临床研究 DOI:10.3969/j.issn.0253-3626.2011.12.017

振动反应成像系统对肺不张的诊断价值探讨

戴百章，李梅华，杨艳霞，任朝凤
（昆明市第一人民医院呼吸内科，昆明 650011）

【摘 要】目的：探讨振动反应成像系统（Vibration response imaging system，VRI）对肺不张诊断的价值。方法：回顾性分析 2008 年 10 月 1 日至 2010 年 5 月 1 日期间同时参与 VRI 检测和胸部 CT 检测的 502 例患者，分析应用 VRI 诊断肺不张的可行性。结果：健康志愿者与肺不张患者之间平均值的比较，除右中叶肺野肺部定量数据（Quantitative lung data，QLD）之间差异无统计学意义外，其余肺野 QLD 之间差异均有统计学意义（$P<0.05$）。健康志愿者与肺不张患者变异度之间差异有统计学意义（2.893 ± 0.838 vs 6.816 ± 1.878）。采用 *Kappa* 分析 VRI 与 CT 诊断肺不张的一致性，当肺不张患者变异度在 80%区间估计值（$\bar{x} \pm 1.28s$）时，*Kappa* 系数为 0.734（$P<0.05$），振动反应成像系统对肺不张的诊断与 CT 诊断有很好的一致性。结论：VRI 对肺不张的诊断与胸部 CT 检测结果有很好的一致性。在肺不张的诊断中，CT 可提供肺不张患者肺部病变的影像学客观资料，而 VRI 则更多提供患者功能评估方面的参考依据，VRI 在肺不张诊断和预后评估方面具有其独特的优势。

【关键词】肺不张；振动反应成像；*Kappa* 分析
【中国图书分类法分类号】R563 【文献标志码】A 【收稿日期】2011-06-07

Study of the value of vibration response imaging in diagnosis of pulmonary atelectasis

DAI Bai-zhang, LI Mei-hua, YANG Yan-xia, REN Chao-feng
(*Department of Respiratory Medicine, the First People's Hospital of Kunming*)

【Abstract】*Objective*: To explore the value of vibration response imaging system (VRI) in the diagnosis of pulmonary atelectasis. *Methods*: It was analyzed retrospectively that 502 patients were detected with VRI and thoracic CT from Oct 1, 2008 to May 1, 2010, so as to study whether it was feasible to use VRI in the diagnosis of pulmonary atelectasis. *Results*: There was significant difference in distribution of mean quantitative lung data (QLD) between healthy volunteers and patients with pulmonary atelectasis except lobus centralis dexter of lung field ($P<0.05$). There was significant difference in variation between healthy volunteers and patients with pulmonary atelectasis (2.893 ± 0.838 vs 6.816 ± 1.878). *Kappa* analysis was used to analyze consistency in the diagnosis of pulmonary atelectasis. It had commendable consistency between VRI and CT when the data of VRI variation fluctuated in 80% confidence interval of the difference ($\bar{x} \pm 1.28s$). *Conclusion*: It has commendable consistency between VRI and CT in the diagnosis of pulmonary atelectasis. CT gives us objective imageology information of pulmonary pathological changes, and VRI provides us with more reference of function assessment in patients with pulmonary atelectasis. VRI has special advantage in diagnosis and prognosis assessment of pulmonary atelectasis.

【Key words】pulmonary atelectasis; vibration response imaging; *Kappa* analysis

振动反应成像系统（Vibration response imaging system，VRI）可以把肺部呼吸音转换成精确的灰阶编码图像[1]。其主要采用建立在计算机技术基础上的多传感器呼吸音作图设备对呼吸音分布进行记录、分析，并以动态灰阶图的形式显示不同时间肺的功能和呼吸音的分布。它通过提供气流在肺内运动的信息以及气流与其所产生的振动能量之间的关系，直接反映肺的结构和功能状况。VRI 可以提供患者最大能量值、干湿性啰音的显示及肺部定量数据等[2]，为呼吸系统疾病的诊断和研究提供了一种新的方法。现将 2008 年 10 月 1 日至 2010 年 5 月 1 日期间同时行 CT 及 VRI 检查的 52 例自愿者及 502 患者进行回顾性研究分析。

