

临床论著

后路腰椎内固定术后手术部位感染的危险因素分析

刘金石, 闫慧博, 杨昌盛, 姚淑禹, 黎庆初, 金大地

(南方医科大学第三附属医院脊柱外科 510630 广州市)

【摘要】目的:探讨后路腰椎内固定术后手术部位感染的危险因素,为降低手术部位感染的发生率提供参考依据。**方法:**回顾我科 2016 年 1 月 1 日~2018 年 12 月 31 日实施后路腰椎内固定手术的 1073 例患者,男 516 例,女 557 例,年龄 18~84 岁(54.67 ± 13.23 岁),将术后手术部位感染的患者纳入感染组,其余患者纳入非感染组。收集两组患者的性别、年龄、诊断、体重指数(BMI)、合并糖尿病和高血压情况、手术时间、术中出血量、是否输血、吸烟史、术前美国麻醉医师协会(ASA)分级、术前使用激素情况、内固定节段数、是否固定至骶骨或骨盆、是否为翻修手术、手术开始时段等资料,进行单因素分析,对阳性结果进行多因素 Logistic 回归分析。**结果:**1073 例患者中发生手术部位感染 19 例,感染发生率为 1.77%,其中男 11 例,女 8 例,年龄 18~77 岁(54.89 ± 16.67 岁)。单因素分析显示两组肥胖($BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$)、合并糖尿病、手术时间、手术开始时段等因素存在统计学差异($P < 0.05$);性别、年龄、疾病种类、合并高血压、出血量、是否输血、吸烟史、术前 ASA 分级、术前使用激素、内固定节段数、是否固定至骶骨或骨盆、是否为翻修手术等因素无统计学差异($P > 0.05$)。多因素 Logistic 回归结果显示肥胖($OR = 6.704, P = 0.005$)、合并糖尿病($OR = 4.071, P = 0.008$)、较长手术时间($OR = 7.102, P = 0.000$)、手术开始时段为晚间($OR = 3.981, P = 0.018$)是术后手术部位感染的独立危险因素。**结论:**肥胖、合并糖尿病、较长手术时间、手术开始时段为晚间的患者后路腰椎内固定术后发生手术部位感染的风险较高,应采取有针对性的预防措施,以期最大限度降低术后手术部位感染的发生。

【关键词】后路腰椎内固定术;手术部位感染;危险因素

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.11.06

中图分类号:R687.3,R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2019)-11-0995-06

Analysis of risk factors for surgical site infection after posterior lumbar internal fixation/LIU Jinshi, YAN Huibo, YANG Changsheng, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(11): 995-1000

【Abstract】 Objectives: To explore the risk factors of surgical site infection after posterior lumbar internal fixation, and to provide reference for reducing the incidence of surgical site infection. **Methods:** The study reviewed the data of 1073 cases of patients who accepted posterior lumbar internal fixation in our department from January 1, 2016 to December 31, 2018, including 516 males and 557 females, aged 18-84 years (54.67 ± 13.23 years). Infected patients were included in the infection group and the rest were included in the non-infection group. Data such as gender, age, diagnosis, Body mass index(BMI), diabetes, hypertension, duration of operation, blood loss, transfusion, smoking history, American Society of Anesthesiologists(ASA) classification, preoperative steroid use, internal fixation levels, whether fixed on sacrum or pelvis, whether revision operation, starting time of operation were collected for univariate analysis. The positive results were analyzed by multivariate Logistic regression analysis, and the risk factors of infection were identified. **Results:** Among all patients, 19 cases of surgical site infection occurred, including 11 males and 8 females, aged 18-77 years (54.89 ± 16.67 years), with an infection rate of 1.77%(19/1073). Univariate analysis showed that there were significant differences between the two groups in obesity ($BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$), diabetes, duration of operation, and starting time of operation($P < 0.05$). There were no significant differences in gender, age, diagnosis, hypertension, blood loss, transfusion, smoking history, ASA classification, preoperative steroid use, internal fixation levels, whether fixed on sacrum or pelvis, and whether revision operation($P > 0.05$). Multivariate Logistic regression

