doi:10.11659/jjssx.09E024033

·临床研究·

开放式经椎间孔腰椎椎间融合术后引流量增加的预测模型构建与验证

胡 寅[1],于海龙[2],顾洪闻[2],韩康恩[1],唐世磊[1],赵远航[1],张智昊[2],李俊潮[1],邢 乐[2],王洪伟[2] (1.大连医科大学研究生院,辽宁 大连 116044;2.北部战区总医院骨科,辽宁 沈阳 110016)

[摘 要] **目的** 分析开放式经椎间孔腰椎椎间融合术(TLIF)后引流量增加的危险因素,建立预测模型并进行验证。**方法** 收集2016年1月至2019年12月于北部战区总医院行开放式TLIF的680例患者的临床资料,将患者随机分为训练组(*n*=476)和验证组(*n*=204),以*LASSO*回归分析筛选预测因素为自变量,构建多因素*Logistic*回归预测模型。通过受试者工作特征(*ROC*)曲线、*Hosmer-Lemeshow*拟合优度检验、校准曲线对模型进行内部验证,并使用决策曲线分析(*DCA*)判断其临床有效性。**结果** *LASSO*回归分析筛选出4个预测变量:年龄、手术节段数量、手术持续时间和术中出血量。多因素*Logistic*回归预测模型显示,年龄≥60岁、手术节段数量≥4节、手术持续时间≥2 h和术中出血量≥200 mL是TLIF患者术后引流量增加的独立影响因素(*P*<0.05)。*ROC*曲线分析显示,训练组的曲线下面积(*AUC*)为0.816(95%*CI*:0.798~0.867);验证组的*AUC*为0.783(95%*CI*:0.685~0.823),表明预测模型具有良好的区分度。同时,*Hosmer-Lemeshow*拟合优度检验及校准曲线表明该模型具有较好的拟合度,预测概率与实际概率基本一致,具有较好的校准度。*DCA*结果显示,该预测模型可应用于临床。**结论** 开放式TLIF术后引流量增加的危险因素包括年龄、手术节段数量、手术持续时间和术中出血量,以此构建的预测模型性能良好,可应用于临床指导TLIF术后引流管拔除时间的选择。

[关键词] 经椎间孔腰椎椎间融合术;预测模型;引流量;危险因素
[中图分类号] R687.3 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-09-06

Establishment and validation of a predictive model for increased drainage volume after open transforaminal lumbar interbody fusion

HU Yin[1], YU Hai-long[2], GU Hong-wen[2], HAN Kang-en[1], TANG Shi-lei[1], ZHAO Yuan-hang[1], ZHANG Zhi-hao[2], LI Jun-chao[1], XING Le[2], WANG Hong-wei[2] (1.Graduate School of Dalian Medical University, Dalian Liaoning 116044, China; 2.Department of Orthopedics, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang Liaoning 110016, China)

Abstract: Objective To analyze the risk factors for increased drainage volume after open transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF), and to establish a predictive model and then validate it. **Methods** The clinical data of 680 patients who underwent open TLIF at the General Hospital of Northern Theater Command from January 2016 to December 2019 were collected and the patients were randomly divided into the training group (*n*=476) and the validation group (*n*=204). Taking the predictive factors screened out by *LASSO* regression analysis as independent variables, a multivariate *Logistic* regression predictive model was constructed. The model was internally validated through the *receiver operating characteristic* (*ROC*) curve, *Hosmer-Lemeshow* goodness-of-fit test, and calibration curve, and its clinical utility was assessed via *decision curve analysis* (*DCA*). **Results** *LASSO* regression analysis screened out four predictive variables: age, number of surgical segments, operative duration, and intraoperative blood loss. The multivariate *Logistic* regression predictive model demonstrated that age≥60 years, number of surgical segments≥4, operative duration≥2 hours, and intraoperative blood loss≥200 mL were independent influencing factors for the increased postoperative drainage volume in patients undergoing TLIF (*P*<0.05). *ROC* curve analysis revealed an *area under the curve* (*AUC*) of 0.816 (95%*CI*: 0.798 to 0.867) in the training group and 0.783 (95%*CI*: 0.685 to 0.823) in the validation group, indicating that the predictive model had good discriminatory ability. Additionally, the *Hosmer-Lemeshow* goodness-of-fit test and calibration curve indicated that the predictive model had a good degree of fit, and the predicted probability was basically consistent with the actual probability, demonstrating a good calibration. The *DCA* results confirmed that this predictive model could be applied in clinical practice. **Conclusion** The risk factors for increased drainage volume after open TLIF include age, number of surgical segments, operative duration, and intraoperative blood loss. The predictive model established based on these factors demonstrates good performance, and it can be applied in clinical guidance for the selection of drainage tube removal time after TLIF.