1 对象和方法

1.1 研究对象

研究对象为 2008 年 10 月 1 日至 2010 年 5 月 1 日期间

作者介绍：戴百章（1972-），男，主治医师，硕士，研究方向：呼吸科急危重症。
通信作者：李梅华，女，教授，Email:tonydaidaidai@163.com。
基金项目：昆明市卫生局资助项目[编号：昆卫字（2010-08）]。

共 502 例患者参与 VRI 检测以及胸部 CT 检测的患者。正常对照组的受试者均签知情同意书。本研究已通过昆明市第一人民医院伦理委员会批准。

1.2 VRI 检测纳入及排除标准

纳入标准：纳入本项研究的对象必须完全符合以下各项标准。①具有阅读和理解的能力，并自愿签署知情同意书。②男性或女性，年龄在 40~75 岁之间。排除标准：具有以下任何 1 项者将被排除。①胸廓畸形者。②患有脊柱畸形者（包括严重的脊柱侧凸者）。③多毛症患者。④背部皮肤损伤，有发生潜在的接触传染风险的患者。⑤背部有能够影响到传感器放置的损伤的患者。⑥安有心脏起搏器和植入性除纤颤器者。⑦妊娠期和哺乳期女性患者。⑧合并心功能不全、肺淤血水肿者。⑨合并膈肌麻痹、膈肌膨出者。⑩不能坐位配合检查者。符合上述所有入选标准并且不具备排除标准的任何一项的患者，可以被列入本项研究。

1.3 VRI 检查过程

受试者坐在安静的环境里，双手平放在膝盖上。左、右 2 个平面阵列吸附在后胸壁上。这 2 个阵列对称放置在后背上，每个阵列的最上面一排约位于肩胛骨上方 2 cm 的位置，阵列最上面一排最靠内的传感器离脊椎约 5 cm 远。2 个阵列的最下面一排的高度相同，这 2 个阵列平行于脊柱。开展为期 12 s 的记录，受试者采用潮气呼吸，每分钟 15~20 次。

1.4 VRI 图像分析

肺部定量数据（Quantitative lung data，QLD）分析方法为连续的 6 个自然数，分别代表右上、右中、右下、左上、左中及左下肺的振动能量占全肺总振动能量的百分数，6 个数为连续的自然数，如 10、14、22、12、16 及 26，分别代表右上、右中、右下、左上、左中及左下肺的振动能量占全肺总振动能量的百分数[3]，每个患者所有 QLD 值的和为 100，每个部位的 QLD 值与均值的差值之和为零，借助于方差和标准差的概念，求得肺不张患者不同部位 QLD 值与预计值的差异。其离均差平方除以自由度值为：

$$S^2=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}=[(a-A)^2+(b-B)^2+(c-C)^2+(d-D)^2+(e-E)^2+(f-F)^2]/(N-1)$$

。所得值求平方根可以得到观察值的变异程度，本文以 S 表示。其中公式中 A、B、C、D、E、F 为正常人群 QLD 不同部位的平均值，a、b、c、d、e、f 为不同患者实测 QLD 值。

1.5 CT 检测肺不张的标准

肺不张是呼吸科常见病，其主要的病理形态学改变为一侧、一叶或一段肺组织局部无气体，肺组织萎陷。部分患者可表现为肺组织局部气体减少，肺组织尚未完全萎陷，称之为肺膨胀不全。肺叶、肺段分布的片状密度增高，伴肺体积缩小、叶间胸膜移位（包括支气管血管聚集、邻近组织气管移位和代偿性肺气肿）[4]。

1.6 统计学处理

所有数据均使用 SPSS11.0 统计软件处理。计量资料用均数 ± 标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间差异采用配对 t 检验。CT 与 VRI 一致性分析采用 *Kappa* 分析，根据 *Kappa* 系数将一致性分为 6 个区段，当 $K<0$，一致性极差；0.0~0.2，微弱；0.21~0.40，弱；0.41~0.60，中度；0.61~0.80，高度；0.81~1.00，极强[5]。

