

Ultrasonography in evaluation on abnormal motion of diaphragms in patients with chronic obstructive pulmonary disease

HUANG Qiuxia¹, LIN Ning^{2*}, ZHANG Huizhen¹, LU Fengfeng³, CHEN Mengqi²

(1. Department of Ultrasound, Fujian Provincial Jinshan Hospital, Fuzhou 350028, China;

2. Department of Ultrasound, 3. Department of Respiratory and Critical Diseases,

Provincial Clinical Medical College of Fujian Medical University,

Fujian Provincial Hospital, Fujian 350001, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of ultrasonography in evaluation on abnormal motion of the diaphragms in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods** Totally 64 patients with COPD in acute exacerbation were enrolled and divided into C group ($n=34$) and D group ($n=30$) according to 2017GOLD guidelines. All patients underwent ultrasonography. The thickness of diaphragm, the range of motion of diaphragm and the angle of conjunction, as well as diaphragmatic thickening fraction (DTF) and the degree of diaphragm (DD) were measured and calculated. **Results** DTF and contraction speed of diaphragm in C group were significantly higher than those in D group (both $P<0.05$), while DD and chest wall were not significantly different between the two groups (both $P>0.05$). DTF was positively correlated with the ratio between forced the first second of expiratory volume and forced vital capacity (FEV1/FVC, $r=0.26$, $P=0.04$), while DD ($r=0.35$, $P<0.01$) and contraction speed ($r=0.43$, $P<0.01$) were positively correlated with forced vital capacity (FVC). The differential diagnosis performance of DTF for C group and D group COPD was relatively good (AUC=0.78), taken diagnostic threshold of 30.22%, the sensitivity and specificity was 70.60% and 83.30%, respectively. **Conclusion** Ultrasound can be used to evaluate diaphragmatic dysfunction in patients with COPD and guide the stable rehabilitation treatment.

[Keywords] diaphragm; pulmonary disease, chronic obstructive; ultrasonography

DOI:10.13929/j.1003-3289.201903021

超声评价慢性阻塞性肺疾病患者膈肌运动异常

黄秋霞¹, 林 宁^{2*}, 张慧珍¹, 卢锋峰³, 陈梦奇²

(1. 福建省立金山医院超声科, 福建 福州 350028; 2. 福建医科大学省立临床医学院

福建省立医院超声科, 3. 呼吸与危重症医学科, 福建 福州 350001)

[摘要] **目的** 探讨超声评价慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者膈肌运动异常的价值。**方法** 收集 64 例 COPD 急性加重期患者, 根据 2017GOLD 指南综合评估将其分为 C 组($n=34$)和 D 组($n=30$), 以超声测量膈肌厚度、膈肌运动幅度及对合角, 计算膈肌增厚分数及膈肌移动度。**结果** C 组膈肌增厚分数和收缩速度均明显大于 D 组(P 均 <0.05), 而 2 组膈肌移动度和对合角差异无统计学意义(P 均 >0.05)。膈肌增厚分数与第 1 秒用力呼气量/用力肺活量(FEV1/FVC)呈正相关($r=0.26$, $P=0.04$), 膈肌移动度($r=0.35$, $P<0.01$)、膈肌收缩速度($r=0.43$, $P<0.01$)均与 FVC 呈正相关。

