

脊柱手术部位感染的危险因素及预防措施研究进展

Progress in risk factors and prevention of spinal surgical site infection

马振江¹, 赵杰¹, 姜伟刚², 张凯¹

(1 上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科 200001 上海市; 2 宁波市第六医院骨科 315000)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.03.15

中图分类号: R619 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2014)-03-0279-05

随着医疗技术的不断发展, 人们对生活质量要求的提高, 越来越多的脊柱疾病可以通过外科手术治疗, 同时手术所带来的并发症也不容忽视。手术部位感染(surgical site infection, SSI)是脊柱术后常见的并发症之一, 它是指无置入物手术 30d 内、有内置物(如椎弓根螺钉、椎体间融合器、人工椎间盘等)手术后 1 年内发生的与手术相关感染, 包括浅表切口感染、深部切口感染以及器官/组织间隙感染。脊柱术后感染的危险因素很多, 包括年龄、美国麻醉医师协会评分(ASA score)、肥胖、糖尿病、吸烟, 此外手术入路、内置物、骨移植、手术时间及输血都被认为是 SSI 的危险因素。脊柱术后 SSI 发生率在 0.7%~12% 之间, 近些年发病率呈增高趋势, 延长了治疗时间, 增加了治疗费用, 甚至增加了死亡率^[1], 预防脊柱手术感染, 确保医疗安全意义重大。笔者对脊柱手术部位感染的危险因素及预防措施综述如下。

1 手术感染危险因素

1.1 手术前危险因素

1.1.1 年龄 Schoenfeld 等^[2]对美国外科医师学会外科手术质量提高项目中的 5887 例患者进行回顾分析, 患者的平均年龄 55.9 岁, 5887 例患者中有 58% 的患者年龄 <60 岁, 4% 患者年龄 ≥81 岁, 所有患者中有 126 例患者发生 SSI, 感染率 2%, 年龄在 60~70 岁、71~80 岁及 ≥81 岁的患者术后发生感染等并发症的风险较年龄 ≤59 岁的患者明显增高。OR 分别为 1.9(95%CI 1.4~2.6)、2.4(95%CI 1.8~3.4)及 3.1(95%CI 1.9~5.0), $P=0.007$ 。Fang 等^[3]的一项回顾性病例对照研究中, 1991~1997 年在该中心实施脊柱外科手术者共 1095 例患者, 发生 SSI 患者的平均年龄为 47.8 岁, 高于对照组的 40.0 岁, 其中 48 例术后感染患者中有 17 例年龄大于 60 岁, 占感染组患者的 35.4%, 而随机抽取的对照组有 15 例年龄大于 60 岁, 占对照组患者的 15.8%, 并得出年龄大于 60 岁患者发生手术部位感染风险较大(OR 为 2.9, 95%CI 1.3~6.6, $P=0.011$)。多数学者一致

认为, 年龄越大, 术后感染风险越高^[2-6]。

1.1.2 大小便失禁及尿路感染 Perry 等^[7]的 III 级研究证据表明, 术前存在大小便失禁者, 发生手术部位感染的风险较高; 而尿路感染是否增加 SSI 发生率不同学者看法不一, 一项 III 级研究证据表明术后发生尿路感染不增加手术部位感染几率, 两项 IV 级研究证据表明术前尿液病原体培养结果阳性的患者 SSI 发生风险高, 有尿路感染并发生 SSI 的患者中, 有 2/3 的患者尿液培养与感染部位病原体培养结果相同。总之, 存在二便失禁的患者发生 SSI 风险大, 尿液培养阳性患者 SSI 发生的可能较大^[8]。

1.1.3 药物 Busti 等^[9]认为治疗某些疾病需要甾体类激素、NSAIDs、环氧合酶-2 抑制剂、抗风湿类药物(DMARDs)等的长期使用, 这些药物影响局部炎症免疫反应, 从而影响了切口愈合, 增加了发生 SSI 的风险; 而 Klekamp 等^[10]进行的一项回顾性病例对照研究中 2613 例脊柱手术患者, 35 例患者发生了 SSI, 感染率为 1.3%, 其中有 11 例手术部位感染患者术前使用甾体类激素, 占发生手术部位感染患者的 31%, 但甾体类激素使用与 SSI 发生无明显相关性。Fang 等^[3]学者同样认为甾体类激素使用与 SSI 发生之间无统计学显著相关性。目前, 甾体类激素是否为 SSI 危险因素尚无定论。

