

· 临床研究 ·

## 振动反应成像在老年慢性阻塞性肺疾病患者疗效评估中的价值

谭 焰, 谷 伟, 刘 云, 孙丽华\*

(南京医科大学附属南京医院, 南京市第一医院呼吸科, 南京 210006)

**【摘要】目的** 探讨振动反应成像(VRI)在老年慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者疗效评估中的应用价值。**方法** 2012年1月至6月在南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)呼吸科住院的41例老年COPD急性加重期患者在治疗前后进行呼吸困难分级、动脉血气、肺功能和VRI检查。**结果** 治疗后患者的呼吸困难评分显著降低[(3.46 ± 0.87) vs (2.17 ± 0.80),  $P < 0.01$ ], 动脉血气PaO<sub>2</sub>明显提高、肺功能改善。治疗后VRI图像明显改善, 振动曲线异常评分由(3.61 ± 1.09)降至(2.85 ± 1.26),  $P < 0.01$ , 动态图像异常评分由(10.54 ± 2.91)降至(6.15 ± 2.23),  $P < 0.01$ , 肺部啰音数从(9.98 ± 7.51)减少至(3.15 ± 4.44),  $P < 0.01$ 。**结论** VRI可用于动态监测和评估老年COPD患者的疗效。

**【关键词】** 肺疾病, 慢性阻塞性; 肺功能; 振动反应成像; 老年人

**【中图分类号】** R563; R592

**【文献标识码】** A

**【DOI】** 10.3724/SP.J.1264.2013.00176

## Vibration response imaging in assessment of therapeutic efficiency of chronic obstructive pulmonary disease in the elderly

TAN Yan, GU Wei, LIU Yun, SUN Li-Hua\*

(Department of Respiratory Diseases, Nanjing Hospital Affiliated to Nanjing Medical University (Nanjing First Hospital), Nanjing 210006, China)

**【Abstract】 Objective** To investigate the value of vibration response imaging (VRI) in the assessment and monitoring of therapeutic efficiency of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in the elderly patients. **Methods** A total of 41 patients (over 60 years old) with acute exacerbations of COPD hospitalized in our department from January to June 2012 were recruited in this study. Dyspnea score, arterial blood gases analysis, lung function test and VRI were performed on them before and after treatment. **Results** Dyspnea grade was significantly reduced after treatment [(3.46 ± 0.87) vs (2.17 ± 0.80),  $P < 0.01$ ]. PaO<sub>2</sub>, lung function and VRI results were improved significantly after treatment. Dynamic image grades were reduced from (3.61 ± 1.09) to (2.85 ± 1.26) ( $P < 0.01$ ), graph grades from (10.54 ± 2.91) to (6.15 ± 2.23) ( $P < 0.01$ ), and crack counts from (9.98 ± 7.51) to (3.15 ± 4.44) ( $P < 0.01$ ). **Conclusion** VRI is helpful in the assessment and monitoring of therapeutic efficiency of COPD in elderly patients.

**【Key words】** pulmonary disease, chronic obstructive; lung function; vibration response imaging; elderly

*This work is supported by the Project of Science and Technology Development Plan of Nanjing City (YKK11112).*

*Corresponding author: SUN Li-Hua, E-mail: nfhsun@sina.com*

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是一种可防可治的慢性呼吸道疾病,其重要特征为气流受限呈进行性发展且不完全可逆。目前对COPD急性加重期患者的疗效评估除临床症状外,大多依靠胸部X线、动脉血气和肺功能等常规检查提供患者的肺部信息,但很多老年COPD患者无法配合肺功能检查,因此需要更为简便易行的方法来评估疗效。近年来,国外采用振动反映成像技术(vibration response imaging, VRI)

来反映肺部信息,取得了良好的临床效果<sup>[1-4]</sup>,而国内在这方面才刚刚起步<sup>[5-9]</sup>。本研究通过对老年COPD急性加重期患者治疗前后的VRI结果与常规检查对比,以监测和评估患者的疗效。