第一作者简介:男(1991-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(020)62784309 E-mail:liujs668177@163.com

通讯作者:金大地 E-mail:nyorthop@163.com

analysis showed that there were statistically significant differences in obesity($OR=6.704$, $P=0.005$), history of diabetes($OR=4.071$, $P=0.008$), long operation time($OR=7.102$, $P=0.000$) and operation starting time at night($OR=3.981$, $P=0.018$). **Conclusions:** Obesity, diabetes history, long operation duration time and operation starts at night are independent risk factors of surgical site infection after posterior lumbar internal fixation, and targeted preventive measures should be taken to reduce the incidence of postoperative infection.

【Key words】 Posterior lumbar internal fixation; Surgical site infection; Risk factors

【Author's address】 Department of Orthopedics, the Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou, 510630, China

后路腰椎内固定术后手术部位感染(surgical site infection, SSI)是脊柱外科中常见的医院获得性感染,极大增加了腰椎手术失败的风险,严重影响患者的生活质量,增加患者痛苦。后路腰椎内固定术后 SSI,尤其是深部切口感染,是导致腰椎手术失败以及内固定术后翻修的重要原因之一。因此,探讨腰椎后路内固定术后 SSI 的危险因素,采取相应的预防措施,对降低术后感染的发生至关重要。本研究回顾分析我科 2016 年 1 月 1 日~2018 年 12 月 31 日实施后路腰椎内固定手术病例的资料,旨在探讨其术后 SSI 的危险因素,为降低后路腰椎内固定术后 SSI 的发生率提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集我科 2016 年 1 月 1 日~2018 年 12 月 31 日经后路实施腰椎后路内固定手术的病例,包括腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、腰椎滑脱症、腰椎骨折、脊柱畸形、腰椎良性肿瘤。排除标准:腰椎感染性疾病患者,包括化脓性脊柱炎、腰椎结核等患者;年龄 <18 岁患者;资料不全病例。符合纳入与排除标准病例共 1073 例,其中男 516 例,女 557 例,年龄 18~84 岁(54.67 ± 13.23 岁),合并高血压 212 例,合并糖尿病 90 例,肥胖[体重指数(BMI) $\geq 28\text{kg/m}^2$]27 例,近期吸烟史 179 例,术前因基础疾病应用激素治疗史 72 例,翻修手术 2 例。腰椎间盘突出症 386 例,腰椎管狭窄症 350 例,腰椎滑脱症 147 例,腰椎骨折 107 例,脊柱畸形 54 例,腰椎良性肿瘤 29 例。根据美国疾病控制中心/美国国家医疗保健安全网(CDC/NHSN)对 SSI 的诊断标准进行诊断^[1],包括:切口出现脓性渗液;从体液或组织中培养出病原微生物;经直接检查、再次手术、病理学或影像学检查发现感染证据;存在发热、局部疼痛或压痛等感染症状、体征。

1.2 研究方法

将 SSI 患者纳入感染组,其余患者纳入非感染组,收集两组患者的性别、年龄、诊断、BMI、合并糖尿病和高血压情况、手术时间、出血量、是否输血、吸烟史、术前美国麻醉医师协会(ASA)分级、术前使用激素情况、内固定节段数、是否固定至骶骨或骨盆、是否为翻修手术、手术开始时段等资料,将年龄分为 ≥ 60 岁及 <60 岁两组^[2],BMI 分为 $<24\text{kg/m}^2$ 、 $24\sim 28\text{kg/m}^2$ 、 $\geq 28\text{kg/m}^2$ 三组,手术时间分为 $\geq 3\text{h}$ 、 $<3\text{h}$ 两组^[3],出血量分为 $\geq 600\text{ml}$ 、 $<600\text{ml}$ 两组^[4],术前美国麻醉医师协会(ASA)分级分为 1 级、2 级、 ≥ 3 级三组,内固定节段数分为 1、2、 ≥ 3 三组,手术开始时段分为 8:00~12:00、12:00~17:00、17:00 后三组,进行单因素分析,对阳性结果进行多因素 Logistic 回归分析,明确后路腰椎内固定术后 SSI 的危险因素。

