doi:10.11659/jjssx.10E025011

·骨科微创技术与围术期安全·

老年腰椎管狭窄患者经皮脊柱内镜单侧椎板切开双侧减压术后隐性失血的危险因素分析

马晓亮[1],张铃浩[2],张弘韬[3],张海罡[1],李展奇[1,4],张伟亮[1,4] (1.西安市人民医院/西安市第四医院疼痛科,陕西 西安 710004;2.陕西省血液中心体采一科,陕西 西安 710061;3.空军军医大学第二附属医院骨科,陕西 西安 710038;4.西安市人民医院/西安市第四医院脊柱外科,陕西 西安 710004)

[摘 要] **目的** 探讨经皮脊柱内镜单侧椎板切开双侧减压术(Endo-ULBD)治疗老年腰椎管狭窄症(LSS)患者术后隐性失血(HBL)的发生及危险因素。**方法** 回顾性分析西安市人民医院216例接受单节段Endo-ULBD治疗的老年LSS患者的临床资料,采用Gross公式计算术后HBL。采用单因素分析和*Spearman*秩相关分析筛选与HBL相关的因素;构建多因素线性回归模型分析HBL的独立相关因素。采用*Logistic*回归分析高HBL的危险因素,并评估模型的判别能力和校准度。**结果** 216例患者术后HBL为372.51(322.46,409.23)mL,占总失血量(TBL)的89.32%。单因素分析发现,高血压、骨量减少或骨质疏松患者术后HBL更高($P<0.05$);*Spearman*秩相关分析显示,手术时间及BMI与HBL呈正相关($P<0.01$)。多因素线性回归分析显示,手术时间($B=0.002$,$\beta=0.439$,$P<0.001$)、BMI($B=0.007$,$\beta=0.151$,$P=0.015$)与术后HBL独立相关。进一步*Logistic*回归分析显示,手术时间是高HBL的独立危险因素($OR=1.030$,95%*CI*:1.018~1.042,$P<0.001$);受试者工作特征(*ROC*)曲线分析显示,多因素*Logistic*回归预测模型的曲线下面积(*AUC*)为0.764(95%*CI*:0.701~0.823),校准曲线显示模型拟合尚可。**结论** 老年LSS患者经Endo-ULBD治疗后HBL较高。手术时间延长和BMI较高与术后HBL增加独立相关;其中手术时间是高HBL的独立危险因素。多因素*Logistic*回归预测模型具有中等判别能力和可接受校准度,但仍需外部验证。

[关键词] 脊柱内镜手术;单侧椎板切开双侧减压术;腰椎管狭窄;隐性失血;危险因素
[中图分类号] R681.5;R619 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-10-09

Risk factors for hidden blood loss after percutaneous endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression in elderly patients with lumbar spinal stenosis

MA Xiao-liang[1], ZHANG Ling-hao[2], ZHANG Hong-tao[3], ZHANG Hai-gang[1], LI Zhan-qi[1,4], ZHANG Wei-liang[1,4] (1. Department of Pain Medicine, Xi′an People′s Hospital/Xi′an Fourth Hospital, Xi′an Shaanxi 710004, China; 2. First Department of Blood Collection, Shaanxi Provincial Blood Center, Xi′an Shaanxi 710061, China; 3. Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi′an Shaanxi 710038, China; 4. Department of Spine Surgery, Xi′an People′s Hospital/Xi′an Fourth Hospital, Xi′an Shaanxi 710004, China)

