论著

DOI: 10.16016/j.1000-5404.201502001

振动反应成像技术在支气管哮喘和慢性阻塞性肺疾病诊断中的应用

黄华萍,李 羲,王 杰 (570102 海口,海南医学院附属医院呼吸内科,海南医学院呼吸病研究所)

[摘要] **目的** 探讨振动反应成像(vibration response imaging,VRI)技术在支气管哮喘和慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary diseases,COPD)诊断中的应用价值。**方法** 回顾性分析2012年6月至2015年1月在海南医学院附属医院呼吸内科接受VRI检查的30例支气管哮喘患者(哮喘组)、COPD患者(COPD组)和健康志愿者(对照组)的VRI图像,比较3组的最大振动能量图(maximum energy frame, MEF)、动态图像、振动能量曲线、声波信号包络(envelope of acoustic signal, EVP)曲线、图像总评分、曲线振动能量值和右侧肺部定量数值(quantitative lung data, QLD)。**结果** 与对照组比较,哮喘组MEF、动态图像、振动能量曲线、EVP曲线及图像总评分升高,差异有统计学意义($P<0.05$),曲线振动能量值和右侧QLD值升高,差异无统计学意义($P>0.05$);COPD组MEF、动态图像、振动能量曲线、EVP曲线及图像总评分升高,差异有统计学意义($P<0.05$),曲线振动能量值降低,右侧QLD值升高,差异无统计学意义($P>0.05$)。与COPD组比较,哮喘组动态图像、振动能量曲线、曲线振动能量值和图像总评分升高,差异有统计学意义($P<0.05$),EVP曲线和右侧QLD值升高,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 动态图像、振动能量曲线、曲线振动能量值和图像总评分可协助诊断与鉴别诊断支气管哮喘和COPD患者。

[关键词] 振动反应成像;图像分析;支气管哮喘;慢性阻塞性肺疾病

[中图法分类号] R445.9;R562.25;R563.9 [文献标志码] A

Application of vibration response imaging in diagnosis of bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary diseases

Huang huaping, Li Xi, Wang Jie (Department of Respiratory Diseases, Respiratory Disease Institute of Hainan Medical College, Affiliated Hospital of Hainan Medical College, Haikou, Hainan Province, 570102, China)

[**Abstract**] **Objective** To explore the value of vibration response imaging (VRI) in the diagnosis of bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary diseases (COPD). **Methods** A retrospective study was performed on 10 bronchial asthma patients, 10 COPD patients and 10 healthy volunteers who undergoing VRI in our hospital from June 2012 to January 2015. Their VRI including maximum energy frame (MEF), dynamic image, respiratory curve, envelope of acoustic signal (EVP), total scores of dynamic imaging, the highest value of vibrational energy and the total quantitative lung data (QLD) value of right lung among bronchial asthma, COPD and healthy controls were analyzed. **Results** Compared with the healthy controls, MEF, dynamic image, respiratory curve, EVP curve and total scores of dynamic imaging were significantly higher in bronchial asthma patients ($P<0.05$), but the highest value of vibrational energy and the total QLD value of right lung were higher, but without significant difference ($P>0.05$). MEF, dynamic image, respiratory curve, EVP curve and total scores of dynamic imaging were significantly higher in COPD patients

[通信作者] 李 羲,E-mail:lixi13699@163.com

[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20150604.1628.001.html(2015-06-04)

($P<0.05$), but the highest value of vibrational energy was increased and the total QLD value of right lung was decreased though both having no statistical significance ($P>0.05$). The bronchial asthma group had obviously higher dynamic image, respiratory curve, the highest value of vibrational energy and total scores of dynamic imaging than the COPD group ($P<0.05$). But no significant difference was seen in the EVP curve and the total QLD of right lung between the 2 groups ($P>0.05$). **Conclusion** Dynamic imaging, respiratory curve, the highest value of vibrational energy and total scores of dynamic imaging from VRI are helpful in the diagnosis and differential diagnosis between bronchial asthma and COPD.

