若医院所在州有强制 SSI 报告要求，则医院必须收集报告州政府要求的数据。各州要求的信息，请与您的州或当地卫生部门核实。
- b. 州政府之间的合作。目前有 27 个州已实施自发的 SSI 合作。欲了解更多关于各州之间关于 SSI 的合作信息，见 <http://www.cdc.gov/hai/state-plans/states-w-SSI-collaborative.html>

### 3. 外部质量措施

- a. 若干关注 SSI 预防的外部质量活动不断发展中。参与这些外部质量活动的好处尚不知晓，但可能包含改进安全和病人的治疗效果，包括降低 SSI 率。其他的有关信息，见以下内容：
  - i. <http://www.ahrq.gov/qual/haify11.htm#projects>
  - ii. <http://www.ihl.org/Engage/Initiatives/Completed/ProjectJOINTS/Pages/default.aspx>

## 第六部分：实施策略的例子

责任制是防止 HAI 的重要原则。它提供了科学和实施之间必然的转换链接。如果没有明确的责任制，以科学为基础的实施策略使用起来会前后矛盾、支离破碎，降低预防医院感染的有效性。责任制从首席执行官和其他下达 HAI 预防命令的高层管理人员开始，使组织能优先考虑 HAI 预防。高层领导有责任提供足够的资源以满足有效预防 HAI 的方案。这些资源包括必要的人员（临床和非临床）、教育培训和设备（表 3）。

确认以下信息可用于预防及降低 SSI 风险的部分实施策略。实施策略由以下四个概念组成的：参与、教育、执行、评估。<sup>199</sup>

### I. 积极参与

在参与阶段，需要明确、有效的沟通，了解为什么 SSI 实施策略是病人护理重要的原因。高层领导、医生领导者、感染控制人员以及多学科小组的参与是初步实施减少 SSIs 策略的榜样。下列实施策略是文献中描述参与过程中必不可少的部分。

- A. 获得高层领导对减少 SSI 的支持。

高层领导的支持是降低 SSI 率的一个重要因素。高层领导归根结底也是持续改善的关键。高层领导可以包括但不限于医院董事会、总裁、首席运营官、首席医疗官和首席护士长。

<sup>148,200-203</sup>

- B. 高度敬业的医生为榜样。医疗和手术人员的参与是整个医院预防 SSI 活动及支持 SSI 预防的关键。领导预防 SSI 多学科小组的医生、向其他医生和工作人员提供有关降低 SSI 策略方面教育的医生领袖都是榜样。<sup>202,203</sup>
- C. 利用多学科团队。大量研究和文献探讨了多学科团队在减少 SSI 方面的规划、发展、实施和评估工作中的效果。该团队的主要成员应包括术前、术中、术后管理病人的工作人员。团队还应该包括护理、药学和医生领袖。<sup>148,200,204-207</sup>
- D. 采用循证实践和指南。文献中若干研究重点关注医院采取循证实践和指南的需求以期降低 SSI 风险。文献强调虽然有循证干预可以减少 SSIs 数量，提高病人的治疗效果，但在全国落实这些做法的机会低于预期。<sup>10,148,203,208-210</sup>
- E. 注重安全文化。成功实施降低 SSIs 的项目特别需要一个安全文化，这点获得文献支持。安全文化侧重于团队合作、技术流程以及推进护理过程中持续预防 SSIs 的责任制。<sup>136,200,202</sup>

### II. 教育

对高层领导、医生、护士和病人及其家属进行有关预防 SSI 措施的培训是必不可少的。下述实施策略描述了影响 SSI 率的教育类型以及谁应该成为教育工作的重点。

- A. 对独立开业者和工作人员进行一



致、经过调整的 SSI 培训。对独立开业者（医生、中层从业者）和其他从业人员（注册护士）进行多学科的培训必须在保持一致的情况下进行调整。教育内容的重点在病人连续护理中执行循证方法来预防 SSIs。<sup>202,203</sup>

- B. 当发生 SSI 问题时，对外科医生进行一对一教育。当外科医生的 SSI 率升高和/或未遵守正确的预防措施时，应对其进行一对一教育。这种教育可以由其他外科医生、感控人员和质控人员或其他有资格的人员进行。应在无对抗情绪下开展教育，重点是了解操作中的改变而非判断。如发现没有遵从循证操作，就有必要制定行动方案。<sup>203</sup>
- C. 通过描述降低的价值和好处教育高层领导。对行政领导提供教育关于减少的价值，包括病人和财政结果。<sup>131</sup>
- D. 对手术团队要进行安全性教育。对独立开业者和参与手术病人护理的工作人员进行安全性教育，包括安全系统设计的原则。<sup>200</sup>
- E. 对病人及其家属进行特殊的 SSI 教育。对任何致力于预防 SSIs 的医院来说，对病人进行减少 SSIs 的教育是一项优先考虑的工作。已经有诸多成功的教育策略，如术前课程教育、电视教育和对病人和家属一对一教育。教育材料应根据服务人群提供多种语言。<sup>131,202,203</sup>

### III. 执行

执行阶段的重点是落实策略，减少障碍、提高循证操作的依从性并减少 SSI 风险，包括（a）标准化护理流程，（b）创建多余或独立检查以及（c）当发生 SSI 时，从工作瑕疵中学习。如上所述，预防 SSIs

有效组合措施的具体内容尚未达成共识。因此，各家医院应发现自己不足并建立自己的组合措施。

- A. 使用质量改进方法。使用质量改进方法来设计并实施降低 SSIs 率的项目。质量改进方法有 6 西格玛法、病区全面安全项目和 PDCA 模式。可以使用各种质量改进（PI）的工具，包括仪表盘、记分卡和直方图来展示数据。<sup>149, 200, 203, 207,211</sup>
- B. 成人和儿童之间存在差异。目前缺乏减少以儿童 SSIs 为重点的循证实践。专为成人设计的临床干预不一定能成功用于儿童人群。医院和儿科医师必须确定成人的循证干预手段是否可以安全用于儿童人群<sup>203</sup>。
- C. 利用信息技术（IT）。IT 创新能简化和标准化临床记录。IT 和电子病历也能用于电子监测、电子提示、自动停止预防性抗生素医嘱以及培训教育。可以通过不同的媒体包括互联网和电视向病人、家属和医护人员提供教育。<sup>148, 202, 203, 212</sup>
- D. 参与合作。许多研究报道称在参与多组织合作有助于减少 SSI 率。合作为组织提供了一个机制能
  - 1. 利用有效的数据，如与美国外科医生学会国家外科质量改进项目。<sup>213</sup>
  - 2. 通过与全国范围内和同行医院进行比较发现发病率和死亡率增加<sup>213</sup>，以及
  - 3. 通过合作流程学习<sup>161, 202, 203, 205, 207, 209, 213,214</sup>
- E. 采用术前/术后医嘱套餐。在循证实践基础上开展标准化医嘱套餐。医嘱套餐应该由医务人员批准，在循证实践出现变化时及时更新。制定医嘱套餐是相当费力的过程，需要多个学科的专业知识

和技能,包括手术、麻醉、护理和药学,使用医嘱套餐的所有专业都应接受教育培训。<sup>148,202,203</sup>

- F. 发现 SSI 问题后采取行动。一旦发现 SSI 风险可能增加时,医院应采取行动解决发现的问题。一些医院通过多学科团队进行根本原因分析找出问题的原因,以及任何未能遵从循证实践的不足。<sup>149,202-204</sup>
- G. 建立术前检查操作方案。建立特定手术术前检查操作方案,明确 SSI 风险增加的医疗条件。该方案应侧重于营养咨询(如有指征),戒烟(如有指征)、住院前感染、术前调整用药(如有指征)。<sup>202</sup> 如果通过筛查能发现高风险的病人,应在电子医疗记录中应加入警示,确保围手术期团队的所有成员都知道高风险的情况。