Abstract: Objective To investigate the occurrence and risk factors of hidden blood loss (HBL) after percutaneous endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression (Endo-ULBD) in elderly patients with lumbar spinal stenosis (LSS). **Methods** The clinical data of 216 elderly patients with LSS who underwent single-segment Endo-ULBD at Xi′an People′s Hospital were retrospectively analyzed. The postoperative HBL was estimated using the Gross formula. Univariate analysis and *Spearman* rank correlation analysis were performed to screen factors associated with HBL. A multivariate linear regression model was constructed to identify the independent factors associated with HBL. *Logistic* regression was conducted to analyze risk factors for high HBL, and the model′s discriminative ability and calibration were evaluated. **Results** The postoperative HBL in the 216 patients was 372.51 (322.46, 409.23)mL, accounting for 89.32% of the total blood loss (TBL). Univariate analysis indicated that patients with hypertension, osteopenia or osteoporosis had significantly higher levels of postoperative HBL ($P<0.05$). *Spearman* rank correlation analysis revealed that operative time and BMI were positively correlated with HBL ($P<0.01$). Multivariate linear regression analysis demonstrated that operative time ($B=0.002$, $\beta=0.439$, $P<0.001$) and BMI ($B=0.007$, $\beta=0.151$, $P=0.015$) were identified as independent factors associated with postoperative HBL. Further *Logistic* regression analysis demonstrated that operative time was an independent risk factor for high HBL ($OR=1.030$, 95%*CI*:1.018 to 1.042, $P<0.001$). *Receiver operating characteristic* (*ROC*) curve analysis showed that the *area under the curve* (*AUC*) of the multivariate *Logistic* regression prediction model was 0.764 (95%*CI*: 0.701 to 0.823), and the calibration curve indicated acceptable model fit. **Conclusion** Postoperative HBL accounted for a considerable

[基金项目] 陕西省自然科学基础研究计划项目(2025JC-YBQN-1296)
[通信作者] 张伟亮,E-mail:1211261572@qq.com

proportion in elderly LSS patients undergoing Endo-ULBD. Prolonged operative time and higher BMI were independently associated with increased postoperative HBL, with operative time identified as an independent risk factor for high HBL. The multivariate *Logistic* regression prediction model demonstrated moderate discriminative ability and acceptable calibration, although external validation is still required.

Keywords: spinal endoscopic surgery; unilateral laminotomy for bilateral decompression; lumbar spinal stenosis; hidden blood loss; risk factors

腰椎管狭窄症(lumbar spinal stenosis, LSS)是常见的退行性脊柱疾病,多见于50岁以上人群,因神经受压而出现腰腿痛、间歇性跛行等,影响患者生活质量[1]。对于保守治疗无效的LSS患者,应行手术减压[2]。传统手术(如全椎板减压术)虽能解除压迫,但需广泛剥离椎旁肌肉并切除后方骨性结构,术中失血较多,术后常出现腰背部疼痛、肌肉萎缩以及医源性脊柱不稳等并发症[3]。随着微创技术的发展,经皮脊柱内镜单侧椎板切开双侧减压术(percutaneous endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression, Endo-ULBD)应运而生。该技术通过内镜微创通道进入单侧椎板间隙,在保留椎板关节结构稳定性的同时实现对椎管中央和对侧的减压,具有切口小、组织损伤小、出血少和恢复快等优点[4]。据文献报道,骨科术后隐性失血(hidden blood loss, HBL)可占总失血量(total blood loss, TBL)的60%以上;值得注意的是,即使在微创脊柱手术中,仍可能存在大量HBL[5-6]。这不仅会显著提升术后贫血发生率,还可能导致院内并发症增多及住院时间延长[7]。老年患者因软组织松弛和肌肉萎缩,出血更易渗入组织间隙且难以被发现[8]。同时,老年患者骨髓造血储备及机体代偿能力下降,HBL所致红细胞丢失易导致术后贫血或贫血相关不良结局[9]。因此,如何有效评估和减少HBL已成为提升老年脊柱手术安全性和促进患者康复的重点研究方向。目前,关于老年LSS患者接受Endo-ULBD治疗后HBL危险因素的研究仍较为缺乏。因此,本研究通过探讨老年LSS患者行Endo-ULBD治疗后HBL的发生情况,并分析可能的危险因素,以期为围术期血液管理提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究为单中心回顾性队列研究。分析2020年1月至2024年12月于西安市人民医院接受Endo-ULBD治疗的216例老年LSS患者的临床资料。患者中男113例、女103例,年龄66.00(63.00,70.25)岁,体质量指数(body mass index, BMI)24.48(22.25,26.49)kg/m^2。所有患者术前均确诊为LSS,排除其他脊柱结构异常性疾病。本研究方案经西安市人民医院伦理委员会批准(批准号:KJLL-Z-K-2025031),所有资料已匿名处理,回顾性研究免除患者知情同意。