1.1.4 糖尿病 糖尿病患者发生一种或多种手术并发症的风险较一般人高。通过回顾性调查分析 6628 例住院手术患者, 645 例合并糖尿病患者中 4.2% 发生 SSI, 感染率明显较高, Abdul-Jabbar 等^[11]认为糖尿病显著增加患者发生 SSI 风险, Olsen 等^[12]认为糖尿病为 SSI 的独立危险因素(OR 3.5, 95%CI 1.2~10), 该病例对照研究包括 46 例脊柱术后感染患者及 227 例术后未发生感染患者, 发现手术部位感染患者术前 1 个月及术后 5d 内血糖水平明显较高, 而糖化血红蛋白-A1c 能反映患者近期血糖控制情况, 糖化血红蛋白-A1c 较高说明近期血糖水平较高, 此外术前 1d 患者禁食前随机/快速血糖测定 >125mg/dl(>6.9mmol/L)或术后随机血糖测定 >200mg/dl(>11.1mmol/L)的患者发生 SSI 风险加大(OR 3.3, 95%CI 1.4~7.5), 未诊断为糖尿病的高血糖症患者发生 SSI 风险是否增大需要进一步研究, 同样, Friedman 等^[12]在 2007 年的一项研究表明糖尿病是

第一作者简介: 男(1986-), 硕士在读, 研究方向: 脊柱外科

电话: (021)23271699 E-mail: mashrimp@163.com

通讯作者: 赵杰 E-mail: profzhaojie@163.com

发生 SSI 独立危险因素, Kanafani 等^[13]也证实糖尿病患者手术部位感染风险较高。很多学者的研究同样证实糖尿病患者发生 SSI 的风险较高^[2-6]。

1.1.5 营养不良 通常以血清白蛋白测定来衡量患者营养不良, 有学者认为白蛋白 $<30\text{g/L}$ 或(和)总蛋白 $<60\text{g/L}$ 提示存在营养不良^[14,15], 也有学者认为淋巴细胞计数在 $1500\sim 2000$ 个/ mm^3 为营养不良的表现, Jevsevar 等^[15]将接受脊柱外科手术的 44 例患者, 分为两组, 一组术前营养状态评估, 血清白蛋白均 $>35\text{g/L}$ 并且淋巴细胞计数 $>1500/\text{mm}^3$, 共 24 例患者, 二组 20 例患者, 术前测血清白蛋白均 $<35\text{g/L}$ 并且淋巴细胞计数 $<1500/\text{mm}^3$, 组一中的患者在术后气管插管时长、感染率、住院时间等方面均明显低于营养状态差的患者, 尽管 Apisarnthanarak 等^[16]认为营养不良与术后 SSI 发生相关性不明显 (OR 2.5, 95%CI 0.33~15.4, $P=0.29$), Klein 等^[17]学者一致认为营养不良患者更容易发生 SSI, 营养不良是 SSI 危险因素 (OR 15.6, 95%CI 6.5~37.4, $P=0.002$)。