Keywords: transforaminal lumbar interbody fusion; predictive model; drainage volume; risk factors

经椎间孔腰椎椎间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion,TLIF)直接经单侧入路抵达椎间孔间隙,从而减少了对脊柱肌肉的剥离,维持了脊柱结构的完整性,有效减轻了手术创伤,而且只需打开一侧

[基金项目] 辽宁省科技计划联合计划(2023JH2/101700130)
[通信作者] 王洪伟,E-mail:cplawhw@163.com

的椎间孔,从而减少对神经根、硬脑膜和黄韧带等重要解剖结构的损伤,已成为当下治疗腰椎退行性疾病变的主要方法之一[1]。因术后可能出现血肿压迫神经、脑脊液漏影响切口愈合等并发症,大多数医生会在腰椎术后常规放置引流管[2]。既往关于引流管拔除时间的标准研究较少,基本都按临床惯例控制在术后3~4 d拔除[3],但不同患者的术后引流量存在一定差异,笼统地在术后3~4 d拔除引流管未充分考虑患者个体差异。对于引流量较大的患者,引流管拔除过早会导致术区血肿压迫神经,进而加重下肢症状,甚至因需要行血肿清除而进行二次手术,增加患者的疼痛、卧床时间与住院费用[4-5]。引流管拔除过晚则会刺激局部组织引发炎症反应,增加引流管相关感染风险,同时会延长患者卧床制动时间,降低术后活动积极性,不利于肢体功能恢复[6-7]。故本研究拟通过现有的临床数据建立预测模型,筛选出TLIF后导致引流量增加的危险因素,并明确何时拔除引流管对患者的不利影响较小,从而为临床确定拔管时间提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集2016年1月至2019年12月于北部战区总医院行开放式TLIF的1 020例患者的临床资料。纳入标准:①合并腰椎间盘突出症、腰椎滑脱症、腰椎管狭窄症等腰椎退行性疾病;②症状、体征及影像学检查结果相一致,经3个月以上保守治疗无效,要求行手术治疗;③术前至少停用阿司匹林1周;④临床资料完整。排除标准:①有血液系统疾病,如血友病、白血病、原发性血小板减少症等;②围术期应用肝素等抗凝药物;③合并腰椎感染、结核、严重骨折等,不宜行手术治疗。根据上述纳入和排除标准最终纳入680例患者,其中男476例、女204例,腰椎间盘突出症312例、腰椎滑脱症153例、腰椎管狭窄症215例。本研究经北部战区总医院医学伦理委员会批准(批准号:Y-2022-01)。

1.2 观察指标

收集患者性别、年龄、BMI(<18.5 kg/m^{2}为消瘦,18.5~<24.0 kg/m^{2}为正常,24.0~<28.0 kg/m^{2}为超重,≥28.0 kg/m^{2}为肥胖)、术日回房收缩压、术日回房舒张压、病程、吸烟史、饮酒史、术前合并症(糖尿病、高血压、冠心病)、手术节段数量、手术持续时间、手术时间点、术中出血量、术后总引流量及实验室检查相关指标[术前红细胞压积(preoperative hematocrit,HCT)、术前血小板压积(plateletcrit,PCT)、术前国际标准化比值(international normalized ratio,INR)、术前凝血酶原时间(prothrombin time,PT)、术前活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time,APTT)、术前凝血酶时间(thrombin time,TT)、术前纤维蛋白原(fibrinogen,FIB)、术后血红蛋白]。记录患者术后总引流量,术后24 h引流量低于50 mL即拔出双侧引流管,引流量增加定义为术后累计引流量超过中位引流量。

