

临床论著

Quadrant通道下微创经椎间孔腰椎椎间融合术后
手术部位感染的危险因素分析蒋 波¹, 文坤树¹, 高新民¹, 陶 浪¹, 郑文杰²

[1 重庆市梁平区人民医院骨科 405200; 2 陆军军医大学第二附属医院(新桥医院)骨科 400037 重庆市]

【摘要】目的:探讨 Quadrant 通道下微创经椎间孔腰椎椎间融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)术后手术部位感染(surgical site infection, SSI)的危险因素。方法:收集 2015 年 1 月~2018 年 12 月在重庆市梁平区人民医院行 Quadrant 通道下 MIS-TLIF 治疗的患者资料,将术后发生 SSI 的患者纳入 SSI 组,于同期未发生 SSI 患者中按照 1:4 比例随机抽取对照患者纳入无感染组。对文献报道常见的脊柱术后感染高危因素进行资料收集,包括两组患者的一般资料:年龄、性别、体重指数(BMI)、吸烟史、合并糖尿病和高血压病情况、腰椎疾病类型,术前血清学指标:糖化血红蛋白、血清白蛋白、血清球蛋白、红细胞、白细胞、血小板、血钾、血钙,手术相关指标:手术时间、术中出血量、手术节段、融合节段数。对上述资料进行组间单因素分析,筛选出具有统计学差异的指标纳入二分类 Logistic 回归,分析与 SSI 相关的危险因素,并选取 OR 值最高的因素进行受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析。结果:共纳入 679 例患者,其中 25 例发生 SSI,发生率为 3.68%(25/679),纳入 SSI 组。随机抽取同期 100 例未发生 SSI 的患者纳入无感染组。单因素分析结果显示两组患者年龄、BMI、吸烟史、合并糖尿病、糖化血红蛋白、血清白蛋白、手术时间、术中出血量、融合节段数有统计学差异($P<0.05$),而性别、合并高血压病、腰椎疾病类型、血清球蛋白、红细胞、白细胞、血小板、血钾、血钙、手术节段无统计学差异($P>0.05$)。Logistic 回归分析结果表明年龄($OR=1.077, 95\%CI\ 1.003\sim1.156, P=0.042$)、BMI ($OR=1.251, 95\%CI\ 1.004\sim1.559, P=0.046$)、糖化血红蛋白 ($OR=2.368, 95\%CI\ 1.457\sim3.801, P<0.001$)、血清白蛋白($OR=0.877, 95\%CI\ 0.773\sim0.977, P=0.044$)、手术时间($OR=1.026, 95\%CI\ 1.003\sim1.050, P=0.029$)是 MIS-TLIF 术后 SSI 的相关危险因素,ROC 曲线显示糖化血红蛋白的临界值为 7.60%。结论:高龄、肥胖以及术前高糖化血红蛋白、低血清白蛋白、手术时间长会增加 MIS-TLIF 术后 SSI 发生的风险。

【关键词】微创经椎间孔腰椎椎体间融合术;手术部位感染;并发症;危险因素

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.01.05

中图分类号:R681.5, R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2020)-01-0030-06

Risk factors of surgical site infection after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion under Quadrant tube/JIANG Bo, WEN Kunshu, GAO Xinmin, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30(1): 30-35

【Abstract】 **Objectives:** To explore the risk factors of surgical site infection (SSI) after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion(MIS-TLIF) under Quadrant tube. **Methods:** The data of patients who underwent MIS-TLIF under Quadrant tube in Department of Orthopaedics, Liangping District People's Hospital, from January 2015 to December 2018 was collected in the retrospective study. The patients with SSI after operation were enrolled in SSI group. In the same period, the patients without SSI were randomly selected as non-infected group according to 1:4 ratio. The risk factors of infection after spinal surgery in previous studies were collected, including demographics, such as age, sex, body mass index(BMI), smoking, diabetes mellitus, hypertension, lumbar disease type, and preoperative laboratory serological markers: glycosylated hemoglobin, serum albumin, serum globulin, red blood cells, white blood cells, thrombocyte, serum potassium, serum calcium, and operation related markers: operation time, intraoperative blood loss, operation level, number of fusion segments. The above data were analyzed by univariate analysis between the two groups, and the indicators