1.1.6 体重指数 (BMI)/肥胖 肥胖为 SSI 的独立危险因素, BMI >35 患者比 BMI ≤ 35 患者需要更长的手术时间, 感染风险更高 (OR 7.1, 95% CI 1.8~28.3, $P=0.005$)^[12]。Mehta 等^[18]对 213 例后路颈椎融合手术患者的回顾性调查发现, 发生感染者 22 例, BMI 为 $29.4\pm 1.2\text{kg/m}^2$, 皮下脂肪厚度为 $27.0\pm 2.5\text{mm}$, 而未发生感染者的 BMI 为 $28.9\pm 0.94\text{kg/m}^2$, 皮下脂肪厚度为 $21.4\pm 0.88\text{mm}$ ($P=0.042$), 分析得出皮下脂肪厚度是 SSI 的危险因素 (OR 3.18, 95% CI 1.02~9.97, $P<0.05$)。Schoenfeld 等^[2]研究表明, BMI 为引起术后并发症的危险因素, BMI 每增加 5, 患者术后出现并发症的风险增大 10%, 尤其是在切口感染方面。Shamji 等也认为体态肥胖患者术后感染风险大, 尤其是后路手术患者^[19]。一项研究将成人患者 BMI >25.5 作为对照组, 研究不同 BMI 与 SSI 发生风险之间的联系, 统计结果显示, BMI <22.3 组的 OR 为 0.43, 95%CI 为 0.16~1.2 ($P=0.11$); BMI 22.3~25.5 组的 OR 为 0.54, 95%CI 为 0.31~1.3 ($P=0.18$), 表明低 BMI 是发生 SSI 的保护性因素, 但是未达到显著性差异。Mehta 等^[18]对 213 例后路颈椎融合手术患者回顾性调查发现, 发生感染者 22 例, BMI 为 $29.4\pm 1.2\text{kg/m}^2$, 皮下脂肪厚度为 $27.0\pm 2.5\text{mm}$, 而未发生感染者 BMI 为 $28.9\pm 0.94\text{kg/m}^2$, 皮下脂肪厚度为 $21.4\pm 0.88\text{mm}$ ($P=0.042$), 分析得出皮下脂肪厚度是 SSI 的危险因素 (OR 3.18, 95% CI 1.02~9.97, $P<0.05$)。

1.1.7 美国麻醉医师协会评分 (ASA score) Maragakis 等的一项为期三年的病例对照研究中, 104 例患者发生脊柱术后手术部位感染, 有 75 例患者 ASA 评分 >2 , 而对照组 (未发生 SSI 患者中随机抽取 104 例) 中 31 例患者评分 >2 , 分析后发现, ASA 评分 >2 分者发生 SSI 的风险明显提高 (OR 6.0, 95% CI 3.3~11, $P<0.001$)^[20]。Schoenfeld 等^[2]对 5887 例脊柱手术患者资料进行回顾性分析, 其中 5881 例患者进行了 ASA 评分, ASA 评分 >2 分患者占 42%, 发生

切口感染的风险增加了 1.7 倍; 此外, 多项研究^[11,14,21]表明, ASA 评分 >2 分者发生 SSI 的风险较大, OR 值从 2.6~9.7 不等。

1.1.8 疾病种类 不同的脊柱疾病 SSI 发生率不同, Abdul-Jabbar 等^[5]报道的 6628 例住院手术患者中, 30 例诊断为脊柱骨和(或)邻近软组织肿瘤, 其中术后感染率高达 13.3% ($P=0.001$), 其次是诊断为脊柱畸形的 1413 例患者, 有 5.5% ($P<0.001$) 发生 SSI, 内置物失效患者 621 例, 感染率为 4.7% ($P=0.004$), 而诊断为椎间盘突出症患者术后 SSI 发生率最低, 为 1.4% ($P=0.002$), Abdul-Jabbar 等认为脊柱骨和(或)邻近软组织肿瘤发生 SSI 的风险最大, 而手术治疗椎间盘突出症感染风险最低。有学者^[6]认为骨关节炎炎症性疾病感染风险最高 ($P=0.002$), 畸形矫正手术同样会增加切口感染风险 ($P=0.002$), 而椎间盘突出症患者 SSI 感染风险最低 ($P=0.025$)。

1.1.9 脊柱手术史 一项病例对照研究中, 104 例患者在脊柱手术后发生 SSI, 其中 72 例存在脊柱手术史, 比例高达 69%, 而对照组未发生 SSI 的患者中既往有脊柱手术史的患者有 46 例, 占 30%, Maragakis 等^[20]分析后认为脊柱手术史是 SSI 发生的危险因素 (OR 2.8, 95%CI 1.6~5.0, $P<0.001$)。Abdul-Jabbar 等^[5]报道, 5071 例首次行脊柱手术者, 有 2.4% 患者发生 SSI, 1557 例翻修手术中, 有 4.2% 发生 SSI, 脊柱翻修手术较初次手术感染率更高, 手术风险更大。五项研究将脊柱手术史作为 SSI 危险因素进行了病例对照研究^[2-6], 其中有一项研究发现两者具有明显相关性 (OR 2.8, 95%CI 1.9~5.0, $P<0.001$)。