1.3 模型的建立与验证

将680例行开放式TLIF治疗的患者随机分为训练组(n=476)和验证组(n=204),以*LASSO*回归分析筛选出预测变量作为自变量,构建多因素*Logistic*回归预测模型。训练组用于建立预测模型,验证组用于验证模型性能。预测模型的验证主要基于模型的区分度和校准度,通过受试者工作特征(*receiver operating characteristic*,*ROC*)曲线及曲线下面积(*area under the curve*,*AUC*)评价模型的区分度,以*Hosmer-Lemeshow*拟合优度检验模型的拟合度,以校准曲线评价模型的校准度,以决策曲线分析(*decision curve analysis*,*DCA*)评价其临床收益。

1.4 统计学分析

采用SPSS 26.0软件对数据进行统计学分析,计数资料以率(%)表示,组间比较使用χ^2检验;计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较使用独立样本t检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 训练组和验证组患者人口统计学特征和围术期指标比较

2组患者性别、年龄、BMI、术日回房收缩压、术日回房舒张压、病程、吸烟史、饮酒史、术前合并症(糖尿病、高血压、冠心病)、手术节段数量、手术持续时间、手术时间点、术中出血量、术后总引流量、术后血红蛋白、实验室检查结果等人口统计学特征和围术期指标比较,差异均无统计学意义(P>0.05),具有可比性,可为后续的模型验证提供有效支撑,见表1、2。

2.2 *LASSO*回归筛选变量

根据训练组患者的临床资料,使用*LASSO*回归分析从23个观察指标中进行变量筛选,在λ最小值(λ=0.013)和最小值的1SE(λ=0.036)处绘制垂直线,当log(λ)=-3.315时,筛选出6个非零系数的预测变量,但因分类变量设置了哑变量,实际筛选出4个变量,即年龄、手术节段数量、手术持续时间和术中出血量,见图1。

表1 患者的人口统计学特征[例(%)]

变量		训练组(*n*=476)	验证组(*n*=204)	*P*
性别	男	235(49.37)	88(43.14)	0.121
	女	241(50.63)	116(56.86)	
年龄	<60岁	226(47.48)	106(51.96)	0.275
	≥60岁	250(52.52)	98(48.04)	
BMI	消瘦	5(1.08)	2(0.98)	0.247
	正常	161(33.75)	76(37.25)	
	超重	207(43.45)	93(45.59)	
	肥胖	103(21.72)	33(16.18)	
病程	<3个月	76(15.97)	35(17.16)	0.913
	3个月至1年前	150(31.51)	62(30.39)	
	1~5年	111(23.32)	45(22.06)	
	>5年	139(29.20)	62(30.39)	
吸烟史	无	322(67.65)	147(72.06)	0.225
	有	154(32.35)	57(27.94)	
饮酒史	无	352(73.95)	155(75.98)	0.526
	有	124(26.05)	49(24.02)	
糖尿病	无	389(81.72)	165(80.88)	0.937
	有	87(18.28)	39(19.12)	
高血压	无	315(66.18)	126(61.76)	0.293
	有	161(33.82)	78(38.24)	
冠心病	无	404(84.87)	177(86.76)	0.547
	有	72(15.13)	27(13.24)	

2.3 多因素*Logistic*回归预测模型构建

以TLIF患者术后总引流量为因变量(正常=0,增加=1),以*LASSO*回归分析筛选出的4个预测变量为自变量,分别为年龄(<60岁=0,≥60岁=1)、手术节段数量(1节=0,2节=1,3节=2,4节=3,5节=4)、手术持续时间(<2 h=0,2~<3 h=1,3~4 h=2,>4 h=3)和术中出血量(<200 mL=0,≥200 mL=1),构建多因素*Logistic*回归预测模型,结果显示,年龄≥60岁、手术节段数量≥4节、手术持续时间≥2 h和术中出血量≥200 mL是TLIF患者术后引流量增加的独立影响因素(*P*<0.05),见表3。

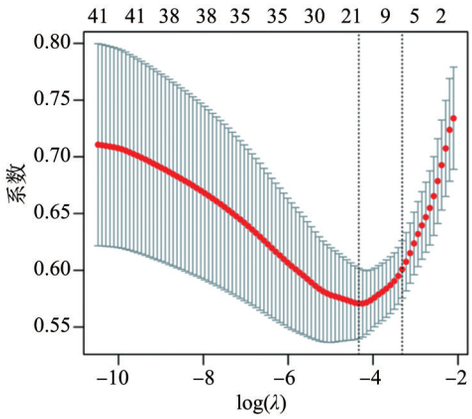


图1 *LASSO*回归筛选变量

2.4 预测模型验证

训练组的*AUC*为0.816(95%*CI*:0.798~0.867);验证组的*AUC*为0.783(95%*CI*:0.685~0.823),表明预测模型具有良好的区分度,见图2。*Hosmer-Lemeshow*拟合优度检验显示模型具有较好的拟合度,说明该模型预测概率与实际概率基本一致;同时,训练组和验证组的校准曲线显示模型具有中度的一致性,表明预测模型的校准度良好,见图3。