### 1 对象与方法

#### 1.1 研究对象

2012年1月至6月本院呼吸科住院的COPD患者,年龄≥60岁,符合COPD全球倡议(2010版)

收稿日期: 2013-02-05; 修回日期: 2013-03-22

基金项目: 南京市科技发展计划(YKK11112)

通信作者: 孙丽华, E-mail: nfhsun@sina.com

中COPD急性加重期的诊断标准<sup>[10]</sup>。排除标准：胸廓畸形者；多毛症患者；背部皮肤损伤；合并心功能不全、肺淤血、肺水肿者；合并胸腔积液、气胸、纵隔气肿者；合并肺炎、肺纤维化、肺栓塞者；合并气管堵塞者；不能坐位配合检查者。受试者均接受抗感染、止咳化痰、平喘等常规治疗，治疗前后检测患者的VRI、肺功能、动脉血气检查和呼吸困难分级。本研究通过医院伦理委员会批准，受试者均已签署知情同意书。

## 1.2 VRI检查及结果分析

本试验设备采用VRIxp系统（Deep Breeze，以色列Or-Akiva）。检查时受试者坐位，裸露后背，将两个传感器阵列通过负压分别吸附在两侧后背上。指导受试者经口自然呼吸，传感器记录12s肺部的振动，并通过滤波消除胸壁运动和心音等干扰<sup>[2]</sup>。结合国内外图像分析方法<sup>[2,3,6,9]</sup>和实际操作经验，从以下几方面分析。（1）振动能量曲线：为12s内两肺总振动能量随时间变化的曲线，当曲线出现不光滑、吸气陡直、尖峰、凹陷、平台、单向曲线、阶梯（呼气相峰值高于吸气相）和呼气相低平时，1种异常征象记1分，共8分。（2）振动能量图的跳跃感：灰阶图像表示肺局部振动的相对强弱，最强区域为黑色，最弱区域为白色，灰阶密度最高处为能量中心。能量中心出现快速不连续移动的现象称跳跃感，按无跳跃感（0分）、轻度（1分）、中度（2分）和重度（3分）记分。（3）动态图像：图像出现无序、发生发展不同步、延迟、优势相反、呼气末气体残留等征象时，一种记1分。（4）最大能量图（max energy frame, MEF）：吸气相振动能量曲线达峰值时对应的那一帧为MEF，将MEF按左右、上中下分为6个区域，计算出现缺失和膨突的区域和数目。（2）（3）（4）合计为图像评分。（5）最大振动值：振动能量曲线的峰值为最大振动值，由机器读取。（6）肺部定量数据（quantitative lung data, QLD）值：双肺按上中下分成6个区域，各区域振动能量占总振动能量的百分比，由机器读取。（7）干、湿啰音：VRIxp自动检测干、湿啰音，在振动能量图的相应部位用圆点表示。本研究对干、湿啰音不区分，记录呼吸周期中出现最大啰音数。（8）呼气振动能量峰值（expiratory vibration energy peak, EVP）、曲线：各个传感器所获得的与呼吸周期相关的信号，形成左右肺两条呼吸曲线。记录EVP曲线是否同步、振幅高度是否相等。

## 1.3 肺功能检查

采用EasyOne肺功能仪（瑞士NDD公司），指导患者吸入沙丁胺醇200 $\mu$ g并等待20min后检测患者的第1秒用力呼气量（forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>）及其占预计值的百分比（FEV<sub>1</sub>%）、用力肺活量（forced vital capacity, FVC）和FEV<sub>1</sub>/FVC比值。

## 1.4 动脉血气

取患者动脉血测pH值、动脉血氧分压（PaO<sub>2</sub>）、动脉血二氧化碳分压（PaCO<sub>2</sub>）。

## 1.5 呼吸困难分级<sup>[10]</sup>

0级：除非剧烈活动，无明显呼吸困难；1级：当快走或上缓坡时有气短；2级：由于呼吸困难比同龄人步行得慢，或者以自己的速度在平地上行走时需要停下来呼吸；3级：在平地上步行100m或数分钟后需要停下来呼吸；4级：明显的呼吸困难而不能离开房屋或者穿脱衣服时气短。