果发现有特定的操作或流程能提高 SSI 预防工作,评估与这些操作及流程相关循证操作的依从性。把这些评估数据反馈给一线工作人员。

#### IV. 评估

评估阶段的重点是使用测量和评估工具评价落实预防 SSI 策略的有效性。

- A. 使用执行改进工具。各种 PI 工具都可以使用。PI 工具包括仪表盘、记分卡或直方图来显示数据。其他 PI 工具还包括根本原因分析和失败效应模型分析。<sup>148,202,203</sup>
- B. 循证实践的直接观察。作为医院 SSI 改进活动的一部分,接受过培训的观察者(如感控人员、教育工作者、护士和医师)应观察手术以确保手术室内循证实践的。直接观察也可用于观察手卫生和外科手消毒技术。这项形式用于教育手术室从业人员,强化循证实践的落实。<sup>136,149,203,214</sup>
- C. 纵向评价 SSI 率和依从率。通过不同时间评估 SSI 率(即在项目前、中、后),发现 SSI 成功减少的项目。如

表 2 手术部位感染的选择风险因素和预防建议

风险因素	建议	证据质量
<b>内源性，病人有关的（术前）不能改变的</b>		
年龄	没有正式建议。与 SSI 增加风险的关系可能及发育合并症或免疫状态。 <sup>216-218</sup>	NA
放射病史	没有正式建议。既往在手术部位的放射增加 SSI 的风险，可能由于组织损伤 和伤口缺血。 <sup>219</sup>	NA
皮肤和软组织感染(SSTIs)病史	没有正式建议。既往皮肤感染病史可能是宿主免疫功能的 inherent 差异的标志物。 <sup>220</sup>	NA
<b>可改变的</b>		
血糖	对所有手术病人都应控制血清血糖，包括没有糖尿病的人员。 <sup>17</sup> 对于有糖尿病病人，减少糖化血红蛋白水平，不少于术前的 7%，如果可能。 <sup>44</sup>	I
肥胖	对于重度肥胖病人增加预防性抗生素剂量。 <sup>76, 221</sup>	I
停止吸烟	鼓励在术前 30 天内停止吸烟。 <sup>17,222-226</sup>	I
免疫抑制药物	避免在围手术期使用免疫抑制药物，如果可能。	III
低蛋白血症	没有正式建议。尽管是一个值得关注的风险因素， <sup>227</sup> 不会为使用 TPN 而延长手术。	NA
<b>外源性，操作相关（围术期）</b>		
病人毛发去除准备	除非影响到手术才剔除毛发。 <sup>17</sup> 如果一定要去除毛发，在手术外剪毛。不能使用剃刀。	II
术前感染	在选择性手术之前发现和治理（如尿路感染）手术部位远处的感染。 <sup>17</sup> 不要常规治疗定植或污染。	II
手术特有		
外科刷手（外科团队成员的手和前臂）	使用正确的消毒剂进行术前外科刷手。 <sup>17,228</sup> 对于大部分产品，刷手和前臂 2-5 分钟。	II
皮肤准备	清洗和清洁切口周围的皮肤。使用含有酒精的二元皮肤准备，除非存在禁忌症。 <sup>17</sup>	I
预防性抗菌素	仅在指征时使用。 <sup>17</sup>	I
时机	在切皮前 1 小时内使用，达到最大组织浓度。 <sup>76,a</sup>	I
输血	输血通过降低吞噬细胞功能而增加 SSI 风险。最大程度上减少失血和输血需求。 <sup>229-231</sup>	II
预防药物选择	根据手术操作、对某一手术造成 SSI 最常见致病菌和已发表的建议选择适合药物。 <sup>76</sup>	I
预防用药疗程	所有手术在术后 24 小时内停药。 <sup>76</sup>	II
外科医生技术/技巧	仔细处理组织，消除死腔。 <sup>17</sup>	III
正确戴手套	手术团队的所有成员都应戴双层手套，发现穿孔时更换手套。 <sup>208</sup>	III
无菌术	遵从手术无菌术的标准原则。 <sup>17</sup>	III
手术时间	大部分最近的指南没有建议。在不牺牲手术技术合无菌操作的情况下尽可能缩减手术时间。	I
手术室特有		
通气	在手术室内遵从美国建筑研究院的建议正确处理空气。 <sup>17,232</sup>	III
交通	尽可能减少手术室人流。 <sup>17,135,136</sup>	III
环境表面	使用 EPA 认可的医院消毒剂清洁可见污染或已经污染的表面和设备。 <sup>17</sup>	III
手术器械的消毒	根据已发表的指南对所有手术器械进行灭菌。 <sup>233</sup> 尽可能减少立即使用的蒸汽灭菌的使用。 <sup>17</sup>	II

注释： EPA, Environmental Protection Agency 环境保护局; NA, 没有应用; OR, 手术室; SSTI, 皮肤和软组织感染; TPN 全肠道外营养。

<sup>a</sup> 万古霉素和氟喹诺酮类可以在切皮前 2 小时内给予。

表 3 医院感染预防责任制基本内容

---

高级管理者负责确保医疗系统支持医院感染预防与控制（IPC）项目，使其有效地预防医院相关感染和流行病学上重要致病原的传播
高级管理者负责确保足够数量的经培训人员，能指定 IPC 项目，以及在医院感染预防方面至关重要的其他部门（如保洁）有足够的人员。
高级管理者负责确保医院工作人员，无论有无执照，有足够的培训和能力胜任他们的岗位职责。
直接健康护理提供者（如医生、护士、辅助人员和治疗师）和辅助人员（如保洁和设备处理人员）负责确保在任何时间都能实施正确的 IPC 实践（包括手卫生，标准预防和隔离，设备和环境的清洁与消毒）
高级领导者和病区领导者负责保证其工作人员对自己行为负责。
IPC 领导者负责确保主动发现 HAI 项目的落实，HAI 数据分析，定期提供数据给利用信息进行护理质量改进的人员（如病区工作人员，临床医生和医院管理者），把循证实践整合到项目中。
高级领导者和病区领导者负责确保建立预防 HAI 的正确培训和教育项目，并提供给工作人员、病人及家属
来自 IPC 项目的人员、实验室人员和信息技术部门人员负责确保支撑监测项目的系统工作正常