2.5 临床应用

*DCA*结果显示,阈值概率在0~0.8时,预测住院患者发生引流量增加的风险并进行干预,会有较好的临床收益,证明该预测模型可应用于临床,见图4。

3 讨论

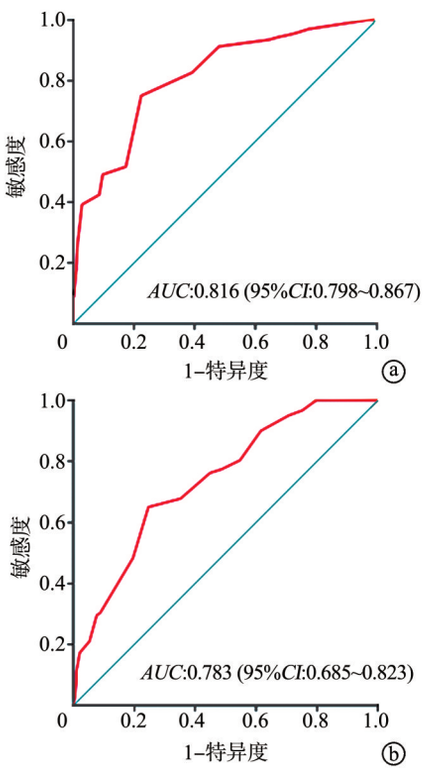
在腰椎手术中,术区出血后形成的椎管内血肿是一种潜在的严重不良事件,会压迫脊髓或神经根,对

表2 患者围术期指标[例(%)]

变量		训练组(*n*=476)	验证组(*n*=204)	*P*	变量		训练组(*n*=476)	验证组(*n*=204)	*P*
手术节段数量	1节	245(51.47)	108(52.94)	0.763	手术时间点	8:00—10:59	108(22.69)	41(20.1)	0.515
	2节	170(35.71)	65(31.86)			11:00—12:59	50(10.5)	26(12.75)	
	3节	49(10.29)	23(11.28)			13:00及以后	318(66.81)	137(67.15)	
	4节	10(2.11)	6(2.94)		HCT	<0.40或>0.50	115(24.16)	57(27.94)	0.334
	5节	2(0.42)	2(0.98)			0.40~0.50	361(75.84)	147(72.06)	
手术持续时间	<2 h	182(38.23)	69(33.82)	0.435	PCT	<0.11%或>0.28%	64(13.45)	33(16.18)	0.321
	2~<3 h	190(39.92)	90(44.12)			0.11%~0.28%	412(86.55)	171(83.82)	
	3~4 h	73(15.34)	28(13.73)		INR	<0.8或>1.2	2(0.42)	1(0.49)	1.000
	>4 h	31(6.51)	17(8.33)			0.8~1.2	474(99.58)	203(99.51)	
术后总引流量	正常	419(88.02)	174(85.29)	0.276	PT	<11 s或>13 s	122(25.63)	45(22.06)	0.373
	增加	57(11.98)	30(14.71)			11~13 s	354(74.37)	159(77.94)	
术中出血量	<200 mL	344(72.27)	142(69.61)	0.517	APTT	<31 s或>43 s	226(47.48)	90(44.12)	0.412
	≥200 mL	132(27.73)	62(30.39)			31~43 s	250(52.52)	114(55.88)	
术日回房舒张压	<60 mmHg	18(3.78)	9(4.41)	0.821	TT	<16 s或>18 s	3(0.63)	1(0.49)	1.000
	60~89 mmHg	429(90.13)	182(89.22)			16~18 s	473(99.37)	203(99.51)	
	≥90 mmHg	29(6.09)	13(6.37)		FIB	<2 g/L或>4 g/L	60(12.61)	24(11.76)	0.814
术日回房收缩压	<90 mmHg	3(0.63)	1(0.49)	0.925		2~4 g/L	416(87.39)	180(88.24)	
	90~139 mmHg	377(79.20)	160(78.43)		术后血红蛋白	<120 g/L	172(36.13)	84(41.18)	0.213
	≥140 mmHg	96(20.17)	43(21.08)			≥120 g/L	304(63.87)	120(58.82)	

