

# 膈肌移动度与肺切除术后肺部并发症及近期预后的关系

岳红 王小文 李林峻 张勇 陈丹 吴庆琛 贺雪梅

**摘要** **目的** 应用超声测量膈肌移动度,分析其与肺切除术后肺部并发症和近期预后的关系,探讨导致膈肌功能障碍的危险因素。**方法** 选取我院胸外科行单侧肺切除术的患者 90 例,应用床旁超声分别于术前和术后 24 h、48 h、72 h 监测患者双侧膈肌移动度。根据术后膈肌移动度分为膈肌功能障碍组(DD 组)54 例和膈肌功能正常组(ND 组)36 例,比较两组术后肺部并发症发生情况及近期预后的差异,Logistic 回归分析导致膈肌功能障碍的危险因素。**结果** DD 组术后肺部并发症(肺复张不全、术后残腔、胸腔积液、肺部感染)发生率均高于 ND 组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); DD 组近期预后(肺完全复张时间、术后带管时间)均较 ND 组差,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。两组患者术侧膈肌移动度均呈先下降后回升的趋势,健侧膈肌移动度术后 48 h 保持不变,从术后 72 h 开始代偿性增加。Logistic 回归分析表明吸烟史、肺叶切除均为术后膈肌功能障碍的危险因素( $OR=4.347, 3.153$ , 均  $P < 0.05$ )。**结论** 肺切除术后膈肌功能障碍导致肺部并发症发生率增高,不利于近期预后;床旁超声可用于测量围术期膈肌移动度,早期发现膈肌功能不全,为临床制定治疗方案提供依据。

**关键词** 超声检查;膈肌移动度;肺切除术;预后

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Relationship between diaphragmatic excursion and pulmonary complications and short-term prognosis after pneumonectomy

YUE Hong, WANG Xiaowen, LI Linjun, ZHANG Yong, CHEN Dan, WU Qingchen, HE Xuemei

Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

**ABSTRACT** **Objective** To measure the diaphragmatic excursion by ultrasound, and to analyze its relationship with postoperative pulmonary complications and short-term prognosis, to explore the risk factors leading to diaphragm dysfunction. **Methods** Ninety patients of unilateral pneumonectomy in thoracic surgery of our hospital were collected. Diaphragmatic excursion was measured sequentially for each patient before and 24 h, 48 h, and 72 h after operation by bedside ultrasound. According to the postoperative diaphragmatic excursion, the patients were divided into diaphragm dysfunction group (DD group,  $n=54$ ) and Normal diaphragmatic function group (ND group,  $n=36$ ). The differences of the incidence of postoperative pulmonary complications and short-term prognosis between the two groups were compared. Logistic regression was used to analysis the risk factors leading to diaphragm dysfunction. **Results** The incidence of postoperative pulmonary complications (atelectasis, postoperative residual cavity, pleural effusion, and lung infection) in the DD group were higher than those in the ND group, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). The short-term prognosis of the DD group (the time to complete lung recruitment and post-operative catheterization) were worse than those of the ND group, the difference were statistically significant (both  $P < 0.05$ ). In both groups, diaphragmatic excursion first decreased and then increased on the operative side, while it remained unchanged on the opposite side at 48 h after operation and increased compensatively from 72 h after operation. Logistic regression analysis showed that smoking history and lobectomy were risk factors for postoperative diaphragmatic dysfunction ( $OR=4.347, 3.153$ , both  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Diaphragmatic dysfunction after pneumonectomy leads to higher incidence of pulmonary complications, which is not conducive to short-term prognosis. Bedside ultrasound can be used to

基金项目:医院学术带头人储备人才基金项目(xkts060)

作者单位:400016 重庆市,重庆医科大学附属第一医院超声科(岳红、张勇、贺雪梅),胸心外科(王小文、李林峻、陈丹、吴庆琛)

通讯作者:贺雪梅, Email: 406900598@qq.com

measure the diaphragmatic excursion during peri-operative period, and early detection of diaphragm dysfunction, which can provide help for clinical strategies.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Diaphragmatic excursion; Pneumonectomy; Prognosis