第一作者简介:男(1978-),主治医师,研究方向:脊柱外科

电话:(023)53888050 E-mail:lpzmyyjb@163.com

通讯作者:郑文杰 E-mail:86427891@qq.com

with significant statistical differences were screened and further analyzed in the Binary Logistic regression to explore the risk factors related to SSI, and drew the receiver operating characteristic curve(ROC). **Results:** A total of 679 patients were enrolled, 25 of whom had SSI and were assigned to the SSI group, the incidence of SSI was 3.68%(25/679). Meanwhile, 100 blank control patients without SSI were randomly selected and assigned to the non-infected group. Univariate analysis showed that age, BMI, smoking, diabetes mellitus, glycosylated hemoglobin, serum albumin, operation time, intraoperative blood loss, and number of fusion segments were significantly different between the two groups($P<0.05$), while there was no significant difference in sex ratio, hypertension, lumbar disease type, serum globulin, red blood cells, white blood cells, thrombocyte, serum potassium, serum calcium, and operation level($P>0.05$). Logistic analysis showed that age (OR=1.077, 95%CI 1.003–1.156, $P=0.042$), body mass index (OR=1.251, 95%CI 1.004–1.559, $P=0.046$), glycosylated hemoglobin (OR=2.368, 95%CI 1.457–3.801, $P<0.001$), serum albumin (OR=0.877, 95%CI 0.773–0.977, $P=0.044$) and operation time(OR=1.026, 95%CI 1.003–1.050, $P=0.029$) were risk factors of SSI after MIS-TLIF. The cut-off value of glycosylated hemoglobin on ROC curve was 7.60%. **Conclusions:** Elderly patients, obesity, preoperative high glycosylated hemoglobin, low serum albumin and long operation time increase the risk of surgical site infection after MIS-TLIF.

[Key words] Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; Surgical site infection; Complications; Risk factors

[Author's address] Department of Orthopaedics, Liangping District People's Hospital, Chongqing, 405200, China

Quadrant通道下经椎间孔腰椎椎间融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)是治疗腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、腰椎滑脱症等腰椎退行性疾病的经典微创术式。此术式使用通道完成减压以及植骨融合固定,较传统的开放 TLIF 更好地保留了椎旁肌肉结构、术中出血更少、术后康复更快^[1,2],已成为目前微创融合手术的主流手术方案。MIS-TLIF 术后的手术部位感染(surgical site infection, SSI)发生率虽然较开放 TLIF 低^[3],但随着此术式在临床广泛运用, MIS-TLIF 术后 SSI 的报道并不少见。术后 30d 内再入院的患者中有 20%是因为 SSI 所致^[4],发生 SSI 的患者平均住院时间较未感染者增加 11d^[5],增加了患者的经济负担以及社会医疗成本。目前已有研究对全脊柱开放手术后 SSI 的危险因素进行术前与术中相关指标的分析^[6],但少有文献涉及患者的血清学指标及对 MIS-TLIF 术式进行专项研究。本研究回顾性分析 2015 年 1 月~2018 年 12 月在重庆市梁平区人民医院骨科行 Quadrant 通道下 MIS-TLIF 治疗患者的资料,探讨 MIS-TLIF 术后 SSI 的危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2015 年 1 月~2018 年 12 月在重庆市梁平区人民医院骨科行 Quadrant 通道下 MIS-TLIF

患者的临床资料。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)诊断为腰椎退行性疾病,包括腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、腰椎不稳/滑脱症;(3)行单节段或多节段 Quadrant 通道下 MIS-TLIF。排除标准:(1)术前合并脊柱或全身其他部位活动性感染、马尾综合征、脊柱畸形、肿瘤;(2)急诊手术。共纳入 679 例患者。