## 1.6 统计学处理

应用SPSS15.0统计软件进行统计分析。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，结果的比较采用配对t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

# 2 结 果

## 2.1 一般情况

符合入组条件的COPD患者41例，其中男性29例，女性12例，年龄（ $67 \pm 5$ ）岁，体质指数（ $23.2 \pm 7.0$ ）kg/m<sup>2</sup>，吸烟指数（ $54.9 \pm 65.1$ ）年包，COPD病程（ $13.8 \pm 5.2$ ）年，其中伴呼吸衰竭者14例。所有受试者顺利完成检查，未出现受凉、病情加重及其他不良反应。

## 2.2 COPD患者治疗前后的临床症状、肺功能和动脉血气

治疗后患者的咳嗽、咳痰和气喘等临床症状明显缓解，呼吸困难评分显著降低（ $P < 0.01$ ），肺功能改善，动脉血气中pH值、PaCO<sub>2</sub>差异无统计学意义，但PaO<sub>2</sub>明显提高（ $P < 0.01$ ；表1）。

## 2.3 COPD患者治疗前后的VRI检查结果

COPD患者治疗前后的VRI检查结果存在显著差异（ $P < 0.01$ ；表2）。治疗后振动曲线不光滑、吸气陡直和尖峰明显减少，而平台、阶梯、凹陷、单向曲线和呼气相低平等无明显变化。动态图像明显改善，图像跳跃感明显减轻，肺部啰音减少，而最大振动值、EVP在治疗前后无明显改变，QLD值显示两肺趋于均衡（图1）。

表1 患者治疗前后呼吸困难评分、肺功能和动脉血气比较  
Table 1 Comparison of dyspnea score, arterial blood gases and lung function tests in patients before and after treatment  
( $n = 41, \bar{x} \pm s$ )

| Time point       | Dyspnea score | FEV <sub>1</sub> (L) | FEV <sub>1</sub> (%) | FVC(L)       | pH          | PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | PaO <sub>2</sub> (mmHg) |
|------------------|---------------|----------------------|----------------------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------------|
| Before treatment | 3.46 ± 0.87   | 0.91 ± 0.46          | 34.9 ± 16.9          | 1.67 ± 0.66  | 7.40 ± 0.06 | 51.9 ± 16.4              | 67.7 ± 15.8             |
| After treatment  | 2.17 ± 0.80** | 1.05 ± 0.46**        | 41.4 ± 19.5**        | 1.84 ± 0.62* | 7.41 ± 0.05 | 49.4 ± 11.7              | 71.9 ± 10.6**           |

FEV<sub>1</sub>: forced expiratory volume in one second; FEV<sub>1</sub>%: FEV<sub>1</sub> accounting for predicted value; FVC: forced vital capacity. 1mmHg = 0.133kPa. Compared with before treatment, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表2 患者治疗前后VRI检查结果比较  
Table 2 Comparison of vibration response imaging in patients before and after treatment  
( $n = 41, \bar{x} \pm s$ )

| Time point       | Dynamic image grade | Graph grade   | Curve vibration value | QLD of right lung(%) | Crack count   | EVP curve score |
|------------------|---------------------|---------------|-----------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| Before treatment | 3.61 ± 1.09         | 10.54 ± 2.91  | 1.63 ± 0.43           | 48.12 ± 14.61        | 9.98 ± 7.51   | 1.15 ± 0.62     |
| After treatment  | 2.85 ± 1.26**       | 6.15 ± 2.23** | 1.48 ± 0.44           | 49.17 ± 10.84        | 3.15 ± 4.44** | 0.90 ± 0.66     |

VRI: vibration response imaging; QLD: quantitative lung data; EVP: expiratory vibration energy peak. Compared with before treatment, \*\* $P < 0.01$