肺切除手术后常发生肺部并发症。膈肌是人体主要的呼吸肌,膈肌功能障碍是导致患者呼吸衰竭和延迟机械通气撤离的重要原因,不利于患者预后<sup>[1]</sup>。多数膈肌功能障碍患者无明显临床症状,不易被识别。目前用于检查膈肌功能的方法有膈肌肌电图、测量跨膈压,均为侵入性检查,且操作复杂,不易被患者接受。超声作为一种无创、实时、动态的检查方法,近年来在临床膈肌功能监测方面的应用逐渐受到重视。本研究应用超声测量膈肌移动度(diaphragmatic excursion, DE),探讨肺切除术患者围术期的DE与肺部并发症及其近期预后的关系,分析导致术后膈肌功能障碍的危险因素,旨在早期发现膈肌功能不全,指导临床制定治疗方案。

## 资料与方法

### 一、研究对象

序贯性收集2019年9月至2020年1月于我院胸外科行单侧肺切除术的患者90例,男41例,女49例,年龄35~81岁,平均(58.78±9.89)岁。纳入标准:①年满18周岁;②体质指数(BMI)<30 kg/m<sup>2</sup>;③择期行单侧肺(肺段、肺叶)切除术;④术前未行放疗、化疗或其他可能影响膈肌功能的治疗。排除标准:①既往有胸腔手术史;②术后皮下气肿明显影响检查者;③合并慢性心肺疾病;④临床资料不完整。剔除标准:研究过程中,膈肌超声显像不满意者。本研究经我院医学伦理委员会批准,受检者均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 超声检查:使用迈瑞M9彩色多普勒超声诊断仪,凸阵探头,频率1~5 MHz。患者取仰卧位,自主呼吸,将探头置于肋缘下锁骨中线与腋前线之间,垂直于膈肌移动,见膈肌声像图为一高回声亮线,然后切换至M型超声,测得膈肌运动轨迹上波峰与波谷的垂直距离<sup>[2]</sup>,即为DE,测量3次取平均值。分别于术前(T0)和术后24、48、72 h(T1、T2、T3)测量所有患者双侧DE。

2. 分组:以术后24 h平静呼吸状态下DE<1 cm作为膈肌功能障碍的诊断标准<sup>[3]</sup>,将患者分为膈肌功能障碍组(DD组)54例和膈肌功能正常组(ND组)36例。

3. 观察指标:收集患者临床资料,包括一般资料、手术切除范围、术后并发症,以及近期预后、术后死亡

率等。随访患者至出院,近期预后指标包括:肺完全复张时间、胸引带管时间。肺部并发症包括:肺复张不全、肺部感染、肺漏气、术后残腔、胸腔积液。肺复张不全:影像学检查证实1个或多个肺段或肺叶的容量或含气量减少。肺部感染:①术后出现高热(体温>38.5℃)症状,并经血培养检查证实;②术后咳出浓痰,影像学检查提示肺部新发斑片状渗出影,经痰标本培养出致病菌;③术后白细胞计数明显上升,经升级抗生素治疗后白细胞计数明显下降。中度以上肺漏气:术后闭式胸腔引流管持续漏气时间>7 d不能拔除。术后残腔:术后行胸部X片或CT检查提示术侧胸腔上缘低于第三后肋水平。胸腔积液:患者自觉症状明显,经影像学检查证实,需反复多次行胸腔穿刺或再次行胸腔闭式引流<sup>[4-5]</sup>。无需处理或无临床意义的并发症如少许气胸、少量胸腔积液、局限性的皮下气肿等对患者术后康复出院未造成不利影响的,则不予记录。比较两组上述指标的差异。

### 三、统计学处理

应用SPSS 26.0统计软件,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较行 $t$ 检验;计数资料以例或百分比表示,组间比较行 $\chi^2$ 检验。同侧DE随时间的变化趋势采用重复测量的方差分析。Logistic回归分析膈肌功能障碍与围术期变量(切除范围、手术时间、年龄、ASA评级、性别和吸烟史)间的关系。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、两组一般资料比较

90例患者术前均无膈肌功能障碍。DD组患者与ND组比较,肺叶切除及有吸烟史比例更大,差异有统计学意义( $P<0.01$ ),余指标比较差异均无统计学意义。见表1。

