

· 综述 ·

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.23.026

网络首发 [http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220830.1217.006.html\(2022-08-30\)](http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220830.1217.006.html(2022-08-30))

胸膜粘连诊断方法研究进展*

孙卓琛 综述, 黄云超[△], 赵光强 审校

(昆明医科大学第三附属医院胸外一科 650100)

[摘要] 胸膜粘连作为胸外科手术中的常见疾病,其粘连程度会直接影响手术入路的选择、手术进度,粘连程度较高甚至会导致术后严重的并发症,因此在胸部手术前诊断胸膜粘连尤为重要。目前,还没有一种在胸部手术前用于诊断胸膜粘连的金标准技术。该文针对术前诊断胸膜粘连检测方法的研究进展进行综述。

[关键词] 胸膜粘连;粘连程度;X线影像学;诊断;预测

[中图分类号] R4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2022)23-4089-04

Research progress of diagnostic methods for pleural adhesions*

SUN Zhuochen, HUANG Yunchao[△], ZHAO Guangqiang

(First Department of Chest Surgery, Third Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming, Yunnan 650100, China)

[Abstract] Pleural adhesion serves as a common disease in thoracic surgery, its adhesion degree will directly affect the choice of surgical approach and surgical progress, and the higher degree of adhesion can even lead to serious postoperative complications, therefore its preoperative diagnosis is particularly important. Currently, there is no gold standard technique used to diagnose pleural adhesions before chest surgery. This paper reviews the research progress on the detection methods for preoperative diagnosis of pleural adhesion.

[Key words] pleural adhesion; degree of adhesion; X-ray imageology; diagnosis; prediction

自 20 世纪 90 年代以来,通过视频辅助胸腔镜手术(VATS)进行的肺叶切除术得到极大的发展^[1]。相对于传统开胸手术,其在美容伤口、术后疼痛、肺功能保护和术后恢复等方面具有更多的优势^[2-3]。虽然手术技术、麻醉技术和围术期护理方面逐年改进,但 VATS 术后并发症仍高达 30% 左右^[4],胸膜粘连作为术后并发症的主要危险因素之一,抑制了肺的塌陷使得胸腔镜及操作器械难以进入胸膜腔。粘连松解过程中随之而来的胸膜损伤、出血和长时间漏气会增加手术时间和术后并发症的发病率^[2]。因此,术前预测胸膜粘连对于确定合适的手术入路和胸腔镜入路的可行性是必要的。本研究针对近年来术前诊断胸膜粘连方法的研究进展进行综述。

1 胸部超声在胸膜粘连中的应用

超声是一种无辐射、廉价、快捷及可以提供实时和即时结果的影像学检查^[5]。胸膜位置表浅且声阻

抗较大,超声可以显示胸膜动态运动(肺滑动),并具有实时检测粘连的能力^[6]。超声可以动态评估胸膜,显示 B 型超声图像上是否存在肺部滑动或滑动迹象(滑动或滑动征是指脏胸膜在呼吸过程中来回移动^[7],没有这一发现表明胸膜粘连)或 M 型图像上是否存在海滨或条形码迹象(海滨标志是指胸膜线下方的沙状外观,而条形码或平流层标志是指胸膜线浅部和深部的线性线条^[8]。当胸膜粘连出现时,海滨标志被条形码/平流层标志代替),这些发现有望促进胸膜粘连的评估。在胸外科领域,TATEISHI 等^[9]描述了通过超声对胸膜粘连的术前评估,发现其灵敏度为 75%,特异度为 93%。然而,该研究没有报告胸膜偏移的临界值。SASAKI 等^[10]的研究表明,如果下胸壁胸膜偏移大于 2 cm,上胸壁胸膜偏移大于 1 cm,则不存在粘连,确定了肺滑动征的临界点,但文章并未阐明临界点是否是预先确定的。YASUKAWA 等^[11]在

