·诊治分析·

小气道功能障碍对腰椎间盘突出手术患者术后肺部并发症的影响

楼燕琼，曹超

【关键词】 小气道功能障碍；腰椎间盘突出；术后肺部并发症
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.09.014
【中图分类号】 R563 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)09-0933-04

腰椎间盘突出症（lumbar disc herniation，LDH）是导致腰腿痛的最常见原因之一。主要由椎间盘退变、纤维环破裂及髓核突出的压迫或刺激腰骶神经根和马尾神经引起的一系列临床症状[1]。LDH常见于青壮年人群，尤其是从事体力劳动或长期久坐者，且男性发病率高于女性[2]。尽管大多数患者通过保守治疗能够缓解症状，但部分严重的病例仍需手术治疗，常采用椎间盘切除术[3]。近年来，随着腰椎手术的普及，术后肺部并发症（postoperative pulmonary complications，PPCs）逐渐引起了临床关注。PPCs包括肺炎、肺不张、支气管痉挛、胸腔积液等，严重时可导致术后住院时间延长、医疗费用增加，甚至提高术后死亡率[4]。研究表明，PPCs的发生率在普通外科手术中为2.0%～5.6%，而在老年人群中这一比例更高[5]。PPCs不仅与手术创伤有关，还与患者的术前肺功能状态密切相关。小气道功能障碍（small airway dysfunction，SAD）是近年来呼吸系统备受关注的研究领域，SAD的早期病变常常无明显的临床症状，但其在气流受限中的作用已被明确，尤其是在慢性阻塞性肺病（chronic obstructive pulmonary disease，COPD）和哮喘等呼吸系统疾病中[6]。尽管SAD在呼吸系统疾病中的作用已得到了广泛研究，但其在围手术期，尤其是骨科手术中的作用尚未得到充分重视。因此，本研究回顾性分析腰椎间盘突出手术患者的临床资料，分析SAD与术后肺部并发症的相关性，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2023年1月至2024年12月于宁波市第六医院脊柱外科接受择期腰椎间盘突出手术的患者204例。纳入标准：（1）年龄≥18岁；（2）接受全身麻醉腰椎间盘突出手术；（3）术前肺功能检测数据完整，包括第1秒用力呼气容积（FEV1）/用力肺活量（FVC）、用力呼气流速25%（FEF25%）、FEF50%、FEF75%和最大呼气中段流量（MMEF）等指标。排除标准：（1）术前有明确的肺部感染（如肺炎、支气管炎等）或存在慢性呼吸系统疾病（如COPD、哮喘）；（2）既往有重大胸腹部手术史；（3）合并肿瘤、免疫功能抑制、严重心血管疾病（如严重心力衰竭）；（4）术前有明确的临床症状，如持续咳嗽、咳痰、胸闷气促等，或术前血液检测指标异常。根据术前肺功能检测结果分为SAD组（观察组）和小气道功能正常组（对照组）。SAD诊断标准：FEF25%、FEF50%、MMEF75/25中的至少两项指标低于65%预测值。本研究获得宁波市第六医院伦理委员会批准，豁免/免除知情同意。

1.2 方法 收集临床资料，包括人口学信息：年龄、性别、体质量指数（BMI）、吸烟史；既往病史：高血压、冠心病、2型糖尿病等。术前其他实验室检测：术前常规血液检测，包括血常规、C反应蛋白（CRP）、铁蛋白、淀粉样蛋白等炎症标志物。术后PPCs，包括肺炎：术后胸部影像学证据显示新出现或进展的浸润影、实变影、磨玻璃影，并伴有发热（体温＞38 ℃）、咳脓痰或外周血白细胞异常（＞10×10^9/L或＜4×10^9/L）；肺

作者单位： 315211 宁波，宁波大学医学部（楼燕琼）；宁波市第六医院（楼燕琼）；宁波大学附属第一医院（曹超）
通信作者： 曹超，Email：CaoCDOCTOR163 @163.com

不张：患者术后出现呼吸困难，影像学证据显示明确的肺不张；支气管痉挛：患者术后出现咳嗽或呼吸困难，听诊可闻及干啰音，且排除心源性因素；胸腔积液：影像学证据显示胸腔积液，伴或不伴临床症状。其他并发症，如气胸、肺栓塞、呼吸衰竭等。术后并发症的诊断由两名独立的呼吸科专家根据影像学、临床表现及实验室检测综合判断。