1.3 统计学方法

采用 IBM SPSS 21.0 统计软件进行数据分析,计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验,计数资料以百分率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率检验。将单因素分析阳性结果的危险因素通过多因素 Logistic 回归分析确定后路腰椎内固定术后 SSI 的独立危险因素。双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

共纳入 1073 例患者,其中 19 例术后发生 SSI,发生率为 1.77%。男 11 例,女 8 例,年龄 18~77 岁(54.89 ± 16.67 岁),合并高血压 7 例,合并糖尿病 5 例,肥胖($BMI\geq 28\text{kg/m}^2$)3 例,近期吸烟史 2 例,术前因基础疾病应用激素治疗史 2 例,翻修手术 1 例;腰椎间盘突出症 6 例,腰椎管狭窄症 5 例,腰椎滑脱症 3 例,腰椎骨折 4 例,脊柱畸形 1 例。6 例浅表感染经抗生素治疗、更换敷料、深筋

膜外清创后感染控制,13 例深部感染经彻底清创、取出内固定物(3 例保留内固定)、置管冲洗、负压吸引后感染控制。

单因素分析显示,肥胖($BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$)、合并糖尿病、手术时间、手术开始时段等因素差异存在统计学意义($P < 0.05$)。性别、年龄、诊断、合并高血

压、出血量、是否输血、吸烟史、术前 ASA 分级、术前使用激素、内固定节段数、是否固定至骶骨或骨盆、是否为翻修手术等因素差异无统计学意义($P > 0.05$)(表 1)。

对肥胖、合并糖尿病、手术时间、手术开始时段四个因素行多因素 Logistic 回归分析,肥胖

表 1 感染组与非感染组的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of infection group and non-infection group