1.2 SSI 诊断标准

术后 30d 内的急性感染,包括浅部和深部感染两类。采用美国疾病控制及预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)诊断标准^[7],从以下 4 个方面进行判定,符合一项或一项以上即诊断为 SSI:(1)手术伤口表现为红、肿、热、痛,有波动感或合并脓肿、流脓;(2)伤口分泌物细菌培养阳性;(3)再次清创手术患者,术中灌洗液或组织细菌培养阳性;(4)实验室检验血常规、C 反应蛋白、降钙素原以及 MRI 检查或组织病理学检查等证实为 SSI。

1.3 观察指标与方法

在 679 例患者中,将所有符合 SSI 诊断标准的患者纳入 SSI 组。在同期未发生 SSI 的患者中,按 1:4 的比例(感染患者:无感染患者)随机抽取相应数量患者作为对照组(无感染组)。根据既往文献报道的脊柱术后 SSI 高危因素,收集两组患者的一般资料:年龄、性别、体重指数(BMI)、吸烟史、合并糖尿病和高血压病情况、腰椎疾病类型(单纯

腰椎间盘突出症、单纯腰椎管狭窄症、单纯腰椎不稳/滑脱症以及腰椎不稳/滑脱症合并腰椎管狭窄);术前血清学指标:糖化血红蛋白、血清白蛋白、血清球蛋白、红细胞、白细胞、血小板、血钾、血钙;手术相关指标:手术时间、术中出血量、手术节段、融合节段数。

1.4 统计学方法

使用统计学软件 SPSS 18.0 进行数据分析。计量资料使用均数±标准差表示。根据是否符合正态性和方差齐性检验,计量资料的组间比较采用独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney U 检验进行分析。计数资料组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行分析。对于单因素分析有显著性差异的自变量进行二分类 Logistic 回归分析,使用向后法(Wald)筛选 SSI 的独立危险因素,并选择 OR 值最高的危险因素进行受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)分析,寻找其最佳界值(Best cut-off)。 $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

679 例符合纳入标准 MIS-TLIF 患者中,有 25 例患者术后发生 SSI,纳入 SSI 组,发生率为 3.68%(25/679)。按照设定的 1:4 的比例,随机抽取同期 100 例未发生感染的 MIS-TLIF 患者纳入对照组(无感染组)。SSI 组 25 例患者中,19 例为浅部感染,6 例为深部感染。浅部感染患者予以加强换药,延长抗生素使用时长,必要时更换美罗培南等高级别抗生素;深部感染患者除上述抗感染处理外,其中 2 例患者予以二次手术清创处理并留置引流管,1 例患者行清创加内固定取出术。所有 SSI 患者感染均得到控制,愈合良好。

2.1 组间资料比较

SSI 组与无感染组患者的一般资料见表 1,两组患者的年龄、BMI、吸烟史、合并糖尿病比例具有统计学差异($P<0.05$),而性别比、合并高血压病、腰椎疾病类型无统计学差异($P>0.05$)。术前血清学指标见表 2,两组糖化血红蛋白、血清白蛋白有统计学差异($P<0.05$),而血清球蛋白、红细胞、白细胞、血小板、血钾、血钙无统计学差异($P>0.05$)。手术相关指标见表 3,手术时间、术中出血量、融合节段数均有统计学差异($P<0.05$),而手术节段无统计学差异($P>0.05$)。因多节段例数较少,为保证每组期望值符合统计学最小要求,同时为

了更加体现手术节段对发病的影响,我们将多节段病例拆分合并入各个节段中纳入统计。

2.2 二分类 Logistic 回归分析

表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of patient demographics between the two groups

	SSI组(n=25) SSI group	无感染组(n=100) Non-infection group
性别(男/女) Gender (M/F)	15/10	56/44
年龄(岁) Age(years)	63.68±8.28	57.70±8.41 ^①
体重指数 BMI(kg/m ²)	27.15±3.35	24.98±3.12 ^①
吸烟史(是/否) Smoke (Yes/No)	12/13	22/78 ^①
糖尿病(是/否) Diabetes mellitus (Yes/No)	11/14	14/86 ^①
高血压病(是/否) Hypertension (Yes/No)	6/19	17/83
腰椎疾病类型 Lumbar disease type		
腰椎间盘突出症 Lumbar disc herniation	6	24
腰椎管狭窄症 Lumbar spinal stenosis	7	19
腰椎不稳/滑脱症 Lumbar instability/ spondylolisthesis	5	26
腰椎不稳/滑脱症合并腰 椎管狭窄 Lumbar instability/ spondylolisthesis combined with spinal stenosis	7	31