表3 多因素*Logistic*回归分析

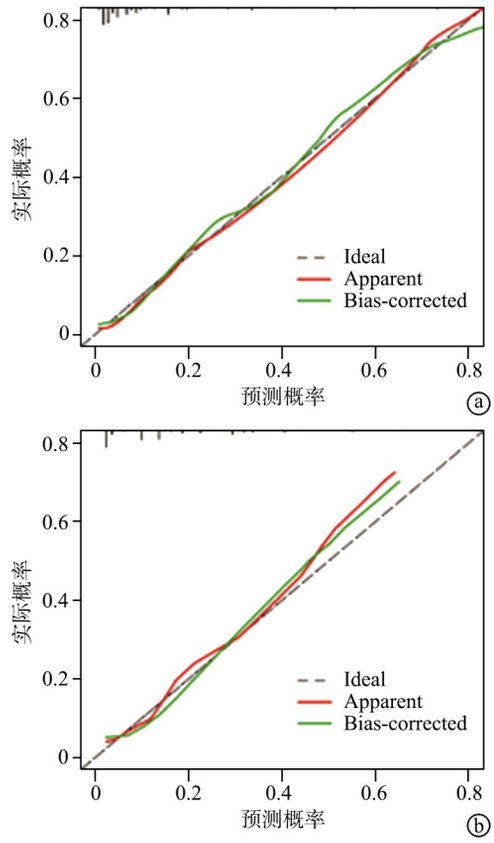
变量		*OR*(95%*CI*)	*P*	*S.E*	Waldχ^2
年龄≥60岁		2.095(1.121~3.977)	0.013	0.323	5.131
手术节段数量	2节	0.827(0.251~2.139)	0.451	0.431	0.499
	3节	2.102(0.598~4.937)	0.359	0.492	0.913
	4节	5.134(1.967~20.358)	0.046	0.913	4.762
	5节	11.075(2.312~79.863)	0.048	1.591	4.000
手术持续时间	2~<3 h	4.152(1.722~13.167)	0.037	0.665	5.129
	3~4 h	10.613(3.127~30.679)	<0.001	0.619	13.941
	>4 h	25.131(5.983~93.128)	<0.001	0.706	20.933
术中失血量≥200 mL		3.171(1.097~5.813)	0.004	0.392	9.137



a:训练组;b:验证组

图2 训练组和验证组的*ROC*曲线

神经系统造成严重影响,如大小便失禁、运动能力障碍和感觉丧失等[8-10]。因此,为了防止椎管内血肿引起的神经损伤,术后留置引流管已成为当下腰椎手术后的常规操作。但有研究证明,引流与脊柱融合后切口口感染之间存在关联[11]。感染作为脊柱手术后常见的并发症,不仅会在身体上给患者带来疼痛,导致住院时间延长,同时也会在经济上给患者带来巨大负担[12-13]。TLIF现已被广泛应用于腰椎退行性疾病的治疗[14-15],既往不少学者多采用单因素、多因素回归分析的方式来探讨TLIF术后引流量增加的问题,对TLIF术后患者引流量增加的预测存在一定的局限性[16-17]。基于此,本研究旨在开发一个预测TLIF术后引流量增加的模型,筛选出术后引流量增加的危险因素,以期让临床医生根据个体差异进行更为合适的处理,减少