1.1.10 合并症 Glotzbecker 等^[8]进行的一项荟萃分析, III 级证据表明脑瘫患者及患有马凡综合征、肌肉萎缩症及其他肌肉疾病的患者有较高 SSI 风险, 此外对于卧床无法行走患者, 包括脑瘫、神经肌肉功能障碍患者, SSI 发生率升高, 为 3%~15%, 尤其是神经肌肉功能障碍患者更易感染革兰阴性病菌, 而合并有脊髓脊膜膨出的患者脊柱术后 SSI 的发生率增加, 为 19%~42%。综上, 合并其他疾病的患者 SSI 风险增大。

此外, 研究表明, 吸烟、酗酒、住院医师参与手术、围手术期不合理抗生素使用, 会增加 SSI 风险, 住院时间越长感染风险越大, 既往患有感染性疾病、接受放射治疗、患有皮肤病 (如牛皮癣)、患者免疫功能差等都可能是 SSI 的危险因素^[2,4,5,8]。

1.2 术中危险因素

1.2.1 同种异体骨/内置物 有学者对 997 例脊柱手术患者进行病例对照研究, 27 例发生 SSI 的患者中有 19 例进行了同种异体骨移植, 相比对照组, 术中植入同种异体骨感染风险增大 (OR 3.4, 95%CI 1.3~9.3, $P=0.0012$)^[13]。此外有荟萃分析得出, 同种异体骨移植 SSI 风险大于自体骨移植^[8]。也有学者认为异体骨及内固定物的置入可能是感染率上升的原因^[5]。Maragakis 等^[20]认为内置物的使用增加了 SSI 风险 (OR 2.5, 95% CI 1.1~6.0, $P=0.03$)。Soultanis 等^[22]

的一项回顾性临床研究中,95 例脊柱手术患者分为两组,组一 50 例特发性脊柱侧凸患者使用不锈钢内置物(TSRH 固定系统)治疗,组二 45 例病情相似患者予钛内置物(MOSS MIAMI,XIA 和 CD)治疗,随访 3~13 年,组一中有 6 例患者感染,组二中术后感染者 1 例,作者认为使用不锈钢内置物发生 SSI 的风险是否高于钛内置物需要进一步随访研究。总之,异体骨移植及内置物的使用会增加 SSI 风险,不锈钢材质的内置物患者发生感染风险是否高于钛内置物需进一步随访研究。

1.2.2 手术时间 一项对 6628 住院患者的回顾性调查报道中,手术时间<2h 者 1461 例,约占 21.6%,SSI 发生率为 1.7%;手术时间 2~5h 者 1294 例,约占 60.6%,SSI 发生率为 2.7%;手术时间>5h 者 372 例,约占 17.4%,SSI 发生率为 5.7%($P=0.008$);该学者认为,随着手术时间的增加,发生 SSI 的风险增加;手术时长超过 5h,感染率增高明显^[9]。Albert 等^[6]同样证实手术时间较长的患者,感染风险加大。

1.2.3 输注血液制品 Cavin 等的Ⅲ级证据显示,输注血液制品后,患者免疫功能受抑制,从而增加了感染风险(OR 3.38,95%CI 2.60~4.40)^[23]。很多研究已经证明输注血液制品会增加 SSI 发生率,有学者回顾分析发现,输注浓集红细胞、血浆、血小板的 SSI 发生率为 5%($P<0.001$)、7.4%($P<0.001$)及 7.0%($P=0.023$),得出输注血制品增加了 SSI 发生率^[5]。