纳入标准:年龄≥60岁;影像学检查证实为单节段LSS;完整的术前、术后72 h血常规检查数据。排除标准:存在凝血功能障碍;合并恶性肿瘤、严重肝肾功能障碍或出血性疾病;术中转为开放手术;关键数据缺失或病历记录不完整。

1.2 资料收集

收集患者一般资料及围术期资料,包括性别、年龄、身高、体质量、BMI、症状持续时间、吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、骨质情况(骨密度T值≥-1.0为骨量正常,-2.5<T值<-1.0为骨量减少,T值≤-2.5为骨质疏松)、Schizas分级、手术节段、手术时间。通过Schizas分级评估椎管狭窄程度,其中A级为无或轻度狭窄,脑脊液清晰可见;B级为中度狭窄,神经根充满硬膜囊但仍可辨认;C级为重度狭窄,硬膜囊内神经根难以分辨但后方硬膜外脂肪仍可见;D级为极重度狭窄,神经根难以分辨且后方硬膜外脂肪消失。

测定术前及术后第3天红细胞压积(hematocrit, HCT)、术中显性失血量、TBL、HBL及HBL占TBL比例(按每例患者HBL/TBL×100%后取均值计算)。采用Gross公式估算术后HBL,HBL=TBL-$V_{引流量}$-$V_{术中显性失血量}$。根据术中吸引器收集量及纱布称重估算术中显性失血量。根据身高、体质量、术前及术后第3天HCT计算TBL,TBL=血容量×($HCT_{术前}$-$HCT_{术后}$)/$HCT_{平均}$。血容量根据Nadler公式按性别、身高、体质量估算:血容量=k_1×身高^3(m)+k_2×体质量(kg)+k_3,其中男性k_1=0.366 9、k_2=0.032 19、k_3=0.604 1;女性k_1=0.356 1、k_2=0.033 08、k_3=0.183 3;$HCT_{平均}$=($HCT_{术前}$+$HCT_{术后}$)/2。

1.3 统计学分析

所有数据分析均采用R 4.3.2软件完成。连续变量以*Shapiro-Wilk*检验进行正态性检验,本研究结果中报告的主要连续变量均不符合正态分布,故以中位数(四分位间距)[$M(Q_1,Q_3)$]表示;二分类变量组间比较采用*Mann-Whitney U*检验,多分类变量组间HBL比较采用*Kruskal-Wallis H*检验。HBL与年龄、BMI、手术时间及症状持续时间的相关性采用*Spearman*秩相关分

析,并采用*Bootstrap*百分位法计算*Spearman*相关系数(r)的95%*CI*。

以自然对数转换后的HBL为因变量,将单因素分析中P<0.10的变量以及具有临床意义的变量纳入多因素线性回归模型,以分析HBL的独立相关因素,并采用方差膨胀因子(*variance inflation factor*, *VIF*)评估多重共线性。基于HBL中位数,建立*Logistic*回归模型分析高HBL的危险因素。绘制受试者工作特征(*receiver operating characteristic*, *ROC*)曲线,并根据曲线下面积(*area under the curve*, *AUC*)评价模型判别能力。采用*Brier*分数、校准曲线、*Hosmer-Lemeshow*检验、校准截距和校准斜率评价模型校准度,并采用*Bootstrap*法进行内部验证。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者失血量

216例患者HBL为372.51(322.46,409.23)mL,显性失血量为43.00(33.00,53.00)mL,TBL为414.86(367.57,453.73)mL。HBL占TBL比例为89.32%。

2.2 HBL单因素分析

合并高血压的患者HBL显著高于不合并高血压患者(P<0.05);不同骨质情况患者HBL有显著差异,其中骨量减少和骨质疏松患者HBL高于骨量正常患者(P<0.05);性别、吸烟史、饮酒史、糖尿病及手术节段对HBL无显著影响(P>0.05);不同椎管狭窄程度患者间HBL差异亦无统计学意义(P>0.05),见表1。

表1 HBL单因素分析结果[$M(Q_1,Q_3)$,mL]