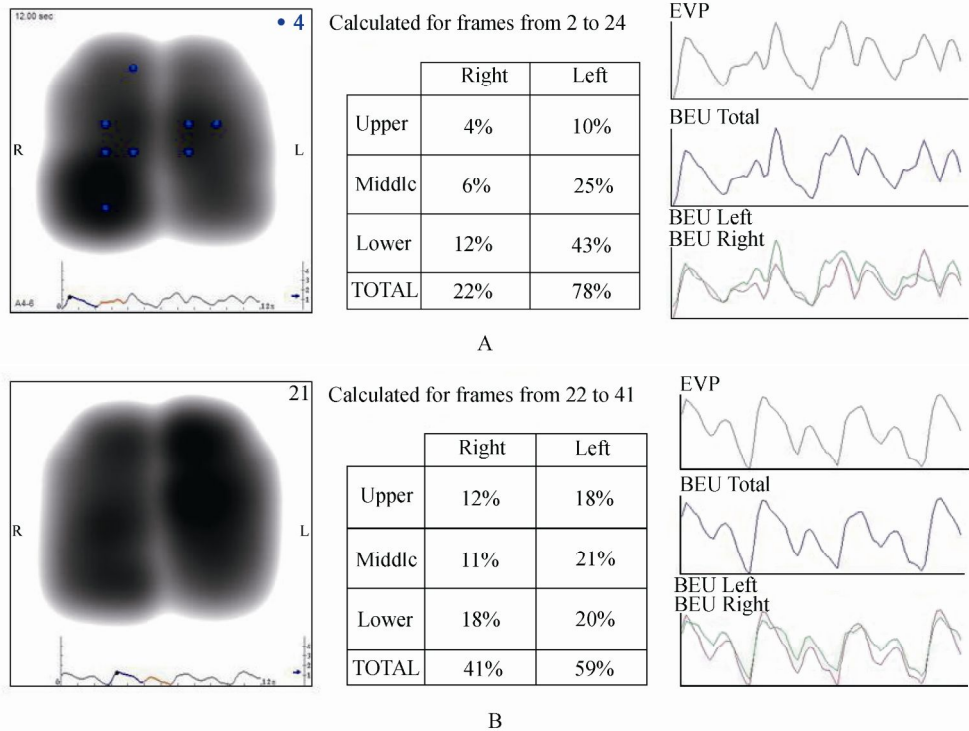


图1 某COPD急性加重期患者治疗前后VRI图像对比  
Figure 1 Vibration response imaging of a typical patient with acute exacerbations of COPD  
COPD: chronic obstructive pulmonary disease; VRI: vibration response imaging; A: before treatment; B: after treatment

### 3 讨论

COPD是老年人发病率和病死率均较高的一种疾病,病情常迁延不愈,反复发作,严重危害身体健康。患者的症状、体征、肺功能和动脉血气等检查是评估疗效的常规方法。本研究显示,老年COPD急性加重期患者呼吸困难明显,部分患者出现呼吸衰竭,肺功能测定提示存在不可逆的气流受限。治疗后患者的临床症状显著改善,呼吸困难缓解,动脉血气和肺功能也明显好转。但不可否认的是,这些检查项目难免会受到操作和经验的限制,且有的有放射性和侵袭性,甚至部分老年COPD患者无法完成肺功能测试。因此,临床上还需要一种更简便

有效的方法来补充或替代,以更准确地评估COPD的疗效。

VRI是一种振动反应成像技术,将气流在肺内的运动信息,通过计算机辅助成像,以振动能量曲线、动态图像、肺部定量数值、干湿啰音分析等形式表现出来。国外研究显示,VRI在哮喘、COPD、胸腔积液、气道梗阻、肺炎、机械通气、肺介入治疗、肺移植等的诊断和监测方面有重要作用<sup>[1-6]</sup>。COPD患者由于气道的慢性炎症和肺气肿,导致气道阻塞和呼气末气体陷闭,在时间和空间上产生变化不连续的振动能量,VRI图像有其独特的表现,且与肺功能显著相关<sup>[11]</sup>。国内研究显示,VRI不仅有