[**Key words**] vibration response imaging; image analysis; bronchial asthma; chronic obstructive pulmonary diseases

Corresponding author: Li Xi, E-mail:lixi13699@163.com

振动反应成像(vibration response image, VRI)是一种新型的肺部成像技术。它利用专用传感器,采集肺部气体流动过程中的振动变化,将其转换为肺部动态图像,从而直观地呈现肺部吸气和呼气期间的振动能量变化,同时监测呼吸周期中所产生的呼吸音以及对区域肺功能进行评估,从而为疾病的诊断、监测提供客观依据。该技术可通过分析肺部声音产生的动态图像,了解肺内气体的动态分布过程,从而判定患者的通气情况。本研究拟通过比较气流受限疾病——支气管哮喘、慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary diseases,COPD)患者和健康志愿者肺部VRI图像特点,探讨VRI技术在诊断气流受限疾病中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象与分组

回顾性分析2012年6月至2015年1月在海南医学院附属医院呼吸内科接受VRI检查的支气管哮喘患者、COPD患者和健康志愿者资料。支气管哮喘患者的纳入标准:①年龄≥18岁;②符合中华医学会呼吸病学分会哮喘学组修订的2008年支气管哮喘防治指南中支气管哮喘的诊断标准[1];③支气管舒张试验阳性;④签署知情同意书。COPD患者的纳入标准:①年龄≥18岁;②符合中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组修订的慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2007修订版)中COPD的诊断标准[2];③肺功能,吸入支气管扩张剂后$FEV_1/FVC<70\%$;④签署知情同意书。健康志愿者的纳入标准:①年龄≥18岁;②肺功能正常;③签署知情同意书。排除标准:①胸廓脊柱畸形;②背部皮肤损伤;③妊娠或哺乳期女性。

研究对象分为3组,支气管哮喘组:10例患者,男性4例,女性6例,年龄(49.1±20.2)岁;COPD组:10例患者,男性9例,女性1例,年龄(73.8±7.3)岁;对照组:健康志愿者10例,男性8例,女性2例,年龄(24.3±2.4)岁。

1.2 方法

收集所有纳入研究者的临床资料,包括病史、肺部体格检查、肺功能检查,胸片或胸CT检查,做出临床诊断,然后进行VRI检查。肺功能检查采用日本产的肺功能仪(CHEST公司),胸片或胸CT检查采用美国产的DR或64排螺旋CT(GE公司),VRI检查采用以色列产的VRIxp系统(DeepBreeze公司)。

VRI检查时,受检者采取坐位,裸露上身,面向仪器而坐,双脚着地,双腿与肩同宽,双臂自然下垂,双手放于两腿之间,身体略向前倾。操作者根据系统提示先后将两个传感器阵列吸附于受检者的背部,并调整与脊柱平行,高于肩胛冈1.5 cm,距脊柱2.5 cm。手势告知受检者,用嘴进行自然呼吸,于12 s内完成3~5个呼吸周期,并按下记录键。整个操作过程保持安静,记录完毕,系统将自动释放真空。

1.3 VRI图像观察指标分析

VRI图像分析人员为经过专项培训的临床工作者。

1.3.1 肺部振动能量曲线 正常肺部振动能量曲线包括:①吸气相曲线迅速上升,达到峰值后下降,呈抛物线状,曲线光滑,呼气相与吸气相形态相似,但峰值下降;②一般包括3~5个周期,每个周期的曲线相似。异常肺部振动能量曲线包括:①曲线不光滑;②尖峰;③平台;④凹陷;⑤单相曲线;⑥呼气相峰值≥吸气相。1种异常征象记1分。

1.3.2 最大振动能量图(maximum energy frame, MEF) 正常MEF外形与肺的解剖结构相似:①蚕豆样外观,饱满没有缺失区域;②边缘光滑连续,没有变形;③C线垂直;④灰阶变化均衡。异常MEF包括:

①外缘膨突或缺损;②边缘不光滑、两边不对称;③ C 线不垂直;④灰阶变化不均衡。1 种异常征象记 1 分。

1.3.3 动态图像 正常动态图像包括:①图像运动有序,双肺几乎同时发展,在表象上连续相似;②吸气相图像大小和强度向外周、底部发展,然后向内部、上部消失,呼气相大小和强度再次向底部和外周增长,然后向内部、上部消失,但在区域和强度方面减小。异常动态图像包括:①无序;②跳跃,指振动能量图动态播放过程中出现能量中心快速、不连续移动的现象,分为跳跃感明显、可见跳跃感和无明显跳跃感。无序记 1 分,跳跃感明显记 2 分,可见跳跃感记 1 分,无明显跳跃感记 0 分。

1.3.4 干湿啰音 在 VRI 图像上,干啰音以红色点标识,湿啰音以蓝色点标识。与 VRI 图像分析人员使用听诊器获取的结果进行比较,然后记录:①符合;②不符合。

1.3.5 肺部定量数值(quantitative lung data,QLD) 对区域肺功能进行评估,数值由机器读取。

1.3.6 声波信号包络(envelope of acoustic signal,EVP) 正常 EVP 曲线包括:①双肺同步;②振幅相同。异常 EVP 曲线包括:①双肺不同步;②振幅不相同。1 种异常征象记 1 分。