[基金项目] 福建省卫计委医学创新课题(2017-CX-5)。

[第一作者] 黄秋霞(1987—), 女, 福建南安人, 硕士, 主治医师。研究方向: 重症超声及产科超声。E-mail: 150259029@qq.com

[通信作者] 林宁, 福建医科大学省立临床医学院 福建省立医院超声科, 350001。E-mail: Linningxin@163.com

[收稿日期] 2019-03-04 [修回日期] 2019-08-13

DTF 对鉴别诊断 C、D 组 COPD 性能相对较好(AUC 为 0.78),DTF=30.22%,其诊断敏感度 70.60%,特异度 83.30%。

结论 超声可评价 COPD 患者膈肌功能障碍,指导稳定期康复治疗。

[关键词] 膈;肺疾病,慢性阻塞性;超声检查

[中图分类号] R563.3; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)10-1513-04

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是以气道阻塞和肺气肿为主要特征的慢性疾病^[1],发病率较高,主要临床表现为肺功能进行性减退,患者生存质量明显下降,是目前全球第 4 位死亡原因,预计 2020 年将上升至第 3 位^[2]。COPD 患者长期气流受限、肺过度充气,膈肌发生形态学变化,如扁平、缩短、对合面积减少等,与膈肌功能障碍密切相关^[3]。膈肌功能包括结构和功能学,后者包括最大吸气压、最大呼气压和跨膈压。测量膈肌功能学的方法有创,且需要受检者配合,临床应用受限。CT、MRI 虽可检测膈肌形态,但因射线暴露、技术要求高等问题,也有一定局限性。膈肌超声作为一种可重复性好、非侵入性、可随时监测的诊断方法,日益受到临床医师的青睐^[4]。本研究采用超声检测膈肌运动指标,包括膈肌厚度、运动幅度及对合角,旨在探讨超声观察 COPD 患者膈肌运动异常的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2018 年 1—9 月在福建省立金山医院接受住院治疗、根据 2017GOLD 指南诊断为 COPD 急性加重期的 64 例患者,男 59 例,女 5 例,年龄 59~92 岁,平均(74.9±8.0)岁。排除标准:年龄<18 岁,急性肺水肿,合并间质性肺疾病,脑血管疾病,胸廓畸形,既往诊断膈肌麻痹、神经肌肉疾病及使用肌肉麻痹药物者。根据 2017GOLD 指南,将呼吸困难评分≥2 分、COPD 评估测试评分≥10 分归入 D 组(n=30),余为 C 组(n=34)。本研究获得福建省立医院及福建省立金山医院伦理委员会批准。患者及家属均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用意大利百胜 MyLab Gamma 便携式超声诊断仪,凸阵探头(频率 1~5 MHz)、线阵探头

(频率 5~12 MHz),Philips IU Elite 超声诊断仪凸阵探头(频率 1~5 MHz)、线阵探头(频率 5~12 MHz)。

1.2.1 膈肌厚度测量(图 1) 嘱患者平卧,将线阵探头置于锁骨中线至腋前线中点与第 7~8 肋间交界处,于常规超声模式下测量距离肋膈角 10 mm 处附着于胸廓的膈肌厚度。计算膈肌增厚分数(diaphragmatic thickening fraction, DTF),DTF(%)=(膈肌吸气末厚度-膈肌呼气末厚度)/膈肌吸气末厚度×100%。间隔 2 min,重复测量 3 次,取平均值。

1.2.2 膈肌对合角测量(图 1) 嘱患者平卧,将线阵探头置于腋前线,分别测量肋膈角在平静呼气末及平静吸气末胸壁与膈肌对合角度,二者之差即为膈肌对合角(°)。

1.2.3 膈肌收缩速度测量(图 2) 嘱患者平卧,将凸阵探头置于锁骨中线至腋前线中点与肋弓下缘交界处,膈肌透声窗为肝脏(右侧)、脾脏(左侧),探头指向头侧及背侧,使声束到达并垂直于膈肌中后 1/3 部位, M 超声显示膈肌运动,取样线指向膈肌顶部并与长轴夹角<30°。膈肌移动度(degree of diaphragm, DD)(mm)=吸气末膈肌幅度-呼气末膈肌幅度,膈肌收缩速度(mm/s)=DD/吸气时间。间隔 2 min,重复测量 3 次,取平均值。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以例数和百分率(%)表示。2 组间计数资料比较采用 χ^2 检验,计量资料比较采用 *t* 检验;多组间计量资料比较采用 *F* 检验。以 *Spearson* 相关检验分析左侧与右侧膈肌功能参数、膈肌功能与肺功能的相关性,绘制 ROC 曲线评估膈肌功能超声参数鉴别 C 组与 D 组 COPD 的效能。*P*<0.05 为差异有统计学意义。



图 1 超声测量膈肌厚度及对合角 于平静呼气末(A)及吸气末(B)测量距离肋膈角 10 mm 处附着于胸廓的膈肌厚度、胸壁与膈肌对合角
图 2 超声测量膈肌移动度

表 1 COPD 急性加重期患者的临床资料

分组	年龄 (岁)	男性 [例(%)]	吸烟指数	基础病 [例(%)]	COPD 病史 (年)	呼吸频率 (次/分)	收缩压 (mmHg)
C 组(n=34)	75.1±7.4	31(91.18)	888.97±606.44	14(41.18)	8.41±4.38	21.97±2.21	133.62±20.91
D 组(n=30)	74.7±8.9	28(93.33)	808.50±602.10	16(53.33)	11.78±8.73	21.33±2.23	131.90±12.22
t/χ ² 值	0.22	0.10	0.53	0.95	-1.91	1.14	0.41
P 值	0.83	0.75	0.60	0.33	0.06	0.64	0.69

分组	舒张压 (mmHg)	白细胞计数 (×10 ⁹ /L)	C 反应蛋白 (mmol/L)	降钙素原 (mmol/L)	FEV1 (ml)	FVC (ml)	FEV1/FVC (%)
C 组(n=34)	80.53±13.82	9.03±3.09	35.03±4.69	0.38±1.63	971.47±395.56	2159.35±496.04	43.89±11.21
D 组(n=30)	75.37±9.58	8.74±4.21	27.19±3.63	0.82±3.45	882.67±326.06	2217.00±544.24	40.62±11.63
t/χ ² 值	1.75	0.32	0.78	-0.67	0.97	-0.44	1.15
P 值	0.09	0.75	0.44	0.51	0.34	0.66	0.26