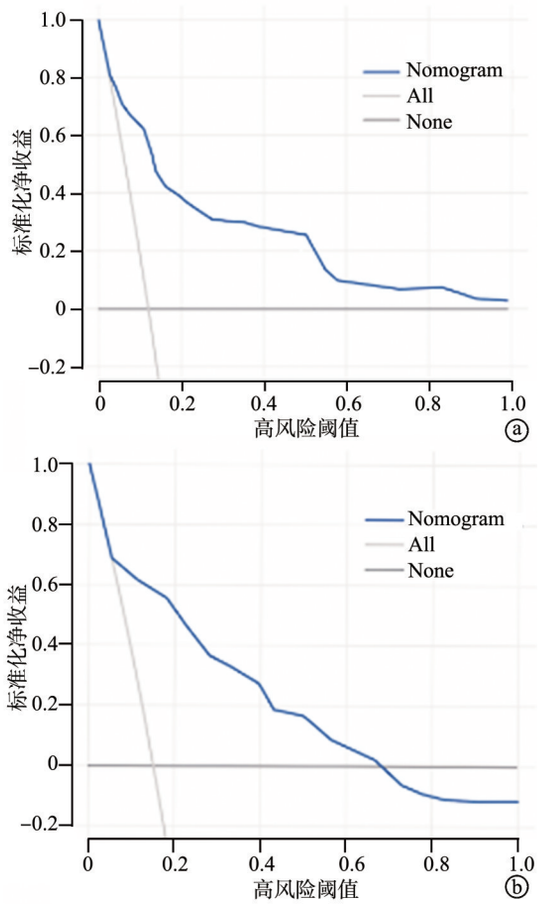
a:训练组;b:验证组

图3 训练组和验证组的校准曲线

临床并发症的发生,进而改善患者预后。

本研究对680例TLIF患者的临床资料进行*LASSO*回归分析,结果显示,年龄≥60岁、手术节段数量≥4节、手术持续时间≥2 h和术中出血量≥200 mL是TLIF患者术后引流量增加的独立危险因素。通常情况下,老年患者血管条件差、动脉硬化较常见、自我调节能力降低[18-20],往往意味着更差的身体状况及更多的合并症;而且老年患者常出现局部血流灌注减少、组织供氧和营养不足,易发生切口愈合延迟,增加术后出血,进而增加引流量[21]。因此,对于老年患者,临床应该重点关注,可以根据其具体情况适当延长拔管时间,以获得最大的手术收益。

本研究显示,手术节段数量≥4节是TLIF患者术后引流量增加的独立危险因素,提示随着手术节段的增多,术后引流量显著增加。Kou等[22]发现,多节段腰椎手术患者术后更易出现硬膜外血肿,这可能是因为随着手术节段的增多,对椎旁肌肉等软组织的剥离范围随之扩大,这些富含毛细血管网的软组织在被剥离过程中会出现局部渗血增加;同时,当椎间盘切除数量增多时,周围密布的血管丛被破坏,会进一步加剧局部出血,进而不可避免地导致术后引流量增加[23]。因



a:训练组;b:验证组

图4　训练组和验证组的*DCA*结果

此,对于手术节段为4节及以上的患者可以适当延长拔管时间;而对于单节段手术的患者,可以适当提前拔除引流管,让患者尽早离床活动,减少术后卧床相关并发症的发生,加快患者的整体康复进程[24]。同时,本研究中的另一个危险因素,即手术持续时间也表现出了与引流量增加的相关性,这可能与手术操作的持续刺激引发了更强烈的炎症反应,进而导致血管通透性增加有关[25]。Zou等[26]的研究也证实手术持续时间显著影响腰椎手术患者术中失血量及术后引流量。

本研究通过多因素*Logistic*回归分析发现,术中出血量≥200 mL是引流量增加的一个危险因素。当术中出血较多时,若止血不彻底(如小血管破裂未妥善处理、组织渗血未得到有效控制等),术区会持续积聚血液或血性渗出液,从而导致术后引流量增加[27]。由于术中出血量及术后引流量增加会导致患者出现贫血、低蛋白、低血压,甚至发生休克,对于这一类患者,临床医生应密切观察其血液指标与生命体征的变化。术前1 d停用抗凝药物、术中合理使用氨甲环酸及进行细致彻底的止血均是可有效减少术中出血量及术后引流量的措施[28-29]。

既往研究认为,糖尿病患者因长期处于高糖状态,血管内皮细胞受损,易引发微血管病变,导致局部血液循环不畅,从而刺激炎症介质释放,增加血管通透性,促进液体渗出,因此,糖尿病患者常出现术后引流量增加[30-31]。在本研究中,糖尿病并不是术后引流量增加的一项危险因素,与上述研究结果不同。这可能与本研究严格控制患者围术期血糖指标有关,也可能与本研究所纳入的样本量相对较少有关,在未来还需要更大样本量和多中心的研究来评估两者之间的关系。