	非感染组 (n=1054) Non-infection group	感染组 (n=19) Infection group	χ^2 值 χ^2 value	P 值 P value		非感染组 (n=1054) Non-infection group	感染组 (n=19) Infection group	χ^2 值 χ^2 value	P 值 P value
性别/Sex					输血/Transfusion				
男 Male	505(47.9%)	11(57.9%)	0.745	0.388	有 Yes	169(16.0%)	2(10.5%)	0.423	0.754 ^①
女 Female	549(52.1%)	8(42.1%)			无 No	885(84.0%)	17(89.5%)		
年龄(Age)(years)					吸烟/Smoking				
<60	632(60.0%)	11(57.9%)	0.033	0.855	有 Yes	179(17.0%)	2(10.5%)	0.555	0.756 ^①
≥ 60	422(40.0%)	8(42.1%)			无 No	875(83.0%)	17(89.5%)		
诊断/Diagnosis					术前 ASA 分级/ASA classification				
腰椎间盘突出症 Lumbar disc herniation	380(36.1%)	6(31.6%)	2.996	0.628 ^①	1 级 Grade 1	287(27.2%)	3(15.8%)	1.221	0.558 ^①
腰椎管狭窄症 Lumbar spinal stenosis	345(32.7%)	5(26.3%)			2 级 Grade 2	663(62.9%)	14(73.7%)		
腰椎滑脱症 Lumbar spondylolisthesis	144(13.7%)	3(15.8%)			≥ 3 级 $\geq$ Grade 3	104(9.9%)	2(10.5%)		
腰椎骨折 Lumbar fracture	103(9.8%)	4(21.1%)			术前使用激素/Preoperative steroid use				
脊柱畸形 Spinal deformity	53(5.0%)	1(5.3%)			有 Yes	72(6.8%)	2(10.5%)	0.397	0.381 ^①
腰椎肿瘤 Lumbar tumor	29(2.8%)	0(0%)			无 No	982(93.2%)	17(89.5%)		
BMI(kg/m^2)					内固定节段数/Internal fixation levels				
<24	724(68.7%)	12(63.2%)	12.150	0.020 ^①	1	690(65.5%)	11(57.9%)	3.084	0.200 ^①
24~28	303(28.7%)	4(21.1%)			2	329(31.2%)	6(31.6%)		
≥ 28	27(2.6%)	3(15.8%)			≥ 3	35(3.3%)	2(10.5%)		
合并糖尿病/Diabetes					固定至骶骨或骨盆/Fixed on sacrum or pelvis				
有 Yes	85(8.1%)	5(26.3%)	8.091	0.017 ^①	有 Yes	453(43.0%)	9(47.4%)	0.147	0.816
无 No	969(91.9%)	14(73.7%)			无 No	601(57.0%)	10(52.6%)		
合并高血压/Hypertension					翻修/Revision operation				
有 Yes	205(19.4%)	7(36.8%)	3.561	0.077 ^①	有 Yes	2(0.2%)	1(5.3%)	17.230	0.052 ^①
无 No	849(80.6%)	12(63.2%)			否 No	1052(99.8%)	18(94.7%)		
手术时间/Duration of operation					手术开始时段/Starting time of operation				
<3h	974(92.4%)	12(63.2%)	21.434	0.000 ^①	8:00~12:00	535(50.8%)	8(42.1%)	6.337	0.033 ^①
≥ 3 h	80(7.6%)	7(36.8%)			12:00~17:00	435(41.3%)	6(31.6%)		
出血量(ml)/Blood loss					17:00 后/After 17:00	84(8.0%)	5(26.3%)		
<600	929(88.1%)	15(78.9%)	1.491	0.272 ^①					
≥ 600	125(11.9%)	4(21.1%)							

注:①Fisher精确概率检验

Note: ①Fisher exact probability test

表 2 术后手术部位感染多因素 Logistic 回归分析

Table 2 Multivariate Logistic regression analysis of surgery site infection postoperation

	Wald统计量 Wald statistics	P值 P value	OR值 OR value	95%置信区间 95%CI
肥胖 (BMI $\geq$ 28kg/m ²) Obesity	7.955	0.005	6.704	1.787~25.150
合并糖尿病 Diabetes	6.935	0.008	4.071	1.432~11.576
手术时间 $\geq$ 3h Time of operation $\geq$ 3h	16.032	0.000	7.102	2.720~18.541
手术开始时段晚 Starting time after 17:00	5.633	0.018	3.981	1.272~12.456

(OR=6.704, $P=0.005$)、合并糖尿病 (OR=4.071, $P=0.008$)、手术时间长 (OR=7.102, $P=0.000$)、手术开始时段为晚间 (OR=3.981, $P=0.018$) 均存在统计学意义, 表明肥胖、合并糖尿病、较长手术时间、手术开始时段为晚间是后路腰椎内固定术后 SSI 的独立危险因素。

3 讨论

当后路腰椎内固定患者术后出现 SSI 时, 伴随着住院时间的延长、经济负担的加重以及潜在再次手术率的上升^[5], 加重了患者自身的痛苦, 严重影响患者的生活质量。导致后路腰椎内固定术后 SSI 发生的危险因素众多, 包括患者自身因素及手术相关因素两大类, 其中手术相关因素可以通过术前术后的合理评估、提前预防纠正及术中手术技能的提升而取得良好的收效, 患者自身因素是由既往身体状况决定, 大多数在住院短时间内无法得到很好逆转, 但明确相关危险因素后, 围手术期加以控制、预防, 也可以显著降低术后 SSI 的发生率。本研究发现肥胖、合并糖尿病、较长手术时间、手术开始时段为晚间四个因素是后路腰椎内固定术后 SSI 的独立危险因素。