---

1. Anderson DJ, Kaye KS, Classen D, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29(suppl 1):S51–S61.
2. Yokoe DS, Anderson DJ, Berenholtz SM, et al. Introduction to “A Compendium of Strategies to Prevent Healthcare-Associated Infections in Acute Care Hospitals: 2014 Updates.” *Infect Control Hosp Epidemiol* 2014;35(5):455–459.
3. Cruse P. Wound infection surveillance. *Rev Infect Dis* 1981;3(4):734–737.
4. Graves EJ. *National Hospital Discharge Survey: Annual Summary, 1987*. Series 13, no. 99. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 1989.
5. Agency for Healthcare Research and Quality. Healthcare Cost and Utilization Project—statistics on hospital stays. 2013. <http://hcupnet.ahrq.gov/>. Accessed February 15, 2013.
6. Scott RD. *The Direct Medical Costs of Healthcare-Associated Infections in U.S. Hospitals and the Benefits of Prevention*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 2009. [http://www.cdc.gov/hai/pdfs/hai/scott\\_costpaper.pdf](http://www.cdc.gov/hai/pdfs/hai/scott_costpaper.pdf). Accessed December 14, 2013
7. Anderson DJ, Pyatt DG, Weber DJ, Rutala WA. Statewide costs of health care–associated infections: estimates for acute care hospitals in North Carolina. *Am J Infect Control* 2013;41(9):764–768.
8. Lewis SS, Moehring RW, Chen LF, Sexton DJ, Anderson DJ. Assessing the relative burden of hospital-acquired infections in a network of community hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34(11):1229–1230.
9. Zimlichman E, Henderson D, Tamir O, et al. Health care–associated infections: a meta-analysis of costs and financial impact on the US health care system. *JAMA Intern Med* 2013;173(22):2039–2046.
10. Meeks DW, Lally KP, Carrick MM, et al. Compliance with guidelines to prevent surgical site infections: as simple as 1-2-3? *Am J Surg* 2011;201(1):76–83.
11. Umscheid CA, Mitchell MD, Doshi JA, Agarwal R, Williams K, Brennan PJ. Estimating the proportion of healthcare-associated infections that are reasonably preventable and the related mortality and costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(2):101–114.
12. Klevens RM, Edwards JR, Richards CL Jr, et al. Estimating health care–associated infections and deaths in U.S. hospitals, 2002. *Public Health Rep* 2007;122(2):160–166.
13. Cruse PJ, Foord R. The epidemiology of wound infection: a 10-year prospective study of 62,939 wounds. *Surg Clin North Am* 1980;60(1):27–40.
14. Anderson DJ, Kaye KS, Chen LF, et al. Clinical and financial outcomes due to methicillin resistant *Staphylococcus aureus* surgical site infection: a multi-center matched outcomes study. *PloS ONE* 2009;4(12):e8305
15. Engemann JJ, Carmeli Y, Cosgrove SE, et al. Adverse clinical and economic outcomes attributable to methicillin resistance among patients with *Staphylococcus aureus* surgical site infection. *Clin Infect Dis* 2003;36(5):592–598

16. Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL, Wilkinson WE, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20(11):725–730
17. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR; Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20(4):250–278
18. Apisarnthanarak A, Jones M, Waterman BM, Carroll CM, Bernardi R, Fraser VJ. Risk factors for spinal surgical-site infections in a community hospital: a case-control study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003;24(1):31–36
19. Boyce JM, Potter-Bynoe G, Dziobek L. Hospital reimbursement patterns among patients with surgical wound infections following open heart surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1990;11(2):89–93
20. Coello R, Glenister H, Fereres J, et al. The cost of infection in surgical patients: a case-control study. *J Hosp Infect* 1993;25(4):239–250
21. Hollenbeak CS, Murphy DM, Koenig S, Woodward RS, Dunagan WC, Fraser VJ. The clinical and economic impact of deep chest surgical site infections following coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 2000;118(2):397–402
22. VandenBergh MF, Kluytmans JA, van Hout BA, et al. Cost-effectiveness of perioperative mupirocin nasal ointment in cardiothoracic surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;17(12):786–792
23. Vegas AA, Jodra VM, Garcia ML. Nosocomial infection in surgery wards: a controlled study of increased duration of hospital stays and direct cost of hospitalization. *Eur J Epidemiol* 1993;9(5):504–510
24. Whitehouse JD, Friedman ND, Kirkland KB, Richardson WJ, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections following orthopedic surgery at a community hospital and a university hospital: adverse quality of life, excess length of stay, and extra cost. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002;23(4):183–189
25. Bozic KJ, Katz P, Cisternas M, Ono L, Ries MD, Showstack J. Hospital resource utilization for primary and revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(3):570–576.
26. National Healthcare Safety Network. *Surgical Site Infection (SSI) Event*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 2013. <http://www.cdc.gov/nhsn/PDFs/pscManual/9pscSSIcurrent.pdf>. Accessed May 1, 2013.
27. Condon RE, Schulte WJ, Malangoni MA, Anderson-Teschendorf MJ. Effectiveness of a surgical wound surveillance program. *Arch Surg* 1983;118(3):303–307.
28. Kerstein M, Flower M, Harkavy LM, Gross PA. Surveillance for postoperative wound infections: practical aspects. *Am Surg* 1978;44(4):210–214.
29. Mead PB, Pories SE, Hall P, Vacek PM, Davis JH Jr, Gamelli RL. Decreasing the incidence of surgical wound infections:

- validation of a surveillance-notification program. *Arch Surg* 1986;121(4):458–461
30. Baker C, Luce J, Chenoweth C, Friedman C. Comparison of case-finding methodologies for endometritis after cesarean section. *Am J Infect Control* 1995;23(1):27–33.
31. Cardo DM, Falk PS, Mayhall CG. Validation of surgical wound surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1993;14(4):211–215.
32. Ming DY, Chen LF, Miller BA, Anderson DJ. The impact of depth of infection and postdischarge surveillance on rate of surgical-site infections in a network of community hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(3):276–282.
33. Chalfine A, Cauet D, Lin WC, et al. Highly sensitive and efficient computer-assisted system for routine surveillance for surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(8):794–801.
34. Miner AL, Sands KE, Yokoe DS, et al. Enhanced identification of postoperative infections among outpatients. *Emerg Infect Dis* 2004;10(11):1931–1937.
35. Yokoe DS, Noskin GA, Cunningham SM, et al. Enhanced identification of postoperative infections among inpatients. *Emerg Infect Dis* 2004;10(11):1924–1930.
36. Calderwood MS, Kleinman K, Bratzler DW, et al. Use of Medicare claims to identify US hospitals with a high rate of surgical site infection after hip arthroplasty. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34(1):31–39
37. Huang SS, Placzek H, Livingston J, et al. Use of Medicare claims to rank hospitals by surgical site infection risk following coronary artery bypass graft surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(8):775–783.
38. Haley VB, Van Antwerpen C, Tserenpuntsag B, et al. Use of administrative data in efficient auditing of hospital-acquired surgical site infections, New York State 2009–2010. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(6):565–571.
39. Burke JP. Infection control—a problem for patient safety. *N Engl J Med* 2003;348(7):651–656.
40. Cullen KA, Hall MJ, Golosinkiy A. Ambulatory surgery in the United States, 2006. *Natl Health Stat Report* 2009;(11):1–25.
41. National action plan to prevent health care-associated infections: roadmap to elimination; ambulatory surgical centers. Department of Health and Human Services website. [http://www.hhs.gov/ash/initiatives/hai/ambulatory\\_surgical\\_centers.html](http://www.hhs.gov/ash/initiatives/hai/ambulatory_surgical_centers.html). Accessed January 4, 2013.
42. Consensus paper on the surveillance of surgical wound infections. The Society for Hospital Epidemiology of America; the Association for Practitioners in Infection Control; the Centers for Disease Control; the Surgical Infection Society. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992;13(10):599–605
43. Mannien J, Wille JC, Snoeren RL, van den Hof S. Impact of postdischarge surveillance on surgical site infection rates for several surgical procedures: results from the nosocomial surveillance network in the Netherlands. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(8):809–816.