* 基金项目:国家自然科学基金项目(81960335);国家重点研发计划“精准医学研究”重点专项(2017YFC0907902)。 作者简介:孙卓琛(1994-),在读研究生,主要从事胸部肿瘤研究。 [△] 通信作者, E-mail: huangych2001@aliyun.com。

研究报告中指出,肺滑动征可区分致密粘连和非致密粘连,并且在使用超声检查时难以检测顶点部位附近的粘连。

随着医疗技术的不断发展,传统的超声检查仪器也发展出经胸超声(TTUS)和袖珍式超声等便携式超声仪器^[12-13]。便携式的超声仪器与传统仪器相比,使用更加便捷、快速,可以在任何对于患者有利的环境下进行检查(舒适、安全的位置),而且可以在胸部多个角度进行扫描^[12]。在背部,可以选择纵向和横向肋间和椎旁扫描;在胸前侧,除了纵向和横向肋间扫描外,胸骨上、胸骨旁、剑突下和锁骨上都是可以用来检测的位点;在胸外侧,可以选择腋窝前、中、后扫描视图。相对于传统超声仪器,便携式仪器检测位点的选择更多、更全面。WEI 等^[14]的一项使用 TTUS 预测胸膜粘连的前瞻性研究表明,对 117 例接受 VATS/开胸手术的患者进行诊断性试验研究,TTUS 检查的灵敏度为 88.0%,特异度为 82.6%,总准确性为 83.8%。SANO 等^[13]使用袖珍式超声检测胸膜粘连的一项研究表明,对 62 例接受胸外科手术的术前使用袖珍式超声设备评估胸膜粘连,58 例患者出现滑动征,其中 56 例术中未见胸膜粘连,灵敏度为 96.6%。4 例患者的滑动体征呈阴性;其中 3 例有胸膜粘连,1 例没有,特异度为 75.0%。在所有 62 例患者中,超声诊断胸膜粘连的准确率为 95.2%。上述研究表明,便携式超声设备与传统超声设备相比,其检测胸膜粘连的灵敏度和特异度都较高,可能原因是便携式超声的检测位点较多,检测较为全面。

胸部超声良好的灵敏度和特异度对区分和定义致密与轻型(“蜘蛛网”)粘连具有临床重要性,因为不同程度的胸膜粘连术后并发症的发生率也不同。这种划分可用于识别高风险患者,以便为医疗团队准备最佳手术入路和预防相关并发症^[15]。然而,胸部超声的灵敏度不足以排除胸膜粘连,这可能由于操作人员的经验水平不足和用于识别胸膜粘连的标准不同。由于肺滑动征广泛应用于气胸患者(灵敏度为 88%;特异度为 99%)^[16],而慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者由于肺部过度膨胀导致肺部滑动征减少^[17],操作员可能需要提高检测这些病例胸膜粘连的灵敏度。

总之,胸部超声可以作为胸外科手术前胸膜粘连的一项检查,为外科医生提前选择手术入路和高危并发症做好准备。

2 计算机断层扫描(CT)在胸膜粘连中的应用

CT 是诊断胸部疾病的基本工具。利用各种成像

技术的胸部 CT 可以提供重要的功能信息,如肺功能评估、肺通气/灌注比、呼吸动力学、气道情况等。这些能够在诊断、评估以及预测预后方面对包括 COPD、特发性肺纤维化、肺癌、胸膜粘连等在内的肺部疾病进行定量和定性评估。