肥胖是公认的 SSI 危险因素。其导致术后 SSI 发生率升高的可能原因是脂肪组织血管化不良, 引起胶原合成减少, 炎症反应能力受损, 伤口愈合能力下降。根据 Abdallah 等^[6]的报道, BMI 每增加 5%, 脊柱术后 SSI 的风险就增加 21%。支持这一观点的学者认为, 椎板与皮肤表面的距离增加以及皮下脂肪厚度增加是导致术后 SSI 发生率上升的一个重要独立危险因素^[7]。脂肪组织回缩能力的下降导致组织坏死增多也可能是术后 SSI 发生

率增加的原因之一^[6]。同时, 肥胖患者术后伤口愈合能力下降也是导致伤口感染增加的重要原因, Marquez-Lara 等^[8]的研究证实, BMI >30 kg/m² 明显增加了浅表伤口感染的风险。另外, 肥胖可能进一步加重诸如糖尿病等合并症在内的术后感染的风险^[9]。但有学者认为, 肥胖和术后 SSI 之间没有直接相关性, 出现的阳性结果可能仅仅是由于肥胖的并发症造成 (如糖尿病), 而并非肥胖本身^[10]。尽管如此, 为了降低腰椎 SSI 的发生率, 术前优化体重仍显得十分重要。对于脊柱择期手术的肥胖患者, 术前建议到相关专科进行饮食咨询及运动干预, 适当控制体重后再考虑行择期腰椎内固定手术。

研究表明^[11], 糖尿病是 SSI 的独立危险因素。对此有以下几种推测的病理生理机制: 由糖尿病导致的微血管系统受损害影响了周围组织的营养和氧气输送, 导致全身抗感染能力下降; 同时高血糖会严重损害白细胞粘附、趋化和吞噬等功能; 此外, 糖尿病还会导致胶原合成和成纤维细胞增殖受损, 从而延缓伤口的愈合。Olsen 等^[12]提出, 糖尿病患者术前血糖水平 >6.9 mmol/L、术后血糖 >11.1 mmol/L 时会显著增加术后 SSI 风险。本研究中, 糖尿病患者出现 SSI 的风险是非糖尿病患者的 4.071 倍 (OR=4.071)。对于糖尿病患者, 围手术期做好血糖管理对减少术后 SSI 的发生率至关重要。有文献支持术前优化血糖水平在降低术后 SSI 的发生率方面有确切效果^[13], 但目前最佳血糖管理水平仍没有定论。Lipshutz 等^[14]建议同时控制术前及术后高血糖, 使得血糖控制在 8.33mmol/L 以下, 而不是严格要求血糖控制在 6.11mmol/L 以下, 该论点在神经外科开颅手术人群术后感染研究中得到证实, 严格控制血糖在 6.11mmol/L 以下确实降低了感染的可能性, 缩短了重症监护病房的住院时间, 但会出现频繁的低血糖发作^[15]。糖化血红蛋白 (HbA1c) 是红细胞中的血红蛋白与血清中的糖类相结合的产物, 它是通过缓慢、持续且不可逆转的糖化反应而形成, 其含量的多少取决于血糖浓度以及血糖与血红蛋白接触的时间, 而与抽血时间、患者是否空腹以及是否使用胰岛素等因素无关, 其反映了患者 6~12 周期间的平均血糖水平, 是评估糖尿病患者血糖水平的一个重要指标。Hikata 等^[16]发现, 糖尿病患者术后 SSI 的发生率高于非糖尿病患者 (16.7% 比 3.2%)。此外, 虽

然在比较发生感染和未发生感染两组糖尿病患者间的差异时,围手术期随机血糖控制没有明显差异,但在发生感染的患者(7.6%)中,围手术期随机 HbA1c 明显高于未发生组的患者(6.9%)。在同一项研究中发现,HbA1c<7.0%的患者感染率为 0,而 HbA1c>7.0%的患者出现术后感染的感染率为 35.3%,证实术前必须监测患者 HbA1c 水平,同时应控制在 7.0%以下时方进行手术。因此,为降低糖尿病患者术后 SSI 的发生,择期手术患者应在术前监测 HbA1c 水平,确保 HbA1c 控制在 7.0%以下时进行手术,围手术期控制血糖不高于 8.33mmol/L。