1.2.4 手术方式及部位 多数学者认为,后方入路较前方入路发生 SSI 的风险更高^[2-6],有学者研究分析发现,SSI 发生率后路手术为 2.7%($P=0.287$),前路手术为 0.1%($P<0.001$),前后联合入路 5.6%($P<0.001$),手术方式涉及骨盆固定或者椎板切除更容易感染,感染率为 9.6%($P<0.0001$),手术涉及节段数的不同,感染率不同,单节段感染率为 1.0%,2~3 个节段感染率为 1.8%,4~7 个节段感染发生率为 2.9%,手术涉及脊柱 8~12 节段,甚至 12 节段以上感染率明显增加,分别为 7.8%和 10.4%(P 均小于 0.0001)^[5]。PLF 切口感染风险较 P/TLIF 更大^[2]。脊柱翻修手术较初次手术感染率更高,手术风险更大,经前方入路行翻修手术 SSI 发生率为 4.2%($P=0.001$),而后方入路 SSI 发生率为 5.6%($P<0.001$)。颈椎、胸椎、腰椎、骶骨部位手术后感染率分别为 1.9%、6.3%、3.5%、9.6%,骶骨、盆腔部位的脊柱手术感染率最高。由于术中截骨矫形通常需要进行骨移植及放置融合器等内置物,增加了感染风险;脊柱肿瘤患者需行椎体成形术者发生 SSI 的风险更大^[5]。总之,后方入路、前后路联合入路、累及骶骨、骨盆手术,脊柱多节段手术,翻修手术以及需要截骨矫形的手术发生 SSI 的风险更大。前路手术手术感染风险较低^[5,6]。此外,有文献报道,术中出血量>1L 为 SSI 独立危险因素^[6]。

2 手术部位感染的预防措施

2.1 术前预防策略

2.1.1 维持血糖水平稳定 糖尿病是 SSI 独立危险因素。

文献报道,糖尿病患者血糖<200mg/dl,SSI 发生率明显降低,在 100~300mg/dl 范围内,SSI 发生率随血糖水平下降而降低^[20],因此,维持血糖水平稳定对于减少 SSI 发生十分重要,对于应激性血糖增高患者、糖尿病患者通过饮食调整,术前使用胰岛素控制血糖,可减小脊柱术后感染率。

2.1.2 围手术期抗生素使用 一般认为,一代头孢用于预防清洁手术的主要病原菌:革兰阳性球菌,二代头孢用于预防清洁-污染手术中的病原菌,其中包括革兰阳性、阴性菌及厌氧微生物^[19],常规在术前 20min~1h 静脉滴注抗生素,组织及血清中药物浓度应在手术开始后不久达到有效杀菌浓度,一般认为手术时间>3h,术中出血>1.5L 术中需追加一剂抗生素^[24];文献报道,头孢唑啉是最常用的预防性抗生素,可杀灭金黄色葡萄球菌和肠杆菌属,组织和椎间盘中药物浓度充足,最佳使用时间切皮 1h,半衰期 1.2~2.2h,手术开始后 3h 需追加一剂,对于有头孢类药物过敏患者术前可使用克林霉素、万古霉素,万古霉素对甲氧西林敏感金黄色葡萄球菌(MSSA)的杀伤效果差于头孢唑啉,但是对耐甲氧西林金葡菌(MRSA)、表皮葡萄球菌引起的 SSI 预防效果较好,Linam 等报道的一项Ⅲ级研究表明,术前预防性使用克林霉素针剂组与头孢唑啉组及万古霉素组比较,前组感染率较高,并且不正确的剂量、不正确使用时间会增加患者感染可能^[25],同时三项Ⅲ级证据表明术前应选择合理的抗生素,如不能正确的使用,包括使用剂量不足够,规定的时间未使用或追加,SSI 发生率增加^[8]。Pasupuleti 等回顾分析了 67 例胸腰段骨折合并腹腔脏器损伤的病例,围手术期抗生素使用 24h 与抗生素使用延长至 48h,两组在 SSI 发生率上无统计学差异,而且长时间使用抗生素会增加多重耐药微生物感染可能,延长抗生素使用时间并不能降低感染率^[26]。抗生素使用指南规定围手术期使用抗生素只能术前使用,De Chiara 的研究中,对于清洁、清洁-污染手术中有 SSI 危险因素的患者组与无危险因素的患者组,分别延长抗生素使用至术后 24h,两组患者 SSI 发生风险均有所增加(OR 3.39,95% CI 1.11~10.35, $P=0.032$ 和 OR 5.39,95% CI 1.64~17.75, $P=0.006$),故应避免增加抗生素的术后应用^[27]。总之,围手术期应选择合适的抗生素,规定的时间使用,避免过度使用抗生素可减少 SSI 发生可能。