胸部 CT 在预测胸膜粘连方面显示出中等价值,而许多胸膜粘连患者在 CT 上未发现胸膜粘连^[18-19]。MASON 等^[19]通过对接受 VATS 患者的病变分析鉴别病变上的胸膜粘连,胸部 CT 显示低灵敏度(38%)和特异度(46%)。JIN 等^[20]对基于 CT 上的其他图像特征的研究结果表明,胸部 CT 显示中度肺气肿与严重胸膜粘连显著相关(优势比 11.202, $P=0.001$),局部胸膜增厚或钙化与严重胸膜粘连无关(局部胸膜增厚 $P=0.405$,局部胸膜钙化 $P=0.107$)。虽然 JIM 等^[20]研究表明术前胸部 CT 显示肺气肿,肺癌手术中可能会发现严重的胸膜粘连,但仍存在一些缺点,胸膜粘连的存在和严重程度主要根据粘连松解所需的时间进行评估,没有比较和匹配术中胸膜粘连和 CT 表现的位置。目前基于静态 CT 图像评估脏层和壁层胸膜之间的粘连是非常困难的。

胸壁(包括隔膜)的运动产生胸内压力的周期性变化,使得每个部件能够同步运动,并且有效地进行气体交换。在呼吸期间获得的连续 3D 图像的四维(4D-CT)可以直接证明正常和异常的呼吸运动。使用多探测器计算机断层扫描可以容易地获得 4D-CT,并且它可以证明呼吸周期期间肺结构的位移和/或变形。组合两个或三个 3D 图像集就能够对整个肺进行呼吸运动分析。4D-CT 分析已用于大气道异常患者,如气管支气管软化症,COPD 和肺癌引起的胸膜粘连作为术前评估。

最近的研究表明,4D-CT 的定量分析可以证明壁层胸膜侵袭和/或粘连的可能性。SAKUMA 等^[21]提出了 3 种不同的方法:(1)分析从吸气框架移动的距离;(2)分析总运动距离;(3)矢量分析。他们发现了几个可以区分有和没有壁层胸膜浸润/粘连患者的定量指标。HASHIMOTO 等^[22]使用专用工作站上的自动跟踪功能评估胸膜和相应肋骨表面几个点的局部运动,研究表明,有无胸膜粘连患者的局部运动有明显差异。由于 4D-CT 可以精确显示包括肺门和纵隔在内的胸部结构,预计 4D-CT 分析可能会确定纵隔-胸膜粘连。

尽管 4D-CT 在自然呼吸时进行检查,但胸膜粘连仍可以传统方式进行评估^[23]。在评估老年患者和

呼吸系统疾病患者的胸膜粘连时,使用常规 CT 可以通过胸膜增厚、胸膜下间质阴影和内脏胸膜回缩等征象来检测胸膜粘连^[22]。然而,这些 CT 征象依赖于技术人员的经验,缺乏客观性。4D-CT 可以观察呼吸引起的器官运动,比常规 CT 更有利于客观评价粘连^[24-25]。当肿瘤不附着于胸壁时,它随呼吸沿着胸壁同步移动;当有粘连时,它移动的距离会减小或不变。此外,其他的 CT 成像方式,如三维计算机支气管造影和血管造影技术(3D-CTBA)也可以同时进行,不仅评估了粘连程度,而且在术前为肿瘤切除提供了最佳的手术入路参考^[26],这大大减轻了患者的负担。然而,4D-CT 的辐射暴露量高于常规 CT,这是 4D-CT 的一个缺点。此外,可以用四维磁共振成像代替 4D-CT 来评估黏附和避免辐射暴露,但四维磁共振成像的时间和空间分辨率都不如 4D-CT^[23]。为了减少辐射剂量,未来应考虑超低剂量 CT。

3 胸部 X 线片在胸膜粘连中的应用

对于行胸腔内手术的患者术前检测有无胸膜粘连,检测手段尤为重要。胸部超声技术要求较高,鉴别困难,CT 的准确性有限。然而,除了一些国家及地区不容易获得 CT 扫描之外,胸部 X 线片仍然是胸膜疾病患者的首选检查^[27]。THIAM 等^[27]的一项前瞻性研究旨在评估胸膜手术前患侧侧卧位胸部 X 线片摄影(LDCR)的诊断准确性,结果显示,胸膜粘连检测的阳性预测值和阴性预测值分别为 66.1% 和 50.0%。之后 THIAM 等^[28]又比较侧卧位胸片和胸部超声预测胸膜粘连的表现,这项研究表明,LDCR 在预测胸膜粘连的灵敏度为 63.4%,特异度为 44.0%,阳性预测值为 65.0%,阴性预测值为 42.3%。LDCR 对于胸膜粘连的诊断不如胸部超声敏感,特异度也较低,阴性预测值也较低,在某些情况下,LDCR 可以作为评估胸膜粘连的替代方法。