### 二、两组患者术后肺部并发症及近期预后比较

1. 术后肺部并发症:90例患者中共35例出现肺部并发症。其中DD组27例,ND组8例,两组术后并发症总发生率(50.0% vs. 22.2%)比较,差异有统计学意义( $P=0.008$ )。两组术后肺复张不全、术后残腔、术后胸腔积液、肺部感染的发生率比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),术后肺漏气发生率比较,差异无统计学意义。见表2。

2. 近期预后: 随访期间无患者死亡。DD 组术后肺完全复张时间和胸引管带管时间均较 ND 组更长, 肺完全复张时间 > 3 d 者比例较 ND 组增高, 差异均有统计学意义 ( $P=0.005, 0.002, 0.001$ )。见表 2。

三、围术期 DE 变化

1. 术侧与健侧 DE 变化: 两组术后 24 h 术侧 DE 较术前均明显下降, 术后 48 h 开始回升, 到术后 72 h 尚未恢复至术前水平。两组术后 48 h 健侧 DE 与术前比较均无明显变化, 术后 72 h 起均开始代偿性增加。其 DE 变化趋势见图 1。

2. 手术前后双侧 DE 变化: 两组术前双侧 DE 比较,

差异无统计学意义; 术后各时间点双侧 DE 比较差异, 均有统计学意义 (均  $P<0.001$ ), 见图 2 和表 3。

四、术后膈肌功能障碍的危险因素分析

1. 单因素分析: 将性别、年龄、吸烟史、手术时间、手术切除范围、ASA 评级作为变量, 对术后膈肌功能障碍的危险因素进行单因素分析, 结果显示, 有吸烟史、肺叶切除患者的术后膈肌功能障碍发生率显著高于无吸烟史、肺段或楔形肺切除的患者 (均  $P<0.05$ )。

2. 多因素 Logistic 回归分析: 有吸烟史、肺叶切除是术后膈肌功能障碍的危险因素 (均  $P<0.05$ )。见表 4。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	男/女(例)	年龄(岁)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	FVC(L)	FEV1(L)	手术时间(min)	切除范围(例)		病理诊断(例)		手术部位(例)		吸烟史		ASA 评级	
							肺叶	肺段	良性	恶性	左侧	右侧	有	无	2级	3级
DD组(54)	23/31	58.04±9.02	23.25±2.59	3.21±0.80	2.42±0.66	143.33±71.18	34	20	8	46	22	32	29	25	34	21
ND组(36)	18/18	59.89±11.11	23.15±2.69	3.17±0.78	2.37±0.71	134.86±64.20	8	28	11	25	14	22	7	29	21	15
$\chi^2$ 值	0.478	2.718	0.184	0.236	0.367	0.400	14.405		3.213		0.031		10.563		0.195	
P值	0.523	0.378	0.855	0.814	0.715	0.529	<0.001		0.112		0.816		0.001		0.659	

BMI: 体质指数; FVC: 用力肺活量; FEV1: 一秒用力呼气容积

表 2 两组患者术后并发症及近期预后情况比较

组别	肺部并发症(例)					近期预后		
	肺复张不全	术后残腔	胸腔积液	肺部感染	肺漏气	肺完全复张时间(d)	胸引管带管时间(d)	肺完全复张时间>3 d(例)
DD组(54)	15	10	12	10	6	3.83±3.02	4.94±3.39	22
ND组(36)	2	1	2	1	3	2.19±1.95	2.94±1.91	3
$\chi^2$ 值	6.962	-	4.568	-	-	2.876	3.208	11.308
P值	0.008	0.045	0.033	0.045	0.736	0.005	0.002	0.001