注:①与 SSI 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with SSI group, $P<0.05$

表 2 两组患者术前血清学指标比较

Table 2 Comparison of perioperative serological markers between the two groups

	SSI组(n=25) SSI group	无感染组(n=100) Non-infection group
糖化血红蛋白(%) HbA1c	7.33±2.32	5.28±0.84 ^①
血清白蛋白(g/L) Serum albumin	39.54±4.36	42.62±5.68 ^①
血清球蛋白(g/L) Serum globulin	25.22±4.15	24.72±3.77
红细胞($\times 10^{12}/L$) Red blood cells	4.92±0.65	5.09±0.53
白细胞($\times 10^9/L$) White blood cells	7.12±1.94	6.69±2.04
血小板($\times 10^9/L$) Thrombocyte	232.16±67.83	237.07±69.62
血钾(mmol/L) Serum potassium	4.05±0.49	4.19±0.51
血钙(mmol/L) Serum calcium	2.39±0.16	2.45±0.16

注:①与 SSI 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with SSI group, $P<0.05$

将上述有统计学意义的因素(年龄、体重指数、吸烟史、合并糖尿病、糖化血红蛋白、血清白蛋白、手术时间、术中出血量、融合节段数)为自变量,以 SSI 发生为因变量进行二分类 Logistic 回归分析。因“糖尿病”与“糖化血红蛋白”统计学上具有显著共线性关系,故在回归分析时仅纳入灵敏度更高的“糖化血红蛋白”指标。Logistic 结果显示,年龄、BMI、糖化血红蛋白、手术时间、低血清白蛋白为 MIS-TLIF 术后 SSI 的危险因素(表 4, $P < 0.05$)。根据优势比 OR 值,术前高糖化血红蛋白引起的术后 SSI 风险相关性最高,糖化血红蛋白指标每增加 1 个单位,发生 SSI 并发症的风险增加 1.4 倍。

2.3 ROC 曲线

以 OR 值最高的糖化血红蛋白预测 SSI 发生绘制 ROC 曲线(图 1),曲线下面积为 0.753,为较好的预测指标。当灵敏度为 0.480、1-特异性为

0.020 时到达最佳界值,此时糖化血红蛋白界值为 7.60%。

表 3 两组患者手术相关指标比较

Table 3 Comparison of operation related markers between the two groups

	SSI 组 (n=25) SSI group	无感染组 (n=100) Non-infection group
手术时间 (mins) operation time	184.00±30.99	152.65±31.11 ^①
术中出血量 (ml) Intraoperative blood loss	258.00±129.65	197.20±76.94 ^①
手术节段 Level		
L2/3	0	3
L3/4	5	15
L4/5	17	53
L5/S1	11	41
融合节段数 Number of fusion segments	1.32±0.56	1.12±0.38 ^①

注:①与 SSI 组比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with SSI group, $P < 0.05$

表 4 MIS-TLIF 术后 SSI 危险因素的 Logistic 回归分析

Table 4 Logistic regression analysis of SSI risk factors after MIS-TLIF

	偏回归系数 B	标准误 SE	瓦尔德 Wald	P 值 P Value	优势比 OR	95% 可信区间 95% CI
年龄 Age	0.074	0.036	4.131	0.042	1.077	1.003~1.156
体重指数 BMI	0.224	0.112	3.982	0.046	1.251	1.004~1.559
术前糖化血红蛋白 Preoperative HbA1c	0.862	0.242	12.738	<0.001	2.368	1.475~3.801
术前血清白蛋白 Preoperative Serum albumin	-0.131	0.065	4.042	0.044	0.877	0.773~0.977
手术时间 Operation time	0.026	0.012	4.780	0.029	1.026	1.003~1.050
常量 Constant	-15.753	4.825	10.658	0.001	—	—