动态胸部 X 线片摄影(DCR)是一种基于平板探测器的功能性 X 射线成像设备,可提供肺部通气和循环检查结果。DCR 提供客观和可量化的信息,包括膈肌运动、肺通气和循环,以及肿瘤侵袭或粘连,与三维胸部 CT 或磁共振成像相比,侵入性更小。TAMURA 等^[29]通过对 1 例 82 岁患者行术前 DCR 检查的研究表明,术前行 DCR 检查对于检测肿瘤对胸膜的侵犯及粘连是有效的。DCR 作为一项新型的成像方式,具有低辐射照射,功能成像过程简单快速,且对于传统胸部 X 线片检查,其可以获得更多的成像信息。由于使用 DCR 术前评估胸膜侵犯和粘连的研究较

少,DCR 目前仍不是主流的诊断方式,缺乏大量的样本研究数据支持,需要进行大样本量的研究。总之,DCR 是可用作术前评估胸膜浸润和粘连的新型微创成像方式。

4 总 结

综上所述,在评估胸膜疾病时,由于胸膜腔结构变化与疾病病理生理学之间的密切关系,形态学评估很重要。肺形态和功能之间的相关性是诊断成像模式的基础,包括胸部 X 线片和 CT,其在胸膜疾病的诊断中起重要作用。由于胸部超声的成像特征及技术要求、胸部 CT 成像技术的不断改进、胸部 X 线片的低灵敏度、低特异度等原因,国际上目前还没有诊断胸膜粘连的金标准技术。随着医疗技术的不断发展,未来对胸膜粘连的诊断手段一定会越来越精准。

参考文献

- [1] 沈正海,胡早秀,杨璋,等. 2D 与 3D 胸腔镜模式下肺癌手术的对比研究[J]. 云南医药,2017;38(4):325-328.
- [2] LI S,ZHOU K,DU H,et al. Body surface area is a novel predictor for surgical complications following video-assisted thoracoscopic surgery for lung adenocarcinoma:a retrospective cohort study[J]. BMC Surg,2017,17(1):69.
- [3] LAURSEN L,PETERSEN R H,HANSEN H J,et al. Video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy for lung cancer is associated with a lower 30-day morbidity compared with lobectomy by thoracotomy [J]. Eur J Cardiothorac Surg,2016,49(3):870-875.
- [4] LI S,ZHOU K,WANG M,et al. Degree of pulmonary fissure completeness can predict post-operative cardiopulmonary complications and length of hospital stay in patients undergoing video-assisted thoracoscopic lobectomy for early-stage lung cancer [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg,2018,26(1):25-33.
- [5] CASSANELLI N,CAROLI G,DOLCI G,et al. Accuracy of transthoracic ultrasound for the detection of pleural adhesions[J]. Eur J Cardiothorac Surg,2012,42(5):813-818.
- [6] LICHTENSTEIN D A,MEZIERE G A. Rele-