44. Kent P, McDonald M, Harris O, Mason T, Spelman D. Post-discharge surgical wound infection surveillance in a provincial hospital: follow-up rates, validity of data and review of the literature. *ANZ J Surg* 2001;71(10):583–589.
45. Manian FA. Surveillance of surgical site infections in alternative settings: exploring the current options. *Am J Infect Control* 1997;25(2):102–105
46. Michelson J. Improved detection of orthopaedic surgical site infections occurring in outpatients. *Clin Orthop Relat Res* 2005(433):218–224.
47. Nafziger DA, Lundstrom T, Chandra S, Massanari RM. Infection control in ambulatory care. *Infect Dis Clin North Am* 1997;11(2):279–296.
48. Petherick ES, Dalton JE, Moore PJ, Cullum N. Methods for identifying surgical wound infection after discharge from hospital: a systematic review. *BMC Infect Dis* 2006;6:170.
49. Mlangeni D, Babikir R, Dettenkofer M, Daschner F, Gastmeier P, Ruden H. AMBU-KISS: quality control in ambulatory surgery. *Am J Infect Control* 2005;33(1):11–14
50. Whitby M, McLaws ML, Collopy B, et al. Post-discharge surveillance: can patients reliably diagnose surgical wound infections? *J Hosp Infect* 2002;52(3):155–160.
51. Manian FA, Meyer L. Comparison of patient telephone survey with traditional surveillance and monthly physician questionnaires in monitoring surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1993;14(4):216–218.
52. Prospero E, Cavicchi A, Bacelli S, Barbadoro P, Tantucci L, D’Errico MM. Surveillance for surgical site infection after hospital discharge: a surgical procedure-specific perspective. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(12):1313–1317.
53. Sands K, Vineyard G, Platt R. Surgical site infections occurring after hospital discharge. *J Infect Dis* 1996;173(4):963–970
54. Healthcare-Associated Infection Working Group of the Joint Public Policy Committee. *Essentials of Public Reporting of Healthcare-Associated Infections: A Tool Kit*. 2007. [http://www.shea-online.org/Assets/files/Essentials\\_of\\_Public\\_Reporting\\_Tool\\_Kit.pdf](http://www.shea-online.org/Assets/files/Essentials_of_Public_Reporting_Tool_Kit.pdf). Accessed January 5, 2013.
55. National Quality Forum (NQF). *National Voluntary Consensus Standards for the Reporting of Healthcare-Associated Infection Data*. Washington, DC: NQF, 2008. [http://www.qualityforum.org/Publications/2008/03/National\\_Voluntary\\_Consensus\\_Standards\\_for\\_the\\_Reporting\\_of\\_Healthcare-Associated\\_Infection\\_Data.aspx](http://www.qualityforum.org/Publications/2008/03/National_Voluntary_Consensus_Standards_for_the_Reporting_of_Healthcare-Associated_Infection_Data.aspx). Accessed January 6, 2013.
56. National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). *Surgical Site Infection: Prevention and Treatment of Surgical Site Infection*. London: NICE, 2008. <http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/CG74NICEGuideline.pdf>. Accessed February 12, 2013.



57. Bratzler DW, Houck PM. Antimicrobial prophylaxis for surgery: an advisory statement from the National Surgical Infection Prevention Project. *Clin Infect Dis* 2004;38(12):1706–1715.
58. Bratzler DW, Hunt DR. The surgical infection prevention and surgical care improvement projects: national initiatives to improve outcomes for patients having surgery. *Clin Infect Dis* 2006;43(3):322–330.
59. Dellinger EP, Hausmann SM, Bratzler DW, et al. Hospitals collaborate to decrease surgical site infections. *Am J Surg* 2005;190(1):9–15
60. National Quality Forum (NQF). *Cardiac Surgery Patients with Controlled Postoperative Blood Glucose*. Washington, DC: NQF, 2013. <http://www.qualityforum.org/>. Accessed January 6, 2013.
61. Lazar HL, McDonnell M, Chipkin SR, et al. The Society of Thoracic Surgeons practice guideline series: blood glucose management during adult cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;87(2):663–669.
62. A resource from the Institute of Healthcare Improvement. Institute for Healthcare Improvement (IHI) website. <http://www.ihl.org>. Accessed January 31, 2007. <http://www.jstor.org/stable/10.1086/676022> - rid rf62
63. Griffin FA. Reducing surgical complications. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2007;33(11):660–665
64. The Joint Commission. *National Patient Safety Goals Effective January 1, 2013*. Oakbrook Terrace, IL: The Joint Commission, 2013. [http://www.jointcommission.org/assets/1/18/NPSG\\_Chapter\\_Jan2013\\_HAP.pdf](http://www.jointcommission.org/assets/1/18/NPSG_Chapter_Jan2013_HAP.pdf). Accessed March 1, 2013
65. Centers for Medicare & Medicaid Services. Medicare program; hospital inpatient prospective payment systems for acute care hospitals and the long-term care hospital prospective payment system and fiscal year 2013 rates; hospitals' resident caps for graduate medical education payment purposes; quality reporting requirements for specific providers and for ambulatory surgical centers. Final rule. *Fed Regist* 2012;77(170):53257–53750.
66. Centers for Medicare & Medicaid Services. Medicare program; hospital inpatient value-based purchasing program. Final rule. *Fed Regist* 2011;76(88):26490–26547.
67. van Kasteren ME, Mannien J, Kullberg BJ, et al. Quality improvement of surgical prophylaxis in Dutch hospitals: evaluation of a multi-site intervention by time series analysis. *J Antimicrob Chemother* 2005;56(6):1094–1102
68. Schweon S. Stamping out surgical site infections. *RN* 2006;69(8):36–40.
69. Torpy JM, Burke A, Glass RM. JAMA patient page: wound infections. *JAMA* 2005;294(16):2122.
70. Kanter G, Connelly NR, Fitzgerald J. A system and process redesign to improve perioperative antibiotic administration. *Anesth Analg* 2006;103(6):1517–1521.
71. Pestotnik SL, Classen DC, Evans RS, Burke JP. Implementing antibiotic practice guidelines through computer-assisted decision support: clinical and financial

- outcomes. *Ann Intern Med* 1996;124(10):884–890
72. Webb AL, Flagg RL, Fink AS. Reducing surgical site infections through a multidisciplinary computerized process for preoperative prophylactic antibiotic administration. *Am J Surg* 2006;192(5):663–668
73. Nair BG, Newman SF, Peterson GN, Wu WY, Schwid HA. Feedback mechanisms including real-time electronic alerts to achieve near 100% timely prophylactic antibiotic administration in surgical cases. *Anesth Analg* 2010;111(5):1293–1300.
74. Berger RG, Kichak JP. Computerized physician order entry: helpful or harmful? *J Am Med Inform Assoc* 2004;11(2):100–103
75. Antimicrobial prophylaxis for surgery. *Treat Guidel Med Lett* 2009;7(82):47–52.
76. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, et al. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health Syst Pharm* 2013;70(3):195–283
77. Steinberg JP, Braun BI, Hellinger WC, et al. Timing of antimicrobial prophylaxis and the risk of surgical site infections: results from the Trial to Reduce Antimicrobial Prophylaxis Errors. *Ann Surg* 2009;250(1):10–16
78. van Kasteren ME, Mannien J, Ott A, Kullberg BJ, de Boer AS, Gyssens IC. Antibiotic prophylaxis and the risk of surgical site infections following total hip arthroplasty: timely administration is the most important factor. *Clin Infect Dis* 2007;44(7):921–927
79. Soriano A, Bori G, Garcia-Ramiro S, et al. Timing of antibiotic prophylaxis for primary total knee arthroplasty performed during ischemia. *Clin Infect Dis* 2008;46(7):1009–1014
80. Akinyoola AL, Adegbehingbe OO, Odunsi A. Timing of antibiotic prophylaxis in tourniquet surgery. *J Foot Ankle Surg* 2011;50(4):374–376
81. Harbarth S, Samore MH, Lichtenberg D, Carmeli Y. Prolonged antibiotic prophylaxis after cardiovascular surgery and its effect on surgical site infections and antimicrobial resistance. *Circulation* 2000;101(25):2916–2921
82. McDonald M, Grabsch E, Marshall C, Forbes A. Single- versus multiple-dose antimicrobial prophylaxis for major surgery: a systematic review. *Aust N Z J Surg* 1998;68(6):388–396
83. Coakley BA, Sussman ES, Wolfson TS, et al. Postoperative antibiotics correlate with worse outcomes after appendectomy for nonperforated appendicitis. *J Am Coll Surg* 2011;213(6):778–783
84. Cannon JA, Altom LK, Deierhoi RJ, et al. Preoperative oral antibiotics reduce surgical site infection following elective colorectal resections. *Dis Colon Rectum* 2012;55(11):1160–1166.
85. Englesbe MJ, Brooks L, Kubus J, et al. A statewide assessment of surgical site infection following colectomy: the role of oral antibiotics. *Ann Surg* 2010;252(3):514–519
86. Fry DE. Colon preparation and surgical site infection. *Am J Surg* 2011;202(2):225–232
87. Hendren S, Fritze D, Banerjee M, et al. Antibiotic choice is independently associated with risk of surgical site infection