1.3.7 图像总评分 图像总评分为 MEF、动态图像、能量曲线和 EVP 曲线异常值之和。

1.4 统计学分析

采用 Excel 97 进行分析。计数资料以百分数(%)表示。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用成对 t 检验。

2 结果

2.1 肺功能检查

支气管哮喘和 COPD 患者,肺功能检查 FEV_1/FVC 均 <70%,支气管哮喘患者吸入支气管舒张剂沙丁胺醇后 FEV_1 改善率≥12% 或 FEV_1 绝对值增加 >200 mL,COPD 患者吸入支气管舒张剂沙丁胺醇后 FEV_1/FVC 仍 <70%;健康志愿者肺功能检查 FEV_1/FVC 均 >80%,且 $FEV_{1实/预}$ >80%。

2.2 胸片或胸 CT 结果

支气管哮喘患者表现为两肺透亮度增加,呈过度充气状态。COPD 患者表现为胸腔前后径增长,肋骨走向变平,肺纹理增多、紊乱,肺过度充气,小叶中心型或全小叶型肺气肿。两者均未见肺大疱、轨道征、囊柱状改变。健康者胸片心、肺未见异常。

2.3 图像分析

2.3.1 VRI 图像 与对照组比较,哮喘组 MEF、动态图像、振动能量曲线、EVP 曲线及图像总评分升高,差异有统计学意义(P <0.05);曲线振动能量值和右侧 QLD 值升高,差异无统计学意义(P >0.05)。COPD 组与对照组比较,MEF、动态图像、振动能量曲线、EVP 曲线及图像总评分升高,差异有统计学意义(P <0.05);曲线振动能量值降低,差异无统计学意义(P >0.05);右侧 QLD 值升高,差异无统计学意义(P >0.05)。哮喘组与 COPD 组比较,动态图像、振动能量曲线、曲线振动能量值和图像总评分升高,差异有统计学意义(P <0.05);EVP 曲线和右侧 QLD 值升高,差异无统计学意义(P >0.05,表 1)。

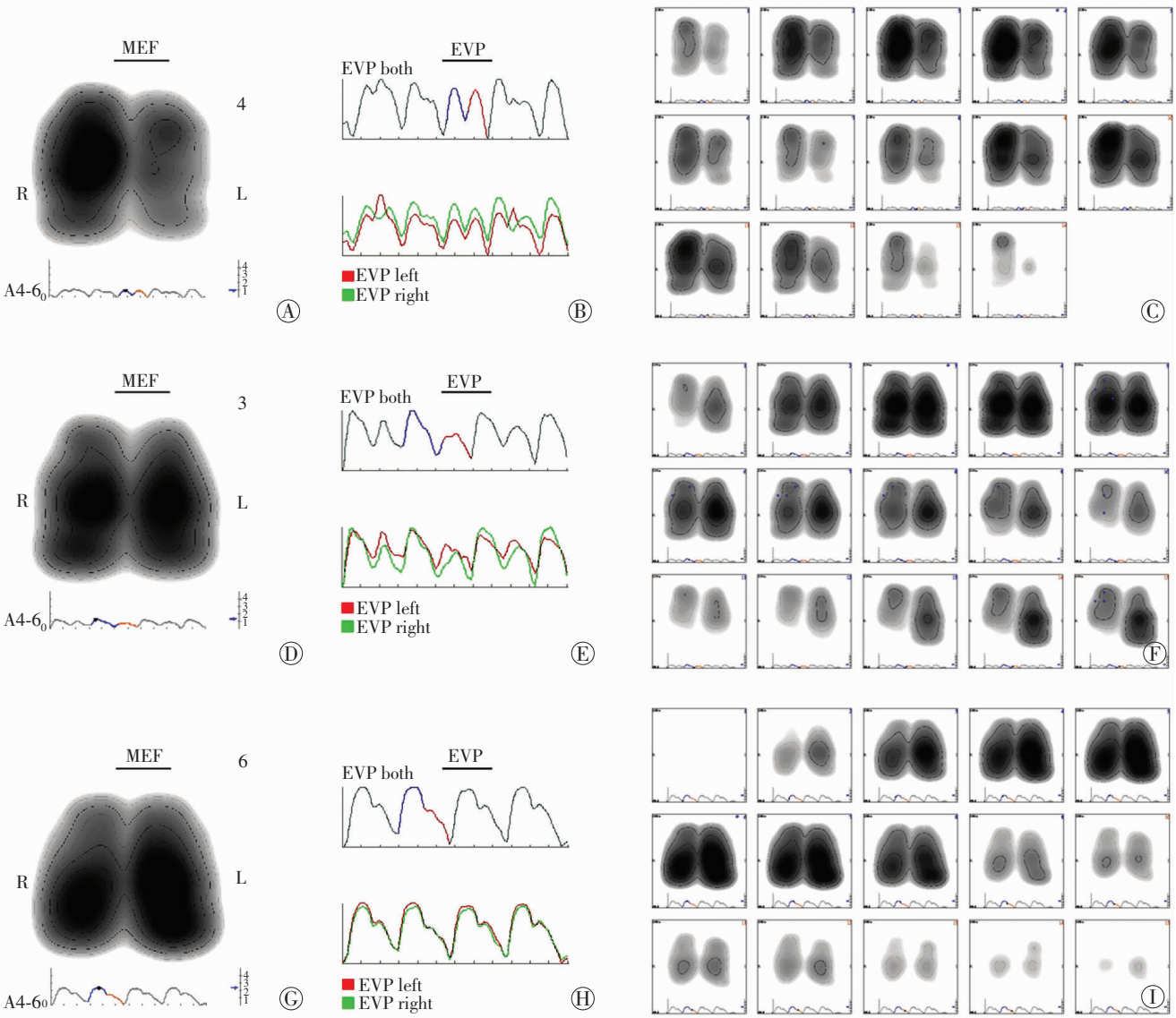
支气管哮喘患者动态图像显示双肺运动无序,跳跃感明显,振动能量分布明显不对称;呼气相振动能量峰值大于等于吸气相,甚至表现为尖峰样,呼气相气流受限明显(图 1A ~ C)。COPD 患者动态图像显示吸气相及呼气相末双肺明显增大,气体残留增多(图 1D ~ F)。健康者振动能量曲线呈抛物线状,曲线光滑,呼气相与吸气相形态相似,但峰值下降;曲线振动能量值高;双肺同步;双肺无干湿罗音(图 1G ~ I)。