- vance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure; the BLUE protocol[J]. *Chest*, 2008, 134(1):117-125.
- [7] LEVITOV A, FRANKELHL, BLAIVAS M, et al. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill Patients-Part ii: cardiac ultrasonography[J]. *Crit Care Med*, 2016, 44(6):1206-1227.
- [8] STONE M B. Ultrasound diagnosis of traumatic pneumothorax[J]. *J Emerg Trauma Shock*, 2008, 1(1):19-20.
- [9] TATEISHI U, MORIKAWA T, MIYASAKA K. Detection of pleural adhesions with sonography[J]. *J Clin Ultrasound*, 2001, 29(1):61-62.
- [10] SASAKI M, KAWABE M, HIRAI S, et al. Preoperative detection of pleural adhesions by chest ultrasonography[J]. *Ann Thorac Surg*, 2005, 80(2):439-342.
- [11] YASUKAWA M, TAIJI R, MARUGAMI N, et al. Ultrasonography for detecting adhesions; aspirin continuation for lung resection patients[J]. *In Vivo*, 2019, 33(3):973-978.
- [12] SPERANDEO M, ROTONDO A, GUGLIELMI G, et al. Transthoracic ultrasound in the assessment of pleural and pulmonary diseases: use and limitations[J]. *Radiol Med*, 2014, 119(10):729-740.
- [13] SANO A, HIRANUMA A, NAGASHIMA M. Preoperative detection of pleural adhesions using pocket-sized ultrasound[J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2021, 29(5):400-404.
- [14] WEI B, WANG T, JIANG F, et al. Use of transthoracic ultrasound to predict pleural adhesions; a prospective blinded study[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 60(2):101-104.
- [15] ZHANG Z, LIU D, GUO Y, et al. The common causes of conversion of VATS during operation for 248 non-small cell lung cancers[J]. *Chin J lung Cancer*, 2011, 14(6):523-528.
- [16] EBRAHIMI A, YOUSEFIFARD M, MOHAMMAD KAZEMI H, et al. Diagnostic accuracy of chest ultrasonography versus chest radiography for identification of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis[J]. *Tanaffos*, 2014, 13(4):29-40.
- [17] SLATER A, GOODWIN M, ANDERSON K E, et al. COPD can mimic the appearance of pneumothorax on thoracic ultrasound [J]. *Chest*, 2006, 129(3):545-550.
- [18] MAROM E M, MCADAMS H P, PALMER S M, et al. Cystic fibrosis: usefulness of thoracic CT in the examination of patients before lung transplantation[J]. *Radiology*, 1999, 213(1):283-288.
- [19] MASON A C, MILLER B H, KRASNA M J, et al. Accuracy of CT for the detection of pleural adhesions; correlation with video-assisted thoracoscopic surgery[J]. *Chest*, 1999, 115(2):423-427.
- [20] JIN K N, SUNG Y W, OH S J, et al. Association between image characteristics on chest CT and severe pleural adhesion during lung cancer surgery[J]. *PLoS One*, 2016, 11(5):e0154694.
- [21] SAKUMA K, YAMASHIRO T, MORIYA H, et al. Parietal pleural invasion/adhesion of subpleural lung cancer: Quantitative 4-dimensional CT analysis using dynamic-ventilatory scanning[J]. *Eur J Radiol*, 2017, 87:36-44.
- [22] HASHIMOTO M, NAGATANI Y, OSHIO Y, et al. Preoperative assessment of pleural adhesion by Four-Dimensional Ultra-Low-Dose Computed Tomography (4D-ULDCT) with adaptive iterative dose reduction using three-dimensional processing (AIDR-3D)[J]. *Eur J Radiol*, 2018, 98:179-186.
- [23] MIZUNO K, MUTO M. Preoperative evaluation of pleural adhesion in patients with lung tumors using four-dimensional computed tomography performed during natural breathing[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(47):e27800.
- [24] FUJIMOTO R, SATO M, MIYATA R, et al. Successful resection of recurrent mediastinal liposarcoma using preoperative evaluation of organ invasion by four-dimensional computed tomography[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 64(8):488-491. (下转第 4099 页)