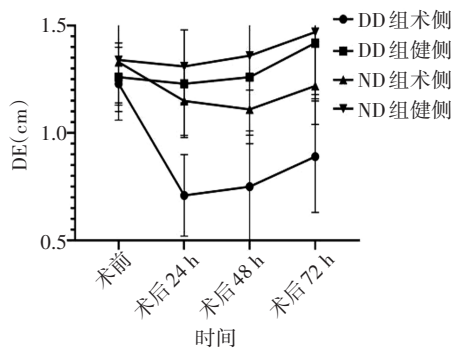
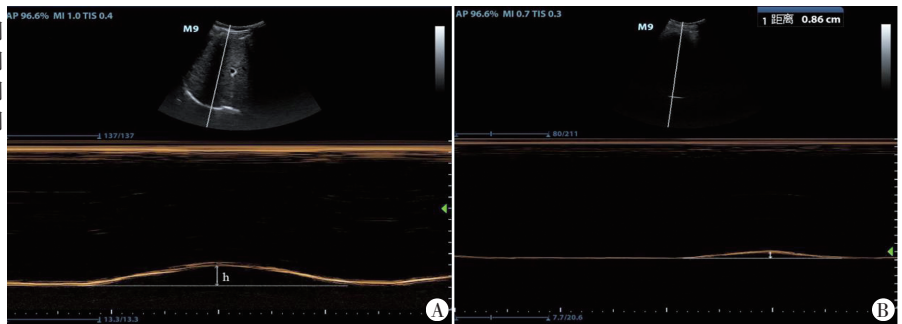


图 1 两组围术期 DE 变化趋势



A: ND 组 DE 为 1.57 cm; B: DD 组 DE 为 0.86 cm

图 2 两组测量 DE 超声图像

表 3 两组患者围术期 DE 变化情况 ( $\bar{x}\pm s$ ) cm

组别	术前	术后 24 h	术后 48 h	术后 72 h
DD 组				
术侧	1.23±0.17	0.71±0.19*	0.75±0.26*	0.89±0.26*
健侧	1.26±0.16	1.23±0.25	1.26±0.27	1.42±0.26
ND 组				
术侧	1.33±0.20	1.15±0.16*	1.11±0.16*	1.22±0.18*
健侧	1.34±0.20	1.31±0.17	1.36±0.16	1.47±0.29

与本组健侧比较, \* $P<0.05$

表 4 单侧肺切除术后膈肌功能障碍的多因素

Logistic 回归分析

变量	回归系数	标准误	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR 值	95% 可信区间
肺叶切除	1.148	0.537	4.571	0.033	3.153	1.100~9.037
有吸烟史	1.470	0.514	8.183	0.004	4.347	1.588~11.898
常数	-0.607	0.326	3.466	0.063	0.545	-



## 讨 论

文献<sup>[6-7]</sup>报道胸外科手术患者术后肺部并发症的发生率约11%~49%，本研究中肺切除术后并发症的发生率为39%。术后肺部并发症不仅与高死亡率、重症监护、住院时间长、费用增加有关<sup>[8]</sup>，还可影响患者术后肺功能和生活质量<sup>[9]</sup>。因此早期识别术后并发症高危患者非常关键。既往研究<sup>[10-11]</sup>表明，胸腹部手术会影响患者术后膈肌及肺功能，而超声可通过实时、动态地显示患者双侧膈肌运动，量化DE，进而评估膈肌功能。本研究旨在探讨围术期DE与肺切除术后患者发生肺部并发症及近期预后的关系。

本研究结果显示，DD组术后肺部并发症发生率显著高于ND组( $P<0.05$ )。DD组中出现肺复张不全15例，明显多于ND组(2例)；DD组肺切除术后发生肺部感染者(10例)明显多于ND组(1例)，差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。分析原因为肺切除术可引起胸壁形态和静息膈肌长度变化，术后疼痛也导致膈神经抑制，从而引起膈肌功能障碍。由于膈肌收缩在腹部和胸部之间提供压差，当膈肌功能障碍时，其在维持胸腔内的压力方面效果降低，且膈肌功能障碍影响肺壁和胸壁力学，不利于肺复张。同时，术后膈肌肌力下降，咳嗽排痰能力受损，加之外感因素，更易发生肺部感染。肺部感染又进一步削弱膈肌功能，导致恶性循环。DD组54例患者的膈肌功能障碍均发生在手术同侧，其中2例除发生术侧膈肌功能障碍外，健侧膈肌功能也发生了障碍，术后24h内膈肌功能障碍的发生率为60%，略低于Spadaro等<sup>[11]</sup>报道的68%，分析原因可能与本研究纳入患者的年龄较低有关。