2 结 果

健康志愿者与肺不张患者之间 QLD 分布及 QLD 平均值的比较，除右中叶肺野 QLD 之间差异无统计学意义外，其余肺野 QLD 之间差异均有统计学意义。

健康志愿者与肺不张患者变异度区间范围的比较示二者之间差异有统计学意义，同时计算出不同的取值区间。

VRI 不同 QLD 值变异度取值区间诊断肺不张与经 CT 诊断肺不张一致性分析结果示 80%区间估计值内 VRI 诊断肺不张与 CT 诊断有高度的一致性。

3 讨 论

VRI 是为临床应用而研发的使用灰阶原理对肺部声音分布进行动态成像的设备，为临床上肺功能的测定提供了一种新的检测手段。当肺组织处于病理状态时，由于肺组织机械学和液体内容物的改变产生异常的肺部声音。VRI 通过计算机对肺的声音进行分析，能持续记录、定量分析，并且形成呼吸音的图像[6,7]。

VRI 作为一种新的呼吸系统疾病诊疗手段，已经进行了广泛的研究。Mor 等在 VRI 研究中表明，其能区分肺炎、胸膜腔积液患者图像与正常人图像[8]。Raviv 在单侧肺移植术患者呼吸音分布自动分析研究表明，VRI 与通过肺灌注扫描确定的区域肺功能结果有相关性。研究认为这种方法简单快速没有辐射，能够为临床医生对单侧肺移植患者的治疗提供有用的信息[9]。侯小萌在 VRI 在支气管哮喘患者中的应用价值研究中认为，VRI 检查只记录患者的自然呼吸过程，不需要患者太多的用力配合，其检查在评价完成肺功能检查有困难的哮喘患者气流受限可逆性方面中有特殊的价值[10]。

VRI可以提供患者动态能量图像显示、从首帧图到最大振动能量图到末帧图的动态变化、最大振动能量图像观察、肺部的啰音显示、QLD 值等。由于 QLD 值可以反映不同肺野振动的相对强度及两肺振动的均衡性，本文采用 QLD 值用于肺不张的诊断研究。研究显示健康志愿者与肺不张患者之间 QLD 分布及 QLD 平均值的比较，除右中叶肺野 QLD 之间差异无统计学意义外，其余肺野 QLD 之间差异均有统计学意义（$P<0.05$）（见表 1）。由于每个患者双肺 QLD 值的总和为 100，不同部位的 QLD 值变化相互关联，单个部位的 QLD 值改变对于肺不张的判断容易出现误判。借助于方差和标准

表 1 健康志愿者与肺不张患者之间 QLD 分布及 QLD 平均值的比较（$\bar{x} \pm s$）

组别	右上	右中	右下	左上	左中	左下
健康志愿者（n=52）	8.6 ± 1.6*	13.6 ± 2.1	21.7 ± 2.8*	12.5 ± 2.4*	19.9 ± 2.7*	23.6 ± 4.3*
肺不张患者（n=59）	11.4 ± 2.4*	13.2 ± 3.6	13.9 ± 6.8*	10.6 ± 2.0*	23.1 ± 5.7*	27.8 ± 7.1*

注：健康志愿者与肺不张患者不同部位 QLD 均值比较采用 t 检验，*，P<0.05

表 2 健康志愿者与肺不张患者变异度区间范围的比较

组别	$\bar{x} \pm s$	95%*CI*	80%*CI*	70%*CI*	60%*CI*
健康志愿者	2.893 ± 0.838**	1.196–4.480	1.765–3.911	1.966–3.710	2.134–3.542
肺不张患者	6.816 ± 1.878**	3.135–10.497	4.412–9.220	4.863–8.769	5.238–8.394