2.3.2 干湿啰音 各组 VRI 检测结果与临床医生听诊的符合程度如下:支气管哮喘组 10 例,听诊符合率为 100%(10/10);COPD 组 10 例,听诊符合率为 90%(9/10),其中 1 例是听诊器可闻及湿啰音而 VRI 监测不到;健康对照组 10 例,听诊符合率为 80%(8/10),其中 2 例是听诊器未闻及湿啰音而 VRI 监测到的。

表 1 3 组研究对象 VRI 图像观察指标(n =10,$\bar{x} \pm s$)

组别	MEF	动态图像	能量曲线	EVP 曲线	图像总评分	曲线振动能量值	右肺 QLD 值(%)
哮喘组	2.4 ±1.0[b]	2.7 ±0.6[b]	2.2 ±0.8[b]	1.9 ±0.3[b]	9.2 ±1.8[b]	1.48 ±0.23	50.9 ±14.0
COPD 组	2.0 ±1.2[a]	1.8 ±1.0[b]	1.3 ±0.5[a]	1.8 ±0.4[b]	6.8 ±1.6[b]	1.28 ±0.21[a]	46.6 ±19.3[a]
对照组	0.8 ±0.4	0.1 ±0.3	0.4 ±0.5	0.5 ±0.5	1.7 ±1.0	1.34 ±0.26	45.3 ±6.0

a: P <0.05, b: P <0.01,与对照组比较



A～C：支气管哮喘组；D～F：COPD 组；G～I：对照组；A、D、G：MEF；B、E、H：EVP 曲线；C、F、I：动态图像

图 1　3 组研究对象 VRI 表现

3　讨论

VRI 是一种新型的肺部成像技术，类似于超声心动图，能将肺脏的结构、肺的呼吸运动和肺内气流的动态变化以及异常呼吸音显示在屏幕上，具有无创、无辐射的特点，目前已应用于临床[3]。与常规肺功能检查相比，具有以下优势：①以直观的图像反映肺内各区域的通气功能，可以对区域肺功能进行评估；②能够客观的反映肺部气流分布情况，不受主观控制；③以动态图像的方式反映完整呼吸周期中肺内气流的变化信息；④能早期发现无症状的呼吸系统损害；⑤只需要患者自然呼吸，容易配合。