1.4　统计方法　使用SPSS 22.0统计软件和R软件（4.4.1版本）进行分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示，采用独立样本 t 检验。不符合正态分布的计量资料以中位数及四分位数间距（IQR）表示，采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。多因素分析采用 Logistic 回归分析。绘制受试者工作特征曲线（receiver operating characteristic curve，ROC），计算曲线下面积（AUC），以评估小气道功能对术后 PPCs 的诊断价值。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组基线资料比较　204例患者根据术前肺功能评估结果分为观察组（103例）和对照组（101例）。两组 FEF25%、FEF50%、FEF75%、MMEF75/25 及 PPCs 差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），见表1。

2.2　PCs 组和非 PPCs 组的情况对比　根据 PPCs 发病情况，将所有患者分为 PPCs 组（34例）和非 PPCs 组（170例）。两组年龄、小气道功能、术前用药史、住院时间及住院费用差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$），见表2。

2.3　多因素 Logistic 回归分析　多因素 Logistic 回归分析显示，小气道功能、年龄及用药情况均是影响腰椎手术后PPCs发生的影响因素（均 $P < 0.05$），见表 3。基于上述变量构建回归模型=−8.195+1.494×小气道功能+0.081×年龄+2.184×用药情况，ROC 曲线显示，该模型对于是否发生PPCs具有较好的识别效能（AUC=0.804），见图1。

表1　两组基线资料比较

指标		观察组（n=103）	对照组（n=101）	t（χ^2）[Z]值	P 值
年龄（岁）		66.0±9.8	64.4±10.6	1.15	＞0.05
性别[例（%）]	男	47（45.63）	48（47.52）	（0.07）	＞0.05
	女	56（54.37）	53（52.48）		
BMI（kg/m²）		24.78±3.97	25.51±3.27	1.43	＞0.05
SBP（mmHg）		131.36±12.68	128.34±14.29	1.60	＞0.05
DBP（mmHg）		74.29±9.24	73.50±8.83	0.63	＞0.05
HR（次/min）		76.50（69.00，83.00）	74.00（70.00，78.78）	[1.69]	＞0.05
吸烟[例（%）]	否	89（86.41）	88（87.13）	（0.02）	＞0.05
	是	14（13.59）	13（12.87）		
既往病史[例（%）]	无	34（33.01）	38（37.62）	（0.48）	＞0.05
	有	69（66.99）	63（62.38）		
用药史[例（%）]	无	100（97.09）	99（98.02）		＞0.05[a]
	有	3（2.91）	2（1.98）		
手术时间（min）		100.00（90.00，148.75）	110.0（90.00，130.00）	[0.77]	＞0.05
术前 CRP（mg/L）		2.00（1.40，3.40）	1.65（1.03，2.65）	[1.76]	＞0.05
术前铁蛋白（mg/L）		136.86（87.00，259.61）	198.1（107.39，270.44）	[1.68]	＞0.05
术前淀粉样蛋白（mg/L）		4.10（2.83，6.10）	3.35（2.20，5.33）	[1.89]	＞0.05
FEV1/FVC		76.03±4.99	82.97±4.90	10.04	＞0.05
FEF25%		51.00（40.65，59.58）	83.05（70.58，100.88）	[10.09]	＜0.05
FEF50%		63.87±14.44	102.88±20.05	16.02	＜0.05
FEF75%		81.77±18.09	112.38±21.29	11.10	＜0.05
MMEF75/25		55.48±8.68	97.22±19.69	19.73	＜0.05
PPCs[例（%）]	否	75（72.82）	95（94.06）	（16.57）	＜0.05
	是	28（27.18）	6（5.94）		

注：BMI 为体质量指数，SBP 为收缩压，DBP 为舒张压，HR 为心率，CRP 为C反应蛋白，FEV1/FVC 为第1秒用力呼气容积/用力肺活量，FEF25%为用力呼气流速25%，MMEF 为最大呼气中段流量，PPCs 为肺部并发症。a 为采用 Fisher 确切概率法，1 mmHg≈0.133 kPa