因素		n	HBL	Z/H	P
性别	男	113	378.12(327.60,411.03)	1.850	0.065
	女	103	355.39(316.08,403.36)		
高血压	有	95	387.55(340.63,418.32)	2.883	0.004
	无	121	355.39(313.90,404.15)		
糖尿病	有	49	385.29(324.08,425.82)	1.192	0.234
	无	167	362.85(322.14,408.04)		
骨质情况	骨量正常	103	352.41(318.31,396.82)	8.667	0.013
	骨量减少	78	389.32(324.53,425.73)		
	骨质疏松	35	382.75(343.95,422.30)		
Schizas分级	Ⅰ级	8	321.97(308.30,388.97)	3.374	0.338
	Ⅱ级	21	378.83(355.39,425.82)		
	Ⅲ级	133	376.08(324.38,409.21)		
	Ⅳ级	54	355.40(317.87,404.69)		
吸烟史	有	82	383.20(338.61,410.96)	1.709	0.088
	无	134	356.96(317.09,406.06)		
饮酒史	有	64	386.42(341.16,410.12)	1.338	0.181
	无	152	360.22(318.42,407.75)		
手术节段	L_3/L_4	7	335.04(325.76,366.15)	2.869	0.238
	L_4/L_5	178	373.95(320.03,408.56)		
	L_5/S_1	31	382.86(347.58,424.73)		

2.3 HBL的*Spearman*秩相关分析

*Spearman*秩相关分析显示,HBL与BMI及手术时间呈正相关(P<0.05);HBL与年龄及症状持续时间无显著相关性(P>0.05),见表2。

表2 HBL的*Spearman*秩相关分析

危险因素	r	95%*CI*	P
年龄	−0.06	−0.19~0.08	0.391
BMI	0.25	0.13~0.37	<0.001
手术时间	0.51	0.39~0.61	<0.001
症状持续时间	−0.04	−0.18~0.10	0.577

95%*CI*采用*Bootstrap*百分位法(B=2 000)

2.4 多因素线性回归分析

以自然对数转换后的HBL为因变量,将单因素分析中P<0.10的变量以及具有临床意义的变量(BMI、手术时间)纳入多因素线性回归模型。结果显示,模型整体差异有统计学意义(F=11.290,P<0.001),R^2为0.275,调整后R^2为0.251。手术时间(B=0.002,β=0.439,P<0.001)和BMI(B=0.007,β=0.151,P=0.015)与术后HBL独立相关。各变量*VIF*均<2,未见明显多重共线性,见表3。

表3 HBL的多因素线性回归分析

变量	B	$S.E$	β	t	P	*VIF*
男性	−0.011	0.029	−0.031	−0.385	0.701	1.931
高血压	0.031	0.023	0.088	1.378	0.170	1.169
吸烟史	−0.004	0.030	−0.012	−0.150	0.881	1.905
骨量减少	0.010	0.024	0.028	0.424	0.672	1.264
骨质疏松	0.018	0.031	0.038	0.576	0.565	1.222
BMI	0.007	0.003	0.151	2.447	0.015	1.090
手术时间	0.002	0.000	0.439	6.532	<0.001	1.296

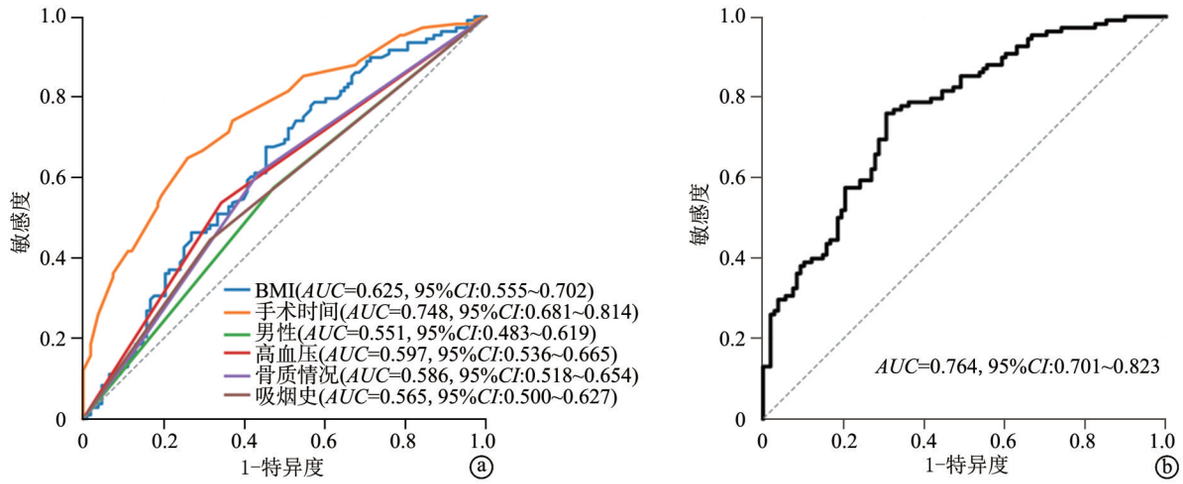
模型R^2=0.275;调整后R^2=0.251;F(7,208)=11.290;P<0.001