- [47] YANG L, JIAO X, WU J, et al. Cordyceps sinensis inhibits airway remodeling in rats with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Exp Ther Med*, 2018, 15(3):2731-2738.
- [48] HAO D, LI Y, SHI J, et al. Baicalin alleviates chronic obstructive pulmonary disease through regulation of HSP72-mediated JNK pathway [J]. *Mol Med*, 2021, 27(1):53.
- [49] XU F, LIN J, CUI W, et al. Scutellaria baicalensis attenuates airway remodeling via PI3K/Akt/NF- κ B Pathway in cigarette smoke Mediated-COPD rats model [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2018, 2018(5):1281420.
- [50] 刘忠. 银杏叶提取物对慢性阻塞性肺疾病模型大鼠 ET-1、TGF- β 1 的影响 [J]. *中国药房*, 2011, 22(43):4051-4053.
- [51] ZECH J, DZIKOWSKI R, SIMANTOV K, et al. Transdermal delivery of artemisinins for treatment of pre-clinical cerebral malaria [J]. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist*, 2021, 2021(16):148-154.
- [52] ZHAO D, ZHANG J, XU G, et al. Artesunate protects LPS-induced acute lung injury by inhibiting TLR4 expression and inducing Nrf2 activation [J]. *Inflammation*, 2017, 40(3):798-805.
- [53] VERMA S, KUMAR V L. Artesunate affords protection against aspirin-induced gastric injury by targeting oxidative stress and proinflammatory signal-ing [J]. *Pharmacol Rep*, 2018, 70(2):390-397.
- [54] WANG C, XUAN X, YAO W, et al. Anti-fibrotic effects of artesunate on bleomycin-induced pulmonary fibrosis in Sprague Dawley rats [J]. *Mol Med Rep*, 2015, 12(1):1291-7.
- [55] PAN K, LU J, SONG Y. Artesunate ameliorates cigarette smoke-induced airway remodeling via PPAR- γ /TGF- β 1/Smad2/3 signalling pathway [J]. *Respir Res*, 2021, 22(1):91.
- [56] ALSAYARI A, MUHSINAH A B, ALMA GHASLAH D, et al. Pharmacological efficacy of ginseng against respiratory tract infections [J]. *Molecules*, 2021, 26(13):4095.
- [57] GUAN S, LIU Q, HAN F, et al. Ginsenoside Rg1 ameliorates cigarette smoke-induced airway fibrosis by suppressing the TGF- β 1/Smad pathway in vivo and in vitro [J]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017(5):6510198.

(收稿日期:2022-02-10 修回日期:2022-06-11)

(上接第 4092 页)

- [25] SUZUKI J, OIZUMI H, WATARAI H, et al. The preoperative assessment of subpleural lung cancer movement to distinguish thoracic wall adhesion or invasion using four-dimensional computed-tomography [J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 67(12):1097-1099.
- [26] HU W, ZHANG K, HAN X, et al. Three-dimensional computed tomography angiography and bronchography combined with three-dimensional printing for thoracoscopic pulmonary segmentectomy in stage IA non-small cell lung cancer [J]. *J Thorac Dis*, 2021, 13(2):1187-1195.
- [27] THIAM K, BERBIS J, LAROUMAGNE S, et al. Diagnostic accuracy of lateral decubitus chest radiography before pleural maneuvers for the management of pleurisy in the era of chest ultrasound [J]. *Respiration*, 2018, 95(6):449-453.
- [28] THIAM K, GUINDE J, LAROUMAGNE S, et al. Lateral decubitus chest radiography or chest ultrasound to predict pleural adhesions before medical thoracoscopy: a prospective study [J]. *J Thorac Dis*, 2019, 11(10):4292-4297.
- [29] TAMURA M, MATSUMOTO I, SAITO D, et al. Dynamic chest radiography: Novel and less-invasive imaging approach for preoperative assessments of pleural invasion and adhesion [J]. *Radiol Case Rep*, 2020, 15(6):702-704.

(收稿日期:2022-02-05 修回日期:2022-05-22)