注：健康志愿者与肺不张患者之间变异度比较，**，P<0.01

差的概念，得到 QLD 值变异度值。统计表明健康志愿者与肺不张患者变异度区间范围差异有统计学意义（2.893 ± 0.838 vs 6.816 ± 1.878）（见表 2）。利用表 2 不同的变异度估值区间确定不同肺不张的 VRI 的 QLD 值诊断标准，对 502 例既往同时行 CT 及 VRI 检查的患者进行回顾性研究分析。将利用 VRI 诊断为肺不张得到的病例数与以 CT 为标准诊断为肺不张的患者数据进行 *Kappa* 一致性分析，结果显示在 VRI 的 QLD 变异度取 80%区间估计值（$\bar{x} \pm 1.28s$）时，诊断肺不张与 CT 检查有最好的一致性，*Kappa* 系数为 0.734（P<0.05）（见表 3）。

表 3 VRI 不同 QLD 值变异度取值区间诊断肺不张与经 CT 诊断肺不张 *Kappa* 一致性分析

QLD值变异度	总例数（个）	有肺不张（个）	无肺不张（个）	真阳性数	真阴性数	*Kappa* 系数
CT诊断肺不张	502	59	443	59	443	1.000
95%*CI*	502	89	413	56	376	0.543**
80%*CI*	502	64	438	50	422	0.735**
70%*CI*	502	50	452	47	426	0.731**
60%*CI*	502	42	460	37	431	0.647**

注：VRI 不同 QLD 值变异度取值区间诊断肺不张与经 CT 诊断肺不张 *Kappa* 一致性分析，**，P<0.01

肺不张不是一个独立的疾病名称，是由多种疾病所引起的一种病理形态学改变，分为阻塞性肺不张、压缩性肺不张、纤维收缩性肺不张、呼吸功能障碍引起的肺不张等。VRI 不仅可用于肺不张的诊断，还有助于了解肺不张的原因，如在气管内异物引起肺不张疾病诊断的应用；VRI 还可用于胸腔积液的定性和定量诊断[11]；VRI 还可以通过最大能量值了解剩余肺功能，从而用于阻塞性肺不张术后肺功能的评估等[12]。在肺不张的诊断中，CT 可提供肺不张患者肺部病理改变的影像学客观资料，而 VRI 则更多为患者提供功能评估方面的参考依据，VRI 在肺不张患者诊断和预后评估方面具有其独特的优势。

参 考 文 献

[1] Mehta A C, Gat M, Mann S, et al. Accuracy of gray-scale coding in lung sound mapping[J]. Comput Med Imaging Graph, 2010, 34(5): 362–369.

[2] Yigla M, Gat M, Meyer J J, et al. Vibration response imaging technology in healthy subjects[J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 191(3): 845–852.

[3] 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.

[4] 赵云峰. 肺不张的诊断与治疗[J]. 新医学，2007，38(7)：477–478.

[5] Landis J R, Koch G G. The measurement of observer agreement for Gategorical data[J]. Biometrics, 1977, 33(1): 159–174.

[6] Bergstresser T, Ofengeim D, Vyshedskiy A, et al. Sound transmission in the lung as a function of lung volume[J]. J Appl Physiol, 2002, 93(2): 667–674.

[7] Charleston-Villalobos S, Cortes-Rubiano S, Gonzalez-Camarena R, et al. Respiratory acoustic thoracic imaging (RATHI): assessing deterministic interpolation techniques[J]. Med Biol Eng Comput, 2004, 42(5): 618–626.

[8] Mor R, Kushnir I, Meyer J J, et al. Breath sound distribution images of patients with pneumonia and pleural effusion[J]. Respir Care, 2007, 52(12): 1753–1760.

[9] Kramer M R, Raviv Y, Hardoff R, et al. Regional breath sound distribution analysis in single-lung transplant recipients[J]. The Joural of Heart and Lung Transplantation, 2007, 26(11): 1149–1154.

[10] 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)：305–309.

[11] Morice R C, Jimenez C A, Eapen G A, et al. Using quantitative breath sound measurements to predict lung function following resection [J]. J Cardiothorac Surg, 2010, 5: 81.

[12] Anantham D, Herth F J, Majid A, et al. Vibration response imaging in the detection of pleural effusions: a feasibility study [J]. Respiration, 2009, 77(2): 166–172.

（责任编辑：冉明会）