- after colectomy: a population-based cohort study. *Ann Surg* 2013;257(3):469–475
88. Lewis RT. Oral versus systemic antibiotic prophylaxis in elective colon surgery: a randomized study and meta-analysis send a message from the 1990s. *Can J Surg* 2002;45(3):173–180.
89. Nelson RL, Glenny AM, Song F. Antimicrobial prophylaxis for colorectal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(1):CD001181
90. Deierhoi RJ, Dawes LG, Vick C, Itani KM, Hawn MT. Choice of intravenous antibiotic prophylaxis for colorectal surgery does matter. *J Am Coll Surg* 2013;217(5):763–769
91. Toneva GD, Deierhoi RJ, Morris M, et al. Oral antibiotic bowel preparation reduces length of stay and readmissions after colorectal surgery. *J Am Coll Surg* 2013;216(4):756–762
92. Guenaga KF, Matos D, Wille-Jorgensen P. Mechanical bowel preparation for elective colorectal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;(9):CD001544.
93. Tanner J, Woodings D, Moncaster K. Preoperative hair removal to reduce surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(3):CD004122
94. Dronge AS, Perkal MF, Kancir S, Concato J, Aslan M, Rosenthal RA. Long-term glycemic control and postoperative infectious complications. *Arch Surg* 2006;141(4):375–380
95. Golden SH, Peart-Vigilance C, Kao WH, Brancati FL. Perioperative glycemic control and the risk of infectious complications in a cohort of adults with diabetes. *Diabetes Care* 1999;22(9):1408–1414
96. Olsen MA, Nepple JJ, Riew KD, et al. Risk factors for surgical site infection following orthopaedic spinal operations. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(1):62–69
97. Kwon S, Thompson R, Dellinger P, Yanez D, Farrohki E, Flum D. Importance of perioperative glycemic control in general surgery: a report from the Surgical Care and Outcomes Assessment Program. *Ann Surg* 2013;257(1):8–14
98. Umpierrez GE, Smiley D, Jacobs S, et al. Randomized study of basal-bolus insulin therapy in the inpatient management of patients with type 2 diabetes undergoing general surgery (RABBIT 2 surgery). *Diabetes Care* 2011;34(2):256–261
99. Jacobi J, Bircher N, Kripsley J, et al. Guidelines for the use of an insulin infusion for the management of hyperglycemia in critically ill patients. *Crit Care Med* 2012;40(12):3251–3276.
100. Umpierrez GE, Hellman R, Korytkowski MT, et al. Management of hyperglycemia in hospitalized patients in non-critical care setting: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2012;97(1):16–38.
101. Gandhi GY, Nuttall GA, Abel MD, et al. Intensive intraoperative insulin therapy versus conventional glucose management during cardiac surgery: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007;146(4):233–243
102. Sessler DI. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology* 2001;95(2):531–543

103. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R; Study of Wound Infection and Temperature Group. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. *N Engl J Med* 1996;334(19):1209–1215
104. Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ. Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial. *Lancet* 2001;358(9285):876–880
105. Wong PF, Kumar S, Bohra A, Whetter D, Leaper DJ. Randomized clinical trial of perioperative systemic warming in major elective abdominal surgery. *Br J Surg* 2007;94(4):421–426
106. Belda FJ, Aguilera L, Garcia de la Asuncion J, et al. Supplemental perioperative oxygen and the risk of surgical wound infection: a randomized controlled trial. *JAMA* 2005;294(16):2035–2042
107. Greif R, Akca O, Horn EP, Kurz A, Sessler DI; Outcomes Research Group. Supplemental perioperative oxygen to reduce the incidence of surgical-wound infection. *N Engl J Med* 2000;342(3):161–167
108. Bickel A, Gurevits M, Vamos R, Ivry S, Eitan A. Perioperative hyperoxygenation and wound site infection following surgery for acute appendicitis: a randomized, prospective, controlled trial. *Arch Surg* 2011;146(4):464–470
109. Meyhoff CS, Wetterslev J, Jorgensen LN, et al. Effect of high perioperative oxygen fraction on surgical site infection and pulmonary complications after abdominal surgery: the PROXI randomized clinical trial. *JAMA* 2009;302(14):1543–1550
110. Pryor KO, Fahey TJ 3rd, Lien CA, Goldstein PA. Surgical site infection and the routine use of perioperative hyperoxia in a general surgical population: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004;291(1):79–87
111. Schietroma M, Carlei F, Cecilia EM, Piccione F, Bianchi Z, Amicucci G. Colorectal infraperitoneal anastomosis: the effects of perioperative supplemental oxygen administration on the anastomotic dehiscence. *J Gastrointest Surg* 2012;16(2):427–434
112. Schietroma M, Cecilia EM, Carlei F, et al. Prevention of anastomotic leakage after total gastrectomy with perioperative supplemental oxygen administration: a prospective randomized, double-blind, controlled, single-center trial. *Ann Surg Oncol* 2013;20(5):1584–1590.
113. Meyhoff CS, Jorgensen LN, Wetterslev J, Christensen KB, Rasmussen LS. Increased long-term mortality after a high perioperative inspiratory oxygen fraction during abdominal surgery: follow-up of a randomized clinical trial. *Anesth Analg* 2012;115(4):849–854
114. Qadan M, Akca O, Mahid SS, Hornung CA, Polk HC Jr. Perioperative supplemental oxygen therapy and surgical site infection: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Surg* 2009;144(4):359–366
115. Maiwald M, Chan ES. The forgotten role of alcohol: a systematic review and meta-analysis of the clinical efficacy and perceived role of chlorhexidine in skin antisepsis. *PLoS ONE* 2012;7(9):e44277

116. Darouiche RO, Wall MJ Jr, Itani KM, et al. Chlorhexidine-alcohol versus povidone-iodine for surgical-site antisepsis. *N Engl J Med* 2010;362(1):18–26
117. Swenson BR, Hedrick TL, Metzger R, Bonatti H, Pruett TL, Sawyer RG. Effects of preoperative skin preparation on postoperative wound infection rates: a prospective study of 3 skin preparation protocols. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;30(10):964–971
118. Aly R, Maibach HI. Comparative antibacterial efficacy of a 2-minute surgical scrub with chlorhexidine gluconate, povidone-iodine, and chloroxynol sponge-brushes. *Am J Infect Control* 1988;16(4):173–177
119. Larson E. Guideline for use of topical antimicrobial agents. *Am J Infect Control* 1988;16(6):253–266
120. Edwards JP, Ho AL, Tee MC, Dixon E, Ball CG. Wound protectors reduce surgical site infection: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Surg* 2012;256(1):53–59
121. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, et al. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med* 2009;360(5):491–499
122. Weiser TG, Haynes AB, Dziekan G, Berry WR, Lipsitz SR, Gawande AA. Effect of a 19-item surgical safety checklist during urgent operations in a global patient population. *Ann Surg* 2010;251(5):976–980.
123. van Klei WA, Hoff RG, van Aarnhem EE, et al. Effects of the introduction of the WHO “Surgical Safety Checklist” on in-hospital mortality: a cohort study. *Ann Surg* 2012;255(1):44–49.
124. Haley RW, Culver DH, White JW, et al. The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals. *Am J Epidemiol* 1985;121(2):182–205
125. Lee JT. Wound infection surveillance. *Infect Dis Clin North Am* 1992;6(3):643–656
126. Calderwood MS, Ma A, Khan YM, et al. Use of Medicare diagnosis and procedure codes to improve detection of surgical site infections following hip arthroplasty, knee arthroplasty, and vascular surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(1):40–49.
127. Bolon MK, Hooper D, Stevenson KB, et al. Improved surveillance for surgical site infections after orthopedic implantation procedures: extending applications for automated data. *Clin Infect Dis* 2009;48(9):1223–1229
128. Gerbier-Colomban S, Bourjault M, Cetre JC, Baulieux J, Metzger MH. Evaluation study of different strategies for detecting surgical site infections using the hospital information system at Lyon University Hospital, France. *Ann Surg* 2012;255(5):896–900
129. Yokoe DS, Khan Y, Olsen MA, et al. Enhanced surgical site infection surveillance following hysterectomy, vascular, and colorectal surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(8):768–773
130. Jamtvedt G, Young JM, Kristoffersen DT, O’Brien MA, Oxman AD. Audit and feedback: effects on professional practice