注: FEV1:第一秒用力呼气量;FVC:用力肺活量;FEV1/FVC:一秒率

表 2 C 组与 D 组 COPD 患者膈肌功能超声参数比较($\bar{x} \pm s$)

分组	DTF(%)	DD(mm)	膈肌收缩速度(mm/s)	膈肌对合角(°)
C 组(n=34)	35.67±14.26	19.15±9.36	14.17±6.70	8.01±4.40
D 组(n=30)	21.99±9.81	15.47±8.41	10.07±4.70	10.51±7.59
t 值	4.51	1.65	2.86	1.58
P 值	<0.001	0.11	0.01	0.12

2 结果

C 组与 D 组 COPD 患者临床资料、生命体征、炎症指标、肺功能指标差异均无统计学意义(P 均>0.05),见表 1。

2.1 左、右侧膈肌相关性 左侧与右侧膈肌 DTF($r=0.46, P<0.01$)、DD($r=0.38, P<0.01$)、收缩速度($r=0.50, P<0.01$)、对合角($r=0.43, P<0.01$)均呈正相关。

2.2 膈肌功能参数比较 C 组膈肌 DTF 和收缩速度均明显大于 D 组,而膈肌 DD 和对合角差异均无统计学意义。见表 2。

2.3 膈肌功能参数与肺功能参数相关性分析 DTF 与 FEV1/FVC 呈正相关($r=0.26, P=0.04$),DD($r=0.35, P<0.01$)、膈肌收缩速度($r=0.43, P<0.01$)均与 FVC 呈正相关。见表 3。

表 3 膈肌功能参数与肺功能参数的相关性

参数	FEV1		FVC		FEV1/FVC	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
DTF	0.07	0.57	-0.20	0.10	0.26	0.04
DD	0.18	0.16	0.35	<0.01	-0.08	0.52
膈肌收缩速度	0.22	0.08	0.43	<0.01	-0.10	0.42
膈肌对合角	-0.08	0.53	-0.14	0.26	0.05	0.69

注: FEV1:1 秒用力呼气量,FVC:用力肺活量, FEV1/FVC:1 秒率

2.4 膈肌功能超声参数鉴别诊断 C 组与 D 组 COPD 的效能 ROC 曲线显示 DTF 鉴别诊断 C、D 组 COPD 的效能最高,AUC 为 0.78,以 DTF=30.22%,鉴别诊断敏感度 70.60%,特异度 83.30%(表 4、图 3)。

表 4 膈肌功能超声参数鉴别诊断 C 组与 D 组 COPD 的效能

超声参数	AUC	95%CI	P 值
DTF(%)	0.78	(0.67,0.90)	<0.01
DD(mm)	0.63	(0.49,0.77)	0.08
膈肌收缩速度(mm/s)	0.68	(0.55,0.81)	0.01
膈肌对合角(°)	0.58	(0.28,0.56)	0.27

3 讨论

目前膈肌超声已广泛用于诊断 COPD^[5-6]、肌肉疾病^[7]等及指导机械通气脱机^[8]等领域。COPD 患者运动耐力下降的主要机制是膈肌功能不全,与氧化应激、酸中毒、系统性炎症及高碳酸血症等因素有关。研究^[9]发现,COPD 患者全身缺氧会在一定程度上影响呼吸肌,使其功能降低;通过锻炼呼吸肌,提高呼吸肌的力量和耐力,可维持其功能或减缓其功能降低的速度^[10],这对于改善 COPD 患者肺功能和提高其生活质量有一定帮助^[11]。