综上,本研究通过分析、筛选预测变量,并建立预测模型发现,年龄≥60岁、手术节段数量≥4节、手术持续时间≥2 h和术中出血量≥200 mL是TLIF患者术后引流量增加的独立危险因素。临床对于可能出现术后引流量增加的患者应采取针对性措施,对于出血较多的患者,应延迟拔除引流管,以降低术后血肿形成的风险;针对引流量较少的患者,则可以考虑提前拔管,以帮助患者尽早离床活动,从而减少术后并发症的发生。但本研究仍存在一些局限性:首先,本研究是一项回顾性研究,在数据收集中可能存在选择偏倚;其次,预测模型纳入的样本量较少,并且没有进行外部验证以增加模型的普适性;最后,手术虽由同一组资深脊柱外科医生完成,但4年的时间跨度,医生的经验水平和医疗器械的发展可能对研究结果产生影响。

[参考文献]

[1] Yee T, Zammar S, Mummaneni PV. The lumbar interbody fusion trial: TLIF or PLIF for lumbar spondylolisthesis? [J]. Lancet Reg Health Eur, 2024, 43: 101000. doi: 10.1016/j.lanepe.2024.101000.

[2] Scuderi GJ, Brusovanik GV, Fitzhenry LN, et al. Is wound drainage necessary after lumbar spinal fusion surgery? [J]. Med Sci Monit, 2005, 11(2): 64-66.

[3] Ambrosio L, Vadalà G, Tavakoli J, et al. Surgeon preference regarding wound dressing management in lumbar fusion surgery: an AO spine global cross-sectional study [J]. Neurospine, 2024, 21(1): 204-211. doi: 10.14245/ns.2347168.584.

[4] Chanbour H, Bendfeldt GA, Gangavarapu LS, et al. Safety of early discharge after elective lumbar spine surgery with subfascial drains and association with significant reduction in length of stay [J]. J Neurosurg Spine, 2024, 41(2): 216-223. doi: 10.3171/2024.3.Spine231338.

[5] Gruskay JA, Fu M, Bohl DD, et al. Factors affecting length of stay after elective posterior lumbar spine surgery: a multivariate analysis [J]. Spine J, 2015, 15(6): 1188-1195. doi: 10.1016/j.spinee.2013.10.022.

[6] Gubin AV, Prudnikova OG, Subramanyam KN, et al. Role of closed drain after multi-level posterior spinal surgery in adults: a randomised open-label superiority trial [J]. Eur Spine J, 2019, 28(1): 146-154.

doi:10.1007/s00586-018-5791-x.

[7] Pennington Z, Lubelski D, Molina C, et al. Prolonged post-surgical drain retention increases risk for deep wound infection after spine surgery[J]. World Neurosurg, 2019, 130: e846-e853. doi: 10.1016/j.wneu.2019.07.013.

[8] Ng EP, Tung KL, Yip SL, et al. A prospective randomised controlled trial evaluating prophylactic Floseal, a gelatin and thrombin-based haemostatic matrix, in postoperative drain output and blood transfusion in transforaminal lumbar interbody fusion surgery[J]. Eur Spine J, 2023, 32(7): 2282-2287. doi: 10.1007/s00586-023-07748-8.

[9] Godolias P, Tataryn ZL, Frieler S, et al. Complication rates following stand-alone lateral interbody fusion: a single institution series after 10 years of experience[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2023, 33(5): 2121-2127. doi: 10.1007/s00590-022-03408-7.

[10] 王志鹏,赵希云,李元贞,等. 腰椎手术患者术后发生症状性硬膜外血肿危险因素的Meta分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2022, 32(10): 919-929. doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.10.08.

[11] Rao SB, Vasquez G, Harrop J, et al. Risk factors for surgical site infections following spinal fusion procedures: a case-control study[J]. Clin Infect Dis, 2011, 53(7): 686-692. doi: 10.1093/cid/cir506.

[12] Farzanegan G, Ahmadpour F, Khoshmohabbat H, et al. The effect of topical tranexamic acid on intraoperative blood loss in patients undergoing posterior lumbar laminectomy and discectomy: a randomized, double-blind, controlled trial study[J]. Asian Spine J, 2022, 16(6): 857-864. doi: 10.31616/asj.2021.0285.

[13] 石 斌,李高陵,徐灵军,等. 经皮椎间孔镜及椎间孔腰椎间融合术治疗极外侧型腰椎间盘突出症[J]. 局解手术学杂志, 2018, 27(10): 715-719. doi: 10.11659/jjssx.04E018038.