- and health care outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(2):CD000259.
131. Skoufalos A, Clarke JL, Napp M, et al. Improving awareness of best practices to reduce surgical site infection: a multistakeholder approach. *Am J Med Qual* 2012;27(4):297–304.
132. Association of periOperative Registered Nurses. 2013. <http://www.aorn.org/>. Accessed March 23, 2013.
133. Culver DH, Horan TC, Gaynes RP, et al; National Nosocomial Infections Surveillance System. Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. *Am J Med* 1991;91(3B):152S–157S.
134. Loftus RW, Brown JR, Koff MD, et al. Multiple reservoirs contribute to intraoperative bacterial transmission. *Anesth Analg* 2012;114(6):1236–1248.
135. Andersson AE, Bergh I, Karlsson J, Eriksson BI, Nilsson K. Traffic flow in the operating room: an explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery. *Am J Infect Control* 2012;40(8):750–755.
136. Crolla RM, van der Laan L, Veen EJ, Hendriks Y, van Schendel C, Kluytmans J. Reduction of surgical site infections after implementation of a bundle of care. *PLoS ONE* 2012;7(9):e44599
137. van Rijen M, Bonten M, Wenzel R, Kluytmans J. Mupirocin ointment for preventing *Staphylococcus aureus* infections in nasal carriers. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;(4):CD006216.
138. Wilcox MH, Hall J, Pike H, et al. Use of perioperative mupirocin to prevent methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) orthopaedic surgical site infections. *J Hosp Infect* 2003;54(3):196–201
139. Nicholson MR, Huesman LA. Controlling the usage of intranasal mupirocin does impact the rate of *Staphylococcus aureus* deep sternal wound infections in cardiac surgery patients. *Am J Infect Control* 2006;34(1):44–48.
140. Walsh EE, Greene L, Kirshner R. Sustained reduction in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* wound infections after cardiothoracic surgery. *Arch Intern Med* 2011;171(1):68–73.
141. Bode LG, Kluytmans JA, Wertheim HF, et al. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med* 2010;362(1):9–17
142. Harbarth S, Fankhauser C, Schrenzel J, et al. Universal screening for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* at hospital admission and nosocomial infection in surgical patients. *JAMA* 2008;299(10):1149–1157.
143. Perl TM, Cullen JJ, Wenzel RP, et al. Intranasal mupirocin to prevent postoperative *Staphylococcus aureus* infections. *N Engl J Med* 2002;346(24):1871–1877.
144. Schweizer M, Perencevich E, McDanel J, et al. Effectiveness of a bundled intervention of decolonization and prophylaxis to decrease Gram positive surgical site infections after cardiac or orthopedic surgery: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2013;346:f2743.
145. Miller MA, Dascal A, Portnoy J, Mendelson J. Development of mupirocin

- resistance among methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* after widespread use of nasal mupirocin ointment. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;17(12):811–813.
146. Whiteside OJ, Tytherleigh MG, Thrush S, Farouk R, Galland RB. Intra-operative peritoneal lavage—who does it and why? *Ann R Coll Surg Engl* 2005;87(4):255–258.
147. Fournel I, Tiv M, Soulias M, Hua C, Astruc K, Aho Glele LS. Meta-analysis of intraoperative povidone-iodine application to prevent surgical-site infection. *Br J Surg* 2010;97(11):1603–1613.
148. Thompson KM, Oldenburg WA, Deschamps C, Rupp WC, Smith CD. Chasing zero: the drive to eliminate surgical site infections. *Ann Surg* 2011;254(3):430–436.
149. Haessler S, Connelly NR, Kanter G, et al. A surgical site infection cluster: the process and outcome of an investigation—the impact of an alcohol-based surgical antiseptic product and human behavior. *Anesth Analg* 2010;110(4):1044–1048.
150. Panahi P, Stroh M, Casper DS, Parvizi J, Austin MS. Operating room traffic is a major concern during total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(10):2690–2694.
151. Tadros MA, Williams VR, Plourde S, Callery S, Simor AE, Vearncombe M. Risk factors for *Staphylococcus aureus* surgical site infection during an outbreak in patients undergoing cardiovascular surgery. *Am J Infect Control* 2013;41(6):509–512.
152. Wiener-Well Y, Galuty M, Rudensky B, Schlesinger Y, Attias D, Yinnon AM. Nursing and physician attire as possible source of nosocomial infections. *Am J Infect Control* 2011;39(7):555–559.
153. Wright SN, Gerry JS, Busowski MT, et al. *Gordonia bronchialis* sternal wound infection in 3 patients following open heart surgery: intraoperative transmission from a healthcare worker. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(12):1238–1241.
154. Kohlenberg A, Weitzel-Kage D, van der Linden P, et al. Outbreak of carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* infection in a surgical intensive care unit. *J Hosp Infect* 2010;74(4):350–357.
155. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Management of Multidrug-Resistant Organisms in Healthcare Settings, 2006*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 2006. <http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/MDRO/MDROGuideline2006.pdf>. Accessed January 3, 2014.
156. Dodds Ashley ES, Carroll DN, Engemann JJ, et al. Risk factors for postoperative mediastinitis due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis* 2004;38(11):1555–1560.
157. Chambers D, Worthy G, Myers L, et al. Glycopeptide vs. non-glycopeptide antibiotics for prophylaxis of surgical site infections: a systematic review. *Surg Infect (Larchmt)* 2010;11(5):455–462.
158. Bolon MK, Morlote M, Weber SG, Koplan B, Carmeli Y, Wright SB. Glycopeptides are no more effective than beta-lactam agents for prevention of surgical site