术前停止吸烟,在专业医师指导下减轻体重,可减少肥胖患者 SSI 发生风险^[28]。此外,建立合理的手术室布局,清洁、污染物品的分开摆放,手术室的层流净化,所需器械妥善管理及严格灭菌是降低手术部位感染的关键^[29]。通过加强围手术期护理职能,正确的方法进行备皮,避免造成皮肤粘膜破损,并对手术部位及周围区域进行彻底消毒以减少局部皮肤定植菌,来减少 SSI 发生。

2.2 术中处理措施

2.2.1 使用微生物密封剂 Towfigh 等^[30]将标准皮肤准备使用 10%聚维酮碘的对照组与皮肤准备后使用氰基丙烯酸酯液体密封剂的实验组比较,密封剂治疗组没有发生切

口细菌感染的患者比对照组多(47% vs 31%, $P=0.04$)。3 例患者发生了手术部位感染,均来自对照组($P=0.25$)。Towfigh 等认为减少切口污染的独立因素是微生物密封剂的使用和抗生素预防性使用,并得出以下结论:氨基丙烯酸酯微生物密封剂很可能是减少切口污染和预防手术部位感染的重要工具。Tofuku 等^[10]报道使用 AFS(含抗生素纤维蛋白膜)的 196 例脊柱手术患者无一例发生切口深部感染,而 188 例未使用 AFS 患者中,11 例患者发生切口深部感染,占 5.8%,由此说明 AFS 可有效预防脊柱术后手术部位感染。而 Dromzee 等^[12]报道的 56 例患者中 6 例发生了手术部位感染,其中 5 例来自微生物密封剂实验组,统计数据显示微生物密封剂使用与早期切口感染发生无相关性。综上,微生物密封剂能否降低手术部位感染风险尚无定论。

2.2.2 关闭切口前冲洗 Watanabe 等^[13]报道糖尿病患者,脊柱创伤是手术部位感染的独立危险因素,术中未充分冲洗切口会增加 SSI 发生率,控制血糖,脊柱创伤患者尽早手术,关闭切口前用生理盐水一次性冲洗切口,所用生理盐水的总量大于 2000ml×手术时间(h)可以降低感染率。Ulivieri 等^[14]报道术中聚维酮碘液稀释到 10%浓度对微生物杀伤作用最大,双氧水稀释到 3%使用,而 H_2O_2 会被过氧化氢酶破坏,其对能产生过氧化氢酶的金葡萄球菌杀菌效果欠佳,所以 10%浓度的聚维酮碘液及 3%双氧水联合使用冲洗切口可以降低脊柱手术后感染率,并且无过敏反应,对患者骨折的愈合,椎体间骨性融合无明显影响。因此,术中冲洗有利于降低 SSI 发生率。

2.2.3 万古霉素粉末 Strom 等^[15]报道关闭切口前局部铺撒万古霉素粉末,感染率从 10.9%降至 2.5%($P=0.0384$),目前尚未发现不良反应,是一种经济、有效预防 SSI 的措施。Kanj 等^[16]报道指出局部未预防使用万古霉素粉末的患者发生切口深部感染几率是使用万古霉素粉末患者的 4 倍多。Pahys 等^[17]回顾分析了 1995~2010 年 1001 例颈椎后路手术患者,围手术期常规使用静脉注射抗生素预防感染患者 483 例,其中 9 例感染,感染率为 1.86%;皮肤准备时用酒精消毒并术中留置引流者 323 例,1 例感染,感染率为 0.31%,备皮区域酒精消毒,关闭切口前切口处铺撒 500mg 万古霉素粉末,并留置引流者 195 例,无感染发生,并将此作为一项减少脊柱手术部位感染的有效措施。

此外,加强手术室管理,保持手术环境的清洁、安静,限制手术参观人员,减少人员走动引起的手术间浮游菌增加^[28],医护人员严格的无菌操作,尽量减小皮肤切口,提高微创技术以及操作熟练程度,缩短了手术时间,同时降低了患者感染风险^[38]。此外在内置物的选择方面,Ransford 等研究表明相对于自体骨移植,陶瓷骨移植替代品的使用不增加 SSI 风险^[39]。