表 2　PPCs 组和非 PPCs 组的临床特征比较

指标		非 PPCs 组（n=170）	PPCs 组（n=34）	$t(\chi^2)$[Z]值	P 值
年龄（岁）		65.00（58.75，71.00）	73.00（69.00，76.00）	[4.57]	＜0.05
性别[例（%）]	男	82（48.24）	13（38.24）	（1.10）	＞0.05
	女	88（51.76）	21（61.76）		
BMI（kg/m^2）		25.15±3.66	24.97±3.46	0.26	＞0.05
SBP（mmHg）		129.83±13.42	129.03±13.18	0.32	＞0.05
DBP（mmHg）		73.93±9.12	73.21±8.19	0.43	＞0.05
HR（次/min）		74.74±9.88	77.26±6.93	1.42	＞0.05
吸烟[例（%）]	否	147（86.47）	30（88.24）	（0.08）	＞0.05
	是	23（13.53）	4（11.76）		
既往病史[例（%）]					
高血压		68（40.00）	16（47.06）	（0.59）	＞0.05
糖尿病		25（14.71）	4（11.76）	（0.20）	＞0.05
高血脂		10（5.88）	5（14.71）	（2.07）	＞0.05
麻醉方式[例（%）]	全身麻醉	157（92.35）	32（94.12）	（0.13）	＞0.05
	椎管内麻醉	13（7.65）	2（5.88）		
用药史[例（%）]	无	168（98.82）	31（91.18）		＜0.05[a]
	有	2（1.18）	3（8.82）		
手术时间（min）		110.0（88.75，135.00）	110.00（97.50，146.25）	[0.76]	＞0.05
术前 CRP（mg/L）		1.80（1.03，3.03）	2.00（1.10，3.93）	[0.76]	＞0.05
术前铁蛋白（mg/L）		156.51（90.67，256.81）	190.07（107.07，259.81）	[1.22]	＞0.05
术前淀粉样蛋白（mg/L）		3.60（2.20，5.90）	4.40（3.25，5.80）	[1.54]	＞0.05
FEV1/FVC		80.01±6.04	76.75±5.38	2.92	＜0.05
FEF25%		55.15（47.68，65.80）	70.05（50.38，88.70）	[2.58]	＜0.05
FEF50%		85.85±26.60	69.40±19.40	3.43	＜0.05
FEF75%		99.19±25.32	85.99±19.77	2.87	＜0.05
MMEF75/25		78.71±26.72	63.19±15.67	3.27	＜0.05
住院费用（元）		30 254.03（25 921.36，33 421.09）	32 253.63（28 029.44，36 509.17）	[2.31]	＜0.05
住院天数（d）		10.00（8.75，13.00）	13.00（11.00，16.50）	[3.64]	＜0.05

注：注：BMI 为体质量指数，SBP 为收缩压，DBP 为舒张压，HR 为心率，CRP 为 C 反应蛋白，FEV1/FVC 为第 1 秒用力呼气容积/用力肺活量，FEF25%为用力呼气流速 25%，MMEF 为最大呼气中段流量，PPCs 为肺部并发症。a 为采用 Fisher 确切概率法，1 mmHg≈0.133 kPa

表 3　多因素 Logistics 回归分析

指标	β值	标准误差	瓦尔德	OR 值	95%CI	P 值
小气道功能	1.494	0.503	8.81	4.454	1.661 ～ 11.943	＜0.05
年龄	0.081	0.029	7.74	1.084	1.024 ～ 1.148	＜0.05
用药情况	2.184	1.014	4.64	8.879	1.216 ～ 64.804	＜0.05
截距	−8.195	2.037	16.19			

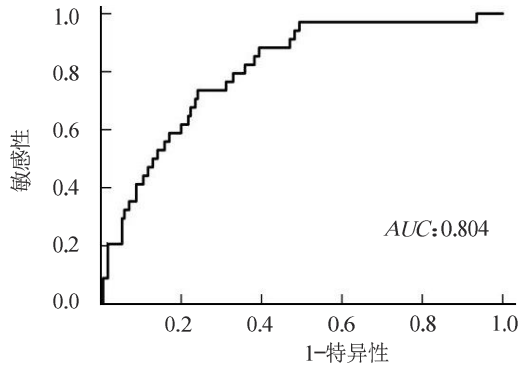


图 1　模型的 ROC 曲线

3　讨论

本研究发现 SAD 显著增加腰椎间盘突出手术患者术后 PPCs 的发生率，SAD 是 PPCs 的独立危险因素，这表明术前评估小气道功能对于预防围手术期肺部并发症具有关键作用。SAD 的临床表现通常不明显，且在常规肺功能检测中可能表现为正常。然而，SAD 会导致早期的通气不均，进而增加术后肺部并发症的风险。Usmani 等[7]研究显示，SAD 是 COPD 和其他呼吸系统疾病早期发生的重要诱因，忽视 SAD 可能