- infection after cardiac surgery: a meta-analysis. *Clin Infect Dis* 2004;38(10):1357–1363.
159. Bull AL, Worth LJ, Richards MJ. Impact of vancomycin surgical antibiotic prophylaxis on the development of methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* surgical site infections: report from Australian Surveillance Data (VICNISS). *Ann Surg* 2012;256(6):1089–1092
160. Brennan MF, Pisters PW, Posner M, Quesada O, Shike M. A prospective randomized trial of total parenteral nutrition after major pancreatic resection for malignancy. *Ann Surg* 1994;220(4):436–441.
161. Veterans Affairs Total Parenteral Nutrition Cooperative Study Group. Perioperative total parenteral nutrition in surgical patients. *N Engl J Med* 1991;325(8):525–532.
162. Marimuthu K, Varadhan KK, Ljungqvist O, Lobo DN. A meta-analysis of the effect of combinations of immune modulating nutrients on outcome in patients undergoing major open gastrointestinal surgery. *Ann Surg* 2012;255(6):1060–1068.
163. Zhang Y, Gu Y, Guo T, Li Y, Cai H. Perioperative immunonutrition for gastrointestinal cancer: a systematic review of randomized controlled trials. *Surg Oncol* 2012;21(2):e87–e95
164. Elek SD, Conen PE. The virulence of *Staphylococcus pyogenes* for man: a study of the problems of wound infection. *Br J Exp Pathol* 1957;38(6):573–586.
165. Nakamura T, Kashimura N, Noji T, et al. Triclosan-coated sutures reduce the incidence of wound infections and the costs after colorectal surgery: a randomized controlled trial. *Surgery* 2013;153(4):576–583.
166. Chang WK, Srinivasa S, Morton R, Hill AG. Triclosan-impregnated sutures to decrease surgical site infections: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Ann Surg* 2012;255(5):854–859.
167. Deliaert AE, Van den Kerckhove E, Tuinder S, et al. The effect of triclosan-coated sutures in wound healing: a double blind randomised prospective pilot study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009;62(6):771–773.
168. Webster J, Alghamdi AA. Use of plastic adhesive drapes during surgery for preventing surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(4):CD006353.
169. Cordtz T, Schouenborg L, Laursen K, et al. The effect of incisional plastic drapes and disinfection of operation site on wound infection following caesarean section. *J Hosp Infect* 1989;13(3):267–272.
170. Dewan PA, Van Rij AM, Robinson RG, Skeggs GB, Fergus M. The use of an iodophor-impregnated plastic incise drape in abdominal surgery—a controlled clinical trial. *Aust N Z J Surg* 1987;57(11):859–863.
171. Segal CG, Anderson JJ. Preoperative skin preparation of cardiac patients. *AORN J* 2002;76(5):821–828.
172. Swenson BR, Camp TR, Mulloy DP, Sawyer RG. Antimicrobial-impregnated surgical incise drapes in the prevention of mesh infection after ventral hernia repair. *Surg Infect (Larchmt)* 2008;9(1):23–32



173. Kaul AF, Jewett JF. Agents and techniques for disinfection of the skin. *Surg Gynecol Obstet* 1981;152(5):677–685.
174. Webster J, Osborne S. Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(2):CD004985.
175. Edmiston CE Jr, Krepel CJ, Seabrook GR, Lewis BD, Brown KR, Towne JB. Preoperative shower revisited: can high topical antiseptic levels be achieved on the skin surface before surgical admission? *J Am Coll Surg* 2008;207(2):233–239.
176. Eiselt D. Presurgical skin preparation with a novel 2% chlorhexidine gluconate cloth reduces rates of surgical site infection in orthopaedic surgical patients. *Orthop Nurs* 2009;28(3):141–145.
177. Segers P, Speekenbrink RG, Ubbink DT, van Ogtrop ML, de Mol BA. Prevention of nosocomial infection in cardiac surgery by decontamination of the nasopharynx and oropharynx with chlorhexidine gluconate: a randomized controlled trial. *JAMA* 2006;296(20):2460–2466.
178. de Bruin AF, Gosselink MP, van der Harst E, Rutten HJ. Local application of gentamicin collagen implants in the prophylaxis of surgical site infections following gastrointestinal surgery: a review of clinical experience. *Tech Coloproctol* 2010;14(4):301–310.
179. Guzmán Valdivia Gomez G, Guerrero TS, Lluck MC, Delgado FJ. Effectiveness of collagen-gentamicin implant for treatment of “dirty” abdominal wounds. *World J Surg* 1999;23(2):123–126.
180. Rutten HJ, Nijhuis PH. Prevention of wound infection in elective colorectal surgery by local application of a gentamicin-containing collagen sponge. *Eur J Surg Suppl* 1997;(578):31–35.
181. Bennett-Guerrero E, Pappas TN, Koltun WA, et al. Gentamicin-collagen sponge for infection prophylaxis in colorectal surgery. *N Engl J Med* 2010;363(11):1038–1049.
182. Eklund AM, Valtonen M, Werkkala KA. Prophylaxis of sternal wound infections with gentamicin-collagen implant: randomized controlled study in cardiac surgery. *J Hosp Infect* 2005;59(2):108–112.
183. Friberg O, Svedjeholm R, Soderquist B, Granfeldt H, Vikerfors T, Kallman J. Local gentamicin reduces sternal wound infections after cardiac surgery: a randomized controlled trial. *Ann Thorac Surg* 2005;79(1):153–161.
184. Schimmer C, Ozkur M, Sinha B, et al. Gentamicin-collagen sponge reduces sternal wound complications after heart surgery: a controlled, prospectively randomized, double-blind study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;143(1):194–200.
185. Bennett-Guerrero E, Ferguson TB Jr, Lin M, et al. Effect of an implantable gentamicin-collagen sponge on sternal wound infections following cardiac surgery: a randomized trial. *JAMA* 2010;304(7):755–762.
186. Mavros MN, Mitsikostas PK, Alexiou VG, Peppas G, Falagas ME. Gentamicin collagen sponges for the prevention of sternal wound infection: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;144(5):1235–1240.

187. Anthony T, Murray BW, Sum-Ping JT, et al. Evaluating an evidence-based bundle for preventing surgical site infection: a randomized trial. *Arch Surg* 2011;146(3):263–269.
188. Young-Xu Y, Neily J, Mills PD, et al. Association between implementation of a medical team training program and surgical morbidity. *Arch Surg* 2011;146(12):1368–1373.
189. Malpiedi PJ, Peterson KD, Soe MM, et al. *2011 National and State Healthcare-Associated Infection Standardized Infection Ratio Report*. Atlanta: National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, 2013. [http://www.cdc.gov/hai/pdfs/SIR/SIR-Report\\_02\\_07\\_2013.pdf](http://www.cdc.gov/hai/pdfs/SIR/SIR-Report_02_07_2013.pdf). Accessed May 13, 2013
190. Mu Y, Edwards JR, Horan TC, Berríos-Torres SI, Fridkin SK. Improving risk-adjusted measures of surgical site infection for the national healthcare safety network. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(10):970–986.
191. Gaynes RP, Solomon S. Improving hospital-acquired infection rates: the CDC experience. *Jt Comm J Qual Improv* 1996;22(7):457–467
192. Moehring RW, Anderson DJ. “But my patients are different!”: risk adjustment in 2012 and beyond. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(10):987–989.
193. Berríos-Torres SI, Mu Y, Edwards JR, Horan TC, Fridkin SK. Improved risk adjustment in public reporting: coronary artery bypass graft surgical site infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(5):463–469
194. Wong ES, Rupp ME, Mermel L, et al. Public disclosure of healthcare-associated infections: the role of the Society for Healthcare Epidemiology of America. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005;26(2):210–212.
195. McKibben L, Horan T, Tokars JI, et al. Guidance on public reporting of healthcare-associated infections: recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control* 2005;33(4):217–226.
196. Medicare program; hospital inpatient prospective payment systems for acute care hospitals and the long-term care hospital prospective payment system and FY 2012 rates; hospitals’ FTE resident caps for graduate medical education payment. Final rules. *Fed Regist* 2011;76(160):51476–51846
197. Medicare program; hospital outpatient prospective payment system and CY 2007 payment rates; CY 2007 update to the ambulatory surgical center covered procedures list; Medicare administrative contractors; and reporting hospital quality data for FY 2008 inpatient prospective payment system annual payment update program—HCAHPS survey, SCIP, and mortality. Final rule with comment period and final rule. *Fed Regist* 2006;71(226):67959–68401.
198. National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID). *Operational Guidance for Reporting Surgical Site Infection (SSI) Data to CDC’s NHSN for the Purpose of Fulfilling CMS’s*