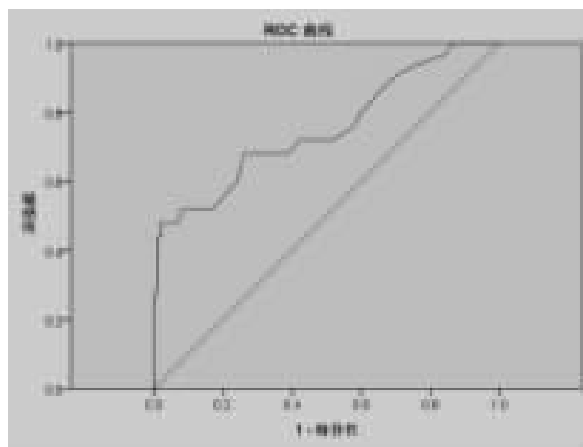


图 1 糖化血红蛋白的 ROC 曲线图

Figure 1 ROC curve of HbA1c

3 讨论

MIS-TLIF 作为一种成熟的脊柱微创融合技术,在腰椎退行性疾病的治疗中得到了广泛而有效的应用,特别是对于无法承受传统开放 TLIF 手术创伤的高龄患者,为其提供了可选择的微创手术方案^[8]。而 MIS-TLIF 术后 SSI 会造成患者额外长时间抗生素使用、住院时间延长、融合失败风险增加,甚至需再次清创手术或内置物取出^[9,10],不仅加重患者及社会医疗负担,更造成患者特别是老年患者的死亡率增加^[11]。随着脊柱微创外科技术的不断开展,MIS-TLIF 术后可能带来的 SSI 并发症也受到更多的重视。据不完全统计,腰椎椎体间融合术后 SSI 的发生率为 2.4%~5%^[12-14],在本研究中,679 例 MIS-TLIF 患者中 SSI 的发生率为

3.68%, 与文献报道一致。

目前已有关于脊柱术后 SSI 危险因素的报道, 并发现了一系列相关的指标。本研究聚焦于 Quadrant 通道下 MIS-TLIF, 同时排除了术前合并活动性感染、马尾综合征、脊柱畸形、肿瘤、急诊手术等病例, 目的是尽可能减少混杂因素对研究结果的影响。在本研究中, 不仅对既往文献提到的传统危险因素进行了分析, 如年龄、吸烟史、糖尿病、高血压病等, 同时还对于一些血清学指标进行了统计, 目的是为了尽可能全面地发现 MIS-TLIF 术后 SSI 的危险因素。

许多研究表明, 糖尿病是脊柱术后 SSI 的危险因素^[6,15,16]。血糖代谢障碍可引起血管结构和功能异常, 从而导致局部微循环缺血、组织缺氧, 有利于厌氧菌生长, 最终引起伤口延迟愈合、感染风险加剧^[17]。同时糖尿病还可引起免疫功能紊乱, 粒细胞的黏附、吞噬能力降低, T 淋巴细胞功能减退, 对入侵的微生物的各种抵御反应被抑制, 造成了术后感染高发^[18]。因此外科医生通常会严格控制患者围手术期血糖, 将术前空腹血糖控制在 6.9mmol/L 以下再行手术^[19]。本研究发现, 糖化血红蛋白也是 MIS-TLIF 术后 SSI 的显著危险因素, 糖化血红蛋白指标每增加 1 个单位, 发生 SSI 并发症的风险增加 1.4 倍。糖化血红蛋白增高代表患者在过去 1~2 个月内血糖控制不佳, 而长期高糖状态会导致细胞介导的免疫和巨噬细胞功能障碍, 机体整体免疫功能降低, 对细菌病毒的反应能力减弱。在本研究发现的诸多感染危险因素中, 为增强数据可信度, 我们只选取了 OR 值最大的指标, 即正相关性最大的危险因素进行 ROC 曲线绘制。通过对糖化血红蛋白的 ROC 曲线分析, 得到糖化血红蛋白界值为 7.6%。因此, 手术医师不仅应当严格控制患者围手术期血糖, 而且还应对于入院糖化血红蛋白高于 7.6% 的患者提高警惕。