2.5 高HBL的*Logistic*回归预测模型及效能评价

以高HBL(>372.51 mL)为阳性结局构建单因素*Logistic*回归模型,*ROC*曲线分析显示,手术时间对高HBL的预测效能较好(*AUC*=0.748,95%*CI*:0.681~0.814),BMI次之(*AUC*=0.625,95%*CI*:0.555~0.702),见图1a。以高HBL作为二分类结局,建立多因素*Logistic*回归模型,结果显示,手术时间为高HBL的独立危险因素(*OR*=1.030,95%*CI*:1.018~1.042,P<0.001),BMI呈风险升高趋势,但无统计学差异(*OR*=1.086,95%*CI*:0.989~1.191,P=0.083);*ROC*曲线分析显示,该模型预测高HBL的*AUC*为0.764(95%*CI*:0.701~0.823),具有中等判别能力,见图1b。

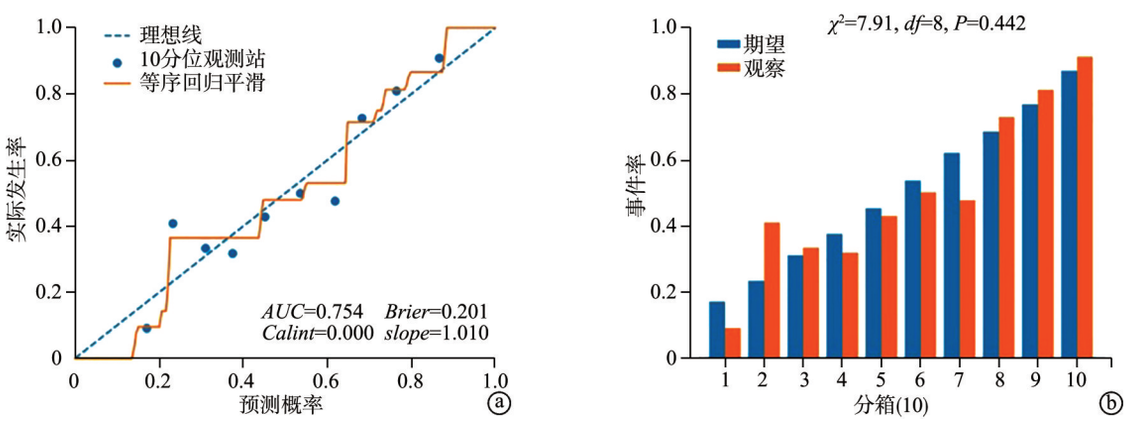
校准曲线显示,预测概率与实际发生率总体一致,校准截距为0.000,校准斜率为1.010。*Hosmer-Lemeshow*检验提示模型拟合尚可(χ^2=7.91,*df*=8,P=0.442)。经*Bootstrap*内部验证(B=1 000)后,乐观校正