导致严重的临床后果，与本研究结果相符。PPCs 是围手术期的重要风险因素，尤其在接受全身麻醉或长时间卧床的脊柱手术患者中更为显著。PPCs 包括肺炎、肺不张、支气管痉挛、胸腔积液等，都是由于呼吸道通气功能受损导致的。全身麻醉和机械通气会进一步降低肺泡通气，导致肺不张和气道阻力增加，增加术后肺部并发症的发生概率[8]。本研究结果显示，SAD 患者术后发生 PPCs 的概率显著高于小气道功能正常的患者（$P < 0.05$），这与文献[9]关于围手术期肺部并发症的研究结果一致，表明肺功能不全的患者在全身麻醉后的PPCs发生率更高。本研究还发现，年龄和术前用药史是 PPCs 的独立危险因素（均 $P < 0.05$）。年龄较大的患者肺功能随年龄下降，呼吸肌力量减弱，肺弹性回缩减少，导致术后肺部并发症的发生风险增加[10-11]。多因素回归分析显示，年龄每增加 1 岁，PPCs 的发生风险增加 8.4%（OR=1.084，$P < 0.05$）；用药史（包括抗生素、激素、β受体激动剂等）与PPCs的发生显著相关（OR=8.879，$P < 0.05$），可能是由于这些药物对呼吸系统的长期影响，例如使用激素类药物可能会导致免疫抑制，增加术后感染的风险[12]。此外，β受体激动剂的长期使用可能导致气道平滑肌的过度依赖性，增加术后呼吸道并发症的发生风险。

本研究仍存在一些局限性。首先，本研究为单中心回顾性研究，样本量相对有限，纳入变量较少，且每种 PPCs 的发病人数很少，统计学效力不足，仅对有无PPCs进行初步的风险分析，未深入探究风险因素对于PPCs严重程度的影响，限制了结果的外推性。其次，尽管本研究严格控了混杂因素，但由于患者的个体差异性，仍可能存在潜在的混杂因素影响结果。未来可进一步扩大样本量，并采用多中心前瞻性研究设计，以完善和优化研究结果。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] QI L, LUO L J, MENG X R, et al. Risk factors for lumbar disc herniation in adolescents and young adults: A case-control study[J]. Front Surg, 2023, 9: 1009568.
[2] HARTVIGSEN J, HANCOCK M J, KONGSTED A, et al. What low back pain is and why we need to pay attention[J]. Lancet, 2018, 391 (10137): 2356-2367.
[3] LIU W G, WU X T, GUO J H, et al. Long-term outcomes of patients with lumbar disc herniation treated with percutaneous discectomy: Comparative study with microendoscopic discectomy[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2010, 33(4): 780-786.
[4] CANET J, GALLART L, GOMAR C, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort[J]. Anesthesiology, 2010, 113(6): 1338-1350.
[5] FERNANDEZ-BUSTAMANTE A, FRENDL G, SPRUNG J, et al. Postoperative pulmonary complications, early mortality, and hospital stay following noncardiothoracic surgery: A multicenter study by the perioperative research network investigators[J]. JAMA Surg, 2017, 152(2): 157.
[6] BARNES P J. Small airways in COPD[J]. N Engl J Med, 2004, 350 (26): 2635-2637.
[7] USMANI O S, DHAND R, LAVORINI F, et al. Why we should target small airways disease in our management of chronic obstructive pulmonary disease[J]. Mayo Clin Proc, 2021, 96(9): 2448-2463.
[8] CHANDLER D, MOSIERI C, KALLURKAR A, et al. Perioperative strategies for the reduction of postoperative pulmonary complications[J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2020, 34(2): 153-166.
[9] PAPI A, MORANDI L, FABBRI L. Small airway dysfunction: Not so silent after all?[J]. Lancet Respir Med, 2020, 8(11): 1062-1063.
[10] ODOR P M, BAMPOE S, GILHOOLY D, et al. Perioperative interventions for prevention of postoperative pulmonary complications: Systematic review and meta-analysis[J]. BMJ, 2020,368: m540.
[11] KAUFMANN K, HEINRICH S. Minimizing postoperative pulmonary complications in thoracic surgery patients[J]. Curr Opin Anesthesio, 2021, 34(1): 13-19.
[12] NUMATA T, NAKAYAMA K, FUJII S, et al. Risk factors of postoperative pulmonary complications in patients with asthma and COPD[J]. BMC Pulm Med, 2018, 18(1): 4.

收稿日期：2025-04-23
（本文编辑：吴迪汉）