综上,脊柱手术部位感染的危险因素很多,做好有效预防措施,比如围手术期控制血糖、戒烟、正确预防使用抗生素,术中严格无菌操作等,能够减少 SSI 发生,一定意义

上降低了就医成本,减轻了患者负担。

3 参考文献

1. Pull ter Gunne AF, Hosman AJ, Cohen DB, et al. A methodological systematic review on surgical site infections following spinal surgery: part 1: risk factors[J]. Spine, 2012, 37(24): 2017-2033.
2. Schoenfeld AJ, Carey PA, Cleveland AW, et al. Patient factors, comorbidities, and surgical characteristics that increase mortality and complication risk after spinal arthrodesis: a prognostic study based on 5, 887 patients[J]. Spine J, 2013, 13(10): 1171-1179.
3. Fang A, HU SS, Endres N, et al. Risk factors for infection after spinal surgery[J]. Spine, 2005, 30(12): 1460-1465.
4. Schuster JM, Rehtine G, Norvell DC, et al. The influence of perioperative risk factors and therapeutic interventions on infection rates after spine surgery[J]. Spine, 2010, 35(9 Suppl): S125-S137.
5. Abdul-Jabbar A, Takemoto S, Weber MH, et al. Surgical site infection in spinal surgery[J]. Spine, 2012, 37(15): 1340-1345.
6. Pull ter Gunne AF, Cohen DB. Incidence, prevalence, and analysis of risk factors for surgical site infection following adult spinal surgery[J]. Spine, 2009, 34(13): 1422-1428.
7. Perry JW, Montgomerie JZ, Swank S, et al. Wound infections following spinal fusion with posterior segmental spinal instrumentation[J]. Clin Infect Dis, 1997, 24(4): 558-561.
8. Glotzbecker MP, Riedel MD, Vitale MG, et al. What's the evidence? Systematic literature review of risk factors and preventive strategies for surgical site infection following pediatric spine surgery[J]. J Pediatr Orthop, 2009, 33(5): 479-487.
9. Busti AJ, Hooper JS, Amaya CJ, et al. Effects of perioperative antiinflammatory and immunomodulating therapy on surgical wound healing[J]. Pharmacotherap, 2005, 25(11): 1566-1591.
10. Klekamp J, Spengler DM, McNamara MJ, et al. Risk factors associated with methicillin-resistant staphylococcal wound infection after spinal surgery[J]. J Spinal Disord, 1999, 12(3): 187-191.
11. Olsen MA, Nepple JJ, Riew KD, et al. Risk factors for surgical site infection following orthopaedic spinal operations[J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(1): 62-69.
12. Friedman ND, Sexton DJ, Connelly SM, et al. Risk factors for surgical site infection complicating laminectomy[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2007, 28(9): 1060-1065.
13. Kanafani ZA, Dakdouki GK, El-Dbouni O, et al. Surgical site infections following spinal surgery at a tertiary care center in Lebanon: incidence, microbiology, and risk factors[J]. Scand J Infect Dis, 2006, 38(8): 589-592.
14. Olsen MA, Mayfield J, Laurysen C, et al. Risk factors for surgical site infection in spinal surgery [J]. J Neurosurg,