本研究结果显示，多数支气管哮喘患者可见振动能量曲线出现尖波、呼气相峰值≥吸气相、双肺不同步及振幅不相同、图像运动无序、跳跃感明显。这些图像表现说明振动能量分布不对称，提示患者呼气相气流明显受限。分析其产生的原因可能是支气管痉挛、支气管壁增厚、黏膜充血肿胀、局部黏液栓形成和气道重塑导致气流受限，气流于肺内分布不均匀，呼气相明显。双肺有大量干性啰音，提示支气管痉挛。多数 COPD 患者可见振动能量曲线出现平台、梯形、单相曲线，曲线振动能量值偏低，吸气相及呼气相末双肺明显增大。这些图像表现说明呼气相气体残留增多，提示患者通气量明显下降。分析其产生原因，可能是由于慢性炎症导致支气管壁的损伤-修复过程反复发生，进而引起器官结构重塑及瘢痕形成，气体陷闭，导致气流

受限,残气明显增多,通气明显下降。双肺有大量湿性啰音,提示黏液腺分泌亢进。VRI图像在动态图像、振动能量曲线及曲线振动能量值和图像总评分方面,支气管哮喘与COPD患者存在差异。因此,临床上我们可利用VRI技术来鉴别上述两种气流受限疾病[4-5]。在实际操作中,我们还发现,治疗后支气管哮喘患者振动能量曲线及EVP曲线发生明显变化,而COPD患者变化不大,尤其是60岁以后出现急性呼吸困难的患者,不能配合常规肺功能检查,支气管哮喘与COPD鉴别存在困难时,VRI技术能充分显示出其优势[6-8]。

本研究结果显示,右肺总的QLD值在支气管哮喘组、COPD组和健康对照组无差异,与李俊等[9]研究结果不一致,究其原因,主要与方法学的选择有关,他们通过公式将QLD值转换为异常度和波动度两项指标,然后进行比较,可以较好地区分正常人和气流受限疾病患者[9]。

通过对气流受限患者VRI图像的分析,我们发现气流受限患者异常的图像征象包括:肺部振动能量曲线不光滑、出现尖峰、平台、单相曲线、呼气相峰值≥吸气相,MEF边缘不光滑、两边不对称、C线不垂直、有多个分布不均能量团,动态图像无序状、跳跃感、EVP不同步等,尤其图像总评分,与健康者有显著差异,显示VRI可以用于区分正常人和气流受限疾病患者,有助于气流受限疾病的临床诊断[10]。该技术无毒、无辐射,可用于妊娠期患者。只需要12 s正常呼吸即可检查,肺大疱、气胸患者无禁忌,还可延伸到肺减容术后肺功能的评估。QLD值可对区域肺功能进行定量测定,与肺灌注相似,可弥补常规肺功能无此功能之缺陷。而对于常规肺功能检查无禁忌证的患者,利用两项检查的互补作用,可帮助我们更加全面地了解患者肺功能。国内有关VRI检查技术目前还处于起步阶段,研究资料与相关报道尚少,随着研究的深入,VRI检查将在更多的呼吸疾病的诊断、鉴别诊断及疗效评价中发挥作用。

参考文献:

[1] 中华医学会呼吸病学分会哮喘学组. 支气管哮喘防治指南(支气管哮喘的定义、诊断、治疗和管理方案)[J]. 中华哮喘杂志: 电子版, 2008, 2(1): 3-13.

[2] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013年修订版)[J]. 中国医学前沿杂志: 电子版, 2014, 6(2): 67-80.

[3] Berry M P, Camporota L, Ntoumenopoulos G. Vibration response imaging: protocol for a systematic review[J]. Syst Rev, 2013, 2: 86.

[4] 张晓岩, 林江涛, 刘超武. 振动反应成像技术在鉴别哮喘和慢性阻塞性肺疾病中的应用[J]. 中国药物警戒, 2010, 7(6): 329-333.

[5] Guntupalli K K, Reddy R M, Loutfi R H, *et al*. Evaluation of obstructive lung disease with vibration response imaging [J]. J Asthma, 2008, 45(10): 923-930.

[6] 赵生涛, 刘翱. 肺部振动反应成像系统在呼吸系统疾病诊断中的应用[J]. 西南国防医药, 2010, 20(12): 1383-1384.

[7] Wang Z, Xiong Y. Detection of abnormalities in dyspneic patients using a new lung imaging modality[J]. Chin Med J (Engl), 2014, 127(12): 2247-2251.

[8] 侯小萌, 蔡柏蔷. 振动反应成像技术在支气管哮喘患者中的应用价值[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2009, 32(5): 365-368.

[9] 李俊, 蔡柏蔷. 振动反应成像肺部定量数据在诊断气流受限疾病中的价值[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2008, 7(3): 165-168.

[10] 张晓娇, 孙丽华. 振动反应成像技术在呼吸系统疾病的临床应用进展[J]. 临床肺科杂志, 2012, 17(3): 517-518.

(**收稿**:2015-02-01;**修回**:2015-03-13)

(编辑 邓强庭)