[14] 王中山,胡 冰. 腰椎融合术的临床进展[J]. 局解手术学杂志, 2022, 31(3): 257-262. doi: 10.11659/jjssx.08E021038.

[15] Uçar BY, Özcan Ç, Polat Ö, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar degenerative disease: patient selection and perspectives[J]. Orthop Res Rev, 2019, 11: 183-189. doi: 10.2147/orr.S204297.

[16] 王 杨,朱裕成,郑红兵,等. 经椎间孔入路腰椎椎间融合术术后引流量增多的危险因素分析[J]. 现代医学, 2024, 52(3): 407-412.

[17] Shi H, Zhou ZM, Xu ZY, et al. Risk factors for increased surgical drain output after transforaminal lumbar interbody fusion[J]. World Neurosurg, 2021, 151: e1044-e1050. doi: 10.1016/j.wneu.2021.05.059.

[18] Gao G, Cao L, Du X, et al. Comparison of minimally invasive surgery transforaminal lumbar interbody fusion and TLIF for treatment of lumbar spine stenosis[J]. J Healthc Eng, 2022, 2022: 9389239. doi: 10.1155/2022/9389239.

[19] Aikeremu A, Liu G. Risk factors of postoperative spinal epidural hematoma after transforaminal lumbar interbody fusion surgery[J]. Neurochirurgie, 2021, 67(5): 439-444. doi: 10.1016/j.neuchi.2021.04.012.

[20] Pavasini R, Biscaglia S, Kunadian V, et al. Coronary artery disease management in older adults: revascularization and exercise training[J]. Eur Heart J, 2024, 45(31): 2811-2823. doi: 10.1093/eurheartj/ehae435.

[21] Devereaux PJ, Mrkobrada M, Sessler DI, et al. Aspirin in patients undergoing noncardiac surgery[J]. N Engl J Med, 2014, 370(16): 1494-1503. doi: 10.1056/NEJMoa1401105.

[22] Kou J, Fischgrund J, Biddinger A, et al. Risk factors for spinal epidural hematoma after spinal surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(15): 1670-1673. doi: 10.1097/00007632-200208010-00016.

[23] 李三标,梅盛前,徐文斌,等. 斜外侧椎间融合术与经椎间孔椎间融合术在治疗单节段退行性椎管狭窄的疗效及肌肉损伤影像学比较[J]. 中国骨伤, 2023, 36(5): 420-427. doi: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.05.005.

[24] 陈敬忠,张 东,肖 伟,等. 两种TLIF术式治疗单节段腰椎退行性疾病临床对比研究[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2017, 14(4): 40-43. doi: 10.3969/j.issn.1672-5972.2017.04.010.

[25] Hellenthal KEM, Brabenec L, Wagner NM. Regulation and dysregulation of endothelial permeability during systemic inflammation[J]. Cells, 2022, 11(12): 1935. doi: 10.3390/cells11121935.

[26] Zou H, Li Z, Sheng H, et al. Intraoperative blood loss, postoperative drainage, and recovery in patients undergoing lumbar spinal surgery[J]. BMC Surg, 2015, 15: 76. doi: 10.1186/s12893-015-0062-9.

[27] 邹海波,王宇鸣. 腰椎后路椎体间融合方式对术中出血量及术后引流量的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(2): 145-148. doi: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.11.

[28] 中国康复技术转化及发展促进会,中国研究型医院学会关节外科学专业委员会,中国医疗保健国际交流促进会关节疾病防治分会,等. 中国骨科手术加速康复围手术期氨甲环酸与抗凝血药应用的专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2019, 12(2): 81-88. doi: 10.3969/j.issn.2095-9958.2019.02.01.

[29] 李 慧. 经椎间孔腰椎椎间融合术后引流量增加的危险因素[J]. 颈腰痛杂志, 2023, 44(4): 593-596. doi: 10.3969/j.issn.1005-7234.2023.04.024.

[30] Kleber C, Sablotzki A, Casu S, et al. The impact of acquired coagulation factor XIII deficiency in traumatic bleeding and wound healing[J]. Crit Care, 2022, 26(1): 69. doi: 10.1186/s13054-022-03940-2.

[31] Guilabert P, Asmis L, Cortina V, et al. Factor XIII and surgical bleeding[J]. Minerva Anestesiol, 2022, 88(3): 156-165. doi: 10.23736/s0375-9393.22.15772-x.

(编辑:魏 源)