*AUC*约为0.75,校准斜率约为0.99,提示模型在样本内具有一定稳定性,但仍需外部验证,见图2。



a:单因素*Logistic*回归预测模型;b:多因素*Logistic*回归预测模型

图1 高HBL的单因素与多因素*Logistic*回归预测模型的*ROC*曲线



a:校准曲线;b:*Hosmer-Lemeshow*十分位拟合柱状图

图2 高HBL多因素*Logistic*回归预测模型的内部校准与拟合评价

3 讨论

LSS常发生于老年人,由于椎间盘、黄韧带、关节突等退变增生导致椎管及神经根管狭窄,患者以腰腿痛和间歇跛行为主要临床表现[10]。针对症状严重且保守治疗效果不佳的LSS患者,手术减压可以改善神经症状。然而,老年患者常合并心脑血管疾病,全身状况较差,造血代偿能力降低,失血相关不良结局风险增加。因此,在强调减压充分的同时,应尽量减少出血。Endo-ULBD由于创伤小、出血少,是近年来LSS手术治疗的研究热点之一。本研究聚焦老年LSS患者在接受Endo-ULBD治疗后的HBL的发生,筛选其相关危险因素,并初步构建高HBL的预测模型,以期为临床提供参考。

本研究发现,老年患者在Endo-ULBD治疗后实际失血量远高于显性失血量,HBL在TBL中占比较高(89.32%)。这与既往针对其他脊柱手术的报道一致,Hu等[11]报道单节段内镜手术中,平均HBL约为341 mL,占TBL的80%。有研究显示,56例接受Endo-ULBD治疗的单节段LSS患者HBL为(190.7±184.3)mL,占TBL的66.1%[12]。而在创伤更大的双通道手术中,HBL在400 mL以上,高于单通道手术[13]。Zhou等[14]发现,接受双通道内镜下腰椎管减压的患者平均HBL为431 mL,占TBL的70%以上。本研究中HBL占TBL比例较高,可能与Endo-ULBD操作特点有关。虽然该术式切口小,但术中仍需进行椎板开窗、黄韧带切除及双侧减压,松质骨创面和硬膜外静脉丛可产生持续渗血。此外,老年患者血管弹性下降、骨质疏松或骨量减少、合并高血压及BMI升高等因素也可能增加微小血管和静脉丛渗血风险,从而导致HBL增加,HBL占TBL比例升高[8]。

本研究多因素回归分析结果表明,手术时间每增加1 min,HBL相对增加约0.2%(β=0.002,P<0.001),

该趋势与Jin等[15]的回顾性分析结果高度一致：手术时间与HBL呈正相关，在纳入多元回归模型后仍保持独立预测效应。分析其原因包括：①手术时间延长使软组织微血管处于持续渗血状态，血液逐渐渗入组织间隙而不易被发现[16]；②长时间持续灌洗稀释了创面血液，掩盖了显性出血，导致实际出血量被低估[17]；③长时间手术造成局部组织温度下降，继发凝血酶原激活延迟及纤溶功能增强，从而加剧血液渗出并降低止血效率[18]。因此，在确保减压充分与安全前提下，通过提高手术技巧、优化术前评估与路径规划，必要时实施分阶段手术等策略，以尽可能缩短手术时间，从而降低HBL风险，提高患者术后恢复质量。

本研究多因素线性回归模型显示，BMI升高与HBL增加独立相关，与既往文献报道高度一致。Lei等[19]对143例患者的临床资料进行回顾性分析显示，BMI>24 kg/m^{2}的患者HBL更高，且BMI在多元分析中仍保持独立相关性，并与手术时间产生协同效应，进一步增加失血风险。分析其原因包括：①肥胖者皮下脂肪层厚，术野暴露受限，需更大范围牵拉软组织，从而增加微血管损伤[20]；②肥胖者脂肪组织血供丰富且渗血难以彻底电凝，易造成持续渗血[21]；③高BMI常伴慢性低度炎症与纤溶活性增强，术后血液更易外渗且不易被引流[17,22]。因此，对于高BMI患者，术后应加强血红蛋白动态监测，必要时及时补充铁剂或进行输血干预，以降低潜在风险。