助于COPD和支气管哮喘的诊断及鉴别诊断,而且有助于评估COPD患者的生活质量<sup>[6-9]</sup>。但其对COPD患者疗效的评估,目前尚未见相关报道。

本研究中,老年COPD患者由于高龄、听力下降、气喘等原因,常规肺功能检查配合较为困难,难以获得客观可靠的数据。而VRI检查只需患者正常呼吸,容易配合,均能顺利完成检查。研究显示,老年COPD患者治疗前后的VRI图像均有振动能量曲线不光滑、平台、凹陷、呼气相低平、动态图像跳跃感等COPD特征性图像改变<sup>[8]</sup>。但治疗后患者VRI曲线不光滑、吸气陡直和尖峰等异常明显减少,图像评分也明显改善,啰音减少或消失,与治疗前有显著差异,这可能与患者感染控制,气道分泌物减少,气道痉挛改善等因素有关,提示VRI图像在动态监测和评估COPD疗效方面具有一定价值。

QLD值反映了肺内气流和气道阻力的分布情况。一项151例健康受试者的VRI研究显示,左肺QLD值为(55%±6%),右肺为(45%±6%)<sup>[1]</sup>。本研究观察到COPD急性加重期患者QLD值波动较大,明显偏离正常;而治疗后患者两肺QLD值接近正常,提示两肺振动趋于均衡,可作为评估COPD疗效的重要标志。

啰音是正常呼吸音之外的附加音,VRI采用带宽过滤技术客观地检测干、湿啰音出现的时间和位置。本研究中,VRI对肺部啰音检测与听诊的吻合率达95.1%。VRI出现假阳性的原因可能与环境中的噪音、患者喉部声音、VRI啰音监测方法和听诊的准确性等因素有关。

VRIxp作为一种全新的肺部成像技术,让我们从能量图像的角度重新认识COPD,为动态监测和评估老年COPD患者的疗效提供了一种新的方法。与传统检查比较,VRI无侵袭性、无辐射,对受检者和操作者都非常安全,且操作简单,不需要患者配合,有利于在老年患者中推广应用。随着临床研究的不断深入,VRI有望作为现有肺功能、肺部X线及肺通气灌注扫描等检测手段的有效补充,

从而提高临床的诊治水平。

#### 【参考文献】

- [1] Yigla M, Gat M, Meyer JJ, *et al.* Vibration response imaging technology in healthy subjects[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 191(3): 845-852.
- [2] Dellinger RP, Parrillo JE, Kushnir A, *et al.* Dynamic visualization of lung sounds with a vibration response device: a case series[J]. *Respiration*, 2008, 75(1): 60-72.
- [3] Guntupalli KK, Reddy RM, Loutfi RH, *et al.* Evaluation of obstructive lung disease with vibration response imaging[J]. *J Asthma*, 2008, 45(10): 923-930.
- [4] Mor R, Kushnir I, Meyer JJ, *et al.* Breath sound distribution images of patients with pneumonia and pleural effusion[J]. *Respir Care*, 2007, 52(12): 1753-1760.
- [5] 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.
- [6] 李俊,蔡柏蔷. 慢性阻塞性肺疾病肺部振动反应成像的特点[J]. *中国医学科学院学报*, 2009, 31(3): 335-338.
- [7] 周继扑,孟广松. 振动反应成像技术在慢性气流受限疾病中的价值[J]. *国际呼吸杂志*, 2009, 29(17): 1050-1053.
- [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] 戴百章,李梅华,郑勤玲,等. 振动反应成像系统在评估慢性阻塞性肺疾病患者生活质量及肺功能中的价值[J]. *临床荟萃*, 2010, 25 (22): 1946-1948.
- [10] From the Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2010. Available from: <http://www.goldcopd.org/>.
- [11] 谭焰,孙丽华,刘云. 振动反应成像技术用于慢性阻塞性肺疾病严重程度分级的临床价值研究[J]. *中国实用内科杂志*, 2011, 31(5): 352-354.

(编辑: 胡晓晖)