文献表明,手术时间较长会明显导致术后 SSI 的风险增加^[17]。Schoenfeld 等^[18]研究发现手术时间大于 309min 会明显增加 SSI 的风险。对于后路腰椎内固定手术,手术时间越长,切口及内固定器械暴露在空气中的时间随之延长,增加了切口被污染的风险。同时由于手术室内人员的流动,增加了内固定器械被污染的风险。随着手术时间的延长,持续肌肉牵拉导致的局部软组织缺血缺氧、干燥坏死,切缘皮肤中深层定植细菌向浅表迁移,抗生素的血药浓度下降等因素,使得腰椎术后发生 SSI 的风险大大增加。另一个方面,由于手术时间延长,出血量增加,患者需要输血的可能性增大,输血同样可能导致术后感染的发生。本研究显示,手术时间 $\geq 3h$ (OR=7.102, $P=0.000$)会明显增加后路腰椎内固定术后 SSI 的发生。对手术时间超过 3h 的患者应适当追加抗生素以提高血药浓度^[3],降低腰椎 SSI 的发生率。

对于手术开始时段是否为后路腰椎内固定术后 SSI 危险因素的研究,如果单纯以手术台次作为划分依据,难免因手术时间长短不同而存在较大误差。本研究将手术开始时段分为 8:00~12:00、12:00~17:00、17:00 以后共三组进行研究,结果显示手术开始时段为晚间组(17:00 以后)OR=3.981, $P=0.018$ 。结合我院手术室实际情况及相关同类研究,分析可能原因为:每台手术接台间隔时布单撤换及接送患者产生的扬尘、纤维、颗粒等污染手术室环境,以及手术室人员流动过多,频繁开启手术室门,破坏层流手术室内正压环境,导致感染性病菌的扩散。同时,不可否认晚间手术时医护人员或麻醉医生过度疲劳,精神集中程度下降,出现失误次数增多,术程中麻醉管理欠佳,均是导致

SSI 发生的潜在危险因素。Lidwell 等^[19]报道,引起 SSI 的细菌多来自手术室的污染或者是患者自身皮肤菌落。美国一项针对 12528 例神经外科手术的回顾性研究发现,手术护士的失误导致手术后感染风险增加,每位护理人员的交接班、人员变换都会使术后感染的发生率增加 9.5%^[20]。同时, Lidwell 认为增加穿手术衣、戴手套的过程都会增加术后感染的发生。Ohya 等^[21]的研究结果同样支持上述观点。Gruskay 等^[22]的研究发现实施腰椎减压术的患者,如果为当天较晚时候(第三台)开始手术,术后 SSI 发生率与第一台手术相比高达 3 倍。如果条件允许,对于后路腰椎内固定术后 SSI 高风险患者应当给予手术日尽早时段开始手术。手术间严格控制人数,减少人员流动及更换,手术接台间隙做好手术室消毒均可以有效降低术后 SSI 的发生。

综上所述,本研究针对后路腰椎内固定术后 SSI 的危险因素进行的研究结果显示,肥胖、合并糖尿病、较长手术时间、手术开始时段为晚间是后路腰椎内固定术后 SSI 的独立危险因素,术前优化体重、围手术期及术后的血糖控制、缩短手术时间、对术后感染高风险患者给予尽早时段开始手术,接台手术安排更加科学合理,可预防或减少后路腰椎内固定术后 SSI 的发生。