Amin 等^[12]发现膈肌功能障碍与肺功能(FEV1/FVC)呈正相关($r=0.80, P<0.01$);Scheibe 等^[13]对

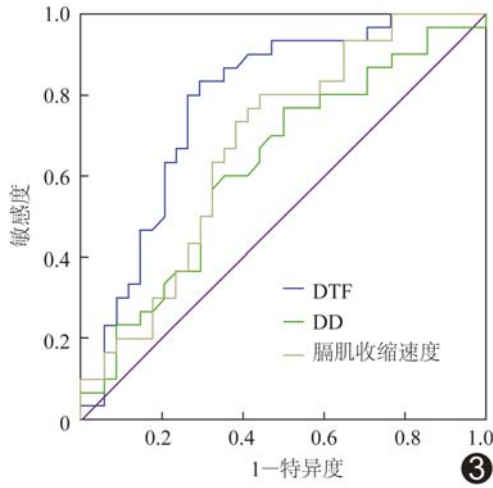


图3 膈肌功能超声参数鉴别诊断 C 组与 D 组 COPD 的 ROC 曲线

深呼吸时的膈肌运动幅度与肺功能指标进行相关性分析,结果显示深呼吸时膈肌运动幅度与 FEV1、FVC、肺活量均呈正相关。本研究也发现 DTF 与 FEV1/FVC 呈正相关,DD、膈肌收缩速度均与 FVC 呈正相关,提示 M 型超声检测膈肌运动幅度或许能方便、快捷地间接评估 COPD 患者肺功能;而 DTF 与肺功能的相关性较低($r=0.26$),提示 DTF 难以有效量化膈肌做功。声像图的产生有赖于声窗,观察膈肌主要靠肝脏和脾脏,而膈肌是非常薄的一层圆顶状肌肉组织,大部分膈肌无法用超声探查,因此本组数据是以超声能够观察到的部分膈肌来代表整体膈肌情况,具有一定局限性。目前有学者^[14]采用斑点追踪成像测量膈肌组织形变和形变速度来量化吸气做功,但其可否作为膈肌收缩性的可靠指标尚未得到验证。

COPD 患者活动能力下降主要是因为外周肌肉疲劳而致运动耐力下降,此时患者常采用浅而快的上胸式呼吸,效率差,易致呼吸肌疲劳,增加呼吸困难,引发恶性循环。因此,呼吸训练的目标是锻炼膈肌呼吸,减轻呼吸困难症状,改善运动耐力。膈肌超声可以有效指导体外膈肌起搏时间、强度及呼吸训练时间等。本研究显示 DTF 评估 C 组与 D 组 COPD 的诊断效能较好(AUC 为 0.78),而 DD、膈肌收缩速度、膈肌对合角则参考意义相对较低(AUC 分别为 0.63、0.68、0.58),提示二维超声检测膈肌厚度可为临床按照病变严重程度对 COPD 进行分组提供客观指标。COPD 严重程度评估中,CAT 评分、6 min 步行试验是重要指标,但易受主观因素影响,而膈肌超声参数 DTF、DD、膈肌收缩速度等有望在经过更多大样本研究后作

为分组的客观指标之一。

总之,膈肌超声可以提供膈肌形态及功能数据,可作为诊断 COPD 膈肌运动异常策略的一部分。

[参考文献]

[1] Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. GOLD 2017 Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. [2019-01-21]. <https://goldcopd.org>.

[2] Brusasco V, Martinez F. Chronic obstructive pulmonary disease. *Compr Physiol*, 2014, 4(1):1-31.

[3] Barreiro E, Gea J. Respiratory and Limb Muscle Dysfunction in COPD. *COPD*, 2015, 12(4):413-426.

[4] 马瑛,叶熊,胡利华,等.超声测量膈肌运动诊断慢性阻塞性肺疾病. *中国医学影像技术*, 2018, 34(1):64-67.

[5] Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VA, Labadessa IG. et al. Effects of inspiratory muscle training and Calisthenics-and-Breathing exercises in COPD with and without respiratory muscle weakness. *Respir Care*, 2016, 61(1):50-56.

[6] 陆志华,徐秋萍,袁月华,等.膈肌增厚分数指导慢性阻塞性肺疾病机械通气患者撤机的临床研究. *中华急诊医学杂志*, 2016, 25(4):491-494.

[7] Baria MR, Shahgholi L, Sorenson EJ, et al. B-mode ultrasound assessment of diaphragm structure and function in patients with COPD. *Chest*, 2014, 146(3):680-685.

[8] 胡仕静,周树生,吴丹,等.膈肌超声预测机械通气撤机结果的价值. *安徽医科大学学报*, 2016, 51(5):673-677.

[9] Nikolettou D, Man WD, Mustafa N, et al. Evaluation of the effectiveness of a home-based inspiratory muscle training programme in patients with chronic obstructive pulmonary disease using multiple inspiratory muscle tests. *Disabil Rehabil*, 2016, 38(3):250-259.

[10] Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VA, Labadessa IG. et al. Effects of inspiratory muscle training and Calisthenics-and-Breathing exercises in COPD with and without respiratory muscle weakness. *Respir care*, 2016, 61(1):50-56.

[11] Langer D, Charusisin N, Jdcome C, et al. Efficacy of a novel method for inspiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther*, 2015, 95(9):1264-1273.

[12] Amin A, Zedan M. Transthoracic ultrasonographic evaluation of diaphragmatic excursion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Egyptian Journal of Bronchology*, 2018, 12:27-32.

[13] Scheibe N, Sosnowski N, Pinkhasik A, et al. Sonographic evaluation of diaphragmatic dysfunction in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2015, 10:1925-1930.

[14] 商聪,任卫东,姜镔,等.二维斑点追踪技术评价慢性阻塞性肺疾病患者右心室收缩功能. *中国医学影像技术*, 2015, 31(10):1523-1527.