本研究还发现健侧DE在术后48h内保持不变；术后72h开始，健侧DE开始出现代偿性增加，这与Takazakura等<sup>[12]</sup>发现术后3个月时应用MRI测量的结果相似，但本研究观察的时间点明显提前。分析其原因，膈肌代偿性运动增加可能出现得更早，或超声能更早地监测到膈肌的代偿性运动增强。由此可推测，围术期早期发现膈肌功能障碍，及时进行干预，尽早促进膈肌功能恢复有利于肺复张和减少术后肺部并发症。

针对危险因素治疗和干预也是降低术后膈肌功能障碍发生的重要方法。除发现膈肌功能障碍导致术后肺部并发症发生率增高外，本研究还分析了术后发生膈肌功能障碍的危险因素，结果显示，有吸烟史、肺叶切除是肺切除术后膈肌功能障碍的独立危险因素。因此对于有吸烟史、行肺叶切除的患者，在术前应该充分评估患者肺功能，此外在手术前，应综合评

估患者情况，选择最适合的术式，做好充分准备，缩短手术时间，减少术中患者机体消耗，进而降低术后膈肌功能障碍的发生风险，减少术后肺部并发症的发生，改善预后。

本研究的局限性：首先，超声的扫描深度有限，严重肥胖患者的膈肌无法完全清晰显示，在部分患者中应用受限，对于此类患者可以结合MRI评估膈肌功能；其次，本研究样本量偏小，期待后续更大样本更完整的研究。

综上所述，通过床旁超声评估围术期DE，可早期发现膈肌功能障碍，及早采取干预措施，以减少术后肺部并发症的发生，改善患者近期预后。

## 参考文献

- [1] Elshazly MI, Kamel KM, Elkorashy RI, et al. Role of bedside ultrasonography in assessment of diaphragm function as a predictor of success of weaning in mechanically ventilated patients[J]. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*, 2020, 83(4):295-302.
- [2] 陈重泽, 连细华, 杨如容, 等. 超声研究膈肌移动度与对合角度对COPD病情初步判定[J]. *中国超声医学杂志*, 2016, 32(1):34-36.
- [3] Tralhão A, Cavaleiro P, Arrigo M, et al. Early changes in diaphragmatic function evaluated using ultrasound in cardiac surgery patients: a cohort study[J]. *J Clin Monit Comput*, 2020, 34(3):559-566.
- [4] 杨永波, 陈军, 朱大兴, 等. 肺癌患者开胸术后发生肺不张的预防及治疗[J]. *中国肺癌杂志*, 2010, 13(3):234-237.
- [5] 陈伟, 冯天赐, 王小文, 等. 合并2型糖尿病的非小细胞肺癌患者肺切除术后近期预后的临床分析[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2020, 27(8):912-917.
- [6] Bernard A, Deschamps C, Allen MS, et al. Pneumonectomy for malignant disease: factors affecting early morbidity and mortality[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2001, 121(6):1076-1082.
- [7] Alexiou C, Beggs D, Rogers ML, et al. Pneumonectomy for non-small cell lung cancer: predictors of operative mortality and survival[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2001, 20(3):476-480.
- [8] Lugg ST, Agostini PJ, Tikka T, et al. Long-term impact of developing a postoperative pulmonary complication after lung surgery[J]. *Thorax*, 2016, 71(2):171-176.
- [9] Jiao W, Zhao Y, Wang M, et al. A retrospective study of diaphragmatic motion, pulmonary function, and quality-of-life following video-assisted thoracoscopic lobectomy in patients with nonsmall cell lung cancer[J]. *Indian J Cancer*, 2015, 51(2):45-48.
- [10] Kim SH, Na S, Choi JS, et al. An evaluation of diaphragmatic movement by M-mode sonography as a predictor of pulmonary dysfunction after upper abdominal surgery[J]. *Anesth Analg*, 2010, 110(5):1349-1354.
- [11] Spadaro S, Gasso S, Dres M, et al. Point of care ultrasound to identify diaphragmatic dysfunction after thoracic surgery[J]. *Anesthesiology*, 2019, 131(2):266-278.
- [12] Takazakura R, Takahashi M, Nitta N, et al. Assessment of diaphragmatic motion after lung resection using magnetic resonance imaging[J]. *Radiat Med*, 2007, 25(4):155-63.

(收稿日期:2021-01-09)