4 参考文献

1. Horan TC, Andrus M, Dudeck MA. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting[J]. Am J Infect Control, 2008, 36(5): 309-332.
2. Fang A, Hu SS, Endres N, et al. Risk factors for infection after spinal surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(12): 1460-1465.
3. 孙天胜, 沈建雄, 刘忠军, 等. 中国脊柱手术加速康复——围术期管理策略专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2017, 10(4): 271-279.
4. Chikawa T, Sakai T, Bhatia NN, et al. Retrospective study of deep surgical site infections following spinal surgery and the effectiveness of continuous irrigation[J]. Br J Neurosurg, 2011, 125(5): 621-624.
5. de Lissovoy G, Fraeman K, Hutchins V, et al. Surgical site infection: incidence and impact on hospital utilization and treatment costs[J]. Am J Infect Control, 2009, 37(5): 387-397.
6. Abdallah DY, Jadaan MM, McCabe JP. Body mass index and risk of surgical site infection following spine surgery: a meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2013, 22(12): 2800-2809.

7. Mehta AI, Babu R, Karikari IO, et al. 2012 Young Investigator Award Winner: The distribution of body mass as a significant risk factor for lumbar spinal fusion postoperative infections[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2012, 37(19): 1652–1656.
8. Marquez-Lara A, Nandyala SV, Sankaranarayanan S, et al. Body mass index as a predictor of complications and mortality after lumbar spine surgery[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2014, 39(10): 798–804.
9. Ganz ML, Wintfeld N, Li Q, et al. The association of body mass index with the risk of type 2 diabetes: a case-control study nested in an electronic health records system in the United States[J]. *Diabetol Metab Syndr*, 2014, 6(1): 50.
10. Wimmer C, Gluch H, Franzreb M, et al. Predisposing factors for infection in spine surgery: a survey of 850 spinal procedures[J]. *J Spinal Disord*, 1998, 11(2): 124–128.
11. Glassman S, Carreon LY, Andersen M, et al. Predictors of hospital readmission and surgical site infection in the United States, Denmark, and Japan: is risk stratification a universal language[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2017, 42(17): 1311–1315.
12. 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.
13. Alexander JW, Solomkin JS, Edwards MJ. Updated recommendations for control of surgical site infections [J]. *Ann Surg*, 2011, 253(6): 1082–1093.
14. Lipshutz AK, Gropper MA. Perioperative glycemic control: an evidence-based review[J]. *Anesthesiology*, 2009, 110(2): 408–421.
15. Bilotta F, Caramia R, Paoloni FP, et al. Safety and efficacy of intensive insulin therapy in critical neurosurgical patients [J]. *Anesthesiology*, 2009, 110(3): 611–619.
16. Hikata T, Iwanami A, Hosogane N, et al. High preoperative hemoglobin A1c is a risk factor for surgical site infection after posterior thoracic and lumbar spinal instrumentation surgery[J]. *J Orthop Sci*, 2014, 19(2): 223–228.
17. Hijas-Gomez AI, Egea-Gamez RM, Martinez-Martin J, et al. Surgical wound infection rates and risk factors in spinal fusion in a University Teaching Hospital in Madrid, Spain[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2017, 42(10): 748–754.
18. Schoenfeld AJ, Carey PA, Cleveland AR, 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.
19. Lidwell OM. Clean air at operation and subsequent sepsis in the joint[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1986, 211: 91–102.
20. Wathen C, Kshetry VR, Krishnaney A, et al. The association between operating room personnel and turnover with surgical site infection in more than 12 000 neurosurgical cases[J]. *Neurosurgery*, 2016, 79(6): 889–894.
21. Ohya J, Chikuda H, Oichi T, et al. Seasonal variations in the risk of reoperation for surgical site infection following elective spinal fusion surgery: a retrospective study using the Japanese diagnosis procedure combination database[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2017, 42(14): 1068–1079.
22. Gruskay J, Kepler C, Smith J, et al. Is surgical case order associated with increased infection rate after spine surgery[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2012, 37(13): 1170–1174.

(收稿日期:2019-05-20 末次修回日期:2019-09-12)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)