本研究存在的局限性：第一，为单中心回顾性研究，样本量相对有限，可能存在选择偏倚；第二，采用间接计算法估算HBL，尽管Gross公式和Nadler公式在诸多研究中广泛应用，但计算所得HBL可能受患者血容量估计误差、输液等因素影响；第三，研究对象限定为老年患者，缺乏与非老年患者的对照；第四，不同术者的手术技巧、不同患者的个体情况都会对结果产生影响，未能将所有潜在混杂因素纳入分析。今后需开展多中心、大样本的前瞻性随机对照研究，进一步明确老年LSS内镜手术HBL的危险因素，并评估相应干预措施的效果。

综上所述，老年LSS患者在接受Endo-ULBD后HBL较高，手术时间延长和BMI高与术后HBL增加独立相关；其中手术时间是高HBL的独立相关因素。基于手术时间与BMI建立的模型在样本内显示中等判别能力和可接受校准度。临床实践中，应通过缩短手术时间、优化术野暴露、强化肥胖患者的围术期管理以及动态监测血红蛋白等综合措施，积极预防并干预HBL，以提高手术安全性并加速患者康复。

［参考文献］

［1］中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会，中国老年保健协会骨科微创分会. 退行性腰椎管狭窄症诊疗专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志，2023，16(2)：97-103. doi：10.3969/j.issn.2095-9958.2023.02.01.

［2］袁 超，刘 超，沈俊宏，等. 微创经椎间孔入路腰椎间融合术治疗重度腰椎管狭窄症[J]. 中国修复重建外科杂志，2019，33(7)：801-806. doi：10.7507/1002-1892.201903120.

［3］Chiu RG，Patel S，Zhu A，et al. Endoscopic versus open laminectomy for lumbar spinal stenosis：an international，multi-institutional analysis of outcomes and adverse events[J]. Global Spine J，2020，10(6)：720-728. doi：10.1177/2192568219872157.

［4］Kim HS，Wu PH，Jang IT. Lumbar endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression outside-in approach：a proctorship guideline with 12 steps of effectiveness and safety[J]. Neurospine，2020，17(Suppl 1)：S99-S109. doi：10.14245/ns.2040078.039.

［5］Li X，Ding W，Zhao R，et al. Risk factors of total blood loss and hidden blood loss in patients with adolescent idiopathic scoliosis：a retrospective study[J]. Biomed Res Int，2022，2022：9305190. doi：10.1155/2022/9305190.

［6］Zhuang H，Li J，Guo S，et al. Hidden blood loss in three different endoscopic spinal procedures for lumbar disc herniation[J]. Ann Med Surg (Lond)，2024，86(2)：655-659. doi：10.1097/MS9.0000000000001644.

［7］中国老年保健协会. 脊柱大手术围术期血液管理专家共识[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2022，32(11)：1049-1056. doi：10.3969/j.issn.1004-406X.2022.11.12.

［8］Zhou Y，Fu X，Yang M，et al. Hidden blood loss and its possible risk factors in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. J Orthop Surg Res，2020，15(1)：445. doi：10.1186/s13018-020-01971-5.

［9］周宗科，翁习生，孙天胜，等. 中国骨科手术加速康复——围术期血液管理专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志，2017，10(1)：1-7. doi：10.3969/j.issn.2095-9958.2017.01-01.

［10］Jang JN，Song Y，Kim JW，et al. Comparison of ligamentum flavum thickness between central and lateral lesions in a patient with central lumbar spinal canal stenosis[J]. Medicine (Baltimore)，2023，102(33)：e34873. doi：10.1097/MD.0000000000034873.

［11］Hu M，Zhang Y，Zhao WJ，et al. Perioperative hidden blood loss in lumbar disk herniation patients with percutaneous endoscopic transforaminal discectomy and influencing factors[J]. Clin Spine Surg，2022，35(5)：E438-E443. doi：10.1097/BSD.0000000000001282.

［12］谭海宁，于凌佳，谢学虎，等. 单通道全脊柱内镜治疗腰椎管狭窄症的隐性失血及危险因素因素分析[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版)，2023，16(4)：233-238. doi：10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2023.04.007.

［13］Wang H，Wang K，Lv B，et al. Analysis of risk factors for perioperative hidden blood loss in unilateral biportal endoscopic spine surgery：a retrospective multicenter study[J]. J Orthop Surg Res，2021，16(1)：559. doi：10.1186/s13018-021-02698-7.