高 BMI 也是 MIS-TLIF 术后 SSI 的危险因素。Gum 等^[10]和 Onyekwelu 等^[20]的研究均发现 BMI>30kg/m² 是腰椎融合术后发生 SSI 的危险因素。肥胖可导致内分泌代谢紊乱, 引起高胰岛素血症、胰岛素抵抗, 造成糖耐量受损或糖尿病, 同时总胆固醇、甘油三酯增高, 诱发冠心病、动脉粥样硬化、胆石症等众多基础疾病, 引起患者免疫功能下降。肥胖患者脂肪组织中血管增多, 术后脂肪液化发生率增高, 增加了伤口感染风险。

年龄是一个独立且不可更改的术后感染危险

因素。年龄≥60 岁的患者脊柱术后 SSI 的风险是较年轻组的 3 倍^[6,15]。本研究也发现行 MIS-TLIF 的患者年龄每增加 1 岁, 其术后 SSI 发生率增加 0.077 倍。高龄患者机体代谢降低, 免疫功能退化, 可能伴随众多基础疾病, 机体的储备能力明显下降, 对手术创伤打击较为敏感。局部组织抗感染能力以及自我修复能力减弱, 增加术后 SSI 风险。

虽然单因素分析表示两组间手术时间、术中出血量均具有统计学差异 ($P<0.05$), 但根据二分类 Logistic 分析, 我们发现手术时间是 MIS-TLIF 术后 SSI 并发症的危险因素, 而术中出血量被排除在 Logistic 回归方程之外 ($P>0.05$), 可能因为 MIS-TLIF 作为微创融合术式, 其平均出血量远低于开放 TLIF 手术, 故出血对感染发生的影响较低。而手术时间>3h, 脊柱术后 SSI 的发生率将显著增高^[21]。手术时间延长导致组织牵拉时间增加, 加重局部缺血、组织炎性因子释放, 同时手术伤口暴露时间延长导致致病菌直接从伤口入血可能性增加。

在本研究中, 我们发现低血清白蛋白是术后 SSI 的显著危险因素。血清白蛋白水平与患者的营养状况、肝肾功能密切相关。低蛋白血症将会导致患者免疫功能抑制, 局部组织水肿、微循环障碍, 组织液渗出增多, 影响伤口正常愈合, 为细菌繁殖创造条件。既往有文献报道术前低血钙是脊柱术后感染的危险因素^[14], 但本研究发现血钙、血钾等电解质指标不具有统计学差异。低钙血症通常发生在中毒性休克综合征 (toxic-shock syndrome) 的患者, 感染会增加降钙素的分泌并降低血钙水平^[22], 有 40% 的菌血症患者会出现低钙血症^[23]。而 MIS-TLIF 患者术前均无明显活动性感染, 故两组的术前血钙未发现统计学差异。

降低 MIS-TLIF 术后 SSI 发生率、减少术后并发症是脊柱微创外科医生共同的追求。本研究发现既有不可改变的危险因素如年龄, 又有患者相关因素如 BMI、术前糖化血红蛋白、血清白蛋白, 还有术者相关因素如手术时间。如何降低 SSI 的发生, 我们认为首先应当权衡患者手术适应证与禁忌证, 正确选择手术方式。对于高龄合并肥胖、糖尿病的腰椎退行性病变的患者, 应谨慎评估融合固定的必要性。同时应当重视糖化血红蛋白的指标结果, 对于数值明显高于 7% 的患者^[24], 必要时可先控制血糖足够时间后再行手术, 以减少既往持续高糖状态对机体的毒性作用。及时纠正术

前低蛋白血症、术后加强营养支持,并积极监测血清白蛋白变化情况。术者应当尽可能通过增加手术熟练程度来减少手术时间,术中严格无菌操作,必要时可释放操作通道以及增加生理盐水灌洗,以降低术后 SSI 的发生。