- 2003, 98(2): 149–155.
15. Jevsevar DS, Karlin LL. The relationship between preoperative nutritional status and complication after an operation for scoliosis in patients who have cerebral palsy[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1993, 75(6): 880–884.
16. Apisarnthanarak A, Jones M, Waterman BM, et al. Risk factors for spinal surgery–site infections in a community hospital: a case–control study [J]. *Infection Control And Hospital Epidemiology*, 2003, 24(1): 31–36.
17. Klein JD, Hey LA, Yu CS, et al. Perioperative nutrition and postoperative complications in patients undergoing spinal surgery[J]. *Spine*, 1996, 21(22): 2676–2682.
18. Mehta AI, Babu R, Sharma R, et al. Thickness of subcutaneous fat as a risk factor for infection in cervical spine fusion surgery[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(4): 323–328.
19. Shamji MF, Parker S, Cook C, et al. Impact of body habitus on perioperative morbidity associated with fusion of the thoracolumbar and lumbar spine[J]. *Neurosurgery*, 2009, 65(3): 490–498.
20. Maragakis LL, Cosgrove SE, Martinez EA, et al. Intraoperative fraction of inspired oxygen is a modifiable risk factor for surgical site infection after spinal surgery[J]. *Anesthesiology*, 2009, 110(3): 556–562.
21. Hong HS, Chang MC, Liu CL, et al. Is aggressive surgery necessary for acute postoperative deep spinal wound infection [J]. *Spine*, 2008, 33(22): 2473–2478.
22. Soultanis KC, Pyrovolou N, Zahos KA, et al. Late postoperative infection following spinal instrumentation: stainless steel versus titanium implants[J]. *J Surg Orthop Adv*, 2008, 17(3): 193–199.
23. Murphy GJ, Reeves BC, Rogers CA, et al. Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery[J]. *Cardiovascular Surgery*, 2007, 116(22): 2544–2552.
24. Jahoda D, Nyc O, Pokorny D, et al. Antibiotic treatment for prevention of infectious complications in joint replacement[J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2006, 73(2): 108–114.
25. Linam WM, Margolis PA, Staat MA, et al. Risk factors associated with surgical site infection after pediatric posterior spinal fusion procedure [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2009, 30(2): 109–116.
26. Pasupuleti LV, Sifri ZC, Mohr AM, et al. Is extended antibiotic prophylaxis necessary after penetrating trauma to the thoracolumbar spine with concomitant intraperitoneal injuries [J]? *Surg Infect(Larchmt)*, 2014, 15(1): 8–13.
27. De Chiara S, Chiumello D, Nicolini R, et al. Prolongation of antibiotic prophylaxis after clean and clean–contaminated surgery and surgical site infection [J]. *Minerva Anesthesiol*, 2010, 76(6): 413–419.
28. Ferry T, Valour F, Lustig S, et al. The challenge of infection prevention in spine surgery: an update [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2013, Published online.
29. 文玉琴. 眼科手术感染危险因素分析及预防与控制[J]. *中华医院感染学杂志*, 2009, 19(4): 399–400.
30. Towfigh S, Cheadle WG, Lowry SF, et al. Significant reduction in incidence of wound contamination by skin flora through use of microbial sealant[J]. *Arch Surg*, 2008, 143(9): 885–891.
31. Tofuku K, Koga H, Yanase M, et al. The use of antibiotic–impregnated fibrin sealant for the prevention of surgical site infection associated with spinal instrumentation[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(10): 2027–2033.
32. Dromzee E, Tribot–Laspierre Q, Bachy M, et al. Efficacy of integuseal for surgical skin preparation in children and adolescents undergoing scoliosis correction[J]. *Spine*, 2012, 37(21): E1331–E1335.
33. Watanabe M, Sakai D, Matsuyama D, et al. Risk factors for surgical site infection following spine surgery: efficacy of intraoperative saline irrigation[J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 12(5): 540–546.
34. Olivieri S, Toninelli S, Petrini C, et al. Prevention of postoperative infections in spine surgery by wound irrigation with a solution of povidone–iodine and hydrogen peroxide[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011, Published online: 1203–1206.
35. Strom RG, Pacione D, Kalhorn SP, et al. Decreased risk of wound infection after posterior cervical fusion with routine local application of vancomycin powder[J]. *Spine*, 2013 Jan 15. [Epub ahead of print].
36. Kanj WW, Flynn JM, Spiegel DA, et al. Vancomycin prophylaxis of surgical site infection in clean orthopedic surgery [J]. *Orthopedics*, 2013, 36(2): 138–146.
37. Pahys JM, Pahys JR, Cho SK, et al. Methods to decrease postoperative infections following posterior cervical spine surgery[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(6): 549–554.
38. Gerometta A, Olaverri JCR, Bitan F, et al. Infections in spinal instrumentation[J]. *Int Orthop*, 2012, 36(2): 457–464.
39. Ransford AO, Morley T, Edgar MA, et al. Synthetic porous ceramic compared with autograft in scoliosis surgery. A prospective, randomized study of 341 patients [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1998, 80(1): 13–18.

(收稿日期:2013–08–07 修回日期:2013–11–29)

(本文编辑 彭向峰)