- Hospital Inpatient Quality Reporting (IQR) Program Requirements*. Atlanta: NCEZID, 2012.
- <http://www.cdc.gov/nhsn/PDFs/FINAL-AC-H-SSI-Guidance.pdf>. Accessed March 29, 2013
199. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Needham DM. Translating evidence into practice: a model for large scale knowledge translation. *BMJ* 2008;337:a1714.
200. Wick EC, Hobson DB, Bennett JL, et al. Implementation of a surgical comprehensive unit-based safety program to reduce surgical site infections. *J Am Coll Surg* 2012;215(2):193–200.
201. Ritter MA, French ML, Eitzen HE, Gioe TJ. The antimicrobial effectiveness of operative-site preparative agents: a microbiological and clinical study. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(5):826–828.
202. The Joint Commission. *Joint Commission Center for Transforming Healthcare: Reducing Colorectal Surgical Site Infections*. Oakbrook Terrace, IL: The Joint Commission, 2013.
- [http://www.centerfortransforminghealthcare.org/assets/4/6/SSI\\_storyboard.pdf](http://www.centerfortransforminghealthcare.org/assets/4/6/SSI_storyboard.pdf). Accessed August 19, 2013.
203. The Joint Commission. *The Joint Commission's Implementation Guide for NPSG.07.05.01 on Surgical Site Infections: The SSI Change Project*. Oakbrook Terrace, IL: The Joint Commission, 2013.
- [http://www.jointcommission.org/implementation\\_guide\\_for\\_npsg070501\\_ssi\\_change\\_project/](http://www.jointcommission.org/implementation_guide_for_npsg070501_ssi_change_project/). Accessed August 19, 2013
204. Ballard MR, Miller NH, Nyquist AC, Elise B, Baulesh DM, Erickson MA. A multidisciplinary approach improves infection rates in pediatric spine surgery. *J Pediatr Orthop* 2012;32(3):266–270.
205. Cima R, Dankbar E, Lovely J, et al. Colorectal surgery surgical site infection reduction program: a national surgical quality improvement program–driven multidisciplinary single-institution experience. *J Am Coll Surg* 2013;216(1):23–33
206. Hranjec T, Swenson BR, Sawyer RG. Surgical site infection prevention: how we do it. *Surg Infect (Larchmt)* 2010;11(3):289–294.
207. Jain M, Miller L, Belt D, King D, Berwick DM. Decline in ICU adverse events, nosocomial infections and cost through a quality improvement initiative focusing on teamwork and culture change. *Qual Saf Health Care* 2006;15(4):235–239.
208. Alexander JW, Solomkin JS, Edwards MJ. Updated recommendations for control of surgical site infections. *Ann Surg* 2011;253(6):1082–1093
209. Hendren S, Englesbe MJ, Brooks L, Kubus J, Yin H, Campbell DA Jr. Prophylactic antibiotic practices for colectomy in Michigan. *Am J Surg* 2011;201(3):290–293
210. Riley MM, Suda D, Tabsh K, Flood A, Pegues DA. Reduction of surgical site infections in low transverse cesarean section at a university hospital. *Am J Infect Control* 2012;40(9):820–825.
211. Lipke VL, Hyott AS. Reducing surgical site infections by bundling multiple risk reduction strategies and active surveillance. *AORN J* 2010;92(3):288–296.

212. Schwann NM, Bretz KA, Eid S, et al. Point-of-care electronic prompts: an effective means of increasing compliance, demonstrating quality, and improving outcome. *Anesth Analg* 2011;113(4):869–876.
213. Berenguer CM, Ochsner MG Jr, Lord SA, Senkowski CK. Improving surgical site infections: using National Surgical Quality Improvement Program data to institute Surgical Care Improvement Project protocols in improving surgical outcomes. *J Am Coll Surg* 2010;210(5):737–741.
214. Kestle JR, Riva-Cambrin J, Wellons JC 3rd, et al. A standardized protocol to reduce cerebrospinal fluid shunt infection: the Hydrocephalus Clinical Research Network Quality Improvement Initiative. *J Neurosurg Pediatr* 2011;8(1):22–29.
215. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992;13(10):606–608.
216. Kaye KS, Schmit K, Pieper C, et al. The effect of increasing age on the risk of surgical site infection. *J Infect Dis* 2005;191(7):1056–1062.
217. Pessaux P, Msika S, Atalla D, Hay JM, Flamant Y. Risk factors for postoperative infectious complications in noncolorectal abdominal surgery: a multivariate analysis based on a prospective multicenter study of 4718 patients. *Arch Surg* 2003;138(3):314–324.
218. Raymond DP, Pelletier SJ, Crabtree TD, Schulman AM, Pruett TL, Sawyer RG. Surgical infection and the aging population. *Am Surg* 2001;67(9):827–832.
219. Olsen MA, Lefta M, Dietz JR, et al. Risk factors for surgical site infection after major breast operation. *J Am Coll Surg* 2008;207(3):326–335.
220. Faraday N, Rock P, Lin EE, et al. Past history of skin infection and risk of surgical site infection after elective surgery. *Ann Surg* 2013;257(1):150–154.
221. Forse RA, Karam B, MacLean LD, Christou NV. Antibiotic prophylaxis for surgery in morbidly obese patients. *Surgery* 1989;106(4):750–756.
222. Hawn MT, Houston TK, Campagna EJ, et al. The attributable risk of smoking on surgical complications. *Ann Surg* 2011;254(6):914–920.
223. Moller AM, Pedersen T, Villebro N, Munksgaard A. Effect of smoking on early complications after elective orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85(2):178–181.
224. Moller AM, Villebro N, Pedersen T, Tonnesen H. Effect of preoperative smoking intervention on postoperative complications: a randomised clinical trial. *Lancet* 2002;359(9301):114–117.
225. Sharma A, Deeb AP, Iannuzzi JC, Rickles AS, Monson JR, Fleming FJ. Tobacco smoking and postoperative outcomes after colorectal surgery. *Ann Surg* 2013;258(2):296–300.
226. Theadom A, Cropley M. Effects of preoperative smoking cessation on the incidence and risk of intraoperative and postoperative complications in adult

- smokers: a systematic review. *Tob Control* 2006;15(5):352–358.
227. Hennessey DB, Burke JP, Ni-Dhonochu T, Shields C, Winter DC, Mealy K. Preoperative hypoalbuminemia is an independent risk factor for the development of surgical site infection following gastrointestinal surgery: a multi-institutional study. *Ann Surg* 2010;252(2):325–329
228. Boyce JM, Pittet D; Society for Healthcare Epidemiology of America, Association for Professionals in Infection Control, Infectious Diseases Society of America. Guideline for hand hygiene in health-care settings: recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *MMWR Recomm Rep* 2002;51(RR-16):1–45
229. Ford CD, VanMoorleghe G, Menlove RL. Blood transfusions and postoperative wound infection. *Surgery* 1993;113(6):603–607
230. Horvath KA, Acker MA, Chang H, et al. Blood transfusion and infection after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2013;95(6):2194–2201.
231. Olsen MA, Lock-Buckley P, Hopkins D, Polish LB, Sundt TM, Fraser VJ. The risk factors for deep and superficial chest surgical-site infections after coronary artery bypass graft surgery are different. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;124(1):136–145
232. Facility Guidelines Institute (FGI) Guidelines. *ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170: Ventilation of Health Care Facilities*. Dallas: FGI, 2010.
- <http://www.fgi.org/guidelines2010.php>. Accessed February 2, 2013
233. Rutala WA, Weber DJ; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 2008. [http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/disinfection\\_nov\\_2008.pdf](http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/disinfection_nov_2008.pdf). Accessed December 1, 2013
234. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2008;336(7650):924–926.
235. GRADE. Canadian Task Force on Preventive Health Care website. <http://canadiantaskforce.ca/methods/grade/>. Accessed December 31, 2013.