综上所述,高龄、肥胖、糖化血红蛋白升高、低血清白蛋白、手术时间长是 MIS-TLIF 术后发生 SSI 的危险因素,上述因素既相对独立又彼此影响,术者不应孤立地控制某个危险因素,而需要在整体水平上对患者感染风险进行调控。同时本研究为单中心回顾性研究,存在一定的局限性,有待今后更大样本的多中心前瞻性研究进一步验证。

4 参考文献

1. Lee WC, Park JY, Kim KH, et al. minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in multilevel: comparison with conventional transforaminal interbody fusion [J]. World Neurosurg, 2016, 85: 236-243.
2. Park Y, Seok SO, Lee SB, et al. Minimally invasive lumbar spinal fusion is more effective than open fusion: a Meta-analysis[J]. Yonsei Med J, 2018, 59(4): 524-538.
3. Kulkarni AG, Patel RS, Dutta S. Does minimally invasive spine surgery minimize surgical site infections[J]. Asian Spine J, 2016, 10(6): 1000-1006.
4. Akins PT, Harris J, Alvarez JL, et al. Risk factors associated with 30-day readmissions after instrumented spine surgery in 14,939 patients: 30-day readmissions after instrumented spine surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2015, 40(13): 1022-1032.
5. 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 [J]. JAMA Intern Med, 2013, 173(22): 2039-2046.
6. 石磊, 李海峰, 阮狄克, 等. 脊柱术后手术部位感染的危险因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(10): 908-912.
7. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention(CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee[J]. Am J Infect Control, 1999, 27(2): 97-132; quiz 133-134; discussion 196.
8. Nikhil NJ, Lim JW, Yeo W, et al. Elderly patients achieving clinical and radiological outcomes comparable with those of younger patients following minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. Asian Spine J, 2017, 11 (2): 230-242.
9. Hart RA, Cabalo A, Bess S, et al. Comparison of patient and surgeon perceptions of adverse events after adult spinal deformity surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2013, 38(9): 732-736.
10. Gum JL, Carreon LY, Stimac JD, et al. Predictors of Oswestry disability index worsening after lumbar fusion[J]. Orthopedics, 2013, 36(4): e478-483.
11. Pesenti S, Pannu T, Andres-Bergos J, et al. What are the risk factors for surgical site infection after spinal fusion? a Meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2018, 27(10): 2469-2480.
12. Veeravagu A, Patil CG, Lad SP, et al. Risk factors for post-operative spinal wound infections after spinal decompression and fusion surgeries[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(17): 1869-1872.
13. Lim S, Edelstein AI, Patel AA, et al. Risk factors for post-operative infections after single-level lumbar fusion surgery [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2018, 43(3): 215-222.
14. Liu JM, Deng HL, Chen XY, et al. Risk factors for surgical site infection after posterior lumbar spinal surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2018, 43(10): 732-737.
15. 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.
16. 缪锦浩, 陈德玉. 脊柱手术后切口感染的危险因素[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(3): 246-249.
17. Salazar JJ, Ennis WJ, Koh TJ. Diabetes medications: impact on inflammation and wound healing[J]. J Diabetes Complications, 2016, 30(4): 746-752.
18. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation [J]. Diabet Med, 1998, 15 (7): 539-553.
19. 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.
20. Onyekwelu I, Glassman SD, Asher AL, et al. Impact of obesity on complications and outcomes: a comparison of fusion and nonfusion lumbar spine surgery [J]. J Neurosurg Spine, 2017, 26(2): 158-162.
21. 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.
22. Chesney RW, Mccarron DM, Haddad JG, et al. Pathogenic mechanisms of the hypocalcemia of the staphylococcal toxic-shock syndrome[J]. J Lab Clin Med, 1983, 101(4): 576-585.
23. Aderka D, Schwartz D, Dan M, et al. Bacteremic hypocalcemia: a comparison between the calcium levels of bacteremic and nonbacteremic patients with infection [J]. Arch Intern Med, 1987, 147(2): 232-236.
24. 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.

(收稿日期:2019-07-29 末次修回日期:2019-10-22)

(英文编审 唐翔宇)

(本文编辑 卢庆霞)